

ارزیابی الگوریتم‌های نظارت شده و نظارت نشده جهت بهینه‌سازی پارامترهای موثر بر فرسایش خاک

مجتبی شیرازی^۱، عطااله خادم الرسول^{۲*}، سید محمد صفی الدین اردبیلی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

^{۲*} استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز - ataalahsoil@gmail.com

^۳ استادیار گروه مهندسی بیوسیستم دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

با توجه به زمان بر بودن فرآیندهای ارزیابی میدانی اراضی جهت مدیریت آبخیزها، استفاده و ترکیب روش‌های مختلف جهت مقایسه و انتخاب مناسب‌ترین راهکار پیشنهاد می‌گردد. پژوهش حاضر تغییرات نرخ فرسایش خاک را از طریق اعمال از سناریوهای مدیریت غیر سازه‌ای با استفاده از نرم افزار شبیه‌ساز WEPP و بهینه‌سازی آن‌ها با استفاده از الگوریتم‌های نظارت شده (رگرسیون خطی و رگرسیون لجستیک) و نظارت نشده (PCA و k-Means) مورد بررسی قرار داده است. نتایج بهینه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار Orange نشان داد که دستیابی به محدودیت‌های بهینه، به انتخاب استراتژی‌های مناسب و کاهش قابل توجه نرخ فرسایش خاک کمک شایانی می‌کند. نتایج آماری رگرسیون لجستیک با دقت برابر ۰/۹۰۹، رگرسیون خطی $R^2=0/457$ ، PCA با r_{pcl} برابر ۰/۸۶ و k-Means با توزیع داده‌ها در ۳ خوشه عملکرد خوبی را نشان داد. بطور کلی، استفاده از تکنیک‌های بهینه‌سازی روش مناسبی برای ارزیابی سناریوهای مدیریتی است که براساس شرایط مطلوب می‌توانند منجر به کاهش تلفات خاک شوند.

واژگان کلیدی: فرسایش خاک، رگرسیون لجستیک، بهینه‌سازی، نرم افزار Orange.

مقدمه

فرسایش خاک یکی از بارزترین اشکال تخریب خاک است که منجر به از بین رفتن سطح خاک در طول زمان می‌شود که روند فرسایش خاک می‌تواند باعث وارد آمدن خسارات جبران ناپذیر زیست محیطی و آسیب‌های اقتصادی به اکوسیستم‌ها شود، بنابراین داشتن دانش کافی در مورد فرسایش و رسوب خاک جهت مدیریت آبخیزداری امری موثر بشمار می‌آید (غفاری و همکاران، ۱۴۰۰). با توجه به تأثیرات گسترده و مخرب فرسایش خاک، استفاده از نرم افزارهای پیشرفته، روش‌ها و تکنیک‌هایی برای نظارت، اندازه‌گیری و بهینه‌سازی فرایندهای فرسایش خاک و ساده‌سازی اثر پارامترهای خاک برای انتخاب سناریوهای مدیریتی مناسب ضروری است (Shirazi et al, 2020). در این پژوهش روش سطح پاسخ (RSM) که توسط باکس و ویلسون در سال ۱۹۵۱ و روش‌های نظارت شده و نظارت نشده با استفاده از نرم افزار Orange معرفی شده است. بخش خط فرمان نرم افزار Orange به کدگذاری احتیاج ندارد و نرم افزار مجموعه‌ای از الگوریتم‌های استخراج، تجزیه و تحلیل و یادگیری ماشین برای پیش پردازش، طبقه‌بندی و مدل‌سازی را دارد (Elshoush et al, 2019). تکنیک یادگیری نظارت شده نوعی یادگیری ماشین است که ورودی و خروجی آن مشخص شده و سیستم سعی می‌کند تابع عملکردی را از ورودی به خروجی یاد بگیرد. در روش یادگیری نظارت نشده هدف این است که داده‌های ورودی و خروجی را که زبان آموز باید به دنبال یک ساختار خاص باشد، طبقه‌بندی کند (Skórczewski et al, 2020). روش سطح پاسخ (RSM) یکی از کاربردی‌ترین روش‌های بهینه‌سازی است و رابطه بین چندین متغیر مستقل و متغیرهای وابسته را بررسی

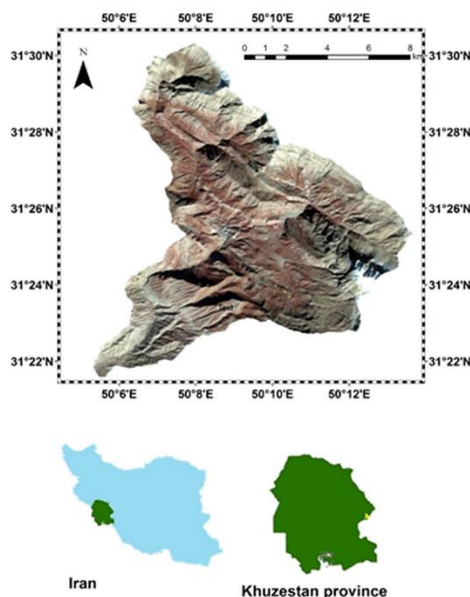
هدفهین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

می کند و سپس جزئیات فرآیند را به صورت روابط ریاضی نشان می دهد (Mäkelä, 2017). استفاده ترکیبی از نرم افزارهای شبیه ساز و بهینه ساز امکان انتخاب و اجرای استراتژی های مدیریتی در حوزه های آبخیز را فراهم می کند. همبستگی الگوریتم های طبقه بندی توسط نرم افزارهای مختلف داده کاوی و مقایسه آماری آن ها نشان داد که نرم افزار Orange بیشترین ارتباط را با داده های واقعی دارد، بنابراین به عنوان بهترین ابزار داده کاوی معرفی شد. استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی (Random Forest) در داده های سنجش از دور برای طبقه بندی کاربری های اراضی بسیار کارآمد بوده و می تواند به عنوان یک ابزار کارآمد مدیریتی برای مدیریت پایدار زمین مورد استفاده قرار گیرد (Gislason et al, 2004). برای پیش بینی تغییرات سطح آب زیرزمینی از روش های شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبانی استفاده شد و نتایج نشان داد که روش ماشین بردار پشتیبانی ابزاری موثر برای پیش بینی تغییرات سطح آب زیرزمینی است (Yoon et al, 2011).

مواد و روش ها

منطقه مطالعاتی

منطقه مورد مطالعه حوزه آبخیزی با موقعیت تقریبی جغرافیایی بین $31^{\circ}18'$ تا $31^{\circ}33'$ شمالی و نیز $50^{\circ}5'$ تا $50^{\circ}13'$ شرقی در شمال استان خوزستان قرار دارد (شکل ۱). مساحت این حوزه آبخیز تقریباً ۱۰۴ کیلومتر مربع و شامل شش پارسل هیدرولوژیکی است. میزان بارش سالانه در این منطقه حدود ۷۱۲ میلی متر و متوسط دما ۲۳ درجه سانتی گراد است. علاوه بر این، بافت غالب این خاک ها لوم رسی سیلتی و دارای رژیم رطوبتی یوستیک و رژیم حرارتی ترمیک و رده های اصلی خاک آنتی سول و اینسپتی سول هستند. بر اساس مطالعات موجود در حوزه مورد مطالعه، کاربری های مختلف شامل کشاورزی (کشت آبی و دیم)، مرتع و جنگل مشاهده می گردد.

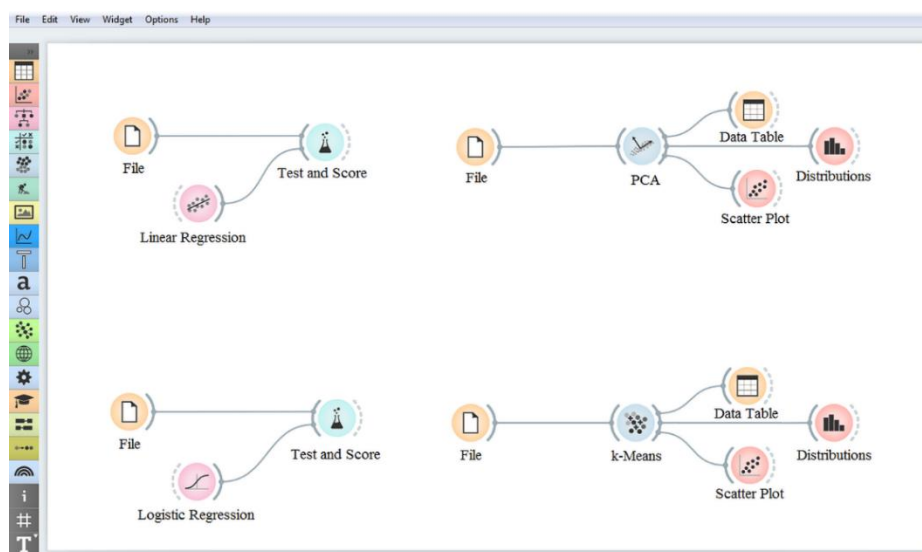


شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی

برای انجام این پژوهش و اندازه گیری هر کدام از متغیرهای مستقل و وابسته در حوزه آبخیز مطالعاتی، از عمق ۲۰-۰ سانتی متری عملیات نمونه برداری از هر سایت نمونه برداری با برداشت خاک از ۵ نقطه و سپس ترکیب نمونه ها صورت پذیرفت، سپس نمونه ها در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد در آزمایشگاه هوا خشک شدند و در مرحله بعدی هر کدام از متغیرهای فیزیکی و هیدرولیکی خاک مورد

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

مطالعه با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند. در این بخش، ابتدا داده‌ها در قالب یک فایل اکسل در ترنر افزار بارگذاری شده و برنامه نویسی بصری در دو گروه مدل‌های نظارت شده شامل رگرسیون خطی (Linear Regression)، رگرسیون لجستیک (Logistic Regression) و نظارت نشده شامل PCA و K-means با استفاده از تکنیک کشیدن و رها (Drag and Drop) کردن انجام شد. یادگیری نظارت نشده، یک روش یادگیری ماشین است که در آن کاربران نیازی به نظارت بر مدل در این روش ندارند و این اجازه داده می‌شود تا مدل به تنهایی از الگوریتم‌ها و اطلاعات بدست آمده پشتیبانی کند. در این روش برخلاف یادگیری نظارت شده، داده‌ها از پیش تعیین نشده و هدف آن ایجاد ارتباط بین داده‌های ورودی و خروجی نیست، بلکه فقط طبقه بندی آن‌ها مهم است و زبان آموز (Learner) باید به دنبال ساختار خاصی در داده‌ها باشد. در مرحله بعدی، با استفاده از گزینه Test and Score، میزان آموزش (۷۰٪) و آزمون (۳۰٪) داده‌ها مشخص شد و همزمان، پس از ورود اطلاعات لازم، فرآیند شبیه‌سازی و بهینه‌سازی انجام و نتایج در دو بخش Scatter Plot و Data Table ثبت شد (شکل ۲).



شکل ۲- برنامه‌نویسی بصری تکنیک‌های نظارت شده و نظارت نشده در نرم افزار Orange

یادگیری نظارت شده

تئوری رگرسیون اولین بار توسط Francis Galton در سال ۱۸۸۵ مطرح شد و کلمه رگرسیون به معنای بازگشت است. این نظریه با پیش بینی برد و باخت در بازی‌ها مانند تئوری احتمال شکل گرفته که محققان در زمینه‌های مختلف علمی کاربردهای بیشتری از رگرسیون را یافته‌اند. روش‌های رگرسیون از نظر تئوری به سه نوع رگرسیون خطی، رگرسیون غیرخطی و غیرپارامتری تقسیم می‌شوند که در این مقاله فقط رگرسیون خطی مورد بحث قرار می‌گیرد. مدل رگرسیون خطی به دو شکل وجود دارد که شامل: مدل رگرسیون خطی ساده (تنها یک متغیر پیش بینی کننده مستقل) و مدل رگرسیون خطی چندگانه (بیش از یک متغیر پیش بینی کننده مستقل) (کریمی‌پور و بنی‌طالبی، ۱۳۹۹).

رگرسیون لجستیک یک مدل آماری است که در شکل اصلی خود از یک تابع لجستیک برای مدل سازی یک متغیر وابسته باینری استفاده می‌کند. هنگامی که رگرسیون لجستیک برای یک مسئله‌ی رگرسیونی یا طبقه بندی، طراحی شود ابتدا فاکتور هزینه (فاکتور C) ایجاد و سپس پارامترهای مدل بهینه از طریق یک روش بهینه سازی تکراری شناسایی می‌شوند. رگرسیون لجستیک یک الگوریتم یادگیری نظارت شده و مدل تحلیل رگرسیون خطی تعمیم یافته است. بطور کلی اجرای رگرسیون‌های لجستیک شامل سه مرحله است: یافتن یک تابع پیش بینی، ساخت یک تابع هزینه و یافتن پارامترهای رگرسیون که عملکرد تضعیف را به حداقل می‌رساند (قربانی و همکاران، ۱۳۹۹).

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

یادگیری نظارت نشده

الگوریتم PCA یا تجزیه مولفه‌های اصلی در سال ۱۹۰۱ توسط Karl Pearson به عنوان آنالوگ قضیه محور اصلی در مکانیک اختراع شد. بعداً توسط Harold Hotelling در دهه ۱۹۳۰ به طور مستقل توسعه و نامگذاری شد. این الگوریتم برای فرآیند محاسبه مولفه‌های اصلی و استفاده از آن‌ها برای انجام تغییر مبنای داده‌ها است که بعضی اوقات فقط از چند مولفه اصلی استفاده می‌شود و بقیه را نادیده می‌گیرد. همچنین از این الگوریتم در تجزیه و تحلیل داده‌های اکتشافی و ساخت مدل‌های پیش بینی استفاده می‌گردد (مقیمی و همکاران، ۱۳۹۵). PCA در تعریف ریاضی یک تحول خطی متعامد است که داده‌ها را به یک سیستم مختصات جدید می‌برد به طوری که بیشترین واریانس داده‌ها در محور مختصات اول و واریانس‌های بزرگتر در محور مختصات دوم قرار دارند. بعلاوه از این الگوریتم می‌توان برای کاهش اندازه داده استفاده کرد (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۶). K-mean روشی برای کمی سازی بردارها است که در اصل از پردازش سیگنال گرفته می‌شود و برای تجزیه و تحلیل خوشه بندی در داده‌کاوی و ساده ترین الگوریتم خوشه بندی که اغلب یکی از بهترین الگوریتم‌های خوشه بندی است، استفاده می‌شود. اولین بار توسط Hugo steinhaus در سال ۱۹۵۷ ثبت اختراع شد و اولین بار توسط James McQueen در ۱۹۶۷ مورد استفاده قرار گرفت. همچنین توسط Stuart Lloyd در سال ۱۹۵۷ به عنوان تکنیکی برای تعدیل کد پالس پیشنهاد شد. هدف از این روش تجزیه کردن مشاهدات به خوشه‌های k است که در آن هر مشاهده به یک خوشه با نزدیکترین میانگین خود تعلق دارد و به عنوان نمونه اولیه استفاده می‌شود و داده‌ها به سلول‌های ورونی (Voronoi cell) تقسیم بندی می‌شوند (مهدی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶). در این مطالعه، پس از نمونه برداری‌ها از خاک به دلیل فراوانی تعداد نمونه‌ها برای هر یک از پارامترها یک دامنه بالا (حداکثر) و پایین (حداقل) تعریف شده است (جدول ۱). سپس شبیه‌سازی با نرم افزار WEPP در دو حالت (۱) بدون سناریو مدیریتی و (۲) همراه با سناریو مدیریتی انجام شد. در قسمت دوم، بهینه سازی متغیرهای مستقل با استفاده از الگوریتم‌های نظارت شده (رگرسیون خطی و رگرسیون لجستیک) و نظارت نشده (PCA و K-means) صورت پذیرفت و سپس پردازش داده‌ها توسط نرم افزار Orange انجام و در نهایت، نتیجه ارزیابی تمامی الگوریتم‌ها با یکدیگر مقایسه می‌شوند.

جدول ۱- مقادیر بیشینه و کمینه‌ی متغیرهای مستقل و وابسته

پارامتر	واحد	بیشترین	کمترین
Sand	%	۶۴	۶
Silt	%	۷۶	۱۴
Clay	%	۴۶	۶
SP	%	۶۸	۳۱
Stone	%	۵/۲	۰/۰۹
Theta r	-	۰/۰۹۷۴	۰/۰۳۳۹
Theta s	-	۰/۴۸۷۴	۰/۳۸۵۶
Alpha	-	۰/۰۲۹۱	۰/۰۰۵۲
n	-	۱/۶۷۹۹	۱/۲۷۶۷
K _s	cm/day	۴۶/۰۱	۶/۸۴
R ₁	ton/ha	۲۶/۸۹	۱۴/۵۹
R ₂	ton/ha	۶/۰۱	۰/۰۹

نتایج و بحث

در این پژوهش، پس از انجام فرایندهای شبیه‌سازی و بهینه‌سازی، سرانجام با بررسی پارامترهای آماری و نمودارها، الگوریتم‌ها با یکدیگر مقایسه و نتایج آن‌ها گزارش شد. در ابتدا، فاکتورهای ورودی در ویجت رگرسیون خطی (Linear Regression) تنظیم، سپس ارزیابی و پردازش داده‌ها انجام شد. خطای میانگین مربعات یا MSE آماره‌ای برای بیان میزان خطا است و تفاوت بین مقادیر پیش بینی شده را نشان می‌دهد که مقدار آن همیشه مثبت است و هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد، میزان خطا کمتر است. در این

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

پژوهش MSE برابر ۱/۹۶۶ است. از طرفی Root Mean Square Error یا RMSE تفاوت بین مقادیر پیش بینی شده و واقعی را نشان می‌دهد و برابر ۱/۴۰۲ است. میانگین مربعات خطا یا MAE اندازه‌گیری خطای بین مشاهدات زوجی است که همان پدیده را بیان می‌کند و برابر ۱/۰۸۲ بوده است. ضریب تعیین یا R^2 همبستگی بین متغیرهای مستقل و وابسته را نشان می‌دهد و مقدار آن بین +۱ تا -۱ است، مقدار صفر به معنی عدم همبستگی، -۱ به معنی همبستگی منفی باشد و +۱ به معنی همبستگی مثبت باشد که در این تحقیق R^2 برابر ۰/۴۵۷ است (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج ارزیابی الگوریتم رگرسیون خطی (Linear Regression)

الگوریتم	MSE	RMSE	MAE	R^2
Linear Regression	۱/۹۶۶	۱/۴۰۲	۱/۰۸۲	۰/۴۵۷

خروجی‌های آماری این الگوریتم با الگوریتم رگرسیون خطی متفاوت و شامل: AUC, CA, F1, Precision, Recall, Logloss و Specificity می‌باشد. آماره‌ی AUC ناحیه زیر منحنی ROC است و هرچه دامنه آن کمتر باشد، حساسیت کلاس‌ها بالاتر است. این یکی از معیارهای پرکاربرد برای ارزیابی است و برای طبقه‌بندی باینری استفاده می‌شود. مقدار این آماره در این پژوهش برابر ۰/۹۹۲ است که عملکرد بالای این مدل را نشان می‌دهد. CA یا دقت نمونه‌های طبقه‌بندی شده و برابر ۰/۹۰۸ است که نشان می‌دهد تعداد پیش‌بینی‌های این الگوریتم از اعتبار بالایی برخوردار است. فاکتور F1 یا میانگین وزنی، اگرچه این پارامتر تحت تأثیر دو پارامتر recall (بازیافت) و Precision (دقت) قرار دارد و دامنه آن بین صفر تا یک است و در اینجا این مقدار برابر با ۰/۹۰۴ است که نشان دهنده عملکرد بالای مدل است. آماره‌ی LogLoss عدم قطعیت پیش بینی شما را بر اساس تفاوت آن با برجسب واقعی در نظر می‌گیرد و LogLoss هیچ حد بالایی ندارد و در محدوده بین صفر و بی‌نهایت قرار دارد. LogLoss نزدیک تر به صفر نشان دهنده دقت بالاتر است، در حالی که اگر LogLoss از صفر دور باشد، این نشان دهنده دقت پایین تر است و در اینجا پارامتر LogLoss برابر با ۰/۴۶۶ است و دقت بالاتری را نشان می‌دهد. آماره‌ی Specificity نسبت منفی‌های واقعی در بین تمام موارد منفی است و نسبت منفی‌هایی را که به درستی شناسایی شده‌اند اندازه‌گیری می‌کند و هرچه پایین تر باشد، مقادیر منفی آزمون کمتر می‌شود که در اینجا برابر با ۰/۹۹۴ بوده است (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج ارزیابی الگوریتم رگرسیون لجستیک (Logistic Regression)

الگوریتم	AUC	CA	F1	Precision	Recall	LogLoss	Specificity
Logistic Regression	۰/۹۹۲	۰/۹۰۸	۰/۹۰۴	۰/۹۰۹	۰/۹۰۸	۰/۴۶۶	۰/۹۹۴

پس از پردازش ۱۰ ویژگی (features) در ۷۶ مورد (instances)، مقادیر مولفه‌ها در جدول ۵ ثبت و گزارش شد. متغیرهای وابسته R_1 و R_2 مقادیر فرسایش خاک در حوزه آبخیز هستند و بررسی رابطه بین آنها با PC_1 و PC_2 نشان می‌دهد داده‌ها نسبتاً توزیع نسبتاً خوبی با یکدیگر داشته، در حالیکه PC_1 با $r = 0.85$ اعتبار بالاتری نسبت به PC_2 با $r = 0.06$ دارد و نشان می‌دهد که تجزیه و تحلیل مولفه اصلی به درستی انجام شده است (جدول ۴).

جدول ۴- نتایج ارزیابی الگوریتم تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA)

شماره PCA	محدوده‌ی PCA	
	بیشترین	کمترین
PCA1	۲/۳	-۲/۳
PCA2	۲/۶	-۲/۳

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

در این الگوریتم مقادیر برخی پارامترها مانند تعداد خوشه = ۳، حداکثر تکرار = ۳۰۰ و مقداردهی اولیه با k-Means انجام شد. برای ارزیابی فاصله بین خوشه‌ها می‌توان از تجزیه و تحلیل سیلوئت استفاده کرد. سیلوئت برای سه خوشه متفاوت بوده و دامنه آن ۰/۶۱ تا ۰/۴۹ است، پس بنابراین هرچه این مقدار به صفر نزدیک شود، نتایج بهتر است. رابطه بین سیلوئت و هر دو متغیر وابسته (R_1) و (R_2) و توزیع داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. سرانجام، اولین متغیر وابسته (R_1) با $r = 0.37$ و دومین متغیر وابسته (R_2) با $r = 0.75$ گزارش شد و متغیر دوم با $r = 0.75$ نشان می‌دهد که توزیع و تطبیق داده‌ها به خوبی انجام شده و خوشه‌ها در حداقل فاصله از یکدیگر قرار دارند. جدول ۵، نسبت توزیع داده‌ها را در خوشه‌ها نشان می‌دهد که به ترتیب ۵۰ درصد داده‌ها را در خوشه شماره ۳ (C3) با ۳۸ نمونه، ۳۰/۲۶ درصد از داده‌ها را در خوشه شماره ۱ (C1) با ۲۳ نمونه و ۱۹/۷۴ درصد داده‌ها را در خوشه ۲ (C2) با ۱۵ نمونه تقسیم شده است (تعداد کل نمونه ۷۶ است).

جدول ۵- نتایج ارزیابی الگوریتم k-Means

الگوریتم	شماره خوشه	تعداد نمونه‌ها	شماره خوشه	تعداد نمونه‌ها	شماره خوشه	تعداد نمونه‌ها
k-Means	۳	۳۸	۱	۲۳	۲	۱۵
درصد توزیع	۵۰	۳۰/۲۶	۱۹/۷۴			

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که متناسب با پیشرفت‌های انجام شده در علوم مختلف استفاده از روش‌های نوین امری اجتناب ناپذیر بوده و از آنجاییکه مبنای علمی برای هر کدام از این روش‌ها تعریف می‌شود، براساس نتایج آن‌ها می‌توان تصمیمات قابل اتکایی گرفت، بنابراین می‌توان این روش‌ها را به عنوان یک ابزار مدیریتی کارآمد معرفی نمود. بطور کلی، در محیط‌های طبیعی و خارج از آزمایشگاه، تنظیم دقیق همه پارامترها جهت رسیدن به مقدار مطلوب آنها بسیار دشوار است، اما می‌توانیم با استفاده از سناریوهای مدیریتی اصولی و متناسب با پتانسیل خاک منطقه، عملکردهایی را در جهت بهبود شرایط در طول زمان انجام دهیم.

فهرست منابع

مقیم، آ.، خزایی، ص.، عبادی، ح. (۱۳۹۵). بکارگیری اطلاعات متنی جهت آشکارسازی نظارت نشده تغییرات از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه SAR مبتنی بر ادغام خوشه‌بندی و مدل سطوح همتراز. مجله رادار، ۴(۱)۶۸-۵۷.

مهدی‌زاده، ا.، تیموری، م.، زارع‌طلب، آ. ارائه‌ی یک الگوریتم ترکیبی برای خوشه‌بندی داده‌ها با استفاده از الگوریتم‌های k-Means و الکترومغناطیس. مهندسی صنایع و مدیریت، ۳۳۱(۱۱)۱۹-۱۳.

عزیزی، ز.، مرادی‌شهر، ب.، مرادی‌شهر، ح.، بابک، م. (۱۳۹۶). مقایسه روش‌های PCA و DAPC در تجزیه و تحلیل ساختار جمعیتی گاو میش‌های ایران با تراشه‌های اسنیپ K90. علوم دامی ایران، ۴۸(۲)۱۶۱-۱۵۳.

غفاری، ح.، عرب‌خداری، م.، گرجی، م. (۱۳۹۹). مروری بر روش‌های تعیین فرسایش قابل تحمل خاک: چالش‌ها و فرصت‌ها. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۱۳(۲)۴۰۴-۳۸۹.

قربانی، م.، محمودی، ا.، شوکت فدایی، م.، خالدی، م. (۱۳۹۹). بررسی ارتباط بین آلاینده‌های هوا و پارامترهای هواشناسی در بخش کشاورزی استان مازندران با استفاده از رگرسیون لجستیک. جغرافیا و پایداری محیط، ۱۰(۴)۳۷-۱۷.

کریمی پور، ا.، بنی طالبی، گ. (۱۳۹۹). ارزیابی روش‌های مختلف برآورد تبخیر و تعرق. ارائه مدل‌های بهینه براساس رگرسیون خطی چند متغیره در اقلیم‌های نیمه مرطوب معتدل سرد. علوم و مهندسی آب و فاضلاب، ۵(۲)۳۸-۱۷.

- Elshoush, H. T., and Dinar, E. A. (2019, September). Using Adaboost and Stochastic gradient descent (SGD) Algorithms with R and Orange Software for Filtering E-mail Spam. In *2019 11th Computer Science and Electronic Engineering (CEECE)* (pp. 41-46). IEEE.
- Gislason, P. O., Benediktsson, J. A., and Sveinsson, J. R. (2004, September). Random forest classification of multisource remote sensing and geographic data. In *IGARSS 2004. 2004 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium* (Vol. 2, pp. 1049-1052). IEEE.
- Mäkelä, M. (2017). Experimental design and response surface methodology in energy applications: A tutorial review. *Energy Conversion and Management*, 151, 630-640.
- Shirazi, M., Khademalrasoul, A., and Ardebili, S. M. S. (2020). Multi-objective optimization of soil erosion parameters using response surface method (RSM) in the Emamzadeh watershed. *Acta Geophysica*, 1-13.
- Skórzewski, P., Sieińska, W., and Kubis, M. (2020). Noetic end-to-end response selection with supervised neural network based classifiers and unsupervised similarity models. *Computer Speech and Language*, 62, 101074.
- Yoon, H., Jun, S. C., Hyun, Y., Bae, G. O., and Lee, K. K. (2011). A comparative study of artificial neural networks and support vector machines for predicting groundwater levels in a coastal aquifer. *Journal of hydrology*, 396(1-2), 128-138.

Evaluation of supervised and unsupervised algorithm to optimization of the affecting parameters on the soil erosion

Abstract

Due to the time consuming field evaluation processes, the use and combination of different methods to compare and select the most appropriate method is suggested. In the present study investigated the changes of soil erosion rates through the application of non-structural management scenarios using WEPP and their optimization through supervised (Linear Regression and Logistic Regression) and unsupervised (PCA and k-Means) machine learning algorithm. The optimization results using Orange software showed that achieving optimal constraints helps to select appropriate strategies and significantly reduce the rate of soil erosion. The statistical results of logistic regression with an accuracy of 0.909, linear regression $R^2=0.457$, PCA with r_{PC1} equal to 0.86 and k-Means with data distribution in 3 clusters showed good performance. Generally, the use of optimization techniques is a good way to evaluate management scenarios that, based on favorable conditions, can lead to reduce the soil loss rate.

Keywords: Soil erosion, Logistic regression, Optimization, Orange software.

تناوب های زراعی عنصری کلیدی در بهبود کارایی استفاده از آب و خاک

امیر هوشنگ جلالی

استادیار پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران (Jalali51@yahoo.com)

چکیده

پژوهش حاضر با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده از تناوب های زراعی سه ناحیه اقلیمی اصلی استان اصفهان شامل مناطق سرد، معتدله و گرم انجام شد. در هر سه منطقه اقلیمی تناوبها غالباً کوتاه و دربرگیرنده ۲ یا ۳ محصول زراعی بودند. کارایی استفاده از زمین در مناطق معتدل، گرم و سرد استان اصفهان به ترتیب دامنه‌ای معادل ۹۸-۴۳، ۹۵-۶۰ و ۸۱-۵۰ درصد داشتند. بهره‌وری آب در تناوب‌های زراعی منطقه معتدل به‌ندرت به بیش از ۶ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب رسید. در منطقه گرم بهره‌وری آب در تناوب‌های مختلف غالباً کمتر از ۱ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب و در منطقه معتدل غالباً بیش از ۲ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب بود. اعداد مربوط به بهره‌وری آب در تناوب های منطقه سرد در اکثر مواقع کمتر از ۲ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب است که نسبت به منطقه معتدله (بیش از ۳-۲ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب) کمتر است. با توجه به نتایج برای بهبود وضعیت کارایی استفاده از زمین و آب افزایش تنوع محصولات زراعی در تناوب ها و تقویت جایگاه گیاهان غده ای و حبوبات از موارد مهم در ارتقاء سطح تولید و افزایش کارایی استفاده از منابع آب و خاک است.

واژگان کلیدی: آیش، بهره‌وری آب، کارایی استفاده از زمین، کارایی تولید

مقدمه

تناوب‌های زراعی از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده الگوی کشت محسوب شده و از طریق تداوم پوشش گیاهی، افزایش کارایی مصرف آب، حفظ عناصر غذایی خاک، افزایش مواد آلی خاک و پایداری خاکدانه‌ها، کاهش آفات و بیماری‌ها و کنترل علف‌های هرز باعث ارتقاء راندمان تولید و عملکرد می‌شوند (آئینه بند، ۱۳۸۴). بهره‌وری بالا از زمین، ثبات عملکرد، توزیع مناسب نیروی کار در فصل رشد، تنوع محصولات و ایجاد تعادل بین منابع آب و خاک موجود با تولید محصولات هر منطقه از مزایای دیگر تناوب‌های زراعی محسوب می‌شوند (Selim, 2019).

تنوع ایجاد شده به‌واسطه تناوب‌های زراعی و افزایش ماده آلی خاک با تأثیر بر ساختار، جرم مخصوص ظاهری و تهویه خاک باعث افزایش مقدار ظرفیت زراعی می‌شود (Renwick et al. 2019). به عبارت بهتر در شرایط تناوب در مقایسه باحالت تک‌کشتی توزیع مکانی و زمانی رطوبت در محیط ریشه گیاه به شکل مناسب‌تری انجام می‌شود (Han et al. 2015). کارایی مصرف آب در الگوهای کشت دارای تناوب‌های زراعی نسبت به حالت تک‌کشتی بیشتر بوده و این حالت به‌ویژه با حضور غلات و بقولات در تناوب و حضور گیاهانی با عمق ریشه متفاوت بارزتر است (بوین کین و دنت، ۲۰۱۹). در مطالعه‌ی انجام‌شده در شهرضا بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب مشاهده‌شده معادل ۱/۵۴ و ۱ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب به ترتیب مربوط به دو تناوب (گندم- سورگوم دانه‌ای کشت دوم - جو) و (گندم- آفتابگردان کشت دوم- جو) بود (جلالی و نیکویی، ۱۳۹۷). در کشور ما جایگاه تناوب‌های زراعی و نقش آن‌ها در حفاظت از آب و خاک به‌خوبی تبیین نشده است. در پژوهش حاضر سعی شده با استفاده از شاخص‌های ارزیابی تناوب، کارایی استفاده از آب و زمین در تناوب‌های زراعی استان اصفهان مورد بررسی قرار گیرد.



مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به منظور ارزیابی تناوب‌های زراعی رایج در شهرستان‌های استان اصفهان در سال ۱۳۹۷ انجام شد. این استان مساحتی حدود ۱۰۶۹۱۲ کیلومترمربع داشته و دارای اقلیم معتدل خشک است، حداکثر دمای آن در گرم‌ترین روز تابستان ۴۰/۶ درجه و حداقل دمای آن در سردترین روز زمستان ۱۰/۶- درجه و متوسط دمای سالانه آن ۱۶/۷ درجه سانتی‌گراد ثبت شده است. برای انجام این پژوهش ویژگی‌های زراعی و باغی (مانند عملکرد، تاریخ کاشت، مقدار آب مصرفی و طول دوره رشد) و همچنین تناوب‌های رایج موجود در هر یک از ۲۴ شهرستان استان از طریق تهیه پرسشنامه و با مشورت و همکاری کارشناسان مسئول تولیدات گیاهی سازمان جهاد کشاورزی مستقر در شهرستان‌های مختلف استان اصفهان تهیه شد. تناوب آبیاری، نوع سامانه آبیاری، مقدار عملکرد پنج سال گذشته کشاورز، تاریخ کشت و نوع گیاهان کشت شده در تناوب بوده و تعداد پرسشنامه‌ها بر اساس سطح کشت هر محصول در هر شهرستان تعیین شد به این صورت که برای هر ۱۰۰ هکتار کشت حداقل ۱۰ پرسشنامه برای اراضی یکپارچه و بزرگ و ۲۵ پرسشنامه برای اراضی خرده مالکی در نظر گرفته شد.

برای محاسبه کارایی استفاده از زمین، مجموع تعداد روزهای حضور گیاهان زراعی در تناوب بر کل روزهای دوره تناوب تقسیم شد (Tomar and Tiwar, 1990). بهره‌وری آب از تقسیم مجموع تولید اقتصادی گیاهان در تناوب تقسیم بر حجم آب مصرفی در هر تناوب زراعی به دست آمد (Jones and Popham, 1997). مقدار آب مصرفی هر محصول از طرح برآورد نیاز آبی محصولات زراعی و باغی استان اصفهان محاسبه شد (سالمی و همکاران، ۱۳۹۸). در همه تناوب‌ها عملکرد قابل فروش ملاک قرار گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های تناوب‌های رایج در سه منطقه معتدل، گرم و سرد استان اصفهان به ترتیب در جدول‌های ۱، ۲ و ۳ ارائه شده است. ۳۰ نوع تناوب غالب در منطقه معتدله استان اصفهان وجود دارد (جدول ۱). تنوع محصولات زراعی در دو منطقه گرم و سرد استان اصفهان نسبت به منطقه معتدله کمتر است (جدول‌های ۲ و ۳). عوامل محدودکننده مثل شوری آب و خاک و گرمای شدید در برخی مناطق گرم استان اصفهان و کوتاهی دوره رشد محصولات در منطقه سرد (عدم امکان استفاده از ارقام متوسط رس و دیررس با عملکرد بالا) از جمله دلایل کاهش تنوع محصولات در این دو ناحیه گرم و سرد است. در هر سه منطقه اقلیمی استان تناوب‌ها غالباً کوتاه و دربرگیرنده ۲ یا ۳ محصول زراعی هستند.

کارایی استفاده از زمین در تمام مناطق دامنه‌ای از ۴۵ تا ۹۸ داشت. در منطقه معتدله مانند اصفهان به علت اختلاط بافت صنعتی و کشاورزی، کشت‌ها به صورت فشرده انجام شده و این امر موجب استفاده حداکثری از زمین‌های موجود در تناوب و افزایش کارایی استفاده از زمین می‌شود. تناوب غلات دانه‌ریز با ذرت علوفه‌ای نمونه‌ای شاخص در این زمینه است. در مناطق گرم استان که شامل شهرستان‌های کویری مثل اردستان، کاشان و نائین می‌شود، اگرچه زمین‌های کشاورزی با وسعت‌های زیاد یافت می‌شود ولی زمین‌هایی که محدودیت کشت نداشته باشد اندک هستند. در مناطق سردسیر استان مانند بوئین و میان دشت و فریدون‌شهر نیز به دلیل طول دوره رشد کوتاه و اینکه اکثر اراضی تسطیح چندانی نداشته و به کشت دیم اختصاص می‌یابد، بالا بودن کارایی استفاده از زمین، اگرچه ممکن است از دید اقتصادی و استفاده حداکثری از منابع یک مزیت محسوب شود ولی از دید اکولوژیک چندان مطلوب نیست. درواقع اگر بخواهیم تناوب‌ها را بر اساس تعداد اندک گیاه تعریف کنیم شرایط به حالت تک‌کشتی نزدیک می‌شود. به‌عنوان مثال پژوهشی در خراسان رضوی نتایج نشان داد بیشترین کارایی استفاده از زمین در کشت مداوم گندم و تناوب گندم با کلزا به دست آمد درحالی‌که در مطالعه دیگری

جدول ۱- کارایی تولید، بهره‌وری آب، کارایی استفاده از زمین و طول دوره تناوب در تناوب‌های رایج منطقه معتدله استان اصفهان

منطقه معتدله				
ردیف	تناوب زراعی غالب	طول دوره تناوب (روز)	کارایی استفاده از زمین (درصد)	بهره‌وری آب** (کیلوگرم محصول اقتصادی بر مترمکعب آب مصرفی)
۱	گندم- ذرت علوفه ای-گندم	۵۷۵	۹۵	۴/۰۲-۴/۱۲
۲	تنباکو - کاهو- آیش	۳۹۰	۴۶	۳/۱۲-۴/۱۸
۳	تنباکو- هویج- آیش	۳۹۰	۴۶	۴/۵۸-۵/۵۸
۴	گندم- برنج- سیب‌زمینی	۵۰۵	۶۵	۱/۹۹-۳/۱۹
۵	گندم- سیب‌زمینی- شلغم	۴۴۵	۷۵	۳/۶۵-۶/۱۱
۶	گندم - شلغم - چغندر	۴۷۵	۶۹	۳/۴۷-۵/۴۷
۷	گندم- ذرت علوفه‌ای - جو	۵۷۰	۹۸	۳/۶۵-۴/۸۰
۸	طالبی (لوبیا)- گندم- ذرت علوفه‌ای	۴۷۰	۸۸	۴/۵۳-۵/۷۴
۹	طالبی (لوبیا) - جو- ذرت علوفه‌ای	۴۶۰	۹۵	۴/۷۱-۵/۹۱
۱۰	گندم-یونجه***- جو	۱۴۰۰	۹۳	۱/۳۰-۱/۸۰
۱۱	جو- چغندر قند- طالبی	۵۵۰	۷۲	۳/۱۰-۴/۲۳
۱۲	گندم- ذرت علوفه‌ای - چغندر قند	۵۶۵	۷۸	۴/۲۷-۵/۷۸
۱۳	گندم- چغندر قند- یونجه	۱۳۹۰	۸۷	۳/۶۶-۵/۲۷
۱۴	جو - ذرت علوفه‌ای - جو	۵۶۵	۹۶	۳/۶۲-۴/۷۴
۱۵	طالبی-جو-ذرت	۴۶۵	۹۴	۴/۶۸-۵/۹۱
۱۶	هندوانه-جو-ذرت	۴۶۵	۹۴	۴/۷۱-۶/۱۷
۱۷	خرپزه-جو-ذرت	۴۶۵	۹۴	۴/۹۶-۶/۷۰
۱۸	گندم ، جو، کلزا	۶۸۰	۷۹	۰/۷۱-۰/۹۱
۱۹	ذرت علوفه‌ای ، طالبی ، چغندر قند	۴۳۵	۵۹	۵/۰۵-۷/۷۹
۲۰	گندم- آیش - گندم-طالبی	۵۸۰	۴۳	۱/۸۴-۳/۱۰
۲۱	جو - ذرت علوفه‌ای - آیش	۳۴۵	۴۸	۴/۵۰-۶/۵۹
۲۲	سیب‌زمینی - گندم - آیش	۳۵۵	۵۴	۲/۵۴-۴/۱۳
۲۳	برنج-گندم-برنج	۵۳۰	۷۵	۰/۴۴-۰/۵۴
۲۴	برنج-جو-برنج	۵۲۰	۶۱	۰/۴۲-۰/۵۲
۲۵	سیب‌زمینی - جو- آیش	۳۴۵	۴۵	۲/۶۴-۴/۳۵
۲۶	جو-آیش-گندم	۷۰۰	۷۹	۱/۰۲-۱/۴۴
۲۷	گندم- ذرت علوفه‌ای - آیش	۴۵۰	۷۸	۴/۳-۶/۲
۲۸	جو-گلرنگ تابستانه-گندم	۵۹۵	۹۵	۰/۷۶-۰/۸۹
۲۹	برنج-منداب****-برنج	۵۴۰	۹۵	۰/۲۸-۰/۳۶
۳۰	پنبه-آیش-پنبه	۵۴۰	۶۷	۰/۲۹-۰/۳۵

*عملکرد قابل فروش ملاک قرار گرفته است، ** دامنه اعداد بر اساس کمترین و بیشترین تولید در تناوب است. ملاک محاسبات عملکرد قابل فروش

بوده است، ***عمر مفید یونجه ۵ سال در نظر گرفته شد و عملکرد علوفه خشک لحاظ شد. **** به صورت کود سبز

جدول ۲- کارایی تولید، بهره‌وری آب، کارایی استفاده از زمین و طول دوره تناوب در تناوب‌های رایج منطقه گرم استان اصفهان

منطقه گرم				
ردیف	تناوب زراعی غالب	طول دوره تناوب (روز)	کارایی استفاده از زمین (درصد)	بهره‌وری آب (کیلوگرم محصول اقتصادی بر مترمکعب آب مصرفی)
۱	گندم-طالبی-گندم	۹۱۰	۶۰	۱/۲۷-۲/۶۸
۲	پنبه-آیش-پنبه	۵۳۵	۷۱	۰/۱۸-۰/۲۵
۳	گندم-ذرت دانه ای-گندم	۵۹۰	۹۵	۰/۸۷-۱/۱۶
۴	گندم-ذرت علوفه ای-گندم	۵۹۰	۹۵	۳/۶۲-۵/۱۲
۵	گندم-ذرت علوفه ای-جو	۵۸۰	۹۵	۳/۹۲-۵/۳۹
۶	گندم-ذرت دانه ای-جو	۵۸۰	۹۵	۰/۹۵-۱/۱۵
۷	گندم-ذرت علوفه ای-پیاز	۶۲۵	۸۱	۲/۱۷-۳/۸۹
۸	خیار-ذرت علوفه ای-جو	۴۹۵	۹۱	۶/۲۸-۶/۷۷
۹	طالبی-ذرت دانه ای-گندم	۴۹۵	۹۴	۱/۵۵-۲/۶۵
۱۰	گندم-ارزن-گندم	۵۸۵	۹۱	۰/۳۴-۰/۸۶
۱۱	جو-ارزن-گندم	۶۰۰	۹۱	۰/۶۷-۰/۹۲
۱۲	گندم-کنجد-گندم	۵۷۰	۹۳	۰/۴۴-۰/۷۸
۱۳	گندم-کنجد-جو	۵۸۰	۹۵	۰/۵۳-۰/۷۶
۱۴	جو-سورگوم دانه ای-جو	۵۶۰	۹۴	۰/۹۰-۱/۹۰
۱۵	سورگوم علوفه ای-گندم-ذرت	۵۹۰	۹۱	۴/۳۳-۵/۱۲
۱۶	سورگوم علوفه ای-جو-کنجد	۵۳۰	۹۵	۴/۵۲-۵/۱۰
۱۷	ذرت علوفه ای-یونجه-ذرت دانه‌ای	۱۴۲۰	۹۳	۱/۶۳-۲/۲۴

جدول ۳- کارایی تولید، بهره‌وری آب، کارایی استفاده از زمین و طول دوره تناوب در تناوب‌های رایج منطقه سرد استان اصفهان

منطقه سرد				
ردیف	تناوب زراعی غالب	طول دوره تناوب (روز)	کارایی استفاده از زمین (درصد)	بهره‌وری آب (کیلوگرم محصول اقتصادی بر مترمکعب آب مصرفی)
۱	گندم دیم-آیش	۳۶۰	۷۵	وابسته به بارش
۲	جو دیم-آیش	۳۶۰	۷۲	وابسته به بارش
۳	گندم دیم-آیش-نخود دیم	۶۶۰	۸۱	وابسته به بارش
۴	گندم دیم-آیش-عدس دیم	۶۶۰	۸۱	وابسته به بارش
۵	گندم-آیش-سیب زمینی-جو	۹۴۰	۶۴	۲/۲۹-۲/۹۹
۶	ذرت علوفه ای-گندم-آیش-سیب زمینی	۷۹۰	۶۲	۵/۳۷-۶/۴۲
۷	گندم-آیش-خیار-جو	۸۵۰	۷۲	۲/۲۸-۳/۰۹
۸	یونجه-سیب زمینی-گندم	۱۴۴۰	۷۹	۱/۱۴-۱/۷۹
۹	اسپرس-سیب زمینی-گندم	۱۴۴۰	۷۹	۱/۱۴-۱/۷۹
۱۰	ماشک (کود سبز)-سیب زمینی-گندم-آیش	۶۹۵	۸۳	۱/۷۰-۲/۸۶
۱۱	ماشک (کود سبز)-پیاز-گندم-آیش	۹۱۰	۶۷	۴/۱۵-۶/۸۵
۱۲	یونجه-چغندر قند-لوبیا-گندم	۱۷۶۰	۷۴	۱/۴۰-۱/۷۱
۱۳	یونجه-چغندر قند-لوبیا-جو	۱۷۵۰	۷۴	۱/۴۱-۱/۷۰
۱۴	برنج-آیش (منطقه پادنا)	۳۶۰	۵۰	۰/۱۷

در همین منطقه تناوب (گندم، ذرت علوفه‌ای، گندم، سیب‌زمینی، گندم) با طول دوره تناوب ۹۵۱ روز کمترین کارایی استفاده از زمین (۵۲/۱ درصد) در میان ۸ تناوب مورد بررسی را داشت (زارع فیض‌آبادی، ۱۳۹۴).

بهره‌وری آب در تناوب‌های زراعی منطقه معتدل به‌ندرت به بیش از ۶ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب رسید. در منطقه گرم بهره‌وری آب در تناوب‌های مختلف غالباً کمتر از ۱ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب و در منطقه معتدل غالباً بیش از ۲ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب بود. اعداد مربوط به بهره‌وری آب در تناوب‌های منطقه سرد در اکثر مواقع کمتر از ۲ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب است که نسبت به منطقه معتدله (بیش از ۲-۳ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب) کمتر است. در استان اصفهان بهره‌وری آب برای کشت مداوم گندم در مناطق گرم (به‌عنوان مثال اردستان)، مناطق معتدل (به‌طور مثال نجف‌آباد) و مناطق سرد (به‌طور مثال بوئین و میان دشت) به ترتیب برابر ۰/۴۳، ۰/۵۴ و ۰/۲۴ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب گزارش شده است (دهقان و همکاران، ۱۳۸۸). در پژوهشی که در خراسان صورت پذیرفت مشاهده شد که در کشت مداوم گندم (۵ سال) بهره‌وری آبی معادل ۱/۴ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب است ولی وارد کردن هر یک از گیاهان کلزا (یک سال) یا چغندر قند (دو سال) یا سیب‌زمینی (دو سال) به تناوب موجب افزایش بهره‌وری آب به ترتیب به ۱/۹۲، ۱/۷۷ و ۱/۹۰ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب گردید (زارع فیض‌آبادی و عزیز، ۱۳۹۴).

نتیجه‌گیری

داشتن تولید قابل قبول توأم با حفظ منابع آب‌و خاک مستلزم آن است که تناوب‌ها به‌عنوان واحد اصلی تولید محصولات مورد توجه قرار گیرند. در این حالت تعبیری مثل بهره‌وری آب، کارایی محصول و کارایی زمین، جای خود را به بهره‌وری آب در تناوب، کارایی تولید در تناوب و کارایی استفاده از زمین در تناوب خواهند داد. همان‌گونه که در جوامع انسانی تشریک‌مساعی موجب افزایش بهره‌وری می‌شود در جوامع گیاهی نیز استفاده از مجموع پتانسیل گیاهانی که در یک تناوب قرار می‌گیرند نسبت به حالت کشت مداوم یک گیاه، برتری خواهد داشت. تناوب‌های زراعی با افزایش تنوع موجب افزایش کارایی استفاده از منابع شده و قادرند مشکلاتی مثل طغیان آفات و بیماری‌ها را هم کاهش دهند.

سیاسگزاری

اطلاعات این مقاله با توجه به داده‌های ستاد الگوی کشت استان اصفهان تهیه شده و نویسندگان از معاونت محترم بهبود تولیدات گیاهی سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان به دلیل همکاری و مساعدت مالی در این زمینه قدردانی می‌نمایند

منابع

۱. آئینه بند، ا. (۱۳۸۴). تناوب زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. مشهد. ایران، ۴۰۷ صفحه
۲. جلالی، ا. ه، نیکویی، ع. (۱۳۹۷). نقش تناوب زراعی در حفاظت از منابع آب‌و خاک (مطالعه موردی: دهستان دشت شهرضا). نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی ۶: ۸۳-۹۵.
۳. دهقان، ا.، ذبیحی، افروز، حسینی، م. (۱۳۸۸). بهره‌وری محصولات زراعی در ازای مصرف آب در ایران و مقایسه آن با کشورهای جهان. موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی. وزارت جهاد کشاورزی ۸۲ صفحه.
۴. زارع فیض‌آبادی، ا. (۱۳۹۴). تأثیر مدیریت بقایای گیاهی در نظام‌های تناوبی مختلف بر عملکرد غده و خسارت کرم‌های مفتولی سیب‌زمینی. نشریه علوم باغبانی، ۲۹: ۵۸۲-۵۹۳.

۵. سالمی، ح.، جلالی، ا. ه.، تومانیان، ن.، نیکویی، ع. خداقلی، م. (۱۳۹۸). بررسی و تعیین نیازآبی خالص گیاهان قابل کشت در استان اصفهان به منظور مدیریت بهینه تقاضای آب در بخش کشاورزی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، شماره فروست ۵۶۷۲۵.

6. Han, E., Kautz, T., Perkons, U., Uteau, D., Peth, S., Huang, N., Horn, R., Kopke, U. (2015). Root growth dynamics inside and outside of soil bio pores as affected by crop sequence determined with the profile wall method. *Biology and Fertility of Soils* 51, 847-856.
7. Jones, O.R. and Popham T. (1997). Cropping and tillage systems for dryland grain production. *Agronomy Journal*, 89: 222-232.
8. Renwick, L.L., Bowles, T.M., Deen, W. and Gaudin, A.C. (2019). Potential of Increased Temporal Crop Diversity to Improve Resource Use Efficiencies: Exploiting Water and Nitrogen Linkages. In *Agroecosystem Diversity* (pp. 55-73). Academic Press.
9. Selim, M. (2019). A review of advantages, disadvantages and challenges of crop Rotations. *Egyptian Journal of Agronomy*, 41:1-10.
10. Tomar, S. and Tiwar A. (1990). Production potential and economics of different crop sequences. *Indian Journal Agronomy*, 32: 30-35.

Crop rotations are a key element in improving soil and water use efficiency

Amir Hooshang Jalali

Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran. (Jalali51@yahoo.com)

Abstract

The present study was conducted using data collected from crop rotations of the three main climatic zones of Isfahan province, including cold, temperate and warm regions. In all three climatic zones, the rotations were often short and included two or three crops. Land use efficiency in temperate, hot and cold regions of Isfahan province had ranges from 43-98, 60-95 and 50-81%, respectively. Water productivity in temperate crop rotations rarely reached more than 6 kg per cubic meter. In the warm zone, water productivity in different cycles was often less than 1 kg m⁻³ and in the temperate zone, often more than 2 kg m⁻³. Water efficiency numbers in cold zone cycles are often less than 2 kg per cubic meter of water, which is less than the temperate zone (more than 2-3 kg m⁻³). According to the results, to improve the efficiency of land and water use, increasing the diversity of crops in rotations and strengthening the position of tuberous plants and legumes is one of the important issues in improving production and increasing the efficiency of water and soil resources.

Keywords: Fallow, Water productivity, Land use efficiency, Production efficiency,



بررسی و شناسایی گیاهان حفاظتی در سازندهای مارنی منطقه خور و بیابانک

فرزاد پارسادوست^۱، زهرا جابر الانصار^۲، حمید رضا پیروان^۳

۱- مربی پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

۲- محقق بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

۳- دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ایران

چکیده:

مارنها به عنوان حساسترین سازندها به فرسایش نقش عمده ای در تولید رسوب در حوزه های آبخیز کشور را دارند. بررسی پوشش گیاهی برخی از مناطق مارنی که سبب پایداری خاک و کنترل رسوب زایی مارنی شده اند حاکی از آن است که در برخی از رخنمونهای مارنی گونه های مرتعی خاصی به طور چشمگیری رشد و نمو یافته و باعث تثبیت و پایداری این سازندها گردیده و در نهایت فرسایش و رسوب در این مناطق تا حدی کنترل شده است. این پروژه تحقیقاتی باهدف شناسایی گونه های گیاهی استقرار یافته بر روی سازندهای مارنی منتخب منطقه خور و بیابانک تهیه شده است. نتایج این تحقیق جهت استقرار گونه های مناسب در مناطق مارنی به دستگاه های اجرایی ذیربط ارائه و به عنوان دستاوردی نوین در مجامع علمی داخلی و خارجی طرح خواهد گردید. در این تحقیق ابتدا با عملیات میدانی با مشخص شدن تیپهای گیاهی منطقه، به روش سیستماتیک تصادفی (ترانسکت - پلات)، پارامترهای گیاهی و نمونه خاک برداشت شده و فرسایش نیز با روش BLM ارزیابی شد. گونه گیاهی درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) به روش تصادفی سیستماتیک در سه نوع فرسایش سطحی، شیاری و آبراهه ای گونه ای بود که بهترین عملکرد حفاظتی را در مقابل فرسایش در این مناطق از خود نشان داد.

واژگان کلیدی: سازندهای مارنی، خور و بیابانک، گونه های مرتعی، درمنه دشتی

۱- مقدمه:

خاک مهمترین منبع تجدید شونده در اکوسیستم بوده و زیربنای حیات بر روی کره زمین است (۳). خاک عاملی مهم در رشد و نمو گیاهان و تولید محصولات کشاورزی بوده و مهمترین منبع طبیعی هر کشور بوده که در بهبود اقتصاد و معیشت ساکنان نقش بسزایی دارد (۱ و ۴).

پدیده فرسایش و رسوب یکی از معضلات اساسی است که بسیاری از کشورها با آن دست به گریبان می باشند. فرسایش خاک موجب شستشوی عناصر غذایی خاک سطحی شده و در نهایت کاهش حاصلخیزی خاک را در پی خواهد داشت (۱ و ۶). کاهش حاصلخیزی و به طبع آن کاهش پوشش گیاهی و در نهایت افزایش مناطق فرسایش یافته را در پی خواهد داشت. یک از ارزانترین و مناسبترین راههای جلوگیری از فرسایش خاک ایجاد پوشش گیاهی پایدار خواهد بود (۸ و ۱۲).

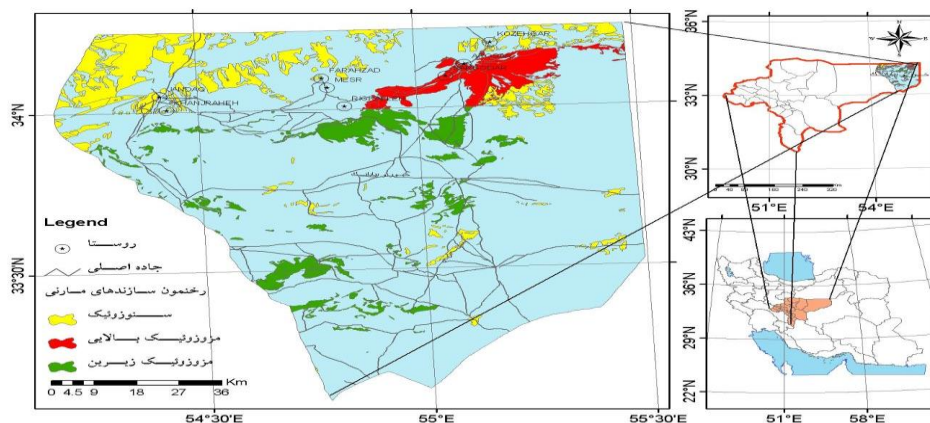
باید توجه داشت که بخش عمده ای از رسوبات تولیدشده در حوزه های آبخیز به دلیل وجود رخنمون های مارنی فرسایش یافته می باشد. به دلیل ویژگی های کانی شناختی مارن ها و تمرکز کانی های رسی نفوذناپذیر در پیکره این نوع سنگ ها و رسوبات حاصله، معمولاً استقرار و رویش پوشش گیاهی در اراضی مارنی امری دشوار به نظر می رسد (۶ و ۴). با این حال در برخی مناطق به طرز شگفت انگیزی می توان پوششی متراکم از گونه های مرتعی را ملاحظه نمود که سبب پایداری خاک و کنترل نرخ رسوب زایی اراضی مارنی شده اند. واژه مارن که به مخلوطی از رس و آهک اطلاق میشود که میزان کربنات کلسیم آن بین ۳۵ تا ۶۵ درصد متغیر است. اندازه ذرات و کانی های موجود در مارن ها در اندازه رس، سیلت و شن بوده و به این ترتیب مارن ها بر اساس نوع کانی ها،

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

بافت و درصد ذرات تشکیل دهنده آنها به گروههای مارنی متفاوتی تقسیم بندی میشوند که هر کدام خواص فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و فرسایشی متفاوتی را خواهند داشت. مارنها نسبت به فرسایش بسیار حساس بوده و موجب کاهش عمر مفید سدها، افزایش هزینه های تصفیه آب آشامیدنی، و کاهش چشمگیری در نفوذ پذیری عرصه های پخش سیلاب به دلیل ترسیب کلونیدهای رسی در این مناطق خواهند شد(۵). به دلیل فقدان پوشش گیاهی فرآیند فرسایش پاشمانی در مارنها سبب کاهش نفوذپذیری در خاک شده که در نتیجه انواع مختلف فرسایش مانند فرسایش هزاردره به طور واضح در مناطق مارنی قابل مشاهده است. گونه های مرتعی خاصی که بر روی سازندهای مارنی مشاهده گردیده است. در این تحقیق به شناسایی و بررسی نقش گونه های مرتعی بر کنترل فرسایش در سازندهای مارنی منتخب در منطقه خور و بیابانک پرداخته شد(۳ و ۱۳). در سطح اراضی مارنی در حوزه های آبخیز، فرسایش قابل ملاحظه با اشکال مختلف فرسایش از قبیل سطحی، شیاری و خندقی مشاهده می شود. در پاره ای موارد ملاحظه شده که استقرار یک گونه گیاهی مشخص، اثر قابل ملاحظه ای در کنترل فرسایش و حتی لغزش دامنه های مارنی را موجب شده است. باید دانست که برخی از گونه های مرتعی قابلیت رویش و استقرار روی اراضی مارنی را دارند. به عبارت دیگر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مارن ها در تنوع پوشش گیاهی نقش داشته و گونه های گیاهی خاصی در مارنها در برابر اشکال مختلف فرسایش (ورقه ای، شیاری و آبراهه ای) وجود خواهند داشت که در این تحقیق سعی شده بین خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک های مارنی و نوع پوشش گیاهانی در سه نوع مختلف فرسایش بررسی شده و مناسبترین گونه ها در این منطقه معرفی گردند.

۲- مواد و روش ها

استان اصفهان دارای رخنمون های مارنی بسیاری مربوط به دوران دوم و سوم زمین شناسی در شرق، شمال و جنوب می باشد که در طرح طبقه بندی و تعیین شاخص های فرسایش پذیری مارن های استان اصفهان منطقه خور و بیابانک یکی از مناطق منتخب می باشد(۵). این منطقه در بخش مرکزی فلات ایران و ۲۰۰ کیلومتری شمال شرق شهرستان نائین واقع شده است. منطقه خور و بیابانک بر اساس روش کوپن دارای اقلیم نیمه خشک بسیار گرم با تابستان های خشک و بر اساس روش طبقه بندی دومارتن منطقه دارای اقلیم خشک می باشد. متوسط بارش سالانه در ایستگاه خور و بیابانک طی دوره آماری ذکر شده ۸۸/۶ میلی متر برآورد گردید. بارندگی این منطقه تحت تاثیر جریان های جوی مدیترانه ای قرار دارد که از غرب، شمال غرب و یا جنوب غربی وارد منطقه شده و به مدت ۷ ماه از اوایل آبان ماه تا اوایل خرداد ماه حوزه را تحت تاثیر قرار میدهد متوسط درجه حرارت سالانه در این ایستگاه در حدود ۲۰/۱ درجه سانتیگراد میباشد. بخش خور و بیابانک با توجه به نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه در زون زمین شناسی ایران مرکزی واقع شده است. از نظر چینه شناسی و زمانی، قدیمیترین سازندهای زمین شناسی این منطقه، مربوط به ژوراسیک از دوران دوم زمین شناسی میباشد و عمده رخنمون های موجود مربوط به دوران دوم (دوره کرتاسه)، دوران سوم (سنوزوئیک) و نهایتاً کوتاه تر میباشد(شکل ۱).



هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

شکل ۱- رخنمون سازندهای مارنی منطقه خور و بیابانک

در واحدهای یکسان مارنی (از لحاظ ویژگی‌های درصد شیب، جهت شیب، ارتفاع و میزان پوشش گیاهی) و سه شکل فرسایشی (سطحی، شیاری و آبراه‌های)، نمونه خاک از هر فرسایش، سه نمونه و به عمق ۰-۲۰ سانتیمتری جهت انجام آزمایشات فیزیکی و شیمیایی نمونه برداری انجام شد. سه شکل فرسایشی (سطحی، شیاری و آبراه‌ایی) و در واحدهای یکسان مارنی و مناطق فاقد پوشش مجاور آنها (شاهد) در حین نمونه‌برداری، فرم BLM جهت ارزیابی وضعیت فرسایش تکمیل شد و در نهایت گونه‌های مرتعی به روش تصادفی - سیستماتیک ارزیابی و شناسایی شدند. مختصات منطقه نمونه برداری در سه نوع فرسایش مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۲-۶- مشخصات مناطق منتخب گروه‌های مارنی مورد مطالعه

ردیف	مناطق منتخب مارنی	موقعیت	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
		بازیاب، فرسایش سطحی	54°، 45'، 45.5"	33°، 28'، 02.6"
۱	خور و بیابانک	بازیاب، فرسایش شیاری	54°، 45'، 45.7"	33°، 28'، 02.9"
		بازیاب، فرسایش خندقی - پای دامنه	54°، 45'، 45.8"	33°، 28'، 02"

۳- نتایج و بحث

در این مرحله اطلاعات، اسناد و مدارک مورد نیاز در زمینه پوشش گیاهی منطقه خور و بیابانک به تفکیک نقشه تیپ‌های گیاهی از طرح شناخت مناطق اکولوژیک کشور، تیپ‌های گیاهی استان اصفهان که در سال ۱۳۹۲ انتشار یافته مشخص گردید. تیپ‌های گیاهی شناسایی شده در منطقه خور و بیابانک عبارتند از درمنه دشتی، قیچ و پرنده (*Artemisia sieberi-Zygophyllum atriplicoides-Pteropyrum aucheri*) میباشند (۹، ۲۰، ۱۰). این تیپ‌های گیاهی با مساحت ۴۸۷۷۷۸ هکتار، معادل ۶/۱۷۶ درصد از تیپ‌های پوشش گیاهی و ۴/۵۵۴ درصد از کل استان مورد مطالعه در پنج نقطه از کوه‌های یخاب در شهرستان کاشان تا انارک و خور و بیابانک بیشتر مناطق کوهستانی را در بر می‌گیرد. عرصه گسترش این تیپ گیاهی در دامنه تغییرات ارتفاعی ۱۱۰۰ تا ۲۱۰۰ متری از سطح دریا، اقلیم فراخشک معتدل و فراخشک سرد با میانگین بارندگی سالانه بین ۸۰ تا ۱۲۰ میلی‌متر با میانگین دمای سالانه ۱۶ تا ۱۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این تیپ گیاهی بیشتر روی تیپ‌های اراضی کوه‌ها، تپه‌ها، فلات‌ها و تراس‌های فوقانی و واریزه‌های بادبزی شکل سنگریزه دار واقع شده است. در این تیپ بیشترین مساحت طبقات شیب مربوط به طبقه شیب ۵ تا بیش از ۶۰ درصد می‌باشد.

۳-۱- وضعیت فرسایش پذیری منطقه مورد بررسی

برای بررسی فرسایش پذیری در این پژوهش از روش BLM که یک روش کیفی در ارزیابی میزان فرسایش پذیری خاک می‌باشد استفاده شد. در طی بازدید و با بررسی عوامل، امتیاز دهی به آنها صورت گرفت و جمع امتیازها که نشان دهنده میزان فرسایش پذیری است مشخص شد (جدول ۲). همانگونه که مشاهده می‌گردد وضعیت فرسایش در هر سه نوع فرسایش مورد بررسی متوسط تا زیاد و خیلی زیاد به دست آمد ولی وضعیت فرسایش به گونه‌ای بود که در مناطق شاهد یعنی بدون پوشش امتیاز عوامل هفت گانه بیشتر و وضعیت فرسایش شدیدتر بود نسبت به مناطقی که پوشش گیاهی وجود داشت (جدول ۲).

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۲- وضعیت فرسایش پذیری اراضی ماری در شهرستان خور و بیابانک (بازیاب)

امتیاز به دست آمده شاهد (بدون پوشش)	شرح	امتیاز به دست آمده فرسایش سطحی	شرح
۱۸	حرکت ذرات خاک	۱۵	حرکت ذرات خاک
۸	لاشبرگ سطحی	۵	لاشبرگ سطحی
۱۶	سنگ و سنگریزه سطحی	۱۴	سنگ و سنگریزه سطحی
۹	فرسایش پاسنگی	۸	فرسایش پاسنگی
۵	شیارها	۴	شیارها
۸	آثار جریان	۷	آثار جریان
۱	خندقها	۰	خندقها
۶۵ زیاد	مجموع امتیاز	۵۳ متوسط	مجموع امتیاز
امتیاز به دست آمده شاهد (بدون پوشش)	شرح	امتیاز به دست آمده فرسایش شیار	شرح
۱۴	حرکت ذرات خاک	۱۰	حرکت ذرات خاک
۷	لاشبرگ سطحی	۵	لاشبرگ سطحی
۱۲	سنگ و سنگریزه سطحی	۹	سنگ و سنگریزه سطحی
۱۰	فرسایش پاسنگی	۸	فرسایش پاسنگی
۱۹	شیارها	۱۴	شیارها
۱۵	آثار جریان	۱۰	آثار جریان
۳	خندقها	۲	خندقها
۸۰ زیاد	مجموع امتیاز	۵۸ متوسط	مجموع امتیاز
امتیاز به دست آمده شاهد (بدون پوشش)	شرح	امتیاز به دست آمده فرسایش خندقی	شرح
۱۲	حرکت ذرات خاک	۱۰	حرکت ذرات خاک
۱۰	لاشبرگ سطحی	۸	لاشبرگ سطحی
۹	سنگ و سنگریزه سطحی	۸	سنگ و سنگریزه سطحی
۱۵	فرسایش پاسنگی	۱۲	فرسایش پاسنگی
۴	شیارها	۳	شیارها
۱۶	آثار جریان	۱۱	آثار جریان
۱۵	خندقها	۱۳	خندقها
۸۱ خیلی زیاد	مجموع امتیاز	۶۵ زیاد	مجموع امتیاز

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

۳-۲- وضعیت پوشش گیاهی و فهرست گونه های گیاهی

با بازدیدهای میدانی و بررسی وضعیت پوشش گیاهی به روش تصادفی - سیستماتیک گونه های گیاهی از نظر تراکم، درصد پوشش، لاشبرگ و سنگریزه در سه نوع فرسایش در منطقه مارنی منتخب در شهرستان خور و بیابانک شناسایی شدند (جدول ۳).

جدول ۳- خصوصیات پوشش گیاهی به تفکیک فرم رویشی و نوع فرسایش در منطقه خور و بیابانک

نوع فرسایش	ترکیب تراکم (درصد)			ترکیب تاج پوشش (درصد)			میانگین تراکم (درمترمربع)	میانگین تاج پوشش (درصد)	لاشبرگ	سنگریزه
	گندمی	پهن برگ	بوته ای	یک ساله	پهن برگ	بوته ای				
سطحی	۰	۶/۶	۶۲/۲	۰	۰/۹۰	۱۹/۱	۶۸/۱	۱۱/۷	۵/۱	۸۱/۶
شیاری	۰	۰	۹۱/۳	۰	۱/۱۶	۰	۹۳/۶	۶/۱	۷/۳	۴۱/۱
آبراهه ای	۰	۰	۹۳/۴	۰	۲/۱۳	۱۷/۲	۸۲/۱	۰/۵	۱۰/۸	۴۶/۱

نتایج داده های پوشش گیاهی در وضعیت های مختلف فرسایش منطقه خور و بیابانک نشان می دهد که بیشترین تراکم پوشش گیاهی در این منطقه مربوط به فرسایش آبراهه ای بوده است و کمترین تراکم در فرسایش سطحی دیده شده است (جدول ۳). در خصوص درصد تاج پوشش گیاهان نیز، فرسایش شیاری دارای بیشترین درصد تاج پوشش گیاهی و گیاهان موجود در فرسایش سطحی واجد کمترین درصد تاج پوشش گیاهی را در منطقه دارا بوده اند. پوشش لاشبرگ که شاخصی از وضعیت حفاظت خاک است نیز تفاوت هایی بین وضعیت های مختلف سطح خاک نشان می دهد، به نحوی که بیشترین درصد لاشبرگ مربوط به فرسایش آبراهه ای (۱۰/۸) و کمترین درصد مربوط به فرسایش سطحی (۵/۱) دیده شده است (جدول ۳).

از نظر فرم رویشی گیاهان مورد بررسی، داده ها نشان می دهد که در مجموع گیاهان بوته ای بیشترین تراکم را به خود اختصاص داده اند و پس از آن پهن برگان علفی قرار دارند. همین وضعیت در مورد درصد پوشش گیاهان منطقه نیز دیده می شود. البته از نظر ترکیب پوشش گیاهی اختلافاتی بین اشکال مختلف فرسایش در منطقه دیده می شود. به نحوی که در فرسایش آبراهه ای گیاهان بوته ای با حدود ۹۳/۴ درصد بیشترین تراکم و با ۸۲/۱ درصد کل از تاج پوشش را به خود اختصاص داده اند. این در حالی است که در فرسایش سطحی این نسبت ها به ترتیب، ۶۲/۲ و ۶۸/۱ و در فرسایش شیاری به ترتیب ۹۱/۳ و ۹۳/۶ بوده است. از نظر نوع گونه گیاهی غالب، داده ها نشان می دهد که گونه *Artemisia sieberi* با ۷۹/۶۵ درصد بیشترین درصد ترکیب بیشترین پوشش گیاهی را در منطقه هر سه نوع فرسایش خود اختصاص داده است.

تشکر و قدردانی

این پروژه در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان و در بخش تحقیقات آبخیزداری انجام گرفت که بدین وسیله از کلیه همکارانی که ما را یاری نمودند کمال تقدیر و تشکر را دارم.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

فهرست منابع

- ۱- احمدپور، م. ۱۳۹۳. "اثر برخی گونه های مرتعی بومی طرح حفاظت خاک اراضی مارنی لوشان"، دانشگاه گیلان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی. پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، صفحه ۱۰۵.
- ۲- اسدی، م.، معصومی، ع.ا.، خاتم ساز، م. و مظفریان، و. ۱۳۸۸-۱۳۶۹. فلورایران (جلد ۱-۵). انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع تهران.
- ۳- امامی، ن.، پیروان، ح.ر.، شیرمردی، ح. ع.، فرزاد، م.، محمدی، ع.م. "بررسی نقش حفاظتی گونه های مرتعی مستقر بر روی سازندهای مارنی استان چهارمحال و بختیاری (مرحله ۱- شهرستان بروجن)". گزارش در دست داوری، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- ۴- حسینی، س.م. ۱۳۹۳. "اثر برخی گیاهان مرتعی و مواد مادری بر توزیع عمودی مهمترین خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و کانی شناسی رسی خاک های کوهرنگ" دانشگاه صنعتی اصفهان - دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳۹۳. پایان نامه کارشناسی ارشد، ۱۲۲ صفحه.
- ۵- درویش زاده، ع. ۱۳۷۰. "زمین شناسی ایران". تهران: نشر دانش امروز.
- ۶- سکوتی اسکویی، ر.ح. پیروان، د. نیک کامی، م. ح. مهدیان. ۱۳۹۴. "بررسی رابطه فرسایش پذیری، اشکال فرسایش و تلفات خاک های حاصل از سه نوع مارن در آذربایجان غربی"، مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، ۷(۴): ۳۷۹-۳۸۸.
- ۷- سلماسی، ر. ع. احمدی. ۱۳۹۱. "رابطه ویژگی های خاک شناسی مارن ها با اشکال مختلف فرسایش حوزه آبخیز تلخه رود"، پژوهشنامه جغرافیا و پایداری محیط، ۲(۳): ۱۱-۲۳.
- ۸- فیض نیا، س.، ف. شریفی و م. زارع. ۱۳۸۲. "حساسیت سازندها به فرسایش در حوزه آبخیز چنابد ورامین". پژوهش و سازندگی، ۶۱: ۳۳-۳۸.
- ۹- قهرمان، ا. ۱۳۵۷-۸۸. "فلور رنگی ایران"، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور.
- ۱۰- مظفریان، و. ۱۳۷۵. "فرهنگ نام های گیاهان ایران"، انتشارات فرهنگ معاصر.
- 11- Cardoso, R., E.E. Alonso 2009. Degradation of compacted marls. A microstructural investigation. *Soils and Foundations*, 49(3): 315-328.
- 12- Zhang, J., T. and Dong, Y. 2010. Factors affecting species diversity of plant communities and the restoration process in the loess area of China. *Ecological Engineering*, 36: 345-350.
- 13- Whit, D., C.S., Hood. 2004. Vegetation Patterns and environmental gradients in tropical dry forests of the northern Yucatan peninsula. *Vegetation Science*, 15: 151-160.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

Investigation and identification of conservation plants in Marl of Khuor and Biabank area

Parsadoust*¹, Z., Jaberalansar², H., Pyrovan³

¹Parsadoust. F. Scientific member of Soil Conservation and Watershed Management, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.

²Jaberalansa. Z. Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.

³Pyrovan H.R. , Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources, Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.

Abstract

Marls as the most sensitive formations to erosion have a major role in sediment production in watersheds. The study of plant in some marl areas that have caused soil stability and sedimentation control indicates that certain rangeland species have grown significantly and caused the stabilization and stability of erosion the amount of sediment has decreased. This research has been prepared with the aim of identifying plant species established on marl of in Khuor and Biyabank regions. The results of this research will be presented to the relevant executive bodies for the establishment of suitable species in the Marl areas and will be presented as a new achievement in domestic and foreign scientific societies. In this research, first, identification of plant types in this area with systematic random method (transect-plot), plant parameters and soil samples were collected and erosion was assessed by BLM method. *Artemisia sieberi* was a plant species that showed the best protection against erosion in three types of Surface erosion, Rill erosion and Gully erosion.

Key word: Rangeland Plant, Marl, Erosion

تعیین واحدهای مدیریتی خاک مبتنی بر نقشه خصوصیات سری در فامیل های خاک

رضا ابراهیمی*^۱، احمد حیدری^۲، علی کشاورزی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد منابع خاک و ارزیابی اراضی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

Rezaebrahimi@ut.ac.ir

۲- استاد گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

چکیده

هدف اصلی در نقشه برداری خاک با مقیاس بزرگ، شناسایی دقیق واحدهای مدیریتی پذیر خاک، یا اراضی می باشد که خاک بخش اصلی آن است. دقیق ترین ویژگی های هر خاک در پایین ترین سطوح طبقه بندی خاک یعنی فامیل و سری به دست می آید. در این پژوهش، سری های خاک و واحدهای مدیریتی خاک براساس امکان استفاده های مشابه از سری های خاک برای اهداف مختلف در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ تهیه شد. به این منظور، ۵۳ پروفیل خاک حفر شد و سری های خاک با توجه به تفاوت های موجود در درون واحدهای فامیل خاک، و در نظر گرفتن خصوصیات محدوده کنترلی خصوصیات سری خاک، تعیین شدند. سپس اقدام به تهیه نقشه توزیع این خصوصیات در منطقه مورد مطالعه گردید. از تلاقی نقشه های خصوصیات تعیین شده برای محدوده کنترل سری ها، با نقشه فامیل های خاک سری های با وسعت قابل تفکیک شناسایی شدند. واحدهای مدیریتی خاک، بر اساس خصوصیات مشابه مدیریتی سری های خاک از قبیل میزان ظرفیت ذخیره آب، ضخامت سولوم، قابلیت نگهداری عناصر غذایی و نهاده ها، امکان پذیری عملیات کاشت، داشت و برداشت و کشاورزی دقیق تعیین و جداسازی شدند. تهیه نقشه های مدیریتی پذیر خاک با این روش مبنای مدیریت دقیق اراضی است و برای برنامه ریزی و بهره برداری بهینه ضروری است.

کلمات کلیدی: سری های خاک، مدیریت خاک، نقشه های تفصیلی، واحدهای همگن

مقدمه

هدف اصلی در نقشه برداری خاک با مقیاس بزرگ، شناسایی دقیق واحدهای مدیریتی پذیر خاک، یا اراضی می باشد که خاک بخش اصلی آن است. دقیق ترین ویژگی های هر خاک در پایین ترین سطوح طبقه بندی خاک یعنی فامیل و سری به دست می آید. اعمال دقیق ترین مدیریت جهت افزایش بهره برداری پایدار منابع خاک باید بر اساس همگن ترین واحدهای خاک در سطح مزرعه صورت گیرد. همانند سطوح بالاتر سیستم رده بندی خاک، بسته به اختلافات تاثیر گذاری که در یک فامیل خاک وجود دارد، سری های خاک متفاوتی قابل تعریف می باشند (soil survey staff(2017). امروزه خاک به عنوان جزئی از اکوسیستم شناخته می شود و اهمیت چند جانبه ی خاک و امنیت خاک، باید در مسایل مربوط به مدیریت و پایداری منابع خاک به طور قابل توجهی مد نظر قرار گیرد (Adhikari and Hartemink(2017). این مدیریت پایدار با آگاهی از چگونگی تشکیل خاک ها و توزیع مکانی خصوصیات خاک ها در واحدهای نقشه، نحوه تشریح آن ها و نیز استفاده از یک سیستم طبقه بندی خاک امکان پذیر است. نقشه برداری خاک ها عبارت از فرآیند تشخیص توزیع مکانی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و توصیفی آن ها بر اساس یک سیستم رده بندی استاندارد است. تولید نهایی نقشه کشی خاک ها گزارشی است که دربرگیرنده نقشه پراکنش این نوع خاک ها و خصوصیات وابسته می باشد (Zhu et al.(1996). بنابراین، اگر هدف تهیه نقشه ی کلاس های مدیریتی پذیر خاک باشد، چالش اصلی در رابطه با تهیه ی نقشه های خاک در سطوح پایین رده بندی (فامیل و سری خاک) می باشد که از دیدگاه مدیریتی مهم هستند زیرا تعریف سطوح پایین تر رده بندی و تهیه نقشه فامیل و سری خاک به منظور اهداف مدیریتی بوده است به نحوی که سایر کاربران غیر خاک شناس نیز توانایی استفاده و تفسیر آن ها را داشته باشند و برای مدیریت مزارع از این نقشه ها استفاده کنند (soil survey staff(2017). در

پژوهش حاضر، ابتدا نقشه رقومی فامیل‌های خاک تهیه شد. بسته به اختلافاتی که داخل واحدهای فامیل خاک وجود داشت، اقدام به شناسایی خصوصیات مهم و تاثیرگذار بر رشد گیاه و مدیریت خاک شد و سری‌های خاک منطقه و مرز این سری‌ها بر اساس تغییرات خصوصیات محدوده کنترل سری‌ها تعیین گردید. در نهایت برای تعیین واحدهای مدیریتی خاک و ارائه چهارچوب مدیریتی کارآمد سری‌های دارای خصوصیات مدیریتی مشابه تعیین و واحدهای مدیریتی خاک جداسازی شدند. هدف این مطالعه تهیه نقشه واحدهای مدیریت‌پذیر در مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران بر اساس خصوصیات سری‌های خاک مشابه است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مطالعاتی و مطالعات میدانی و آزمایشگاهی

منطقه مورد مطالعه در جنوب شهر کرج در دو طرف اتوبان تهران-کرج قرار گرفته است. مساحت منطقه در حدود ۲۲۰ هکتار می‌باشد که در بین عرض‌های جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۷ دقیقه و ۵۷ ثانیه و ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه و ۳۵ ثانیه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه و ۲ ثانیه و ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه و ۵۸ ثانیه شرقی قرار گرفته است. ارتفاع متوسط منطقه حدود ۱۳۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. رژیم رطوبتی و حرارتی منطقه زریک و ترمیک می‌باشد و نیز میزان بارندگی متوسط سالانه منطقه در حدود ۳۴۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه نیز حدود ۱۵ درجه سلسیوس می‌باشد. در این تحقیق ۵۳ پروفیل خاک در منطقه مطالعاتی حفر و تشریح شد. بعد از نمونه برداری و انجام آنالیزهای آزمایشگاهی، تمامی پروفیل‌ها بر اساس کلید رده‌بندی خاک آمریکایی (جدول ۱) تا سطح فامیل طبقه بندی شدند (soil survey staff(2014).

تعیین معیارهای تفکیک سری‌های خاک

تعیین واحدهای سری خاک در درون واحدهای فامیل خاک صورت می‌پذیرد. در این رابطه بعد از رده‌بندی خاک‌ها تا سطح فامیل (شکل ۱) با توجه به شرایط موجود در هر منطقه اعم از شرایط و خصوصیات خاک‌های مطالعه شده یا سایر خصوصیات دیگر غیر خاکی که بر کاربری اراضی و عملکرد و مدیریت خاک‌ها اثر می‌گذارند، معیارهای تفکیک سری‌ها مشخص شدند. لازم به ذکر است برای اعمال این معیارها بر اساس خصوصیات خاک در ابتدا باید عمق کنترلی آن‌ها تعیین شود که بر اساس نوع خاک‌ها متفاوت خواهد بود (soil survey staff(2017). با توجه به وجود خاک‌هایی با رده‌های انتی‌سول و اینسپتی‌سول که عموماً خاک‌های نابالغ هستند یا در ابتدای فرایند هوازگی قرار دارند و افق‌های مشخصه سطحی و زیر سطحی هنوز توسعه و تکامل پیدا نکرده‌اند، میزان سنگ و سنگ ریزه در خاک‌ها به مقدار فراوان وجود داشت و تغییرات درصد توزیع اندازه ذرات کوچکتر از ۲ میلی‌متر نیز با توجه به دوره‌های رسوب‌گذاری متناوب در منطقه در لایه‌های متفاوت به شدت اختلاف را نشان می‌داد و عمق خاک به خصوص عمق سولوم خاک نیز با تغییرات زیاد همراه بود. لذا پارامترهای ۱- توزیع اندازه ذرات خاک (درصد شن، سیلت، رس، درصد ذرات بین ۰/۱-۷۵ میلی‌متر، و درصد ذرات > 2 میلی‌متر)، در سه عمق (۰-۲۵) و (۱۰۰-۲۵) و (۱۵۰-۱۰۰)؛ ۲- عمق سولوم خاک در منطقه مطالعاتی به عنوان معیارهای جداسازی سری‌های خاک منطقه در محدوده کنترلی سری خاک (۱۵۰-۰ سانتی‌متر) برای رده‌های موجود انتخاب شدند.

به دلیل شرایط تقریباً یکنواخت سایر خصوصیات خاک از قبیل درصد آهک، رژیم‌های رطوبتی و حرارتی، کلاس فعالیت تبادل کاتیونی، اسیدیته خاک، شوری خاک و سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده، به عنوان معیار تفکیک سری‌های خاک لحاظ نشدند زیرا در کل منطقه شرایط یکسان یا حداقل تغییرات را از خود نشان دادند.

تعیین محدوده سری‌های منطقه

با استفاده از روش زمین‌آماري کریجینگ، اقدام به تهیه نقشه توزیع اندازه ذرات خاک در نظر گرفته شده برای هر سه عمق تعریف شده برای جداسازی سری‌های خاک و نیز نقشه عمق سولوم خاک در منطقه مطالعاتی گردید. سپس تمامی نقشه‌های تهیه شده بر اساس نوع پارامتر و حدود تغییرات آن‌ها کلاس‌بندی شدند (جدول ۲) و تمامی لایه‌ها به صورت وکتوری درآمد و در نرم افزار

Arc GIS بر روی هم قرار داده شدند تا محدوده‌های یکسان از لحاظ خصوصیات در نظر گرفته شده برای سری از همدیگر تفکیک شوند و در نهایت با نقشه فامیل‌های خاک منطقه روی هم قرار گرفتند تا واحدهای همگن خصوصیات خاک هر سری در درون واحدهای فامیل از هم جدا شوند. سپس بعد از تعیین واحدهای همسان سری خاک در منطقه بر اساس میزان نیروی کار و ادوات کشاورزی موجود و زراعت‌های متناسب منطقه، واحدهای سری نزدیک به هم از لحاظ خصوصیات و کلاس‌های خاک که مدیریت واحدی برای کاربری‌های موجود در منطقه لازم دارند به ۷ واحد مدیریتی تقسیم شدند.

جدول ۱- رده‌بندی خاک‌ها تا سطح فامیل به همراه کد هر خاک روی نقشه

حدود %	کد	خصوصیت
۰-۱۸	۱	درصد رس در عمق (۰-۲۵)، (۲۵-۱۰۰)، (۱۰۰-۱۵۰) cm
۱۸-۳۵	۲	
۲۰-۴۰	۱	درصد شن در عمق ۰-۲۵ cm
۴۰-۶۰	۲	
۲۰-۴۰	۱	درصد شن در عمق (۱۰۰-۱۵۰)، (۲۵-۱۰۰) cm
۴۰-۶۰	۲	
۶۰-۷۵	۳	
۷۵-۱۰۰	۴	
۲۰-۴۰	۱	درصد سیلت در عمق (۰-۲۵) cm
۴۰-۶۰	۲	
۲۰-۴۰	۱	درصد سیلت در عمق (۲۵-۱۰۰) و (۱۰۰-۱۵۰) cm
۴۰-۶۰	۲	
۶۰-۷۵	۳	
۰-۱۵	۱	درصد ذرات بزرگتر از ۲ میلی‌متر در عمق (۰-۲۵) cm
۰-۱۵	۱	درصد ذرات بزرگتر از ۲ میلی‌متر در عمق (۲۵-۱۰۰) و (۱۰۰-۱۵۰) cm
۱۵-۳۵	۲	
۳۵-۶۰	۳	
۶۰-۹۰	۴	
۰-۱۸	۱	درصد ذرات بین (۰-۱-۷۵) میلی‌متر در عمق (۰-۲۵) cm
۱۸-۳۵	۲	درصد ذرات بین (۰-۱-۷۵) میلی‌متر در عمق (۲۵-۱۰۰) و (۱۰۰-۱۵۰) cm
۰-۱۵	۱	
۱۵-۱۰۰	۲	کلاس‌های عمق خاک cm
۲۵-۵۰	۱	
۵۰-۷۵	۲	
۷۵-۱۰۰	۳	
۱۰۰-۱۵۰	۴	

کد فامیل خاک	رده‌بندی خاک‌ها تا سطح فامیل بر اساس کلید ۲۰۱۴
1	Coarse-loamv, mixed, superactive, thermic, Typic Haploxerepts
2	Fine, mixed, active, thermic, Fluventic Haploxerepts
3	Loamv-skeletal, mixed, superactive, thermic, Typic Haploxerepts
4	Loamv-skeletal, mixed, superactive, calcareous, thermic, Typic Xerorthents
5	Fine-loamv, mixed, superactive, thermic, Fluventic Haploxerepts
6	Coarse-loamv, mixed, active, thermic, Typic Haploxerepts
7	Coarse-loamv, mixed, superactive, calcareous, thermic, Typic Xerorthents
8	Fine-loamv, mixed, superactive, thermic, Typic Haploxerepts
9	Fine-loamv, mixed, active, thermic, Fluventic Haploxerepts
10	Fine-loamv, mixed, active, thermic, Typic Haploxerepts

نتایج و بحث

نقشه واحدهای همگن خصوصیات خاک

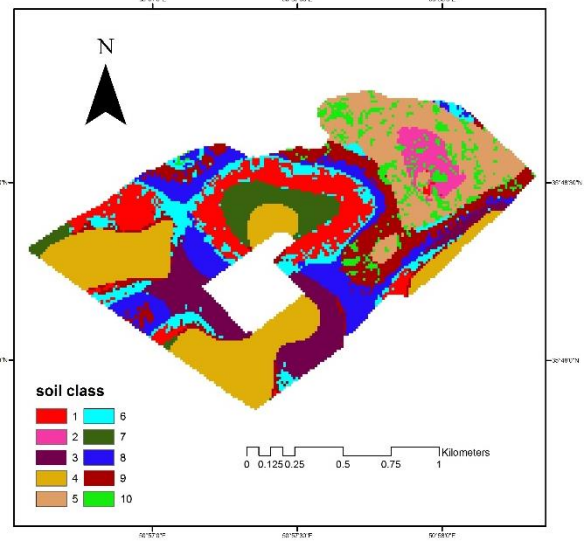
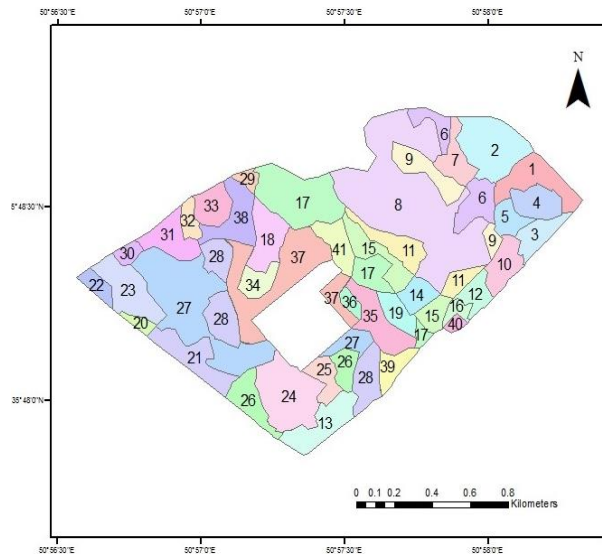
تعیین واحدهایی با خصوصیت یکسان یا نزدیک به هم جهت اعمال مدیریت‌های مخصوص این واحدها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و از طریق مختلف از قبیل همپوشانی لایه‌ها در محیط نرم‌افزار Arc GIS اشاره کرد (Iticha and Takele, 2019). در شکل ۲ واحدهای کاملاً همگن از لحاظ خصوصیات تعریف شده برای سه عمق در نظر گرفته شده قابل مشاهده است که نشان از تغییرات بسیار بالای خصوصیات خاک در دامنه کوتاه دارد به نحوی که حدود ۴۱ واحد مجزا شناسایی شده اند که حداقل در یک خصوصیات تاثیر گذار با واحد دیگر اختلاف دارند. در این رابطه Oshunsanya et al. (2017) نیز با تهیه نقشه توزیع نیتروژن، فسفر، وزن مخصوص ظاهری و اسیدیته خاک و همپوشانی این لایه‌ها به تعیین واحدهای همسان برای مدیریت خاک‌ها پرداختند. هر کدام از واحدهای شکل ۱ که با عدد شماره‌گذاری شده‌اند بر اساس دامنه خصوصیات جدول ۱ کدگذاری شدند و تمامی خصوصیات در هر سه عمق در نظر گرفته شده با مراجعه به کد مربوطه قابل مشاهده می‌باشد و کاربر بر اساس این اطلاعات

می‌تواند دقیق‌ترین تصمیم را اتخاذ کند. در زیر به عنوان مثال کد واحد ۱ تشریح شده است که باقی واحدها هم بر همین اساس است.

depth (100-150) cm, (.1_75)mm : (1,2,3)is (>15) , (>15), (>15).and(>2)mm (1,2,3)is(0_15),(0_15),(15_35)

در این حالت عمق واحد بین (۱۵۰_۱۰۰) سانتی‌متر می‌باشد و بعد از آن درصد ذرات بین (۷۵_۰/۱) در سه عمق (۲۵_۰) و (۱۰۰_۲۵) و (۱۵۰_۱۰۰) به ترتیب با شماره ۱، ۲ و ۳ که درصد این ذرات در این اعماق نیز بعد از آن به ترتیب ذکر شده است. و این روند برای ذرات بزرگتر از ۲ میلی‌متر نیز صادق است.

(sand)(1,2,3)is(20_40),(20_40),(20_40).(silt)(1,2,3)is(20_40),(40_60),(40_60).(clay)(1,2,3)is(18_35)(18_35).(18_35



(۱۵۰_۱۰۰) با شماره ۱، ۲ و ۳ مشخص شده‌اند و

بلافاصله بعد از آن در صد این خصوصیت مربوطه به ترتیب در این سه عمق ذکر شده است و این حالت برای خصوصیات بعدی نیز صادق می‌باشد. لازم به ذکر است به دلیل محدودیت مقرر در تعداد صفحات مقاله از توضیح تمامی واحدها صرف نظر شده است.

در این حالت نیز در ابتدا نام خصوصیت ذکر شده (به عنوان

مثال شن) و در جلوی آن سه عمق (۲۵_۰) و (۱۰۰_۲۵) و

شکل ۲- واحدهای همگن خصوصیات خاک

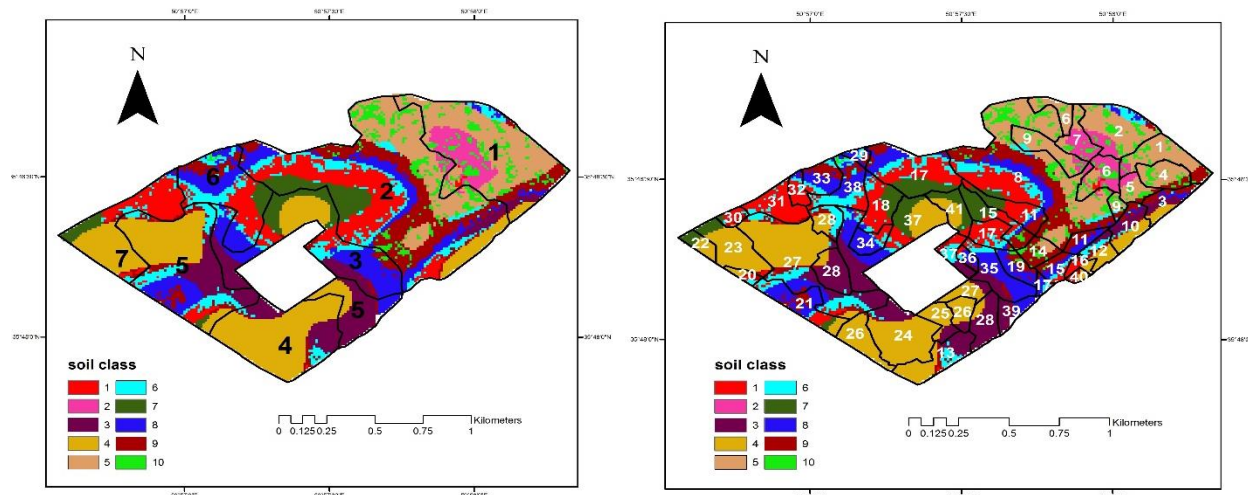
شکل ۱- نقشه واحدهای فامیل خاک

سری‌های خاک

در این مرحله نقشه واحدهای فامیل خاک با واحدهای همگن خصوصیات خاک ادغام شده و واحدهای کاملاً همگن سری‌های خاک در داخل واحدهای فامیل خاک از هم جداسازی شدند. همان‌طور که در شکل ۳ قابل مشاهده است به عنوان مثال واحد فامیل شماره ۴ که بیشترین وسعت را در منطقه به خود اختصاص داده است بو سیله واحدهای همگن ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۳۷ و ۴۱ خصوصیات خاک به بیش از ۸ سری تقسیم بندی شده است و این رویه برای باقی فامیل‌های خاک نیز صادق می‌باشد. بعد از جداسازی سری‌ها نیز از ذکر همه سری‌ها صرف نظر شده است و سری‌های تفکیک شده در شکل ۳ بر اساس مرز واحدهای همگن خصوصیات در داخل واحدهای فامیل قابل مشاهده می‌باشند.

تعیین واحدهای مدیریتی

در نهایت برای تعیین واحدهای مدیریتی خاک، سری‌های دارای خصوصیات مدیریتی مشابه برای زراعت‌های معمول منطقه مطالعاتی از قبیل دانه‌های روغنی و ذرت و گندم پاییزه و نیز بر اساس نیروی کار و میزان مکانیزاسیون در دسترس در این مناطق



ادغام شده و واحدهای مدیریتی تعیین و جداسازی شدند soil

survey staff(2017). تعیین واحدهای مدیریتی و ادغام سری‌های دارای نیاز مدیریتی یکسان می‌تواند بر اساس محصولات مختلف و نیز امکانات و نیروی کار در دسترس، دسترسی به جاده‌ها و حمل و نقل، میزان تجربه کارشناسان و نیز تعداد آن‌ها و یا هر مسئله‌ای که بر حفاظت خاک، مدیریت زمین، عملکرد محصول، مصرف آب و نهاده‌ها تاثیر می‌گذارد، می‌تواند متفاوت باشد soil survey staff(2017).

شکل ۳- نقشه سری‌های تفکیک شده در داخل واحدهای فامیل شکل ۴- نقشه واحدهای مدیریتی به همراه توزیع فامیل در داخل آن‌ها

از لحاظ تاریخی، تفسیر نتایج خاک به عنوان محدودیت و یا مناسب بودن کلاس بیان شده است. در تفسیر محدودیت‌ها معمولاً خاک‌ها را در سه کلاس تفسیری مانند "کم"، "متوسط" یا "شدید" قرار می‌دهد و گزارش می‌دهد که کدام ویژگی یا ویژگی‌های خاک برای استفاده از اراضی محدودکننده است. در مفهوم نوین پایگاه داده خاک، تعداد بسیار کمی از واحدهای خاک از یک جزء تشکیل شده‌اند و تعدادی از اجزاء کوچکتر دیگر نیز رخ می‌دهند. این به نوبه خود چالشی در ارائه تفسیر برای واحد ناخالص در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی محسوب می‌شود. البته باید به این نکته توجه داشت تفسیر نتایج از یک منطقه به منطقه دیگر حتی برای خاک‌های مشابه متفاوت خواهد بود (soil survey staff(2017)). بر همین اساس و با توجه به شرایط سری‌های منطقه و نیز دانش کارشناسی و شناخت از منطقه ۷ واحد مدیریتی برای محصولات زراعی منطقه تعیین شد. شکل ۴ واحدهای مدیریتی تعیین شده را نشان می‌دهد که برای درک بهتر از توزیع خاک‌ها با نقشه واحدهای فامیل ادغام شده است. واحدهای مدیریتی از لحاظ نوع واحد خاک به دلیل پیچیدگی فرایندهای خاک‌سازی و نیز دوره‌های رسوب گذاری ممتد و تنوع بالای خاک‌های تشکیل شده اغلب از نوع مجتمع یا پیچیده می‌باشند و هیچ کدام از فامیل‌های موجود در اغلب این واحدها غالب نمی‌باشند.

واحدهای شمالی تر یعنی واحد ۱ و ۲ دارای بافت ریزتر و عمق خاک بیشتر که امکان نگهداری آب و فراهمی عناصر غذایی بیشتری دارند ولی هرچه به سمت قسمت‌های جنوبی منطقه یعنی واحد های ۴ و ۵ و ۶ حرکت می‌کنیم به ترتیب از عمق خاک کاسته شده و میزان سنگ‌ریزه زیر سطحی به طور چشم‌گیری افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه نگهداشت آب و نیاز کودی افزایش پیدا می‌کند و توصیه می‌شود به دلیل بافت بسیار سبک زیر سطحی در این واحدها و نیز واحد ۷، کشت محصولات غده‌ای در تناوب قرار گیرد. در این بین واحد ۳ دارای شرایط متوسط واحدهای شمالی و جنوبی منطقه می‌باشد. در اغلب واحدها همان طور که از کلاس فامیل (جدول ۱) قابل مشاهده است کلاس فعالیت تبادل کاتیونی در محدوده Active قرار گرفته است که از حاصل

تقسیم مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی بر درصد رس به دست می‌آید و در ظاهر قدرت نگهداشت عناصر و ظرفیت تبادل کاتیونی در اغلب واحدها براین اساس یکسان به نظر می‌رسد ولی باید توجه داشت در واحدهای جنوبی تر به دلیل درصد پایین رس و به طبع ظرفیت تبادل کاتیونی کمتر و در واحدهای شمالی تر با مقدار رس بیشتر و ظرفیت تبادل کاتیونی بیشتر، باعث یکسان شدن کلاس فعالیت تبادل کاتیونی شده است که نقشه توزیع خصوصیات برای جداسازی سری‌ها این اختلافات هرچند ریز ولی به شدت تاثیر گذار را آشکار ساخته است و لذا باید در مدیریت‌ها مد نظر قرار گیرد. (Zhang et al (2017) عنوان کردند که بعد از تعیین واحدهای مدیریتی، درجه تغییرات خصوصیات خاک در داخل این واحدها کاهش یافت و بهینه سازی مصرف نهاده‌ها از قبیل کودها و بهینه سازی برنامه زمانی آبیاری به افزایش عملکرد و افزایش بهره وری آب منجر شد. (Zhang et al. (2018) عنوان کردند که بعد از تعیین واحدهای مدیریتی، درجه تغییرات خصوصیات خاک در داخل این واحدها کاهش یافت و بهینه سازی مصرف نهاده‌ها از قبیل کودها و بهینه سازی برنامه زمانی آبیاری به افزایش عملکرد و افزایش بهره وری آب منجر شد. (Chen et al (2021) نیز با تعیین واحدهای مدیریتی با در نظر گرفتن توزیع مکانی خصوصیات فیزیکی خاک از قبیل رس، سیلت، شن، جرم مخصوص ظاهری در یک مزرعه ۵۴ هکتاری در شمال غرب چین پرداختند که در این مورد از تغییرات توپوگرافی نیز برای جداسازی واحدها کمک گرفتند.

نتیجه‌گیری

شناسایی واحدهای سری خاک و تعیین واحدهای مدیریتی یک راه اثر بخش در رسیدن به مدیریت پایدار و کارایی زمین، بهینه سازی زمان کاشت، سیستم شخم مورد نیاز، مصرف کودها و تعیین برنامه آبیاری است به علاوه توزیع عملکرد محصول در سطح مزارع به وسیله خصوصیات ناهمگن خاک تحت تاثیر قرار می‌گیرد و مشاهده می‌شود که عملکرد محصول در نقاط مختلف با توزیع بافت خاک همبستگی بالایی دارد. امروزه با در نظر گرفتن افزایش قیمت نهاده‌های کشاورزی از جمله کودهای شیمیایی و همچنین خطرات زیست محیطی جبران ناپذیر استفاده نادرست از این نهاده‌ها لزوم اطلاع دقیق از توزیع مکانی خصوصیات و کلاس‌های مدیریت‌پذیر خاک، جهت توصیه دهی بهینه کود را می‌رساند. علاوه بر لزوم بهینه سازی مصرف کود بر اساس شناخت دقیق از خصوصیات خاک و توزیع آن‌ها، با توجه به بحران کمبود آب، مصرف آن نیز باید بر اساس نیاز هر بخش زمین و نوع محصول در واحدهای مختلف با حداکثر تشابه، بهینه سازی شود. لذا رده‌بندی خاک‌ها تا پایین‌ترین سطح و آگاهی از دقیق‌ترین خصوصیات خاک در هر سطح برای تعیین واحدهای مدیریتی و اعمال مدیریت‌های پایدار برای حل بحران آب و مدیریت مصرف آن و نیز حفاظت از خاک به عنوان یک منبع و سرمایه با ارزش پیشنهاد می‌گردد.

منابع

- Adhikari, K., & Hartemink, A. E. (2016). Linking soils to ecosystem services—A global review. *Geoderma*, 262, 101-111.
- Iticha, B., & Takele, C. (2019). Digital soil mapping for site-specific management of soils. *Geoderma*, 351, 85-91.
- Oshunsanya, S. O., Oluwasemire, K. O., & Taiwo, O. J. (2017). Use of GIS to delineate site-specific management zone for precision agriculture. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48(5), 565-575.
- Soil Science Division Staff. (2017). Soil survey manual. *USDA handbook 18*, 120-131.
- Zhang, Y., Wang, H., Lei, Q., Luo, J., Lindsey, S., Zhang, J., ... & Liu, H. (2018). Optimizing the nitrogen application rate for maize and wheat based on yield and environment on the Northern China Plain. *Science of the Total Environment*, 618, 1173-1183.
- Zhu, A. X., Band, L. E., Dutton, B., & Nimlos, T. J. (1996). Automated soil inference under fuzzy logic. *Ecological Modelling*, 90(2), 123-145.
- Natural Resources Conservation Service, & Agriculture Department (Eds.). (2014). *Keys to soil taxonomy*. Government Printing Office.

Zhang, Y., Wang, H., Lei, Q., Luo, J., Lindsey, S., Zhang, J., ... & Liu, H. (2018). Optimizing the nitrogen application rate for maize and wheat based on yield and environment on the Northern China Plain. *Science of the Total Environment*, *618*, 1173-1183.

Chen, S., Du, T., Wang, S., Parsons, D., Wu, D., Guo, X., & Li, D. (2021). Quantifying the effects of spatial-temporal variability of soil properties on crop growth in management zones within an irrigated maize field in Northwest China. *Agricultural Water Management*, *244*, 106535.

شبیه‌سازی اثرات فرسایش خاک بر عملکرد گندم با استفاده از مدل SWAT

حیدر غفاری^۱، منوچهر گرجی

استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز: H.ghafari@scu.ac.ir

استاد گروه علوم و مهندسی خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران: Mgorji@ut.ac.ir

چکیده

آگاهی از تاثیر فرسایش بر عملکرد محصول در تعیین فرسایش مجاز و برنامه‌های حفاظت خاک ضروری می‌باشد. یکی از بزرگترین مشکلات در ارزیابی روابط فرسایش و عملکرد محسوس نبودن میزان کاهش عملکرد در کوتاه مدت است. بنابراین، پایش مستقیم اثرات فرسایش بر عملکرد تقریباً غیرممکن است. به همین دلیل روش‌های غیرمستقیم برای این منظور پیشنهاد شده است. مدل‌سازی یکی از جدیدترین و دقیق‌ترین روش‌ها برای ارزیابی اثر فرسایش بر تولید محصول است. در این پژوهش از مدل SWAT برای شبیه‌سازی اثر فرسایش بر عملکرد گندم دیم استفاده شد. برای این کار پس از واسنجی و اعتبار سنجی مدل، سناریوهای مختلفی در خصوص عمق خاک تعریف شد و با کاهش تدریجی عمق خاک در پرونده مربوط به داده‌های خاک میانگین عملکرد گندم دیم شبیه‌سازی گردید. بر این اساس ارتباط رگرسیونی بین میزان فرسایش خاک سطحی و عملکرد گندم برقرار شد. رابطه رگرسیونی نشان داد که به ازای هر سانتی‌متر فرسایش خاک، عملکرد گندم دیم به مقدار ۱/۱۵ کیلوگرم معادل ۰/۵ درصد کاهش می‌یابد. با در نظر گرفتن میانگین سالانه هدررفت خاک (۱۰ تن در هکتار در سال) و سطح زیر کشت گندم (حدود ۵۰۰۰۰ هکتار) در حوضه مورد مطالعه، برآورد شد که سالانه ۵۸۰ تن گندم در اثر فرسایش از بین می‌رود. استفاده از این روش در مناطق مختلف و برای سایر محصولات و همچنین اعتبار سنجی نتایج با آزمایشات مزرعه‌ای پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی: فرسایش مجاز، حفاظت خاک، باروری خاک.

^۱- نویسنده مسئول، آدرس: اهواز، دانشگاه شهید چمران، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و مهندسی خاک

مقدمه

خاک یک منبع طبیعی مهم در عرصه کشاورزی می‌باشد که بستر رشد گیاهان را فراهم می‌کند. فرسایش خاک سطحی حاصلخیز در دراز مدت باعث کاهش عمق خاک، گنجایش رطوبتی و هدررفت مواد آلی و عناصر غذایی و در نتیجه کاهش باروری خاک می‌شود (Lal, 1998). امنیت غذایی جمعیت در حال رشد و مشکلات زیست محیطی از جمله مهمترین تهدیدهای فرسایش خاک در سراسر جهان بویژه کشورهای در حال توسعه به شمار می‌روند (Pimentel and Burgess, 2013). حفظ و تامین احتیاجات خوراکی انسان بطور اساسی بستگی به حفظ باروری و کیفیت خاک‌های کشاورزی دارد. اگرچه فرسایش خاک در زیست بوم‌های طبیعی بسیار کند انجام می‌شود اما اثرات تجمعی آن بر کیفیت خاک در بلند مدت معنی‌دار بوده و حتی فرسایش‌هایی با مقادیر بسیار کم پس از گذشت سال‌ها باعث از بین رفتن مقادیر قابل توجهی خاک می‌شوند. بر اساس آمار ارائه شده، سالانه حدود ۷۵ میلیارد تن خاک حاصلخیز از اراضی کشاورزی در اثر فرسایش از بین می‌رود (Eswaran et al., 2001). در گزارشی دیگر (لال، ۲۰۰۱) آمده است که سالانه حدود ۱۰ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی جهان در اثر فرسایش تخریب می‌شوند، طوری که طی ۴۰ سال گذشته، حدود ۳۰٪ اراضی کشاورزی در سراسر جهان باروری خود را به دلیل فرسایش از دست داده‌اند و به ارضی لم یزرع تبدیل شده‌اند (Pimentel and Burgess, 2013).

یکی از بزرگترین مشکلات در ارزیابی روابط بین فرسایش و باروری خاک، محسوس نبودن کاهش عملکرد محصول ناشی از فرسایش در کوتاه مدت است. اثر فرسایش بر تولید به قدری آهسته و تدریجی بوده که ممکن است تا زمان از بین رفتن کامل باروری خاک، قابل تشخیص نباشد. علاوه بر این، پیشرفت در تکنولوژی‌ها و مصرف نهاده‌ها ممکن است اثرات فرسایش بر تولید را خنثی کند و حتی باعث افزایش تولید شود (Bakker et al. 2004). بنابراین، پایش مستقیم اثرات فرسایش بر عملکرد تقریباً غیرممکن می‌باشد، به همین دلیل روش‌های غیرمستقیم برای این منظور پیشنهاد شده است. یکی از جدیدترین روش‌ها برای ارزیابی اثر فرسایش بر عملکرد محصول استفاده از مدل‌های فرایندی شبیه‌ساز است (Bakker et al. 2005)، که در این ارتباط پویایی مدل می‌تواند بر ظرفیت‌های مدل در راستای شبیه‌سازی بیافزاید. مدل ArcSWAT به عنوان یکی از رایج‌ترین مدل‌های فرایندی و زمان-پیوسته در زمینه هیدرولوژی است که توسط سرویس تحقیقات کشاورزی ایالات متحده برای پیش بینی تأثیر روش‌های مدیریتی متفاوت بر جریان سطحی، رسوب، عملکرد محصول و تعادل مواد شیمیایی در حوضه‌های آبخیز بزرگ و پیچیده با ویژگی‌ها و مدیریت‌های گوناگون برای دوره‌های زمانی طولانی مدت تهیه و ارائه شده است (Neitsch et al., 2011). مدل ArcSWAT برای مدل‌سازی رشد و عملکرد گیاه از مدل EPIC استفاده می‌کند اما بر خلاف مدل EPIC ویژگی‌های خاک در طول دوره شبیه‌سازی فرسایش ثابت بوده و تغییر نمی‌کنند. هدف اصلی این پژوهش، شبیه‌سازی رواناب، رسوب و عملکرد گندم دیم با استفاده از مدل ArcSWAT و امکان‌سنجی قابلیت آن در ارزیابی اثر فرسایش خاک بر عملکرد محصول می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه حوضه آبخیز تمر در شرق استان گلستان با مساحت حدود ۱۵۰۰ کیلومتر مربع واقع در محدوده عرض شمالی ۲۴' ۳۷° تا ۴۹' ۳۷° و طول شرقی ۲۹' ۵۵° تا ۰۴' ۵۶° بود. خاک‌های منطقه از نوع لسی با میانگین بیش از ۶۰٪ سیلت بوده و بر اساس طبقه‌بندی تاکسونومی امریکا غالباً در سه رده مالی‌سول، انتی‌سول و اینسپتی‌سول جای دارند (Khormali, et al. 2009). عمده اراضی زراعی منطقه زیر پوشش گندم پائیزه (دیم) قرار دارند و در مجموع ۶۲۰۰۰ هکتار را شامل می‌شوند. عمده اراضی کشاورزی در خاک‌های رده مالی‌سول و اینسپتی‌سول قرار دارند.

شبیه‌سازی رواناب، رسوب و عملکرد گندم دیم با استفاده از مدل SWAT

مدل SWAT یک مدل فرایندی، نیمه‌پخشی و زمان‌پیوسته است که توسط سرویس تحقیقات کشاورزی ایالات متحده برای شبیه‌سازی فرایندهای هیدرولوژیکی در حوضه‌های آبخیز بزرگ و پیچیده با کاربری‌های اراضی، خاک و شرایط مدیریتی گوناگون برای دوره‌های زمانی طولانی مدت ارائه شده است. برای ساخت و اجرای مدل SWAT به چهار گروه داده شامل مدل رقمی ارتفاعی (توپوگرافی)، کاربری و پوشش زمین، نقشه خاک، و اقلیم (بارندگی، دما، سرعت وزش باد، رطوبت نسبی و

تشعشعات خورشیدی) احتیاج است (Neitsch et al. 2011). پس از جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز، پرونده هر کدام از داده‌های ورودی طبق دستورالعمل آماده و ساخته شد. علاوه بر اینها، اطلاعات مربوط به نوع مدیریت زراعی و خاک شامل نوع و مقدار کود، تاریخ کاشت، تاریخ برداشت و نوع خاک‌ورزی از سازمان جهاد کشاورزی و برخی کشاورزان منطقه جمع‌آوری و وارد مدل گردید. برای جزئیات بیشتر به غفاری و همکاران، ۲۰۱۷ مراجعه شود.

واسنجی و اعتبارسنجی مدل

واسنجی مدل با استفاده از الگوریتم سوفی ۲ در قالب نرم افزار سوات کاپ که یک روش مدل‌سازی معکوس نیمه خودکار است، انجام شد (Abbaspour, 2015). پس از واسنجی، به منظور ارزیابی کارایی پارامترهای واسنجی شده اعتبارسنجی مدل تحت مجموعه‌ای از داده‌های مستقل صورت گرفت. به ترتیب ۷۰ و ۳۰ درصد داده‌های مشاهده‌ای برای مرحله واسنجی و اعتبارسنجی استفاده شد. کارایی مدل توسط شاخص‌های ضریب تبیین و ضریب ناش-ساتکلیف ارزیابی گردید.

شبیه‌سازی اثر فرسایش بر عملکرد گندم

برای ارزیابی اثر فرسایش بر عملکرد محصول، پس از واسنجی مدل سوات، پارامتر عمق خاک در پرونده مربوط به داده‌های ورودی خاک در پنج حالت مختلف شامل (۱) عمق خاک بدون تغییر؛ (۲) حذف ۵ سانتی‌متر، (۳) حذف ۱۰ سانتی‌متر، (۴) حذف ۱۵ سانتی‌متر و (۵) حذف ۲۰ سانتی‌متر از ضخامت خاک سطحی تهیه شد. مدل در هر کدام از این حالت‌ها اجرا و عملکرد گندم دیم شبیه‌سازی شد. برای هر حالت یک خروجی از عملکرد وجود دارد. با رسم مقادیر عملکرد گندم در برابر مقدار ضخامت حذف شده، رابطه بین میزان فرسایش و عملکرد به دست آمد.

نتایج و بحث

واسنجی و اعتبارسنجی مدل

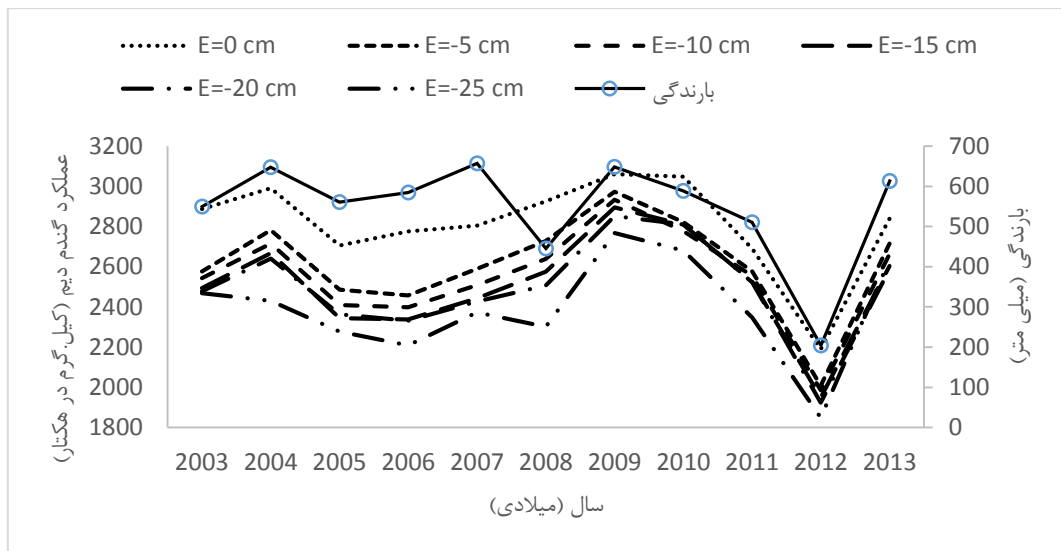
رواناب و رسوب به صورت روزانه و عملکرد گندم بصورت سالانه شبیه‌سازی شدند. نتایج شاخص‌های ارزیابی مدل نشان داد که مدل از کارایی قابل قبولی برای شبیه‌سازی رواناب، رسوب و عملکرد گندم برخوردار می‌باشد (جدول ۱). معمولاً ضریب NS بزرگتر از ۰/۵ و ضریب تبیین بزرگتر از ۰/۶ نشان دهنده کارایی مطلوب مدل می‌باشد (Santhi et al. 2001؛ Moriasi et al. 2007). ضریب NS برای رواناب، رسوب و عملکرد در مرحله واسنجی به ترتیب برابر با ۰/۶۰، ۰/۵۷ و ۰/۸۴ و ضریب تبیین به ترتیب ۰/۶۲، ۰/۶۳ و ۰/۸۴ بود. مقادیر به دست آمده برای شاخص‌های r-factor و p-factor دلیل دیگری برای پذیرش کارایی مدل می‌باشد.

جدول ۱- ضرایب کارایی مدل در شبیه‌سازی رواناب، رسوب و عملکرد گندم در مرحله واسنجی (اعتبارسنجی)

متغیر	NS	R ²	R-factor	P-factor
رواناب	۰/۶۰ (۰/۵۱)	۰/۶۲ (۰/۵۲)	۱/۵۱ (۱/۹۱)	۰/۷۴ (۰/۸۰)
رسوب	۰/۵۷ (۰/۵۳)	۰/۶۳ (۰/۵۴)	۰/۲۶ (۰/۲۸)	۰/۶۳ (۰/۶۱)
عملکرد گندم دیم	۰/۸۴ (۰/۷۸)	۰/۸۴ (۰/۸۰)	۱/۲ (۱/۲۹)	۰/۸۳ (۰/۷۶)

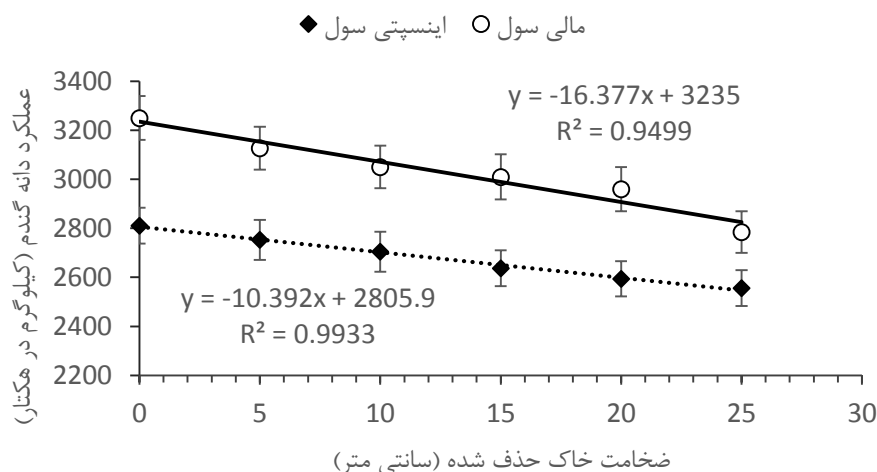
اثر فرسایش بر عملکرد محصول

نتایج شبیه‌سازی عملکرد گندم دیم در حالت‌های مختلف از عمق خاک نشان داد که با کاهش عمق خاک عملکرد گندم دیم در طول دوره زمانی اجرای مدل به طور خطی کاهش یافت (شکل ۱). ارزیابی کیفیت رابطه بین فرسایش و عملکرد محصول در خاک‌های اصلی منطقه نشان داد، میزان کاهش نسبی عملکرد ناشی از حذف خاک سطحی در رده مالی سول (۱۶/۳۷ کیلوگرم بر سانتی‌متر) نسبت به رده اینسپتی سول (۱۰/۳۸ کیلوگرم بر سانتی‌متر) بیشتر بود (شکل ۲).



شکل ۱- عملکرد گندم دیم تحت تاثیر کاهش تدریجی عمق خاک در طول سال‌های شبیه‌سازی

میزان نسبی کاهش عملکرد در سال‌های مختلف متفاوت بود، که دلیل آن را می‌توان تفاوت در نحوه مدیریت و شرایط اقلیمی مخصوصاً میزان بارندگی از سالی به سال دیگر ذکر کرد. بزرگی اثر فرسایش و کیفیت رابطه بین فرسایش و عملکرد تحت تاثیر نوع محصول، نوع خاک و شرایط اقلیمی قرار دارد. (Mehdizadeh et al. (2013). بر این باورند که اثر فرسایش بر باروری خاک تحت شرایط خشک‌سالی و تنش‌های محیطی پنهان می‌شود. از طرفی دیگر، مدیریت مناسب می‌تواند کاهش عملکرد ناشی از فرسایش را تا اندازه‌ای جبران کند و مدیریت نامناسب می‌تواند بر شدت آن بیفزاید (Gao et al. 2015). طبق آمار سازمان هواشناسی، در منطقه مورد مطالعه سال ۲۰۱۷ میلادی (۱۳۹۷ شمسی) یکی از خشک‌ترین (کم باران‌ترین) سال‌ها بود، و مدل نیز به‌خوبی توانست این خشک‌سالی را تشخیص دهد. طوری که کمترین مقدار عملکرد در این سال مشاهده شد. همچنین اثر فرسایش بر عملکرد در این سال در پایین‌ترین سطح قرار دارد. این یافته‌ها با نتایج Gao et al. (2015) مطابقت دارد. ایشان نیز در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که شرایط اقلیمی عامل اصلی تغییرات سالانه عملکرد بوده و در سال‌هایی که اثر اقلیم بر عملکرد کمتر است، مقدار کاهش عملکرد ناشی از فرسایش افزایش می‌یابد.



شکل ۲- رابطه رگرسیونی بین کاهش عمق خاک و عملکرد گندم دیم در دو خاک مالی سول و اینسپتی سول

با توجه به میانگین عملکرد گندم دیم در بخش‌های مختلف حوضه، به ازای هر ۱۰ سانتی‌متر فرسایش، مقدار عملکرد در رده مالی‌سول و اینسپتی‌سول به ترتیب ۵ و ۳/۷ درصد کاهش می‌یابد. دلیل اختلاف در میزان کاهش نسبی عملکرد در خاک‌های

مختلف بستگی به ویژگی‌های خاک سطحی و زیرسطحی دارد. به طوری که هرچه لایه سطحی خاک نسبت به لایه‌های زیرسطحی شرایط بهتری داشته باشد، کاهش نسبی عملکرد در اثر فرسایش بیشتر خواهد بود. به همین دلیل است که Li et al. (2009) روش باروری خاک را برای تعیین فرسایش مجاز خاک‌های یکنواخت و عمیق مناسب نمی‌دانند. زیرا در چنین خاک‌هایی اثر فرسایش بر باروری خاک بسیار ناچیز بوده و در نتیجه مقدار فرسایش مجاز خاک عدد بزرگی به دست می‌آید. در مطالعه‌ای Biggelaar et al. (2004) پس از ارزیابی اثر فرسایش بر باروری خاک در مقیاس جهانی گزارش دادند، کاهش نسبی عملکرد گیاه ناشی از فرسایش در رده اکسی‌سول و مالی‌سول نسبت انتی‌سول و اینسپتی‌سول بیشتر بود. البته به نظر می‌رسد، الگوی مشخصی در رابطه بین فرسایش و عملکرد وجود نداشته باشد. زیرا Biggelaar et al. (2004) در همان پژوهش گزارش دادند که در اراضی شمال آمریکا میزان کاهش نسبی عملکرد محصولات در رده مالی‌سول کم‌تر از رده اینسپتی‌سول و در اینسپتی‌سول کم‌تر از رده التی‌سول بود. در جنوب آمریکا، میزان کاهش عملکرد در رده اکسی‌سول نسبت به مالی‌سول و در آسیا، در رده اریدی‌سول بیشتر از رده اینسپتی‌سول بود. علاوه بر وضعیت حاصلخیزی خاک سطحی و زیرسطحی، عمق موثر خاک نیز بر شدت شیب رابطه بین فرسایش و عملکرد تاثیرگذار است. معمولاً در خاک‌های کم‌عمق، کاهش عملکرد محصول در نتیجه فرسایش با شدت بیشتری صورت می‌پذیرد (Bakker et al. 2004).

نتیجه‌گیری

باتوجه به قابلیت مدل سوات در شبیه‌سازی همزمان هیدرولوژی و رشد گیاه، از آن برای ارزیابی اثر فرسایش بر عملکرد محصول استفاده شد. کاهش تدریجی عمق خاک در داده‌های خاک ورودی به مدل نشان داد که با کاهش عمق خاک به ازای هر ۱۰ سانتی‌متر متوسط ۴ درصد عملکرد افت می‌کند. مزیت اصلی این روش این است که سایر شرایط موثر در عملکرد گیاه مانند اقلیم و مدیریت در طول دوره شبیه‌سازی برای هر سال ثابت بوده و فقط عمق خاک تغییر می‌کند. نرخ کاهش عملکرد در رده مالی‌سول نسبت به رده اینسپتی‌سول بیشتر بود. احتمالاً دلیل آن وضعیت حاصلخیزی بهتر لایه سطحی نسبت به لایه‌های زیرین خاک در رده مالی‌سول است. هرچه پروفیل خاک همگن‌تر و یکنواخت‌تر باشد اثرات فرسایش بر عملکرد کمتر ظاهر می‌شوند. بررسی تاثیر اقلیم بر کیفیت رابطه بین فرسایش و عملکرد محصول نشان داد در سال‌های خشک و کم‌باران اثر فرسایش پنهان می‌شود. زیرا، در چنین شرایطی اقلیم عامل اصلی در کاهش عملکرد محصول می‌باشد. یافته‌های این تحقیق با یافته‌های سایر پژوهشگران که از روش کرت‌های مقایسه‌ای استفاده کرده‌اند، مطابقت بیشتری داشت. پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی نتایج این روش با روش کرت‌های مقایسه‌ای به عنوان بهترین روش مزرعه‌ای در ارزیابی اثر فرسایش بر عملکرد، مقایسه و اعتبارسنجی شود. این روش، نسبت به سایر روش‌ها قابلیت و انعطاف پذیری بیشتری دارد و می‌توان از آن در مناطق مختلف برای اغلب محصولات استفاده کرد.

منابع

1. Abbaspour, K. C. (2015) SWAT-CUP 2012: SWAT calibration and uncertainty programs - A user manual. Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology. Retrieved from.
2. Bakker, M.M., Govers, G., Jones, R., Rounsevell, M. (2005) The effect of soil erosion on agricultural productivity. *Geophysical Research Abstracts* 7, 695.
3. Bakker, M.M., Govers, G., Rounsevell, M.D.A., (2004) The crop productivity–erosion relationship: an analysis based on experimental work. *Catena* 57 (1), 55–76.
4. Biggelaar, C., Lal, R., Wiebe, K., Breneman, V., (2004). The global impact of soil erosion on productivity I: absolute and relative erosion-induced yield losses. *Adv. Agron.* 81, 1–48.
5. Eswaran, H., Lal, R., Reich, P.F., (2001). Land degradation: an overview, In *Response to Land Degradation*, Bridges EM, Hannam ID, Oldeman LR, Penning De Vries FWT, Scherr JS, Sombatpanit S (Eds) Science Publishers, Enfield, NH, USA
6. Gao, X, Xie, Y., Liu, G., Liu, B., Duan, X., (2015). Effects of soil erosion on soybean yield as estimated by simulating gradually eroded soil profiles. *Soil Tillage Res.* 145:126–134.
7. Ghafaria H., Gorji M., Arabkhedri M., Roshani G. A., Heidaria A., Akhavan S. (2017). Identification and prioritization of critical erosion areas based on onsite and offsite effect. *CATENA*, 156, 1-9.
8. Khormali, F., Ajami, M., Ayoubi, S., Srinivasarao, C., Wani, S.P., (2009). Role of deforestation and hillslope position on soil quality attributes of loess-derived soils in Golestan province. *Iran. Agric. Ecosyst. Environ.* 134, 178–189.

9. Lal, R., (1998). Soil erosion impact on agronomic productivity and environment quality. Crit. Rev. Plant Sci. 4, 319-464.
10. Lal, R., 2001 Soil degradation by erosion. Land Degrad Dev 12: 519-539.
11. Li, L., Du, S., Wu, L., Liu, G., (2009). An overview of soil loss tolerance. Catena 78, 93–99.
12. Mehdizadeh, B., Asadi, H., Shabanpour, M. and Ghadiri, H. 2013. Impact of Erosion and Tillage on the Productivity and Quality of Selected Semiarid Soils of Iran. Int. Agrophys., 27: 291–297.
13. Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R.L., Harmel, R.D., Veith, T.L., (2007). Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. Trans. ASABE; 50, 885–900.
14. Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R., Williams, J.R., (2011). Soil and water assessment tool. Theoretical documentation, version 2009. Texas Water Resources Institute Technical Report N°406.
15. Pimentel, D., Burgess, M., (2013). Soil Erosion Threatens Food Production. Agriculture 3, 443-463.
16. Santhi, C., Arnold, J.G., Williams, J.R., Dugas, W.A., Srinivasan, R., Hauck, L.M., (2001). Validation of the SWAT model on a large river basin with point and nonpoint sources. JAWRA. 37, 1169-1188.

Simulation of erosion effects on rainfed wheat (*Triticum aestivum*) yield using SWAT model

Heidar Ghafari¹, Manouchehr Gorji²

1- Assistant Professor, Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Shahid Chamran, Ahvaz, Iran. Email: H.ghafari@scu.ac.ir

2- Professor, Dep. of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: Mgorji@ut.ac.ir

Abstract

Awareness of the relationship between erosion and performance is essential for determining allowable erosion and soil conservation programs. One of the biggest problems in evaluating erosion and yield relationships is the lack of noticeable short-term yield reductions. Therefore, direct monitoring of the effects of erosion on performance is virtually impossible. For this reason indirect methods have been proposed for this purpose. Modeling is one of the latest and most accurate methods to evaluate the effect of erosion on crop production. In this study, SWAT model was used to simulate the effect of erosion on dry wheat yield. For this purpose, after calibration and model validation, different scenarios for soil depth were defined and simulated with a gradual decrease in soil depth in the soil data record of dryland wheat yield. Accordingly, a regression relation was established between surface soil erosion and wheat yield. Regression analysis showed that for each cm of soil erosion, the yield of rainfed wheat was reduced by 15.1 kg equal to 0.5%. The model results showed that the average specific erosion in the agricultural lands of the region is about 10 ton / ha (0.77 mm / year). Assuming that the erosion rate is constant over 100 years, about 77 mm of soil is destroyed, equivalent to a loss of 116 kg / ha of dryland wheat yield. Considering the area under wheat cultivation (about 50,000 hectares) in the studied basin, it is estimated that 580 tonnes of wheat per year will be destroyed by erosion. It is recommended to use this method in different regions and for other crops as well as to validate the results with field tests.

Keywords: allowable erosion, soil conservation, soil productivity.

ارزیابی روش های مشخصه سازی ویژگی های هیدرولیکی خاک متأثر از نمک با استفاده از مدل هایدرولوژیکی

میثم رضایی

مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ ایمیل: Meisam.rezaei1@gmail.com

چکیده

اندازه‌گیری و مشخصه‌سازی عوامل موثر بر کارایی مدیریت خاک و آب در خاکهای متأثر از نمک به علت پیچیدگی روابط خاک، آب و گیاه دشوار می‌باشد. بنابراین روش‌های حل عددی ابزاری مناسب برای پیش‌بینی نتایج و مقایسه با اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات می‌باشند. این مطالعه بمنظور پیش‌بینی شوری خاک و ارزیابی تاثیر مقادیر ویژگی های هیدرولیکی بر مدل هایدروس در پایلوتی با مساحت ۳۰ هکتار شور و قلیا (سولونچاک) در خوزستان انجام شد. بدین منظور در محل پروفیل نفوذ پذیری خاک با روش استوانه مضاعف اندازه‌گیری شد و نمونه خاک دست خورده و دست نخورده از لایه های پروفیل خاک در سه تکرار برداشته شد. ویژگی‌های هیدرولیکی (هدایت هیدرولیکی اشباع و منحنی رطوبتی خاک) در آزمایشگاه یکبار با آب آبیاری (زه‌آب) و بار دیگر به روش معمول با استفاده از آب شهری در مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین هدایت هیدرولیکی به روش بار ثابت و بار افتان نیز با زه‌آب و آب شهری اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب ۴ سری داده هدایت هیدرولیکی و دو سری داده منحنی رطوبتی برای هر لایه از پروفیل اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد استفاده از آب شهر سبب کاهش در منحنی رطوبتی خاک و همچنین هدایت هیدرولیکی (افتان و ثابت) نسبت به آب با ترکیب مشابه با شرایط مزرعه (زه‌آب) شد. بطور کلی، ارزیابی داده‌ها با اجرای مدل نشان داد که پیش‌بینی شوری خاک بالا تر از مقادیر مشاهداتی بود (بیش برآورد). اما ویژگی های هیدرولیکی بدست آمده از آب شور (زه‌آب) منتج به نتایج بهتر پیش‌بینی هدایت الکتریکی و آب خاک در مقایسه با روشهای مرسوم آزمایشگاه (استفاده از آب شهر برای تعیین ویژگی های هیدرولیکی) در خاک متأثر از نمک شد.

واژگان کلیدی: خاک شور-سدیمی، هدایت الکتریکی، هدایت هیدرولیکی، منحنی رطوبتی، هایدروس

مقدمه

شوری و سدیمی بودن آب و خاک، کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را کاهش داده و در نهایت کاهش عملکرد محصول را به دنبال دارد. مدیریت خاک و آب بالاخص در مناطق شور مستلزم داشتن دانش در مورد فیزیک خاک و خصوصیات هیدرولیکی آن می‌باشد. تعیین و یا تخمین نا مطمئن این ویژگی‌ها می‌تواند به تصمیم‌گیری‌های نادرست و نتیجه‌گیری‌های نامناسب منجر گردد. کاربرد داده‌های دقیق خصوصیات هیدرولیکی در تعیین مقادیر آب آبیاری، زمان آبیاری، تغذیه، طراحی سیستم‌های زهکشی، ارزیابی بلند مدت پایداری و سلامت و کیفیت خاک، ارزیابی و تعیین سیستم‌شخم، اصلاح خاک‌های شور و سدیمی و در نهایت افزایش تولید گیاهی می‌باشد. به دلیل تأثیر معنی‌دار حرکت آب و املاح در خاک بر تجمع و انتقال نمک‌ها (منتج به شوری، که بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله فشار اسمزی، نفوذپذیری و هدایت هیدرولیکی تأثیر گذاشته، سبب اختلال جدی در رشد و نمو بیشتر گیاهان یا توقف کامل رشد آن‌ها می‌شود) کمی‌سازی این عوامل و میزان عناصر جهت مدیریت مصرف در کشاورزی مدرن بالاخص شورورزی ضروری می‌نماید. حرکت، انتقال و جذب عناصر و املاح به وسیله گیاه یکی از فرایندهای مهم و پیچیده می‌باشد که توسط مدل‌های عددی به همراه شبیه‌سازی و پیش‌بینی حرکت جریان آب در خاک و جذب توسط گیاه کوتاه و بلندمدت پیش‌بینی می‌گردند (Simunek et al., 2013)، چون توزیع نمک یا عناصر در خاک از الگوی جریان آب در خاک پیروی می‌کند (Rezaei, 2016). به دلیل افزایش نگرانی در مورد کاهش کیفیت خاک و آب بر اثر فعالیتهای کشاورزی، صنعتی و شهری، در سالهای اخیر مطالعات زیادی در این زمینه صورت گرفته است. به طوریکه در طی چند دهه اخیر پیشرفتهای قابل توجهی در زمینه درک مفهومی و توصیف ریاضی فرایند انتقال آب و نمک در ناحیه غیراشباع خاک صورت گرفته است که منجر به ارائه مدل‌های عددی مختلفی شده است. از جمله این مدل‌ها می‌توان به HYSWASOR (Dirksen et al., 1993)، MACRO (Jarvis and Larsson, 1998)، SWAP (van Dam et al., 2008) Hydrus 1D (Šimůnek

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

et al., 2013) اشاره نمود. مطالعات جامع در مورد مدل‌های هیدرولوژیکی و کاربردهای آن توسط (Rezaei, 2016) انجام پذیرفته است که برای اطلاعات بیشتر به آن ارجاع گردد.

در مدل‌های نظری یا رقومی (هیدرولوژیکی مانند هایدروس) تغییرات، مقدار و حرکت آب و املاح و انباشت املاح با توجه به مقادیر اولیه عناصر و ویژگی‌های هیدرولوژیکی خاک قابل محاسبه و پیش‌بینی است و واسنجی و ارزیابی آن نیاز به داشتن داده‌های مزرعه (نمونه‌برداری) است (Rezaei et al. 2016). به این ترتیب در یک مدل مناسب می‌توان عملیات مدیریتی مختلفی را در بررسی حرکت و توزیع نمک‌ها و عناصر غذایی اعمال و نتایج را مقایسه کرد (scenario analysis) و آن‌ها را برای ارزیابی شرایط مختلف، تصمیم‌گیری‌های کلان و به‌کارگیری فراگیر، تحقیقات بعدی یا بررسی فرایندهایی که در ساختار مدل گنجانده نشده‌اند، اعمال، اصلاح یا تعدیل کرد. تعیین ویژگی‌های هیدرولوژیکی از مسائل بسیار کلیدی و ضروری برای مدل‌سازی به‌شمار می‌رود که باید به دقت و روش مناسب تعیین گردد که گام اولیه مدل‌سازی حرکت آب و املاح است. این مطالعه به منظور مشخصه‌سازی ویژگی‌های هیدرولوژیکی خاک‌های شور و - ارزیابی دسته‌های مختلف داده‌های هیدرولوژیکی با استفاده از شاخص‌های آماری و مدل هیدرولوژیکی جهت پیش‌بینی حرکت آب و املاح و تجمع نمک انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در جنوب غربی دشت آزادگان (با طول و عرض جغرافیایی $31^{\circ}18'45''$ N, $47^{\circ}56'42''$ E) قرار دارد که که دشتی رسوبی با شوری بسیار بالا به دلیل تبخیر زیاد و سطح بالای آب زیر زمینی و فعالیتها و مدیریت انسان ناشی شده است. بر اساس آمار هواشناسی ۳۰ ساله، میانگین دما 25.7 درجه سانتیگراد با حداقل و حداکثر 3.7 و 43.2 درجه سانتیگراد است. این منطقه دارای میانگین بارندگی 210 و تبخیر 2280 میلی‌متر است. در این سیستم 30 هکتاری شوری آب ورودی $20-25$ دسی زیمنس بر متر و آب خروجی (زه آب) $60-80$ دسی زیمنس بر متر می باشد. میزان آبیاری غرقابی با دور آبیاری هر دو روز یکبار به میزان $30-35$ لیتر بر ثانیه در پایلوت است. تغییرات سطح آب زیرزمینی از 1 متر در زمستان تا 4 متر در تابستان متغیر است. خاک مزرعه تسطیح گردیده و مزرعه بوسیله زهکش (با عمق $3-4$ متر) به دو بخش تقسیم شده است. در این پایلوت پروفیل خاک حفر شد و نمونه‌های دست‌خورده و دست‌نخورده (با سه تکرار) با استوانه فلزی (کپکی رینگ) جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و همچنین هیدرولوژیکی (هدایت هیدرولوژیکی و منحنی رطوبتی) در آزمایشگاه، نمونه‌گیری شد. تمامی نمونه‌های دست‌خورده موردنظر هوا خشک شده و از الک 2 میلی‌متری عبور داده شد و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آنها اندازه‌گیری شد. هدایت هیدرولوژیکی در مزرعه به‌وسیله رینگ مضاعف در پروفایل‌های ذکر شده اندازه‌گیری شد که مقادیر این پارامتر در شرایط مزرعه حاصل گردد (Pakparvar et al., 2018). عمق آب زیرزمینی هم در محل پروفایل تعیین شد. از زهاب موجود در محل حدود 150 لیتر نمونه‌برداری و به آزمایشگاه منتقل شد تا ابتدا ترکیب شیمیایی آن تعیین و سپس در آزمایشات تعیین ویژگی‌های هیدرولوژیکی که در ذیل آمده استفاده گردد.

برای تعیین ضرایب توابع هیدرولوژیکی خاک (نمونه دست‌نخورده از اعماق مختلف) از جعبه شنی و دستگاه‌های صفحه فشار با استفاده از آب شور زهاب و آب شیرین (آب شیر) استفاده شد. به کمک داده‌های فوق و برنامه RETC ضرایب توابع هیدرولوژیکی خاک تعیین شد. برای تعیین هدایت هیدرولوژیکی اشباع بار ثابت و بار افتان استفاده شد (Rezaei et al., 2016) ابتدا نمونه‌ها با آب شور مزرعه اشباع و پس از تعیین داده‌های منحنی رطوبتی در جعبه شنی (استفاده از آب شور)، هدایت هیدرولوژیکی به دو روش فوق با آب شور مزرعه تعیین شد. سپس نمونه‌ها با آب شیر اشباع شده (روش مرسوم در آزمایشگاه) و داده‌های منحنی رطوبتی در جعبه شنی (استفاده از آب شیر شهری)، در این مرحله هدایت هیدرولوژیکی به دو روش فوق با آب شیر شهری تعیین شد. سپس با استفاده از دستگاه صفحات فشاری رطوبت خاک در پتانسیل‌های پایین‌تر تعیین گردید.

برای ارزیابی ویژگی‌های هیدرولوژیکی و روش تعیین آنها بر پیش‌بین شوری خاک از مدل HYDRUS استفاده شد. این مدل که یکی از مدل‌های پیشرفته در ارتباط با حرکت یک تا سه بعدی آب، املاح و گرما و خاک می‌باشد شامل حل عددی معادله ریچاردز

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

برای بررسی حرکت آب در خاک و معادلات انتقال - انتشار برای بررسی حرکت املاح، گاز و گرما در مواد متخلخل همچون خاک است. این مدل یک مدل عناصر محدود است که معادله ریچاردز را برای جریان آب و محلول به صورت اشباع، غیر اشباع، نیمه اشباع در محیط متخلخل حل می‌کند و همچنین توانایی برآورد خصوصیات خاک به روش معکوس را دارد. مدل HYDRUS معادله حرکت املاح را در حالت غیرخطی و غیرتعدادی برای فازهای جامد و مایع در شرایط اشباع و غیراشباع حل می‌کند و معادله ریچاردز را با بکارگیری روش گالرکین به صورت عددی حل می‌کند. با بکارگیری مدوله‌های UNSATCHEM و STANDARD SOLUTES در مدل این امر تسهیل گردیده است (Simunek et al., 2013).

برای استفاده از مدل داده‌های هواشناسی از ایستگاه سینوپتیک منطقه جمع آوری شد و میانگین روزانه تبخیر تعلق ۵ ساله در مدل استفاده شد و مدل برای ۵ سال بصورت روزانه اجرا شد. برای شبیه سازی، عمق پروفیل خاک (۱۵۰ سانتی متر) و لایه پدوژنیک در مدل بر اساس مشاهدات تنظیم گردید؛ دسته پارامترهای هیدرولیکی مربوط به هر لایه اندازه گیری شده به روش های بالا به عنوان داده اولیه در مدل وارد شد. همچنین عمق هر لایه نیز بر اساس اندازه گیری ها در مدل تنظیم گردید. برای حل معادله ریچاردز از معادله هیدرولیکی ون-گنوختن-معلم (van Genuchten-Mualem (MVG)) استفاده شد. مقدار اولیه توزیع رطوبت در خاک (شرایط اولیه) بصورت یکنواخت در پروفیل خاک برابر با $0.2 \text{ cm}^{-3} \text{ cm}^{-3}$ تنظیم شد. غلظت Na^+ ، Ca^{2+} ، Mg^{2+} و K^+ در فاز جامد (تبادلی) و مایع (عصاره اشباع) بعنوان شرایط اولیه غلظت نمک های هر لایه خاک برای مادول UNSATCHEM لحاظ می شود. از طرف دیگر کیفیت و ترکیب شیمیایی آب باران و آب آبیاری و هر لایه خاک از جمله غلظت سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، کربنات، بی کربنات، سولفات و کلر در مدل وارد شد. برای حل معادلات جریان نمک ها ضریب پخشیدگی طولی یک دهم عمق پروفیل خاک (Ramos et al., 2012) در نظر گرفته شد. شرایط مرز بالایی برای حرکت آب و انتقال املاح شرایط مرزی اتمسفری با لایه آب بر اساس میزان بارندگی و آبیاری، تبخیر و تعلق تنظیم شد و با توجه به عمق آب زیرزمینی بیش از ۲/۵ متر زهکشی آزاد برای مرز پایینی تعیین گردید. ارزیابی پیش بینی های مدل بر اساس شاخص های آماری انجام شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ ترکیب شیمیایی دو نوع آب مورد استفاده برای تعیین ویژگی های هیدرولیکی خاک ها را نشان می دهد. همانطور که قابل ملاحظه است شوری زه آب بیش از ۳۰ دسی زیمنس بر متر است.

جدول ۱. ترکیب شیمیایی آب مورد استفاده در تعیین ویژگی های هیدرولیکی

pH	ECE	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	
-	dS m ⁻¹					mg/l					
7.5	0.34	3.92	6.44	46	0.8	13.75	35.5	7.2	103.7	0.2	آب شهر
8.04	35.6	4.76	5.32	720	720	13200		714	305.0	0.0	زه آب

نتایج نشان داد که با افزایش عمق مقادیر هدایت الکتریکی، سدیم، کلر و ظرفیت تبادل کاتیونی افزایش یافت درحالیکه جرم مخصوص ظاهری دارای نوسان بوده و از الگوی خاصی پیروی نمی کند (جدول ۲). لایه سطحی خاک دارای بافت سبکتر و شن بیشتری نسبت به لایه های زیرین بود. البته باید متذکر شد که تغییرات مقادیر شن از با افزایش عمق ابتدا کاهشی و سپس افزایشی

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

می شود. نسبت جذب سدیم با افزایش عمق کاهش می یابد که نشان از کاهش معنی دار سدیم در اعماق پروفیل است. بر اساس طبقه بندی خاکها (WRB) این خاک سولونچاک بوده و شور-سدیمی است.

جدول ۲. ویژگی های فیزیکی و شیمیایی لایه های خاک پروفیل

عمق cm	Sand %	Silt	Clay	ρ_b g cm ⁻³	CEC meq/100g	K_{ava}^+	pH	ECe	CCE	Ca ²⁺	K _{sol} ⁺	Na ⁺	Cl ⁻	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SAR (meq/l) ^{0.5}
							ds m ⁻¹	%	%				meq/l			
0-17	73	15	12	1.46	4.5	0.41	7.96	289.8	55.4	77.5	5	859	982.5	64.5	1.2	102
17-32	65	25	10	1.44	4.7	0.38	7.81	316.4	57	41.3	3.8	571	612.5	47.7	1.6	87.6
32-45	21	47	32	1.62	10	0.62	7.63	343	52.3	124	4.3	739	935	61.2	0.6	76.8
45-71	19	49	32	1.48	10.9	0.37	7.76	369.6	51.2	63.5	0.9	234	283	34.5	0.8	33.4
71-115	25	45	30	1.52	10	0.44	8.34	396.3	50.7	31	1	166	159	42	1.2	27.5
115-140	45	43	12	1.42	8.7	0.29	7.81	422.9	53.3	60	0.9	87	167	50	1	11.7

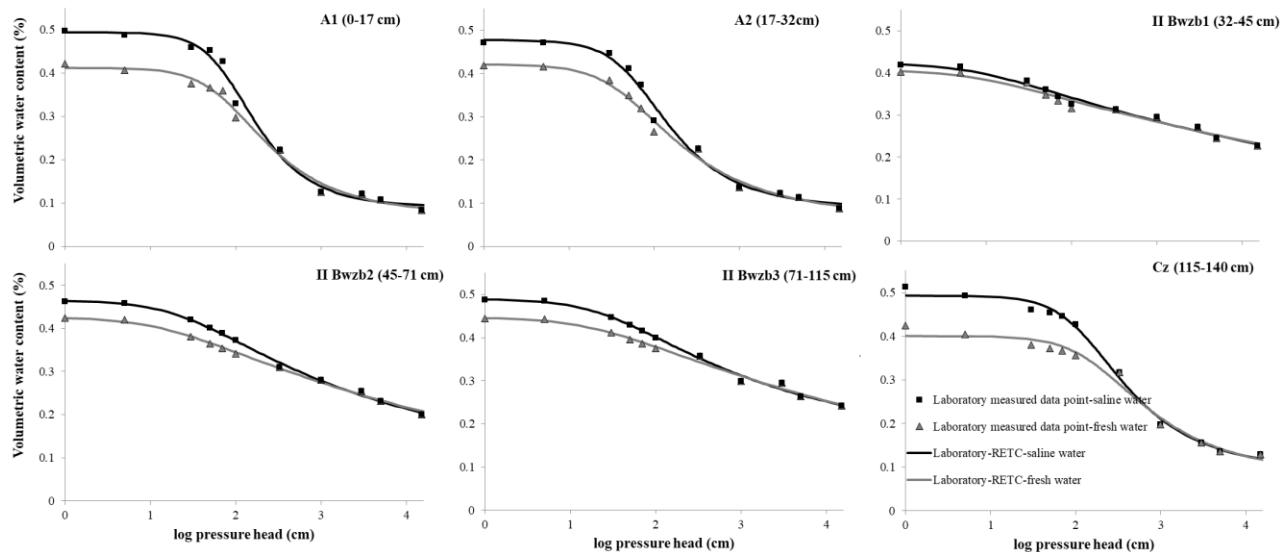
نتایج نشان داد که روش بار ثابت با زهاب مقادیر بیشتری از هدایت هیدرولیکی در آزمایشگاه (K_{ls-c}) را ثبت نمود (جدول ۳). در حقیقت استفاده از زهاب (آب شور) سبب مقادیر بیشتر هدایت هیدرولیکی نسبت به آب شهر شد. کمترین مقادیر هدایت هیدرولیکی مربوط به بار افتان با استفاده از آب شهر بود. اما نسبت تغییرات بین دو روش بار ثابت و بار افتان و همچنین استفاده از نوع آب با ترکیب شیمیایی متفاوت متغیر بود. علاوه بر آن، این تفاوت ها می تواند به دلیل ترکیب شیمیایی خاک و میزان گچ و کربنات کلسیم نیز باشد (جدول ۲). بطور کلی تفاوت معنی داری بین تغییرات داده در لایه های و استفاده از نوع آب مشاهده گردید (نتایج در اینجا آورده نشده است).

جدول ۳. پارامترهای هیدرولیکی با استفاده از دو ترکیب مختلف آب و روش بار ثابت (K_{ls-c}) و بار افتان (K_{ls-f}) هدایت هیدرولیکی. θ_r و θ_s به ترتیب رطوبت باقیمانده و اشباع و α_{vG} و n پارامترهای شکل معادله ون گنوختن-معلم است.

زهآب (آب شور)							آب شهر (آب شیرین)						
عمق cm	بار ثابت		بار افتان				عمق cm	بار ثابت		بار افتان			
	K_{ls-cs}	K_{ls-fs}	θ_r	θ_s	α_{vG}	n		K_{ls-cf}	K_{ls-ff}	θ_r	θ_s	α_{vG}	n
	cm d ⁻¹	cm d ⁻¹	cm ³ cm ⁻³	cm ³ cm ⁻³	cm ⁻¹	-	cm d ⁻¹	cm d ⁻¹	cm ³ cm ⁻³	cm ³ cm ⁻³	cm ⁻¹	-	
0-17	132.25	49.39	0.09	0.49	0.012	1.868	35.79	24.94	0.08	0.41	0.013	1.610	
17-32	135.99	68.36	0.09	0.48	0.017	1.690	12.54	4.93	0.07	0.42	0.023	1.472	
32-45	5.12	4.29	0.04	0.42	0.131	1.091	3.27	1.46	0.00	0.41	0.134	1.074	
45-71	40.06	9.78	0.09	0.46	0.041	1.184	5.67	4.70	0.00	0.43	0.071	1.103	
71-115	6.98	2.97	0.15	0.49	0.039	1.200	2.62	1.44	0.00	0.45	0.055	1.090	
115-140	92.09	18.50	0.10	0.49	0.008	1.593	16.09	3.70	0.08	0.40	0.006	1.485	

در شکل ۱ منحنی رطوبتی لایه های خاک با استفاده از دو آب شور و شهر نشان داده شده است. نتایج حاکی از تفاوت معنی دار بین پارامترهای شکل رابطه ون گنوختن-معلم بویژه بین مکش ۰ تا ۱۰۰ سانتی متر با استفاده از دو ترکیب آب است (شکل ۱ و جدول ۳). بطور کلی داده های رطوبتی با آب شور بیشتر از استفاده از آب شیرین است. که سبب شده رطوبت باقیمانده و اشباع مقادیر بیشتری را نسبت به روش مرسوم آزمایشگاهی (یعنی استفاده از آب شهر) ثبت کند که با دیگر مطالعات همخوانی دارد (Lagos et al., 2015; Leuther et al., 2019; Ma et al., 2013; Rezaei et al., 2016b).

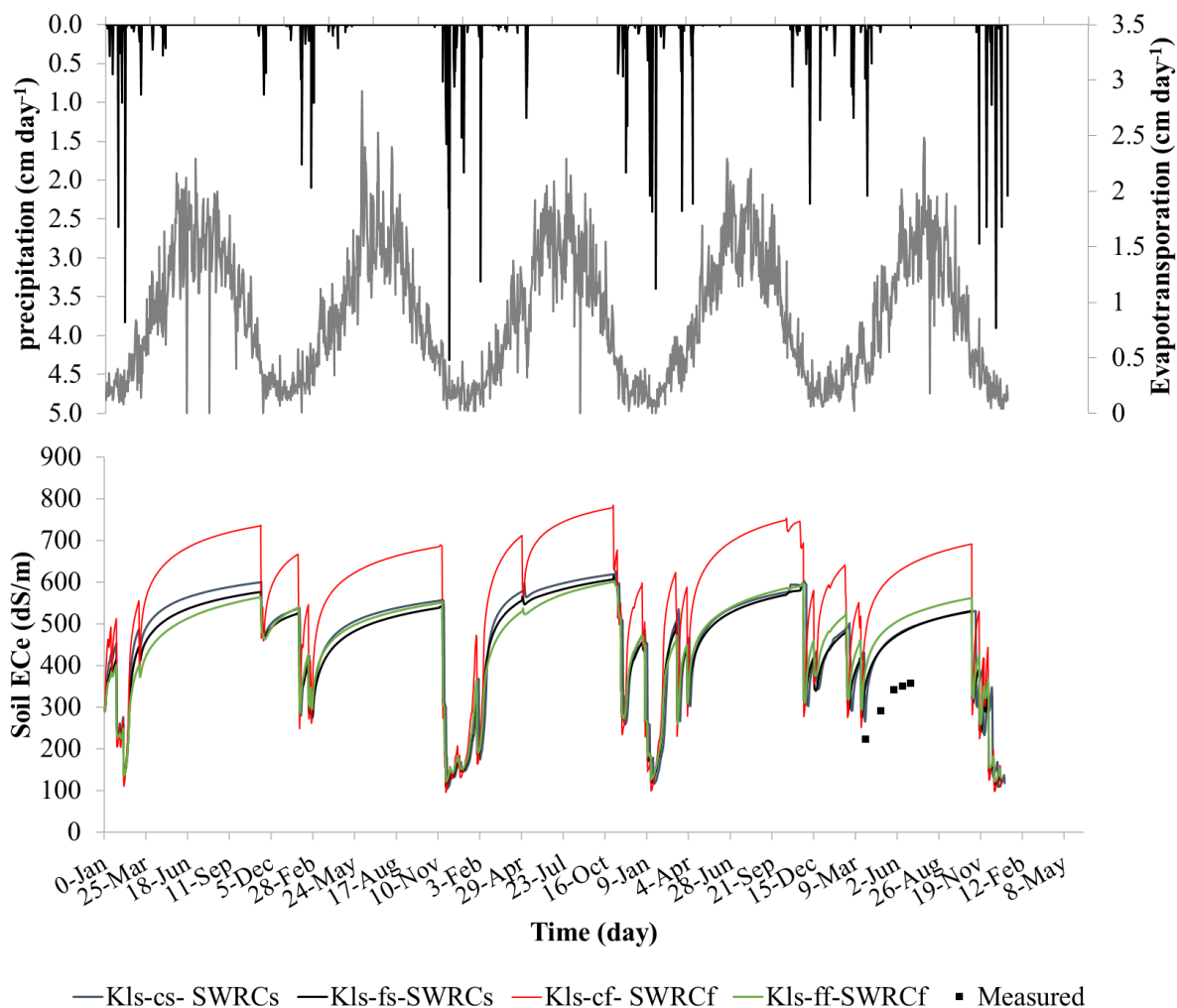
هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۱. منحنی رطوبتی لایه های خاک با استفاده از زهآب و آب شهر.

همانطور که در نتایج ارائه گردید چهار ست داده هدایت هیدرولیکی (K_{Is-cs} , K_{Is-cf} , K_{Is-fs} و K_{Is-ff}) و دو ست داده منحنی رطوبتی خاک ($SWRC_f$ و $SWRC_s$) در این مطالعه بدست آمد که مدل با هریک از آنها (چهار بار بصورت $SWRC_s-K_{Is-cs}$ ، $SWRC_f-K_{Is-cf}$ ، $SWRC_s-K_{Is-fs}$ و $SWRC_f-K_{Is-ff}$) برای مدت پنج سال اجرا شد. ارزیابی داده ها با استفاده از مدل و داده های مشاهداتی برای لایه اول در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که مدل بطور کلی بیش برآوردی از شوری برای همه داده ها داشته است. اما با توجه به مقایسه پیش بینی ها و مشاهدات هدایت الکتریکی خاک، استفاده از آب شور در تعیین ویژگی های هیدرولیکی (منحنی رطوبتی و هر دوی هدایت هیدرولیکی بار ثابت و افتان) نتایج بهتری را نشان می دهد. بطور واضح داده های ورودی هیدرولیکی در مدل و مقادیر آنها تاثیر معنی داری در عملکرد مدل دارد بطوریکه استفاده از آب زهآب بسیار بهتر از آب شهری در خاکهای متاثر از نمک است. ارزیابی آماری نتایج نشان می دهد که استفاده از داده های بدست آمده از کاربرد زهآب سبب کاهش $RSME$ و افزایش Ce و r^2 در مقایسه با داده های بدست آمده با استفاده از آب شهر شده است. در حقیقت حرکت آب و املاح به عملکرد لایه های پدوژنیک بستگی دارد و بیش برآورد مدل به دلیل هدایت هیدرولیکی لایه ها می باشد. در حقیقت این نشاندهنده اینست که نتایج به هدایت هیدرولیکی حساس هستند (Rezaei et al., 2016a). بهرحال مدل در این مطالعه واسنجی نشد که نیاز است در مطالعات بعدی بررسی های بیشتری صورت پذیرد. از دیدگاه مدلسازی ویژگی های هیدرولیکی خاک باید به دقت تعیین شوند (De Pue et al., 2019) تا نتایج اطمینان بخش و قابل تعمیم به شرایط مزرعه و مطابق با رفتار خاک در طبیعت باشد. از طرف دیگر تغییر پذیری زمانی و مکانی این ویژگیها باید مورد بررسی قرار گیرد و در پیش بینی ها لحاظ گردد (Rezaei et al., 2021).

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش، می‌توان گفت که ویژگی‌های هیدرولیکی بدست آمده از آب شور (آب مورد استفاده در مزرعه و یا آبی با ترکیب شیمیایی مشابه) منتج به نتایج بهتر پیش‌بینی هدایت هیدرولیکی و آب خاک در مقایسه با روشهای مرسوم آزمایشگاه (استفاده از آب شهر برای تعیین ویژگی‌های هیدرولیکی) در خاک متاثر از نمک شد. در واقع، تفاوت یونی، انحلال مجدد و کریستال شدن نمک از محدودیت‌های تعیین ویژگی‌های هیدرولیکی اینگونه خاکها می‌باشد. دسته داده‌های هیدرولیکی مناسب و کارآمد از اهمیت بسیار بالایی در شگردهای مدل‌سازی است بنابراین باید بطور کارآمد و صحیح تعیین شوند.

تشکر و قدردانی

از مؤسسه تحقیقات خاک و آب به دلیل فراهم کردن امکانات اجرای این پژوهش قدردانی می‌شود.

فهرست منابع

De Pue, J., Rezaei, M., Van Meirvenne, M., Cornelis, W.M., 2019. The relevance of measuring saturated hydraulic conductivity: Sensitivity analysis and functional evaluation. *Journal of Hydrology*, 576, 628-638.

- Dirksen, C., Kool, J.B., Koorevaar, P., Genuchten, M.T., 1993. HYSWASOR — Simulation Model of Hysteretic Water and Solute Transport in the Root Zone. in: Russo, D., Dagan, G. (Eds.), Water Flow and Solute Transport in Soils. Springer Berlin Heidelberg, pp. 99-122.
- Jarvis, N.J., Larsson, M.H., 1998. The MACRO model (Version 4.1). Technical description, Department of Soil Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Lagos, M.S., Munoz, J., Suarez, F.I., Fierro, V., Moreno, C., 2015. The Effects of Salinity and Sodium Adsorption Ratio on the Water Retention and Hydraulic Conductivity Curves of Soils From The Pampa del Tamarugal, Chile. AGU. American Geophysical Union, Fall Meeting 2015, abstract id. H51D-1400.
- Leuther, F., Schlüter, S., Wallach, R., Vogel, H.-J., 2019. Structure and hydraulic properties in soils under long-term irrigation with treated wastewater. *Geoderma*, 333, 90-98.
- Ma, K.-C., Lin, Y.-J., Tan, Y.-C., 2013. The influence of salinity on hysteresis of soil water-retention curves. *Hydrological Processes*, 27, 2524-2530.
- Pakparvar, M. et al., 2018. Artificial recharge efficiency assessment by soil water balance and modelling approaches in a multi-layered vadose zone in a dry region. *Hydrological Sciences Journal*, 1-20.
- Rezaei, M., 2016. Characterization and modeling of water flow in sandy soils for irrigation optimization, Ghent University, Ghent, Belgium, 238 pp.
- Rezaei, M. et al., 2016a. Sensitivity of water stress in a two-layered sandy grassland soil to variations in groundwater depth and soil hydraulic parameters. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 20, 487-503.
- Rezaei, M. et al., 2016b. The relevance of in-situ and laboratory characterization of sandy soil hydraulic properties for soil water simulations. *Journal of Hydrology*, 534, 251-265.
- Rezaei, M. et al., 2021. How to relevantly characterize hydraulic properties of saline and sodic soils for water and solute transport simulations. *Journal of Hydrology*. 598, 2021,125777.
- Šimůnek, J., Šejna, M., Saito, H., Sakai, M., van Genuchten, M.T., 2013. The Hydrus-1D software package for simulating the movement of water, heat, and multiple solutes in variably saturated media, version 4.16, HYDRUS software series 3 Department of Environmental Sciences, University of California Riverside, Riverside, California, USA.
- van Dam, J.C., Groenendijk, P., Hendriks, R.F.A., Kroes, J.G., 2008. Advances of Modeling Water Flow in Variably Saturated Soils with SWAP Vadose Zone Journal, 7, 640-653.

Evaluation of methods for characterizing the hydraulic properties of salt-affected soils using a hydrological model

Meisam Rezaei

Soil and Water Research Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran; E-mail: Meisam.rezaei1@gmail.com

Abstract

Measuring and characterizing the factors affecting soil and water management efficiency in salt-affected soils are difficult due to the complexity of soil, water and plant relationships. Therefore, numerical modelling is a suitable tool for simulation and assessing the water flow and solute transport in such soils. This study was conducted to predict soil salinity and evaluate the effect of hydraulic properties on the Hydrus model performance in a 30-hectare saline- sodic soil (Solonchak) of Khuzestan. For this purpose, infiltration rate of was measured by double ring method and a soil profile was excavated and the soil samples were collected from each layers in three replications. Hydraulic properties (saturated hydraulic conductivity, K_{IS} and soil water retention curve, SWRC) were evaluated in the laboratory once with saline water (field drained water) and tap/fresh water as normally used in labs. Hydraulic conductivity was also measured by constant and falling head methods using both saline and tap water. Thus, 4 series of K_{IS} data and 2 series of SWRC data were generated for each layer. The results showed that the use of tap water caused a decrease in SWRC as well as K_{IS} (falling and constant heads) relative to water with a similar composition to field conditions (saline water). In general, the evaluation of the data by implementing the model showed that the prediction of soil salinity was higher than the observed values (overestimation). However, the hydraulic properties obtained from saline water resulted in better results in predicting electrical conductivity and soil water content compared to conventional laboratory methods (using tap water to determine hydraulic properties) in salt affected soils. It shows that models can be applied to evaluate the laboratory characterization of hydraulic properties and also the composition of water is crucial to be taken into account in measuring hydraulic properties in the lab.

Keywords: Saline-sodic soil, Electrical conductivity, hydraulic conductivity, Water retention curve, Hydrus
sdf

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

مدیریت پایدار خاک و آب با نگاهی به رویکرد برنامه‌ریزی راهبردی

محمد رضا بلالی^{*}، سعدی فتح‌الهی گلام‌بحری^{**}

^{*} استادیار بخش تحقیقات شیمی، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاهی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج

^{**} فارق‌التحصیل کارشناسی ارشد توسعه روستایی، دانشگاه تهران، پست الکترونیکی:

(saadifathollahi@ut.ac.ir)

چکیده

فرسایش خاک و تخریب منابع آبی کشور، یکی از مهمترین مشکلات محیطی در میان اشکال مختلف فرسایش سرزمین است که چالش و تهدیدی جدی بر امنیت غذایی و چشم‌انداز توسعه‌ی آینده کشور است. برای جبران این نقیصه الگوی مدیریت پایدار منابع طبیعی وارد ادبیات توسعه و مدیریت شده است. در این الگو استفاده چند کارکردی و توجه به ارزش‌های غیرتجاری منابع طبیعی و ابعاد اجتماعی به عنوان راهبرد مدیریت پایدار خاک و آب و همچنین توجه به نیازها و تضمین معیشت پایدار جامعه محلی و مشارکت آنان در پروژه‌ها و در نهایت توانمندسازی ذی‌نفعان، مدنظر می‌باشد. همچنین می‌توان بیان کرد که در سال‌های اخیر استفاده از برنامه راهبردی و مدیریت پایدار در حوزه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی از اقبال گسترده‌ای برخوردار بوده و بسیاری از شرکت‌ها، سازمان‌ها و مراکز تحقیقاتی تلاش می‌نمایند با شناسایی آینده مطلوب موردنظر و تمرکز بر آن، زمینه تحقق هر چه بیشتر اهداف خود را فراهم آورند. در واقع این تحقیق که با مطالعه اسناد بالادستی، مطالعات کتابخانه‌ای، مقالات منتشر شده داخلی و خارجی به سرانجام رسیده، در پی بررسی مفهومی مدیریت پایدار و همچنین برنامه‌ریزی راهبردی می‌باشد.

1 saadifathollahi@ut.ac.ir: نویسنده مسئول

مفهوم مدیریت پایدار از پایداری گرفته شده و آن را با مفاهیم مدیریت ترکیب کرده است. پایداری بر سه وجه استوار است: ماندگاری محیط‌زیست، تأمین نیاز نسل‌های حال و آینده و اقتصاد کارا. مدیریت پایدار با استفاده از این سه محور، با حفظ حیات اقتصادی و همچنین با تأمین نیازهای نسل‌های حال و آینده و با محدود کردن بار اضافی بر روی منابع (به ویژه منابع طبیعی) توانایی این سیستم را برای شکوفایی فراهم می‌کند. مدیریت پایدار بر اساس موارد مختلف استفاده می‌تواند تعاریف متفاوتی داشته باشد. بر این اساس با استفاده از شیوه‌های پایدار در دسته‌بندی مشاغل مانند کشاورزی، جامعه، محیط‌زیست و زندگی شخصی و با مدیریت آن‌ها به روشی که به نفع نسل‌های فعلی و آینده باشد، تبیین و اجرا می‌گردد. مدیریت پایدار مورد نیاز است زیرا بخش مهمی از توانایی موفقیت‌آمیز حفظ کیفیت زندگی در سیاره ما بوده و آن را می‌توان در تمام جنبه‌های زندگی به کار برد. اگر جامعه بخواهد رونق اقتصادی، حفظ محیط‌زیست و آینده سالم داشته باشد، باید مدیریت پایدار بر آن حکمرانی کند تا بتواند به طور مستمر مورد استفاده نسل‌های کنونی و آینده قرار بگیرد. این امر می‌تواند همراه با تصمیم‌گیری‌هایی باشد که به حفظ محیط‌زیست اطراف ما کمک کند و به دنبال آن باعث سلامتی روح و جسم ساکنان زمین باشد. آب، خاک، مرتع و جنگل و در کل منابع طبیعی نیاز به مدیریت پایدار دارند (Fao, 2015). همچنین در تعریف برنامه‌ریزی استراتژیک می‌توان بیان کرد که برنامه‌ریزی راهبردی به عنوان تلاشی منظم و سازمان یافته در راستای دستیابی به تصمیم‌ها و اقدامات بنیادی که شکل‌دهنده و راهنمای آنچه یک سازمان (یا هر نهاد دیگر) هست، کارهایی که انجام می‌دهد و اینکه چرا این کارها را انجام می‌دهد، تعریف شده است. برنامه‌ریزی راهبردی نگاه به آینده دارد و تمرکز آن بر آینده پیش‌بینی شده می‌باشد و به این مسئله توجه دارد که جهان بعد از ۵ الی ۱۰ سال چه تفاوت‌هایی با اکنون خواهد داشت و درصد خلق آینده سازمان بر مبنای آن چیزی است که احتمال می‌رود در آینده ایجاد شود. برنامه‌های راهبردی، به بررسی وضعیت موجود، تحلیل مشکلات و محدودیتها، بررسی نتایج تحقیقات گذشته و جاری در داخل و خارج از کشور پرداخته و در نهایت به اولویت‌بندی اهداف تحقیق و معرفی برنامه‌ها، طرح‌ها و پروژه‌ها برای رفع موانع و مشکلات موجود می‌پردازد.

با مقدمه‌ای که حول مدیریت پایدار و برنامه راهبردی بیان شد می‌توان اذعان نمود که بخش کشاورزی در جهان امروز ناگزیر به استفاده از برنامه راهبردی در جهت رسیدن به مدیریت پایدار می‌باشد. در واقع می‌توان بیان کرد که خاک از جمله منابع طبیعی دیر تجدید شونده است که همواره و از راه‌های مختلف در معرض تخریب‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک، به طور طبیعی و یا انسان محور قرار داشته و دارد (Keesstra et al., 2016). مدیریت نادرست خاک باعث نابودی آن شده و بازسازی آن حداقل در کوتاه مدت و میان مدت بسیار دشوار است. تخریب خاک یکی از موانع اصلی دستیابی به اهداف توسعه پایدار مصوب سازمان ملل است. خاک در چندین مورد از اهداف توسعه پایدار سازمان ملل به صورت مستقیم و غیرمستقیم و از طریق ارائه خدمات اکوسیستمی می‌تواند نقش داشته باشد که به طور اختصار در جدول (۱) به آن‌ها اشاره شده است.

جدول ۱. بررسی اجمالی خدمات اکوسیستم و رسیدن به اهداف توسعه پایدار در صورت جلوگیری از تخریب زمین

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

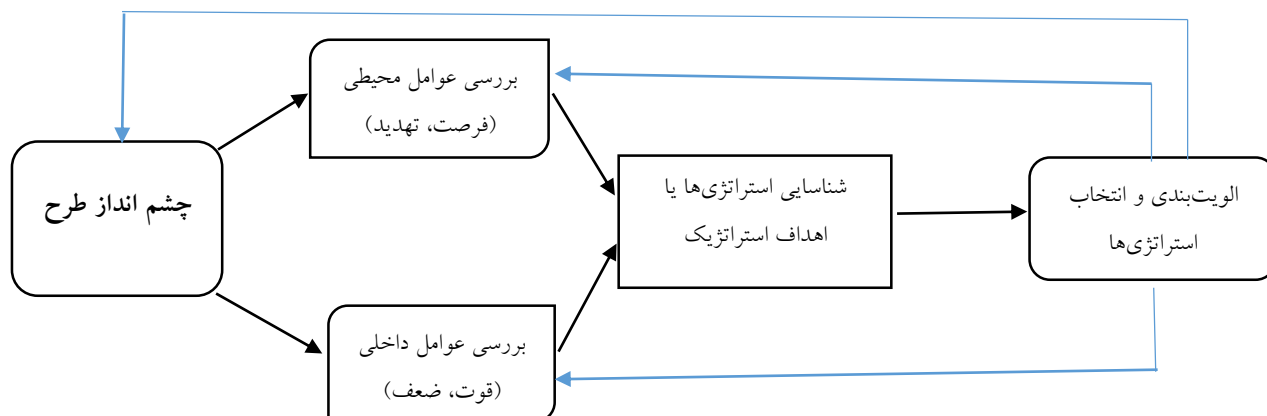
خدمات اکوسیستم توسط خاک	حصول اهداف توسعه پایدار (SDG) در صورت جلوگیری از تخریب زمین
۱. تهیه غذا، چوب و فیبر	۱. زندگی بدون فقر
۲. تهیه مواد اولیه	۲. گرسنگی صفر
۳. پشتیبان زیرساخت برای انسان و حیوانات	۳. زندگی سالم و ارتقاء رفاه
۴. کاهش سیل	۶. آب تمیز و بهداشت
۵. فیلتر مواد مغذی و آلاینده‌ها	۷. انرژی پاک و مقرون به صرفه
۶. تنظیم کربن ذخیره‌سازی و گازهای گلخانه‌ای	۸. رشد اقتصادی پایدار
۷. آلودگی‌زدایی و بازیافت ضایعات	۹. زیرساخت‌های انعطاف‌پذیر
۸. تنظیم آفات و جمعیت‌های بیماری	۱۱. شهر پایدار
۹. تفریح و سرگرمی	۱۲. مصرف و تولید مسئولانه
۱۰. زیبایی‌شناسی	۱۳. تنظیم آب‌وهوا
۱۱. میراث ارزش	۱۵. زندگی سالم روی زمین
۱۲. هویت فرهنگی	

به عنوان مثال خاک برای پایان دادن به گرسنگی (هدف ۲) بسیار مهم است؛ زیرا در حال حاضر ۹۵ درصد از قوت لایموت انسان روی کره زمین وابسته به کشاورزی بر روی خاک بوده و دستیابی به امنیت غذایی و بهبود تغذیه از طریق مدیریت صحیح خاک و ترویج کشاورزی پایدار است (Lal, 2008). خاک برای هدف (۳) نیز مهم است، زیرا یکی از راه‌های رسیدن به جامعه سالم و سلامتی، سالم نگه‌داشتن خاک از آلودگی‌ها و جلوگیری از تخریب آن است.

در سال‌های اخیر استفاده از برنامه راهبردی و مدیریت پایدار در حوزه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی از اقبال گسترده‌ای برخوردار بوده و بسیاری از شرکت‌ها، سازمان‌ها و مراکز تحقیقاتی تلاش می‌نمایند با شناسایی آینده مطلوب موردنظر و تمرکز بر آن، زمینه تحقق هر چه بیشتر اهداف خود را فراهم آورند. امروزه مسائل مختلفی همچون ارائه خدمات باکیفیت، اجاب‌های اقتصادی، سیاسی، محل تولید یا ارائه خدمات، توسعه رفتارهای اخلاقی، افزایش انتظار برای سطح مسئولیت‌های اجتماعی و ... باعث گردیده تا بسیاری از سازمان‌های پیشرو با رویکردی فراکنشی^۱ به دنبال کاربست راهکارهایی باشند که منجر به بقا و تداوم آن‌ها در شرایط دهکده جهانی گردد (عیدی و عبداللهی، ۱۳۹۳). آن‌ها تلاش می‌کنند با بکارگیری ابزارهای گوناگون مجموع انرژی‌های خود را جهت انجام اقدامات مؤثر و هدفمند، همسو نمایند. برنامه‌ریزی استراتژیک از جمله این ابزارهاست که به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد که از طریق شناسایی و تداوم استراتژی‌ها به شیوه‌ای خلاق و نوآورانه فکر نموده و زمینه حیات و کسب مزیت‌های رقابتی را با ایجاد هم‌نواپی در زیرنظام‌های سازمانی فراهم آورند (اعرابی، ۱۳۸۹).

¹ Proactive

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۱-۱. الگوی برنامه استراتژیک (عیدی و عبداللهی، ۱۳۹۳)

شرایط اقلیمی کشور ایران که خشکی و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارندگی واقعیت‌گرایانه‌تر آن است، هرگونه تولید مواد غذایی و کشاورزی پایدار را منوط به مدیریت پایدار این منابع و استفاده مناسب و صحیح از آن کرده است (Keshavars & haidari, 2005). به همین لحاظ در کشور، شیوه مدیریت منابع طبیعی و کشاورزی از نظام دولتی به سوی نظام مردمی در حال تغییر است و این سیاست اساس فعالیت‌های سازمان‌های متولی بخش کشاورزی قرار گرفته و همچنین چراغ راه برنامه‌ریزی در این بخش شده است. به طوری که در برنامه چهارم توسعه کشور، یکی از سیاست‌هایی اجرایی به تقویت و جلب مشارکت‌های مردمی در اجرای فعالیت‌های حفاظتی و حمایتی اختصاص یافته و به گسترش مشارکت جوامع محلی به عنوان یکی از اهداف کیفی بخش کشاورزی و منابع طبیعی اشاره شده است. از طرفی می‌توان بیان کرد که اثرات نامطلوب اجتماعی پروژه‌های توسعه و چالش‌های عمده در سطوح ملی و بین‌المللی، بیانگر لزوم توجه فزاینده به جنبه‌های اجتماعی توسعه است (Ahmadvand et al., 2009). مشارکت در پروژه‌ها و برنامه‌های توسعه به عنوان یکی از عوامل انکارناپذیر فرآیند مدیریت پایدار توسعه بخش کشاورزی، ضرورت مهمی است که خود به عنوان پیش‌نیاز بهره‌مندی از مزایای این برنامه‌ها در جهت دستیابی به اهداف توسعه مطرح می‌باشد (حسینی‌نیا، ۱۳۷۸). این فرآیند وسیله‌ای برای بهبود دسترسی مردم به سیاست‌های توسعه‌ای دولت‌ها، افزایش همکاری بین بخشی، افزایش استفاده درست از سرمایه‌ها و منابع عمومی در تصمیم‌گیری‌ها و کاهش ضریب آسیب‌پذیری جوامع میزبان طرح‌های توسعه است. بنابراین برانگیختن گروه‌های ذی‌نفع برای ارائه تفسیرهای خود از مسائل‌شان و نیز فراهم کردن زمینه و روشی که از خلال آن امکان درک، نقد، محاسبه و تفسیر متفاوت ادعاها، علایق و مسائل متنوع وجود داشته باشد از اهداف و مزایای مشارکت ذی‌نفعان و دخالت دادن جوامع محلی در پروژه‌های ذی‌ربط است. بسیاری از مشکلات و موانع در مسیر اجرای پروژه‌های مربوط به منابع تولید کشاورزی (آب و خاک) به دلیل قضاوت‌های سطحی درباره‌ی گروه‌های ذی‌نفع در پروژه و تعامل نامناسب با آن‌ها و انتظاراتشان است. این امر موجب نادیده گرفتن محدودیت‌های اجتماعی و نگرش‌های جامعه محلی و عدم مشارکت آن‌ها در برنامه‌ها و همچنین توجه بیشتر به گروه‌های ذی‌نفع و در نتیجه بروز مشکلات فراوان و تحمیل خسارت‌های اقتصادی و اجتماعی به پروژه‌های ملی و منطقه‌ای می‌شود (Haro et al., 2005). در جامعه‌ای مانند ایران، خدماتی که دولت و سازمان‌های مرکزی ارائه می‌دهند، غالباً توسط برنامه‌ریزان در سطوح مرکزی تهیه می‌شود که معمولاً آشنایی چندانی با نیازهای واقعی گروه‌های ذی‌نفع ندارند. در واقع برنامه‌ها و پروژه‌ها بصورت متمرکز طراحی شده و تفاوت‌های اجتماعی و فرهنگی را در نظر نگرفته‌اند. از این رو نتیجه آن، عدم تناسب بین نیازها و خدمات، کاهش بهره‌وری و در پی آن اتلاف منابع بوده است. بنابراین بسیاری از دست‌اندرکاران

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

حفظ منابع طبیعی و مدیران دولتی، رهیافت متفاوتی را برای مدیریت پایدار منابع خاک و آب پیشنهاد کرده‌اند که بحث وارد کردن مردم محلی درون فرآیند است که این مهم مؤثرترین وسیله جهت دستیابی به مدیریت پایدار و استفاده از برنامه‌ریزی راهبردی می‌باشد (De Boer & Baquete, 1998). در واقع نبود یک مبنای فکری بومی در نتیجه عدم مدیریت صحیح و به مشارکت نگرفتن ذینفعان در مرحله اول برنامه‌ریزی، تمام مراحل برنامه‌ریزی را به ضرر توسعه کشاورزی تداوم داده و باعث می‌شود مسائل و مشکلاتی در بخش کشاورزی به عنوان آسیب جدی نمود پیدا کند و پیامدهای مختلفی را به همراه داشته باشد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۸).

مشارکت در مفهوم مدرن آن، رابطه دو طرفه بین سازمان‌های دولتی و مردم می‌باشد. این رابطه دو سویه بایستی در یک فرآیند از بالا به پایین و پایین به بالا تنظیم گردد، به گونه ای که به ذینفعان فرصت مشارکت داوطلبانه در پروژه‌ها را اعطا نماید (بالا و همکاران، ۱۳۹۰). در این میان آن‌چه بر مسائل موجود می‌افزاید این است که نه مفهوم مشارکت و ابعاد آن در کشور ما به خوبی تعریف شده و نه عوامل تقویت‌کننده و یا در طیف دیگر تضعیف‌کننده‌ی آن موضوع، مورد بررسی قرار گرفته است (محسنی تبریزی، ۱۳۸۰). در کشور ما از بین چهار بعد اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و سیاسی، بُعد سیاسی بیشترین توجه را در سیاست‌گذاری‌ها به خود اختصاص داده است. نتیجه بررسی‌ها بیانگر فقدان توجه به چهار بعد پایداری است، در حالی که تناسب بین ابعاد پایداری به عنوان ضرورت مدیریت پایدار، مورد تاکید مدل‌های پایداری است. بنابراین آشنایی با نگرش و ارزیابی ذینفعان بخش کشاورزی و منابع طبیعی و دیدگاه آنان نسبت به طرح‌ها و پروژه‌های مربوطه، بسیار مهم و غیرقابل انکار می‌باشد (Sairinen et al., 2010). در واقع باز خورد مردمی می‌تواند به عنوان دروندادی ساختاری در بهبود طراحی پروژه‌ها و همچنین برنامه‌ریزی آن‌ها استفاده شود (Tvevad et al., 2001). شناخت بهتر و دقیق‌تر روش‌های کشاورزان و جوامع روستایی از بهره‌برداران منابع طبیعی در اختیارشان، مبنایی برای توسعه و بکارگیری راهبردهای مدیریت پایدار در درازمدت در سطح محلی و منطقه‌ای است. در بسیاری از مطالعات، مشارکت جوامع محلی به عنوان یکی از مؤثرترین شیوه‌ها در مدیریت پایدار و حفظ منابع تولید کشاورزی ذکر شده است. در واقع توجه به مشارکت ذینفعان بخش کشاورزی و منابع طبیعی بطور گسترده مورد نیاز کشورهای در حال توسعه است؛ زیرا به علت توسعه نیافتگی اقتصادی و نبود زیرساخت‌های مناسب علمی و فنی، طرح‌های توسعه در این کشورها تأثیر منفی فراوانی بر تنوع زیستی و منابع طبیعی می‌گذارند (کرمی و رضایی‌مقدم، ۱۳۹۴). در واقع شناسایی ذینفعان و هم‌فکری و هم‌افزایی با آنان، موجب کاهش اصطحکاک و تضاد میان مشارکت‌کنندگان و مجریان طرح می‌شود و در مقابل، کارآمدی آن را ارتقا می‌بخشد (اشرفی و رشیدی، ۱۳۹۲). بنابراین می‌توان اذعان نمود که ترغیب و تشویق ذینفعان و دست‌اندرکاران به فعالیت‌های مشارکتی می‌تواند کلید حل مشکلات و موانع رسیدن به مدیریت پایدار در طرح‌ها و برنامه‌های مربوطه باشد (Verburg et al., 2013). در واقع اگر بخواهیم نقش برنامه‌ریزی راهبردی و مشارکت دادن جامعه محلی در برنامه‌های اجتماعی - اقتصادی را به شکلی دقیق و تفصیلی بررسی کنیم، آنچه که از نظرات اندیشمندان و پژوهشگران قابل جمع‌بندی است به شرح زیر ارائه خواهد شد:

- ایجاد انگیزه و آمادگی در مردم برای دگرگونی اجتماعی - اقتصادی و فرهنگی مداوم پذیرش طرح‌ها و پروژه‌ها
- ایجاد روحیه خطر کردن در روستائیان برای مقابله با مشکلات و امور ناآشنا و پیدا کردن جرأت برای ارائه راه‌حل‌های مناسب
- مردمی کردن برنامه‌های توسعه به منظور ایجاد روحیه مسئولیت‌پذیری و همکاری در روستائیان از طریق لحاظ کردن نیازهای مردم و تعیین اولویت این نیازها برای سازگاری طرح‌ها و پروژه‌ها با آن‌ها و تحکیم دموکراسی

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

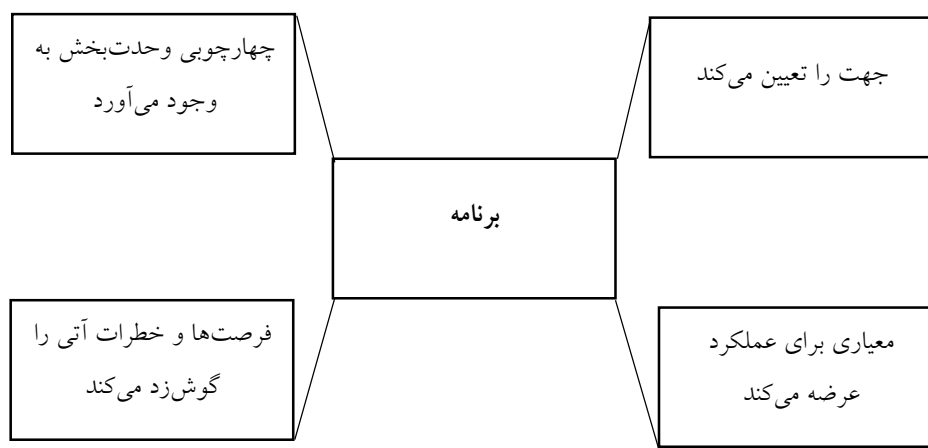
- بالا بردن توان تصمیم‌گیری مردم در طراحی برنامه‌ها و پروژه‌های عمران روستایی به منظور تقویت روحیه نوآوری، ابداع، ابتکار و رشد استعدادها
- ایجاد تحولات با ثبات برای تضمین موفقیت طرح‌های توسعه در روستا از طریق شرکت مردم در کلیه مراحل برنامه‌ریزی
- پرورش توان رهبریت محلی از طریق شناسایی استعدادها و تجهیز و تقویت آن‌ها به منظور تضمین ثبات و دوام برنامه‌های توسعه روستایی حتی در غیاب کارگزاران خارجی برنامه‌ها
- تقویت حس اعتماد به نفس و روحیه خود اتکایی در مردم از طریق واقف کردن آن‌ها به توان و استعدادهای خود و نشان دادن نتیجه عمل و اقدام دسته‌جمعی
- تربیت انسان‌هایی با روحیه جمعی و تعاون گروهی و تقویت روح همبستگی و وحدت ملی و محلی از طریق انجام فعالیت‌های سازمان یافته
- کمک به تعدیل ساختار قدرت در جامعه و ایجاد تغییر در توزیع قدرت از طریق «قدرت دادن» به مردم یا «سلب قدرت» توسط آنان
- تسریع در روند اجرا، زمان اجرا و کیفیت اجرای طرح و پروژه‌های روستایی
- کمک به بهره‌گیری منطقی و استفاده درست از طرح‌ها و پروژه‌ها با القای احساس تشخیص در روستائیان و کوشش در جهت حفظ و نگهداری پروژه‌ها
- تاثیر در کاهش هزینه طرح‌ها با کمک پولی و کاری، دادن زمین و وسایل و ابزار، عرضه مصالح به قیمت ارزان و اغماض در مورد برخی از حقوق شخصی روستائیان، افزایش آگاهی نسبت به چگونگی انجام طرح‌ها و شناخت مسایل و مشکلات جامعه و شناسایی حدود مسئولیت سازمان

بنابراین می‌توان بیان کرد که برای حفاظت و مدیریت پایدار به برنامه‌ریزی راهبردی و مشارکت محلی و درک شرایط محیط اطرافشان نیاز داریم. هرچند برنامه‌ریزی راهبردی مبتنی بر مدیریت مشارکتی با مشکلات متفاوتی بین دولت و مردم محلی مواجه می‌شود اما انگیزه گروه‌های قومی برای حفاظت از منابع طبیعی موجود دیده می‌شود. از این رو نظام مدیریتی مناسب برای حفاظت از این عرصه، مبتنی بر حضور و آگاهی مردم است که در آن دست‌اندرکاران سازمان‌های دولتی، گروه‌های غیردولتی و جوامع محلی، ایفای نقش می‌کنند (ویسی و همکاران، ۱۳۸۲). مدیریت مبتنی بر جوامع محلی رهیافتی تکثرگرا و چند بخشی برای مدیریت منابع طبیعی است که ذی‌نفعان مختلف با نقش‌های متفاوت را برای دستیابی به هدف نهایی که حفاظت و بهره‌برداری پایدار از منابع تولید است در بر می‌گیرد. این روش فرآیندی اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی است که به دنبال تحقق عدالت اجتماعی و دموکراسی در مدیریت منابع طبیعی است و همیشه مردم را منبعی بالقوه و راه‌حل برای حفاظت و احیای منابع طبیعی می‌شناسد و نه مانعی برای آن.

بحث و نتیجه‌گیری

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

امروزه می‌بینیم که ساختار وجودی سازمان‌ها آن چنان پیچیده گشته‌اند، که بدون برنامه‌ریزی‌های دقیق نمی‌توانند به حیات خود تداوم بخشند. اساس برنامه‌ریزی بر آگاهی از فرصت‌ها و تهدیدهای آتی و چگونگی استفاده از فرصت‌ها و مبارزه با تهدیدها قرار دارد. عدم اطمینان ناشی از تغییرات محیطی، برنامه‌ریزی را به صورت یک ضرورت انکار ناپذیر در آورده است و فرد و سازمان برای رسیدن به اهداف خویش به برنامه‌ریزی نیاز دارند.



نمودار ۱. دلایل اهمیت برنامه‌ریزی (سند تفصیلی، ۱۳۸۳)

امروزه موضوع برنامه‌ریزی و مدیریت استراتژیک با سیر مراحل رشد دائمی خود در شرایطی به سر می‌برد که انکار ضرورت و اهمیت آن در مجامع علمی - پژوهشی و حتی در صنعت و بازرگانی به عنوان امری کاملاً غیر منطقی محسوب می‌شود. در این راه نیز با گذر از دوران پارادایم تجویزی، دیگر اتکاء به مدلی خاص و حرکت بی‌چون و چرا بر اساس مراحل آن غیر قابل قبول است. هر سازمان با اتکاء بر داشته‌های مادی و معنوی خود و با در نظر گرفتن مفاهیم اصلی مدیریت استراتژیک، می‌تواند با استفاده از توان متخصصان مدیریت استراتژیک، اقدام به تدوین برنامه‌های بلندمدت بومی نماید به نحوی که هم اکنون یکی از راه‌های تولید مدل‌های برنامه‌ریزی استراتژیک نیز همین ترفند است؛ برخی از نویسندگان معتقدند که مدیریت استراتژیک باعث هوشیاری سازمان‌ها در مقابل تغییرات سریع محیطی شده و علاوه بر آن می‌تواند با تعیین اهداف بلند مدت و تعیین جهت حرکت سازمان برای رسیدن به آن اهداف، موفقیت سازمان را تضمین نماید؛ همچنین، رضایت‌مندی کارکنان افزایش یافته و عوامل انگیزشی در ایشان تقویت می‌گردد؛ با اجرای برنامه‌های استراتژیک، تصمیم‌گیری در سازمان به صورت سیستماتیک انجام شده و آگاهی مدیران ارتقاء می‌یابد؛ در نهایت نیز هماهنگی و ارتباطات بیشتر و تخصیص منابع به نحوی مطلوب‌تر اتفاق خواهد افتاد.

برنامه‌ریزی استراتژیک نقش کلیدی در موفقیت سازمان‌ها و در میدان رقابت دارد. این نوع برنامه‌ریزی اگر به درستی تدوین شود، به انتخاب استراتژی‌هایی منجر می‌شود. که در صورت اجرایی صحیح و به موقع، موجب تعالی و پیشتازی سازمان می‌شود (یوسفی، ۱۳۹۴). امروزه بسیاری از مدیران با تغییراتی مانند فرسودگی تسهیلات و امکانات، تغییر تکنولوژی، تغییر ویژگی‌های جمعیتی، افزایش رقابت، افزایش هزینه‌ها، کاهش منابع درآمد و ... مواجه هستند. که باید برای بقاء رشد و اثربخشی

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

سازمانی به فکر مقابله با این تغییرات باشند. تغییرات محیطی باعث شده‌اند که در طول تاریخ انسان از برخی انواع برنامه‌ریزی برای دستیابی به اهداف خود استفاده کند و زمینه و ایجاد تفکر و اقدام استراتژیک را فراهم نماید. از این‌رو، تفکر و اقدام استراتژیک اهمیت فزاینده‌ای پیدا کرده است و توسط بخش‌های مختلف پذیرفته شده و مورد استفاده قرار گرفته است. زیرا سازمان‌ها را قادر کرده است به طور موفقیت‌آمیزی خود را با آینده تطبیق دهند. این برنامه‌ریزی تلفیقی از نظریه‌های ارتباطی، برنامه‌ریزی مشارکتی و نظریه‌های پست‌مدرن - فرانوگرایی است که در سال‌های اخیر به ویژه در کشورهای در حال توسعه متداول شده است و نویدی در جهت پاسخ‌گویی به مشارکت برنامه‌ریزی بخش کشاورزی در ارتباط با مسائل سلسله مراتب برنامه‌ها، انعطاف‌پذیری برنامه‌ای، هماهنگی بین سازمانی، اجرایی بودن و جلب مشارکت مردمی است. برنامه راهبردی با به مشارکت فراخواندن گروه‌های ذی‌نفع و ذی‌نفوذ در چشم‌اندازسازی مشارکتی از آینده بخش کشاورزی، برنامه‌های اجرایی را برای توسعه همه جانبه این بخش در نظر می‌گیرد. از طریق مشارکت ذی‌نفعان می‌توان در اجرای پروژه‌ها و فعالیت‌های عمومی، تمرکزگرایی را در دستگاه‌ها و سازمان‌های دولتی کاهش داد و منابع قدرت تصمیم‌گیری را به سطوح پایین‌تر منتقل نمود. برنامه راهبردی، ضمن این که ماهیتی استراتژیک دارد و برای سامان دادن به اقدامات لازم در جهت نیل به اهداف خود فعالیت می‌کند، بر مشارکت ذی‌نفعان در کل فرآیند نیز به شدت تأکید دارد و می‌کوشد با ایجاد ساختار اعتماد و ارتباط بین گروه‌های مختلف (به عنوان ساز و کاری اجتماعی)، ضمن شناسایی قابلیت‌ها و فرصت‌های توسعه، مردم را تشویق کند تا متفاوت از گذشته به توسعه بخش‌های مربوط به خود اهمیت دهند. با این روش امکان تصمیم‌گیری در سطوح محلی در مورد گزینش، طراحی و اجرای فعالیت‌های توسعه بیشتر امکان‌پذیر می‌شود. برنامه‌ریزی استراتژیک با بررسی محیط خارجی و داخلی سازمان، فرصت‌ها و تهدیدهای محیطی و قوت‌ها و ضعف‌های داخلی را شناسایی می‌کند و با در نظر داشتن مأموریت سازمان، اهداف بلندمدتی را برای سازمان تنظیم می‌کند و برای دستیابی به این اهداف، از بین گزینه‌های استراتژیک اقدام به انتخاب استراتژی‌هایی می‌کند که با تکیه بر قوت‌ها، از فرصت‌های پیش‌آمده به نحو شایسته استفاده کرده و از تهدیدها پرهیز کند تا در صورت اجرای صحیح باعث موفقیت سازمان در میدان رقابت شود. در پایان می‌توان گفت: برنامه ریزی استراتژیک چون چتری بر سازمان و عملیات و اقدامات آن سایه می‌گستراند و مدیران و مسئولان امور را در انجام فعالیت‌هایشان هدایت می‌کند؛ اما این برنامه ریزی، مدیران و مسئولان رده‌های پایین سازمان را از وظیفه اصلی شان که برنامه ریزی عملیاتی است، بی‌نیاز نمی‌سازد. آنان باید با الهام از استراتژی‌های تعیین شده و با توجه به اهداف کلی سازمان به برنامه ریزی‌های عملیاتی بپردازند و اهداف جزئی شده در واحد خود را تحقق بخشند.

منابع:

- ۱- اشرفی، یوسف و رشیدی، طلا (۱۳۹۲)، ارزیابی تأثیر اجتماعی پروژه‌های شهری، مورد مطالعه: پارک کودک ظفر گلچین در منطقه ۱۰ شهرداری تهران، *فصلنامه مدیریت شهری*، شماره ۳۱، صص ۳۱۵-۲۹۵.
- ۲- بلالی، محمدرضا، کثولارتز، ژوزف و کورتهازل، میشل (۱۳۹۰)، مدیریت بازتابی اراضی و آب در ایران، ارتباط فناوری، حکمرانی و فرهنگ، *مجله پژوهش آب در کشاورزی*، ب، جلد ۲۵، شماره ۱، صص ۲۰-۱.
- ۳- محسنی تبریزی، علیرضا (۱۳۸۰)، آسیب‌شناسی اجتماعی جوانان: بررسی انزوای ارزشی (بیگانگی فرهنگی) و مشارکت فرهنگی در محیط‌های دانشجویی کشور، *مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی کشور*، طرح پژوهشی شماره ۳۴.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

- ۴- موسوی، میرستار، کریمزاده، حسین، آقایی، هیر، محسن و خالقی، عقیل (۱۳۹۸)، آسیب‌شناسی برنامه‌های توسعه در بخش روستایی با روش آمیخته (مورد مطالعه: شهرستان ورزقان)، *فصلنامه پژوهش‌های روستایی*، دوره ۱۰، شماره ۱، صص ۱۶۳-۱۴۹.
- ۵- اعرابی، سید محمد (۱۳۸۹)، دستنامه برنامه‌ریزی استراتژیک، تهران: *دفتر پژوهش‌های فرهنگی*.
- ۶- حسینی‌نیا، غلامحسین (۱۳۸۷)، عوامل دموگرافیک مؤثر بر مشارکت در فعالیت‌های آموزشی مشارکت، *ماهنامه جهاد*، سال نوزدهم، شماره ۲۵.
- ۷- کرمی، غلامحسین و رضایی‌مقدم، کوروش (۱۳۹۴)، ارزیابی تأثیر اجتماعی: رویکردی نوین در مدیریت پایدار برنامه‌های توسعه، *فصلنامه مطالعات توسعه اجتماعی - فرهنگی*، دوره چهارم، شماره ۲، صص ۱۹۶-۱۶۹.
- ۸- عیدی، اکبر و عبداللهی، بیژن (۱۳۹۳)، طراحی برنامه استراتژیک آموزشی شرکت ره آرتین با رویکرد SWOT، *فصلنامه آموزش و توسعه منابع انسانی*، سال اول، شماره ۳، صص ۸۹-۶۹.

- 9- Ahmadvand, M., Karami, E. & Iman, M.T. (2011). Modeling the determinants of the social impacts of agricultural development projects. *Environmental Impact Assessment Review*, 31(1):8-16.
- 10- Keshavars, A. & Haidari, N. (2005). An investigating of agricultural soil and water. *Proceeding of 2th Iranian Conference for arrestment metods of national resources losing*. 25-26 May 2005, Iran
- 11- Haro, G.O., Doyo, G.J. & Mcpeak, J.G. (2005). Linkages between community, environmental and conflict management: Experiences from Northern Kenya. *World Development*, 33(2):285-299.
- 12- Sairinen, R., Barrow, C. & Karjalainen, T.P. (2010). Environmental conflict mediation and social impact assessment: Approaches for enhanced environmental governance? *Environmental Impact Assessment Review*, 30(5):289-292.
- 13- Tvevad, A., Farr, J. A., Jendroska, J. and Szwed, D. (2001). *Handbook on Public. Participation in Envoinmental Impact Assesment Procedure in Poland*, Minstiry of Environment, UI. Wawelska 52/ 54, pp: 00-922.
- 14- Verburg, P., Parker, D. C. and Stannard, C. A. (2013). Spatial agent-based models for socio-ecological systems: Challenges and prospects. *Environmental Modelling & Software*. 45: 1-7.
- 15- Lal, R. (2003). Cropping systems and soil quality. In A. Shrestha (Ed.), *Cropping systems: Trend and advances* (pp. 33-52). NY: Food Products Press.

مقایسه شاخص‌های شیمیایی سلامت خاک با استفاده از مدل کرنل در مدیریت‌های زراعی

مختلف

ارسلان صادقیان^۱، غلامعباس صیاد^۲، احمد فرخیان فیروزی^۳، مجتبی نوروزی مصیر^۴

۱- دانش‌آموخته مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه شهید چمران اهواز (arsalan_13701@yahoo.com)

۲و۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز

۴- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

سلامت خاک از عوامل مهم تضمین سلامت عمومی و تسریع‌کننده دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار است. بنابراین برای ارزیابی فرآیندهای کشاورزی لازم است که شاخص سلامت خاک تعیین شود. این پژوهش به منظور مقایسه شاخص شیمیایی سلامت خاک با استفاده از مدل سلامت خاک کرنل در سه مدیریت زراعی مختلف صورت گرفت. مدیریت‌های زراعی مختلف شامل سیستم تک کشتی، تناوب گندم- ماش و مدیریت بقایا بود و ویژگی‌های شیمیایی ارزیابی سلامت خاک شامل پ.هاش، نیتروژن کل و مقدار قابل‌دسترس عناصر فسفر و پتاسیم بودند. به منظور ارزیابی سلامت خاک، مقدارهای ویژگی‌های فوق در مدل کرنل بر اساس دستورالعمل اطلاعات خاک مدل کرنل اجرا گردید و شاخص شیمیایی سلامت خاک به دست آمد. با تعیین نمره سلامت خاک، کلاس بندی آن بر اساس راهنمای سلامت خاک کرنل انجام شد. بررسی نتایج نشان داد که مدیریت بقایا (با نمره ۷۵) اثر مثبت بیشتری در سلامت خاک نسبت به تناوب زراعی (با نمره ۷۳/۷۵) و تک کشتی (با نمره ۵۰) داشت. همچنین نتایج کلی نشان داد که نقش بررسی سلامت خاک از این نظر مهم است که ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی را در کنارهم بررسی می‌کند.

واژگان کلیدی: سلامت خاک، مدل کرنل، مدیریت بقایا

مقدمه

در سال‌های اخیر نقش مهم سلامت خاک در دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. از عوامل موثر بر شاخص‌های سلامت خاک مدیریت‌های زراعی هستند که به‌کارگیری نادرست از این روش‌های مدیریتی از جمله عوامل کاهش کیفیت و سلامت خاک می‌باشد. همچنین با تغییر در عملیات مدیریتی خاک ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک نیز تغییر کرده و در نتیجه آن وضعیت سلامت خاک نیز متفاوت می‌گردد. صادقیان و همکاران (۱۳۹۸). از جمله روش‌های تعیین کمی شاخص سلامت خاک روش نمره‌دهی کرنل می‌باشد. این مدل توسط دانشگاه کرنل آمریکا و با همکاری سازمان حفاظت از منابع طبیعی آمریکا، دپارتمان کشاورزی آمریکا، دپارتمان آموزش و تحقیق کشاورزی پایدار آمریکا، موسسه تحقیقات زیستی آمریکا و دپارتمان تجارت، غذا و کشاورزی ایالت نیوهامپشایر آمریکا تهیه شده است. در این روش بر اساس اهمیت نسبی هر شاخص، نمره ای به آن تعلق می‌گیرد. برای تعیین مقادیر کمی سلامت خاک، پس از تعیین نمره هر شاخص، مجموع نمرات شاخص‌های مورد بررسی بر تعداد آن‌ها تقسیم می‌شود. در این روش امتیازی که به شاخص‌ها داده می‌شود و هم‌چنین نمره ی سلامت خاک عددی بین صفر تا ۱۰۰ (یا صفر تا ۱) است. در نهایت مجموع امتیازها بیان‌گر سلامت خاک به صورت ۱۰۰-۷۰ خوب، ۷۰-۳۰ متوسط و ۳۰-۰ ضعیف است. مدل کرنل آزمایش جامعی برای نظارت بر سلامت خاک است که با استفاده از اطلاعات مربوط به هر سه جنبه خاک (فیزیکی،

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

بیولوژیکی و شیمیایی)، ابزار مفیدی برای شناسایی محدودیت های خاک و هدف قرار دادن شیوه های مدیریت یا استراتژی های بازسازی برای کشاورزان و کارشناسان می باشد (Schindelbeck et al. 2007). اهداف و دستورالعمل های این مدل شامل بررسی محتوای سلامت خاک در شرایط فعلی، ارائه یک چهارچوب برای طراحی مدیریت سلامت خاک و اجرای آن بر مبنای اطلاعات به دست آمده از ارزیابی سلامت خاک و شناسایی استراتژی های مدیریتی برای بهبود سلامت خاک بر مبنای محدودیت های اندازه گیری شده می باشد (Moebius-Clune et al. 2016).

یانگ و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از تکنیک تجزیه مولفه های اصلی، سلامت خاک را در سیستم کشت آلی بر اساس توابع نمره دهی نرمال شده ارزیابی کردند و دریافتند که نمره ی نرمال شده در سیستم کشت آلی برای pH برابر ۸۵ بود، که در محدوده بهینه قرار داشت، در حالی که برای EC، ۳۰ و برای فسفر ۱۵ بود. نظر به اینکه تاکنون پژوهش های اندکی به بررسی کارایی مدل کرنل در تعیین کمی شاخص شیمیایی سلامت خاک مدیریت های زراعی مختلف پرداخته اند، پژوهش حاضر به منظور تعیین کمی شاخص شیمیایی سلامت خاک توسط این مدل در سه مدیریت زراعی مختلف انجام گرفت.

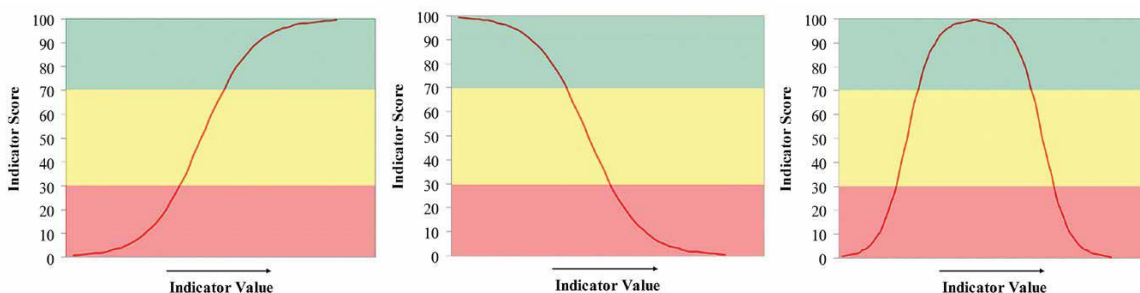
مواد و روش ها

این پژوهش در مزرعه آزمایشی شماره ۲ دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز (ایران) با موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۹ دقیقه عرض جغرافیایی و ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی طول جغرافیایی و در حاشیه غربی رود کارون با ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا در پاییز ۱۳۹۵ اجرا گردید. بدین منظور سه مزرعه با مدیریت های زراعی مختلف شامل: سیستم زراعی تک کشتی، تناوب گندم- ماش و مدیریت بقایای گیاهی بررسی شدند. سابقه ی کشت در این مزارع به ترتیب ۲، ۸ و ۱۰ سال بود. در تیمار تک کشتی به مدت ۸ سال مداوم کشت گندم صورت گرفت. در تیمار تناوب، گندم و ماش به مدت ۲ سال در تناوب با یکدیگر کشت شدند و تیمار مدیریت بقایا شامل کشت گندم بود که بقایای گیاه پس از برداشت با خاک مخلوط شدند. از هر مزرعه ۴۰ نمونه خاک (در مجموع ۱۲۰) به صورت سیستماتیک از عمق ۰-۱۵ سانتی متری خاک نمونه برداری شد و توسط کیسه های پلاستیکی به آزمایشگاه انتقال داده شد. سپس نمونه ها هواخشک شده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شده و جهت انجام آزمایشات آماده شدند. نمونه های خاک برای بررسی خصوصیات شیمیایی شامل واکنش خاک، نیتروژن کل، فسفر قابل دسترس و پتاسیم قابل دسترس اندازه گیری شدند. فسفر قابل دسترس خاک با روش اولسن (السن و همکاران، ۱۹۸۲)، پتاسیم قابل دسترس خاک با عصاره گیر استات آمونیوم (جکسون، ۱۹۶۹)، نیتروژن خاک به روش کجلدال (کلوت، ۱۹۸۶) و pH خاک بر اساس تهیه عصاره گل اشباع به روش پتانسیومتری (گوپتا، ۲۰۰۴) اندازه گیری شدند. این آزمایش به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با ۴ بلوک صورت گرفت و از هر بلوک ۱۰ نمونه خاک نمونه برداری شد. همچنین با استفاده از آزمون کولوموگروف اسمرینوف و در نرم افزار SPSS v23 نرمال بودن داده ها بررسی شد. به منظور استفاده از مدل کرنل، باید داده های اندازه گیری شده به صورت مجزا برای هر ویژگی، با استفاده از نمودارهای امتیازدهی به امتیاز تبدیل شوند و با جمع این امتیازات و تقسیم مجموع این امتیازات نسبت به تعداد ویژگی ها، امتیاز نهایی برای سلامت خاک مورد مطالعه به صورت کمی تعیین می شود. در این مدل توابع نمره دهی برای هر ویژگی بر اساس پژوهش اندرو و همکاران^۱ (۲۰۰۴) توسعه یافته اند. در این روش توابع نمره دهی برای هر ویژگی شامل یک منحنی است که محور X شامل مقدار ویژگی و محور عمودی نشان دهنده ی نمره ویژگی در مقیاس ۰-۱۰۰ است که بر اساس مقدار ویژگی نمره ای بین ۰-۱۰۰ به آن اختصاص یافت. نمره ۱۰۰ بیان گر بهترین حالت و نمره صفر نمایان گر بدترین یا ضعیف ترین حالت برای هر ویژگی است. برای بیشتر ویژگی ها توابع نمره دهی برای اجزای اصلی بافت خاک (شن، سیلت و رس) و با توجه به توزیع داده ها منحنی جداگانه ای ارائه شد (اندرو و همکاران، ۲۰۰۴). توابع نمره دهی شاخص ها متشکل از

¹ Andrews

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

منحنی‌های توزیع نرمال تجمعی (CND) بود. (شکل ۱). نمره کلی سلامت خاک بر اساس میانگین مجموع نمرات تمامی شاخص‌های مورد بررسی بر حسب درصد تعیین شد.



شکل ۱ منحنی‌های توزیع نرمال تجمعی ارزیابی سلامت خاک کرنل برای توابع نمره‌دهی (مویبوس کلون و همکاران، ۲۰۱۶)

نتایج و بحث

نتایج شاخص‌های سلامت خاک با استفاده از مدل کرنل برای مدیریت‌های مختلف زراعی در جدول‌های ۱، ۲ و ۳ آورده شده است. پس از تعیین نمره سلامت خاک، کلاس‌بندی آن بر اساس راهنمای سلامت خاک کرنل و به صورت ۷۰-۱۰۰ خوب، ۳۰-۷۰ متوسط و ۰-۳۰ ضعیف انجام شد. رنگ‌بندی شاخص کلی سلامت خاک نیز بر اساس محدوده شاخص سلامت در دستورالعمل کرنل تعیین شد، به طوری که محدوده ۷۰-۱۰۰ رنگ سبز، ۳۰-۷۰ رنگ زرد و ۰-۳۰ رنگ قرمز تلقی گرفت. بدین ترتیب شاخص شیمیایی سلامت خاک بر اساس مدل کرنل برای تیمارهای تک‌کشتی، تناوب زراعی و مدیریت بقایا به ترتیب برابر با نمره ۵۰، ۷۳/۷۵ و ۷۵ بود که به ترتیب در کلاس‌های خوب، خوب و متوسط با رنگ‌های سبز، سبز و زرد قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بر اساس مدل کرنل، نمره شاخص شیمیایی سلامت خاک با تغییر مدیریت زراعی از سیستم تک‌کشتی به مدیریت بقایا از ۵۰ به ۷۵ افزایش یافته و کلاس سلامت خاک نیز از متوسط به خوب تغییر کرد. نتایج فوق با گزارش امامی و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت داشت. آن‌ها تاثیر مواد آلی بر توابع نمره‌دهی سلامت خاک را با استفاده از روش ارزیابی سلامت خاک کرنل به روش نمره‌دهی با ۱۴ شاخص ارزیابی نمودند. نمره تیمار شاهد ۵۲/۷ بود، که بر اساس طبقه‌بندی دانشگاه کرنل کلاس سلامت خاک این تیمار در کلاس ۴ یعنی سلامت پایین قرار دارد. نتایج آن‌ها نشان داد که افزودن مواد آلی مختلف به خاک مورد بررسی، سبب بهبود سلامت خاک شد و کلاس سلامت خاک نیز بین یک یا دو درجه ارتقا پیدا نمود. یانگ و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از تجزیه مولفه‌های اصلی، سلامت خاک را در سیستم کشت آلی بر اساس تابع نمره‌دهی نرمال شده ارزیابی کردند و دریافتند که نمره نرمال شده در سیستم کشت آلی برای pH برابر ۸۵ بود، که در محدوده بهینه قرار داشت، در حالی که برای EC، ۳۰ و برای فسفر ۱۵ بود.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

جدول ۱- مدل ارزیابی سلامت خاک کرنل برای مدیریت زراعی بقایای گیاهی

ارزیابی سلامت خاک مدل کرنل	تیمار مدیریت بقایای گیاهی			
	بافت لومی شنی			
	موقعیت جغرافیایی ۳۱° ۱۹' شمالی و ۴۸° ۴۱' شرقی			
	رس: ۲۰	سیلت: ۴۹/۵	شن: ۳۰/۵	بافت خاک لومی شنی
	نتایج ارزیابی			
		۱۰۰	۶/۹۵	pH
کاهش یا توقف رشد رویشی گیاهان		۰	۰/۱۳	نیتروژن
		۱۰۰	۲۰/۸۳	فسفر
		۱۰۰	۳۰۲/۶۳	پتاسیم
خوب		۷۵		نمره سلامت کل

جدول ۲- مدل ارزیابی سلامت خاک کرنل برای مدیریت زراعی تناوب زراعی

ارزیابی سلامت خاک مدل کرنل	تیمار تناوب زراعی			
	بافت لومی شنی			
	موقعیت جغرافیایی ۳۱° ۱۹' شمالی و ۴۸° ۴۱' شرقی			
	رس: ۲۰	سیلت: ۴۹/۵	شن: ۳۰/۵	بافت خاک لومی شنی
	نتایج ارزیابی			
محدودیت ها	رتبه	مقدار		شاخص
	۹۵	۷/۲۲		pH
کاهش یا توقف رشد رویشی گیاهان	۰	۰/۰۸		نیتروژن
	۱۰۰	۱۶/۸۳		فسفر
	۱۰۰	۲۸۵/۲۹		پتاسیم
خوب		۷۳/۷۵		نمره سلامت کل

جدول ۳- مدل ارزیابی سلامت خاک کرنل برای مدیریت زراعی تک کشتی

ارزیابی سلامت خاک مدل کرنل	تیمار تک کشتی			
	بافت لومی شنی			
	موقعیت جغرافیایی ۳۱° ۱۹' شمالی و ۴۸° ۴۱' شرقی			
	رس: ۲۰	سیلت: ۴۹/۵	شن: ۳۰/۵	بافت خاک لومی شنی
	نتایج ارزیابی			
محدودیت ها	رتبه	مقدار		شاخص
جذب عناصر، رشد و عملکرد گیاهان	۰	۷/۵۵		pH
کاهش یا توقف رشد رویشی گیاهان	۰	۰/۰۷		نیتروژن
	۱۰۰	۱۰/۱۳		فسفر
	۱۰۰	۲۵۳/۶۷		پتاسیم
متوسط		۵۰		نمره سلامت کل

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج مدل کرنل نشان داد که، کلاس مناسب برای سیستم تک کشتی پایین‌تر از مدیریت‌های زراعی دیگر است که علت آن محدودیت و کاهش مقدار شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی، حاصل‌خیزی و زیستی است که در نهایت سبب کاهش سلامت خاک در سیستم تک کشتی شده است. همچنین مدیریت بقایای گیاهی با نمره ۷۵ در بالاترین کلاس سلامت خاک یعنی خوب قرار گرفت. این امر نشان‌دهنده نقش مثبت بقایای گیاهی در ارتقای سلامت خاک‌های کشاورزی می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که بر اساس مدل کرنل، اگرچه نمره شاخص سلامت خاک با تغییر مدیریت زراعی به مدیریت بقایا افزایش یافت، اما این افزایش منجر به تغییر سلامت خاک به کلاس خوب نشد. در واقع نقش بررسی سلامت خاک از این نظر مهم است که همه ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی را در کنار هم بررسی می‌کند. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که بر اساس مدل کرنل، نمره شاخص شیمیایی سلامت خاک با تغییر مدیریت زراعی از سیستم زراعی تک‌کشتی به مدیریت بقایا، افزایش یافته و این افزایش منجر به تغییر سلامت خاک از کلاس متوسط به کلاس خوب شد.

فهرست منابع

- امامی، ح. آستارایی، ع. فتوت، ا. (۱۳۹۳). ارزیابی تاثیر موادآلی بر توابع نمره دهی کیفیت خاک. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۸ (۳). ۵۶۵-۵۷۴.
- صادقیان، ا. صیاد، غ. فرخیان فیروزی، ا. نوروزی مصیر، م. (۱۳۹۸). اثر مدیریت‌های زراعی مختلف بر برخی از شاخص‌های فیزیکی کیفیت خاک. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) ۳۳ (۲). ۲۷۵-۲۸۸.
- Andrews, S.S., Karlen, D.L. and Cambardella, C.A., 2004. The soil management assessment framework. Soil Science Society of America Journal, 68(6), pp.1945-1962.
- Gupta, P.K., Gupta, P.K., Gupta, P.K., 1999. Soil, plant, water and fertilizer analysis. Acta AgroBot.
- Jackson, M.L., Lim, C.H., Zelazny, L.W., 1986. Oxides, Hydroxides, and Aluminosilicates 1. Methods of Soil Analysis: Part 1—Physical and Mineralogical Methods, (methodsofsoilan1), 101-150.
- Klute, A., 1986. Methods of soil analysis, physical and mineralogical methods. Soil Science Society of America, Madison, 1-79.
- Moebius-Clune, B.N. Moebius-Clune, D.J. Gugino, B.K. Idowu, O.J. Schindelbeck, R.R. Ristow, A.J. van Es, H.M. Thies, J.E. Shayler, H.A. McBride, M.B. Kurtz, K.S.M. Wolfe, D.W. and Abawi, G.S. 2016. Comprehensive Assessment of Soil Health- The Cornell Framework, Edition 3.2, Cornell University, Geneva, NY.
- Olsen, S.R., Sommers, L.E., Page, A.L., 1982. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties of Phosphorus. ASA Monograph, 9, 403-430.
- Schindelbeck, R.R., van Es, H.M., Abawi, G.S., Wolfe, D.W., Whitlow, T.L., Gugino, B.K., Idowu, O.J.,

Moebius- Clune, B.N., (2008). Comprehensive assessment of soil quality for landscape and urban management. *Landsc. Urban Plan.* 88(2-4),73-80.

Yang, J.E., Kim, S., Ok, Y., Lee, H., Kim, D. and Kim, K., 2010. Determining minimum data set for soil quality assessment of organic farming system in Korea. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World (pp. 1-6).

Comparison of chemical soil health index using cornell model in different crop management

Arsalan Sadeghian¹, Gholam Abbas Sayyad², Ahmad Farrokhian Firouzi², Mojtaba Norouzi Masir³

- 1- Msc Graduate of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
- 2- Associate Professor of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
- 3- Assistant Professor of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Abstract

Soil health is a key factor in food security and securing public health as well as accelerating the achievement of sustainable agriculture objectives. Thus, determination of a soil health index is necessary for evaluation of agricultural processes. The effect of various crop managements on soil health was investigated in the present study. Various crop managements included mono-culture (wheat-wheat), wheat-mung bean rotation and residue management. Soil health evaluation indicators were pH, total nitrogen, available phosphorous and potassium. To evaluate the soil health, the values mentioned above were run in the Cornell model based on the United States soil information guidelines) and overall soil health index was obtained. . After determination of soil health score, classification was performed based on Cornell soil health guide. Investigating the results of Cornell model showed that residue management (with scores 75) had a more positive effect on soil health compared to crop rotation (with scores 73/75) and mono-culture (with scores 50). In overall, the results demonstrated that study of soil health is important due to investigating physical, chemical and biological characteristics altogether.

Keywords soil health, cornell modell, residue management

تعیین تولید پتانسیل و مقدار زیست توده خالص کلزا در بخشی از اراضی کشاورزی دشت

مغان

*جواد سیدمحمدی^۱، میرناصر نویدی^۱، علی زین‌الدینی^۱، منصور چترنور^۲

^۱استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

^۲فارغ‌التحصیل مقطع دکتری فیزیک خاک، دانشگاه شهید چمران اهواز.

(*نویسنده مسئول: j.mohammadi@areeo.ac.ir)

چکیده

تأمین امنیت غذایی یکی از مهمترین اولویتهای بخش کشاورزی بوده، بر همین اساس برنامه‌ریزان این بخش بایستی توجه ویژه‌ای به تولید محصولات اساسی داشته باشند. برآورد تولید پتانسیل محصول در شرایط بهینه، دید مناسبی جهت رفع محدودیتهای موجود و اتخاذ سیاست‌های ایده‌آل برای بهبود متوسط عملکرد کشاورزان فراهم می‌آورد. برای این منظور از مدل AEZ فائو جهت برآورد مقدار تولید پتانسیل محصول کلزا و تولید زیست توده خالص آن در بخشی از اراضی کشاورزی دشت مغان استفاده شد. با توجه به اینکه متوسط عملکرد کشاورزان در منطقه مورد مطالعه حدود ۱۸۰۰ کیلوگرم در هکتار است، مقدار تولید پتانسیل به دست آمده از طریق مدل فائو تقریباً ۳۸۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده که مقدار قابل توجهی می‌باشد. بنابراین با لحاظ کشت آبی کلزا در منطقه مورد مطالعه و نبود محدودیت آب، محدودیتهای مربوط به خصوصیات خاک و شرایط مدیریت در سطح مزارع منطقه مورد مطالعه هستند که باعث افت قابل ملاحظه مقدار عملکرد می‌شوند، پس در صورت رفع محدودیتهای ذکر شده، عملکرد محصول کلزا در مزارع منطقه به مقدار مطلوبی افزایش یافته و به تولید پتانسیل نزدیک خواهد شد.

واژگان کلیدی: مدل AEZ، تولید پتانسیل، تولید زیست توده خالص، کلزا، دشت مغان.

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت، همراه با نیاز روز افزون انسان برای تولید غذا و کمبود منابع، ضرورت روش‌های جدید را در شناسایی ظرفیت تولید اراضی کشاورزی و انتخاب کاربری متناسب با تولید آن، جهت کمک به تصمیم‌گیران در انتخاب اراضی مناسب و جلب رضایت تولیدکنندگان برای کسب سود زیاد، افزایش می‌دهد (Seyedmohammadi et al., 2019). از طرف دیگر، تأمین امنیت غذایی در جوامع مختلف انسانی، از مهمترین اصول امنیت ملی است. خودکفایی و خوداتکایی دو راهبرد اصلی در تأمین امنیت غذایی می‌باشد. خودکفایی؛ تولید سطح قابل قبولی از محصولات راهبردی موردنیاز، در داخل کشور و خوداتکایی؛ تولید و صادرات محصولات دارای مزیت نسبی اقتصادی و واردات دیگر محصولات موردنیاز تعریف شده است (ایزدفرد و همکاران، ۱۳۹۶). بنابراین، برای نیل به این هدف، تعیین پتانسیل تولید محصولات کشاورزی و ارزیابی تناسب اراضی راهکار مناسبی است. تخمین پتانسیل تابشی-گرمایی تولید محصولات با استفاده از اطلاعات مربوط به خصوصیات اقلیم و گیاه از طریق مدل فائو امکان‌پذیر می‌باشد. کلزا^۱ از گیاهان دانه روغنی می‌باشد که ویژگی‌های خاص و سازگاری آن با شرایط آب و هوایی اکثر نقاط کشور سبب شده در نواحی مختلفی از کشور مورد کشت و کار قرار گیرد به طوری که امروزه درصد قابل ملاحظه‌ای از روغن مورد نیاز کشور را تامین می‌کند (گیوی و حقیقی، ۱۳۹۴). این گیاه در کنترل بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز مزارع مؤثر می‌باشد. روغن دانه ارقام خوراکی کلزا دارای کیفیت بسیار مطلوب بوده و در نهایت پس از استحصال روغن،

¹Brassica napus

هدفهین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

کنجاله باقیمانده سرشار از پروتئین می‌باشد که برای استفاده در تغذیه دام مناسب است (مرادی و قدرتی، ۱۳۹۲؛ حلبیان و اسماعیلی، ۱۳۹۶).

گیوی و حقیقی (۱۳۹۴) اراضی منطقه شمال شهرکرد را برای کشت آبی کلزا مورد بررسی قرار دادند ایشان مقدار تولید پتانسیل تابشی-گرمایی برای این محصول در منطقه مورد مطالعه را ۷/۶ در هکتار گزارش کرده‌اند که به دلیل عوامل محدودکننده خاکی، مدیریتی و آب تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین تولید پتانسیل و عملکرد زارعین، ۱۹۰۰ کیلوگرم در هکتار، وجود دارد. امیریان‌چکان (۱۳۹۰) در مطالعه خاک‌های منطقه دورود لرستان مقدار تولید پتانسیل گندم را ۷/۲۶ تن در هکتار و شاهرخ و همکاران (۱۳۹۰) در منطقه زرین شهر اصفهان میزان تولید پتانسیل برای گیاه گندم را ۹/۰۱ تن در هکتار برآورد نموده‌اند. سیدجلالی (۱۳۹۲) در ارزیابی تناسب اراضی خاک‌های دشت گتوند خوزستان مقدار تولید پتانسیل گندم آبی را ۸ تن در هکتار و ثروتی و همکاران (۱۳۹۳) در منطقه خواجه آذربایجان شرقی تولید پتانسیل گندم را ۷/۲۱ تن در هکتار گزارش کرده‌اند که در همه مطالعات ذکر شده اختلاف قابل ملاحظه‌ای بین تولید پتانسیل محصولات کشاورزی و متوسط عملکرد کشاورزان گزارش شده است. هدف از این تحقیق محاسبه پتانسیل تولید آب و هوایی کلزا آبی به روش AEZ فائو در بخشی از اراضی دشت مغان است تا با رفع محدودیت‌های قابل اصلاح و ارتقاء سطح مدیریت، عملکرد کشاورزان به تولید پتانسیل نزدیک شود.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه به مساحت حدود ۱۰۰۰۰ هکتار بخشی از اراضی دشت مغان در حد فاصل ۳۴' تا ۴۸' ۴۷° طول شرقی و ۲۱' تا ۳۹' ۲۸' عرض شمالی قرار دارد. از داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک پارس‌آباد برای برآورد تولید خالص بیوماس و تولید پتانسیل کلزا استفاده شد.

برای محاسبه تولید پتانسیل و تولید زیست توده خالص از مدل AEZ فائو استفاده گردید. در این مدل با توجه به پتانسیل ژنتیکی محصول و ویژگی‌های گیاهی آن با استفاده از داده‌های اقلیمی مانند تابش خورشیدی و درجه حرارت، مقدار تولید زیست توده گیاه کلزا با استفاده از رابطه ۱ برآورد شد (Sys et al., 1991).

$$Bn = (0.36 \times bgm \times KALI) / [(1/L) + 0.25Ct] \quad (1)$$

در این معادله Bn میزان تولید زیست توده خالص بر حسب کیلوگرم در هکتار، bgm مقدار حداکثر تولید زیست توده ناخالص بر حسب کیلوگرم در هکتار در ساعت، $KLAI$ ضریب شاخص سطح برگ، L تعداد روزهای لازم برای رسیدن محصول (سیکل رشد) و Ct ضریب تنفس می‌باشد. مقدار ضریب تنفس (Ct) از رابطه ۲ قابل محاسبه است:

$$Ct = C_{30}(0.044 + 0.0019t + 0.001t^2) \quad (2)$$

C_{30} برای گیاهان غیرلگوم معادل ۰/۰۱۰۸ بوده و t متوسط درجه حرارت در طول سیکل رشد می‌باشد. مقدار حداکثر تولید زیست توده ناخالص با توجه به اینکه حداکثر مقدار فتوسنتز کلزا در منطقه (Pm) کمتر از ۲۰ است، از رابطه ۳ محاسبه می‌شود:

$$bgm = [f \times bo \times (1 - 0.025y)] + [(1 - f) \times bc \times (1 + 0.01y)] \quad (3)$$

y : درصد تغییر bo و bc بوده که از رابطه ۴ به دست می‌آید:

هدفمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

$$y = [(Pm - 20)/20] \times 100 \quad (4)$$

bo: حداکثر تولید زیست توده ناخالص در روزهای ابری و غیرآفتابی

bc: حداکثر تولید زیست توده ناخالص در روزهای روشن و آفتابی

f: بخشی از روز که آسمان ابری است که از $f=1-(n/N)$ به دست می‌آید. *f*-۱: بخشی از روز که آسمان آفتابی است.

N: ساعات آفتابی ممکن

n: ساعات آفتابی واقعی

بعد از تعیین مقدار تولید زیست توده خالص (*Bn*)، مقدار تولید پتانسیل (*Y*) از رابطه ۵ محاسبه شد:

$$Y = Bn \times Hi \quad (5)$$

Hi: شاخص برداشت

نتایج و بحث

مراحل مختلف سیکل رشد کلزا آبی در منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. برخی از پارامترهای مهم برای محاسبه و برآورد تولید زیست توده خالص و تولید پتانسیل کلزا در جدول ۲ ارائه شده است. با استفاده از اطلاعات جدول ۲ و روابط مربوط به روش AEZ فائو، مقدار زیست توده خالص و تولید پتانسیل گیاه کلزا در منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۱۳۹۲۵/۸۵ و ۳۵۲۳/۲۴ کیلوگرم در هکتار ماده خشک به دست آمد. با توجه به اینکه هنگام برداشت محصول، دانه کلزا به طور متوسط حدود ۸ درصد رطوبت دارد و مقایسه‌ها با عملکرد متوسط زارع صورت می‌گیرد بنابراین مقدار رطوبت دانه به تولید پتانسیل بایستی اضافه گردد با این حساب تولید پتانسیل کلزا در منطقه مورد مطالعه حدود ۳۸۲۹/۶۱ کیلوگرم در هکتار خواهد بود.

جدول ۱- مراحل مختلف سیکل رشد کلزا آبی در منطقه

برداشت	رسیدن	تشکیل دانه	گل‌دهی	سبزینه	آغازین (کاشت تا استقرار)
۱۵ خرداد	۲۶ اردیبهشت تا ۱۵ خرداد	۱ اردیبهشت تا ۲۵ اردیبهشت	۶ فروردین تا ۳۱ فروردین	۱ آبان تا ۱۰ دی ۱۰ اسفند تا ۵ فروردین	۱۵ مهر تا ۳۰ مهر

جدول ۲- برخی از پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه تولید پتانسیل کلزا آبی

پارامتر	رطوبت دانه (%)	شاخص سطح برگ (m^2/m^2)(LAI)	میانگین دمای روز سیکل رشد ($^{\circ}C$)	ضریب برداشت (Hi)	طول سیکل رشد (روز)	ضریب تنفس (Ct)
مقدار	۸	۴	۱۴/۷۲	۰/۲۷۵	۱۸۳	$۲/۳۶۷ \times ۱۰^{-۳}$
پارامتر	N	n	bo	bc	Pm	f
مقدار	۱۱/۷۹	۵/۳۲	۱۷۲/۵۷	۳۴۲/۹۹	۱۹/۵	۰/۵۵

مقدار تولید پتانسیل با توجه به متوسط عملکرد زارعین در منطقه مورد مطالعه که حدود ۱۸۰۰ کیلوگرم در هکتار است، مقدار قابل توجهی است. با توجه به کشت آبی محصول محدودیت‌های مطرح در کاهش عملکرد در منطقه مطالعاتی بیشتر شامل عوامل خاکی و مدیریت می‌باشد بنابراین اگر مدیریت زارع در مزرعه در سطح عالی باشد و برخی

از محدودیت‌های مربوط به خصوصیات خاک که قابلیت بهبود داشته، مرتفع گردند به دلیل عدم وجود مشکل تأمین آب برای زراعت، تولید واقعی یا مشاهده شده کشاورزان هم به تولید برآورد شده نزدیک می‌شود و اختلاف می‌تواند به حداقل کاهش داده شود. نوسانات تولید مشاهده شده یا واقعی محصولات عمدتاً فقط به علت شرایط خاک و محیط نیست، تولید محصول در بیشتر موارد تحت تأثیر مدیریت نیز قرار می‌گیرد (گیوی و حقیقی، ۱۳۹۴). نحوه اداره مزرعه از لحاظ فاکتورهایی چون زمان کوددهی و سم‌پاشی، زمان آبیاری، تراکم کاشت و دانش کشاورزان متفاوت بوده و منجر به تفاوت قابل ملاحظه‌ای در مقدار تولید زارع با تولید پتانسیل می‌شود که بیشتر ناشی از عامل مدیریت است.

از این رو اعمال مدیریت‌های صحیح و برطرف نمودن برخی از محدودیت‌های قابل اصلاح خاک می‌تواند تولید واقعی را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داده و به تولید پتانسیل نزدیک کند. نظر به اهمیت زیاد منابع طبیعی از جمله منابع خاک و اراضی، مدیریت و برنامه‌ریزی جهت استفاده صحیح از این منابع ارزشمند ضروری است. از جمله ابزارهای بسیار کاربردی جهت استفاده بهینه از منابع خاک و اراضی روش‌های گوناگون ارزیابی اراضی، تعیین قابلیت و استعداد اراضی می‌باشد (Seyedmohammadi et al., 2018). در این راستا روش‌های متفاوتی برای تعیین کلاس اراضی و برآورد تولید محصولات مختلف وجود دارد. یکی از این روش‌ها برآورد تولید پتانسیل محصول در شرایط بهینه است. تولید پتانسیل محاسبه شده دید مناسبی جهت رفع محدودیت‌های موجود و اتخاذ سیاست‌های مناسب برای بهبود هر چه بیشتر متوسط عملکرد زارع و افزایش آن فراهم می‌آورد. همچنین سیاست‌های کلان بخش کشاورزی با در نظر گرفتن این قابلیت‌ها به منظور افزایش هر چه بیشتر عملکرد محصولات مهم و استراتژیک جهت رسیدن به خودکفایی در تولید انواع محصولات کشاورزی و جلوگیری از واردات بی‌رویه و خروج ارز می‌تواند با اتخاذ تصمیمات اصولی به این هدف مهم نایل گردد.

نتیجه‌گیری

اتخاذ تصمیمات راهبردی صحیح در راستای سیاست تولید کشاورزی، نیازمند برآورد صحیحی از تولید پتانسیل محصولات کشاورزی در مناطق مختلف کشور می‌باشد. برآورد تولید پتانسیل، اهمیت بسیاری در مدیریت تولید در بخش کشاورزی دارد. در حقیقت تولید پتانسیل نشان‌دهنده امکانات و سرمایه‌های تولید در مناطق مختلف می‌باشد؛ زیرا اختلاف بین عملکرد پتانسیل و تولید متوسط واقعی کشاورزان یک منطقه، مشخص‌کننده میزان بهره‌وری در استفاده از نهاده‌ها، به‌عنوان سرمایه تولید و مدیریت اصولی و صحیح می‌باشد. در بخشی از اراضی دشت مغان مقدار تولید پتانسیل برای کلزا با مدل AEZ برآورد گردید. اختلاف بین متوسط تولید واقعی کشاورزان منطقه و تولید پتانسیل برآورد شده مشخص کرد که منطقه مورد مطالعه، نیازمند افزایش کارایی مصرف نهاده‌ها، افزایش سطح مدیریت زارعین و رفع برخی محدودیت‌های خاک می‌باشد تا ضمن افزایش سقف تولید، گام مهمی در جهت ارتقای بهره‌وری و امنیت غذایی برداشته شود.

منابع

امیریان‌چکان، ع. (۱۳۹۰). مدل‌سازی مکانی تناسب اراضی با استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی و تکنیک‌های زمین آمار (مطالعه موردی: دشت سیلاخور شهرستان دورد، استان لرستان). رساله دکتری علوم خاک، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی دانشگاه تهران، ۲۸۵ صفحه.

ایزدرد، ا.، سردیان، ف.، پیکانی، غ.، جهانسوز، م. و چایی‌چی، م. (۱۳۹۶). مقایسه مدل AquaCrop و مدل پتانسیل حرارتی-تابشی تولید در برآورد عملکرد پتانسیل در بخشی از اراضی دشت مغان در استان اردبیل. تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۸(۴)، ۸۶۴-۸۵۳.

- ثروتی، م.، جعفرزاده، ع.ا.، قربانی، م.، شهبازی، ف. و دواتگر، ن. (۱۳۹۳). مقایسه مدل‌های فائو و آلبرو در برآورد پتانسیل تولید گندم آبی در منطقه خواجه. مجله دانش آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۳، صفحه‌های ۱ تا ۱۴.
- حلبیان، ا. و اسماعیلی، ن. (۱۳۹۶). ارزیابی تناسب اراضی بر اساس عناصر اقلیمی برای کشت کلزا به کمک مدل فازی و AHP در استان کردستان. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۹(۴)، ۱۵۰-۱۳۳.
- سیدجلالی، س.ع. (۱۳۹۲). مدلسازی ارزیابی تناسب اراضی و تخمین پتانسیل تولید اراضی برای گندم آبی با استفاده از نظریه سامانه‌های فازی و زمین آمار در دشت گتوند استان خوزستان. رساله دکتری علوم خاک، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی دانشگاه تهران، ۲۴۴ صفحه.
- شاهرخ، و.، ایوبی، ش. و جلالیان، ا. (۱۳۹۰). ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب اراضی و بررسی عواقب محیطی کشت آبی گندم و برنج بر اراضی منطقه زرین شهر و مبارکه اصفهان. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد ۱۸، شماره ۳، صفحه‌های ۳۷ تا ۶۰.
- گیوی، ج. و حقیقی، ا. (۱۳۹۴). برآورد پتانسیل تولید و ارزیابی کمی تناسب اراضی شمال شهرکرد برای کشت آبی کلزا (*Brassica napus*). آب و خاک، ۲۹(۶)، ۱۶۶۱-۱۶۵۱.
- مرادی، م. و قدرتی، غ. (۱۳۹۲). مقایسه پتانسیل عملکرد ۱۲ رقم بهاره کلزا در شرایط آب و هوایی خوزستان. علوم به زراعی گیاهی، ۳(۲)، ۷-۱.
- Seyedmohammadi, J., Sarmadian, F., Jafarzadeh, A.A. and McDowell, R.W. (2019). Development of a model using matter element, AHP and GIS techniques to assess the suitability of land for agriculture. *Geoderma*, 352, 80-95.
- Seyedmohammadi, J., Sarmadian, F., Jafarzadeh, A.A. Ghorbani, M.A., Shahbazi, F. (2018). Application of SAW, TOPSIS and fuzzy TOPSIS models in cultivation priority planning for maize, rapeseed and soybean crops. *Geoderma*, 310, 178-190.

Determining the potential production and net biomass of rapeseed in a part of Moghan plain agricultural lands

*Javad Seyedmohammadi¹, Mir Naser Navidi¹, Ali Zeinodini¹, Mansour Chatrenour²

¹Assistant professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

²Graduate of Soil Physics PhD, Shahid Chamran University of Ahvaz

(*Corresponding Author: j.mohammadi@areeo.ac.ir)

Abstract

Ensuring food security is one of the most important priorities of the agricultural sector, therefore, the planners of this sector should pay special attention to the production of basic products. Estimating crop production potential under optimal conditions provides a good view to overcome existing constraints and adopt ideal policies to improve average farmers' yield. For this purpose, the FAO AEZ model was used to estimate the amount of rapeseed production potential and its net biomass production in a part of Moghan plain agricultural lands. With attention to the average yield of farmers in the study area is about 1800 kg/ha, the amount of potential production obtained through the FAO model is approximately 3800 kg/ha, which is a considerable amount. Therefore, in terms of irrigated rapeseed cultivation in the study area and the lack of water restrictions, limitations related to soil characteristics and management conditions at the level of farms in the study area that cause a significant drop in yield, so if the above restrictions are removed, the yield of rapeseed in the farms of the region will increase to the optimal amount and will be close to potential production.

Keywords: AEZ model, Moghan plain, Net biomass production, Rapeseed, Potential production.

تجزیه و تحلیل تناسب بخشی از اراضی دشت قزوین برای کشت گندم با روش چندمعیاره فازی

*جواد سیدمحمدی^۱، میرناصر نویدی^۱، منصور چترنور^۲

^۱استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

^۲محقق موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

(*نویسنده مسئول: j.mohammadi@areeo.ac.ir)

چکیده

شناسایی ظرفیت تولید اراضی و انتخاب کاربری متناسب با این ظرفیت، از جمله راه‌های افزایش تولید در واحد سطح است. مطالعه حاضر با بکارگیری روش چندمعیاره فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی در بخشی از اراضی دشت قزوین برای تفکیک اراضی مستعد و غیرمستعد جهت کشت گندم انجام شد. براساس مشخصات خاک‌رخی‌های شاهد هر واحد نقشه، ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گندم با استفاده از روش چندمعیاره فازی انجام شد و نقشه تناسب اراضی در محیط GIS تهیه گردید. با توجه به نتایج، کاربرد روش تلفیقی فازی با فرایند تحلیل سلسله مراتبی مشخص کرد که حدود ۴۸ هزار هکتار از اراضی دارای کلاس تناسب متوسط، ۹ هزار هکتار دارای تناسب بحرانی و ۴ هزار هکتار در حال حاضر نامناسب برای کشت گندم می‌باشند. مهمترین خصوصیات محدودکننده اراضی در منطقه شامل شیب، ESP، pH، زهکشی و شوری خاک می‌باشند. ارزش ضریب تبیین بین شاخص اراضی به دست آمده در واحدهای نقشه و عملکرد واقعی ۸۵ درصد بوده که نشان‌دهنده دقت قابل قبول روش فوق در تعیین کلاس‌های تناسب اراضی است. بنابراین روش فوق با اطمینان می‌تواند در ارزیابی تناسب اراضی مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: تناسب گندم، فازی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، GIS.

مقدمه

ارزیابی اراضی، ضمن شناسایی اراضی بر اساس نوع خاک و تناسب آن برای استفاده‌های مختلف، وضعیت اجرای طرح های کشاورزی روشن می‌گردد. تعیین تناسب اراضی برای بهره‌وریهای خاص، یکی از ابزارهای مدیریت اراضی محسوب می‌گردد که ضمن برنامه‌ریزی برای افزایش تولید، استفاده پایدار از اراضی را ممکن می‌سازد (McDowell et al., 2018). از این رو، انجام ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات کشاورزی، به ویژه برای گندم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. انتخاب یک الگوریتم دقیق و مناسب برای ارزیابی تناسب اراضی تأثیر زیادی در حال و آینده دارد (Seyedmohammadi et al., 2019).

یک گام بسیار مهم و ضروری در ارزیابی تناسب اراضی برای کشت محصولات، تعیین وزن مشخصه‌های اقلیم، خاک و زمین‌نمای مؤثر بر مناسب بودن اراضی، به دلیل اثرات متفاوت مشخصه‌ها بر تولید محصولات مختلف می‌باشد (Elsheikh et al., 2013). روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی که توسط Saaty (1980) توسعه یافته است، به عنوان یک روش قابل قبول برای کنترل چندگانه و ناهمگن مشخصه‌ها، در تلفیق با GIS در تحقیقات متعددی استفاده شده است (Akinci et al., 2013; Pilevar et al., 2020; Amini et al., 2020). تلفیق روش وزن‌دهی فرایند تحلیل سلسله مراتبی با روش مجموعه‌های فازی به دلیل کنترل وزن مشخصه‌های اراضی و محاسبه ارزش تناسب اراضی می‌تواند روشی قوی برای افزایش دقت ارزیابی

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

تناسب اراضی برای تولید یک محصول خاص مورد استفاده قرار گیرد. این مطالعه نیز با هدف به کارگیری روش چندمعیاره تحلیل سلسله مراتبی در تلفیق با روش فازی برای تعیین اراضی مستعد و غیرمستعد در بخشی از اراضی دشت قزوین برای کشت گندم آبی انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در اراضی دشت قزوین، "۴۹°۴۲'۴۶" تا "۵۰°۰۱'۴۲" طول شرقی و "۳۶°۰۱'۰۹" تا "۳۶°۱۸'۲۷" عرض شمالی، با مساحتی در حدود ۶۱۰۰۰ هکتار واقع شده است. ارتفاع منطقه از ۱۱۵۳ تا ۱۳۵۰ متر از سطح آزاد دریا و میانگین بارندگی سالانه از حدود ۲۱۰ تا بیش از ۵۵۰ میلی‌متر متغیر می‌باشد. رژیم‌های رطوبتی خاک زیریک و آریدیک ضعیف و رژیم‌های حرارتی شامل مزیک و ترمیک بوده و انتی‌سول‌ها، اینسپتی‌سول‌ها و آریدی‌سول‌ها خاک‌های غالب منطقه می‌باشند.

پس از مطالعات اولیه، صحرایی و تشریح پروفیل‌های خاک، ۲۱ پروفیل شاهد انتخاب و نمونه‌های خاک از تمام افق‌های آن‌ها گرفته شد. نمونه‌های خاک به آزمایشگاه منتقل و با استفاده از روش‌های استاندارد مورد تجزیه قرار گرفتند (Soil Survey Staff, 2014). محدوده واحدهای طبقه‌بندی خاک (واحدهای نقشه) با استفاده از اطلاعات داده‌های خاک حاصل از تجزیه خاک‌رخوا و اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای پردازش شده، مدل رقومی ارتفاع، توپوگرافی، شیب، زمین‌شناسی و نقشه‌های کاربری اراضی به‌طور دقیق مشخص شدند. مقادیر تعیین شده خصوصیات اقلیم، زمین‌نما و خاک با استفاده از جداول نیازمندی‌های گندم بررسی شدند. نهایتاً مشخص شد که خصوصیات اقلیم، سیل‌گیری، مقدار گچ و ظرفیت تبادل کاتیونی ظاهری خاک برای گندم در اراضی مورد مطالعه محدودیتی نداشته ولی خصوصیات شیب، زهکشی، درصد سنگریزه، بافت خاک، عمق خاک، آهک، pH، کربن آلی، شوری و سدیمی بودن خاک دارای محدودیت بودند بنابراین مشخصه‌های دارای محدودیت برای استفاده در روش‌های ارزیابی تناسب اراضی انتخاب شدند.

روش ارزیابی تناسب اراضی

برای تعیین کلاس‌های تناسب اراضی در واحدهای نقشه از تئوری مجموعه‌های فازی استفاده شد. در نظریه مجموعه‌های فازی، تابع عضویت میزان تناسب با یک کلاس را توصیف می‌کند. Zadeh (1965) پیشنهاد کرد که عضویت در یک مجموعه باید نه به عنوان ۰ (بدون عضو) یا ۱ (عضو) مانند تئوری مجموعه سنتی، بلکه به عنوان یک مقدار بین ۰ تا ۱ (نظریه مجموعه‌های فازی) اندازه‌گیری شود. ارزیابی یک خصوصیت شامل تعیین درجه عضویت خصوصیت برای هر یک از کلاس‌های تناسب است. نتیجه این ارزیابی، ماتریسی از مقادیر درجات عضویت خصوصیات در کلاس‌های تناسب در نظر گرفته می‌شود. خصوصیات تعریف نهایی مناسب بودن را به گونه دیگری تحت تأثیر قرار می‌دهند، بنابراین درجه اهمیت خصوصیات وزن‌دهی می‌شود. کلاس تناسب اراضی نهایی با ترکیبی از ماتریس وزن خصوصیات با ماتریس مقادیر عضویت فازی بدست می‌آید (Ruan, 1990).

برای هر خصوصیت و برای هر کلاس تناسب، توابع عضویت تعیین می‌شود. در این تحقیق، از توابع عضویت شامل Z ، S و π شکل، برای تعیین مقادیر درجات عضویت فازی خصوصیات استفاده شد. مقادیر عضویت تعیین شده در ماتریس R تنظیم می‌شوند. خصوصیات، تأثیر متفاوتی در تولید محصولات دارند. بدین منظور، وزن خصوصیات انتخاب شده طبق روش AHP تعیین شد (جدول ۱).

جدول ۱- مقادیر وزن خصوصیات با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

خصوصیت	شیب	pH	سدیمی	زهکشی	شوری	کربن آلی	عمق، بافت، سنگریزه	آهک	نسبت سازگاری
وزن	۰/۲۴۳	۰/۲۲۴	۰/۱۸۵	۰/۱۷۹	۰/۰۸۵	۰/۰۶۳	۰/۰۱۱	۰/۰۱	۰/۰۶

وزن‌های به دست آمده در ماتریس W قرار گرفتند. ماتریس ارزیابی تناسب E با ترکیب دو ماتریس W و R بر اساس رابطه ۱ تشکیل شد.

$$E = W \circ R \quad (1)$$

در این رابطه: ۰ یک عملگر فازی است، این عملگر را می‌توان به عنوان یک T نرم مثلثی حداقل و یک T کونورم مثلثی را به جای حداکثر در نظر گرفت (Ruan, 1990). طبق این نرم‌ها، بهترین نتیجه برای ماتریس تناسب اراضی طبق رابطه‌های ۲ و ۳ حاصل می‌شود.

$$e_j = \min(a_1 + a_2 + \dots + a_n, 1) \quad (2)$$

$$a_i = \max(0, w_i + r_{ij} - 1) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

در رابطه‌های ۲ و ۳، e اجزای ماتریس تناسب اراضی E برای کلاس‌های تناسب j (S1 تا S2)، r اجزای ماتریس خصوصیات R برای خصوصیات i تحت کلاس تناسب j و w اجزای ماتریس اوزان W برای خصوصیات i می‌باشد. برای محاسبه شاخص تناسب اراضی، مجموع اجزای ماتریس تناسب اراضی E برابر با ۱ استاندارد شده و سپس اجزای جدید یا همان مقادیر نرمال شده ماتریس به ترتیب در متوسط مقدار شاخص‌های حداقل و حداکثر کلاس‌های تناسب اراضی ضرب می‌شوند و نهایتاً طبق رابطه ۴ مقدار شاخص تناسب اراضی به دست می‌آید.

$$LSI = \sum [d(E_j) \times A_j] \quad (4)$$

در رابطه ۴: LSI عبارت از شاخص تناسب اراضی، $d(E_j)$ مقدار نرمال شده یا استاندارد شده ماتریس تناسب اراضی E و A_j میانگین مقادیر شاخص‌های حداقل و حداکثر کلاس‌های تناسب است. برای ارزیابی دقت روش مورد استفاده با استفاده از ضریب تشخیص بین مقادیر عملکرد واقعی کشاورزان و شاخص تناسب اراضی انجام شد.

نتایج و بحث

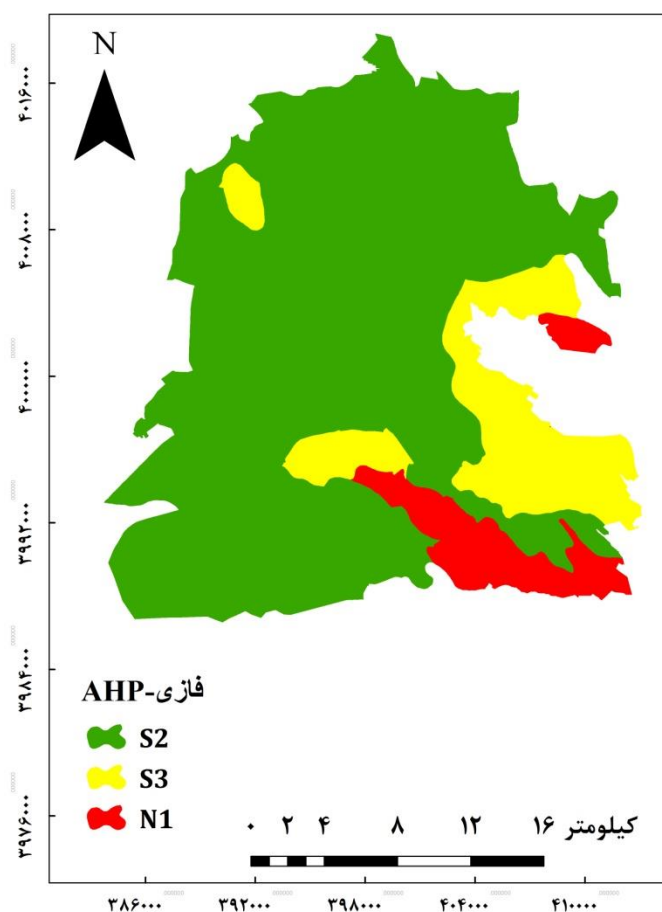
ارزیابی تناسب اراضی منطقه مورد بررسی برای کشت آبی گندم با به کارگیری روش چندمتغیره فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی انجام شد. بر اساس نتایج به دست آمده حدود ۴۸۱۶۹/۱ هکتار معادل ۷۸/۲ درصد از اراضی محدوده مطالعاتی دارای تناسب متوسط (S2)، ۹۰۸۶ هکتار معادل ۱۴/۷ درصد دارای تناسب بحرانی (S3) و ۴۳۴۶/۳ هکتار معادل ۷/۱ درصد نامناسب در حال حاضر (N1) می‌باشند (شکل ۱).

طبق نتایج مهمترین خصوصیات محدودکننده رشد گندم در سطح منطقه، شیب، pH، درصد سدیم تبادلی، زهکشی و شوری بوده و بررسی مقادیر ویژگی‌ها نشان داد که مهمترین عامل محدودیت در همه واحدهای خاک منطقه مورد مطالعه مقدار شیب می‌باشد. فاکتور شیب روش‌های مختلف آبیاری، بیشتر فعالیت‌های کشاورزی و شدت فرسایش خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Fu et al., 2011). مقدار آهک در منطقه مورد مطالعه از ۶ تا ۳۱ درصد (متوسط ۱۶ درصد)، شوری ۰/۴

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

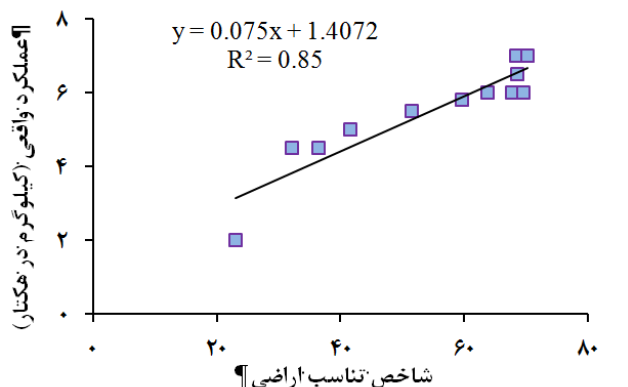
تا ۱۸ دسی زیمنس بر متر (متوسط ۴ دسی زیمنس بر متر) و قلیائیت صفر تا ۷۰ درصد با متوسط ۱۴/۵ درصد متغیر بود. بنابراین، خاک‌های مورد مطالعه تحت تأثیر مواد آهکی و شور و سدیمی قرار دارند. خاک‌های اشباع شده با کلسیم عمدتاً دارای ساختمان با دانه‌بندی و خاکدانه‌های پایدار هستند (Ostovari *et al.*, 2016). از طرف دیگر، خاک‌های اشباع شده از کلسیم مشکل قابل توجهی در تغذیه گیاه ایجاد می‌کنند به دلیل اینکه در این خاک‌ها، خصوصیت pH توسط آبکافت کربنات کنترل شده و pH بیشتر از ۷ ایجاد می‌شود (Sposito, 2016). سدیم تبادلی خاک به دلیل آبکافت می‌تواند تعادل تغذیه‌ای را بهم بریزد و همچنین به دلیل بهم ریختن ساختار فیزیکی خاک باعث کاهش نفوذپذیری در خاک می‌شود (Sparks, 2003).

ارزیابی تقاطعی برای صحت سنجی روش چندمعیاره فازی استفاده شده در این تحقیق بین شاخص تناسب اراضی و عملکرد واقعی در برخی واحدهای نقشه انجام شد. مقدار ضریب تشخیص بدست آمده نشان‌دهنده دقت قابل قبول روش مورد استفاده می‌باشد (شکل ۲). با توجه به این نکته که، برآورد صحیح اهمیت و رتبه خصوصیات اراضی در واحدهای نقشه و تعیین دقیق کلاس‌های تناسب در فرآیند ارزیابی، شرط اصلی ارائه راهکارها، برنامه پایش و مدیریت کاربردی و اصولی اراضی خواهد بود، بنابراین نتایج به دست آمده از کاربرد روش فازی در این تحقیق در تلفیق با روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی به دلیل دقت قابل قبول می‌تواند در تحقق موارد مطرح شده موثر باشد.



شکل ۱- نقشه تناسب اراضی برای کشت آبی گندم

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۲- رابطه بین شاخص تناسب اراضی و عملکرد گندم آبی در برخی واحدها

نتیجه‌گیری

ارزیابی تناسب اراضی، پیش شرط کشاورزی پایدار و کلید دستیابی به برنامه‌های صحیح و اصولی کاربری اراضی است. در مطالعه حاضر، کاربرد روش چندمعیاره فازی در ارزیابی تناسب اراضی برای تولید گندم بر اساس خصوصیات اقلیم، خاک و اراضی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به مقدار ضریب تبیین بین شاخص اراضی و عملکرد مشاهده شده روش استفاده شده دارای دقت قابل قبول بود. محدودکننده‌ترین خصوصیات در اراضی مورد بررسی برای کشت آبی گندم به ترتیب شیب، pH، ESP، زهکشی و شوری خاک هستند. نتایج این رویکرد می‌تواند با شناسایی اراضی مستعد و غیرمستعد در برنامه‌ریزی بهتر کاربری اراضی مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

- Akinci H., Ozalp AY. and Turgut B. (2013). Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. *Computers and Electronics in Agriculture*, 97, 71-82.
- Amini Sh., Rohani A., Aghkhani MH., Abbaspour-Fard MH. and Asgharipour MR. (2020). Assessment of land suitability and agricultural production sustainability using a combined approach (Fuzzy-AHP-GIS): A case study of Mazandaran province, Iran. *Information Processing in Agriculture*, 7(3), 384-402.
- Elsheikh R., Mohamed Shariff ARB., Amiri F., Ahmad NB., Balasundram SK. and Soom MAM. (2013). Agriculture land suitability evaluator (ALSE): a decision and planning support tool for tropical and subtropical crops. *Computers and Electronics in Agriculture*, 93, 98-110.
- Fu Z., Li Z., Zai C., Shi Z., Xu Q. and Wang X. (2011). Soil thickness effect on hydrological and erosion characteristics under sloping lands: a hydrogeological perspective. *Geoderma*, 167-168, 41-53.
- McDowell RW., Snelder T., Harris S., Lilburne L., Larned ST., Scarsbrook M., Holgate B., Phillips J., Taylor K. and Curtis A. (2018). The land use suitability concept: Introduction and an application of the concept to inform sustainable productivity within environmental constraints. *Ecological Indicators*, 91, 212-219.
- Ostovari Y., Ghorbani-Dashtaki S., Bahrami HA., Naderi M., Dematte JAM. and Kerry R. (2016). Modification of the USLE K factor for soil erodibility assessment on calcareous soils in Iran. *Geomorphology*, 273, 385-395.
- Pilevar AR., Matinfar HR., Sohrabi A. and Sarmadian F. (2020). Integrated fuzzy, AHP and GIS techniques for land suitability assessment in semi-arid regions for wheat and maize farming. *Ecological Indicators*, 110, 105887.
- Ruan D. (1990). A critical study of widely used fuzzy implication operators and their influence on the inference rules in fuzzy expert systems. PhD Thesis, State University of Gent, Belgium, 155p.

- Saaty T.L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill International, New York, NY, USA.
- Seyedmohammadi J., Sarmadian F., Jafarzadeh AA. and McDowell RW. (2019). Development of a model using matter element, AHP and GIS techniques to assess the suitability of land for agriculture. *Geoderma*, 352, 80-95.
- Soil Survey Staff. (2014). Kellogg Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 5. R. Burt and Soil Survey Staff (ed.). United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Sparks D.L. (2003). Environmental Soil Chemistry. 2nd edition, Academic Press, 352p.
- Sposito C. (2016). The Chemistry of Soils. 3rd edition, Oxford University Press, 272p.
- Zadeh L.A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Controls*, 8, 338-353.

Suitability analysis of a part of Qazvin plain lands for wheat cultivation by fuzzy multi-criteria method

*Javad Seyedmohammadi¹, Mir Naser Navidi¹, Mansour Chatrenour²

¹Assistant professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

²Researcher of Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

(*Corresponding Author: j.mohammadi@areeo.ac.ir)

Abstract

Identifying land production capacity and selecting land use appropriate to this capacity are among the ways to increase production per unit area. The present study was performed using a multi-criteria method of fuzzy analytical hierarchy process in a part of Qazvin plain lands to separate potential and non-susceptible lands for wheat cultivation. Based on the characteristics of representative soil profiles in each map unit, land suitability assessment for wheat cultivation was performed using fuzzy multi-criteria method and land suitability map was prepared in GIS environment. According to the results, the application of fuzzy integrated method with analytical hierarchy process showed that 48 thousand ha of lands with moderately suitable, 9 thousand hectares with marginally suitable and 4 thousand ha are currently unsuitable. The most important land-limiting characteristics in the region include slope, ESP, pH, drainage and soil salinity. The value of the determination coefficient between the land suitability index obtained in the map units and the actual yield is 85%, which indicates the acceptable accuracy of the above method in determining land suitability classes. Therefore, the above method can be used with confidence in assessing the suitability of lands.

Keywords: Analytical hierarchy process, Fuzzy, GIS, Wheat suitability.

مطالعه همبستگی غلظت فلزات سنگین ناشی از کاربرد کمپوست پسماند شهری در خاک و اندام هوایی اسفناج

محسن سیلسپور

عضو هیات علمی بخش تحقیقات کشت های گلخانه ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، ورامین، ایران
mseilsep@yahoo.com

چکیده

طبق مطالعات صورت گرفته، خاک های کشور از نظر ماده آلی فقیر هستند و در بخش وسیعی از خاک ها، ماده آلی خاک کمتر از یک درصد است. بنابراین استفاده از منابع کودهای آلی در این خاک ها ضروری است. یکی از منابع ماده آلی برای افزودن به خاک با هدف افزایش ماده آلی، کمپوست پسماند شهری است که دارای اثرات مثبتی بر افزایش ذخیره ماده آلی خاک است، اما در مواردی نیز موجب افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک می گردد. به منظور مطالعه چگونگی تاثیر کاربرد کمپوست پسماند شهری بر غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج، طی یک پژوهش مزرعه ای، اثرات کاربرد سطوح مختلف کمپوست پسماند شهری کارخانه شهری تهران بر میزان غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم، نیکل و کروم در خاک و اندام هوایی اسفناج از طریق تعیین همبستگی بین غلظت فلزات سنگین در خاک و اندام هوایی اسفناج و تعیین مدل های رگرسیونی مربوطه بررسی شد. بدین منظور مقادیر مختلف کمپوست پسماند شهری از صفر تا ۵۰ تن در هکتار در خاک مصرف شد. سپس اسفناج برگ پهن رقم ورامین در کرت های آزمایشی کشت گردید. غلظت فلزات سنگین در خاک و گیاه تعیین گردید. نتایج نشان داد که بین غلظت فلزات سنگین در خاک و اندام هوایی اسفناج همبستگی مثبت معنی دار وجود دارد. مدل رگرسیونی غلظت سرب، کادمیوم و نیکل در اندام هوایی اسفناج از مدل خطی و مدل رگرسیونی کروم از مدل درجه دو پیروی می کرد.

کلمات کلیدی: رگرسیون، سرب، کادمیوم، نیکل، کروم

مقدمه

در سال های اخیر سازمان کشاورزی و خواروبار جهانی (F.A.O) طرح توسعه نظام های تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی را برای کشورهای در حال توسعه پیشنهاد نموده است. بر اساس تحقیقات انجام شده، تلفیق کودهای شیمیایی به همراه منابع آلی و بیولوژیک (مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک) نتایج مطلوبی در افزایش بازده تولید فرآورده های کشاورزی داشته که خود می تواند راهی به سوی کشاورزی پایدار باشد (Badran and Safwat, 2004). یکی از منابع کودهای آلی، کمپوست پسماند شهری است. نتایج بسیاری از تحقیقات نشان می دهد که کمپوست پسماند شهری قابلیت کاربرد در اراضی کشاورزی را دارا می باشد. مشخص شده است که کمپوست پسماند شهری به عنوان یک کود آلی مقرون به صرفه با توان مناسب و با ارزش، می تواند به عنوان جایگزینی مناسب بخشی از کودهای شیمیایی در کشاورزی پایدار و کشت آلی از جایگاه ویژه ای برخوردار باشد (Soumare et al., 2003). علیرغم اثرات مثبت کمپوست پسماند شهری، متاسفانه در مواردی مشاهده شده است که کاربرد این کود باعث افزایش محتوای فلزات سنگین در خاک می گردد. به عنوان مثال در اثر اضافه کردن کمپوست زباله شهری در یک خاک آهکی در چین، افزایش غلظت کادمیوم خاک مشاهده شد (Zhang et al., 2006). نتایج تحقیقات سایر محققان نیز بر افزایش غلظت نیکل با مصرف کمپوست زباله شهری اذعان دارد. به عنوان مثال در اثر اضافه کردن کمپوست زباله شهری به خاک در استرالیا، افزایش غلظت نیکل خاک مشاهده شده است (Warman et al., 2004). نتایج تحقیقات

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نشان داد که عنصر سرب یکی از مهمترین آلاینده های کمپوست زباله می باشد و در اثر کاربرد این نوع کمپوست، شاهد افزایش غلظت سرب در خاک خواهیم بود (Warman and Shan, 2004). با تکیه بر این شواهد و تحقیقات صورت گرفته و عدم اطلاعات کافی در خصوص اثر کاربرد کمپوست پسماند شهری بر جذب فلزات سنگین از جمله سرب و کادمیوم توسط اسفناج اقدام به تعیین مدل همبستگی غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج با مقادیر فلزات سنگین خاک گردید. نتایج تحقیقات نشان می دهد که مصرف کمپوست پسماند شهری باعث افزایش غلظت کادمیوم محصول می گردد. نتایج یک تحقیق در خصوص استفاده از کمپوست پسماند شهری در زراعت اسفناج نشان داد که در اثر مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله، غلظت کادمیوم در محصول اسفناج افزایش یافت و از ۰/۰۲ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۰/۱۶ میلی گرم در کیلوگرم رسید (سیلپور، ۱۳۹۲) این میزان کادمیوم بیشتر از حداکثر غلظت مجاز (۰/۱ میلی گرم در کیلوگرم) می باشد (صلحی و همکاران، ۱۳۸۴). نتایج تحقیقات نشان می دهد که مصرف کمپوست پسماند شهری باعث افزایش غلظت نیکل محصول می گردد. نتایج یک تحقیق در خصوص استفاده از کمپوست پسماند شهری در زراعت اسفناج نشان داد که در اثر مصرف کمپوست، غلظت نیکل در محصول اسفناج افزایش داشت و از ۰/۰۲۹ میکروگرم در گرم در تیمار شاهد به ۰/۱۱۵ میلی گرم در کیلوگرم رسید (سیلپور، ۱۳۹۲). این مقدار نیکل در محصول، بیش از حداکثر مجاز در محصول اسفناج (۰/۱ میلی گرم در کیلوگرم) می باشد (صلحی و همکاران، ۱۳۸۴). نتایج تحقیقات نشان می دهد که مصرف کمپوست پسماند شهری باعث افزایش غلظت سرب محصول می گردد. نتایج یک تحقیق در خصوص استفاده از کمپوست پسماند شهری در زراعت اسفناج نشان داد که در اثر مصرف کمپوست، غلظت سرب در محصول اسفناج افزایش داشت و از ۰/۰۱۴ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۰/۰۸۰ میلی گرم در کیلوگرم رسید (سیلپور، ۱۳۹۲). این غلظت سرب، فاصله زیادی تا حداکثر مجاز در محصول اسفناج (۰/۲ میلی گرم در کیلوگرم) دارد (صلحی و همکاران، ۱۳۸۴). نتایج تحقیقات نشان می دهد که مصرف کمپوست پسماند شهری باعث افزایش غلظت سرب محصول می گردد. نتایج یک تحقیق در خصوص استفاده از کمپوست پسماند شهری در زراعت اسفناج نشان داد که در اثر مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست، غلظت کروم در محصول اسفناج افزایش داشت. غلظت کروم از ۰/۰۵۹ میلی گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۰/۲۲۲ میلی گرم در کیلوگرم رسید (سیلپور، ۱۳۹۲) که کمی بیش از حداکثر مجاز در محصول اسفناج (۰/۲ میلی گرم در کیلوگرم) بود (صلحی و همکاران، ۱۳۸۴).

مواد و روش ها

به منظور بررسی مصرف سطوح مختلف کمپوست زباله شهری تهران بر جذب فلزات سنگین توسط اسفناج، آزمایشی مزرعه ای با ۶ تیمار و ۳ تکرار در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی در مزرعه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف کاربرد کمپوست پسماند شهری (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ تن در هکتار با رطوبت ۲۲ درصد وزنی) بود. قبل از کاشت، از خاک محل اجرای آزمایش نمونه برداری مرکب به عمل آمده و خاک حاصل با روش های متداول در موسسه تحقیقات خاک و آب تجزیه شد (علی احیایی، ۱۳۷۲). غلظت فلزات سنگین نیز با دستگاه جذب اتمی تعیین شد. پس از پایان اجرای آزمایش نیز از خاک کرت های آزمایشی نمونه برداری شد و پارامترهای ذکر شده اندازه گیری شدند. عملیات کاشت در نیمه دوم شهریور ماه با رقم اسفناج برگ پهن ورامین انجام شد. هر کرت شامل سه خط، هر خط کاشت بطول سه متر، فاصله خطوط شصت سانتی متر و فاصله بوته ها روی خطوط پنج سانتی متر بود. تراکم کشت ۳۰۰۰۰۰ بوته در هکتار بود. برداشت در ۲۸ شهریور انجام شد. غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین گردید (امامی، ۱۳۷۵). معادلات همبستگی غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج با غلظت فلزات سنگین در خاک با استفاده از نرم افزار اکسل تعیین گردید. در این معادلات، غلظت فلز سنگین در اندام هوایی اسفناج به عنوان متغیر وابسته (Y) و غلظت فلز سنگین در خاک به عنوان متغیر مستقل (X) در نظر گرفته شد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۱: نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

مقدار	واحد	آزمایش
۱/۲	دسی زیمنس بر متر	هدایت الکتریکی
۷/۸	-	واکنش
۳۵	-	درصد اشباع
۰/۳۸	درصد	کربن آلی
۶/۴	میلی گرم در کیلوگرم	فسفر قابل جذب
۲۰۰	میلی گرم در کیلوگرم	پتاسیم قابل جذب
۳	میلی گرم در کیلوگرم	آهن قابل جذب
۱۴/۵	میلی گرم در کیلوگرم	منگنز قابل جذب
۰/۱۶	میلی گرم در کیلوگرم	روی قابل جذب
۱/۲۸	میلی گرم در کیلوگرم	مس قابل جذب
۰/۰۴	میلی گرم در کیلوگرم	کادمیوم قابل جذب
۲/۰	میلی گرم در کیلوگرم	سرب قابل جذب
۰/۵۲	میلی گرم در کیلوگرم	نیکل قابل جذب

نتایج و بحث

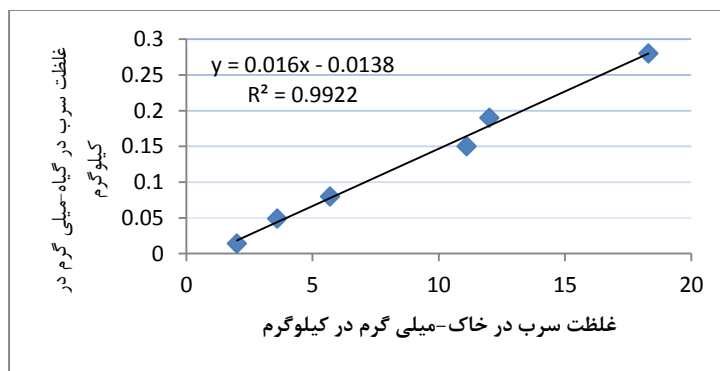
بین غلظت سرب خاک و غلظت سرب در محصول اسفناج همبستگی معنی دار وجود داشت (شکل ۱) که از رابطه غیر خطی با ضریب تبیین ۰/۹۹ پیروی می کرد (رابطه ۱). هم چنین بین غلظت کادمیوم خاک و غلظت کادمیوم در محصول اسفناج نیز همبستگی معنی دار وجود داشت (شکل ۲) که مدل رگرسیونی آن از رابطه خطی با ضریب تبیین ۰/۹۸ پیروی می کرد (رابطه ۲). بین غلظت نیکل خاک و غلظت نیکل در محصول اسفناج همبستگی معنی دار وجود داشت (شکل ۳) که مدل رگرسیونی آن از رابطه غیر خطی با ضریب تبیین ۰/۹۸ پیروی می کرد (رابطه ۳). نتایج هم چنین نشان داد که بین غلظت کروم خاک و غلظت کروم در محصول اسفناج همبستگی وجود دارد (شکل ۴) که مدل رگرسیونی آن از رابطه غیر خطی با ضریب تبیین ۰/۹۸ پیروی می کرد (رابطه ۴).

$$Y = 0.016X - 0.013 \quad \text{رابطه ۱}$$

$$Y = 0.52X - 0.013 \quad \text{رابطه ۲}$$

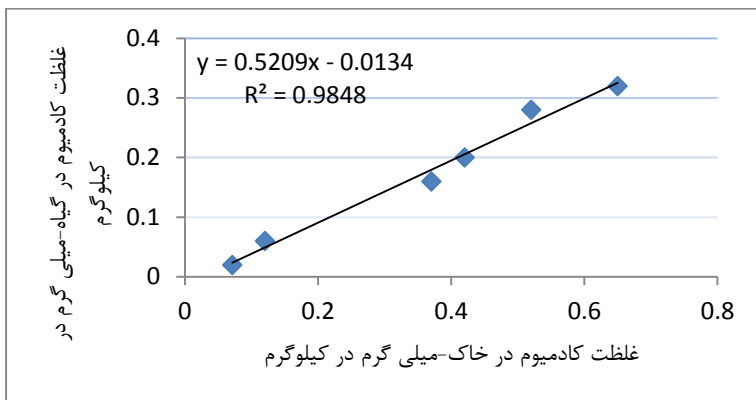
$$Y = -0.0019X^2 + 0.18X - 0.054 \quad \text{رابطه ۳}$$

$$Y = 0.0087X - 0.027 \quad \text{رابطه ۴}$$

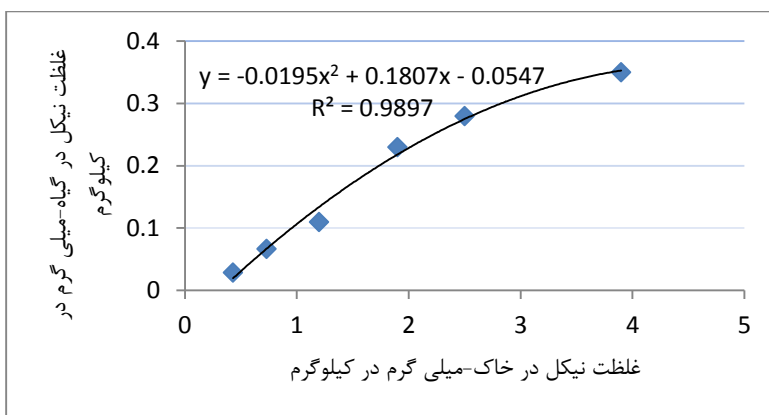


شکل ۱- همبستگی غلظت سرب خاک با غلظت سرب محصول اسفناج

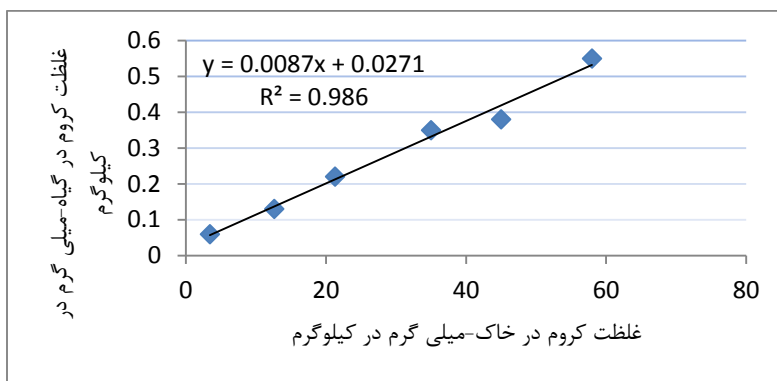
هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۲- همبستگی غلظت کادمیوم خاک با غلظت کادمیوم محصول اسفناج



شکل ۳- همبستگی غلظت نیکل خاک با غلظت نیکل محصول اسفناج



شکل ۴- همبستگی غلظت کروم خاک با غلظت کروم محصول اسفناج

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نتیجه گیری:

نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج تحت تاثیر غلظت فلزات سنگین در خاک است و با افزایش مصرف کمپوست پسماند شهری، غلظت فلزات سنگین در خاک افزایش می یابد و منتج آن، غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج نیز افزایش می یابد. مدل رگرسیونی غلظت سرب، کادمیوم و نیکل در اندام هوایی اسفناج از مدل خطی و مدل رگرسیونی کروم از مدل درجه دو پیروی می کرد.

منابع:

۱. امامی، ع. (۱۳۷۵). روش های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.
۲. سیلسپور، م. (۱۳۹۲). بررسی و تعیین اثرات کمپوست زباله و نیتروژن بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی خاک و خصوصیات کمی و کیفی اسفناج. گزارش نهایی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ایران.
۳. صلحی، م.، ملکوتی، م.ج. و سعادت. س. (۱۳۸۴). پراکنش و غلظت مجاز فلزات سنگین در چرخه حیات. نشریه فنی شماره ۴۷۰. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
۴. علی احمادی، م.، و بهبهانی زاده، ع (۱۳۷۲). شرح روش های تجزیه شیمیایی خاک، نشریه ۸۹۳، انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۲۷ صفحه.
5. Badran, F. S. and Safwat, M. S. (2004). Response of fennel plants to organic manure and bio-fertilizers in replacement of chemical fertilization. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 82: 247-256.
6. Soumare, M., F. Tack and Verloo, M. (2003). Characterisation of Malian and Belgian solid waste composts with respect to fertility and suitability for land application. *Waste Manag.* 23, 517-522
7. Warman, P.R and Shan, V. (2004). Influence of source – separated MSW compost on vegetable crop growth and soil properties: year 3. In: *Proceeding of the 8th Annual Meeting of the Composting Council of Canada*, Ottawa, Ontario, November 3-5, pp. 263-273.
8. Warman, P.R., Murphy, C. and Burnham, J. (2004). Soil and plant response to MSW compost applications on lowbush blueberry fields. in 2000 and 2001. *Small Fruit Rev.* 3 (1/2), 19–31.
9. Zhang, M., Heaney, D. and Henriquez, B. (2006). A fouryear study on influence of biosolids/MSW cocompost application in less productive soils in Alberta: nutrient dynamics. *Compost Sci. Util.* 14 (1), 68–80

Study of correlation of heavy metals concentration due to utilization of municipal waste compost in soil and arial part of spinach

Mohsen Seilsepour

Greenhouse Cultivation Research Department, Tehran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Varamin, Iran

Abstract

According to studies, soils of the country are poor in organic matter and in a large part of the soil, the organic matter is less than 1%. Therefore, the use of organic fertilizer resources in these soils is essential. One of the sources of organic matter to increase organic matter, is municipal waste compost, which has a positive effects on the increase of soil organic material storage, but in some cases, also increases the concentration of heavy metals in the soil. In order to study the effects of the application of municipal solid waste compost on the concentration of heavy metals in the spinach aerial parts, in a field study, the effects of different levels of municipal solid waste compost in Tehran plant on the concentration of heavy metals in lead and cadmium, nickel and chromium in soil and air organs Spinach was determined by determining the correlation between the concentration of heavy metals in the soil and aerial parts of spinach and determining the appropriate regression models. For this purpose, different amounts of municipal solid waste compost were consumed from zero to 50 tons per hectare. Then, leafy spinach of Varamin variety was grown in experimental plots. The concentration of heavy metals in soil and plant was determined. The results showed that there is a significant positive correlation between the concentration of heavy metals in the soil and aerial parts of spinach. The regression model of lead, cadmium and nickel concentrations in spinach aerial parts followed the linear model and the regression model of chromium from the second-degree model.

Keywords: Regression, Lead, Cadmium, Nickle, Chromium

نقشه برداری خاک و ارزیابی کیفی تناسب اراضی در البرز مرکزی

(مطالعه ی موردی: روستای نسل شهرستان آمل)

عارف حسین پور^۱ و حسین ترابی گل سفیدی^۲

^۲- نویسنده ی مسئول: استادیار گروه علوم خاک دانشگاه شاهد htorabi@shahed.ac.ir

^۱- دانش آموخته ی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه شاهد

چکیده

هدف از این تحقیق شناسایی و تهیه نقشه خاک و ارزیابی کیفی تناسب اراضی و مقایسه جداول نیازمندی های آب و هوایی و خاکی سایز و همکاران با جداول اصلاح شده ی موسسه تحقیقات خاک و آب برای شرایط ایران در اراضی روستای نسل شهرستان آمل با مساحتی بالغ بر ۱۷۲ هکتار بود. این منطقه دارای رژیم رطوبتی زیریک و رژیم حرارتی مزیک است. برای انجام این تحقیق ۳۵ خاکرخ حفر و تشریح شد. پس از شناسایی افق های اصلی، از هر یک از لایه ها نمونه های خاک تهیه و جهت انجام تجزیه های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد. خاکرخ ها بر طبق رده بندی جدید آمریکایی، تا سطح فامیل رده بندی شدند و نقشه فاز سری خاک تهیه شد. خاک های منطقه در رده اینسپتی سول (Inceptisols) با مساحت ۱۱۵ هکتار، رده مالی سول (Mollisols) با مساحت ۱۵ هکتار و در آخر هم رده انتی سول (Entisols) با مساحت ۹ هکتار قرار داشتند. براساس نتایج ارزیابی کیفی تناسب اراضی، پارامتر دما مهم ترین محدودیت اقلیمی برای منطقه مورد مطالعه بود. محصولات جو و باقلا با بیشترین درجه اقلیمی و کمترین محدودیت اقلیمی در کلاس S1 و گندم با کمترین درجه اقلیمی، در کلاس S3 قرار گرفتند. مهم ترین محدودیت های خاکی شامل؛ شیب، سنگریزه، در برخی مناطق pH و آهک (براساس جداول ساینس) بود. نتایج ضریب تبیین روابط رگرسیونی بین تولید مشاهده شده و شاخص اراضی، نشان داد که جداول سایز و همکاران برای همه محصولات به غیر از سیب زمینی، انطباق بیشتری با واقعیت های زمینی منطقه داشته است. محاسبه شاخص اراضی به روش استوری و ریشه دوم برتری قابل توجهی نسبت به یکدیگر نداشتند.

واژگان کلیدی: خاکرخ، رده بندی خاک، نقشه فاز سری خاک، فامیل خاک

مقدمه

نحوه توزیع خاک های مختلف بر روی کره زمین و ارتباط آنها با یکدیگر موضوع مورد علاقه دانشمندان نقشه برداری خاک است و محصول نهایی فعالیت کارشناسان این رشته ارائه نقشه خاک به همراه گزارشات مورد نیاز جهت استفاده برنامه ریزان و مهندسان می باشد. نقشه خاک به عنوان نقشه پایه برای تهیه نقشه های دیگر از جمله نقشه های طبقه بندی اراضی برای آبیاری، قابلیت آبیاری و تناسب اراضی استفاده می شود.

(Jiang and Thelen, 2004) اثر ویژگی های خاک و توپوگرافی را بر عملکرد محصول گندم و سویا در شمال مرکز آمریکا (میشیگان) دو متغیر ارتفاع و شیب را با اثر عملکرد محصول مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که شیب و شن دو عامل محدود کننده در عملکرد محصول بودند و متغیرهای دیگر مانند اشباع خاک، pH محلول، مقدار رس، و ارتفاع در تشریح تنوع عملکرد محصول مفید بودند.

اسفندیارپور بروجنی و همکاران (۱۳۸۸) با مطالعه تاثیر نوع شکل اراضی بر نتایج روش ژئوپدولوژی در نقشه برداری خاک های منطقه دماوند، به این نتیجه رسیدند که نوع شکل اراضی تاثیرات قابل ملاحظه ای بر نتایج روش ژئوپدولوژی داشته است. دماوندی (۱۳۸۱) با بررسی ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات گندم، سیب زمینی و لوبیا در شهرستان ابهر زنجان در ناحیه ای به وسعت سی هزار و دو هکتار، به این نتیجه رسید که منطقه مورد مطالعه با توجه به میزان بارندگی در طول سیکل رشد، به خصوص در زمان مرحله رسیدگی محصول گندم دیم، دارای تناسب بحرانی (S3) است ولی برای محصولات گندم آبی، لوبیا و سیب زمینی از نظر خصوصیات آب و هوایی، محدودیتی وجود نداشت و از نظر اقلیم در کلاس تناسب (S1) قرار گرفت. از مجموع کل اراضی، حدود ۲۱/۵ درصد برای گندم آبی، کاملاً مناسب و برای لوبیای آبی، حدود فقط یک درصد کاملاً مناسب بوده و برای سیب زمینی آبی، کلاس مناسب وجود نداشت.

هدف از این تحقیق شناسایی و تهیه نقشه خاک و ارزیابی کیفی تناسب اراضی و مقایسه جداول نیازمندی‌های آب و هوایی و خاکی سایز و همکاران (۱۹۹۱) با جداول اصلاح شده گیوی (۱۳۷۶) برای شرایط ایران در اراضی روستای نشل شهرستان آمل بود.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی با مساحتی بالغ بر ۱۷۲ هکتار در روستای نشل، در بین بخش امامزاده عبدالله و لاریجان شهرستان آمل در استان مازندران واقع و این محدوده در جنوب روستای خرم، جنوب شرقی روستای گریوده و شمال شرقی روستای اندوار و در موقعیت $۳۱^{\circ} ۵۲'$ تا $۳۰' ۵۲^{\circ}$ طول شرقی و $۰۱' ۳۶^{\circ}$ تا $۵۹' ۳۵^{\circ}$ عرض شمالی قرار دارد. (شکل ۱). متوسط حداکثر درجه حرارت منطقه، $۲۷/۷$ درجه سلیسیوس و مربوط به ماه تیر و متوسط حداقل دما در این محدوده $۱۱/۹$ - درجه و مربوط به ماه بهمن می‌باشد. متوسط درجه حرارت سالیانه $۹/۳۲$ درجه است که نشان دهنده زمستان‌های سرد و طولانی و تابستان‌های کوتاه است. میزان بارندگی سالیانه ۳۱۲ میلی‌متر است که بیشترین بارندگی مربوط به ماه‌های بهمن تا اردیبهشت و در زمستان غالباً به صورت برف می‌باشد. میزان میانگین رطوبت نسبی در منطقه، ۶۵ درصد است. همچنین تعداد روزهای یخبندان حدود ۱۰۵ روز در سال گزارش شده است. رژیم حرارتی و رطوبتی خاک براساس منحنی آمبروترمیک برنامه ی نیوهال به ترتیب مزیک (Mesic) و زریک (Xeric) می‌باشد.

عمده‌ترین ساختارهای زمین شناسی منطقه شامل سنگ‌های، ماسه‌سنگ آهکی، مارل ماسه‌ای، شیل و کنگلومرا است که مربوط به دوران ژوراسیک تا میوسن می‌باشد.

در اراضی کشاورزی منطقه، گیاهان متنوعی وجود دارند که شامل؛ گیاهان علوفه‌ای شامل شبدر، یونجه، مرغک، انجیرک، کولک (گلپر)، مسک (بابا آدم یا فیل گوش)، لاستیمک (بومادران)، و غیره هستند. گیاهان زراعی روستا، شامل سیب‌زمینی، گندم، جو، باقلا، عدس، یونجه می‌باشند. درختان غیر مثمر شامل تیریزی، صنوبر، بید و درختان باغی شامل سیب، گلابی، گیلاس، زرد آلو، آلوچه، گلابی هستند. به طور کلی اراضی کشاورزی منطقه غالباً در دامنه کوه و حاشیه رودخانه قرار داشته و به صورت آبی کشت می‌شوند.

مراحل انجام مطالعات

اطلاعات اولیه منطقه مورد مطالعه با استفاده از تصاویر سه بعدی (مجازی) گوگل ارتس بررسی و تفسیر شد. پس از شناخت شرایط منطقه و تجزیه تحلیل آن‌ها و روی هم قرار دادن نقشه‌های توپوگرافی $۱:۲۵,۰۰۰$ و نقشه زمین‌شناسی، بازدید از منطقه مورد مطالعه به عمل آمد و سپس تیپ اراضی، واحدها و اجزاء واحد اراضی براساس شکل زمین تفکیک و نقشه اولیه خاک تهیه گردید. در هر واحد نقشه چندین خاکرخ (پروفیل) خاک مکان‌یابی شده و مختصات آنها به دستگاه GPS منتقل گردید. با توجه به سطح مطالعه که از نوع تفصیلی دقیق است، حدود ۱ خاکرخ در هر ۵ هکتار و در مجموع ۳۵ خاکرخ حفر گردید. خاکرخ‌ها به روش شوینبرگر (Schoeneberger, 2002) تشریح گردید. افق‌های مختلف هر خاکرخ شناسایی و خصوصیت هر افق از قبیل ضخامت، مرز افق، رنگ، ساختمان، پایداری خاکدانه‌ها، وضعیت ریشه‌ها، جوشش خاک با اسید کلریدریک بررسی و از افق‌های مختلف هر خاکرخ نمونه خاک تهیه و جهت مطالعات دقیق‌تر به آزمایشگاه منتقل گردید.

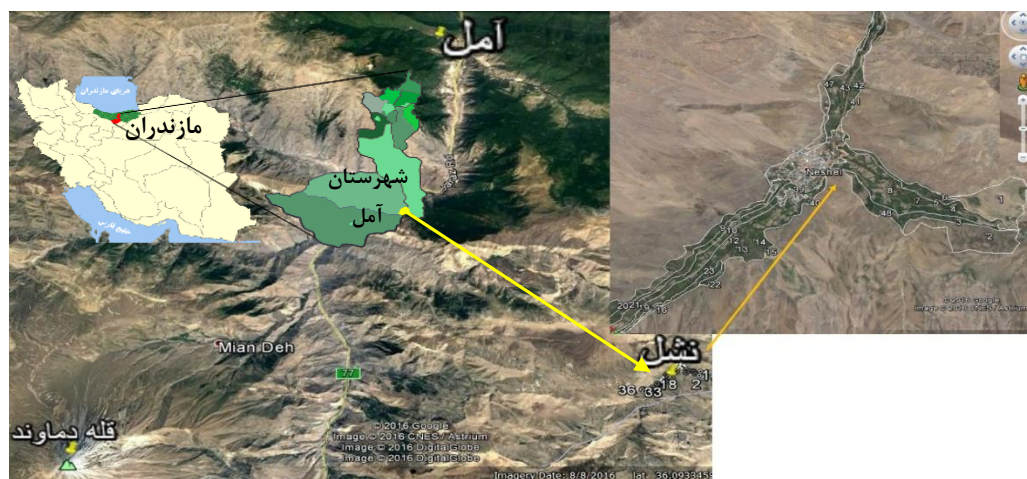
تجزیه‌های شیمیایی بر روی نمونه‌های شاهد و همچنین تجزیه‌های فیزیکی نمونه‌های دست‌نخورده بر اساس روش‌های متداول در آزمایشگاه‌های خاک موسسه تحقیقات خاک و آب بشرح ذیل انجام شد:

اسیدیته خاک در گل اشباع به روش پتانسیومتری، هدایت الکتریکی در عصاره اشباع خاک با استفاده از روش هدایت سنجی، بافت خاک به روش هیدرومتری، کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی اسید با سود، کربن آلی به روش هضم تر، کربنات بی کربنات به روش تیتراسیون با اسید سولفوریک در مجاورت فنل فتالین و متیل اورنژ به روش حجمی، کلر به روش رسوب سنجی با نیترات نقره، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش جانشین نمودن یون‌های سدیم قابل تبادل با یون آمونیوم در PH $۸/۲$ ، فسفر قابل جذب به روش اولسن، پتاسیم قابل جذب به روش استخراج با استات آمونیوم و قرائت غلظت آن با استفاده از فلاپم فتومتر (احیایی، ۱۳۷۲).

پس از انجام مطالعات آزمایشگاهی اقدام به رده‌بندی خاک در سیستم رده‌بندی جدید امریکایی تا سطح فامیل گردید. سری‌های خاک و فاز سری نیز تعیین و مرز دقیق آنها نهایی و در قالب نقشه فاز سری خاک تهیه شد. پس از تهیه نقشه سری های خاک با استفاده از دستورالعمل (Sys et al. 1991) اقدام به ارزیابی کیفی تناسب اراضی گردید. در این روش ابتدا با استفاده از جدول نیازهای اقلیمی و خاکی (Sys et al. 1993) و همچنین جداول اصلاح شده توسط گیوی (۱۳۷۶) به روش های استوری و ریشه دوم اقدام به تعیین شاخص اقلیم (CL) و سپس تبدیل آن به درجه اقلیمی (CR) گردید. سپس با استفاده از نتایج مورفولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاکرخ های شاهد، شاخص اراضی (LI) نیز به دو روش ذکر شده محاسبه و براساس آن و جدول ۱ کلاس های کیفی تناسب اراضی تعیین گردید.

جدول ۱- تعیین کلاس نهایی کیفی تناسب اراضی بر اساس مقدار شاخص اراضی

وضعیت	Land index	Land class
خیلی مناسب	100-75	S1
تناسب متوسط	75-50	S2
تناسب کم	50-25	S3
نامناسب	25-0	N



شکل ۱- محدوده محلی، استانی و کشوری منطقه مورد مطالعه

نتایج و بحث

خاکرخ‌ها بر طبق رده‌بندی جدید امریکایی، تا سطح فامیل رده‌بندی شدند و نقشه فاز سری خاک تهیه شد. عمده خاک‌های منطقه در رده اینسپتی سول (Inceptisols) با مساحت ۱۱۵ هکتار، رده مالی سول (Mollisols) با مساحت ۱۵ هکتار و در آخر هم رده انتی سول (Entisols) با مساحت ۹ هکتار قرار داشتند. در مطالعه تفصیلی فوق تعداد ۱۲ سری خاک و ۳۱ فاز سری خاک تعیین گردید. نقشه ی خاک منطقه ی مورد مطالعه در شکل ۲ نشان داده شده است.

با توجه به نتایج بدست آمده در ارزیابی تناسب کیفی، مهم‌ترین محدودیت‌های آب و هوایی منطقه مورد مطالعه ابتدا برای گندم آبی در درجه اول، متوسط دمای دوره رشد و سپس متوسط دمای دوره سبزینه‌ای است که منجر به کاهش درجه اقلیمی آن به ۵۳ و در حد کلاس S3 شده است در حالی که تنها عامل محدودیت برای کشت آبی جو ترکیب میانگین دمای حداقل و حداکثر سردترین ماه بوده و سبب کاهش درجه اقلیمی به ۸۲ و کلاس S1 گردید. مهم‌ترین محدودیت آب و هوایی برای کشت یونجه، میانگین دمای دوره رشد است که سبب کاهش درجه اقلیمی به ۶۲ و کلاس S2 شد. متوسط دمای حداقل مطلق ماه اول و سپس متوسط دمای حداقل مطلق ماه‌های دوم، سوم و چهارم، مهم‌ترین عوامل محدودیت آب و هوایی برای کشت آبی سیب زمینی هستند که سبب کاهش درجه اقلیمی به ۶۲ و کلاس S2 شده است. اما محدودیت نسبی میانگین حداقل درجه حرارت در دوره رشد برای کشت باقلا سبب کاهش درجه اقلیمی به ۷۶ و ۸۴ به ترتیب برای روش استوری و ریشه دوم و کلاس S1

گردید. بنابراین محصولات جو و باقلا با بیشترین درجات اقلیمی و با کمترین محدودیت اقلیمی دارای کلاس S1 و گندم با کمترین درجه اقلیمی و بیشترین محدودیت، اما همچنان در کلاس S3 هستند.

مهمترین عامل محدودیت خاک و سرزمین، وجود شیب‌های زیاد، مخصوصاً در واحدهای نقشه 1.Gris، 2.Pir، 2.Nar و 2.Lat، محدودیت نسبتاً شدید سنگریزه در واحدهای 1.Kato، 2.Nar، 1.Nar، 1.Lat و 2.Lat، محدودیت شدید عمق خاک در 3.Nar، محدودیت سیل‌گیری در 3.Nar، 3.Gat، محدودیت زهکشی ضعیف در 3.Gat و 1.Sya می‌باشند. محدودیت نسبتاً شدید آهک و pH برای محصولات سیب زمینی و یونجه و براساس جداول نیازمندی‌های خاکی و سرزمینی سایز و همکاران (۱۹۹۳) در اغلب واحدهای اراضی وجود دارد. اما براساس جداول نیازمندی‌های اصلاح شده توسط گیوی (۱۳۷۶) هیچ گونه محدودیتی از نظر مقدار آهک برای دو محصول سیب زمینی و یونجه وجود نداشته اما از نظر pH همچنان برای برخی واحدها، این محدودیت به صورت نسبی وجود دارد. با توجه به جدول نیازمندی‌های خاکی سایز و همکاران (۱۹۹۳)، وجود شیب زیاد و سنگریزه باعث شده کلاس‌های تناسب اراضی عمدتاً در N1، N2 و S3 قرار بگیرند اما براساس جداول اصلاح شده گیوی (۱۳۷۶) از این محدودیت‌های خاکی کاسته شده و باعث بهبود کلاس‌های تناسب اراضی شده است.

نتایج نشان داد که طبق جداول سایز و همکاران (۱۹۹۳) برای گندم در روش استوری ۴۱ درصد از اراضی منطقه مورد مطالعه در کلاس N2، ۳۸ درصد در کلاس S3 و ۲۱ درصد در کلاس N1 بوده و براساس روش ریشه دوم، ۵۵ درصد اراضی در کلاس S3، ۲۸ درصد در کلاس N1 و ۱۷ درصد در کلاس N2 قرار دارند. برای جو در روش استوری، ۷ درصد اراضی دارای کلاس S2، ۳۹ درصد در کلاس S3، ۲۵ درصد در کلاس N1 و ۲۹ درصد در کلاس N2 و براساس روش ریشه دوم، ۴۱ درصد در کلاس S2، ۳۱ درصد در کلاس S3، ۱۷ درصد در کلاس N1 و ۱۰ درصد در کلاس N2 قرار گرفتند. برای سیب‌زمینی در روش استوری ۳ درصد در کلاس S3، ۳۴ درصد در کلاس N1 و ۶۲ درصد اراضی در کلاس N2 قرار دارند. برای یونجه به روش استوری، ۳۱ درصد اراضی در کلاس S3، ۲۴ درصد در کلاس N1 و ۴۵ درصد در کلاس N2 قرار گرفتند اما براساس روش ریشه دوم، ۵۵ درصد در کلاس S3، ۲۸ درصد در کلاس N1 و ۱۷ درصد در کلاس N2 می‌باشند. در مورد باقلا به روش استوری، ۳۴ درصد اراضی در کلاس S3، ۲۱ درصد اراضی در کلاس N1 و ۴۵ درصد اراضی در کلاس N2 قرار دارند.

اما نتایج حاصله براساس جداول اصلاح شده گیوی (۱۳۷۶) نشان داد که برای گندم به روش استوری، ۴۵ درصد اراضی در کلاس S3، ۳۱ درصد در کلاس N1، ۲۴ درصد اراضی در کلاس N2 و براساس روش ریشه دوم، ۶۶ درصد در کلاس S3، ۳۱ درصد در کلاس N1 و ۳ درصد در کلاس N2 قرار دارند. برای جو به روش استوری، ۲۴ درصد در کلاس S2، ۴۱ درصد در کلاس S3، ۲۱ درصد در کلاس N1، ۱۴ درصد در کلاس N2 و براساس روش ریشه دوم، ۶۲ درصد در کلاس S2، ۲۱ درصد در کلاس S3، ۱۴ درصد در کلاس N1 و ۳ درصد در کلاس N2 قرار گرفتند. برای سیب زمینی در روش استوری، ۴۱ درصد در کلاس S3، ۲۸ درصد در کلاس N1، ۳۱ درصد در کلاس N2 و براساس روش ریشه دوم، ۳ درصد در کلاس S2، ۶۲ درصد در کلاس S3، ۲۴ درصد در کلاس N1 و ۱۰ درصد در کلاس N2 می‌باشند. در مورد محصول یونجه به روش استوری، ۶۴ درصد در کلاس S3، ۲۵ درصد در کلاس N1، ۱۱ درصد در کلاس N2 و براساس روش ریشه دوم، ۳۴ درصد در کلاس S2، ۴۵ درصد در کلاس S3، ۱۷ درصد در کلاس N1 و ۳ درصد در کلاس N2 قرار گرفتند

نتایج ضریب تبیین بین تولید مشاهده شده و شاخص ارضی و همچنین تولید مشاهده شده با تولید پیش‌بینی شده در منطقه مورد مطالعه نشان داد که برای همه محصولات به غیر از سیب زمینی، جداول سایز انطباق بیشتری با واقعیت‌های زمینی منطقه داشته است. مهم‌ترین علت برتری نتایج ارزیابی برای سیب‌زمینی براساس جدول اصلاح شده گیوی، اصلاح امتیازات اختصاص یافته برای آهک می‌باشد. نتایج ارزیابی برای محصول یونجه نشان داد که هر چند ضریب تبیین براساس جدول سایز کمی بهتر از جدول گیوی است، اما ضریب تبیین حدود ۰/۵ و کمتر از ۰/۵ نشان دهنده انتخاب نامناسب پارامترهای تعیین شده‌ی خاکی و سرزمینی برای این محصول در هر دو جدول برای منطقه مورد مطالعه است. محاسبه شاخص اراضی به روش استوری و ریشه دوم برتری قابل توجهی نسبت به یکدیگر نداشتند، هر چند روش ریشه دوم براساس جداول سایز و همکاران برتری خیلی کمی نسبت به روش استوری داشت. به علت محدودیت صفحه، شکل‌های ۳ تا ۶ نقشه‌ی کلاس و تحت کلاس‌های تناسب کیفی برای گندم، جو، سیب زمینی و یونجه فقط به روش ریشه دوم را نشان می‌دهد

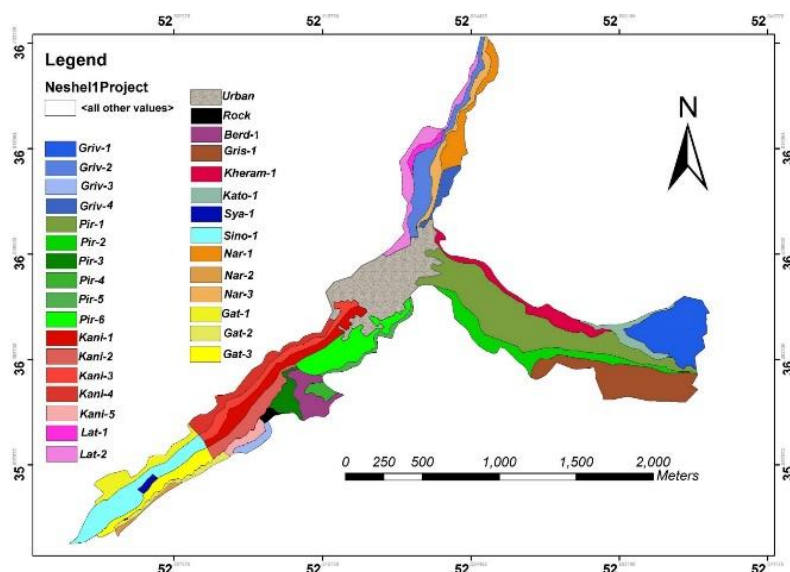
نتیجه‌گیری

عمده خاک‌های منطقه در رده اینسپتی سول (Inceptisols) با مساحت ۱۱۴/۸ هکتار، رده مالی سول (Mollisols) با مساحت ۱۵/۱ هکتار و در آخر هم رده انتی سول (Entisols) با مساحت ۹/۱ هکتار قرار داشتند. در مطالعه تفصیلی فوق تعداد ۱۲ سری و ۳۱ فاز سری خاک تعیین گردید. با توجه به نتایج بدست آمده در ارزیابی تناسب کیفی، مهم‌ترین محدودیت برای منطقه مورد مطالعه محدودیت دمایی بود که سبب شد محصولات در کلاس تناسب متوسط قرار گرفتند.

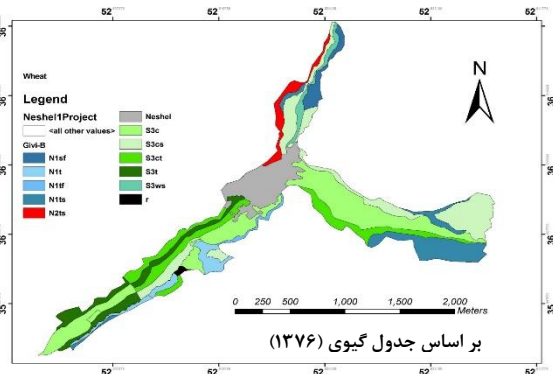
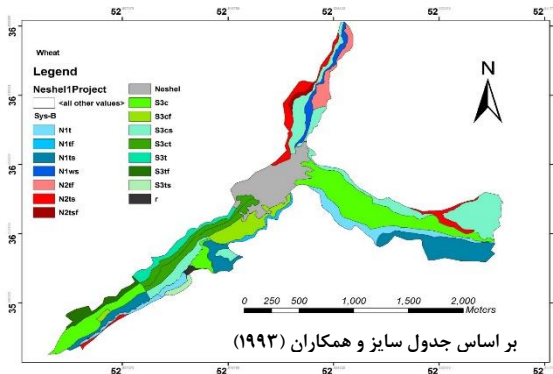
مهم‌ترین محدودیت‌های خاکی؛ شیب، سنگریزه و در برخی مناطق pH بود. نتایج ضریب تبیین نشان داد که برای منطقه مورد مطالعه، جداول سائز و همکاران بهتر از جداول اصلاح شده‌ی گیوی (۱۳۷۶) است. نتایج ضریب تبیین بین تولید مشاهده شده و شاخص اراضی در منطقه مورد مطالعه نشان داد که برای همه محصولات به غیر از سیب زمینی، جداول سائز انطباق بیشتری با واقعیت‌های زمینی منطقه داشته است. محاسبه شاخص اراضی به روش استوری و ریشه دوم برتری قابل توجهی نسبت به یکدیگر نداشتند، هر چند روش ریشه دوم براساس جداول سائز و همکاران برتری نسبی نسبت به روش استوری داشت.

جدول ۲- رده‌بندی خاک‌های واحدهای اراضی منطقه مورد مطالعه

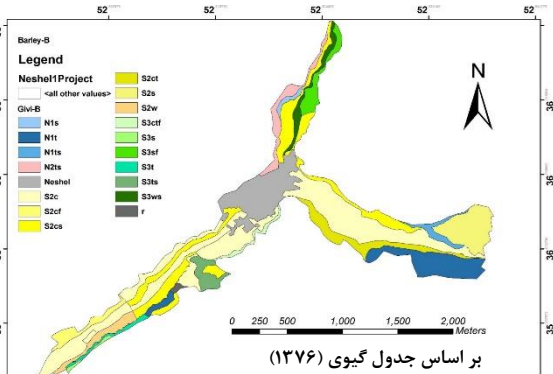
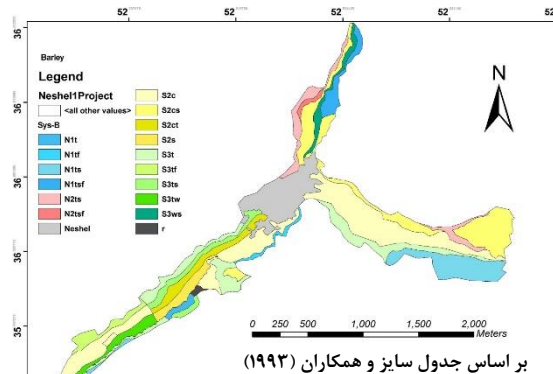
رده بندی در سیستم (USDA Soil Taxonomy, 2010)		شماره خاکرخ شاهد	علامت اختصاری	نام سری
Family	Sub-groups			
Fine loamy, mixed, superactive, calcareous, mesic	Fluventic Haploxerepts	1	Griv	گریوده
Loamy skeletal, mixed, superactive, mesic	Typic Calcixerepts	2	Gris	گریسچال
Coarse loamy, mixed, superactive, mesic	Typic Calcixerepts	8	Pir	پیرزاد
Coarse Loamy, mixed, superactive, mesic	Typic Calcixerolls	5	Kheram	خرامملک
Loamy skeletal, mixed, superactive, calcareous, mesic	Lithic Xerorthents	6	Kato	کتو
Fine loamy, mixed, superactive, calcareous, mesic	Typic Haploxerepts	11	Kani	کنی‌دره
Sandy skeletal over Fine loamy, mixed, superactive, mesic	Typic Calcixerolls	14	Berd	بردسنگ
Loamy skeletal, mixed, superactive, calcareous, mesic	Typic Xerorthents	42	Nar	ناردشت
Loamy skeletal, mixed, superactive, mesic	Typic Calcixerepts	46	Lat	لات
Fine loamy, mixed, superactive, mesic	Typic Calcixerolls	20	Sino	سینو
Fine loamy, mixed, superactive, mesic	Aquic Haploxerepts	19	Sya	سیازمین
Fine loamy, mixed, superactive, calcareous, mesic	Typic Haploxerepts	21	Gat	گت‌لش



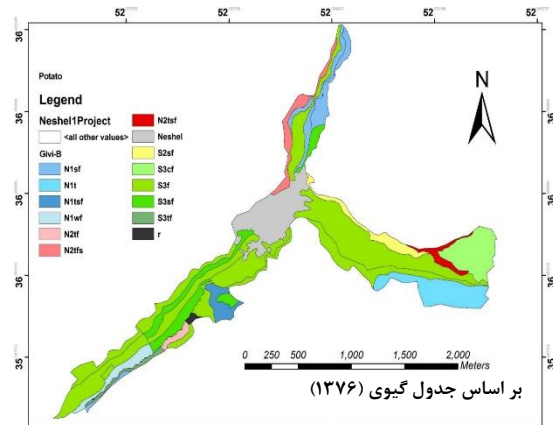
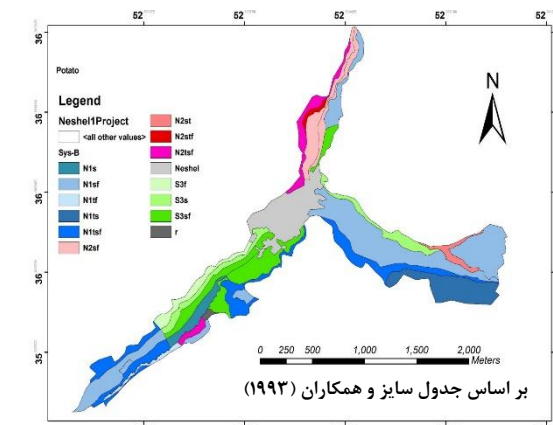
شکل ۲- نقشه ی فاز سری خاک اراضی روستای نشل



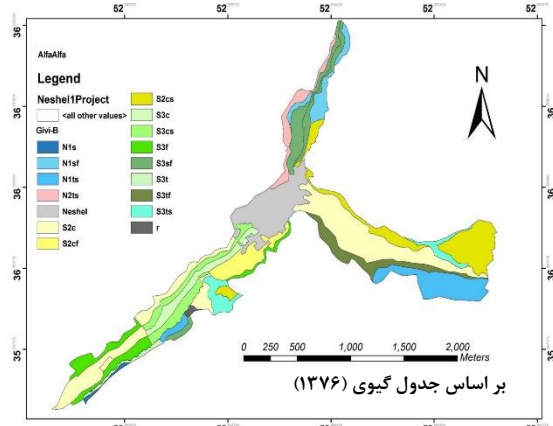
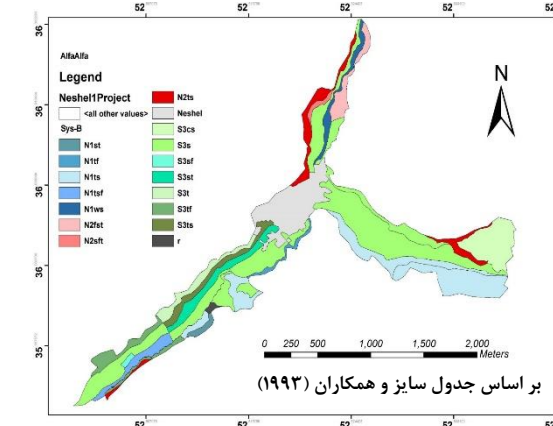
شکل ۳- کلاس و تحت کلاس های تناسب کیفی اراضی برای گندم آبی به روش ریشه دوم



شکل ۴- کلاس و تحت کلاس های تناسب کیفی اراضی برای جو آبی به روش ریشه دوم



شکل ۵- کلاس و تحت کلاس های تناسب کیفی اراضی برای سیب زمینی آبی به روش ریشه دوم



شکل ۶- کلاس و تحت کلاس های تناسب کیفی اراضی برای یونجه آبی به روش ریشه دوم

منابع

- ۱- احيایي، ع. و امامی، م.وز. (۱۳۷۲). شرح روش های تجزیه شیمیایی خاک. موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۲۹ص.
- ۲- اسفندیار پور بروجنی ع،، صالحی م. ح،، تومانیان ن،، محمدی ج. (۱۳۸۸). تأثیر موقعیت منطقه نمونه و نظر کارشناس بر نتایج روش ژئوپدولوژی در نقشه برداری خاک (مطالعه موردی: منطقه بروجن، استان چهارمحال و بختیاری). مجله علوم آب و خاک، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳(۴۹)، ۱۲۷-۱۱۳.
- ۳- دماوندی ع. (۱۳۸۱). ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات گندم، سیب زمینی و لوبیا در شهرستان ابهر زنجان. نشریه فنی شماره ۱۱۳۸. موسسه تحقیقات خاک و آب تهران.
- ۴- گیوی ج. (۱۳۷۶). ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی. نشریه فنی شماره ۱۰۱۵. ۱۰۰ ص.
- 5- Jiang, P., & Thelen, K. D. (2004). Effect of soil and topographic properties on crop yield in a north-central corn-soybean cropping system. *Agronomy Journal*, 96(1), 252-258.
- 6- Schoeneberger, P. J., D. A. Wysocki, E. C. Benham and W. D. Broderson. 2002. Field book for describing and sampling soils. Version 3. National Soil Survey Center Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture, Lincoln, NE.
- 7- Soil Survey Staff. (2014). Keys to Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Eleventh Edition, 2010.
- 8- Sys, C., Van Ranst, E., and Debaveye, I.J. 1993a. Land evaluation. Part I: Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculations. General Administration for Development Cooperation, Agricultural publication-No. 7, Brussels-Belgium. 274 pp.
- 9- Sys, C., Van Ranst, E., Debaveye, Ir.J., and Beernaert, F. (1993). Land evaluation. Part III: Crop Requirements. General Administration for Development Cooperation, Agricultural Publication-No. 7, Brussels-Belgium. 199 pp.

Detailed Soil Survey and Qualitative Land Suitability Evaluation in Central Elorz (Case Study: Neshel Village of Amol Township)

Aref Hosseinpour-Nesheli¹ and Hossein Torabi-Golsefidi²

2. Corresponding Author: Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shahed University, htorabi@shahed.ac.ir

1. MSc. Graduated of Shahed University

Abstract

The aims of this study were soil survey, mapping, qualitative land suitability evaluation and comparing of soil and climatic requirements tables of Sys et al.(1993) with the modified tables for Iran by Givi(1997) in Neshel Village that is located in Amol Township in north of Iran with an areas 172 hectares. The soil moisture and temperature regimes were Xeric and Mesic. 35 profiles were dug, described, and sampled. The soil profiles were classified at the family level and prepared phase of soil series map. Major orders were Inceptisols, Mollisols and Entisols with an areas of 115, 15, and 11 hectares, respectively. Results of qualitative evaluation showed that the most important climatic limitation was temperature. Barley and Bean were in S1 class with highest climatic rating and lower limitation, and wheat was S3 class with lowest climatic rating. The most important limitations of soils were slope, gravel, pH in some area and lim (by tables of Sys). The regression relationships between actual yield and Land Index (LI) showed that for all crops except for potatoes, Sys tables were more suitable than the modified table. There was not significant difference between Root Square and Story methods for calculating of Land Index.

Keywords: Soil profile, Soil classification, Phases of soil series map, Soil family

ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات کشت شده و تغییر الگوی کشت در بخشی از دشت بناب در حاشیه شرقی دریاچه ارومیه

پریسا نباتیان^{۱*}، سید بهمن موسوی^۲ و نیکو حمزه پور^۳

^۱فارغ التحصیل کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

^۲دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

^۳دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

چکیده

هدف از این تحقیق ارزیابی واحدهای اراضی حاشیه شرقی دریاچه ارومیه واقع در شهرستان بناب (روستای روشت کوچک) برای تعیین تناسب کیفی اراضی برای کشت محصولات رایج گندم، جو، ذرت علوفه‌ای، یونجه، پیاز و گلرنگ به عنوان پیشنهاد تغییر الگوی کشت به دو روش پارامتریک ریشه دوم و ساده صورت گرفت. که برای رسیدن به این منظور هفت پروفیل خاک حفر، تشریح، نمونه برداری و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک تعیین شد. در مرحله دوم احتیاجات رویشی هر یک از محصولات مورد مطالعه استخراج شد که مقایسه خصوصیات اقلیمی، خاک و زمین‌نما با نیازهای رویشی محصولات مورد مطالعه نشان داد که در منطقه فقط برای کشت ذرت علوفه‌ای محدودیت اقلیمی وجود دارد ولی از نظر خصوصیات خاک و زمین نما عامل محدودکننده در اکثر واحدها آهک و در بعضی از واحدها pH و EC می‌باشد. براساس نتایج نهایی اراضی روستای روشت برای گندم، جو، یونجه دارای تناسب مناسب (S₁) و نسبتا مناسب (S₂) بوده، برای گلرنگ تناسب نسبتا مناسب (S₂) و برای ذرت علوفه‌ای و پیاز علاوه بر تناسب فوق دارای تناسب بحرانی (S₃) می‌باشد.

واژگان کلیدی: ارزیابی تناسب اراضی، پارامتریک ریشه دوم، تغییر الگوی کشت، دشت بناب، محدودیت ساده

مقدمه:

در دهه‌های گذشته به دنبال رشد بی‌رویه جمعیت دنیا استفاده بشر از منابع طبیعی، خصوصا اراضی کشاورزی برمبنای قابلیت و استعداد آنها نبوده بلکه براساس نیازهای آبی و تکنولوژی هر عصر پایه‌ریزی شده است. برای حفظ محصول دهی خاک در جهت کشاورزی پایدار و رفع نمودن نیازهای غذایی جمعیت در حال رشد که عمدتا در کشورهای در حال توسعه و مناطق قحطی زده یا حساس از نظر آب و هوایی هستند بایستی توازن بین تولید و مصرف مواد غذایی برقرار شود تا باعث بروز مشکلات و مسائل زیست محیطی مانند کمبود اراضی نشود (Black et al., 1994). بنابراین ارزیابی اراضی و مدیریت خاک از اهمیت روزافزونی برخوردار است و دارا بودن اطلاعات دقیق از وضعیت خاک و اراضی پیش‌نیاز تصمیم‌گیری‌های آگاهانه و آمایش سرزمین است (موسوی و شهبازی، ۱۳۹۴). دونشان و همکاران (Dunshan et al., 2006) تناسب اراضی را برای محصولات کشاورزی در شهرستان دانلینگ استان سیچوان چین با استفاده از سیستم ارزیابی پارامتریک سائیس انجام دادند که هدف نهایی این ارزیابی کمک به کشاورزان جهت انتخاب بهترین محصول برای کشت (در سطوح کوچک) و کمک به تصمیم‌گیرندگان در برنامه‌ریزی توسعه روستاها (در سطوح بالا) بود. جهانبازی و همکاران (۱۳۹۳) ارزیابی کیفی تناسب

* ایمیل نویسنده مسئول: p.nabatyan@gmail.com

اراضی یخفروزان اهر را برای چغندر قند، پیاز و ذرت به روش‌های محدودیت ساده و پارامتریک ریشه دوم انجام دادند و نتایج حاصل از آن نشان داد که علاوه بر محدودیت‌های اقلیمی مهم‌ترین فاکتورهای محدود کننده اراضی درصد کربن آلی و ذرات درشت‌تر از شن می‌باشد. با انجام مطالعات تناسب اراضی می‌توان بهترین تناسب و کاربری را برای اراضی با توجه به شرایط محیطی منطقه (اقلیم، خاک و چشم‌انداز) تعیین و با عنایت به مسائل اقتصادی و معیشتی اقدام به کشت بهترین محصول نمود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه اراضی هموار دشت بناب (روستای روشت کوچک) واقع در حاشیه شرقی دریاچه ارومیه به وسعت ۹۰۰ هکتار است. که ارتفاع منطقه از سطح آزاد دریا ۱۲۹۰ متر بوده و بین طول جغرافیایی ۴۶°۲ تا ۴۶°۴ و عرض جغرافیایی ۳۷°۴ قرار گرفته است. داده‌های اقلیمی برای تعیین دوره رشد محصولات و ارزیابی‌های اقلیمی بین سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۳، از ایستگاه سینوپتیک شهرستان بناب استخراج شد. طبق نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی ایران (بنایی، ۱۹۹۸)، رژیم حرارتی (Mesic) و رطوبتی (Zeric) می‌باشد. آب مورد نیاز منطقه جهت کشاورزی از سد علویان مراغه و چاه‌های حفر شده در منطقه تامین می‌شود. پس از بازدید میدانی منطقه و بررسی صحرایی هفت پروفیل بروی تیپ‌های بهره‌وری رایج در منطقه حفر گردیده و پس از تشریح از لایه‌های مختلف نمونه تهیه گردید که پس از انتقال به آزمایشگاه برخی خصوصیات خاک شامل pH، EC، درصد آهک، کربن آلی، گچ، کلاس بافت خاک اندازه‌گیری گردید و با استفاده از کلید رده بندی خاک (۲۰۱۴) تا حد زیر گروه صورت گرفت.

ارزیابی کیفی تناسب اراضی به دو روش محدودیت ساده و پارامتریک ریشه دوم صورت گرفت که در هر دو روش ابتدا شاخص و درجه اقلیمی محاسبه و سپس از طریق مقایسه خصوصیات زمین با نیازهای رشد محصولات کلاس تناسب اراضی مشخص گردید به طوری که در روش محدودیت ساده مشخصات زمین با نیازهای نباتات مورد مطالعه مقایسه شده و محدود کننده‌ترین مشخصه زمین برای رشد نبات، کلاس تناسب زمین را مشخص کرد. ولی در روش پارامتریک (ریشه دوم) استفاده از درجات اختصاص داده شده به هر خصوصیت از معادله ۱ شاخص اراضی به دست می‌آید.

$$I = R_{\min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \dots} \quad (1)$$

در این رابطه Rmin درجه حداقل و A, B, C درجات اختصاص داده شده به مشخصه‌های مختلف هستند. بعد از تعیین ویژگی‌های مربوط به زمین نما و اقلیم در منطقه مورد مطالعه، این ویژگی‌ها با جداول نیازهای هر یک از تیپ‌های بهره‌وری مقایسه و در نهایت کلاس‌های تناسب براساس روش محدودیت ساده و پارامتریک ریشه دوم مشخص شدند (جدول ۱).

جدول ۱- مقادیر عددی شاخص برای کلاس‌های مختلف تناسب (Sys et al., ۱۹۹۱)

کلاس تناسب		شاخص اراضی
تعریف	علامت	
خیلی مناسب	S ₁	۱۰۰-۷۵
نسبتاً مناسب	S ₂	۷۵-۵۰

تناسب بحرانی	S ₃	۵۰-۲۵
نامناسب	N	۲۵-۰

نتایج

نتایج برخی از آزمایش‌های انجام گرفته در جدول ۲ آورده شده است. طبق این نتایج و تشریح پروفیل‌ها در خاک‌های مورد مطالعه، عموماً در تمامی اراضی افق شخم و افق زیرسطحی کلسیک مشاهده شد و از دوازده رده تاکسونومی خاک، دو رده Vertisoils و Inceptisoils در بین پروفیل‌ها مشاهده شد.

جدول ۲- نمونه نتایج فیزیکی شیمیایی پروفیل‌ها

EC(dsm ⁻¹)	pH	CEC	CCE%	O.C%	بافت	عمق (cm)	افق	نیم رخ
۱/۶۷	۷/۸۵	۲۰/۹۳	۳۲/۲۹	۰/۵۱		۰-۴۰	Ap	پروفیل ۱ Typic Calcixerepts
۲/۸۴	۷/۹۷	۲۴/۱۸	۳۵/۴۵	۰/۴۹		۴۰-۹۰	Bk1	
۳/۶۵	۷	۳۲/۳۹	۲۸/۶۱	۰/۱۳		۹۰-۱۵۰	BC	
۱/۱۵	۷/۸۵	۱۵/۹۱	۳۲/۹۲	۰/۳۶		۰-۲۱	Ap	پروفیل ۲ Typic Calcixerepts
۱/۷۱	۷/۶۷	۳۱/۷۱	۳۵/۵۱	۰/۷۶		۴۰-۱۰۰	Bssk	
۱/۰۳	۸/۰۶	۳۱/۵۲	۳۴/۵۳	۰/۲۴		۰-۴۰	Ap	پروفیل ۳ Typic Haploxerepts
۶/۲۹	۷/۶۳	۳۳/۲۵	۲۵/۶۲	۰/۲۶		۴۰-۱۵۰	Bw	
۳/۱۱	۸/۰۳	۲۱/۳۴	۳۰/۹۱	۰/۸۰		۰-۳۰	Ap	پروفیل ۴ Typic Haploxerepts
۲/۴۲	۷/۹۲	۲۰/۵۱	۳۶/۰۸	۰/۰۵		۳۰-۵۷	Bss1	
۵/۴۶	۷/۶۴	۱۹/۴۳	۳۵/۹۱	۰/۳۵		۱۴۰-۵۷	Bss2	
۱/۲۷	۷/۹۳	۲۳/۳۲	۳۵/۵۱	۰/۸۲		۰-۳۰	Ap	پروفیل ۵ Vertic Calcixerepts
۳/۸	۷/۶۳	۲۴/۱۸	۳۶/۵۴	۰/۴۵		۳۰-۵۹	Bk1	
۶/۱۵	۷/۷۷	۲۳/۴۴	۲۴/۹۳	۰/۳۸		۵۹-۱۰۷	Bk2	
۷/۵۱	۷/۴۹	۲۲/۶۰	۲۹/۳	۰/۳۱		۱۰۷-۱۵۰	Bk3	
۰/۷۸	۷/۹۹	۲۲/۱۸	۳۹/۹۹	۰/۷۲		۰-۲۵	Ap1	پروفیل ۶ Vertic Calcixerepts
۱/۳۳	۷/۹۳	۲۳/۸۵	۴۰/۳۴	۰/۳۳		۲۵-۴۷	Ap2	
۱/۱۷	۷/۸۹	۱۵/۱۱	۴۶/۷۸	۰/۲۲		۴۷-۷۴	2Bk1	
۰/۹۷	۷/۹	۲۴/۶۱	۴۱/۴۹	۰/۱۴		۷۴-۱۱۲	3Bk2	
۳/۱۸	۸/۲۵	۲۵/۱۱	۴۰/۱۶	۰/۲۱		۱۱۲-۱۵۰	3Bk2	
۰/۵۱۷	۷/۹۲	۲۵/۵۳	۳۵/۷۴	۰/۶۲		۰-۲۲	Ap	پروفیل ۷ Vertic Calcixerepts
۱/۲۵	۷/۷۹	۳۰/۲۳	۷۲/۳۳	۰/۴۵		۲۲-۲۳	Bk1	
۳/۰۷	۷/۷۱	۲۶/۳۴	۳۷/۵۸	۰/۳۴		۳۳-۵۸	Bk2	
۳/۲۰	۷/۶۹	۳۰/۶۶	۳۵/۵۱	۰/۲۲		۵۸-۱۵۰	Bk3	

نتایج تجزیه خاک نشان داد که عموم خاک‌ها دارای درصد بالای رس در بافت خود هستند به طوری که در پروفیل ۱ و ۲ به ترتیب به ۵۰ و ۵۲ درصد می‌رسد که این نشان دهنده‌ی بافت سنگین خاک‌های مورد مطالعه است البته در افق ششم بدلیل ماسه دهی در طول سالیان متوالی درصد رس پایین‌تر بود. مقدار EC در واحدهای مختلف اراضی متفاوت بود که موید کیفیت آب آبیاری است. متوسط PH در اراضی مورد مطالعه ۷,۷ بود. درصد وزنی آهک در همه‌ی افق‌ها بالاست ولی در پروفیل ۶ به طور متوسط به ۴۱٪ می‌رسد.

برای ارزیابی اقلیمی ابتدا دوره رشد محصولات براساس داده‌های اقلیمی ۲۰ساله منطقه و اطلاعات زارعین و عرف محلی مشخص گردید سپس ارزیابی صورت گرفته و نتایج (جدول ۳) نشان داد که اقلیم منطقه برای کشت ذرت علوفه‌ای دارای محدودیت است بطوری که مهم‌ترین پارامتر اقلیمی محدود کننده رطوبت نسبی و نسبت n/N (ساعات آفتابی به طول روز) در مرحله توسعه رشد این محصول است ولی برای گندم، جو، یونجه، پیاز و گلرنگ هیچ محدودیت اقلیمی مشاهده نشد.

جدول ۳- نتایج ارزیابی اقلیم منطقه برای محصولات مورد مطالعه

محصول روش	گندم	جو	ذرت علوفه ای	پیاز	یونجه	گلرنگ
محدودیت ساده	S ₁	S ₁	S ₂	S ₁	S ₁	S ₁
پارامتریک	S ₁	S ₁	S ₃	S ₁	S ₁	S ₁

ارزیابی خصوصیات خاک نشان می‌دهد که بالا بودن آهک برای تمام محصولات به جز گلرنگ محدودیت ایجاد می‌کند همچنین برای ذرت علوفه‌ای علاوه بر آهک در زمین نما ۱ قلیائیت، برای پیاز شوری عامل محدودیت است (جدول ۴ و ۵).

محصول واحد خاک	گندم		جو		ذرت علوفه ای		پیاز		یونجه		گلرنگ	
	کلاس اراضی	کلاس زمین	کلاس اراضی	کلاس زمین	کلاس اراضی	کلاس زمین	کلاس اراضی	کلاس زمین	کلاس اراضی	کلاس زمین	کلاس اراضی	کلاس زمین
۱	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₂	S ₂	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁
۲	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₂	S ₂	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁
۳	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₂	S ₂	S ₁	S ₁	S ₃	S ₃	S ₁	S ₁
۴	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₂	S ₂	S ₁	S ₁	S ₃	S ₃	S ₁	S ₁
۵	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₂	S ₂	S ₁	S ₁	S ₂	S ₂	S ₁	S ₁
۶	S ₂	S ₂	S ₂	S ₂	S ₃	S ₃	S ₂	S ₂	S ₂	S ₂	S ₁	S ₁
۷	S ₂	S ₂	S ₂	S ₂	S ₂	S ₂	S ₂	S ₂	S ₂	S ₂	S ₁	S ₁

جدول ۶- ارزیابی کیفی تناسب اراضی به روش پارامتریک (ریشه دوم) برای محصولات مورد مطالعه

گلرنگ			یونجه			پیاز			ذرت علوفه ای			جو			گندم		
کلاس اراضی	شاخص اراضی	شاخص اقلیم	کلاس اراضی	شاخص اراضی	شاخص اقلیم	کلاس اراضی	شاخص اراضی	شاخص اقلیم	کلاس اراضی	شاخص اراضی	شاخص اقلیم	کلاس اراضی	شاخص اراضی	شاخص اقلیم	کلاس اراضی	شاخص اراضی	شاخص اقلیم
S ₂	۶۹/۷۷	۷۶/۳۳	S ₁	۹۶/۰۰	۹۳/۴۸	S ₁	۹۳/۴۳	۹۱/۳۵	S ₃	۴۰/۰۰	۵۷/۷۳	S ₁	۹۸/۵۴	۱۰۰	S ₁	۹۰/۶۴	۹۰/۶۷
S ₂	۶۹/۷۶	۷۶/۳۳	S ₁	۹۰/۶۴	۹۳/۴۸	S ₁	۸۷/۷۵	۹۱/۳۵	S ₃	۴۴/۰۶	۵۷/۷۳	S ₁	۹۳/۳۹	۱۰۰	S ₁	۸۸/۸۸	۹۰/۶۷
S ₂	۶۹/۹۱	۷۶/۳۳	S ₁	۸۴/۳۹	۹۳/۴۸	S ₃	۳۸/۵۸	۹۱/۳۵	S ₃	۴۱/۸۱	۵۷/۷۳	S ₁	۹۲/۲۳	۱۰۰	S ₁	۸۸/۱۱	۹۰/۶۷
S ₂	۶۹/۹۴	۷۶/۳۳	S ₁	۸۴/۸۰	۹۳/۴۸	S ₃	۳۹/۷۲	۹۱/۳۵	S ₃	۴۲/۱۵	۵۷/۷۳	S ₁	۹۳/۲۱	۱۰۰	S ₁	۸۸/۸۰	۹۰/۶۷
S ₂	۶۹/۸۹	۷۶/۳۳	S ₁	۸۴/۹۹	۹۳/۴۸	S ₂	۶۹/۷۲	۹۱/۳۵	S ₃	۴۲۴/۳	۵۷/۷۳	S ₁	۹۳/۶۳	۱۰۰	S ₁	۸۹/۱۰	۹۰/۶۷
S ₂	۶۹/۷۰	۷۶/۳۳	S ₂	۶۶/۸۴	۹۳/۴۸	S ₂	۶۲/۰۴	۹۱/۳۵	N	۲۲/۹۱	۵۷/۷۳	S ₂	۹۷/۲۲	۱۰۰	S ₂	۶۴/۲۰	۹۰/۶۷
S ₂	۶۹/۷۴	۷۶/۳۳	S ₂	۶۲/۸۴	۹۳/۴۸	S ₂	۶۰/۹۷	۹۱/۳۵	S ₃	۴۴/۵۲	۵۷/۷۳	S ₂	۶۳/۹۴	۱۰۰	S ₂	۶۲/۵۰	۹۰/۶۷

پس از شناخت محدودیت‌های موجود و رفع آنها در منطقه مطالعاتی اولویت کشت محصولات به ترتیب گندم، جو، یونجه، گلرنگ و پیاز است اما کشت ذرت به دلیل محدودیت اقلیمی کمتر قابل توصیه است. همچنین مقایسه نتایج دو روش محدودیت ساده و پارامتریک (ریشه دوم) در اکثر واحدهای زراعی کلاس مشابهی را نشان می‌دهد ولی روش ریشه دوم نسبت به روش محدودیت ساده دارای دقت بیشتری می‌باشد که این مطلب در تحقیقات محققان زیادی از قبیل اتابک‌آذر (۱۳۸۰)، شهابی (۱۳۸۳)، رضایی و همکاران (۱۳۸۸) بیان شده است. مطالعات ارزیابی کیفی تناسب اراضی شهبازی و جعفرزاده (۱۳۸۳) برای محصولات زراعی گندم، جو، یونجه، پیاز، چغندر قند و ذرت در منطقه بناب نشان داد که کشت گندم، جو، یونجه و چغندر قند در اولویت اول، ذرت در اولویت دوم و پیاز در اولویت بعدی است. همچنین نتایج نشان داد که روش پارامتریک ریشه دوم نسبت به محدودیت ساده برتری دارد.

بحث و نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج در افق‌های زیر سطحی تجمع آهک و رس وجود دارد که افق‌های مشخصه زیر سطحی در اکثر واحدهای اراضی کلسیک و در برخی اسکالین سایید می‌باشد. در همه‌ی واحدهای اراضی افق شخم مشاهده شد همچنین در کل پروفیل‌ها شکاف‌هایی که نشان دهنده‌ی انبساط و انقباض فصلی رس است نیز مشاهده شد به طوری که خاک‌های مذکور دارای خصوصیات ورتیک بوده و در رده ورتی سویل، بقیه واحدها در رده اینسپتی سویل قرار گرفتند. خاک‌های مورد مطالعه به دلیل وجود آهک و رس به سختی کنده می‌شدند که به نوعی محدودیت به حساب می‌آید. نتایج ارزیابی اقلیم منطقه نشان می‌دهد که اقلیم تنها برای ذرت دارای محدودیت است و برای گندم، جو، یونجه، پیاز گلرنگ فاقد محدودیت است. ارزیابی خصوصیات خاک نشان می‌دهد که محدودیت برای محصولات بالا بودن آهک معادل، درصد بالای رس و بافت

سنگین است ولی برای پیاز شوری و برای ذرت pH قلیایی هم محدودیت ایجاد می‌کند. با توجه به محدودیت‌های ذکر شده به طور کلی کلاس نهایی تناسب اراضی برای گندم و جو مناسب نسبتاً مناسب (S_2, S_1)، برای ذرت بحرانی و نامناسب (N, S_3)، برای پیاز مناسب نسبتاً مناسب و بحرانی (S_3, S_2, S_1)، برای یونجه مناسب نسبتاً مناسب (S_2, S_1)، و برای گلرنگ نسبتاً مناسب (S_2) است. در نهایت با ارزیابی‌های انجام گرفته و مشخص شدن محدودیت‌های موجود و رفع آنها در منطقه مطالعاتی اولویت کشت محصولات به ترتیب گندم، جو، یونجه، گلرنگ و پیاز است اما کشت ذرت به دلیل محدودیت اقلیمی کمتر قابل توصیه است.

فهرست منابع

- اتابک‌آذر، م. (۱۳۸۰). مطالعه تناسب اراضی منطقه شکرپایه سلماس برای محصولات گندم، جو، چغندر، آفتابگردان و یونجه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- جهانبازی، ل. جعفرزاده، ع.ا. شهبازی، ف. ممتاز، ح. (۱۳۹۳). ارزیابی کیفی تناسب اراضی یخفروزان اهر برای چغندر، پیاز و ذرت با روش‌های محدودیت ساده و پارامتریک ریشه دوم، نشریه دانش آب و خاک، ۲۴(۳)، ۱۳۲-۱۲۱.
- رضایی، ا. فربودی، م. مسیح آبادی، م. (۱۳۸۸). بررسی تناسب اراضی و تاریخ‌های کاشت برای زراعت توتون بارلی ۲۱ در منطقه مریوان، یازدهمین کنگره علوم خاک ایران.
- شهبازی، م. (۱۳۸۳). ارزیابی کیفی تناسب اراضی دانشگاه تربیت معلم آذربایجان برای برخی محصولات زراعی مهم منطقه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- شهبازی، ف. جعفرزاده، ع. (۱۳۸۳). ارزیابی کیفی تناسب اراضی شرکت تعاونی تولید خوشه مهر بناب برای محصولات زراعی گندم، جو، یونجه، پیاز، چغندر و ذرت. مجله دانش کشاورزی، ۴(۱۴)، ۸۶-۸۶.
- موسوی، ب. شهبازی، ف. (۱۳۹۴). راهنمای نقشه برداری منابع خاک و اراضی. مراغه: انتشارات دانشگاه مراغه، جلد ۱.
- Banaei M.H.(1998). Soil Moisture and Temperature regime map for Iran. Soil and Water research Instiute, Ministry of Agriculture, Iran.
- Black, R.O, Bell D.E, Mathews J.T, Namara RS and Mcpherson MP. (1994). Feeding 10 billion people in 2050 The key of the CGIAR`S International Agricultural Research Centers. A report by the action group on food. Security, World Resources Institute, Washington, D.C, PP, 17-30.
- Dunshan, C., Claudia, D. B., Sara, D. S., Hui, B., Maddalena, D. L. L., Weidong, L., & Hailong, M. A. (2006). Land evaluation in Danling county, Sichuan province, China. Proceedings of 26th Course Professional Master Geomatics and Natural Resources Evaluation, Nov. 7, 2005-Jun. 23, 2006, Ministry of Foreign Affairs. Instituto Agronomico Per L'olfremare, Italy, pp 1-153.
- Sys. C., Van Ranst, E. & Dedaveye J. (1991). Land Evaluation. Part II: Methods in Land.Evaluation. General Administration for Development Cooperation. Agri Pub No: 7, Brussels, Belgium.

Land suitability evaluation for cultivated crops and cropping pattern changes in part of Bonab Plain in the eastern margins of Urmia Lake

Nabatyan^{†1}, P., Mosavi², S.B., Hamzehpour³, N.

¹M.Sc. Graduate, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Maragheh University, Iran.

²Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Maragheh University, Iran

³Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Maragheh University, Iran

Abstract

The aim of the study was the qualitative evaluation of land suitability in agricultural Lands next to the eastern shores of Urmia Lake in Bonab Plain (Roshte-e-kochak village). for present crops (wheat, barley, forage corn, alfalfa and onion) and safflower as a replacement for cropping pattern change. Two methods parametric root square and simple limitation were performed. To achieve this purpose, 7 profiles of digging, describing, sampling and physicochemical properties of soil were determined. In the second stage, Vegetative needs of each for the studied products were extractive that compare climatic, soil characteristic with vegetative needs of the studied crops, it was shown that there is a climatic limitation in the region only for maize cultivation. But in terms of soil properties, the limiting factor in most units is lime and in some units Ec and pH is high. In general, according to the final results of the for Roshte-e-kochak village for wheat, barley, alfalfa the final class suitable (S₁) and relatively suitable (S₂) for safflower relatively suitable (S₂) for onion (S₁, S₂, S₃) and forage corn (S₃, N).

Key words: land suitability evaluation, parametric root square, cropping pattern change, Bonab Plain , simple limitation.

[†]P.nabatyan@gmail.com

بررسی و مقایسه عکس العمل هیدرولوژیک کاربری‌های مرتع و کشاورزی با استفاده از پلات های آزمایشی

مهسا میری^۱، علی بهشتی آل آقا^۲ و سهیلا آقابگی امین^{۳*}

۱- دانش آموخته گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۳- گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران - پست الکترونیکی (saghabeigi@yahoo.com)

چکیده

از جمله مشکلاتی که در قرن حاضر وجود دارد، هدررفت آب و خاک و پیامدهای محیط زیستی ناشی از آن است. در این مطالعه تأثیر نوع کاربری اراضی بر هدررفت آب و خاک در ۲ نوع کاربری مرتع و کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور ۱۸ پلات (۲ متر مربعی) در هر دو کاربری مستقر گردید. نتایج به دست آمده طی ۵ رخدادهای بارندگی نشان داد که تغییر کاربری از مرتع به کشاورزی منجر به افزایش رواناب و رسوب در زمین زراعی شده است. بر این اساس، حجم رواناب در اراضی زراعی تا ۱۳ برابر و مقدار رسوب خروجی از پلات ها تا ۲۰ برابر بیشتر از اراضی مرتعی بوده است.

واژگان کلیدی: تغییر کاربری، رواناب، رسوب معلق و فرسایش خاک

مقدمه

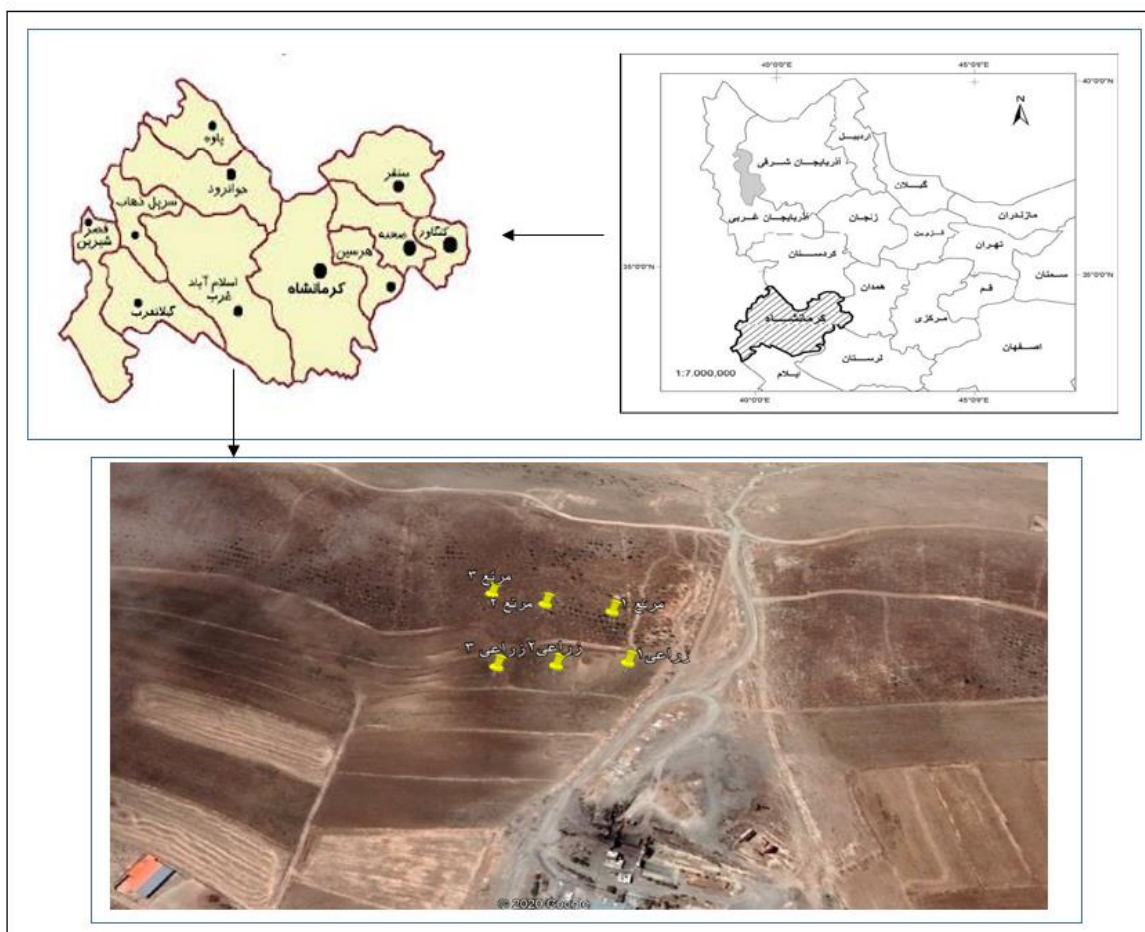
فرسایش به عنوان مکانیسم اصلی تخریب خاک تهدیدی جدی برای تولیدات غذایی در سرتاسر جهان به شمار می رود (Didone و همکاران، ۲۰۱۷). اگرچه این فرایند در بسیاری موارد دلایل طبیعی دارد اما برخی فعالیت های انسانی باعث تشدید آن می شود. تغییر کاربری اراضی جنگلی و مرتعی به کاربری کشاورزی از جمله این موارد است که باعث تخریب ساختمان خاک، کاهش میزان نفوذپذیری و در نتیجه هدررفت آب و خاک می شود. عملیات خاکورزی نامناسب به ویژه نبود اقدامات حفاظتی خاک از دلایل این امر است. مطالعات بسیاری به بالا بودن تخریب خاک در اراضی کشاورزی اذعان داشته اند از جمله Girmay و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی رواناب و هدر رفت خاک تحت کاربری های کشاورزی، مرتع و جنگل در شمال اتیوپی به این نتیجه رسیدند که ضریب رواناب، حجم رواناب و تولید رسوب در اراضی جنگلی ۱۶ برابر کم تر از اراضی کشاورزی بوده و میزان رواناب در صورت پوشش بیش از ۷۲ درصد قابل چشم پوشی است. Elledge و همکاران (۲۰۱۶)، با بررسی اثر تغییر کاربری جنگل در نواحی استوایی استرالیا بر روی رسوبات، نیتروژن و نشان دادند که تغییر کاربری و چرای شدید باعث افزایش بار رسوب و فسفر و کاهش میزان نیتروژن خارج شده از حوزه گردیده است. Gispert و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی و مقایسه خاک های اراضی تحت کشت با اراضی جنگلی، بوته زار و رها شده به این نتیجه رسیدند که خاک اراضی تحت کشاورزی تا ۸۳۸ برابر فقیر تر از اراضی جنگلی، ۷۳۳ برابر فقیر تر از بوته زار ها و ۱۸۸ برابر فقیرتر از اراضی رها شده می باشد. محمدی و همکاران (۱۳۸۴) در پژوهشی بر روی تغییرپذیری کیفیت خاک سطحی در اکوسیستم های مختلف مرتع و کشاورزی در منطقه زاگرس مرکزی نشان دادند که نوع کاربری و مدیریت اراضی به طور معنی داری بر ویژگی های کیفی خاک از جمله تنفس میکروبی، موادالی و ازت خاک تأثیر می گذارد. آزموده و همکاران (۱۳۸۹)، به منظور بررسی رواناب و فرسایش خاک در خاک های تحت پوشش اراضی جنگلی و مقایسه آن با اراضی زراعی و باغ که منتج از تغییر کاربری جنگل بوده نشان دادند که مقدار فرسایش خاک در اراضی زراعی و باغ به ترتیب ۱/۷۶ و ۱/۳۶ برابر بیشتر از کاربری جنگل بوده است. در پژوهش اسلامی و واعظی (۱۳۹۴) تولید رواناب و هدر رفت خاک طی رگبارهای متعدد در اراضی کشاورزی حاکی از آن بود که مقادیر رواناب و هدر رفت خاک طی رگبارهای متوالی به طور معنی داری افزایش یافت. سوری و همکاران

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

(۱۳۹۵) در تحقیقی در استان کرمانشاه گزارش کرد، یکی از عوامل اصلی تخریب کاربری نادرست اراضی و شخم زدن دیهمزارها در جهت شیب است. بر این اساس این مطالعه با هدف مقایسه عکس العمل هیدرولوژیکی و توان تولید رواناب و رسوب در دو کاربری مرتع و کشاورزی در مقیاس پلات و تحت بارش های طبیعی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در یکی از زیر بخش‌های حوزه رودخانه مرگ در ۵ کیلومتری استان کرمانشاه انجام شد. منطقه مورد مطالعه شامل دو نوع کاربری مرتع و زراعی می‌باشد. موقعیت و مختصات جغرافیایی و اطلاعات اقلیمی منطقه مورد مطالعه و پلات های فرسایشی مورد استفاده در شکل (۱) و همچنین جدول (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه برداری در استان کرمانشاه

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

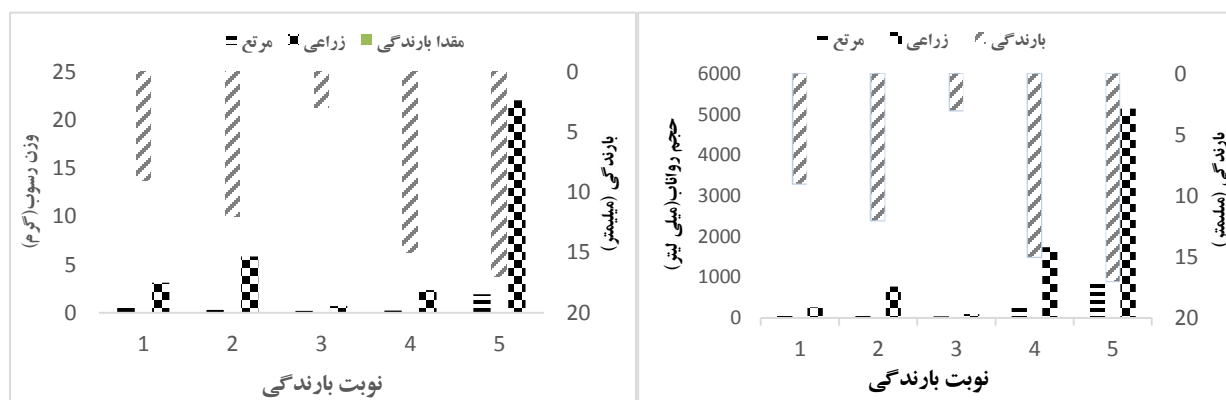
جدول ۱- مختصات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

مختصات مرکز پلات	ارتفاع مرکز پلات از سطح دریا (متر)	شماره پلات	نوع کاربری	مختصات مرکز پلات	
				عرض (متر)	طول (متر)
3795490	681557	پلات شماره یک	مرتع		
3795473	684600	پلات شماره دو			
3795458	681631	پلات شماره سه			
3795544	681560	پلات شماره یک	زراعی		
3795535	681611	پلات شماره دو			
3795520	681648	پلات شماره سه			

ابتدا با انتخاب یک منطقه که دارای دو کاربری مرتع و کشاورزی و با ویژگی های فیزیوگرافی یکسان بودند پلات های فرسایشی مستقر گردیدند. تعداد ۱۸ پلات با ابعاد ۱ در ۲ مترمربع در دو نوع کاربری (۹ پلات در اراضی مرتع و ۹ پلات در اراضی کشاورزی) قرار داده شد. در انتهای هر پلات بطری‌هایی برای جمع‌آوری رواناب و رسوب قرار داده شد. بعد از هر رگبار، رواناب جمع‌آوری شده در هر پلات برای اندازه‌گیری میزان حجم رواناب و غلظت رسوب به آزمایشگاه منتقل شدند. حجم رواناب با استفاده از استوانه های مدرج ، وزن رسوب با استفاده از روش کاغذ صافی (پس از قرار گرفتن رسوب در آن به مدت ۲۴ ساعت و تحمل دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد) (Eder و همکاران، ۲۰۱۰) اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده ها برای مقایسه داده ها در دو کاربری از روش t-test استفاده گردید.

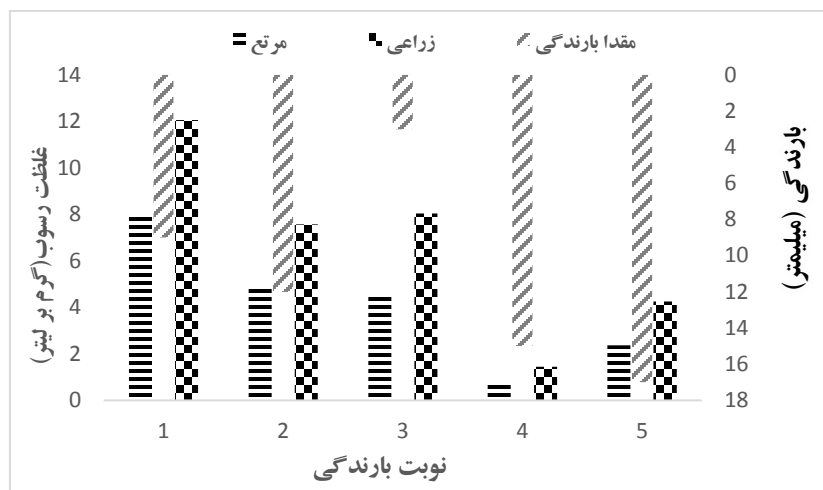
نتایج و بحث

طی مدت یک سال، پنج رگبار منجر به رواناب، به وقوع پیوست (جدول ۲). رواناب های جمع‌آوری شده در هر پلات در آزمایشگاه آنالیز و حجم و وزن رواناب و رسوب معلق آن‌ها به دست آمد (شکل های ۲ و ۳). هم‌چنین نتایج آزمون t-test بین رواناب و رسوب در کاربری های زراعی و مرتع در جدول ۲ آمده است.



شکل ۲- حجم رواناب و وزن رسوب رگبارهای اندازه‌گیری شده در کاربری های زراعی و مرتع

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۳- غلظت رسوب رگبارهای اندازه گیری شده در کاربری های زراعی و مرتع

همان طور که در نمودارهای ۲ و ۳ نیز کاملاً مشهود است تمامی پارامترهای هیدرولوژیک اندازه گیری شده در کاربری کشاورزی بیشتر از کاربری مرتع بوده است. بر اساس نتایج، در تمامی پلات ها مقدار رواناب و رسوب با مقدار بارندگی رابطه مستقیم داشته و با افزایش بارندگی حجم و وزن رسوب معلق خروجی از پلات ها افزایش یافته است. علی رغم این که مقدار بارندگی در رتبه سوم بارش ها جای دارد پارامتر غلظت رسوب معلق در رگبار اول در هر دو کاربری بیشترین مقدار را داشته است. این در حالی است که در بین ۵ بارش اندازه گیری شده بارندگی پنجم بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است اما میزان غلظت رسوب معلق آن پایین و در رتبه چهارم است. این امر به این دلیل است که در رگبار اول میزان رسوب قابل جابجایی زیاد می باشد بنابراین میزان غلظت بالا یوده اما در رگبار پنجم به دلیل بارش های متعدد و متوالی رسوبات در دسترس کمتر شده و در نتیجه با وجود بالا بودن میزان بارش و حجم رواناب رسوب معلق خروجی از پلات کمتر شده است. الگوی بارش ها و غلظت رسوب بیان گر این مسئله می باشد که هر چه از رگبار اول به سمت رگبار پنجم پیش می رویم غلظت رسوب معلق نمونه های اندازه گیری شده کمتر می شود هر چند به دلیل بالا بودن حجم رواناب مقدار کلی رسوب بیشتر شده باش اما نسبت افزایش رسوب به اندازه افزایش رواناب نبوده و همین مسئله باعث پایین آمدن غلظت رسوب در رگبارهای موخر شده است. یافته های این تحقیق با نتایج اسلامی واعظی و همکاران (۱۳۹۴) مبنی بر افزایش حجم رواناب و رسوب در رگبارهای متوالی بعدی مطابقت دارد. به طور کلی به هم خوردن ساختمان خاک در اثر شخم و خاکورزی مرسوم در کاربری زراعی، عدم وجود پوشش گیاهی دائمی و فرسایش پاشمانی در اثر برخورد مستقیم قطرات باران با خاک، سبب کاهش نفوذ آب به درون خاک و در نتیجه افزایش رواناب در کاربری زراعی می شود. علاوه بر این در اثر تغییر کاربری از مرتع به زراعی، به دلیل کاهش ماده آلی خاک، تخریب ساختمان خاک و به دنبال آن کاهش تخلخل و نفوذ پذیری، سبب افزایش حجم رواناب و فرسایش پذیری خاک می شود. هم چنین در کاربری زراعی به دلیل کاهش ماده آلی، تراکم پذیری خاک نیز افزایش می یابد.

بر اساس نتایج t-test در جدول ۲ مشاهده می شود که اختلاف بین حجم رواناب، وزن رسوب و غلظت رسوب در دو کاربری زراعی و مرتع در تمامی بارندگی ها معنی داری است ($P < 0.05$ و $P < 0.01$).

جدول ۲- نتایج آزمون t-test بارندگی های سال اول بین کاربری زراعی و مرتع

بارندگی	مقدار بارندگی (mm)	حجم رواناب (ml)	وزن رسوب (gr)	غلظت رسوب (g lit-1)
اول	9	16	16	16

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

۳/۶۹**	۵/۹۷**	۵/۸**	مقدار t		۹۷/۱۱/۴
۹	۹	۹	درجه آزادی	12	دوم
۲/۱۴*	۴/۱۹*	۲/۶۶*	مقدار t		۹۷/۱۱/۱۴
۱۶	۱۶	۱۶	درجه آزادی	3	سوم
۳/۲۶**	۵/۹۲**	۱۳/۶۸**	مقدار t		۹۷/۱۱/۲۵
۱۴	۱۴	۱۴	درجه آزادی	15	چهارم
۵/۰۱**	۱۲/۵۷**	۱۳/۲۱**	مقدار t		۹۸/۱/۹
۱۶	۱۶	۱۶	درجه آزادی	17	پنجم
۴/۳۶**	۱۱/۲۳**	۷/۹۷**	مقدار t		۹۸/۱/۱۳

** معنی داری در سطح احتمال یک درصد، * معنی داری در سطح احتمال پنج درصد

بررسی و مقایسه پارامترهای هیدرولوژیک اندازه گیری شده در دو کاربری نشان داد که نسبت حجم رواناب در اراضی زراعی به اراضی مرتعی از ۲/۴ برابر در رگبار سوم تا ۱۳ برابر در رگبار دوم متغیر بوده است. این نسبت برای مقدار رسوب خروجی از پلات ها بیشتر بوده و دامنه این تغییرات از ۳/۸ در رگبار سوم تا ۲۰ برابر در رگبار دوم می باشد. این نتایج با نتایج مطالعات کاویان پور و همکاران (۲۰۱۵) که نشان داد مقادیر مختلف پوشش گیاهی بر رواناب و رسوب تأثیر معنی داری دارد، و بار رسوب در پوشش گیاهی حداقل، معادل ۶/۸ برابر پوشش گیاهی کامل است و همچنین Eguvar (۱۹۸۸) که اذعان کرد عملیات شخم به دلیل تخریب خاکدانه ها باعث تشدید فرسایش خاک و هدرروی مواد غذایی خاک می شود و همچنین Girmay و همکاران (۲۰۰۹)، همراستا است.

نتیجه گیری

با توجه به روند تغییرات کاربری اراضی از مرتع به کشاورزی و شدت گرفتن آن در دهه اخیر نتایج این تحقیق به درستی دلالت بر تأثیر معنی دار و محسوس این مسئله بر تخریب و هدررفت آب و خاک دارد. بر اساس نتایج به دست آمده شدت عکس العمل هیدرولوژیک و در نتیجه از دست رفتن آب و خاک اراضی کشاورزی به بارش های مشابه چندین برابر اراضی مرتعی است که تهدیدی برای کشاورزی پایدار می باشد. نتایج این تحقیق از این نظر که تحت بارندگی های طبیعی و در خاک های دست نخورده به دست آمده است بسیار ارزشمند و قابل استناد بوده و ضرورت توجه ویژه به روش های حفاظت آب و خاک در اراضی کشاورزی و ارائه راهکار برای کاهش تخریب این اراضی را نشان می دهد.

فهرست منابع

اسلامی، ف. واعظی، ع.ر. (۱۳۹۴). بررسی تولید رواناب و رسوب تحت رخدادهای یکسان بارندگی در خاک کشاورزی با اندازه متفاوت خاکدانه. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۹ (۶): صفحات ۱۶۰۰-۱۵۹۰.

آزموده، ع.، کاویان، ع.، سلیمانی، ک. و وهابزاده، ق.، ۱۳۸۹. مقایسه میزان رواناب و فرسایش در خاک های تحت پوشش کاربری های جنگل، زراعی و باغ با استفاده از شبیه ساز باران. نشریه آب و خاک، ۲۴ (۳): ۴۹۰ - ۵۰۰.

بهشتی آل آقا، ع. رئیس، ف.، گلچین، ا. (۱۳۹۰). اثرات آشفته گیاهی ناشی از تبدیل اراضی جنگلی به کشاورزی بر برخی شاخص های بیولوژیک کیفیت خاک در اکوسیستم های جنگلی شمال ایران. نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۳ (۴): صفحات ۴۵۳-۴۳۹.

سوری، م. زندی اصفهان، ا. و کمالی، ن. (۱۳۹۵). پایش روند تغییرات کاربری اراضی و نقش آن بر سنجه های سیمای سرزمین. تحقیقات مرتع و بیابان. ۲۳ (۱): ۷۰-۷۹.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

محمدی، ج.، خادمی، ح.، نائل، ح. (۱۳۸۴). بررسی تغییر پذیری کیفیت خاک سطحی در اکوسیستم های انتخابی در منطقه زاگرس مرکزی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۹ (۳).

Didone, E. J., Minella, J. P. G., Evrard, O. (2017). Measuring and modelling soil erosion and sediment yields in a large cultivated catchment under no-till of Southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, 174: 24–33.

Elledge, A., Thornton, C., (2016). Effect of changing land use from virgin brigalow (*Acacia harpophylla*) woodland to a crop or pasture system on sediment, nitrogen and phosphorus in runoff over 25 years in subtropical Australia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 239: 119–131.

Eder, A., P. Strauss, T. Krueger and J.N. Quinton. (2010). Comparative calculation of suspended sediment loads with respect to hysteresis effects (in the Petzenkirchen catchment, Austria). *Journal of Hydrology*, 389: 168–176.

Girmay, G., Singh, B.R., Nyssen, J. and Borrosen, T. (2009). Runoff and sediment-associated nutrient losses under different land uses in Tigray, Northern Ethiopia. *Journal of Hydrology*, 376(1): 70-80.

Gispert, M., Pardini, G., Coldecarrera, M., Emran, M. and Doni S. (2017). Water erosion and soil properties patterns along selected rainfall events in cultivated and abandoned terraced fields under renaturalisation. *Catena*. 155: 114–126.

Kavianpoor, A. H., Jafarian, Z., Smahli, A., & Kavian, A. (2015). The effect of vegetation cover on runoff and soil loss using rainfall simulation. *J. Geograp. Environ. Plan*, 58(2), 179-190.

Investigation and comparison of hydrological reaction of rangeland and agricultural land use using experimental plots

M. Miri¹, A. Beheshti Ale Agha² and S. Aghabeigi Amin^{3*}

¹ Graduated of department of Soil science and engineering, Faculty of Agriculture, University of Razi, Kermanshah, Iran.

² Department of Soil science and engineering, Faculty of Agriculture, University of Razi, Kermanshah, Iran.

^{3*} Department of Natural resources, Faculty of Agriculture, University of Razi, Kermanshah, Iran. Email: saghabeigi@yahoo.com

Abstract

The water and soil loss and its environmental consequences is one of the world problems in this century. In this study, the effect of two land use (rangeland and agriculture) on soil and water degradation was investigated. For this purpose, 18 plots (2 m²) were used in both land use.

The results during 5 rainfall events showed that land use change from agriculture to rangeland has led to increased runoff and sediment in agriculture. According to results, volume of runoff in agriculture was up to 13 times and the amount of sediment was up to 20 times more than rangeland.

Keywords: Land use change, runoff, suspended sediment and soil erosion

بررسی میزان هدایت الکتریکی (EC) خاک مزرعه گندم و باقلا تحت مصرف مواد اصلاحی در دشت ارمو، شهرستان دره شهر، استان ایلام

محمد زینوند^۱، افسانه عالی نژادیان بیدآبادی^{۲*}، محمد فیضیان^۳، امیدعلی اکبرپور^۴

۱- دانشجوی دکتری پیدایش، رده بندی و ارزیابی خاک، دانشگاه لرستان (Dr.zeinvand89@gmail.com)

۲- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه لرستان (Alinezhadian.a@lu.ac.ir)

۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه لرستان (Feizian.m@lu.ac.ir)

۴- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه لرستان (Omidakbarpour@gmail.com)

چکیده

تحقیق حاضر به منظور بررسی تاثیر برخی مواد اصلاحی بر مقدار هدایت الکتریکی خاک مزرعه گندم و باقلا، با آزمایشی به صورت بلوک های کامل تصادفی، در سه تکرار در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه ای در شهرستان دره شهر - استان ایلام اجرا شد. پژوهش با هدف بررسی و مقایسه ی اثرات دو عامل، انواع مواد اصلاحی و مقادیر ناهمانند مواد اصلاحی (بقایای یونجه در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، کاه و کلش گندم در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، کود مرغی در سه سطح ۲، ۴ و ۶ تن در هکتار و کود شیمیایی) روی گیاه گندم و باقلا انجام گرفت. نتایج پژوهش نشان داد که در مزرعه تحت کشت باقلا بیشترین مقدار EC خاک در تیمار شاهد (۱/۴۲ دسی زیمنس بر متر) و کمترین مقدار در تیمار ۱۵ تن در هکتار کاه و کلش گندم (۰/۶۶ دسی زیمنس بر متر) و همچنین در مزرعه تحت کشت گندم بیشترین مقدار EC در تیمار شاهد (۱/۴۳ دسی زیمنس بر متر) و کمترین اندازه در تیمار ۱۵ تن در هکتار کاه و کلش گندم (۰/۷ دسی زیمنس بر متر) مشاهده گردید. بنابراین می توان بیان کرد که مصرف مواد اصلاحی اثرات مفیدی بر کاهش هدایت الکتریکی خاک خواهد داشت.

کلمات کلیدی: باقلا، دره شهر، گندم، مواد اصلاحی، هدایت الکتریکی.

مقدمه

امروزه گندم (*Triticum aestivum* L.) غذای اصلی مردم در بسیاری از کشورهای جهان می باشد به طوری که ۲۰ درصد کالری مورد نیاز جهان را تأمین می نماید (فائو، ۲۰۱۳). گندم در قرن حاضر یکی از راهبردی ترین گیاهان زراعی به حساب می آید، به گونه ای که با افزایش تولید گندم، کمبود مواد غذایی می تواند رفع شود (رامیار، ۱۳۸۹). باقلا (*Vicia faba* L.) یکی از حبوبات عمده در بسیاری از کشورهای جهان به شمار می رود که به صورت دو منظوره در تغذیه انسان و دام مورد استفاده قرار می گیرد (موسوی و همکاران، ۲۰۱۰). عملکرد باقلا در جهان ۱۶۵۱/۴ کیلوگرم در هکتار است (فائو، ۲۰۱۳). سطح زیرکشت باقلا در ایران حدود ۳۵ هزار هکتار می باشد (مجنون حسینی، ۲۰۰۸). برای دستیابی به حداکثر محصول در گیاه باقلا وجود عناصر غذایی به مقدار لازم و متعادل در محیط پراکنش ریشه این گیاه ضروری است (کوچکی و همکاران، ۱۹۹۵). از زمان های گذشته کاربرد کودهای دامی در فعالیتهای کشاورزی جایگاه خاصی داشته است و امروزه نیز می تواند نقش موثر خود را در قالب کشاورزی پایدار و آلی ایفا نمایند (پورشیرازی و همکاران، ۱۳۹۰). کودهای آلی سبب اصلاح خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و در نتیجه افزایش محصول شده و با تجزیه مواد آلی توسط ریز جانداران و تولید گاز کربنیک در جامعه گیاهی، فتوسنتز، رشد و کارکرد محصول را افزایش می دهند (تنودور و همکاران، ۱۹۹۹). به طور کلی کود آلی یک منبع عناصر

خوراکی مورد نیاز گیاهان می باشد که معمولاً عناصر آن به آرامی در اثر تجزیه و معدنی شدن در خاک آزاد می شود (آلبیاج و همکاران، ۲۰۰۱). بر پایه نتایج بررسی های لی و همکاران (۲۰۱۲)، آنها اظهار نمودند که لایه کاه و کلش دفن شده در خاک، سبب افزایش شستشوی نمک شد و تجمع نمک را در محدوده ریشه کنترل کرد. دیگر پژوهشگران نیز مزایای دیگری برای دفن لایه کاه و کلش از جمله کاهش pH خاک، کاهش چگالی ذرات و بهبود ظهور سریع تر گیاهچه در عمق خاک تعریف کرده اند (فان و همکاران، ۲۰۱۳). افزون بر این، لایه کاه دفن شده می تواند خواص فیزیکی و شیمیایی خاک را نیز بهبود بخشد (وانگ و همکاران، ۲۰۱۱ و زائو و همکاران، ۲۰۱۲). با توجه به فقر خاک های اکثر مناطق کشور از نظر مواد آلی و اهمیت کودهای دامی و بقایای محصولات کشاورزی در توان تولیدی خاک، این پژوهش به منظور بررسی تأثیر برخی مواد اصلاحی بر مقدار هدایت الکتریکی خاک مزرعه گندم و باقلا، در منطقه دشت ارمو، شهرستان دره شهر - استان ایلام اجرا شد.

مواد و روش ها

این پژوهش در فصل پاییز، سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه ای واقع در منطقه دشت ارمو، شهرستان دره شهر - استان ایلام با کاربرد انواع مواد اصلاحی و مقادیر ناهمساند مواد اصلاحی (بقایای یونجه در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، کاه و کلش گندم در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، کود مرغی در سه سطح ۲، ۴ و ۶ تن در هکتار و کود شیمیایی با توجه به آزمون خاک در سه تکرار اجرا گردید. اراضی دشت ارمو از نظر تقسیمات کشوری جزء استان ایلام و شهرستان دره شهر بوده و از لحاظ مختصات جغرافیای بین طول های ۴۷ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی و عرض های ۳۳ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی و با متوسط دمای حداقل ارتفاع از سطح دریا واقع گردیده است. میانگین ماهیانه متوسط دمای روزانه هوا بر حسب درجه سانتی گراد ۲۱/۳ و متوسط دمای حداقل ۱۳/۵ و متوسط دمای حداکثر ۲۹/۲ سانتی گراد است، تبخیر سالیانه حدود ۲۶۵۵ میلی متر و میانگین مجموع بارندگی ۴۱۷/۱ میلی متر می باشد. خاک مورد آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری، مزرعه تهیه و به منظور یکنواختی از الک چهار میلی متری عبور داده شد؛ سپس در معرض هوا خشک گردید. کاه و کلش گندم و بقایای یونجه از مزارع شهرستان دره شهر تهیه شد. برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱ - برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

مشخصات خاک	هدایت الکتریکی	pH	کربن آلی	نیترژن کل	K	P	Zn	Mn	Fe	Cu	شن	رس	لوم	بافت خاک
واحد	(dS/m)	-	%	%	Ppm							%		
مقادیر	۱/۹۲	۷/۶۵	۱/۵۲	۰/۱۴۷	۱۶۳	۱۳/۸	۰/۷۸	۹/۷۴	۶/۲۵	۱/۲۳	۲۱	۳۵	۴۴	Clay Loam

به منظور اندازه گیری هدایت الکتریکی خاک، با بهره گیری از دستگاه هدایت سنج دیجیتال Sension7، مارک HACH (رودز، ۱۹۹۶) اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

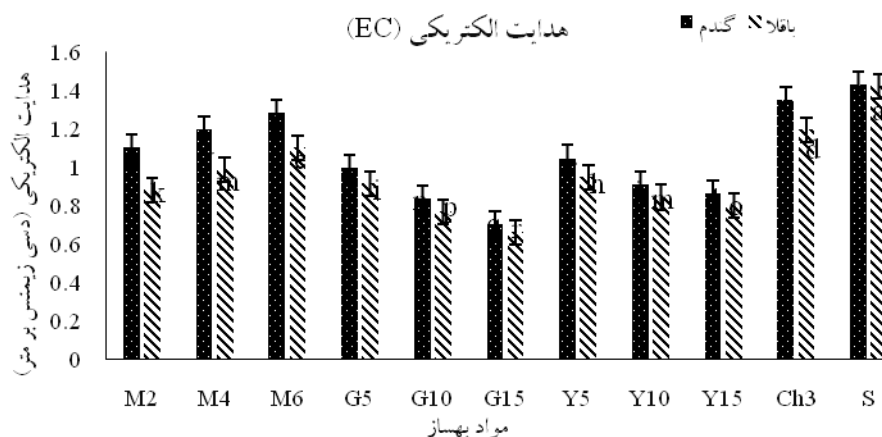
نتایج تجزیه واریانس تأثیر مواد اصلاحی بر مقدار هدایت الکتریکی خاک مزرعه گندم و باقلا در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس (کمیت F) اثر مواد اصلاحی بر مقدار هدایت الکتریکی خاک مزرعه گندم و باقلا

منبع تغییرات	درجه آزادی	هدایت الکتریکی
تکرار	۲	۸۴۱/۴۴**
گیاه	۱	۱۸۱۷۵**
خطای اصلی	۲	۱۵/۶۲
مواد اصلاحی	۱۰	۲۸۱۱۸/۳**
گیاه*مواد اصلاحی	۱۰	۷۴۹/۹۵**
خطای فرعی	۲۰	۰/۷۹
ضریب تغییرات	-	۰/۳۲

* و ** به ترتیب معنی داری در سطح احتمال پنج درصد و معنی داری در سطح احتمال یک درصد

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر مواد اصلاحی و گیاه کشت شده و برهم کنش مواد اصلاحی و گیاه بر هدایت الکتریکی (EC) در سطح ۱ درصد معنی دار شده است. نتایج آزمون میانگین تیمارها نشان داد که در مزرعه تحت کشت باقلا بیشترین اندازه EC در تیمار شاهد (۱/۴۲ دسی زیمنس بر متر) و کمترین اندازه در تیمار ۱۵ تن در هکتار کاه و کلش گندم (۰/۶۶ دسی زیمنس بر متر) و همچنین در مزرعه تحت کشت گندم بیشترین اندازه EC در تیمار شاهد (۱/۴۳ دسی زیمنس بر متر) و کمترین اندازه در تیمار ۱۵ تن در هکتار کاه و کلش گندم (۰/۷ دسی زیمنس بر متر) دیده گردید.



شکل ۱. اثر مواد اصلاحی بر هدایت الکتریکی خاک مزرعه گندم و باقلا

M₂: ۲ تن در هکتار، M₄: ۴ تن در هکتار، M₆: ۶ تن در هکتار کود مرغی،

G5: ۵ تن در هکتار، G10: ۱۰ تن در هکتار، G15: ۱۵ تن در هکتار کاه و کلش گندم،

Y5: ۵ تن در هکتار، Y10: ۱۰ تن در هکتار، Y15: ۱۵ تن در هکتار بقایای یونجه،

Ch3: ۱۰۰ درصد نیاز کودی شیمیایی، S: شاهد.

با توجه به نتایج مقایسه گروهی میانگین تیمارها مشخص شد که مواد اصلاحی بر میزان هدایت الکتریکی خاک اثر منفی داشته و سبب کاهش EC خاک شده‌اند و بیشترین اثر منفی مربوط به تیمار کاه و کلش گندم به میزان ۷۵/۳۱ درصد شد، تیمارهای بقایای یونجه و کود مرغی نیز به ترتیب باعث کاهش ۵۷/۷۸ و ۳۰/۲۷ درصدی EC خاک شدند. الگوی تغییرات هدایت الکتریکی، وابسته به شرایط خاک است و میزان آب و عناصر خوراکی خاک مهمترین عوامل کنترل کننده هدایت الکتریکی می‌باشد. هدایت الکتریکی خاک از این مورد بررسی قرار می‌گیرد که با افزایش آن، گیاه باید انرژی بیشتری برای جذب آب کاربرد کند (بائوئر و بلاک، ۱۹۹۲). اختلاط بقایای گیاهی با خاک باعث بهبود ویژگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی خاک، نگهداری قابلیت تولید خاک از راه تجدید ذخایر عناصر خاک و نگهداری آب خاک می‌شود (اقبال و همکاران، ۲۰۰۴).

نتیجه‌گیری

تجزیه تدریجی مواد آلی سبب افزایش راندمان عناصر غذایی و ماندگار شدن اثر این ترکیبات تا چندین سال بر عملکرد گیاهان و خصوصیات خاک می‌گردد. کاربرد مواد اصلاحی آلی سبب کاهش مقدار هدایت الکتریکی خاک مزرعه گندم و باقلا شد. به‌طوریکه از بین این مواد اصلاحی، کاه و کلش گندم تأثیر بیشتری نسبت به تیمارهای کود مرغی، بقایای یونجه و کود شیمیایی در کاهش مقدار هدایت الکتریکی خاک گذاشته است. با توجه به اینکه استفاده از کاه و کلش گندم اثرات بیشتری بر کاهش مقدار هدایت الکتریکی خاک مزرعه گندم و باقلا داشت، بنابراین می‌توان جهت کاهش مقدار هدایت الکتریکی خاک، کاربرد ۱۵ تن در هکتار کاه و کلش گندم را پیشنهاد نمود.

منابع

پورشیرازی، م. سماوات، س. زلفی، ب. مختار، م. مرادی، ف. و ق، مرادی. "بررسی تاثیر مواد آلی از منابع مختلف بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد گیاه در استان بوشهر". *مجله پژوهش‌های خاک*. جلد ۲۵. شماره ۴. ص ۲۹۳-۲۸۵. ۱۳۹۰.

رامیار، ح. وم، جم نژاد. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر تداخلی جو ناخواسته روی شاخص‌های رشد چند رقم گندم. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد هشتم. شماره ۷۵. ص ۷۵-۸۱.

Albiach, R., R. Canet, F. Pomares and F. Ingelmo. "Organic matter components and aggregate stability after the application of different amendments to a horticultural soil". *Environ. Pollu*, 76:125-129. 2001.

Bauer, A., and Blak, A. L. "Organic carbon effects on available water capacity of three soil textural groups". *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:248-254. 1992.

Eghbal B, Ginting D and Gilly JE. "Residual effects of manure and compost application on corn production and soil properties". *Agronomy journal* 96:442-447. 2004.

FAO. 2013. FAOSTAT/ Productiostat/ Crops. Available at Web site [http:// faostat. fao.org](http://faostat.fao.org). Food and Agriculture Organization of the United Nations (verified 5 September 2015).

Fan Z., Chai Q., Huang G., Yu A, Huang P., Yang C., Tao Z., and Liu H. "Yield underwater consumption characteristics of wheat/maize intercropping whit reducedtillage in an oasis region". *European Journal of Agronomy*, 45:52-58. 2013.

Koocheki, A., and Banayane Avval, M. 1995. Grain Legume Cropping. University Jihad of Mashhad Press. 240P. (In Persin).

- Li, H., Wang, S., Guo, M., Gao, H., Pang, H., Li, Y. “Effect of different straw layer on soil water-salt movement and maize yield in Hetao Irrigation District in Inner Mongolia”. J. Irrig. Drainage 31, 91-94.(in Chinese). 2012.
- Majnun Hussein, N. 2008. Agriculture and Grain Production. Jihad University Tehran Press. 283P.
- Mousavi, H., Siyadat, S.A., Moshatty, A., and Gholizdeh, M.R. 2010. Effects of row distance on the yield of beans in Ahvaz region. Journal of plant Sciences Cultivation 2(4):1- 7. (In Persian with English Summary).
- Rhoades, J.D. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. P. 417-435. In: D. L. Sparks et al (eds.), Methods of Soil Analysis, Part 3. 3rd ed. SSSA, ASA Madison, WI. 1996.
- Theodore, C.H. and R.B.Jackson. “Interactive effects of water stress and elevated CO₂ on growth, photosynthesis, and water use efficiency”. Agron. J, 36:3-31. 1999.
- Wang, F.X., X.X, Wu., C, Shock., L.Y, Chu., X.X, Gu. And X, Xue. “Effects of drip irrigation regimes on potato tuber yield and quality under plastic mulch in arid Northwestern China”. Field Crops Research. 122:78-84. 2011.
- Zhao H, Xiong Y-C., Li F-M., Wang R-Y., Qiang Sh-C., Yao T-F., and Mo F. “Plastic film mulch for half growing-season maximized WUA and yield of potato via moisture-temperature improvement in a semi-arid agroecosystem” Agricultural Water Management, 104: 68-7. 2012.

Investigation of Electrical conductivity (EC) wheat and Bean field soil using amendment materials in Aramou plain, Darreh shahr city, Ilam province.

Zeinvand¹, M., Alinejadian^{*2}, A., Feizian³, M., Akbarpour⁴, O.

¹ ph.D. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran

² Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran

³ Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran

⁴ Assistant Prof., Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran

Abstract

The present study was conducted to investigate the effect of some amendment materials on the electrical conductivity (EC) wheat and Bean field soil, a randomized complete block design experiment, in the crop year 2019-2018, in three replications in a farm in Dasht-e Aramou, Dare Shahr-Ilam province. The aim of this study was to investigate and compare the effects of the two factors, the types of amendment materials and the amount of insoluble matter (alfalfa residues at 5, 10 and 15 ton/ha, straw and wheat straw at 5, 10 and 15 ton/ha, chicken manure at three levels of 2, 4 and 6 ton/ha and fertilizer is 100% fertilizer requirement, on bean plant. The results showed that on the farm under bean cultivation the highest the electrical conductivity (1.42 dS/m) in control treatment and the lowest (0.66) was obtained in the treatment of 15 tons per hectare straw and wheat straw and also on the farm under wheat cultivation the highest the electrical conductivity(1.43 dS/m) in control treatment and the lowest (0.7) was obtained in the treatment of 15 tons per hectare straw and wheat straw. Therefore, it can be stated that the use of amendment materials, will have beneficial effects on reducing the electrical conductivity of the soil.

Keywords: Amendment materials, Bean, Dare Shahr, Electrical conductivity, Wheat.

اثر سطوح مختلف تنش شوری بر مشخصه‌های مورفولوژیکی پایه‌های جوان عناب (*Zizyphus jujuba*)

ناصر طباطبایی^{۱*}، اعظم جعفری^۲، محمدهادی راد^۳ و مصطفی شیرمردی^۴
^{۱،۲،۴} دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران
^۳ مرکز ملی تحقیقات شوری، یزد، ایران
نویسنده مسئول: naser.tabatabay.1345@gmail.com

شوری خاک یکی از اصلی‌ترین تنش‌های محیطی تأثیرگذار بر رشد گیاهان و محصولات تولیدی آنها است و تأثیر این تنش در اقلیم خشک و نیمه‌خشک شدیدتر است. عناب به‌عنوان یک گیاه دارویی ارزشمند و مقاوم به شرایط مختلف آب و هوایی در بسیاری از مناطق ایران گسترش دارد. این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار تنش شوری (آبیاری با شوری ۳ (شاهد)، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) در ۳ تکرار انجام گرفت. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، با افزایش سطح شوری در پایه‌های جوان عناب، صفات شاخص سطح برگ، سطح کل برگ، تعداد برگ، تعداد برگچه در برگ و تعداد کل برگچه کاهش یافت ولی شوری نتوانست بر صفات قطر، ارتفاع، سطح و حجم تاج پوشش و وزن تر و خشک برگ عناب مؤثر باشد. بنابراین به نظر می‌رسد که درختان عناب اگرچه می‌توانند سطوح بالای تنش شوری را تحمل کنند، باین‌وجود، میزان رشد و نمو آنها دچار اختلال می‌گردد.

کلمات کلیدی: تنش شوری، سطح برگ، تعداد برگ

مقدمه

شوری عبارت از حضور بیش از اندازه نمک‌های قابل‌حل و عناصر معدنی در محلول آب و خاک است. این عامل به تجمع نمک در ناحیه ریشه منجر شده و گیاه در جذب آب کافی از محلول خاک با اشکال روبرو می‌شود. تنش شوری باعث القای کمبود آب و در نتیجه باعث بستن شدن روزنه‌ها، موجب کاهش قابلیت دسترسی گیاه به دی‌اکسیدکربن و اختلال در فتوسنتز سبب تنش اکسیداتیو می‌گردد. بنابراین احتمال تشکیل گونه‌های واکنشگر (ROS) اکسیژن را در کلروپلاستها افزایش می‌دهد. هنگامی که غلظت دی‌اکسیدکربن درون کلروپلاست در اثر بسته شدن روزنه کاهش می‌یابد، از قابلیت دسترسی نیکوتین آمید آدنین دی‌نوکلئوتید فسفات^۱، برای پذیرش

^۱-NADP

الکترونهاي سيستم نوري كاسته شده و احياي اكسيژن، با توليد همزمان گونه‌هاي اكسيژن فعال شده شروع مي‌گردد. اين گونه‌ها مي‌توانند سوخت و ساز طبيعي سلول را به خطر انداخته و تبديل سوپراکسي به پراکسيد هيدروژن مشکلاتي را براي گياهان ايجاد کند. مي دانيم كه پراکسيد هيدروژن، بازدارنده قوي چرخه كلوين مي‌باشد. واكنش گياهان نسبت به شوري به گونه و رقم گياه، مرحله رشد، مديریت زراعی و آبياری و شرایط محیطی نظیر دما، رطوبت نسبی هوا، نور، اكسيژن، آلودگی هوا، بافت خاک، رطوبت خاک و ... بستگی دارد (نائینی و همكاران، ۱۳۹۷). یکی از راههای اصلاح خاک‌های شور، آبشویی خاک و خارج کردن نمک از خاک می‌باشد. متأسفانه این روش به علت کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک عملی نیست. لذا مؤثرترین راهکار برای مدیريت شوري، توسعه پایة‌ها و اصلاح ارقام مقاوم به شوري و استفاده از آنها در مناطق با خاک شور است (احمدی و همكاران، ۱۳۹۸).

درخت عناب سازگاری زیادی با انواع خاکها و شرایط آب وهوایی مختلف دارد. میوه عناب غنی از فسفر، پتاسیم و آهن می‌باشد و همچنین غنی از ویتامین ث و اسیدهای آمینه می‌باشد، میوه‌های عناب همچنین سبب کاهش استرس‌های اکسیداتیو قلب گردیده و بازدارنده تقسیم سلولهای سرطانی می‌باشد. عناب دارای مواد مختلفی با اثرات دارویی فراوان، مانند اسید تری ترپنیک و فلاونوئید می‌باشد (نخعی و همكاران، ۱۳۹۴).

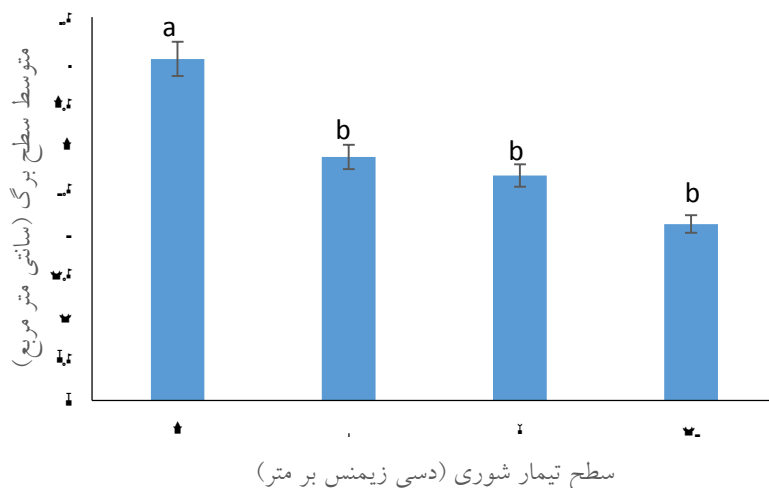
با توجه به اینکه بیشتر زمین‌های کشاورزی ایران، بدلیل شوری خاک و آب برای کشت بیشتر محصولات باغی مناسب نیست، کشت عناب، به عنوان یک درخت مقاوم به شوری و خشکی با کاربرد زینتی و دارویی در استان یزد مناسب است. بروز خشکسالی‌های متمادی، شوری آبهای کشاورزی و وزش بادهای شدید از جمله مهمترین عوامل تضعیف کشت درختان عناب در استان یزد می باشد. بدلیل نبود تحقیقات پایه‌ای کافی، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات شوری بر مشخصه های مورفوفیزیولوژیکی پایه های جوان عناب در استان یزد انجام شد.

مواد و روش ها

این پژوهش در قالب طرح كاملاً تصادفی با ۴ تیمار (آبیاری با شوری ۶،۹،۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و شاهد ۳ دسی‌زیمنس بر متر) در ۳ تکرار انجام گرفت، بدین ترتیب تعداد ۱۲ گلدان عناب در طی چهار ماه از پایان اردیبهشت تا اواخر شهریور آبیاری گردید.

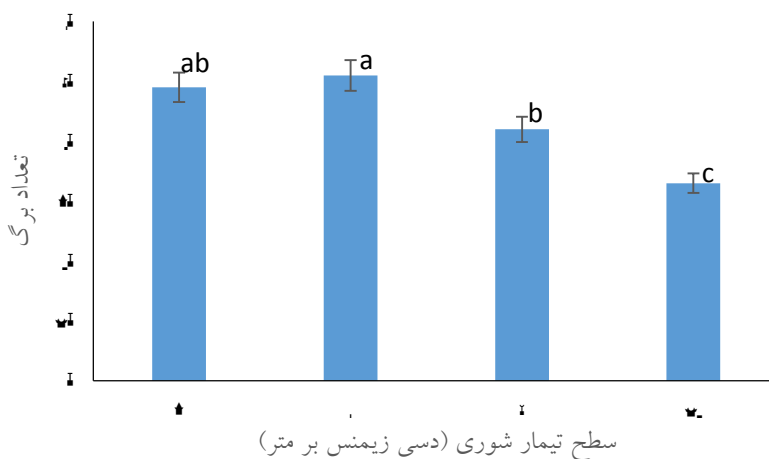
نتایج و بحث

مقایسه میانگین داده‌ها در خصوص تأثیر سطوح مختلف شوری بر متوسط سطح برگ نهال های رویشی مورد آزمایش، نشان داد که بالاترین میزان سطح یک عدد برگ مربوط به تیمار ۳ دسی زیمنس بر متر بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی داری را نشان داد (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف شوری بر متوسط سطح برگ در نهال‌های رویشی عناب

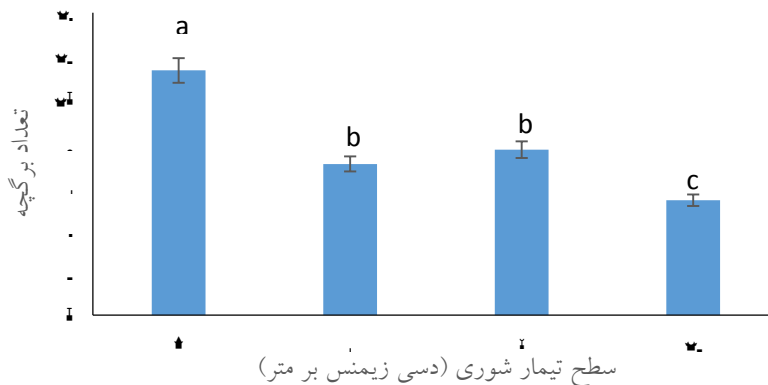
مقایسه میانگین داده‌ها در رابطه با تأثیر سطوح مختلف شوری بر تعداد برگ نهال‌های متأثر از تیمارهای مختلف شوری، نشان داد که بالاترین میزان تعداد برگ مربوط به تیمار ۶ دسی زیمنس بر متر بود که با تیمار ۳ دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی داری را نشان نداد. کمترین میزان تعداد برگ مربوط به تیمار ۱۲ دسی زیمنس بر متر بود (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف شوری بر تعداد برگ در نهال‌های رویشی عناب

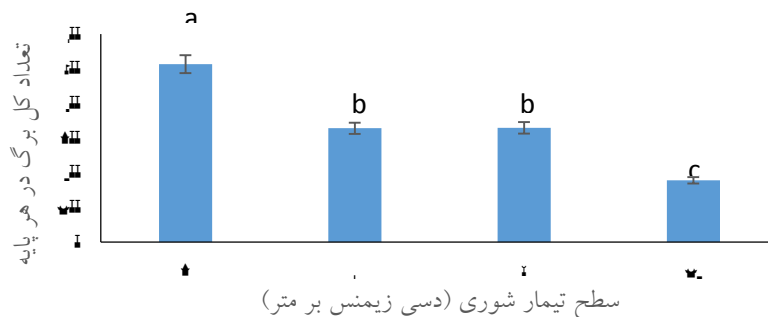
همچنین مقایسه میانگین داده‌ها در خصوص تأثیر سطوح مختلف شوری بر تعداد برگچه در هر برگ، نشان داد که بالاترین میزان تعداد برگچه در هر برگ، مربوط به تیمار ۳ دسی زیمنس بر متر بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی داری را نشان داد (شکل ۳). تیمار ۶ و ۹ دسی زیمنس بر متر اختلاف معنی داری نداشته و تیمار ۱۲

دسی‌زیمنس بر متر کمترین تعداد برگچه در برگ را به خود اختصاص داد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف شوری بر تعداد برگچه در برگ نهال‌های رویشی عناب

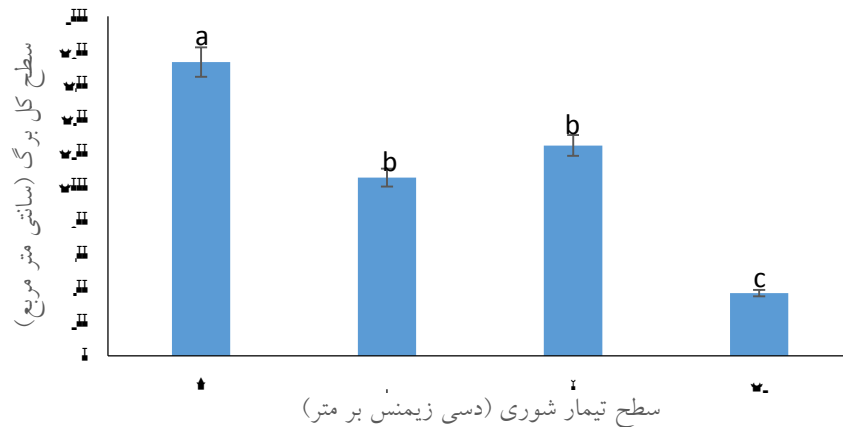
مقایسه میانگین داده‌ها در خصوص تأثیر سطوح مختلف شوری بر تعداد کل برگچه در هر پایه، نشان داد که بالاترین میزان تعداد کل برگ مربوط به تیمار ۳ دسی‌زیمنس بر متر بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۴). کمترین میزان تعداد کل برگ مربوط به تیمار ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بود (شکل ۴). تیمارهای ۶ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (شکل ۴).



شکل ۴- مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف شوری بر تعداد کل برگ در هر پایه از نهال‌های رویشی عناب

با انجام مقایسه میانگین داده‌های مربوط به سطح کل برگ پایه‌های رویشی عناب که تحت تأثیر سطوح مختلف شوری قرار گرفتند، مشخص گردید که بالاترین میزان سطح برگ مربوط به تیمار ۳ دسی‌زیمنس بر متر بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد (شکل ۵). تیمار ۶ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری

نداشته و تیمار ۱۲ دسی زمینس بر متر کمترین میزان سطح برگ را به خود اختصاص داد که با سایر تیمارها از اختلاف معنی داری برخوردار بود (شکل ۵).



شکل ۵- مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف شوری بر سطح کل برگ در هر پایه از نهال های رویشی عناب

شوری خاک یکی از اصلی ترین تنش های محیطی تأثیرگذار بر رشد گیاهان و محصول آنها است. تخمین زده می شود که بیش از ۲۰ درصد از کل زمین های زراعی دنیا شامل زمین هایی با سطوح شوری مختلف هستند که به نحوی باعث تأثیر تنش شوری روی گیاهان زراعی می شوند و تأثیر این تنش در مناطق خشک و نیمه خشک شدیدتر است (حاج غنی و همکاران ۱۳۸۷). بیشترین زمین های شور در آسیا پس از روسیه، چین، هند، پاکستان متعلق به ایران است (شاهسوند حسنی و عبدالمیشانی، ۱۳۷۲). یکی از بارزترین اثرات کاهش رشد، کاهش سطح برگ است (گنوینی و همکاران ۱۹۹۸؛ مونز، ۲۰۰۲). البته فتوسنتز به طور مستقیم نیز تحت تأثیر شوری قرار می گیرد، ولی اثرات شوری روی فتوسنتز بین گونه های مختلف گیاهی متفاوت است. به طوری که تنش شوری میزان فتوسنتز را در گندم کاهش می دهد (میر محمدی و قره یاضی، ۱۳۸۱)، در حالی که در برنج موجب افزایش فتوسنتز می شود (آسچ و همکاران، ۲۰۰۰). گزارش های زیادی نیز در مورد واکنش های متفاوت میزان فتوسنتز نسبت به شوری وجود دارد. در ارزیابی ارقامی از سورگوم علوفه ای در شرایط تنش شوری، کاهش محتوای کلروفیل کل، کلروفیل b و a در نمونه های مورد آزمایش گزارش شده است (یارنیا، ۱۳۸۶).

شوری یکی از مهم ترین موانع تولید گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است که عملکرد گیاه را به روش های مختلف تحت تأثیر قرار می دهد. کاهش سطح برگ به عنوان نخستین اثر شوری، توانایی بالقوه گیاه جهت فتوسنتز را کاهش می دهد. به همین ترتیب تخریب کلروفیل توسط یون های سمی از جمله سدیم، کاهش فتوسنتز را به دنبال خواهد داشت، و اسید هیومیک و دیگر اسیدهای آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی و باکتری های محرک رشد از طریق اثرات هورمونی و بهبود جذب عناصر غذایی جهت بالا بردن عملکرد بخصوص در شرایط تنش شوری می توانند مؤثر واقع شوند (ملرو و همکاران ۲۰۰۷).

نتایج این پژوهش نشان داد که سطوح مختلف شوری مورد استفاده در این پژوهش بر شاخص‌هایی مانند شاخص سطح برگ، سطح کل برگ، تعداد برگ، تعداد برگچه در برگ و تعداد کل برگچه تاثیرگذار بود. با افزایش سطح شوری از ۳ تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، سطح برگ نیز بطور معنی‌داری کاهش پیدا کرد و بیشترین سطح برگ در کمترین سطح شوری مشاهده شد. در بالاترین سطح شوری (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) کمترین تعداد برگ مشاهده شد. بیشترین تعداد برگچه و تعداد کل برگ در کمترین سطح شوری و کمترین تعداد برگچه در بالاترین سطح شوری مشاهده شد. بیشترین سطح کل برگ نیز تیمار ۳ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین سطح کل برگ در تیمار ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. شاخص سطح برگ نیز در کمترین سطح شوری در بین تیمارهای مورد استفاده بیشترین مقدار را نشان داد. یکی از اثرات شوری در گیاه تأثیر نامطلوب آن بر رشد گیاه بوده و باعث کاهش رشد آن می‌گردد، استفاده از غلظت‌های مختلف تنش شوری روی نهال‌های پسته نیز، باعث کاهش طول و چگالی ریشه شده‌است (بهمنی، ۱۳۸۴ رضوی نسب و همکاران، ۲۰۱۱). میرفتاحی و همکاران (۱۳۹۷) همچنین اثر سطوح مختلف شوری باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع و تعداد برگ در زیتون‌های تحت تیمار شوری نیز شده است (لولایی و همکاران، ۲۰۱۲).

نتایج این پژوهش در ارتباط با تعداد برگ با نتایج رستمی و همکاران (۱۳۹۱) مطابقت داشت. شوری باعث کاهش آغازش و گسترش برگ و همچنین کاهش رشد میان‌گره‌ها شد. همچنین شوری ریزش برگ را تسریع کرد. کاهش جذب آب، سبب کاهش رشد سلول و نیز کاهش تقسیم سلولی به دلیل تجمع سدیم و کلر می‌شود (ذکری، ۱۹۹۱). نتایج این پژوهش با گزارش سهیل (۲۰۰۹) و نائینی و همکاران (۲۰۰۶)، مطابقت دارد. سهیل (۲۰۰۹) نیز کاهش ۶۷ و ۷۲ درصدی تعداد برگ را در شوری هشت و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر به بالا را در گنار گزارش کردند.

در پژوهش احمدی و همکاران (۱۳۹۷) تنش شوری بر مشخصه‌های تعداد برگ کل، شاخص کلروفیل و درصد نشت یونی انار تاثیرگذار بود. ولی مغایر با نتایج ما بر صفات ارتفاع و قطر شاخه و محتوای رطوبت نسبی موثر بود. شوری باعث کاهش معنی‌دار صفات رویشی مانند ارتفاع، اندازه تاج، سطح برگ، تعداد برگ و همچنین سبزی‌نگی، دما و نشت یونی، پرولین، قند محلول و محتوی نسبی آب برگ در انارهای تیمار شده با آب شور شد (گردفرامزی و همکاران، ۱۳۹۶). از نظر ارتفاع، اندازه تاج و محتوی نسبی آب برگ نتایج به‌دست‌آمده با آن مغایرت داشت ولی از نظر سطح برگ و نشت یونی با آن مشابهت داشت. تیمار تنش شوری بر رشد رویشی نهال‌های خرما باعث کاهش معنی‌دار تعداد برگ و طول برگ و عرض برگ، تعداد برگچه و طول برگچه شد (حوری، ۱۳۹۸) که با نتایج به‌دست‌آمده مشابهت دارد.

منابع

امید بیگی، رضا. ۱۳۹۰. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی، جلد دوم، چاپ ششم، ۳۳۸-۳۳۴.

بهمنی، ا. ۱۳۸۴ اثر تنش شوری بر میزان جذب عناصر غذایی توسط ذرت. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، تهران. ص. ۱۰۸-۱۰۵

توکلی کرقد، غ. کهنسال، م. و زراعت-گر، ه. ۱۳۹۸. شناخت مقدماتی آفت مگس میوه عناب: پراکنش جغرافیایی، دامنه میزبانی و میزان خسارت، اولین همایش ملی عناب، بیرجند

حاج-غنی، م. صفاری، م. مقصودی-مود، ع.ا. ۱۳۸۷. اثر سطوح مختلف شوری کلرید سدیم بر جوانه زنی و رشد گیاهچه ارقام گلرنگ *Cartamus tinctorius* علوم آب و خاک جلد ۱۲ شماره ۴۵

حوری، م. ۱۳۹۸. اثرات سطوح مختلف تلفیق آب-های شور و غیر شور بر رشد رویشی پاجوش-های خرما نشریه پژوهش آب در کشاورزی جلد ۳۳ شماره ۴

حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۸۳. جذب آب و تعرق. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت زراعت، کمیته ملی خشکی و خشک‌سالی کشاورزی، تهران، ۱۹۴ صفحه.

دانشمند، ف. ۱۳۹۳. تأثیر آسکوربیک اسید در کاهش تنش اکسیداتیو حاصل از تنش شوری سیب زمینی، مجله پژوهش-های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران) دوره ۲۷ شماره ۳

رستمی، م، محمد-پرست، ب و گلفام، ر. ۱۳۹۳. اثر سطوح مختلف تنش شوری بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک گیاه زعفران. نشریه زراعت و فناوری زعفران. (۳) ۳ ص ۱۹۳-۱۷۹.

زرگری، علی. ۱۳۷۶. گیاهان دارویی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، جلد اول، چاپ هفتم، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. صفحه: ۶۰۳-۶۰۱.

سلطانی گرد فرامرزی، و. جعفری، ا. کمالی، ک. وظیفه-شناس، م. ۱۳۹۶ اثر آب شور رقیق شده توسط پساب بر برخی خصوصیات رویشی و فیزیولوژیکی نهال انار رقم ملس یزدی. پژوهش-های تولید گیاهی (علوم کشاورزی و منابع طبیعی). دوره ۲۴ شماره ۳ ص. ۱۰-۱

شاهسوند حسنی، ح. و عبدمیشانی، س. ۱۳۷۲ ارزیابی ارقام گندم ایرانی از نظر تحمل به شوری. خلاصه مقالات اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج. ص. ۵۵

Effect of different levels of salinity stress on morphological characteristics of young jujube trees (*Ziziphus jujube*)

Abstract

Soil salinity is one of the main environmental stresses affecting the growth of plants and their products and the effect of this stress is more severe in arid and semi-arid climate. Jujube as a valuable medicinal plant and resistant to various climatic conditions is widespread in many parts of Iran. This study was conducted in a completely randomized design with 4 salinity stress treatments (irrigation with salinity of 3 (control), 6, 9 and 12 dS/m) in 3 replications. Based on the results of this study, with increasing salinity level in young jujube rootstocks, leaf area index, total leaf area, number of leaves, number of leaflets per leaf, total number of leaflets decreased. However, salinity could not affect the diameter, height, surface and volume of canopy, fresh and dry weight of leaves. It seems that although jujube trees can tolerate high levels of salinity stress, their growth and development is impaired.

Keywords: Salinity stress, leaf number, leaf area index

بررسی اثر شیب دامنه بر طول آبکند در برخی اراضی در غرب استان اردبیل

سعید صفری^۱، علی‌رضا واعظی^۲

۱- دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، s1366saeed@gmail.com

۲- استاد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، vaezi.alireza@znu.ac.ir

چکیده

فرسایش آبکندی یکی از مخرب‌ترین نوع فرسایش آبی است که با رشد و گسترش آن، حجم قابل توجهی خاک از دسترس خارج می‌شود. هدف این پژوهش بررسی اثر شیب دامنه بر طول آبکند در برخی اراضی در غرب استان اردبیل به مساحت ۲۵۰ کیلومترمربع است. ابتدا ۲۷ دامنه که دارای فرسایش آبکندی بودند، شناسایی و تعداد ۲۷۸ آبکند در این دامنه‌ها مشخص و طول آن‌ها اندازه‌گیری شد. از ویژگی‌های آبکندها طول و از ویژگی‌های دامنه‌ها شیب در هر دامنه با استفاده از گوگل ارث، تعیین شدند. براساس نتایج کمترین و بیشترین شیب دامنه در منطقه به ترتیب ۵/۴۸ و ۲۲/۱۱ درصد و طول آبکندها از ۲۰/۱ متر تا ۴۲۳۲ متر تغییر می‌کند. همبستگی معنی‌داری بین طول آبکند و شیب دامنه وجود دارد ($p < 0.01$ و $r = 0.49$). براساس یافته‌های این پژوهش آبکندهای واقع در دامنه‌های کلاس شیب ۱۰ تا ۱۵ درصد، بیشترین طول دارند. در چنین دامنه‌هایی بکارگیری روش‌های حفاظت خاک مانند روش‌های زیستی و سازه‌ای برای جلوگیری از تشکیل و گسترش آبکندها ضروری است.

واژگان کلیدی: حفاظت خاک، شیب دامنه، طول آبکند، فرسایش آبی

مقدمه

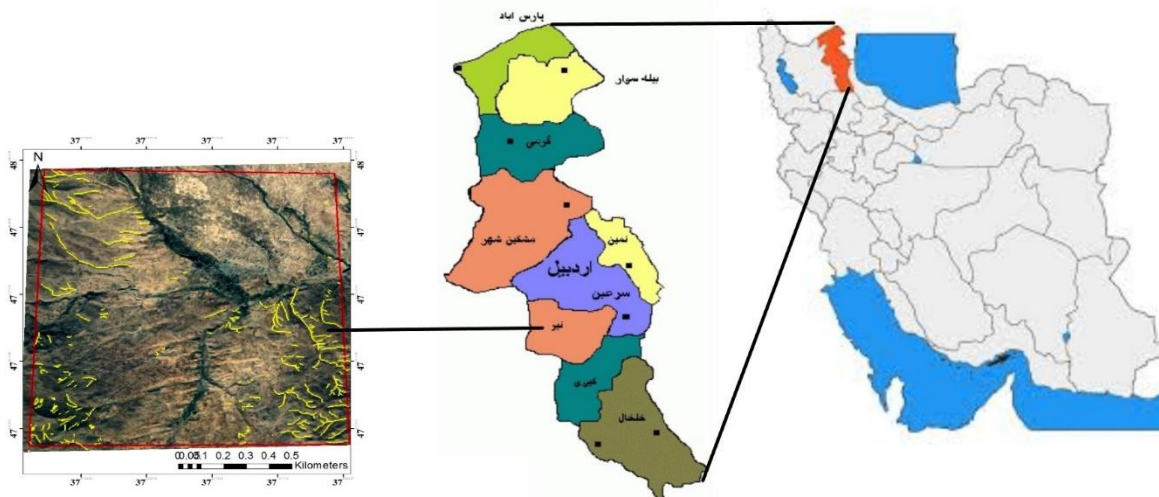
فرسایش آبکندی در دامنه‌های شیب‌دار مرحله پیشرفته‌ای از فرسایش شیاری است. فرسایش آبکندی اغلب حداکثر تخریب خاک را نشان می‌دهد که موجب کاهش بهره‌وری کشاورزی، از بین رفتن خاک، کاهش کیفیت آب و پر شدن مخازن پایین دست می‌شود (Ayele, 2015). آبکندها، گودی‌های عمیقی و دراز هستند که توسط جریان آب در دامنه‌ها بوجود می‌آیند. آبکندها پس از شکل‌گیری، تبدیل به گذرگاه سریع جریان و انتقال رسوب می‌شوند. این آبراهه‌ها صرفاً در اثر فرسایش آبی بوجود آمده‌اند و از این رو نباید آن‌ها را با دره‌ها اشتباه گرفت واعظی (۱۳۹۸). فرآیندهای مختلفی در تشکیل آبکندها مؤثر هستند که از آن جمله می‌توان به گسترش فرسایش آبراهه‌ای و فرسایش تونلی اشاره کرد. گسترش فرسایش تونلی و فروریزی سقف دهلیزها و دالان‌های تشکیل شده در اثر رشد افقی آن باعث شکل‌گیری فرسایش آبکندی می‌شود (خوجه و همکاران، ۱۳۹۱). ویژگی‌های آبکند مانند طول، عرض، عمق، مساحت، حجم و عوامل محیطی مانند توپوگرافی، پوشش گیاهی و کاربری زمین از جمله عوامل مؤثر در تشدید تخریب خاک و وقوع فرسایش آبکندی است. در این میان ویژگی‌های توپوگرافی، از عوامل مهمی است که بر تشکیل و گسترش آبکند اثر می‌گذارد. برای تعیین تأثیر توپوگرافی نیز آستانه توپوگرافی مورد بررسی قرار می‌گیرد (Valentin et al, 2005). برای تعیین اولویت مناطق از دیدگاه مهار فرسایش آبکندی، تعیین شدت فرسایش آبکندی و عوامل مؤثر بر گسترش آبکندها ضروری است. آبکندها بر اساس ویژگی‌های مورفومتری مانند طول (L)، عرض (W)، عمق (D)، شاخص شکل یا عرض به عمق (W/D)، اختلاف ارتفاع (H)، مساحت مقطع (A)، حجم (V)، قابل ارزیابی کمی هستند. طول آبکند یک پارامتر کلیدی در تعیین حجم فرسایش آبکندی برای EGEM است (Nachtergaele et al. 2001). تحقیقات نشان می‌دهند که همبستگی قوی بین حجم و طول آبکند وجود دارد که بیان‌گر نقش مهم طول آبکند در تخمین حجم فرسایش آبکندی به‌ویژه در آبکندهای با مقیاس بزرگ است. اندازه‌گیری طول آبکند از طریق شواهدی هم‌چون عکس‌های هوایی و تصاویر سنجنش از دور به‌راحتی امکان‌پذیر است (Cheng et al., 2007) با بررسی تأثیر ویژگی‌های خاک بر گسترش طولی خندق‌ها در استان فارس به این یافته رسیدند که عواملی مانند

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

شیب، شوری، اسیدیته و پوشش گیاهی رابطه‌ی معنی‌داری با پیشروی طولی خندق دارند (سلیمان پور و همکاران ۱۳۸۹). در مطالعه‌ای به منظور پهنه‌بندی حساسیت خاک به فرسایش آب‌کندی در حوزه زواریان قم گزارش نمودند بیش‌تر آب‌کندها در زمین‌های مرتعی و کشاورزی ایجاد و گسترش یافته است و زمین‌های با کاربری باغی و مسکونی کمترین عوارض تشکیل آب‌کندها را دارند (تجری و کاردل، ۱۳۹۳). واعظی و بخشی‌راد (۱۳۹۸) نیز بیان کردند که طول آب‌کندها از جمله پارامترهایی است که در برخی مدل‌های ریاضی نظیر مدل (EGEM) برای برآورد حجم فرسایش آب‌کندی به کار می‌رود. استان اردبیل یکی از استان‌های با اقلیم نیمه‌خشک در شمال غرب ایران است که از نظر اشکال فرسایش آبی به ویژه فرسایش آب‌کندی دارای اهمیت است. این پژوهش به منظور بررسی ارتباط بین ویژگی طول آب‌کندها و شیب دامنه در برخی اراضی در غرب استان اردبیل انجام گرفت تا ضمن شناخت دقیق ویژگی‌های ریخت‌شناسی و عوامل مدیریتی بتوان راهکارهای مناسب برای کاهش گسترش فرسایش آب‌کندی در منطقه ارائه داد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در شهرستان نیر واقع در غرب استان اردبیل محدوده‌ای از اراضی دیم و مراتع در مختصات جغرافیایی ۳۸ درجه و دو دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۵۹ دقیقه طول شرقی انجام گرفت و متوسط ارتفاع آن از سطح دریا ۱۶۵۰ متر می‌باشد. براساس اطلاعات هواشناسی میانگین بارندگی سالانه شهرستان نیر ۳۵۰ میلیمتر و با میانگین دمای سالانه ۹ درجه سانتی‌گراد از نظر طبقه‌بندی اقلیمی دوما رتن این منطقه دارای آب و هوای سرد و نیمه‌خشک است. محدوده‌ای مربعی شکل با مساحت ۵۰ × ۵۰ کیلومترمربع انتخاب شده و به ۳۶ شبکه با ابعاد ۵ کیلومتر × ۵ کیلومتر تقسیم شد. پس از تعیین محدوده فرسایش آب‌کندی بر روی عکس هوایی ۲۷ دامنه برای اندازه‌گیری فرسایش تعیین شد و در این دامنه‌ها ۲۷۸ آب‌کندها مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۱_ موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان اردبیل

شیب دامنه‌ها با استفاده از نرم افزار گوگل ارث از تقسیم اختلاف ارتفاع (کمترین و بیشترین ارتفاع) بر مجذور مساحت دامنه‌ها و طول آب‌کندها براساس مشاهدات میدانی و همچنین با استفاده از نرم افزار گوگل ارث تعیین شدند. برای شناسایی آب‌کندها از نقشه توپوگرافی شهرستان نیر با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، تعیین موقعیت دقیق آب‌کندها و برای بررسی ویژگی طول آب‌کندها از نرم افزار گوگل ارث نسخه 7.3.2.5495 استفاده شد. به منظور بررسی روابط بین طول آب‌کندها و شیب دامنه از روش ماتریس همبستگی (پیرسون) استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نتایج و بحث

براساس نتایجی که بدست آمده است. شیب دامنه از ۵/۴۸ تا ۲۲/۱۱ درصد و طول آبکندها از ۲۰/۱ متر تا ۴۲۳۲ متر متغیر است. سطح زراعت از ۷/۲۳ تا ۱۳۶۳/۱۵ هکتار و سطح مرتع از ۶/۱۳ تا ۱۳۳۶/۰۵ هکتار بدست آمد. کل سطح زراعت منطقه مورد مطالعه ۴۸۹۰/۸۱ هکتار که عمدتاً در کلاس شیب ۵ تا ۱۵ درصد بوده و کل سطح مراتع ۲۲۰۷/۷۸ هکتار که در کلاس ۱۰ تا ۲۰ درصد واقع شدند.

جدول ۱_ نتایج آماری ویژگی دامنه‌های تحت فرسایش آبکندی

مشخصات دامنه‌های تحت فرسایش آبکندی	تعداد	کمترین	بیشترین	میانگین	انحراف معیار
شیب دامنه (%)	۲۷	۵/۴۸	۲۲/۱۱	۱۱/۶۳	۴/۱۵
سطح زراعت (هکتار)	۲۷	۷/۲۳	۱۳۳۶/۰۵	۱۸۸/۱۱	۳۷۹/۲۸
سطح مرتع (هکتار)	۲۷	۶/۱۳	۳۹۶/۵۴	۱۲۲/۶۵	۱۱۴/۳۸

نتایج ماتریس همبستگی شیب دامنه و عوامل زمینی مؤثر بر طول آبکند را نشان می‌دهد (جدول ۲). طول آبکند همبستگی مثبت و معنی‌داری با شیب دامنه دارد ($p < 0.01$ و $r = 0.49$). که با نتایج مطالعات Nachtergaele و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت دارد. این پژوهشگران نشان دادند که طول آبکند یک عامل کلیدی در تعیین حجم فرسایش آبکندی است. Aleksey و همکاران (۲۰۱۸) بر نقش مهم عامل شیب در ایجاد و گسترش فرسایش آبکندی در اراضی کشاورزی تاکید می‌نماید. واعظی و بخشی‌راد (۱۳۹۸) نیز بیان کردند طول آبکند مهم‌ترین مشخصه برای بیان گسترش آبکندها در منطقه است، به طوری که با افزایش طول آبکند، حجم آبکندها به شدت افزایش پیدا می‌کند.

جدول ۲_ همبستگی شیب دامنه و عوامل زمینی مؤثر بر طول آبکند (N=27, N=278)

ویژگی	شیب دامنه	سطح زراعت	سطح مرتع	طول آبکند
شیب دامنه	۱			
سطح زراعت	-۰/۱۵	۱		
سطح مرتع	-۰/۰۴	۰/۴۱	۱	
طول آبکند	۰/۴۹**	-۰/۲۹	-۰/۲۶	۱

**معنی‌دار در سطح احتمال ۹۹ درصد و * معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵ درصد

براساس نتایج جدول (۲) همبستگی معنی‌داری بین طول آبکند با سطح زراعت و سطح مرتع در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد مشاهده نشد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نتیجه‌گیری

با توجه به ارزیابی‌هایی که از طول آبکندها انجام گرفت شیب دامنه همبستگی مثبت و معنی‌داری با آن داشت. اما روابط معنی‌داری بین طول آبکند و کاربری زمین (سطح زراعت و سطح مرتع) وجود ندارد. در میان ویژگی‌های دامنه‌های تحت فرسایش آبکندی، شیب دامنه مهم‌ترین مشخصه برای بیان گسترش طول آبکندها در منطقه است ($p < 0.05$ و $r = 0.49$). بنابراین هرچه شیب دامنه‌ها تندتر شده رشد طولی آبکندها بیشتر بوده یعنی هدکات‌ها به سمت رأس دامنه در حال پیشروی است. در این شیب‌ها که عمدتاً تحت کاربری مرتع هستند جلوگیری از چرای بی‌رویه و انجام چرا در اوقات مناسب طی سال پیشنهاد می‌شود.

فهرست منابع

- تجری، ع. کاردل، ف. ۱۳۹۴. تاثیر فرسایش خندقی بر رطوبت خاک در دو کاربری مرتع و زراعت دیم رها شده در زمین های لسی. مدیریت خاک و تولید پایدار ۵(۲). ۱۸۱ - ۱۹۵.
- خوجه، ن. قدوسی، ج. اسماعیلی، ر. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر عوامل زمین محیطی بر شکل گیری و گسترش فرسایش خندقی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. پژوهش نامه مدیریت حوزه آبخیز ۳(۵). ۲۷-۴۱.
- سلیمان پور، س. م. صوفی، م. احمدی، ح. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر ویژگی‌های خاک سطحی بر گسترش طولی خندق‌ها در اقلیم‌های مختلف استان فارس. مجموعه مقالات ششمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری و چهارمین همایش ملی فرسایش و رسوب. ۷ص.
- واعظی، ع. ۱۳۹۸. فرسایش آبی: فرآیندها و مدل‌ها، انتشارات دانشگاه زنجان. ۴۵۳ص.
- واعظی، ع. بخشی راد، ا. ۱۳۹۸. بررسی ویژگی‌های مورفومتری آبکندها و عوامل مؤثر بر گسترش آن‌ها در کاربری زراعت دیم در جنوب استان آذربایجان شرقی. تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۱(۶). ۱۳۷۳-۱۳۸۴.
- Aleksey Y. S., Sekaluvu, L. and Hutchinson, S.L (2018). Accuracy of topographic index models at identifying ephemeral *gully* trajectories on agricultural fields. *Geomorphology*. 306, 224-234. Ayele, G.K., Gessess, A.A., Addisie, M.B., Tilahun, S.A., Tebebu, T.Y. and Tenessa, D.B
- Ayele GK, Gessess AA, Addisie MB, Tilahun SA, Tebebu TY, Tenessa DB, et al. A biophysical and economic assessment of a community-based rehabilitated gully in the Ethiopian highlands. *Land Degrad. Develop*; (2015).
- Cheng, H., Zou, X., Wu, C., Zhang, C., Zheng, O., and Jiang, Z. (2007). Morphology parameters of ephemeral gullies in characteristic hillslopes on the Loess Plateau of China. *Soil and Tillage Research*, 94, 4 – 14.
- Nachtergaele, J., Poesen, J., Steegen, A., Takken, I., Beuselinck, L., Vandekerckhove, L., Govers, G. (2001)b. The value of a physically based model versus an empirical approach in the prediction of ephemeral gully erosion for loess-derived soils. *Geomorphology*, 40, 237–252.
- Valentin, C., Poesen, J., and Li, Y. (2005). Gully erosion: Impacts, factors and control. *Catena*, 63(2 – 3), 132 – 153.
- Habibi M. (1997). Calculating sediment discharge using a developed computer package. *Proceedings of the 8th International Conference on Rainwater Catchment Systems*. Tehran, Iran. 854-864.

Investigation of the effect of Hillslopes slope on gully length in some lands in the west of Ardabil province

Saeid Safari¹ Ali Reza Vaezi²

1- PhD Student of Soil Physics and Conservation, Faculty of Agriculture, University of Zanjan,
s1366saeed@gmail.com

2- Professor, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Zanjan,
vaezi.alireza@znu.ac.ir

Abstract

Gully erosion is one of the most destructive types of water erosion, in which a significant volume of soil becomes inaccessible as it grows and expands. The purpose of this study is to investigate the effect of hillslopes slope on gully length some lands in the west of Ardabil province with an area of 250 Km². First, 27 hillslopes with gully erosion were identified and 278 gully identified in these hillslopes and their length was measured. From the characteristics of gully, length and from the characteristics of hillslopes, slope in each hillslopes were determined using Google Earth. According to the results, the lowest and highest hillslopes in the region vary from 5.48 and 22.11%, respectively, and the gully length varies from 20.1 m to 4232 m. There is a significant correlation between gully length and hillslopes slope ($r = 0.49$ and $p < 0.01$). According to the findings of this study, gullies located in the hillslopes of the slope class of 10 to 15% have the longest length. In such areas, it is necessary to use soil conservation methods such as biological methods and structures to prevent the formation and expansion of gullies.

Keywords: Soil Conservation, Hillslopes Slope, Length Gully, Water Erosion

بررسی تنش تسلیم در موقعیت‌های مختلف یک شیب‌تپه دارای خاک تیکسوتروپ

پری‌ناز غیائی‌نیا^۱، علی‌اصغر بسالت‌پور^۲، حسین شیرانی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ۲- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ۳- استاد گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

رفسنجان، ۳- استاد گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

p.ghiasi1991@yahoo.com

چکیده

فرسایش سیلان‌گل یک معضل فراگیر همراه با پیامدهای ناگوار برای اکوسیستم‌های طبیعی در بیش‌تر نقاط دنیا محسوب می‌شود. در این پژوهش به بررسی رفتار رئولوژیک خاک و تاثیر آن بر فرسایش خمیری شکل پرداخته شد. برای این منظور، شیب‌تپه‌ای که فرسایش خمیری شکل در آن رخ داده بود انتخاب و سه پروفیل به ترتیب در بالای شیب‌تپه (بیش‌ترین فرسایش)، میانه شیب‌تپه (فرسایش متوسط) و انتهای شیب‌تپه (فرسایش کم‌تر و رسوب‌گذاری بیش‌تر) حفر گردید. نمونه‌برداری از دو لایه‌ی سطحی و زیر سطحی در هر پروفیل انجام و برخی ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاک نظیر بافت، ماده آلی، کربنات کلسیم معادل (آهک)، رطوبت اشباع و رطوبت قابل استفاده تعیین شد. همچنین آزمایشات رئولوژیکی خاک به منظور تعیین رفتار خاک نیز انجام گردید و نتایج نشان داد که رفتار خاک شبه‌پلاستیک بوده و خاک با افزایش تنش برشی از خود رقیق شونده (شل‌شونده) نشان می‌دهد. همچنین مدل هرشل‌بالکلی با ضریب تبیین بالاتر و خطای استاندارد پایین‌تر، مدل مناسبی برای پیش‌گویی رفتار جریان نمونه‌های خاک مورد مطالعه می‌باشد.

واژگان کلیدی: رفتار نیوتونی، شبه‌پلاستیک، فرسایش سیلان‌گل، مارن

مقدمه

با وقوع بارندگی، انواع گوناگونی از فرسایش ممکن است رخ دهد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها فرسایش توده‌ای^۱ است. حرکت توده‌ای مواد عبارت از جابجایی مواد هوازده و سنگ‌ها روی دامنه‌ها تحت تاثیر نیروی ثقل می‌باشد (مقیم و همکاران، ۱۳۸۷). در این پدیده یک توده از خاک و سنگ از محل اصلی جدا می‌شود و به سمت پایین شیب حرکت می‌کند. گودی‌های ایجاد شده می‌توانند مجدداً به وسیله آب پر شده و با نفوذ آب در خاک باز هم فرسایش دیگری به راه بیفتد (اسفندیاری‌درآباد، ۱۳۷۴). فرسایش توده‌ای خود به چهار شکل گوناگون رخ می‌دهد که فرسایش سیلان‌گل یا خمیری شکل^۲ از مهم‌ترین انواع آن می‌باشد. سیلان‌گل، مخلوطی از خاک و آب می‌باشد که به حالت خمیری شکل یا ژله‌ای تحت تاثیر حرکت بین ذرات و جابجایی آن‌ها به طرف پایین شیب حرکت می‌کند (Deblasio et al., 2011) و ویژگی‌هایی شبیه سیالات دارد. بنابراین ویژگی‌های رئولوژیکی^۳ می‌توانند بیان‌گر چگونگی وقوع این پدیده باشند (Carotenuto et al., 2015). رئولوژی علم جریان‌یابی ماده در اثر یک نیرو می‌باشد که درباره تغییر فرم و سیلان خمیرها و سوسپانسیون‌ها بحث می‌کند (بلوکی و همکاران، ۱۳۹۲). تنش تسلیم^۴ (τ) یکی از ویژگی‌های رئولوژیکی مواد (رسوب) است که نشان‌دهنده کم‌ترین تنش برشی لازم برای جریان یافتن مواد است (Barnes, 2008). به بیان دیگر، زمانی که تنش اعمال شده کم‌تر از تنش تسلیم باشد، تغییر شکل گل، قابل برگشت و الاستیک می‌باشد. اما زمانی که تنش اعمال شده بیش‌تر از تنش تسلیم باشد، تغییر شکل غیرقابل بازگشت بوده و گل شروع به روان شدن کرده و جریان می‌یابد.

¹ Massive erosion

² Mudflow erosion

³ Rheological

⁴ Stress yield

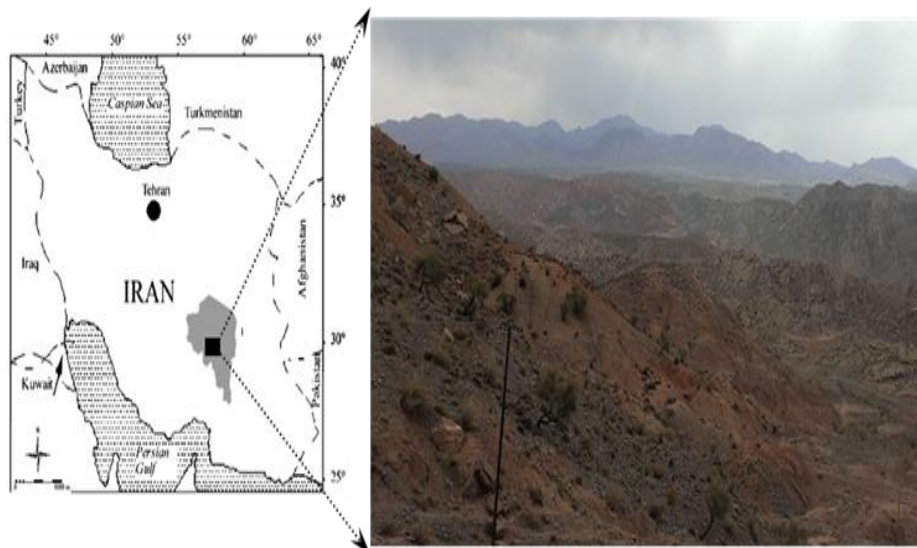
هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

بنابراین تنش تسلیم می‌تواند به‌عنوان تنش بحرانی مورد نیاز برای شروع فرسایش خاک باشد (Van kessel, 1998; wang, 2013). با توجه به این‌که فرسایش سیلان‌گل (خمیری‌شکل) به‌عنوان خطر جدی زمین‌شناسی در نظر گرفته می‌شود چرا که ممکن است جریان‌گل، مسافت زیادی جابجا شود و سرعت بالایی داشته باشد که سبب تخریب مناطق کوهستانی در سراسر دنیا شود باید از وقوع آن تا حد امکان پیش‌گیری نمود که لازمه آن انجام پژوهشی جامع در این راستا و عوامل اصلی اثرگذار بر وقوع آن می‌باشد، بنابراین پژوهش حاضر با هدف تعیین عوامل موثر بر تنش تسلیم خاک و رخ دادن این فرسایش انجام گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شیب‌تپه مورد مطالعه واقع در استان کرمان و در فاصله‌ی ۲۵ کیلومتری جنوب‌شرقی از شهرستان رابر می‌باشد که در طول جغرافیایی $49^{\circ} 48' 59''$ - $49^{\circ} 48' 17''$ شرقی و عرض جغرافیایی $32^{\circ} 30' 28''$ - $32^{\circ} 30' 12''$ شمالی واقع گردیده و به‌طور متوسط ۲۰۴۳ متر از سطح دریا ارتفاع دارد (شکل ۱). این منطقه، بخشی از حوزه آبریز شهرستان رابر استان کرمان می‌باشد. حوزه آبریز رابر- کرمان دارای مساحتی بالغ بر ۲۵۶۰۹۸ هکتار در بخش جنوب‌شرقی کشور واقع گردیده است که دارای سه نوع کاربری اراضی مرتع، پوشش جنگلی و زراعت است که شیب‌تپه مطالعاتی در کاربری مرتع واقع شده است. حوزه آبریز رودخانه رابر- کرمان از بخش شمالی به حوزه آبریز کویر لوت، از شرق به حوزه آبریز رودخانه سجد (از سرشاخه‌های شمالی هلیل‌رود) و از بخش جنوبی به حوزه آبریز رودخانه شور و دهرچ (از سرشاخه‌های شمال باختری هلیل‌رود) محدود می‌گردد. قلمرو مطالعاتی با سیمای کاملاً کوهستانی و مرتفع از مناطق سردسیر و بیلاقی حوزه آبریز هامون جازموریان و استان کرمان محسوب می‌شود. عمده مواد مادری منطقه مورد مطالعه شامل سنگ آهک و دولومیت می‌باشد. میانگین بارش سالیانه در منطقه مورد مطالعه ۴۰۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. خاک‌های موجود در این منطقه و به‌خصوص در شیب‌تپه مطالعاتی دارای رژیم رطوبتی زیریک و رژیم حرارتی مزیک می‌باشد، هم‌چنین گروه هیدرولوژیکی غالب خاک‌ها در منطقه مطالعاتی C است، اگرچه در برخی مناطق AD می‌باشد.



شکل ۱: شیب‌تپه مورد مطالعه واقع در ۲۵ کیلومتری شهرستان رابر در استان کرمان (طول جغرافیایی $49^{\circ} 48' 59''$ - $49^{\circ} 48' 17''$ شرقی و عرض جغرافیایی $32^{\circ} 30' 28''$ - $32^{\circ} 30' 12''$ شمالی)

نمونه برداری خاک

به منظور تعیین و بررسی خواص رئولوژیک خاک در منطقه مورد مطالعه، نمونه برداری خاک با استفاده از حفر خاکرخ انجام گردید. بدین منظور براساس روش پیشنهادی سزگی^۵ و همکاران (۲۰۰۶)، سه خاکرخ به ترتیب در بالای (رأس) شیب با احتمال بیشترین فرسایش خمیری شکل، میانه (وسط) شیب با احتمال متوسط فرسایش خمیری شکل و انتهای شیب با احتمال کمترین فرسایش خمیری شکل، در شیب تپه‌ای که در آن فرسایش خمیری شکل رخ داده بود، حفر گردید. در نهایت نمونه برداری خاک در دو لایه سطحی و زیرسطحی صورت گرفت.

آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی

پس از نمونه برداری، نمونه‌های خاک هواخشک گردیدند و پس از عبور دادن از الک ۲ میلی‌متری به آزمایشگاه منتقل شدند و آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی مختلف در سه تکرار بر روی آن‌ها انجام گرفت. بافت خاک به روش پیپت (Gee and Or, 2002)، ماده آلی به روش والکلی و بلک (Walkley and Black, 1934)، میزان کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون معکوس (Nelson, 1982) و ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور (Bower *et al.*, 1952) تعیین شدند.

آزمایش‌های تعیین رفتار رئولوژی خاک

برای انجام آزمایش‌های تعیین رفتار رئولوژی خاک، نیاز به تهیه نمونه‌های خاک به حالت خمیری شکل با افزودن آب به میزان کافی بود. برای این منظور میزان آب مورد نیاز برای آماده‌سازی نمونه‌های خاک از تقسیم درصد رطوبت اشباع بر رطوبت قابل استفاده حاصل شد (Sezegi *et al.*, 2006). میزان رطوبت قابل استفاده نیز با استفاده از دستگاه صفحه فشاری تعیین گردید. پس از تعیین رطوبت مورد نیاز برای آماده‌سازی نمونه‌ها به حالت خمیری شکل با عبور نمونه‌های خاک خشک از الک ۰/۰۵۳ میلی‌متر (مش ۲۷۰) و جداسازی کامل جزء شن برای جلوگیری از برهم‌کنش فیزیکی و اختلالات پویایی جریان در دستگاه رئومتر (Sueng *et al.*, 2015)، آب مورد نیاز برای انجام آزمایش‌های رئولوژی به آن‌ها اضافه و نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت برای رسیدن به تعادل آبی، در ظروف پلاستیکی درب بسته قرار داده شدند و سپس برای انجام آزمایش‌های رفتار رئولوژی آماده گردیدند (Sezegi *et al.*, 2006). برای تعیین رفتار رئولوژیک نمونه‌های خاک، از دستگاه رئومتر (Physica Anton Paar، مدل MCR 300 ساخت اتریش) که مجهز به سیستم اندازه‌گیری صفحات موازی (دارای قطر ۲۵ میلی‌متر و فاصله بین دو صفحه ۱ میلی‌متر می‌باشد) بود، استفاده شد. تمام آزمون‌ها در این پژوهش در حالت CSR انجام شد. به منظور انجام آزمون‌های رئولوژیک، تغییرات ویسکوزیته نمونه‌های خاک با سرعت برشی و هم‌چنین تغییرات تنش برشی با سرعت برشی مورد بررسی قرار گرفت. بدین‌گونه که پیش از اعمال تنش برشی و انجام آزمایش، به منظور هم‌گن‌سازی و جلوگیری از ته‌نشینی، تمامی نمونه‌ها با نرخ برش 100 S^{-1} به مدت ۳۰ ثانیه توسط دستگاه هم زده شدند و سپس با رعایت فاصله زمانی بیشینه یک دقیقه، نمونه‌ها در محفظه نمونه تخلیه شدند. آن‌گاه با استفاده از سیستم صفحه- صفحه و در دمای ثابت ۲۵ درجه سلسیوس میزان تغییرات تنش برشی به‌عنوان تابعی از سرعت برشی در دامنه ۰/۰۱ تا 1000 S^{-1} (شیب افزایشی) و ۱۰۰۰ تا 0.1 S^{-1} (شیب کاهششی)، هر کدام به مدت سه دقیقه با استفاده از سیستم صفحات موازی، اندازه‌گیری شد. سپس داده‌های تجربی به‌دست آمده از دستگاه رئومتر به مدل‌های ریاضی بینگهام و هرشل‌بالکلی برازش داده شدند و تنش تسلیم محاسبه گردید. مناسب‌ترین مدل ریاضی بر اساس شاخص‌های ضریب تبیین (R^2) و خطای استاندارد (SD) انتخاب و سرانجام، شاخص‌های رئولوژی برای هر یک از نمونه‌های خاک گزارش شد. با رسم گرانروی در مقابل سرعت برشی

^۵Szegi

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

به صورت لگاریتمی و از روی عرض از مبدا منحنی حاصل، ضریب پایداری یا قوام (k) و با ترسیم لگاریتم تنش برشی بر حسب لگاریتم سرعت برشی و از روی عرض از مبدا، شاخص رفتار جریان (n) به دست آمد.

نتایج و بحث

رفتار رئولوژیک خاک

گرانروی به عنوان یک خاصیت سیال تحت تاثیر عوامل مختلف از جمله فشار، دما و ساختار مولکولی سیال می باشد (قلی پور و فتورائی، ۱۳۸۲). در واقع از ویژگی های یک سیال غیرنیوتونی نحوه وابستگی آن به تنش برشی است که سیال تحت تاثیر آن قرار می گیرد. در آزمون رفتار جریانی مشخص شد که با افزایش نرخ برشی، تنش برشی وارد شده به همه ی نمونه های خاک افزایش یافته و ویسکوزیته ی ظاهری همه ی نمونه ها کاهش می یابد که نشان دهنده ی شکسته شدن تجمع ذرات در اثر تنش می باشد. این موضوع شبه پلاستیک بودن جریان و رفتار رقیق شونده با برش را نشان می دهد که تایید کننده رفتار غیرنیوتونی تمامی نمونه های خاک مورد مطالعه می باشند. نتایج حاصل از تعیین شاخص رفتار جریان (n) و ضریب پایداری یا قوام (k) نیز تایید کننده این موضوع است. شاخص رفتار جریان، معیار مناسبی برای بیان میزان غیرنیوتونی بودن سیال است به گونه ای که برای سیال نیوتونی برابر یک و برای سیال شبه پلاستیک کوچک تر از یک می باشد (شاخص n در نمونه های خاک مذکور، کوچک تر از یک می باشد). ضریب قوام سیال نیز معیاری برای قابلیت تحرک و روان شدن سیال است و به عبارتی بیان کننده همان ویسکوزیته است که هر چه مقدار آن برای ماده ای بیشتر باشد مقاومت داخلی آن ماده در اثر تنش بیشتر بوده و دیرتر روان می شود (Jeong, 2010). در این پژوهش نیز با توجه جدول ۱ مشخص است، در صورتی که تنش یکسانی به خاک های مختلف در قسمت های گوناگون شیب وارد شود، خاک پایین شیب تپه سریع تر شروع به روان شدن می کند (شاخص n کوچک تر به خوبی بیان گر این موضوع می باشد).

جدول ۱: مقادیر شاخص رفتار جریان و ضریب پایداری نمونه های خاک

موقعیت خاکرخ	n	K	ضریب تبیین
پایین شیب	۰/۰۱۸	۳۵۲/۷۱	۰/۹۸۴۹
میانه شیب	۰/۰۵۲	۹۰۱/۴۹	۰/۹۹۳۳
بالا شیب	۰/۰۲۲	۲۳۲/۷۵	۰/۹۸۴۹

مدل سازی رفتار رئولوژیک خاک

پس از تعیین مقادیر شاخص رفتار جریان و ضریب پایداری یا قوام (n و k) داده های تجربی به دست آمده توسط نرم افزار Excel و US200 به مدل های ریاضی بینگهام و هرشل بالکلی برازش داده شدند. به منظور تعیین بهترین مدل از ضریب تبیین (R^2) و خطای استاندارد (SD) استفاده شد (توکلی پور و کلباسی اشتری، ۱۳۹۲). به گونه ای که مدل با بالاترین R^2 و کمترین SD به عنوان بهترین مدل انتخاب گردید. نتایج نمایان گر آن بود که مدل هرشل بالکلی با ضریب تبیین بالای ۰/۹۰ بهترین مدل سازگار با نمونه های خاک مورد آزمایش در این پژوهش بودند و پس از آن، مدل بینگهام دارای بالاترین کارایی بود (جدول ۲).

با توجه به جدول (۲) مشخص است که در خاکرخ بالای شیب تپه، تنش تسلیم هرشل بالکلی نسبت به پایین شیب تپه کم تر است که دلیل این کاهش تنش تسلیم را می توان به این موضوع ربط داد که خاک پایین شیب در اثر فرسایش قسمت های بالایی شیب تپه در قسمت پایین تجمع یافته است و کاملاً طبیعی است که تنش تسلیم کمتری نسبت به خاک بالای شیب داشته باشد (همین موضوع باعث روان شدن خاک بالای شیب به سمت پایین شیب شده است). سوانگ و همکاران (۲۰۱۵) نیز بیان کرده اند که فاصله و سرعت حرکت سیلان گل تحت تاثیر تنش تسلیم و گرانروی می باشد. تفاوت میزان تنش تسلیم در عمق ها و خاکرخ های گوناگون را می توان مربوط به خصوصیات متفاوت مخلوط آب و گل مثل غلظت که ناشی از مقادیر متفاوت ذرات جامد

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

خاک (رس، شن، سیلت، ماده آلی و کربنات کلسیم) می‌باشد، نسبت داد (Carotenuto *et al.*, 2015). تنش تسلیم در سوسپانسیون‌های رسی نشان‌دهنده شکست باندهای جاذب بین ذره‌ای در اثر نیروی برشی وارد شده می‌باشد (Sueng *et al.*, 2015). به طوری که میزان رس در بالای شیب نسبت به پایین شیب ۱۵ درصد بیشتر و برعکس آن میزان سیلت از بالا به سمت پایین شیب تپه افزایش یافته است. بالاتر بودن میزان سیلت در قسمت پایین شیب، به دلیل دریافت مواد سطحی فرسایش یافته از موقعیت‌های بالاتر شیب می‌باشد (سیلت فرسایش پذیرترین جز خاک می‌باشد). برای خاک‌ریخ میانی شیب تپه نیز بررسی خصوصیت تیکسوتروپی، به دلیل تفاوت بسیار زیاد بین داده‌های تنش برشی و سرعت برشی و همچنین عدم به دست آمدن ضریب تبیین و خطای استاندارد قابل قبول امکان پذیر نبود.

جدول ۲: پارامترها، ضرایب تبیین و خطای استاندارد در مدل‌های رئولوژی مورد مطالعه

پارامترها	A	B	R ²	SD	تنش تسلیم
مدل بینگهام					
پایین شیب	۳۱۲/۳۲	۱/۹۴۶	۰/۷۲۹۵	۵۷/۱۴۷	۳۱۲/۳۲
بالای شیب	۳۴۷/۱۲	۲۰/۲۴۲	۰/۹۴۱۲	۲۳۰/۳۶	۳۴۷/۱۲
مدل هرشل بالکلی					
پایین شیب	۳۱۶/۷۴	۰/۴۸۲۹	۰/۷۳۴۹	۵۲/۶۹۸	۳۱۶/۷۴
بالای شیب	۳۴۴/۴۳	۳۶/۰۵	۰/۹۴۲۰	۲۲۸/۶۷	۳۴۴/۴۳

پارامتر A در هر دو مدل معیاری از تنش تسلیم و پارامتر B در مدل بینگهام بیان‌گر گرانشی پلاستیک و در مدل هرشل بالکلی بیان‌گر شاخص قوام می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از آزمایشات رئولوژی خاک نشان داد که تمامی نمونه‌های خاک با افزایش تنش برشی، رفتار غیرنیوتونی شبه‌پلاستیک از خود نشان داده (شاخص n کمتر از یک بیان‌گر این موضوع است) و رفتار تیکسوتروپیک داشتند که با افزایش تنش، رفتار رقیق‌شونده نشان می‌دهد. همچنین مشخص شد که مدل هرشل بالکلی با ضریب تبیین بالاتر و خطای استاندارد پایین‌تر نسبت به مدل بینگهام، مدل مناسبی برای پیش‌گویی رفتار جریان نمونه‌های خاک مورد مطالعه می‌باشد. همچنین با استفاده از خواص و رفتار رئولوژیک خاک می‌توان احتمال وقوع فرسایش خمیری شکل در شیب تپه مطالعاتی را تخمین زد.

منابع

- اسفندیاری درآباد، ف. ۱۳۸۷. پهنه‌بندی پتانسیل خطر زمین‌لغزش جاده ارتباطی اردبیل - آستارا با استفاده از GIS. فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال پنجم، شماره ۱۸، ۱۲۴-۱۱۳.
- قلی‌پور، م. و فتورائی، ن. ۱۳۸۲. تحلیل جریان و انتقال حرارت در ویسکومتر همورئولوژیکی به روش دینامیک سیالات محاسباتی. یازدهمین کنفرانس مهندسی پزشکی ایران، ۲۹ بهمن‌ماه، تهران.
- مقیم، ا.، علوی‌پناه، س. ک. و جعفری، ت. ۱۳۸۷. ارزیابی و پهنه‌بندی عوامل موثر در وقوع زمین‌لغزش دامنه‌های شمالی آلاداغ (مطالعه موردی: حوضه زهکشی چناران در استان خراسان شمالی) نشریه پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴، ۷۵-۵۳.
- Barnes HA. Handbook of elementary rheology. Translated by Abbasi S. Tehran: Marzedanesh Publications; 2008.
- Bower, C.A.R., Reitemeier, F. and Fireman, M. 1952. Exchangeable-cation analysis of saline and alkali soils. Soil Science, 73: 251-261.

- Carotenuto, C., Merola, M. C., Alvarez-Romero, M. and Coppola, E. 2015. Rheology of natural slurries involved in a rapid mudflow with different soil organic carbon content. *Journal of Colloids and Surfaces, A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 466: 57-65.
- time in an ecosystem context. *Journal of Biogeochemistry*, 85 (1): 69-90.
- Deblasio, F.V. Breien, H. and Elverhio, A. 2011. Modelling a cohesive- frictional debris flow: An experimental, theoretical and field- based study. *Earth Surface Processes and Landforms*, 36 (6): 753-766.
- Gee, G.W. and Or, D. 2002. Particle-size analysis. Pp. 255-293. In: Dane JH and Topp GC (eds). *Methods of Soil Analysis Part 4 Physical Methods*. Soil Science Society of American Inc.
- Jeong, S. W. 2010. Grain size dependent rheology on the mobility of debris flows. *Geosciences Journal*, 14(4): 359 – 369.
- Szegi, T., Tombacz, E., Czibulya, ZS., Akagi, J. and Zsolnay, A. 2006. Quantitative rheological indicators for soil physical degradation. *Journal of Agrochemia es talajtan*, 55 (1): 69-78.
- Sueng, W. J., Jacques, L., Torrance, J. K. and Serge, L. 2015. Thixotropic and anti-thixotropic behaviors of fine-grained soils in various flocculated systems. *Engineering Geology*, 196: 119-125.
- Nelson, RE. 1982. Carbonate and gypsum. Pp. 181-197. In: Page AL (ed). *Methods of Soil Analysis: Part 2, Agronomy Handbook No 9*, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Walkley, A. and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Science*, 63: 251-263.

studing of yield stress in different positions of a slope with thixotropic soil

P.Ghiasinia¹, A.A. Besalatpoor², H. Shirani³

¹M.Sc. student, Dept. of soil science, vali-e- Asr university of Rafsanjan, ²Assistant Prof. Dept. of soil science, vali-e- Asr university of Rafsanjan, ³professor Dept. of soil science, vali-e- Asr university of Rafsanjan
p.ghiasi1991@yahoo.com

Abstract

Mudflow erosion continues to be a pervasive problem with dire consequences for natural ecosystems in most parts of the world. In this study, the rheological behavior of soil and its effect on pulp erosion were investigated. For this purpose, dough-sloping erosion slopes occurred in which it was selected and drilled three profiles above the maximum slope (above the best erosion), the middle slope (medium erosion) and the end of the slope (less erosion and excessive sedimentation). Took. The test sample is made of two surface and subsurface layers in each profile and then the physical, mechanical and chemical properties of the soil such as texture, organic matter, standard calcium carbonate (lime), saturated moisture and moisture can be used. Soil rheological tests were performed to determine soil behavior. The results showed that the behavior of the soil is pseudo-plastic and the soil shows self-dilution (loosening) with increasing shear stress. Also, the Hershell model with a higher coefficient of determination and a lower standard error is a suitable model for predicting the flow behavior of the studied soil samples.

Keywords: Newtonian behavior, Pseudo-Plastic, Mudflow Erosion, Marn

اعتبارسنجی جداول نیازهای رویشی خاک و اقلیم ذرت در ارزیابی تناسب اراضی

سید علیرضا سیدجلالی^۱، مهناز اسکندری^۱، میرناصر نویدی^۱، علی زین‌الدینی

۱- استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

* ajalali@areo.ac.ir

چکیده

طی سال‌های پیشین، نقشه‌های تناسب اراضی برای کشت گیاهان عمده زراعی و باغی در دشت‌های آبی کشور، در موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شده است. هدف از تولید این نقشه‌ها برای استفاده در تهیه الگوی کشت کشور بوده است. جداول نیازهای رویشی خاک، زمین‌نما و اقلیم از مولفه‌های اصلی تعیین تناسب اراضی است. هدف از این پژوهش، اعتبارسنجی جداول پیشنهادی برای کشت ذرت دانه‌ای بود که در تولید الگوی کشت کشور به‌کار رفته است. نخست ۸۵ مزرعه ذرت دانه‌ای در پنج منطقه از چهار استان مختلف، انتخاب و با حفر پروفیل از افق‌های مختلف خاک، نمونه‌برداری شد. مزارع انتخابی دارای طیف متنوعی از عملکرد و شرایط خاک بود تا امکان اعتبارسنجی کلاس‌های مختلف تناسب اراضی وجود داشته باشد. ویژگی‌های اقلیمی نیز برای پنج منطقه مورد پژوهش، از ایستگاه هواشناسی هر یک بدست آمد و دوره‌های فنولوژی برای کشت ذرت دانه‌ای در هر منطقه، تهیه شد. به کمک ویژگی‌های خاک بدست آمده از آزمایشگاه و متغیرهای اقلیمی، شاخص اراضی محاسبه شد و سپس با مقدار عملکرد واقعی در هر منطقه مقایسه گردید. نتایج نشان داد که ضریب تبیین رابطه میان این دو متغیر، ۰/۸۵ است که نشان می‌دهد جداول نیازهای رویشی پیشنهادی، از دقت کاملاً قابل قبولی برخوردار می‌باشد.

واژگان کلیدی: الگوی کشت، شاخص اراضی، عملکرد، ذرت دانه‌ای

مقدمه

در سال‌های اخیر، الگوی کشت یکی از چالش برانگیزترین مباحث مطرح شده در حوزه کشاورزی کشور بوده است. بسیاری از کارشناسان و دست‌اندرکاران، نابسامانی‌های تولید و حتی بازار محصولات کشاورزی را ناشی از عدم اجرای الگوی کشت مناسب می‌دانند. برای تهیه الگوی کشت، عوامل متعددی منظور می‌شود که یکی از زیربنایی‌ترین موارد، نقشه‌های تناسب اراضی برای کشت گیاهان زراعی و باغبانی است. بر همین اساس در فاصله سال‌های ۱۳۹۳ الی ۱۴۰۰، نقشه‌های تناسب اراضی برای کشت گیاهان عمده زراعی و باغی کشور در نتیجه طرح ملی تناسب اراضی به عنوان زیربنای تهیه الگوی کشت کشور، تهیه شد. در این طرح، مطالعات تناسب اراضی برای ۴۱ گیاه زراعی و ۲۸ محصول باغبانی با مساحت تقریبی ۶/۲ میلیون هکتار در سراسر کشور انجام شد. روش پارامتریک Sys et al., 1991 به عنوان شناخته‌شده‌ترین روش مورد تایید در ارزیابی تناسب اراضی با تهیه نرم‌افزار ملی تناسب اراضی (نویدی، ۱۳۹۸) مورد استفاده قرار گرفت. در این روش، ویژگی‌های اراضی و اقلیم منطقه با نیازهای رویشی گیاه مورد نظر مقایسه شده و بدین ترتیب، توانایی زمین برای استفاده پایدار در راستای تولید آن محصول بدست می‌آید. پرواضح است که کاربرد این روش، نیازمند تهیه جداول نیازهای رویشی برای ۶۹ گیاه زراعی و باغبانی بوده که برای بسیاری از آن‌ها تاکنون در این زمینه، سابقه‌ای در ایران وجود نداشته است. بنابراین به کمک کارشناسان صاحب نظر، تجربیات موجود در قطب‌های تولید هر محصول و مروری بر منابع موجود در ایران و جهان، درجه‌بندی ویژگی‌های اقلیم و اراضی انجام شده و جداول نیازهای رویشی تهیه شد. این جداول در دو مجلد زراعی و باغبانی توسط موسسه تحقیقات خاک و آب به چاپ رسیده است (سیدجلالی و همکاران، ۱۳۹۸؛ زین‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۸).

هدفهین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

صحت‌سنجی جداول نیازهای رویشی تهیه شده، تنها پس از تبدیل به نقشه‌های مّلی تناسب اراضی در کشور و مقایسه کیفی کلاس‌های تناسب اراضی برای هر گیاه در هر منطقه امکان‌پذیر بود و شوربختانه داده‌های کمی چندانی برای مقایسه وجود نداشت. بنابراین در پژوهش حاضر تلاش شد که به کمک داده‌های موجود از ویژگی‌های خاک و اراضی مزارع تحت کشت ذرت دانه‌ای در چهار استان و مقدار عملکرد هر یک، جداول نیازهای رویشی این گیاه که در مجلد نیازهای رویشی گیاهان زراعی (سیدجلالی و همکاران، ۱۳۹۸) به چاپ رسیده است، به شکل کمی صحت‌سنجی شود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور انجام این پژوهش، ۸۵ مزرعه ذرت دانه‌ای در قزوین، آبیک و بوئین‌زهره از استان قزوین، زرقان استان فارس، جنوب استان کرمان در منطقه‌ای نزدیک به حاجی‌آباد و بهبهان و دزفول استان خوزستان انتخاب شدند. مزارع انتخابی دارای طیف متنوعی از عملکرد و خاک بود تا امکان اعتبارسنجی کلاس‌های مختلف تناسب اراضی که در جدول نیازهای رویشی می‌آید، وجود داشته باشد. در هر مزرعه یک پدون حفر، تشریح و طبقه‌بندی گردید (USDA, 2012) و از هر افق، نمونه‌برداری خاک انجام شد. آزمایش‌های انجام شده روی نمونه‌های خاک شامل بافت خاک به روش هیدرومتر، واکنش خاک در گل اشباع با pH متر، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع توسط EC متر، کربن آلی به روش اکسایش تر، کربنات کلسیم معادل (CCE) به روش خنثی‌سازی با اسیدکلریدریک و تیترا با سود، گچ به روش استون، کلسیم محلول در عصاره اشباع خاک به روش کمپلکسومتری با حضور EDTA، سدیم و پتاسیم محلول در عصاره اشباع خاک با دستگاه فلیم فتومتر، پتاسیم قابل جذب به روش استات آمونیم ۱ مولار با pH=۷ و ازت کل به روش کجلدال بود (Pansu and Gautheryrou, 2006). مقدار متوسط عملکرد ذرت دانه‌ای در سال‌های گذشته برای هر مزرعه، یادداشت شد. مزارع به گونه‌ای انتخاب شدند که از نظر مدیریت تا حد ممکن دارای شرایط مشابه باشند. بدین مفهوم که تنها عامل موثر بر عملکرد ذرت در هر یک، شرایط خاک و اقلیم منطقه باشد.

ویژگی‌های اقلیمی برای مناطق نمونه‌برداری شده، از ایستگاه‌های هواشناسی نزدیک به هر یک بدست آمد. این ایستگاه‌ها شامل قزوین، زرقان، حاجی‌آباد، بهبهان و دزفول بود. دوره‌های فنولوژی برای کشت ذرت نیز در مناطق مورد مطالعه به کمک کارشناسان ذی‌صلاح، تعیین شد. به کمک جدول نیازهای رویشی اقلیمی برای ذرت (سیدجلالی و همکاران، ۱۳۹۸)، شاخص اقلیم در هر منطقه محاسبه شد. سپس شاخص اقلیم به درجه اقلیم تبدیل شد تا برای تعیین شاخص اراضی در کشت ذرت برای هر پروفیل مطالعاتی به‌کار گرفته شود (Sys et al., 1991).

پس از تعیین ویژگی‌های خاک در هر افق، مقدار آن‌ها به روش Sys et al., 1991، میانگین‌گیری وزنی شد. سپس ویژگی‌های خاک و اراضی با جدول نیازهای رویشی خاک و زمین‌نما برای ذرت (سیدجلالی و همکاران، ۱۳۹۸) مقایسه شده و به کمک روش پارامتریک با کاربرد درجه اختصاص داده شده به اقلیم، جمع‌بندی شد. بدین ترتیب که درجه‌بندی‌های به دست آمده از جداول نیازهای رویشی ذرت به روش ریشه دوم (رابطه ۱)، تبدیل به شاخص اراضی یا LI شد.

$$LI = Rmin \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots} \quad (1)$$

در این رابطه، A ، B و ... مقدار درجه اختصاص داده شده به هر یک از متغیرها و $Rmin$ ، کمترین درجه تخصیص داده شده به مشخصه‌های مورد بررسی است. در نهایت، شاخص اراضی محاسبه شده برای هر پروفیل خاک با مقدار عملکرد ذرت دانه‌ای در مزرعه مربوطه، مقایسه گردید تا کارایی جداول نیازهای رویشی پیشنهاد داده شده برای این گیاه مشخص شود.

نتایج و بحث

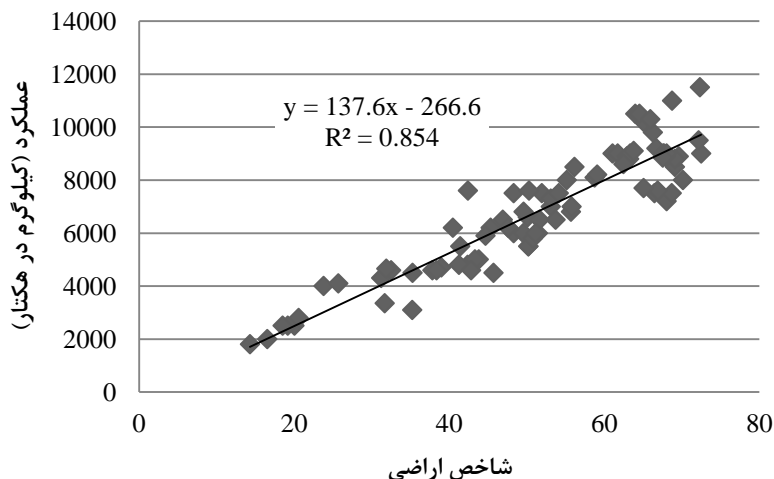
هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

مقدار شاخص اقلیم، درجه اقلیمی و عامل محدودکننده (در صورت وجود) و کلاس تناسب اقلیمی هر یک از مناطق مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است. همانطور که مشخص است، کلاس تناسب اقلیمی در تمامی مناطق بسیار مناسب بدست آمد. بنابراین، مقدار درجه اقلیم در تمامی مناطق نیز بیش از ۸۵ یعنی در کلاس S1 محاسبه شده است (جدول ۱).

جدول ۱- تناسب اقلیمی پنج منطقه مورد بررسی برای کشت ذرت دانه‌ای در چهار استان

ایستگاه هواشناسی	شاخص اقلیم	درجه اقلیم	کلاس تناسب اقلیمی	عامل محدودکننده اقلیمی
قزوین	۸۱/۵۰	۹۰/۰۰	S1	-
زرقان	۷۹/۵۰	۸۸/۲۰	S1	-
حاجی‌آباد	۷۹/۹۰	۸۸/۵۰	S2	-
بهان	۷۸/۳۰	۸۷/۱۵	S1	-
دزفول	۷۷/۶۴	۸۶/۵۰	S1	-

شاخص اراضی محاسبه شده برای تمامی مناطق مورد مطالعه به کمک جدول نیازهای رویشی ذرت دانه‌ای با مقدار عملکرد واقعی هر یک مقایسه شد که در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطور که مشخص است شاخص اراضی محاسبه شده از جدول نیازهای رویشی خاک و اقلیم ذرت دانه‌ای که در طرح ملی تناسب اراضی کشور (نویدی، ۱۳۹۸) تهیه شده، توانایی بیان ۸۵ درصد از تغییرات عملکرد را دارد.



شکل ۱- ارتباط شاخص اراضی محاسبه شده با مقدار عملکرد ذرت دانه‌ای

نتایج تناسب اراضی نشان داد که مهمترین عامل محدودکننده خاکی برای کشت ذرت دانه‌ای در مناطق مورد مطالعه از استان خوزستان، وضعیت کربن آلی و کربنات کلسیم خاک و در مواردی نیز مقدار شوری خاک بوده است. در استان فارس، مهمترین عوامل محدودکننده خاکی برای کشت ذرت دانه‌ای، وضعیت واکنش خاک و شوری آن بوده است. در مناطق مورد مطالعه از استان قزوین، وضعیت سدیم قابل تبادل و واکنش خاک باعث محدودیت در کشت ذرت شده است. در نهایت در استان کرمان، عوامل محدودکننده خاکی برای کشت این محصول گسترده بوده و شامل شوری، سدیم قابل تبادل، واکنش خاک و ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند بافت، درصد گچ و آهک بود. بهترین واکنش خاک برای کشت ذرت، حدود ۶/۲-۷ است که متأسفانه به دلیل آهکی بودن خاک‌های تحت کشت این گیاه در کشور ایران، مقدار pH خاک بیشتر از بهینه است. همین عامل باعث کاهش جذب عنصر غذایی خاک توسط گیاه بوده و از شرایط رشد مطلوب می‌کاهد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نتیجه‌گیری

در این پژوهش تلاش شد که جداول نیازهای رویشی خاک و زمین‌نما و اقلیم تهیه شده برای ذرت دانه‌ای که اساس تهیه نقشه‌های ملی تناسب اراضی این محصول بوده است، اعتبارسنجی شود. نتایج نشان‌دهنده دقت قابل قبول این جداول و به تبع آن، نقشه‌های تهیه شده برای تناسب این گیاه در دشت‌های آبی کشور بود. بنابراین می‌توان با اطمینان مطلوبی از این نقشه‌ها برای تهیه الگوی کشت و اعمال آن در کشور استفاده برد. نکته حائز اهمیت در نقشه‌های تناسب اراضی تهیه شده، اشاره به محدودیت‌های خاک و اراضی بر پایه هر واحد نقشه خاک و محدودیت‌های اقلیمی بر پایه داده‌های هواشناسی هر منطقه است. بدین ترتیب می‌توان نخست برای کشت یا عدم کشت یک محصول در منطقه مورد نظر تصمیم گرفت و سپس با شناخت محدودیت‌ها در تولید بهینه آن محصول، مدیریت ویژه‌ای را برای رفع و به حداقل رساندن محدودیت‌ها اعمال کرد.

فهرست منابع

- زین‌الدینی، ع.، تومانیان، ن.، نویدی، م.ن.، فرج‌نیا، ا. و سیدجلالی، ع.ر. (۱۳۹۸). نیازهای رویشی گیاهان مهم باغبانی کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ص.
- سیدجلالی، ع.ر.، زین‌الدینی، ع.، نویدی، م.ن.، و محمداسماعیل، ز. (۱۳۹۸). نیازهای رویشی گیاهان زراعی. موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ص.
- نویدی، م.ن. (۱۳۹۸). طراحی و تهیه نرم افزار ارزیابی تناسب اراضی برای گیاهان زراعی و باغی کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۲۲۵۰.
- Pansu, M. and Gautheyrou, J. (2006). Handbook of Soil Analysis, Mineralogical, Organic and Inorganic Methods. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 993pp.
- Sys, C., E. Van Ranst. and J. Debaveye. (1991). Land evaluation, Part I and II. General Administration for development cooperation, Brussels.
- USDA. (2012). Field Book for Describing and Sampling Soils. Version 3, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

Validation of soil and climate requirement tables of maize used in land suitability evaluation

Alireza Seyed Jalali¹, Mahnaz Eskandari¹, Mir Naser Navidi¹

¹Assistant Prof., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

* seyedjalali1338@gmail.com

Abstract

Recently, land suitability maps for the cultivation of major crops and horticultural plants in the country's irrigated plains have been prepared at the Soil and Water Research Institute. The purpose of producing these maps was to be used as a basis for preparing the country's cropping pattern. Tables of soil and climate requirement are the main components of determining land suitability. The objective of this study was to validate the proposed tables for grain maize that has been used in the preparation of the country's cropping pattern. First, 85 grain maize fields in five regions of four different provinces were selected and sampled by digging profiles from different soil horizons. The selected farms had a diverse range of yields and soil conditions to allow for validation of different land suitability classes. Climatic characteristics for the five studied areas were obtained from the meteorological stations and phenological periods were prepared for growing maize in each region. Using the soil characteristics obtained from the laboratory and climatic variables, the land index was calculated and then compared with the actual yield in each sample. The results showed that the coefficient of explanation of the relationship between these two variables is 0.85, which shows that the proposed requirement tables have a completely acceptable accuracy.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

Keywords: cropping pattern, grain maize, land index, yield

ارزیابی خطر آلودگی آرسنیک، کادمیم، سرب و مولیبدن در خاک و دانه گندم تحت مدیریت

فاضلاب و پساب فاضلاب مرودشت

علی کسرائیان^۱، زهرا فرهمندفر^۲، مهرداد کریمی^۳

۱- گروه علوم خاک، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران ، alkasra@yahoo.com

۲- گروه زمین‌شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

۳- گروه زمین‌شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

چکیده

امروزه کمبود آب یکی از معضلات اصلی در بخش کشاورزی بوده و این مهم سبب گرایش به استفاده از آب‌هایی مانند پساب فاضلاب‌های شهری و صنعتی شده است. شهرستان مرودشت در شمال شیراز دومین شهر پرجمعیت استان فارس است که کشاورزی نقش عمده‌ای در اقتصاد این منطقه دارد. در این مطالعه وضعیت چهار عنصر آرسنیک کادمیوم سرب و مولیبدن در لجن فاضلاب، پساب و دو خاک و هم‌چنین غلظت آن‌ها در دانه‌های گندم با مدیریت مختلف فاضلاب (آب چاه و پساب فاضلاب شهرستان مرودشت) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعه نشان داد که پساب فاضلاب حاوی مقدار قابل قبولی از عین عناصر است اما انباشت زیادی از مولیبدن و سرب در لجن فاضلاب مشاهده شد؛ هم‌چنین بین غلظت این چهار عنصر در خاک تفاوتی وجود نداشت. به‌علاوه، غلظت عناصر فوق در گندم نشان داد که بجز عنصر مولیبدن و سرب که تجمع بیش‌تری در خاک تیمار با فاضلاب داشت بین کادمیم و آرسنیک در دو تیمار منابع آبی وجود نداشت. بنابراین، به‌نظر می‌رسد در کاربرد پساب تصفیه خانه محدودیتی وجود ندارد اما در لجن فاضلاب باید به سرب و مولیبدن توجه داشت.

واژگان کلیدی: آلودگی گندم، عناصر سنگین، فاضلاب مرودشت، مولیبدن، سرب

مقدمه

افزایش جمعیت به‌ویژه در کشورهای جهان سوم تقاضا برای رفع نیاز غذایی روز به روز در حال افزایش است و این در حالی است که امروزه با کاهش منابع آبی و به نوعی، بحران کم آبی روبرو هستیم. بهسازی و استفاده مجدد از پساب‌ها نه‌تنها در مناطق خشک بلکه در مناطق مرطوب جهان به‌سرعت به‌عنوان یک ابزار مهم در برنامه‌ریزی منابع آب در حال پیگیری و اجراست. به‌طور کلی از مهم‌ترین اهداف تصفیه فاضلاب می‌توان به کنترل آلودگی محیط زیست، جلوگیری از شیوع بیماری‌های عفونی و مزمن، حفظ زیبایی محیط‌زیست و امکان استفاده مجدد از پساب و حفظ فضای سبز شهرها و توسعه کشاورزی در حاشیه شهرها با استفاده از فاضلاب تصفیه شده اشاره کرد. آب حاصل از فاضلاب‌ها حاوی ازت و فسفر و مواد مغذی فراوانی برای گیاه است که در آبیاری زمین‌های کشاورزی علاوه بر کاهش هزینه آب مصرفی بسیار مفید خواهد بود (موحد و همکاران، ۱۳۹۸). از سویی دیگر کاربرد پساب به‌طور عمومی منجر به افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک و گیاه می‌شود و این افزایش بستگی به نوع و ویژگی پساب مصرفی دارد (بیگی و بنی‌طالبی، ۱۳۹۲). بدن انسان به بعضی از عناصر از قبیل روی مس نیکل و کروم در مقادیر بسیار کم نیازمند است اما در همین مقدار کم هم، عناصری مانند کادمیوم و سرب برای سلامتی انسان خطرناک و مضر است. چن و همکاران (۲۰۰۹) و خان و همکاران (۲۰۰۸) به انباشتگی کادمیوم و چند عنصر دیگر در خاک طی ۵۰ سال آبیاری با پساب شهری اشاره کردند. اما با این حال، این انباشتگی منجر به جذب عناصر در گیاه نمی‌شود و وضعیت جذب عناصر توسط گیاه تنها به غلظت فلزات سنگین در خاک ربط پیدا نمی‌کند بلکه به ویژگی‌های شیمیایی خاک از جمله اسیدیته و وضعیت اکسایش و احیا و مقدار ماده آلی در کنار نوع فلز و نوع و گونه گیاهی و هم‌چنین عملیات زراعی نیز باید توجه داشت

(تدین ۱۳۸۷). با این حال اضافه شدن پساب و لجن فاضلاب به عنوان کود به خاک‌های کشاورزی به تدریج عامل تجمع عناصر سنگین و افزایش احتمال آلودگی، به ویژه فلزات سنگین، به گیاهان و انسان می‌شود.

بیگی هرچگانی و بنی طالبی (۱۳۹۲) در مطالعه اثر کاربرد ۲۳ سال پساب بر غلظت فلزات سنگین یک زمین زراعی بیان داشتند که پس از این زمان، غلظت عناصر روی مس کروم و نیکل افزایش یافته است اما شاخص انباشت کادمیوم و سرب کاهش داشت. هم‌چنین این پژوهشگران به افزایش غلظت کادمیم، کروم و سرب در دانه گندم برداشت شده از منطقه تیمار شده با فاضلاب اشاره کردند.

روحانی و همکاران (۱۳۸۴) با اشاره به اثرات سودمند و زیانبار کاربرد فاضلاب شهری در کشاورزی و وابستگی آن به خصوصیات فاضلاب بیان کرد که آبیاری با پساب تصفیه‌خانه شمال اصفهان در طی ۹ سال توانست ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را تغییر دهد.

هدف از این پژوهش، بررسی میزان خطر و کاربرد پساب و لجن فاضلاب شهرستان مرودشت بر انباشت چهار عنصر آرسنیک، کادمیم، سرب و مولیبدن در خاک کشاورزی و گندم کاشت شده بود.

مواد و روش‌ها

مرودشت دومین شهر پرجمعیت و چهارمین شهر از لحاظ وسعت در استان فارس می‌باشد. تصفیه‌خانه فاضلاب مرودشت با مساحت ۱۶ هکتار شامل سیستم تصفیه و هوادهی سطحی در سال ۱۳۷۷ تاسیس شد. حجم فاضلاب ورودی در فاز اول در شبانه‌روز هشت هزار متر مکعب و با افزایش و توسعه فازهای ۲ و ۳ حجم نهایی فاضلاب مرودشت به ۲۴ هزار مترمکعب خواهد رسید. در ساخت هر فاز این تصفیه‌خانه تعداد دو لاگون هوادهی و یک ته‌نشینی طراحی شده است. این تصفیه‌خانه با ورودی فاضلاب خانگی و نیز، آب سطحی شهرستان مرودشت تغذیه می‌شود که پس از تصفیه به زمین‌های کشاورزی اطراف، جهت آبیاری هدایت و استفاده می‌شود. خصوصیات فاضلاب تصفیه‌خانه در جدول ۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های آب فاضلاب ورودی و پساب خروجی از تصفیه‌خانه

ویژگی‌ها	pH	SAR	TDS mg/L	As	Cd mg/L	Pb	Mo
فاضلاب ورودی	7.59	3.44	1012	0.0054	0.0005	0.0010	0.043
پساب خروجی	7.60	3.57	927	0.0062	ناچیز	0.0032	0.060
استاندارد ¹ FAO	6.5-8	9>	2000	0.1	0.01	5.0	0.01

1 حداکثر قابل قبول در آبیاری سطحی <http://www.fao.org/3/t0551e/t0551e04.htm>

به منظور مطالعه اثر پساب تصفیه‌خانه بر انباشت فلزات سنگین در خاک و هم‌چنین گندم به عنوان کشت غالب منطقه از دو قطعه زمین با خصوصیات به نسبت مشابه اما مدیریت منابع آب متفاوت شامل کاربرد پساب تصفیه‌خانه و دیگری آب چاه انتخاب و نمونه برداری انجام شد. در عملیات نمونه برداری از خاک، ۲۰ نمونه خاک سطحی تهیه شد و در محل نمونه برداری نیز به مقدار کافی گندم برداشت و پس از آماده‌سازی به آزمایشگاه ارسال شد. علاوه بر این، از لجن فاضلاب در لاگون‌ها و پساب آن‌ها نیز به طور جداگانه نمونه تهیه شد. غلظت عناصر سنگین بعد از هضم در اسید نیتریک ۶۰ درصد، توسط دستگاه ICP-MS اندازه‌گیری و با استانداردهای موجود مقایسه شد.

نتایج و بحث

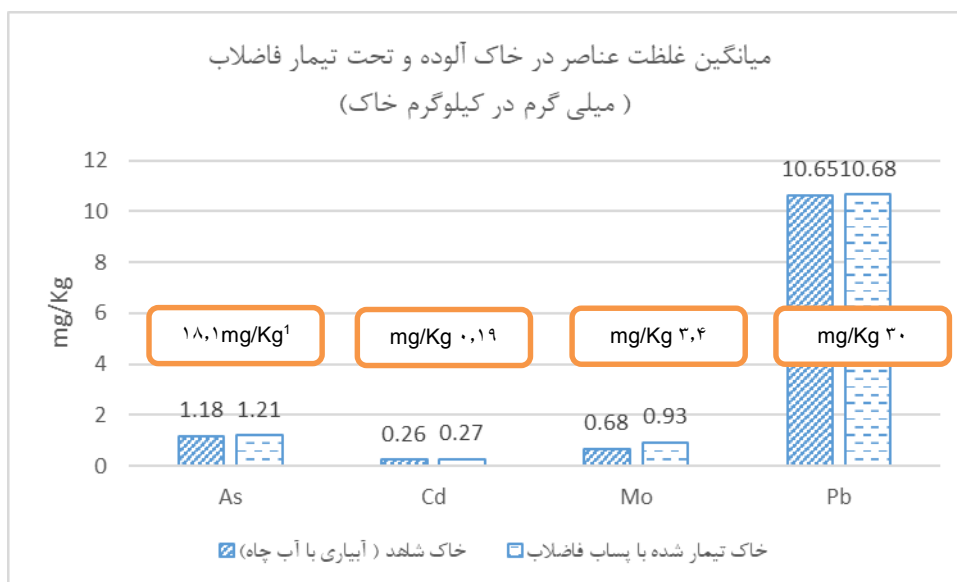
نتایج نشان داد که شوری، نسبت سدیم جذبی (SAR) و غلظت عناصر سنگین مورد مطالعه، پساب ورودی و خروجی تصفیه خانه در محدوده استاندارد تعریف شده FAO و قابل قبول برای مصارف کشاورزی بود (جدول ۱). غلظت چهار عنصر آرسنیک، کادمیوم، سرب و مولیبدن در لجن لاگون‌های تصفیه‌خانه نشان داد که به‌رغم غلظت کم دو عنصر کادمیم و آرسنیک اما انباشت سرب و مولیبدن در این لجن‌ها به‌مراتب بیش‌تر از مقدار استاندارد بود؛ با این حال غلظت هیچ یک از این عناصر در پساب فاضلاب بیش‌تر از حد مجاز تعیین شده برای آبیاری توسط FAO نبود (جدول ۲ و ۱). واضح است که اضافه شدن دو منبع آب با ویژگی‌های متفاوت به یک نوع خاک، به‌تدریج سبب تغییر در ویژگی‌های آن‌ها می‌شود؛ از این رو، به‌نظر می‌رسد اضافه شدن پساب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب به زمین‌های کشاورزی اطراف تصفیه‌خانه در مقایسه با زمین آبیاری شده با آب چاه تفاوت داشته باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در طول زمان، کاربرد پساب در زمین‌های کشاورزی بین غلظت این چهار عنصر در خاک شاهد و خاک تیمار شده با تفاوتی ایجاد نکرده است (شکل ۱). اثر مدیریت منابع آب بر جذب و غلظت چهار عنصر آرسنیک، کادمیوم، سرب و مولیبدن در گندم نشان داد که غلظت مولیبدن در خاک تیمار شده ۳/۱ و سرب ۵/۵ برابر گندم آبیاری شده با آب چاه بود اما غلظت آرسنیک و کادمیم در گندم این دو خاک به‌طور تقریبی، مشابه بود (شکل ۲).

جدول ۲- غلظت آرسنیک، کادمیم، مولیبدن و سرب در لجن و فاضلاب لاگون‌ها و استاندارد آن‌ها

استاندارد پساب ^۲	فاضلاب حوضچه‌ها (میلی‌گرم در لیتر)			استاندارد لجن ^۱	لجن حوضچه‌ها (میلی‌گرم در کیلوگرم)			عناصر
	۳	۲	۱		۳	۲	۱	
۰/۱	۰/۰۰۶۲	۰/۰۰۶۴	۰/۰۰۶۹	۴/۷	۴/۱	۱/۲	۳/۵	آرسنیک
۰/۰۱	ناچیز	ناچیز	ناچیز	۱/۲	۰/۹۳	۰/۵۹	۰/۸	کادمیم
۰/۰۱	۰/۰۶۰۳	۰/۰۶۰۷	۰/۰۶۴۸	۶/۷	۵۳/۶	۱۲/۳	۲۹/۶	مولیبدن
۵	۰/۰۰۳۲	۰/۰۱۶۷	۰/۰۰۳۲	۳۳	۴۷/۴	۲۱/۱	۶۲/۲	سرب

^۱ Eriksson, J.E. 2001. Concentrations of 61 trace elements in sewage sludge, farmyard manure, mineral fertilizers, precipitation and in oil and crops. Swedish EPA Rep 5159, Stockhol.

^۲ <http://www.fao.org/3/t0551e/t0551e04.htm>



۱

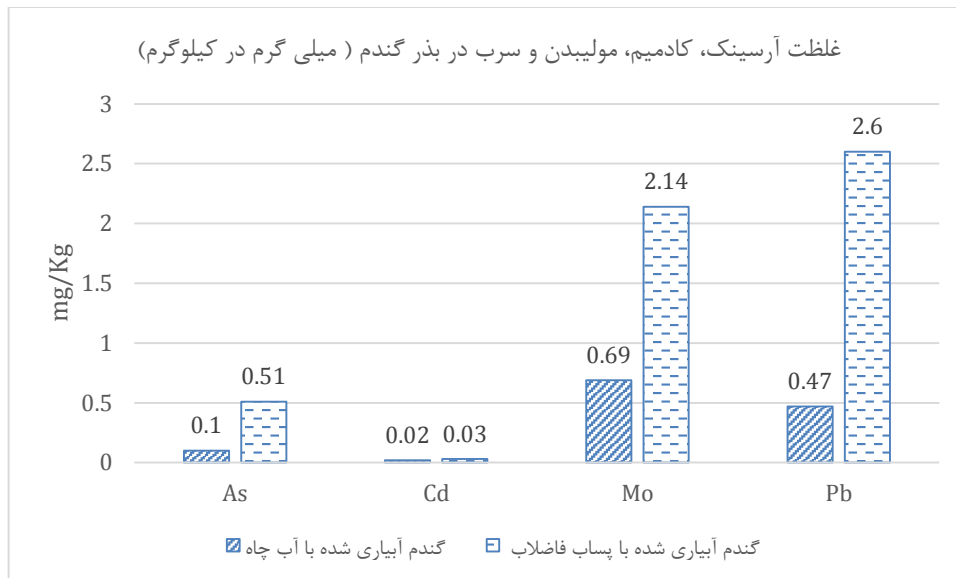
غلظت‌های استاندارد (Katata-Pendias).

Kabata-pendias, Alina, Henryk Pendias. 2001. Trace element form soil to human, Springer, 519 pages.

شکل ۱- غلظت آرسنیک، کادمیم، مولیبدن و سرب و استاندارد آن‌ها در خاک شاهد (آب چاه) و تحت تیمار فاضلاب تصفیه‌خانه مرودشت

شاگرمی و معروفی (۱۳۸۹) نشان دادند کاربرد فاضلاب و لجن سبب افزایش معنی‌دار در وزن خشک و تر گیاه نعنای و نیز میزان سرب، نیکل و کادمیم در گیاه شد؛ هم‌چنین مقدار افزایش این سه عنصر به ترتیب ۳۰۴، ۳۷۵ و ۲۰۸ درصد در خاک بود. روحانی شهرکی و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی تیمار آبیاری با پساب تصفیه‌خانه فاضلاب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در اصفهان بیان داشتند که زمین‌های آبیاری شده با پساب، وزن مخصوص کم‌تر و درصد گنجایش رطوبت بیش‌تر ولی نفوذپذیری نهایی کم‌تری نسبت به زمین مجاور آبیاری شده با آب چاه داشتند. به‌علاوه، تیمارهای پساب هیچ‌گونه اثر شوری و قلیائیت در منطقه ایجاد نکرد بلکه شوری و قلیائیت خاک را نیز کاهش داد. در حالی‌که در این مطالعه غلظت سرب در خاک تیمار با فاضلاب، از حد مجاز نیز تجاوز نکرد.

بیگی هرچنگانی و بنی‌طالبی (۱۳۹۲) به تجمع کادمیم، سرب و کروم در دانه گندم و ذرت آبیاری شده با پساب و نیز شاگرمی و معروفی (۱۳۹۸) نیز به تجمع سه عنصر کادمیم، سرب و نیکل در گیاه نعنای کشت شده در لیسیمتر تحت تیمار فاضلاب اشاره نمودند.



شکل ۲- غلظت آرسینک، کادمیم، مولیبدن و سرب در بذر گندم خاک شاهد (آب چاه) و تیمار شده با فاضلاب تصفیه‌خانه مرودشت

قنبری و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه مشابه بر روی پساب فاضلاب تصفیه شده زابل با ذکر شور بودن این پساب (استاندارد FAO) بیان داشتند که نوع مدیریت آبیاری، یعنی مخلوط کردن آب چاه با پساب فاضلاب سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در گندم نسبت به شاهد شد (آب چاه). علاوه بر این، در مطالعه خاک این تیمارها مشاهده شد که با افزایش کاربرد پساب فاضلاب، خاک سطحی شور و درصد سدیم جذبی (SAR) افزایش یافت. در نهایت نتیجه گرفتند برای رشد رویشی گندم، استفاده از پساب فاضلاب امکان‌پذیر است.

نتیجه‌گیری

نتیجه این پژوهش نشان داد که به‌طور کلی کاربرد پساب فاضلاب مرودشت هیچ‌گونه محدودیتی از دیدگاه فلزات سنگین آرسینک، کادمیم، سرب و مولیبدان نداشت. اما مقایسه غلظت عناصر سنگین در لجن فاضلاب با استانداردهای موجود نشان داد که لجن لاگون‌ها حاوی مقدار زیادی مولیبدن و سرب بوده که کاربرد آن‌ها در زمین‌های کشاورزی همراه با خطر تجمع این عناصر خواهد بود. با این‌که غلظت این عناصر در خاک کم‌تر از استانداردهای تعریف شده بود، اما تجمع نسبی بیش‌تر سرب نسبت به کادمیم و آرسینک در خاک، سبب تجمع بیش‌تر این عنصر در گندم شد. غلظت زیاد و تجمع مولیبدن در دانه گندم به‌رغم غلظت کم در خاک، می‌تواند به‌دلیل رفتار شیمیایی این عنصر، بر خلاف سه عنصر دیگر، در قابلیت استفاده بیش‌تر آن در خاک‌های قلیایی باشد.

فهرست منابع

1. بیگی هرچگانی، ح، و بنی طالبی، گ. (۱۳۹۲). اثر بیست و سه سال آبیاری سطحی با پساب شهری بر انباشت بعضی فلزات سنگین در خاک، انتقال به دانه های گندم و ذرت و خطرات بهداشتی مرتبط. آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۷(۳)، ۵۷۰-۵۸۰.
2. تدین م. ر. ۱۳۸۷. تاثیر پساب کارخانه قند بر درصد عناصر اندام هوایی، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم. نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۸۹-۴۹۸: ۱(۴۵)

3. شاکرمی، م.، و معروفی، ص. (۱۳۹۸). اثر فاضلاب شهری و لجن حاصله از آن بر انتقال فلزات سنگین به عمق ستون خاک تحت کشت نعنای. مجله پژوهش آب ایران، ۱۳(۲) (پیاپی ۳۳)، ۹۱-۱۰۳.
 4. روحانی شهرکی، ف.، و مهدوی، ر.، و رضایی، م. (۱۳۸۴). اثر آبیاری با پساب بر برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک. آب و فاضلاب، ۱۶(۵۳)، ۲۳-۲۹.
 5. قنبری، ا.، و عابدی کوپایی، ج.، و طایی سمیرمی، ج. (۱۳۸۵). اثر آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده شهری روی عملکرد و کیفیت گندم و برخی ویژگی های خاک در منطقه سیستان. علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۱۰(۴) (الف)، ۵۹-۷۵.
 6. موحد، الهام و ایمانی، سودابه و آشوری، زینب، ۱۳۹۸، راهکار تصفیه بیولوژیکی فاضلاب شهری برای آبیاری مزارع کشاورزی، دومین همایش ملی مدیریت مصرف آب با رویکرد کاهش هدر رفت و بازیافت، تهران
7. Health risks of heavy metals in irrigated soils and edible seeds in Langfang of Hebei province, China. Journal of Science Food Agriculture, 2009, Zhao Y., Zhu Y., Yang X., Qiao J., Tianc Q., and Zhang Q. -Chen Z
 8. Health risks of heavy metals in irrigated soils and food crops irrigated with wastewater in Beijing, China. Environmental Pollution, 2008, Khan S., Cao Q., Zheng Y.M., Huang Y.Z., and Zhu Y.G.

Risk assessment of heavy metal (arsenic, cadmium, lead and molybdenum) of Marvdasht sewage sludge application in soils and wheat grains (Fars-Iran)

Ali Kasraian¹, Zahra Farhmand Far², Mehrdad Karimi²

alkasra@yahoo.com, Department of Soil Science, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran
Department of Geology, Shiraz Branch, Islamic Azad university, Shiraz, Iran

Abstract

Today, lack of enough water is one of the main issues in the agricultural sector and this has led to the tendency to use water such as municipal and industrial wastewater. Marvdasht, in the north of Shiraz, populous city in Fars province and agricultural activities play a major role in the is the second most economy of this region. In this study, the concentration of arsenic, cadmium, lead and molybdenum in with d wheat grains sewage sludge, effluent as well as two soils under wheat cultivation an management (well water and sewage in Marvdasht) were investigated. The results showed different that the effluent contained an acceptable amount of these four elements, but a large accumulation of he sewage sludge. Also, there was no difference between the molybdenum and lead was observed in t concentrations of these elements in soils. Also, the concentration of these pollutants in wheat grains ls, showed that except molybdenum and lead, which was more concentrated in wastewater treated soi there were no differences between cadmium and arsenic in wheat in these soils. Therefore, there seems should be to be no limitation to use of wastewater treatment, but lead and molybdenum concentrations ..considered in wastewater sludge

:Keywords Wheat pollution, Marvdasht sewage sludge, Molybdenum, Plumb

ارتباط تنش تسلیم بینگام خاک با شاخص‌های مکانیکی خاک در موقعیت‌های مختلف یک شیب تپه

پری‌ناز غیاثی‌نیا^۱، علی‌اصغر بسالت‌پور^۲، حسین شیرانی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ۲- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ۳- استاد گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

رفسنجان، ۳- استاد گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

p.ghiasi1991@yahoo.com

چکیده

تنش تسلیم یکی از ویژگی‌های مواد است که نشان‌دهنده‌ی حداقل تنش برشی لازم برای جریان یافتن مواد است. تنش تسلیم مواد به‌ویژه سیالات را می‌توان توسط علم رئولوژی که علم جریان‌یابی ماده در اثر یک نیرو می‌باشد، مورد بررسی قرار داد. در فرسایش سیلان گل نیز مخلوطی از آب و خاک به حالت خمیری شکل یا ژله‌ای تحت تاثیر حرکت بین ذرات و جابجایی آن‌ها به طرف پایین شیب حرکت می‌کند. بنابراین سیلان گل حالتی بین مایع و جامد می‌باشد و ویژگی‌هایی شبیه سیالات دارد که خصوصیات رئولوژی، به‌ویژه تنش تسلیم می‌توانند بیانگر چگونگی وقوع آن باشند. در این پژوهش نیز اثر برخی از ویژگی‌های مکانیکی خاک بر تنش تسلیم بینگام در شیب‌تپه‌ای ماری که فرسایش سیلان گل در آن رخ داده بود، مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور سه پروفیل به ترتیب در بالای شیب تپه (بیش‌ترین فرسایش)، میانه شیب‌تپه (فرسایش متوسط) و انتهای شیب‌تپه (کم‌ترین فرسایش) حفر و سپس نمونه‌برداری در عمق‌های گوناگون انجام گردید. نتایج نشان داد که هم‌بستگی میان تنش تسلیم بینگام و ویژگی‌های مکانیکی مختلف خاک در هر قسمت از شیب‌تپه متفاوت است. به‌طوریکه حدروانی بیشترین تاثیر را بر تنش تسلیم بینگام در پروفیل پایینی شیب‌تپه مطالعاتی داشت ($R=0.98$). پس از آن به‌ترتیب شاخص خمیری و حد خمیری اثرگذار بودند.

. واژگان کلیدی: تیکسوتروپی، حدود آتبرگ، رئولوژی، فرسایش توده‌ای

مقدمه

با وقوع بارندگی، انواع گوناگونی از فرسایش ممکن است در خاک رخ دهد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها فرسایش توده‌ای است. فرسایش توده‌ای خود به چهار شکل گوناگون رخ می‌دهد که فرسایش سیلان گل یا خمیری شکل^۱ از مهم‌ترین انواع آن می‌باشد. سیلان گل، مخلوطی از خاک و آب می‌باشد که به حالت خمیری شکل یا ژله‌ای تحت تاثیر حرکت بین ذرات و جابجایی آن‌ها به طرف پایین شیب حرکت می‌کند (Deblasio *et al.*, 2011). این نوع فرسایش خطر جدی زمین‌شناسی در نظر گرفته می‌شود چراکه ممکن است جریان گل، مسافت زیادی جابه‌جا شود و سرعت بالایی داشته باشد که سبب تخریب مناطق کوهستانی در سراسر دنیا شود (Lorenzini *et al.*, 2004). سیلان گل حالتی بین مایع و جامد می‌باشد و ویژگی‌هایی شبیه سیالات دارد و بنابراین ویژگی‌های رئولوژیکی^۲ می‌توانند بیان‌گر چگونگی وقوع این پدیده باشند (Carotenuto *et al.*, 2015). رئولوژی علم جریان‌یابی ماده در اثر یک نیرو می‌باشد که درباره تغییر فرم و سیلان خمیرها و سوسپانسیون‌ها بحث می‌کند (Deblasio *et al.*, 2011). این تغییر شکل به حالت ماده بستگی دارد، به‌عنوان مثال زمانی که به مایعات و گازها نیرو وارد می‌شود، جریان می‌یابند، درحالی‌که با وارد شدن نیرو به جامدات، اندکی تغییر شکل در آن‌ها رخ می‌دهد و انتظار می‌رود که با حذف نیرو، به حالت اولیه برگردند. تنش در این‌جا به‌عنوان مهم‌ترین نیرو می‌باشد (Goodwin and Hughe., 1991).

¹ Sulification Erosion

² Rheological

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

یکی از ویژگی‌های رئولوژی مهم سیالات، خاصیت تیکسوتروپی^۳ می‌باشد که نمایان‌گر پدیده کاهش ویسکوزیته ظاهری سیالات، تحت تنش برشی ثابت با گذشت زمان می‌باشد که با حذف تنش برشی خارجی، ویسکوزیته به حالت قبل برمی‌گردد. پارامتر تیکسوتروپی معمولاً در رطوبت نزدیک به حدروانی تعریف می‌شود (Goodwin and Hughe., 1991). ولی مطالعات سید و چان^۴ (۱۹۵۹) نشان داد که بازیابی مقاومت تیکسوتروپی برای درصد رطوبت کمتر از حد خمیری نیز امکان‌پذیر است (شوش‌پاشا و همکاران، ۱۳۸۲). تنش تسلیم^۵ نیز یکی از ویژگی‌های مواد است که نشان‌دهنده‌ی حداقل تنش برشی لازم برای جریان یافتن مواد است (بیطرف و همکاران، ۱۳۹۱).

با توجه به این‌که در سیلان‌گل، خاک نیز رفتاری شبیه سیالات نشان می‌دهد (Carotenuto *et al.*, 2015)، به نظر می‌رسد که بتوان از این علم و ویژگی‌های مرتبط همچون خاصیت تیکسوتروپی و تنش تسلیم در علوم خاک نیز بهره برد و حداقل تنش برشی را که سبب به‌وجود آمدن و جاری شدن توده گل می‌شود را مورد بررسی قرار داد (بیطرف و همکاران، ۱۳۹۱).

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

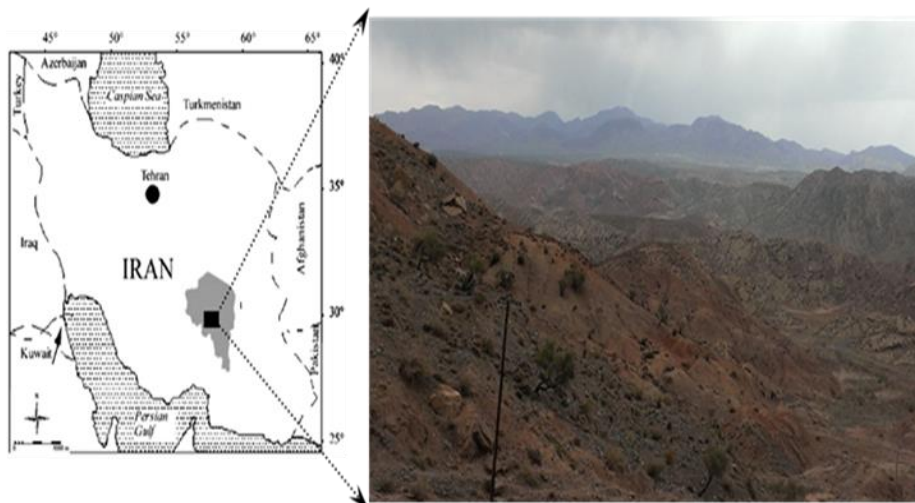
شیب‌تپه مورد مطالعه واقع در استان کرمان و در فاصله‌ی ۲۵ کیلومتری جنوب‌شرقی از شهرستان رابر می‌باشد که در طول جغرافیایی "۴۹° ۴۸' ۵۹" - "۴۹° ۴۸' ۱۷" شرقی و عرض جغرافیایی "۳۲° ۳۰' ۲۸" - "۳۲° ۳۰' ۱۲" شمالی واقع گردیده و به‌طور متوسط ۲۰۴۳ متر از سطح دریا ارتفاع دارد (شکل ۱). این منطقه، بخشی از حوزه‌ی آبریز شهرستان رابر استان کرمان می‌باشد. حوزه آبریز رابر- کرمان دارای مساحتی بالغ بر ۲۵۶۰۹۸ هکتار در بخش جنوب‌شرقی کشور واقع گردیده است که دارای سه نوع کاربری اراضی مرتع، پوشش جنگلی و زراعت است که شیب‌تپه مطالعاتی در کاربری مرتع واقع شده است. حوزه آبریز رودخانه رابر- کرمان از بخش شمالی به حوزه آبریز کویر لوت، از شرق به حوزه آبریز رودخانه سجد (از سرشاخه‌های شمالی هلیل‌رود) و از بخش جنوبی به حوزه‌ی آبریز رودخانه شور و دهرچ (از سرشاخه‌های شمال باختری هلیل‌رود) محدود می‌گردد. قلمرو مطالعاتی با سیمای کاملاً کوهستانی و مرتفع از مناطق سردسیر و ییلاقی حوزه آبریز هامون جازموریان و استان کرمان محسوب می‌شود. عمده مواد مادری منطقه مورد مطالعه شامل سنگ آهک و دولومیت می‌باشد. میانگین بارش سالیانه در منطقه مورد مطالعه ۴۰۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. خاک‌های موجود در این منطقه و به‌خصوص در شیب‌تپه مطالعاتی دارای رژیم رطوبتی زیریک و رژیم حرارتی مزیک می‌باشد، هم‌چنین گروه هیدرولوژیکی غالب خاک‌ها در منطقه مطالعاتی C است، اگرچه در برخی مناطق AD می‌باشد.

³ Thixotropic

⁴ Sid and Chan

⁵ Yield stress

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۱: شیب تپه مورد مطالعه واقع در ۲۵ کیلومتری شهرستان رابر در استان کرمان (طول جغرافیایی $49^{\circ} 48' 17''$ - $49^{\circ} 48' 59''$ شرقی و عرض جغرافیایی $32^{\circ} 30' 28''$ - $32^{\circ} 30' 12''$ شمالی)

نمونه برداری خاک

به منظور بررسی اثر شاخص‌های مکانیکی خاک بر تنش تسلیم بینگهام خاک، سه خاکرخ به ترتیب در بالای شیب (بیشترین فرسایش)، میانه شیب (فرسایش متوسط) و انتهای شیب (کمترین فرسایش) بر اساس روش پیشنهادی سزگی^۶ و همکاران (۲۰۰۶) در شیب تپه‌ای که فرسایش سیلان گل در آن رخ داده بود، حفر گردید. مطالعات صحرایی و تشریح خاکرخ‌های حفر شده براساس راهنمای طبقه‌بندی اراضی انجام و نهایتاً رده‌بندی خاک‌ها بر اساس سیستم طبقه‌بندی آمریکایی (۲۰۰۶) انجام شد. در سه پروفیل حفر شده، از افق‌های مختلف نمونه‌های دست‌خورده جهت تعیین خصوصیات مکانیکی در سه تکرار تهیه گردید.

آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی

پس از نمونه برداری، نمونه‌های خاک هوا خشک شدند و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری، اندازه‌گیری حدود آتربرگ (۱۹۱۱) با استفاده از روش استاندارد ASTM (حد روانی خاک به وسیله کاساگراند و حد خمیریایی خاک توسط روش فتیله نواری) تعیین گردید. ضریب فعالیت خاک از تقسیم شاخص (دامنه) خمیری بر درصد رس خاک (Anonymous., 1998) و شاخص (دامنه) خمیری نیز براساس اختلاف حد روانی و حد خمیری به دست آمد. بافت خاک به روش پییت (Gee and Or, 2002)، ماده آلی به روش والکلی بلک (Walkley and Black, 1934)، میزان آهک به روش تیتراسیون معکوس (Nelson, 1982) اندازه‌گیری شد.

آزمایش‌های تعیین رفتار رئولوژی خاک

برای انجام آزمایش‌های تعیین رفتار رئولوژی خاک، نیاز به تهیه نمونه‌های خاک به حالت خمیری شکل با افزودن آب به میزان کافی بود. برای این منظور میزان آب مورد نیاز برای آماده‌سازی نمونه‌های خاک از تقسیم درصد رطوبت اشباع بر رطوبت قابل استفاده حاصل شد (Sezgi et al., 2006). میزان رطوبت قابل استفاده نیز با استفاده از دستگاه صفحه فشاری تعیین گردید. پس از تعیین رطوبت مورد نیاز برای آماده‌سازی نمونه‌ها به حالت خمیری شکل با عبور نمونه‌های خاک خشک از الک $0/053$ میلی‌متر (مش ۲۷۰) و جداسازی کامل جزء شن برای جلوگیری از برهم‌کنش فیزیکی و اختلالات پویایی جریان در دستگاه رئومتر (Sueng et al., 2015)، آب مورد نیاز برای انجام آزمایش‌های رئولوژی به آن‌ها اضافه و نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت برای رسیدن به تعادل

⁶ Szegi

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

آبی، در ظروف پلاستیکی درب بسته قرار داده شدند و سپس برای انجام آزمایش‌های رفتار رئولوژی آماده گردیدند (Sezegi et al., 2006). برای تعیین رفتار رئولوژیک نمونه‌های خاک، از دستگاه رئومتر (Physica Anton Paar، مدل MCR 300 ساخت اتریش) که مجهز به سیستم اندازه‌گیری صفحات موازی (دارای قطر ۲۵ میلی‌متر و فاصله بین دو صفحه ۱ میلی‌متر می‌باشد) بود، استفاده شد. تمام آزمون‌ها در این پژوهش در حالت CSR انجام شد. به‌منظور انجام آزمون‌های رئولوژیک، تغییرات ویسکوزیته نمونه‌های خاک با سرعت برشی و همچنین تغییرات تنش برشی با سرعت برشی مورد بررسی قرار گرفت. بدین‌گونه که پیش از اعمال تنش برشی و انجام آزمایش، به‌منظور همگن‌سازی و جلوگیری از ته‌نشینی، تمامی نمونه‌ها با نرخ برش 100 S^{-1} به مدت ۳۰ ثانیه توسط دستگاه هم زده شدند و سپس با رعایت فاصله زمانی بیشینه یک دقیقه، نمونه‌ها در محفظه نمونه تخلیه شدند. آن‌گاه با استفاده از سیستم صفحه- صفحه و در دمای ثابت ۲۵ درجه سلسیوس میزان تغییرات تنش برشی به‌عنوان تابعی از سرعت برشی در دامنه $0/01$ تا 1000 S^{-1} (شیب افزایشی) و $0/01 \text{ S}^{-1}$ تا 1000 S^{-1} (شیب کاهش‌ی)، هر کدام به مدت سه دقیقه با استفاده از سیستم صفحات موازی، اندازه‌گیری شد. سپس داده‌های تجربی به‌دست آمده از دستگاه رئومتر به مدل‌های ریاضی بینگهام و هرشل‌بالکلی برازش داده شدند و تنش تسلیم محاسبه گردید. مناسب‌ترین مدل ریاضی بر اساس شاخص‌های ضریب تبیین (R^2) و خطای استاندارد (SD) انتخاب و سرانجام، شاخص‌های رئولوژی برای هر یک از نمونه‌های خاک گزارش شد. با رسم گرانروی در مقابل سرعت برشی به‌صورت لگاریتمی و از روی عرض از مبدا منحنی حاصل، ضریب پایداری یا قوام (k) و با ترسیم لگاریتم تنش برشی بر حسب لگاریتم سرعت برشی و از روی عرض از مبدا، شاخص رفتار جریان (n) به‌دست آمد.

پس از اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک، آماده‌سازی داده‌ها و تجزیه و تحلیل آماری، اثر پارامترهای مورد مطالعه بر تنش تسلیم بینگهام در کل شیب‌تپه و هر پروفیل در شیب تپه به‌صورت جداگانه در محیط نرم‌افزار Spss با استفاده از آزمون پیرسون^۷ بررسی شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ تا ۴ به‌ترتیب ماتریس هم‌بستگی ایجاد شده بین شاخص‌های مکانیکی خاک با تنش تسلیم بینگهام را در کل شیب‌تپه، پروفیل پایین شیب، پروفیل میانه شیب و پروفیل بالای شیب تپه مطالعاتی نشان می‌دهد. مشخص است که هم‌بستگی بین شاخص خمیری، حد روانی و حد خمیری با تنش تسلیم بینگهام در سطح یک درصد آماری ($P < 0.01$) معنی‌دار است (جدول ۲)، که در این بین حد روانی با $R^2 = 0.98$ بیشترین اثر را بر تنش تسلیم بینگهام در پروفیل مورد مطالعه داشت. همانگونه که اشاره شد، تنش تسلیم، حداقل تنش برشی لازم برای جریان یافتن مواد است (بیطرف و همکاران، ۱۳۹۱). هم‌چنین رطوبت حدروانی (LL)، رطوبتی است که در آن خاک به حالت نیمه‌مایع شروع به حرکت می‌کند (Ramazanpour et al., 2010). بنابراین هر چه رطوبت حد روانی بیشتر باشد، تنش تسلیم بینگهام کاهش می‌یابد و خاک سریع‌تر شروع به حرکت می‌کند. هم‌چنین هم‌بستگی مثبت بین حدروانی و حدخمیری با تنش تسلیم بینگهام در سطح یک درصد آماری ($P < 0.01$) در پروفیل میانی شیب‌تپه وجود داشت (جدول ۳). که حد خمیری با $R^2 = 0.96$ بیشترین اثر را بر تنش تسلیم بینگهام در پروفیل مطالعاتی داشت. به‌دلیل این‌که پروفیل مذکور دقیقاً در میانه شیب‌تپه حفر گردیده بود و در این قسمت از شیب‌تپه، شیب نسبتاً زیاد است، بنابراین خاک‌دانه‌ها دارای زاویه‌ی اصطکاک داخلی زیاد و نیروی چسبندگی کمی هستند و در اثر کاهش رطوبت به‌عنوان عامل محرک، حتی به‌میزان اندک، تنش تسلیم بینگهام کاهش و به‌دنبال آن گسیختگی دامنه و زمین لغزش ایجاد می‌شود (جندقی و همکاران، ۱۳۸۲). اما بین ویژگی‌های مکانیکی خاک در کل شیب‌تپه و پروفیل بالایی شیب‌تپه با تنش تسلیم بینگهام هیچ‌گونه هم‌بستگی وجود ندارد (به ترتیب جداول ۱ و ۴).

⁷ Pearson

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول (۱): ماتریس همبستگی ایجادشده بین شاخص‌های مکانیکی خاک در کل شیب تپه

تنش تسلیم (Pa)	حد خمیری	حد روانی	شاخص پلاستیک	ضریب فعالیت	
0.08	0.007	0.40*	0.60**	1.0	ضریب فعالیت
0.08	0.40*	0.80**	1.0	0.60**	شاخص پلاستیک
0.20	0.80**	1.0	0.80**	0.40*	حد روانی
0.30	1.0	0.80**	0.40*	0.007	حد خمیری
1.0	0.30	0.20	0.08	0.08	تنش تسلیم (Pa)

جدول (۲): ماتریس همبستگی ایجادشده بین شاخص‌های مکانیکی خاک در پروفیل پایینی شیب تپه

تنش تسلیم (Pa)	حد خمیری	حد روانی	شاخص پلاستیک	ضریب فعالیت	
0.60	-0.70	-0.60	-0.50	1.0	ضریب فعالیت
-0.90**	0.90**	0.90**	1.0	-0.50	شاخص پلاستیک
-0.90**	0.90**	1.0	0.90**	-0.60*	حد روانی
-0.90**	1.0	0.90**	0.90**	0.70*	حد خمیری
1.0	-0.90**	-0.90**	-0.90**	0.60	تنش تسلیم (Pa)

جدول (۳): ماتریس همبستگی ایجادشده بین شاخص‌های مکانیکی خاک در پروفیل میانی شیب تپه

تنش تسلیم (Pa)	حد خمیری	حد روانی	شاخص پلاستیک	ضریب فعالیت	
-0.50	0.50	-0.60	-6.0	1.0	ضریب فعالیت
0.60	0.70	0.70	1.0	-0.60	شاخص پلاستیک
0.90**	0.90**	1.0	0.70	-0.60	حد روانی
0.90**	1.0	0.90**	0.70	-0.50	حد خمیری
1.0	0.90**	0.90**	0.60	-0.50	تنش تسلیم (Pa)

جدول (۴): ماتریس همبستگی ایجادشده بین شاخص‌های مکانیکی خاک در پروفیل بالایی شیب تپه

تنش تسلیم (Pa)	حد خمیری	حد روانی	شاخص پلاستیک	ضریب فعالیت	
-0.01	0.20	0.80**	0.80**	1.0	ضریب فعالیت
0.09	0.10	0.80**	1.0	0.80**	شاخص پلاستیک
-0.07	0.40	1.0	0.80**	0.80**	حد روانی
0.06	1.0	0.40	0.10	0.20	حد خمیری
1.0	0.06	-0.07	0.09	-0.01	تنش تسلیم (Pa)

در تمامی جداول: ** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد و Pa: پاسکال می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نمایان‌گر آن بود که همبستگی میان تنش تسلیم بینگهام و ویژگی‌های مکانیکی خاک در هر قسمت از شیب تپه متفاوت است. به‌طوریکه خصوصیات خاک در پروفیل پایینی شیب تپه بیش‌ترین اثر منفی را بر تنش تسلیم بینگهام گذاشت.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نتایج هم‌چنین نشان داد که حد روانی (LL) بیشترین اثر را بر تنش تسلیم بینگهام در شیب‌تپه مطالعاتی گذاشته است. پس از آن شاخص خمیری و حد خمیری به ترتیب بیشترین تاثیر منفی را بر تنش تسلیم بینگهام داشته‌اند. اما نتایج نشان داد که حد خمیری در پروفیل میانی شیب‌تپه بیشترین اثر مثبت را بر تنش تسلیم بینگهام داشته است، به‌طوری‌که با افزایش حد خمیری، تنش تسلیم بینگهام افزایش می‌یابد.

منابع

- بلوکی، ه.، سرپولکی، ح. و فقیهی‌ثانی، م. ع. ۱۳۹۲. تاثیر زمان سایش بر رئولوژی سوسپانسیون‌های رسی. فصل‌نامه سرامیک ایران، شماره ۳۴، ۶۸-۶۰.
- بیطرف، ش.، عباسی، س. و حمیدی، ز. ۱۳۹۱. تولید شکلات تلخ کم‌کالری پری‌بیوتیک با استفاده از اینولین، پلی‌دکستروز و مالتودکسترین. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال هشتم، شماره ۱، صفحات ۶۲-۴۹.
- جندقی، ن.، نجفی‌نژاد، ع.، بیرودیان، ن. و م. اوق. ۱۳۸۲. بررسی خصوصیات رسوب شناختی جریان در آبخیز زیارت‌گرگان. مجله علوم و فنون کشاورزی، جلد یازدهم، شماره ۱: ۱۴۷ تا ۱۵۶.
- شوش‌پاشا، ع.، فرهادی، ع. و برجسته، م. ۱۳۸۲. بررسی حساسیت و تیکسوتروپی خاک رس سیلت‌دار، اولین کنفرانس ملی مهندسی عمران، ۲۴ تا ۲۷ اردیبهشت‌ماه، دانشگاه صنعتی شریف تهران.
- Anonymous. 1998a. Book of ASTM standards. Standard No. D 421-85 and Standard No. D 423-59T, Dry preparation of soil samples for particle-size analysis and determination of soil constants, Vol. 14.02.
- Carotenuto, C., Merola, M. C., Alvarez-Romero, M. and Coppola, E. 2015. Rheology of natural slurries involved in a rapid mudflow with different soil organic carbon content. *Journal of Colloids and Surfaces, A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 466: 57-65.
- Deblasio, F.V. Breien, H. and Elverhio, A. 2011. Modelling a cohesive- frictional debris flow: An experimental, theoretical and field- based study. *Earth Surface Processes and Landforms*, 36 (6): 753-766.
- Gee, G.W. and Or, D. 2002. Particle-size analysis. Pp. 255-293. In: Dane JH and Topp GC (eds). *Methods of soil analysis Part 4 physical methods*. Soil Science Society of American Inc.
- Goodwin, J. W. and Hughes, R. W. 1991. *Rheology for chemist*. Published by The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Milton Road, Cambridge CB4 0WF, UK.
- Lorenzini, G. 2004. *Debris flow: Phenomenology and rheological modeling*, Wit press/computational mechanics, Boston MA.
- Nelson, RE. 1982. Carbonate and gypsum. Pp. 181-197. In: Page AL (ed). *Methods of Soil Analysis: Part 2, Agronomy Handbook No 9*, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Ramazanpour H, Esmailnejad L and Akbarzade A, 2010. Influence of soil physical and mineralogical properties on erosion variations in Marlylands of Southern Guilan Province, Iran. *International Journal of Physical Science* 5: 365-376. Rienks.
- Szegi, T., Tombacz, E., Czibulya, ZS., Akagi, J. and Zsolnay, A. 2006. Quantitative rheological indicators for soil physical degradation. *Journal of Agrochemia es talajtan*, 55 (1): 69-78.
- Walkley, A. and Black, I.A. 1934. An examination of the degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Science*, 63: 251-263
- Zbik, M. S., Williams, D. J., Sung, Y. and Wang, C. 2015. Smectite clay microstructure behavior on the atterberg limits transition. *Journal of Colloids and surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 467: 89-96.

**Relationship between Bingham soil yield stress and soil mechanical indices in different situations
a hill slope**

P.Ghiasinia¹, A.A. Besalatpoor², H. Shirani³

¹M.Sc. student, Dept. of soil science, vali-e- Asr university of Rafsanjan, ²Assistant Prof. Dept. of soil science, vali-e- Asr university of Rafsanjan, ³professor Dept. of soil science, vali-e- Asr university of Rafsanjan
p.ghiasi1991@yahoo.com

Abstract

Yeild stress is one of the properties of materials that indicates the minimum shear stress required for material flow. it examined the stress-yielding materials of the fluid according to the scientific science which has placed the flow science in the matter of a force. In mud flow erosion, a mixture of water and soil is affected in a paste or jelly form, pressing between the particles and moving them. The use of a sealant is a state between medium and solid and has the same properties as fluids, which are rheological properties, especially stress, and express how it exists. In this study, due to the mechanical properties of the soil on the Bingham yield stress due to the use of marl in which the silangel deposition occurred, was investigated. For this purpose, three profiles were drilled at the top of the hill slope (maximum erosion), the middle of the hill slope (medium erosion) and the end of the hill slope (minimum erosion), respectively, and then sampling was done at different depths. The results showed that the correlation between Bingham yield stress and different mechanical properties of soil in each part of the slope is different. As the limit had the greatest effect on Bingham submission stress in the low profile of the study slope ($R = 0.98$). After that, the dough index and dough limit were effective, respectively.

Keywords: Thixotropic, Atterberg Limit, Reological, Massive Flow

شبیه‌سازی روند آبشویی نترات خاک با استفاده از مدل HYDRUS-3D

سمانه اطمینان^۱ و وحیدرضا جلالی^۲

۱- دکتری فیزیک و حفاظت خاک (دانشجوی سابق دانشگاه شهید باهنر کرمان) (etminan.s@agr.uk.ac.ir)

۲- دانشیار فیزیک و حفاظت خاک، مجتمع آموزش عالی شیروان (نویسنده مسئول) (v.jalali@uk.ac.ir)

چکیده

نترات یکی از عناصر غذایی خاک محسوب می‌شود که در کنار مسأله حاصلخیزی، از دیدگاه محیط زیست، میزان آلودگی خاک و آب‌های سطحی و زیرزمینی نیز دارای اهمیت می‌باشد. از این‌رو، در این مطالعه، با استفاده از روش حل عددی پارامترهای انتقال املاح برآورد گردید و سپس روند آبشویی نترات خاک تحت روش کوددهی سرک در مزرعه یونجه چهارساله با استفاده از مدل HYDRUS-3D بررسی شد. پارامترهای حاکم در فرآیند انتقال نترات تحت روش مدیریتی مزرعه با استفاده از الگوریتم لونبرگ-مارکوارت برآورد گردید. همچنین در روند شبیه‌سازی غلظت نترات خاک در امتداد پروفیل خاک از ضریب جذب فروندلیج بهره گرفته شد. نتایج حاصل بیانگر میزان دقت مدل در بررسی روند تغییرات نترات خاک در دو عمق سطحی و عمقی به ترتیب برابر با $RMSE=0.009$ و $RMSE=0.008$ بود. براساس میزان دقت حاصل از فرآیند شبیه‌سازی می‌توان بیان نمود که روش کوددهی بکار رفته در سطح مزرعه یونجه چهار ساله نقش مثبتی در تامین نیاز غذایی گیاه داشته و از سوی دیگر به خوبی توانسته از تجمع و آبشویی نترات خاک ممانعت کند.

واژگان کلیدی: آلودگی خاک، حل عددی، مدل سه بعدی هایدروس، نترات خاک.

مقدمه

در مناطق خشک-نیمه خشک با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه، یکی از راهکارهای مدیریتی برای غلبه بر شوری خاک و کمبود منابع آب، تقسیط و افزایش تعداد دفعات مصرف کود در سطح مزرعه می‌باشد. این روش مدیریتی اگرچه در مراحل اولیه کشت و کار سبب افزایش عملکرد محصول می‌گردد اما در گذر زمان احتمال آلودگی خاک و منابع آب چندان دور از انتظار نیست (Poch-Massegu et al., 2014). نترات عمده‌ترین شکل کودهای نیتروژنی است که به دلیل ساختار شیمیایی که دارد نسبت به سایر اشکال کودهای نیتروژنی در آلودگی خاک و محیط زیست نقش دارد. نتایج تحقیقات نشان داده است که مصرف کودهای نیتروژنی سبب آبشویی ۳۰ الی ۵۰ درصدی نترات در امتداد پروفیل خاک می‌گردد و همبستگی معنی‌داری بین درصد آبشویی نترات و آلودگی محیط زیست وجود دارد (Fu et al., 2006). مدل‌سازی و برآورد روند تغییرات غلظت املاح با استفاده از روش‌های حل عددی تحت روش مدیریتی، به عنوان یکی از روش‌های کارآمد در بحث مقدار هدرروی املاح در امتداد پروفیل خاک مطرح می‌باشد. مدل هایدروس با دارا بودن حل عددی در برآورد پارامترهای مورد نیاز در بحث انتقال آب و املاح، امکان برآورد غلظت املاح، رطوبت خاک، همچنین میزان پاسخگویی محصولات تحت شرایط مختلف اقلیمی و آگرونومیک را فراهم می‌سازد (Ghazouani et al., 2016). Kirkham et al (2019) میزان عملکرد مدل هایدروس در شبیه‌سازی میزان انتقال نترات در یک ستون افقی خاک رسی را بررسی کردند. Salehi et al (2017) با استفاده از الگوریتم لونبرگ-مارکوارت به بهینه‌سازی پارامترهای انتقال نترات در مزارع شالیزار پرداختند. با توجه به افزایش کاربرد کودهای شیمیایی مطالعه روند آبشویی نترات در محدوده ریشه گیاه، میزان آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی یکی از مسائل مهم در بحث مدیریت کشاورزی به ویژه کشاورزی پایدار در سطح جهان می‌باشد. از این‌رو، مطالعه روند آبشویی، تغییرات مکانی و زمانی غلظت نترات خاک با توجه به روش کوددهی، با هدف بررسی تغییرات کمی و کیفی نترات در سطح مزرعه ضروری می‌باشد. در این تحقیق با هدف ارزیابی روش مدیریتی در جهت کاهش آلودگی محیط زیست، و افزایش بهره‌وری کود مصرفی، به مطالعه روند آبشویی نترات خاک طی روش کوددهی سرک در سطح مزرعه یونجه چهارساله پرداخته شد. بدین منظور با استفاده از مدل HYDRUS-1D با کاربرد الگوریتم بهینه‌ساز مارکوارت-لونبرگ پارامترهای انتقال

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

املاح خاک برآورد شد. سپس فرآیند شبیه سازی آبشویی نیترات در محدوده منطقه ریشه گیاه با کاربرد مدل HYDRUS-3D مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بیرجند واقع در ۵ کیلومتری شهرستان بیرجند، استان خراسان جنوبی (32°53' N, 55°13' E) واقع در شرق ایران انجام شد. شهرستان بیرجند با میانگین دمای سالانه برابر با ۱۶/۵ درجه سانتی‌گراد و ۱۷۱ میلی‌متر میانگین بارش سالانه دارای اقلیم خشک-نیمه خشک است. این پژوهش در قسمتی از مزرعه‌ی به وسعت سه هکتار که طی چهار سال متوالی تحت کشت گیاه یونجه بود، برای بررسی میزان انتقال نیترات خاک در امتداد پروفیل خاک انتخاب شد. از این رو، به منظور ارزیابی ویژگی‌های خاک، پروفیلی به عمق صد سانتی‌متر حفاری گردید (جدول ۱). پروفیل مورد نظر از دو لایه خاک به ترتیب از عمق ۰-۴۰ و ۴۰-۱۰۰ سانتی‌متر تشکیل شده است. در این مزرعه با توجه به اقلیم منطقه و با هدف افزایش بهره‌وری و کاهش منابع آب، از روش آبیاری بارانی استفاده می‌گردید. دامنه رشد گیاه یونجه ۴۵ روزه بود. با توجه به نتایج جدول ۱، خاک مزرعه از نظر مواد آلی نسبتاً فقیر بود و همچنین از نظر عناصر غذایی نیز در محدودیت قرار داشت. از این رو از کود دی‌آمونیم فسفات به طور تناوبی در هر دوره آبیاری به صورت سرک (۷۵ کیلوگرم در هکتار) استفاده گردید. قابل ذکر است، اگرچه گیاه تحت مطالعه از خانواده بقولات بود. به دلیل درصد پایین مواد آلی خاک، بالابودن دمای سطح خاک و مصرف کود، و همچنین استفاده از آب نسبتاً شور به عنوان منبع آبیاری سبب عدم تشکیل غدد تثبیت‌کننده نیتروژن در سیستم ریشه‌ی گیاه گردید (Hannaway and Shuler, 1993). برای بررسی میزان انتقال نیترات در بازه زمانی قبل و بعد از کوددهی در امتداد پروفیل نمونه‌برداری صورت گرفت و به روش اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۱۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی خاک

عمق خاک (سانتی‌متر)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	EC (dS/m)	pH	مواد آلی (درصد)	کربنات کلسیم (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	نیترات (mg/L)	آمونیم (mg/L)	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm ³)	تخلخل (درصد)
۰-۴۰	۶۱	۱۸	۲۱	۱/۲۵	۷/۶۱	۰/۵	۵/۲۵	۰/۲	--	۲×۱۰ ^{-۵}	۱/۵۵	۴۰
۴۰-۱۰۰	۷۳	۸	۱۹	۲/۱۲	۷/۴۲	۰/۴	۸	۰/۱۵	--	۱×۱۰ ^{-۵}	۱/۷۲	۳۴

مدل HYDRUS

در این تحقیق با استفاده از مدل هایدروس به بررسی انتقال نیترات در امتداد پروفیل خاک طی کاربرد کود دی‌آمونیم فسفات پرداخته شده است. روند تغییرات آمونیم در سطح خاک براساس زنجیره تغییر شکل مرتبه اول شامل فرآیندهای ذیل می‌باشد: (۱) تبخیر آمونیاک (۲) نیتریفیکاسیون (۳) دنیتریفیکاسون (۴) جذب سطحی آمونیم در سطح خاک و (۵) جذب آمونیم و نیترات توسط سیستم ریشه (Hanson et al., 2006). در این تحقیق کود مصرفی به روش سرک به خاک اضافه گردید. بنابراین می‌توان از فرآیند تبخیر آمونیاک صرف نظر نمود. همچنین به دلیل پایین بودن درصد ماده آلی خاک و اعمال شرایط غیراشباع طی روش آبیاری در سطح خاک، فرآیند دنیتریفیکاسیون نیز قابل صرف نظر می‌باشد. معادلات دیفرانسیلی حاکم بر انتقال املاح طی جریان آب در خاک در یک محیط متخلخل با شرایط تغییرپذیر در زنجیره تغییر شکل مرتبه اول به شکل زیر در نظر گرفته می‌شود (Simunek et al., 2013):

C_g و C به ترتیب بیانگر غلظت املاح در فاز مایع و گاز ($M L^{-1}$)، s : غلظت املاح در فاز جامد ($M L^{-1}$)، θ : رطوبت حجمی خاک ($L^3 \cdot L^{-3}$)، p_b : جرم مخصوص ظاهری خاک ($M L^{-3}$)، q : شدت جریان آب ($L \cdot day^{-1}$)، μ_w و μ_s : ضرایب ثابت واکنش درجه اول در فاز مایع خاک (day^{-1})، μ_w و μ_s : مشابه ضرایب ثابت واکنش اول می‌باشد که در اتصال حلقه‌های زنجیره واکنش

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

$$\frac{\partial \theta C}{\partial t} + \frac{\partial \rho S}{\partial t} + \frac{\partial \alpha C_g}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\theta D_w \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\theta D_g \frac{\partial C_g}{\partial x} \right) - \frac{\partial q C}{\partial x} - S C_{root} - (\mu_w - \mu'_w) \theta C_k - (\mu_s - \mu'_s) p_b S_k + \gamma_w \theta + \gamma_s p_b \quad (1)$$

استفاده می‌گردند. γ_w و γ_s : ضرایب ثابت واکنش درجه صفرم در فاز جامد خاک (day^{-1})، r_a : جذب عناصر غذایی توسط ریشه $(M L^{-1} \text{day}^{-1})$ ، D_w : ضریب پخشیدگی در فاز مایع خاک ($L^2 \text{day}^{-1}$)، D_g : ضریب پخشیدگی در فاز جامد خاک ($L^2 \text{day}^{-1}$)، هستند. ضریب پخشیدگی مولکولی آمونیوم و نیترات در آب خالص به ترتیب برابر با 0.064 و 0.068 سانتی‌متر مربع در ساعت در نظر گرفته شد. جذب و واجذب بین سطح محلول خاک و مکان‌های تبادل‌ی خاک به عنوان یک واکنش فوری در نظر گرفته می‌شود.

$$S_1 = K_{d,1} C_1 \quad (2)$$

$K_{d,1}$: ضریب توزیع آمونیوم ($L \text{mg}^{-1}$).

در معادله ریچاردز پارامتر S تعریف شده است که در واقع بیانگر میزان آب جذب‌شده توسط ریشه براساس مدل فوس می‌باشد.

$$S_r(\varphi, x, z) = \alpha(\varphi, x, z) \times b(x, z) \times T_p \times L \quad (3)$$

$\alpha(\varphi, x, z)$ عبارت است از تابع پاسخ تنش آبی که یک تابع بدون بعد از پتانسیل ماتریک خاک است. L (cm) عرض سطح خاک در ارتباط با تعرق و T_p ($cm \text{day}^{-1}$) نرخ پتانسیل تعرق است. در این مطالعه گیاه تحت تنش آبی قرار نداشت. از این رو، مقدار α برابر با 1 ، طی تغییرات (φ) در دامنه بین 100 و 1000 سانتی‌متر و بین 100 و 3000 سانتی‌متر به ترتیب در بازه حداکثر و حداقل پتانسیل تعرق روزانه در نظر گرفته شد. برای تعیین پتانسیل برای برآورد ET_0 روزانه از گزارش‌های ایستگاه هواشناسی دانشگاه بیرجند استفاده گردید. ET_c نیز طی ضرب ET_0 در ضریب محصول مورد نظر (K_c) براساس نشریه FAO-56 تخمین زده شد. همچنین برای تعیین مقدار پتانسیل تبخیر از سطح خاک (E_p) و نرخ پتانسیل تعرق (T_p) از فرمول زیر استفاده گردید:

$$E_p = ET_c \exp(-k LAI) \quad (4)$$

$$T_p = ET_c - E_p \quad (5)$$

k ضریب جذب نور می‌باشد که در این مطالعه برای گیاه یونجه برابر با 0.8 در نظر گرفته شد (Dinca and Dunea, 2018).

شرایط مرزی برای انتقال املاح در مدل سه بعدی هایدروس

برای بررسی انتقال نیترات از شرایط مرزی نوع سوم، کوشی استفاده گردید.

برآورد پارامترهای موردنیاز در مدل هایدروس

در این تحقیق پارامترهای انتقال نیترات $\mu_w, \mu_s, K_d, \varepsilon_L, \varepsilon_T$ با استفاده از الگوریتم لونبرگ-مارکواردت با هدف کمینه‌کردن اختلاف بین غلظت نیترات اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده در دو عمق و در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری بهینه‌سازی شدند.

کالیبراسیون مدل هایدروس

برای کالیبراسیون عملکرد مدل هایدروس در شبیه‌سازی نیترات خاک، سه ماه نخست نمونه‌برداری (از ۲۰ خرداد تا ۲۰ مرداد ماه) برای واسنجی و ماه آخر (از ۲۰ مرداد تا ۲۰ شهریور) برای اعتبارسنجی انتخاب شد. به منظور ارزیابی میزان عملکرد مدل از دو شاخص آماری، خطای ریشه میانگین مربعات (RMSE) و معیار ناش-ساتکلیف (NSE) استفاده گردید. که در این روابط

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O})^2} \quad (6)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [P_i - O_i]^2} \quad (7)$$

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

O_i : مقدار اندازه‌گیری شده در روز i ام، P_i : مقدار شبیه‌سازی شده در روز i ام، \bar{O} : میانگین مقدار اندازه‌گیری شده، N : تعداد کل نقاط نمونه‌برداری.

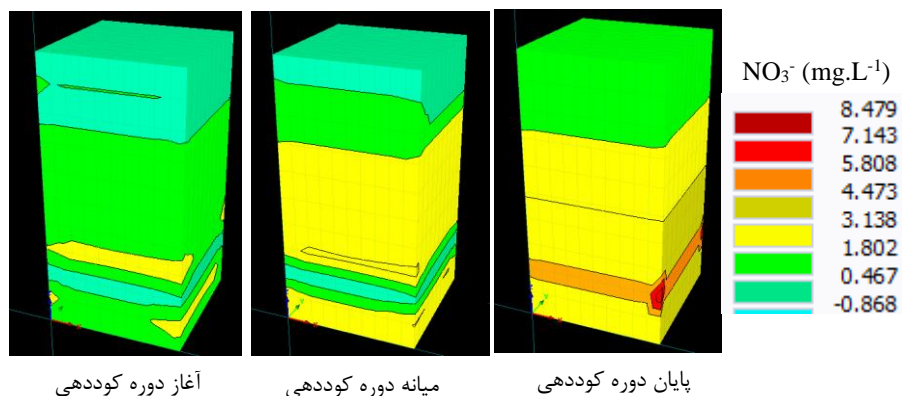
نتایج و بحث

در این مطالعه پارامترهای مورد نیاز برای برآورد غلظت نیترات با حل عددی بر پایه الگوریتم بهینه‌ساز لوببرگ-مارکواردت در محیط مدل هایدروس ۱ بعدی بدست آمد. قابل ذکر می‌باشد که روند تغییرات نیترات در خاک تحت مدل هایدروس ۳ بعدی بررسی شد. با در نظر گرفتن فرآیند نیتریفیکاسیون پارامترهای مورد نیاز، ضریب جذب (K_d)، ضریب انتشارپذیری طولی و عرضی ($\varepsilon_L, \varepsilon_T$) و μ_w, μ_s برای هر آمونیوم و نیترات موجود در کود بهینه‌سازی شدند (جدول ۲). ضریب توزیع در دو عمق مورد مطالعه به ترتیب برابر با $3/0.9$ و 3 سانتی‌متر مکعب بر گرم بدست آمد که با نتایج Azad et al (2019) هم‌خوانی دارد. روند تغییرات RMSE طی واسنجی مدل هایدروس ۳ بعدی برای نیترات در محدوده بین $0.008-0.009$ می‌باشد که بیانگر روند تغییرات شدید غلظت نیترات در امتداد پروفیل خاک است. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۳ می‌توان ذکر نمود که میزان توانایی مدل در برآورد مقدار نیترات مورد مطالعه با افزایش عمق، دارای روند افزایشی است. (Azad et al (2019) با مطالعه روند شبیه‌سازی نیترات بیان نمودند که میزان دقت مدل هایدروس در برآورد غلظت نمک‌ها با افزایش عمق دارای روند افزایشی است. نتایج تحقیق Dash et al (2015) نیز بیانگر افزایش دقت عملکرد مدل هایدروس در برآورد روند تغییرات نیترات با افزایش عمق خاک است. غلظت نیترات در عمق‌های زیرین نسبت به عمق سطحی به دلیل تجمع ناشی از عمل آبخوبی دارای روند افزایشی می‌باشد. همچنین قابل ذکر است روند تغییرات غلظت نیترات در امتداد پروفیل خاک حاصل کوددهی است. زیرا با وجود اینکه گیاه یونجه از خانواده بقولات می‌باشد ولی به دلیل مصرف آب آبیاری با هدایت الکتریکی بالا، درصد پایین مواد آلی و عناصر غذایی، سبب عدم تشکیل غدد در ریشه گیاه یونجه گردید. در نتیجه، نیترات موجود در خاک فقط حاصل فرآیند نیتریفیکاسیون می‌باشد. با توجه به شرایط ذکر شده و شکل ۱، نیترات موجود در خاک جذب گیاه و در امتداد پروفیل انتقال آن رخ داده است. هر چند که تجمع نیترات مشاهده نشد. (Shafeeq et al., (2020 بیان نمودند که علت تجمع نیترات در لایه سطحی خاک، فرآیند نیتریفیکاسیون کود است. با توجه به نتایج حاصل می‌توان بیان نمود که روش کوددهی نیاز خاک و گیاه را از نظر عناصر غذایی فراهم نموده و از سوی دیگر کوددهی طی چهار سال متوالی سبب آلودگی خاک نشده است. هر چند که در گذر زمان تحت فرآیند آبخوبی به لایه زیرین خاک منتقل گردید.

جدول ۲- نتایج حاصل از الگوریتم لوببرگ-مارکواردت

پارامترهای انتقال املاح					پارامترهای هیدرولیکی خاک					لایه‌بندی cm
μ_w (day ⁻¹)	μ_s (day ⁻¹)	K_d (cm ³ g ⁻¹)	ε_L (cm)	ε_T (cm)	K_s (cm day ⁻¹)	n (-)	α (cm ⁻¹)	θ_s (cm ³ cm ⁻³)	θ_r (cm ³ cm ⁻³)	
0.166	0.179	3/0.9	0.04	0.4	8/1	1/25	0.03	0.34	0.051	0-40
0.2	0.202	3	0.06	0.6	47/2	1/5	0.027	0.38	0.06	40-100

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۱- روند شبیه‌سازی نیترات در امتداد پروفیل خاک با مدل ۳ بعدی هایدروس

جدول ۳- ارزیابی واسنجی و اعتبارسنجی مدل ۳ بعدی هایدروس

NO_3^- ($mg.L^{-1}$)	شاخص آماری	عمق (cm)	واحد هایدروس
۰/۰۰۹	RMSE	۰-۴۰	۳ بعدی هایدروس
۰/۹۹	NSE		
۰/۰۰۸	RMSE	۴۰-۱۰۰	۳ بعدی هایدروس
۰/۹۹	NSE		
۰/۰۰۹	RMSE	۰-۴۰	اعتبار سنجی مدل
۰/۹۸	NSE		
۰/۰۰۸	RMSE	۴۰-۱۰۰	۳ بعدی هایدروس
۰/۹۹	NSE		

نتیجه‌گیری

در این تحقیق به مطالعه میزان عملکرد روش حل عددی در برآورد پارامترهای انتقال املاح و کارایی مدل ۳ بعدی هایدروس در بررسی میزان انتقال نیترات خاک تحت روش مدیریت اعمال شده پرداخته شد. دامنه تغییرات RMSE (0.008-0.009) همراه با روند تغییرات NSE (0.98-0.99) در دو عمق مورد مطالعه بیانگر کارایی روش حل عددی در برآورد پارامترهای انتقال املاح است. از این رو، می‌توان بیان نمود که در سطح مزرعه که روند تغییرات بالاست، روش حل عددی قابلیت لازم در برآورد پارامترهای مورد نیاز در شبیه‌سازی فرآیند انتقال املاح را دارد و از سوی دیگر مدل ۳ بعدی هایدروس نیز روشی مطمئن می‌باشد که در مطالعه فرآیندهای گوناگون در سطح مزرعه و آزمایشگاه می‌توان بکار برد.

فهرست منابع

- 1- Azad, N., Behmanesh, J., Rezaverdinejad, V., Abbasi, F., Navabian, M. (2019). Evaluation of fertigation management impacts of surface drip irrigation on reducing nitrate leaching using numerical modeling. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(36), 36499-36514.
- 2- Dash, C. J., Sarangi, A., Singh, D. K., Singh, A. K., Adhikary, P. P. (2015). Prediction of root zone water and nitrogen balance in an irrigated rice field using a simulation model. *Paddy and Water Environment*, 13(3), 281-290.
- 3- Dincă, N., Dunea, D. (2018). on the assessment of light use efficiency in alfalfa (*medicago sativa* l.) In the eco-climatic conditions of târgoviște piedmont plain. *Romanian Agricultural Research*, (35), 59-69.
- 4- Fu, Y., Lei, Y., Zheng, L., Zhang, L. (2006). Characteristics of nitrate distribution in deep unsaturated zone in farmland. *Agric Res Arid Areas*, 24(1), 73-76.
- 5- Ghazouani, H., Autovino, D., Rallo, G., Douh, B., Provenzano, G. (2016). Using Hydrus-2D model to assess the optimal drip lateral depth for Eggplant crop in a sandy loam soil of central Tunisia. *Ital. J. Agrometeorol*, 1, 47-58.
- 6- Hannaway, D. B., Shuler, P. E. (1993). Nitrogen fertilization in alfalfa production. *Journal of Production Agriculture*, 6(1), 80-85.

- 7-Hanson, B. R., Šimůnek, J., Hopmans, J. W. (2006). Evaluation of urea–ammonium–nitrate fertigation with drip irrigation using numerical modeling. *Agricultural water management*, 86(1-2), 102-113.
- 8-Kirkham, J. M., Smith, C. J., Doyle, R. B., Brown, P. H. (2019). Inverse modelling for predicting both water and nitrate movement in a structured-clay soil (Red Ferrosol). *PeerJ*, 6, e6002.
- 9-Poch-Massegú, R., Jiménez-Martínez, J., Wallis, K. J., de Cartagena, F. R., Candela, L. (2014). Irrigation return flow and nitrate leaching under different crops and irrigation methods in Western Mediterranean weather conditions. *Agricultural Water Management*, 134, 1-13.
- 10- Salehi, A. A., Navabian, M., Varaki, M. E., Pirmoradian, N. (2017). Evaluation of HYDRUS-2D model to simulate the loss of nitrate in subsurface controlled drainage in a physical model scale of paddy fields. *Paddy and water environment*, 15(2), 433-442.
- 11-Shafeeq, P. M., Aggarwal, P., Krishnan, P., Rai, V., Pramanik, P., & Das, T. K. (2020). Modeling the temporal distribution of water, ammonium-N, and nitrate-N in the root zone of wheat using HYDRUS-2D under conservation agriculture. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(2), 2197-2216.
- 12-Šimůnek, J., Jacques, D., Langergraber, G., Bradford, S. A., Šejna, M., Van Genuchten, M. T. (2013). Numerical modeling of contaminant transport using HYDRUS and its specialized modules. *J. Indian Inst. Sci*, 93(2), 265-284.

Simulation of soil nitrate leaching trend using HYDRUS-3D model

Samaneh Etminan¹ and Vahidreza Jalali²

1-PhD in Soil Physics and Conservation (Former student of Shahid Bahonar University of Kerman)

(etminan.s@agr.uk.ac.ir). 2- Associate Professor of Soil Physics and Conservation, Higher Education Complex of Shirvan (Corresponding Author) (v.jalali@uk.ac.ir)

Abstract

Nitrate is one of the nutrients in the soil, which in addition to the issue of fertility, from an environmental point of view, the amount of soil pollution and surface and groundwater is also important. Therefore, in this study, the parameters of solute transfer were estimated using numerical solution method and then the leaching process of soil nitrate under top-dress fertilizer application in a four-year-old alfalfa field was investigated using the HYDRUS-3D model. The governing parameters in the nitrate transfer process under the field management method were estimated using the Marquardt–Levenberg algorithm. Freundlich adsorption coefficient was also used in the simulation process of soil nitrate concentration along the soil profile. The results showed the accuracy of the model in investigating the trend of soil nitrate changes at both shallow and deep depths by having the RMSE = 0.009 and RMSE = 0.008, respectively. Based on the accuracy of the simulation process, it can be said that the fertilizer application method which used in the four-year-old alfalfa field has a positive role in meeting the nutritional needs of the plant and it has been also able to prevent the accumulation and leaching of soil nitrate.

Keywords: HYDRUS-3D model, numerical solution, soil contamination, soil nitrate.

ارزیابی تناسب اراضی گندم، هندوانه و گوجه فرنگی منطقه چاه نارنج، شهرستان فاریاب، استان کرمان

*علی زین‌الدینی میمند^۱، جواد سیدمحمدی^۱، سید علیرضا سیدجلالی^۱، میر ناصر نویدی^۱ و مهناز
اسکندری^۱

^۱استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

(*نویسنده مسئول: Ali_zeinadin@yahoo.com)

چکیده

منطقه چاه نارنج از توابع شهرستان فاریاب و از مناطق مهم و مستعد کشاورزی استان کرمان می باشد. هدف از انجام این تحقیق طبقه بندی تناسب کیفی اراضی بر اساس روش پارامتریک ریشه دوم برای گندم، هندوانه و گوجه فرنگی در ۲۸۴۵۰ هکتار اراضی تحت کشت منطقه چاه نارنج می باشد. برای انجام تحقیق با بررسی نقشه های خاک، منطقه مورد نظر انتخاب گردید. برای برخی واحدهای خاک انتخابی، نمونه های خاک تهیه و بر روی آن ها آزمایشهای فیزیکی و شیمیایی و حاصلخیزی مورد نیاز انجام گردید. سپس با توجه به اطلاعات هواشناسی، نیازهای خاکی و اقلیمی و دوره های فنولوژی گیاهان انتخابی، طبقه بندی تناسب کیفی بر اساس روش های محدودیت ساده و پارامتریک انجام گردید و در نهایت برای هر واحد خاک محدودیت های خاک و اقلیم معرفی گردیدند. در این مطالعات تیپ های بهره وری گندم، هندوانه و گوجه فرنگی ارزیابی شدند بررسی ها نشان داد اقلیم منطقه برای کشت این گیاهان محدودیت نداشته و کلاس های تناسب اراضی از S2 تا N با محدودیت های شوری و قلیائیت، خصوصیات فیزیکی و حاصلخیزی متغیر است. با توجه به نوع و شدت محدودیت ها می توان با انتخاب محصول مناسب، اعمال مدیریت صحیح، و اصلاح اراضی عملکرد محصولات را در راستای افزایش بهره وری و توسعه کشاورزی پایدار افزایش داد.

واژه های کلیدی: ارزیابی اراضی، روش پارامتریک، محدودیت ساده، جنوب کرمان

مقدمه

خاک یکی از ارکان اصلی تولید محصولات کشاورزی به شمار می رود. هر گونه اشتباه در بهره برداری نامناسب از منابع اراضی موجب آسیب و یا هدررفت این منبع با ارزش می گردد. کاربری اراضی می بایست به گونه ای باشد که ضمن تولید بهینه، این منبع با ارزش برای استفاده های بعدی نیز حفظ شود. در مناطق مختلف جهان خصوصاً در کشورهای توسعه نیافته و یا کمتر توسعه یافته از منابع طبیعی از جمله خاک و اراضی برای تامین نیازهای روزمره بدون در نظر گرفتن استعداد و قابلیت آنها استفاده می گردد. (FAO,1976). جهت جلوگیری از تخریب بیشتر منابع می بایست پتانسیل و تناسب آنها برای بهره وری های خاص در دستور کار بخش کشاورزی قرار گیرد. هر چند ممکن است مطالعات تناسب اراضی برای انواع بهره وری ها تنها راه جلوگیری از تخریب اراضی کشاورزی نباشد ولی یقیناً یکی از مهمترین و اساسی ترین روش های مبارزه با این معضل می باشد. بنابراین استفاده از اراضی بر اساس امکانات بالقوه (شرایط اتی) و بالفعل (شرایط حال) آنها در قالب مطالعات تناسب اراضی می بایست انجام گردد (Sys,1991). به کمک ارزیابی تناسب اراضی رابطه

بین زمین و نوع بهره برداری از آن مشخص میشود و براساس این رابطه می توان به نوع استفاده مناسب از آن پی برد و تخمینی از میزان نهاده های لازم و ستانده های حاصل را بدست آورد.

تاکنون مطالعات تناسب اراضی برای گیاهان مختلف زراعی و باغبانی در ایران و سایر کشور ها انجام شده است. طی پژوهشی (Seyedmohammadi et al (2019) ارزیابی تناسب اراضی بخشی از اراضی منطقه دشت مغان استان اردبیل را برای کشت آبی ذرت دانه ای با در نظر گرفتن خصوصیات اقلیم، شیب، عمق خاک، گچ، آهک، اسیدیته خاک، شوری و قلیائیت خاک با استفاده از روش پارامتریک اراضی انجام دادند. ضریب تبیین بین مقدار عملکرد و مقادیر شاخص اراضی حدود ۷۵ درصد بوده که نشان دهنده خروجی قابل اعتماد فرایند ارزیابی می باشد. ایشان همچنین درجه محدودکنندگی خصوصیات موثر را به ترتیب درصد شیب، عمق خاک، درصد سدیم تبادل، شوری، اسیدیته خاک و گچ گزارش نمودند. ابراهیم (2007) در تحقیقی در جنوب آفریقا تناسب اراضی منطقه Kwazulu را با استفاده از GIS برای محصولات سورگوم و ذرت مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد تابستان بسیار گرم و زمستان سرد و خشک به همراه رس بالا در خاک های منطقه مهمترین عوامل محدود کننده برای کشت این محصولات در منطقه هستند. سپس با ارائه نقشه تناسب اراضی با استفاده از GIS الگوی کشت منطقه را برای این دو محصول ارائه نمود.

اسفندیارپور (۱۳۹۹) مطالعات تناسب اراضی گیاهان زراعی گندم، جو، ذرت دانه ای، کنجد، سیب زمینی، گوجه فرنگی، هندوانه، یونجه، خیار و ذرت علوفه ای و باغبانی پسته، انار، زیتون، بادام، گردو، مرکبات، خرما، زعفران، گل محمدی با روش پارامتریک برای محدوده دارای مطالعات خاک شناسی به مساحت ۲۲۹/۸ هزار هکتار در استان کرمان را بررسی نمود. مهمترین ویژگی های محدودکننده برای اکثر محصولات زراعی و باغی در خاک های کرمان، رفسنجان، سیرجان و کهنوج، بافت و ساختمان خاک، اسیدیته خاک، شوری و قلیائیت و در اراضی جیرفت و بم بافت و ساختمان خاک، ویژگی های حاصلخیزی و شوری گزارش شده اند. پهلوان (۱۳۹۸)، مطالعات تناسب اراضی کیفی به روش پارامتریک را برای گیاهان زراعی گندم، جو، ذرت دانه ای، برنج، عدس، توتون، آفتابگردان، کلزا، کنجد، گلرنگ، سیب زمینی، گوجه فرنگی، پیاز، سیر، فلفل سبز، هویج، کلم، هندوانه، خربزه، خیار، یونجه، شبدر، سورگوم، ارزن و ذرت علوفه ای و باغبانی شامل زردآلو، انگور، پسته، خرما، زیتون، مرکبات، نارگیل، موز، گواوا و کنار در اراضی آبی دارای مطالعات خاک شناسی استان سیستان و بلوچستان به وسعت حدود ۱۰۷ هزار هکتار (۶ منطقه) انجام داد. مهمترین عوامل محدودکننده شوری و قلیائیت، ویژگی های حاصلخیزی و فیزیکی خاک و اقلیم گزارش شده اند.

زین الدینی و همکاران (۱۳۹۰) طی تحقیقی تناسب اراضی را برای محصولات گندم، یونجه، مرکبات در منطقه ارزوبیه، به صورت کیفی مورد ارزیابی قرار دادند. این مطالعه به روش پارامتریک و محدودیت ساده نشان داد تناسب اقلیمی منطقه برای گندم و یونجه کاملاً مناسب (S1) و برای مرکبات نامناسب موقتی (S3) می باشد. همچنین طبقه بندی تناسب کیفی گندم و یونجه از کاملاً مناسب تا نامناسب دائمی (S1 تا N2) و مرکبات از نامناسب موقت تا نامناسب دائمی (N1 تا N2) متغیر است. پارامترهای شوری و قلیائیت، اسیدیته و خصوصیات فیزیکی و سیل گیری برای کشت این محصولات محدودیت ایجاد می کنند. سیدمحمدی (۱۳۹۶) در مطالعه ای، تناسب بخشی از اراضی دشت مغان واقع در پارس آباد را برای محصولات چغندر قند، گندم، جو، یونجه، ذرت دانه ای، سویا و کلزا مورد بررسی قرار داد. میانگین مقادیر شاخص های اراضی به دست آمده در روش های پارامتریک برای محصولات مختلف در سطح کل منطقه، اولویت کشت را به ترتیب به محصولات جو، گندم، یونجه، ذرت، چغندر قند، کلزا و سویا اختصاص داده که با شرایط منطقه و عملکرد محصولات مطابقت داشته است. هدف از این مطالعه تعیین درجه تناسب اراضی منطقه چاه نارنج کرمان برای محصولات گندم، هندوانه و گوجه فرنگی و مشخص نمودن محدودیت های اراضی برای کشت این محصولات می باشد.

مواد و روش ها

دشت چاه نارنج در شهرستان فاریاب و جنوب شرق استان کرمان واقع شده است. وسعت اراضی بررسی شده معادل ۲۸۴۵۰ هکتار و ارتفاع متوسط حدود ۶۵۰ متر از سطح دریا می باشد. در منطقه چاه نارنج گیاهان مختلفی نظیر ذرت، گندم و جو و محصولات جالیزی و مرکبات کشت می شوند. این دشت قطب تولید هندوانه می باشد. آب های آبیاری منطقه توسط چاههای عمیق و نیمه عمیق استحصال می شود که دارای کیفیت متفاوتی می باشند (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۹). برای انجام این پژوهش ابتدا آمار و اطلاعات مورد نیاز و نقشه های خاک منطقه جمع آوری گردید، داده های آب و هوایی از اطلاعات بلند مدت ایستگاه هواشناسی سینوپتیک جیرفت استفاده گردید. با توجه به آمار هواشناسی و نقشه رژیم های رطوبتی و حرارتی، رژیم رطوبتی منطقه اریدیک (Aridic) و رژیم حرارتی آن هایپرترمیک (Hyperthermic) می باشد (بنایی، ۱۳۷۷). متوسط بارندگی سالانه منطقه حدود ۱۳۸ میلی متر، میانگین دما ۲۲/۸۸ درجه سانتی گراد و میانگین درصد رطوبت نسبی هوا در حدود ۶۷/۳۰ درصد می باشد. سپس از نقشه ها و گزارش مطالعات خاک شناسی منطقه بلوک- فاریاب، اطلاعات مورد نیاز خاک استخراج و برای بهینه و به هنگام سازی واحدهای نقشه های خاک و داده های موجود، از منطقه بازدید به عمل آمد. سپس از برخی واحدهای نقشه خاک که نتایج آن ها کامل نمی باشد نمونه های خاک تا عمق ۱۵۰ سانتی متری برداشت و بر روی آن ها آزمایش های فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی مورد نیاز انجام گرفت (USDA, 2014).

برای مطالعات تناسب اراضی در صورت نیاز میانگین وزنی با شاخص تصحیح عمق محاسبه گردید. برای تیپ های بهره وری گندم، هندوانه و گوجه فرنگی طبقه بندی تناسب کیفی و اقلیمی با استفاده از روش پارامتریک ریشه دوم انجام گرفت. نتایج ارزیابی تناسب اراضی اقلیمی و کیفی برای واحدهای خاک مختلف تحلیل گردید و مهمترین عوامل محدود کننده برای تیپ های بهره وری مورد مطالعه مشخص و روش های اصلاحی در راستای استفاده بهینه از منابع اراضی پیشنهاد گردید.

نتایج و بحث

با توجه به مطالعات انجام شده در این اراضی سه تیپ دشت های دامنه ای، آبرفت های بادبزی شکل سنگریزه دار و دشت سیلابی تفکیک شده است. همچنین در این محدوده ۸ خاک تفکیک شده است که شامل ۱۸ واحد نقشه خاک می باشد. خاکهای منطقه مورد مطالعه در سیستم رده بندی جامع خاک در رده Entisols، تحت رده های Fluvents و Orthents و گروه های بزرگ Typic Torrifluvents و Typic Torriorthents تفکیک شدند. طبقه بندی و هماهنگی خاکهای واقع در محدوده طرح براساس سیستم رده بندی آمریکایی و هماهنگی آن با سیستم رده بندی جهانی (WRB) در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- طبقه بندی و هماهنگی خاکهای اراضی دشت چاه نارنج فاریاب

شماره خاک	فیزیوگرافی	Soil Classification U.S.D.A Soil Taxonomy (2014) Family	WRB (2014)
1	Piedmont plains	Fine loamy, mixed, active, hyperthermic Typic Torrifluvents	Calcaric Fluvisols

Calcaric Regosols	Fine loamy, mixed, active, hyperthermic Typic Torrifuvents	Piedmont plains	2
Calcaric Fluvisols	Coarse loamy, mixed, superactive, hyperthermic Typic Torrifuvents	Piedmont plains	3
Calcaric Fluvisols	Coarse loamy, mixed, superactive, hyperthermic Typic Torrifuvents	Piedmont plains	4
Calcaric Fluvisols	Sandy skeletal, mixed, hyperthermic Typic Torrifuvents	Piedmont plains	5
Calcaric fluvisols	Sandy skeletal, mixed, hyperthermic Typic Torrifuvents	Gravelly alluvial Fans	6
Sodic solonchak	Fine loamy, mixed, superactive, hyperthermic Typic Haplosalids	Flood plains	7
Sodic solonchak	Fine loamy, mixed, active, hyperthermic Typic Haplosalids	Flood plains	8

نتایج طبقه‌بندی تناسب اراضی

کلاس‌های تناسب اراضی برای محصولات مورد مطالعه در واحدهای مختلف اراضی در جدول ۲ ارائه شده است. اقلیم منطقه برای کاشت گندم بر اساس روش‌های محدودیت ساده و پارامتریک به ترتیب در کلاس S1 و S2 طبقه‌بندی شده است که به ترتیب نمایانگر تناسب کاملاً مناسب و نسبتاً مناسب می‌باشند. تناسب نهایی جهت کشت گندم بر اساس روش محدودیت ساده از S2 تا N2 متغیر می‌باشد و بر مبنای روش پارامتریک سطح تناسب نیز از S3 تا N2 متغیر است. پارامترهای عمده محدود کننده شامل شوری و قلیائیت، خصوصیات فیزیکی خاک و فاکتور حاصلخیزی خاک می‌باشند. بر اساس روش پارامتریک حدود ۵۰ درصد از کل اراضی بررسی شده برای گندم در رده مناسب (۱۸ درصد کلاس S2 و ۳۲ درصد کلاس S3) و مابقی نیز نامناسب می‌باشند. محدودیت اصلی کشت گندم در اراضی بررسی شده شوری و قلیائیت است.

نتایج طبقه‌بندی تناسب اقلیمی بر اساس روش‌های پارامتریک و محدودیت ساده نشان داد اقلیم منطقه برای هندوانه در کلاس S1 با محدودیت جزئی تفکیک شده است. بررسی نتایج ارزیابی تناسب اراضی برای هندوانه به روش پارامتریک از S2 تا N2 با محدودیت‌های شوری و قلیائیت، خصوصیات فیزیکی خاک و ویژگی‌های حاصلخیزی وجود دارد. بخش اعظم اراضی، حدود ۵۷ درصد از اراضی مطالعه شده در رده مناسب به صورت کلاس S2 حدود ۳۲ درصد و کلاس S3 معادل ۲۵ درصد قرار دارند. کلاس تناسب به روش محدودیت ساده برای هندوانه S2 تا N2 با محدودیت شوری و قلیائیت، ویژگی‌های فیزیکی خاک و شرایط حاصلخیزی تفکیک شده است. این منطقه مرکز مهم تولید هندوانه می‌باشد ولی نامطلوب شدن کیفیت آب‌های آبیاری سبب شور شدن خاک‌ها شده است که اثرات سوء زیادی بر سطح زیر کشت و عملکرد هندوانه در برخی واحدهای خاک دارد. لذا برای استفاده از این مزیت اقلیمی برای کشت هندوانه توسعه کشت در اراضی مناسب و انجام عملیات اصلاحی و مدیریت مناسب ضروری است.

بررسی نتایج طبقه‌بندی تناسب اقلیمی گوجه فرنگی نشان می‌دهد اقلیم منطقه بر مبنای روش‌های پارامتریک و محدودیت ساده در کلاس S2 با محدودیت متوسط تفکیک شده است. کلاس‌های تناسب اراضی هندوانه به روش پارامتریک از S2 تا N2 با محدودیت‌های شوری و قلیائیت، ویژگی‌های حاصلخیزی و خصوصیات فیزیکی در اراضی بررسی شده مشاهده می‌شود و بر اساس روش محدودیت ساده نیز کلاس‌های S2 تا N2 تفکیک شده است. نکته قابل توجه در خصوص اراضی بررسی شده وسعت اراضی نامناسب (حدود ۶۰ درصد) می‌باشد که برای کشت گوجه فرنگی محدودیت جدی دارند. کلاس‌های مناسب عمدتاً S3 (حدود ۲۵ درصد) می‌باشد. با بررسی نتایج مشخص می‌شود عملکرد محصولات مختلف در واحدهای اراضی مطالعه شده از کم تا زیاد متغیر است ولی در اراضی مناسب فقط هندوانه در برخی واحدها دارای عملکرد نسبتاً بالای دارد.

جدول ۲- کلاس‌های تناسب اراضی در واحدهای مختلف برای محصولات مورد مطالعه

واحد اراضی	تناسب نهایی گندم		تناسب نهایی هندوانه		تناسب نهایی گوجه فرنگی	
	محدودیت ساده	ریشه دوم	محدودیت ساده	ریشه دوم	محدودیت ساده	ریشه دوم
1.1	N2n	N2n	N2n	N2n	N2n	N2n
1.2	N1n	N1n	N1n	N1n	N1n	N1n
1.3	S3n	S2n	S3n	S2n	S3n	S3n
1.4	S2n	S2cn	S2n	S2n	S2cn	S2cn
1.5	N1n	N1n	N1n	N1n	N1n	N1n
2.1	N1n	N1n	N1n	N1n	N1n	N1n
3.1	S2f	S2cf	S2f	S2f	S2cf	S2cf
3.2	N2f	S3f	S3f	S3f	N2f	S3f
3.3	N2f	S2CS	S2Sf	S2S	N1f	N2f
4.1	S3sf	S3sf	S2f	S3sf	N2f	S3sf
4.2	S3sf	S3sf	N1sf	S3sf	N2sf	S3sf
4.3	S3sf	S3sf	S3sf	S3sf	S3sf	S3sf
5.1	S3sf	S3s	N1s	S3s	N1s	S3sf
5.2	S3sf	S3sf	N1sf	S3sf	N2sf	S3sf
6.1	S3tsf	S3tsf	S3ts	S3tsf	S3tsf	S3tsf
7.1	S2n	S3n	S2n	S2n	S2n	S2n
7.2	N2n	N2n	N2n	N2n	N2n	N2n
8.1	N1n	N1n	N1n	N1n	N1n	N1n

نتیجه گیری

با توجه به خصوصیات خاک های بررسی شده و شرایط اقلیمی منطقه که امکان تولید نسبتاً زیاد برای گیاهان مختلف دارد لذا می‌توان با اعمال مدیریت صحیح و انتخاب محصول مناسب برای هر واحد اراضی و انجام عملیات اصلاحی عملکرد محصولات مختلف را افزایش داد. با توجه به مطالعات انجام شده موارد زیر پیشنهاد می‌شود.

- از نتایج طبقه‌بندی تناسب اراضی در انتخاب نوع کشت برای واحدهای مختلف استفاده شود.
- با توجه به میزان نسبتاً زیاد آهک در برخی واحدهای اراضی، مقدار آهک یک پارامتر محدود کننده محسوب می‌شود لذا تنظیم برنامه کوددهی و مدیریت تغذیه بسیار مهم و اساسی می‌باشد.
- محدودیت شوری جدی است لذا انجام آبشویی و استفاده از ارقام متحمل به شوری و مدیریت مناسب اراضی ضروری است.
- بهبود وضعیت فیزیکی خاک‌های منطقه با استفاده از کودهای آلی از منابع مختلف مد نظر قرار گیرد.

منابع

- اسفندیارپور، پ. (۱۳۹۹). گزارش نهایی پروژه "ارزیابی تناسب اراضی محصولات زراعی و باغی استان کرمان". موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران.
- بنائی، م.ح. (۱۳۷۷). نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران، مؤسسه تحقیقات خاک و آب ایران.
- پهلوان، م. (۱۳۹۸). گزارش نهایی پروژه "طرح ارزیابی تناسب اراضی محصولات زراعی و باغی استان سیستان و بلوچستان". موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران.
- زین‌الدینی، ع. (۱۳۹۰). گزارش نهایی طرح ارزیابی تناسب کیفی اراضی محصولات مهم زراعی منطقه تحت کشت دشت اروزیه استان کرمان. موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران.

- سیدمحمدی، ج. (۱۳۹۶). کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی و بهینه‌سازی آن‌ها با الگوریتم ژنتیک برای ارزیابی تناسب اراضی دشت مغان. رساله دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- وزارت جهاد کشاورزی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. (۱۳۹۹). آمارنامه کشاورزی، ۵۴۱ صفحه.
- Ebrahim, F. (2007). A land suitability evaluation for improved subsistence agriculture using GIS: the case study of Nkwezela, KwaZulu-Natal, south Africa. Submitted in fulfilment of the academic requirements for the degree of Master of Science in Applied Environmental Sciences. 100p.
- FAO. (1976). A Framework for Land Evaluation. FAO Soils Bulletin No. 32. Rome.
- Seyedmohammadi, J., Sarmadian, F., Jafarzadeh, A.A., McDowell, R.W. (2019). Integration of ANP and Fuzzy set techniques for land suitability assessment based on remote sensing and GIS for irrigated maize cultivation. Archives of Agronomy and Soil Science, 65(8),1063-1079.
- Soil Survey Staff. (2014). Keys to soil taxonomy. USDA. NRCS. 372pp.
- Sys C, Van ranst E. and Debaveye J. (1991). land evaluation part I, II , III , General administration for development cooperation Agriculture pub No.7. Brussels , Belgium.
- USDA. (2014). Kellogg Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 5. R. Burt and Soil Survey Staff (ed.). United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- WRB. (2015). World Reference Base for soil resources 2014, update 2015 international soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. In: World Soil Resources Reports. vol. 106 FAO, Rome.

Assessing the suitability of lands for wheat, watermelon and tomato in Chah Naranj area, Faryab city, Kerman province

*Ali Zeinadini¹, Javad Seyedmohammadi¹

¹Assistant professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

(^{*}Corresponding Author: Ali_zeinadin@yahoo.com)

Abstract

Chah Naranj region is one of the functions of Faryab city and is one of the important and potential agricultural areas of Kerman province. The purpose of this research is Qualitative land suitability evaluation according to the parametric, square root method for wheat, watermelon and tomato in 28450 hectares of land under cultivation in Chah Naranj area. The study area was selected for research by reviewing soil survey maps. For some selected soil units, soil samples were collected and the required physical, chemical and fertility analysis were done on them. Then, according to climatic data, soil and climatic requirements and phenological period of selected plants, evaluation based on qualitative land suitability was simple limitation method and parametric approach. Finally soil and climate Limitations were identified for each soil map unit. In these studies, the land utilization types of wheat, watermelon and tomato were evaluated. Studies have shown that the climate of the region is not limited to the cultivation of these plants and land suitability classes vary from S2 to N with limitations of salinity, alkalinity, physical characteristics and fertility. Due to the type and severity of limitation, it is possible to increase crop yields in order to increase productivity and sustainable agricultural development by selecting the appropriate crop, applying proper management, and land improvement.

Keywords: Land evaluation, parametric approach, Simple limitation method, South of Kerman

محاسبه ی پتانسیل تولید و ارزیابی کمی تناسب محصولات زراعی رایج در اراضی روستای

نشل شهرستان آمل در البرز مرکزی

عارف حسین پور^۱ و حسین ترابی گل سفیدی^۲

^۲- نویسنده ی مسئول: استادیار گروه علوم خاک دانشگاه شاهد htorabi@shahed.ac.ir

^۱- دانش آموخته ی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه شاهد

چکیده

هدف از انجام این تحقیق محاسبه پتانسیل تولید اقلیمی محصولات رایج و تعیین کلاس کمی تناسب، در اراضی روستای نشل شهرستان آمل است. نقشه ی سری های خاک با مطالعه ی ۳۵ خاکرخ و نقشه ی کلاس های تناسب کمی در محیط ArcGIS10.1 تهیه گردید. ابتدا اطلاعات مربوط به فنولوژی محصولات تهیه شد. پتانسیل تولید اقلیمی با استفاده از مدل فائو محاسبه گردید. جمع آوری اطلاعات مربوط به کلیه ی هزینه های متغیر، درآمدها و مقدار عملکرد هر یک از محصولات با استفاده از پرسشنامه انجام و براساس آنها تولید بحرانی محاسبه گردید. در برخی از محصولات، تفاوت زیادی بین تولید مشاهده شده و پتانسیل تولید مشاهده گردید که به دلیل وجود محدودیت های شدید خاکی و مدیریت ضعیف زارعین می باشد. نتایج ارزیابی کمی تناسب اراضی برای منطقه مورد مطالعه نشان داد که برای کشت آبی گندم، ۳۱، ۲۴ و ۴۵ درصد اراضی به ترتیب در کلاس های S2، S3 و N؛ برای جو، ۷، ۳۴، ۷ و ۵۲ درصد به ترتیب در کلاس های S1، S2، S3 و N؛ برای سیب زمینی، ۳۴، ۳۱، ۲۸ و ۷ درصد به ترتیب در کلاس های S1، S2، S3 و N؛ برای یونجه، ۷، ۳، ۶۹ و ۲۱ درصد به ترتیب در کلاس های S1، S2، S3 و N؛ و برای باقلا نیز ۷۲، ۱۰ و ۱۸ درصد به ترتیب در کلاس های S2، S3 و N قرار دارند.

واژگان کلیدی: باقلا، پتانسیل تولید، تولید بحرانی، جو، گندم

مقدمه

جلالیان و همکاران (۱۳۸۶) با ارزیابی کیفی و کمی دشت مهران در استان ایلام و با مقایسه کلاس های کیفی و کمی در مورد گندم، کنجد و ذرت گزارش نمودند کلاس های کمی در سطح برابر یا بالاتری نسبت به کلاس های کیفی قرار دارند که این نشان دهنده سطح بالای مدیریت این تیپ های بهره وری است. نتایج تناسب کمی نشان داد که سودآورترین تیپ بهره وری در منطقه، گندم بوده و تناوب گندم و کنجد در واحدهای تحت کشت این تیپ های بهره وری دارای سودآوری بیشتری از تناوب گندم و ذرت بود. آنها پتانسیل تولید گندم و ذرت دانه ای در دشت مهران را به ترتیب ۷۴۲۰ و ۹۲۲۰ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند. گیوی و حقیقی (۱۳۹۴) با استفاده از مدل فائو پتانسیل تولید کلزا را برای شمال شهرکرد ۷۶۰۳ کیلوگرم در هکتار محاسبه و گزارش کردند. رستمی نیا و همکاران (۱۳۸۹) در ارزیابی کمی تناسب اراضی دشت شیروان استان ایلام، پتانسیل تولید گندم، سیب زمینی و برنج را به ترتیب ۷/۶۵، ۲۰/۱ و ۵/۳۷ تن در هکتار گزارش کردند. زینالی و همکاران (۱۳۹۵) در ارزیابی تناسب کیفی و کمی تناسب اراضی دشت خوی، پتانسیل تولید گندم، جو، ذرت دانه ای و آفتابگردان را به ترتیب ۶/۷۸، ۵/۶۴، ۱۰/۸۷ و ۵/۳۸ تن در هکتار گزارش کردند.

(Embrechts *et al.*, 1998) شاخص اراضی به روش پارامتریک برای نخل روغنی در ۳۶ نخلستان در سوماترای شمالی را تعیین کردند. میزان تولید بحرانی و بهینه آنها به ترتیب ۱۰ و ۳۰ تن میوه تازه برآورد شد. در این مطالعه با ایجاد ارتباط رگرسیونی معنی دار بین شاخص اراضی و تولید واقعی محدوده کلاس های کمی اراضی به دست آمد.

هدف از این تحقیق محاسبه ی پتانسیل تولید محصولات گندم، جو، سیب زمینی، یونجه و باقلا و تعیین کلاس های کمی و اقتصادی تناسب در اراضی روستای نشل شهرستان آمل می باشد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی با مساحتی بالغ بر ۱۷۲ هکتار در روستای نشل، در بین بخش امامزاده عبدالله و لاریجان شهرستان آمل در استان مازندران واقع و این محدوده در جنوب روستای خرم، جنوب شرقی روستای گریوده و شمال شرقی روستای اندوار و در موقعیت $52^{\circ} 31'$ تا $52^{\circ} 30'$ طول شرقی و $36^{\circ} 01'$ تا $35^{\circ} 59'$ عرض شمالی قرار دارد. (شکل ۱). متوسط حداکثر درجه حرارت منطقه، $27/7$ درجه سلیسیوس و مربوط به ماه تیر و متوسط حداقل دما در این محدوده $11/9$ - درجه و مربوط به ماه بهمن می‌باشد. متوسط درجه حرارت سالیانه $9/32$ درجه است که نشان دهنده زمستان‌های سرد و طولانی و تابستان‌های کوتاه است. میزان بارندگی سالیانه 312 میلی‌متر است که بیشترین بارندگی مربوط به ماه‌های بهمن تا اردیبهشت و در زمستان غالباً به صورت برف می‌باشد. میزان میانگین رطوبت نسبی در منطقه، 65 درصد است. همچنین تعداد روزهای یخبندان حدود 105 روز در سال گزارش شده است. رژیم حرارتی و رطوبتی خاک براساس منحنی آمبروترمیک برنامه‌ی نیوهال به ترتیب مزیک (Mesic) و زریک (Xeric) می‌باشد.

گیاهان زراعی روستا، شامل سیب‌زمینی، گندم، جو، باقلا، عدس، یونجه می‌باشند. درختان غیر مثمر شامل تبریزی، صنوبر، بید و درختان باغی شامل سیب، گلابی، گیلان، زرد آلو، آلوچه، گلابی هستند. به طور کلی اراضی کشاورزی منطقه غالباً در دامنه کوه و حاشیه رودخانه قرار داشته و به صورت آبی کشت می‌شوند.

ارزیابی کمی تناسب اراضی - برای انجام ارزیابی کمی تناسب اراضی نیازمند محاسبه‌ی تولید پتانسیل، تولید بحرانی، تولید پیش بینی شده و کسب اطلاعات مربوط به عملکرد مشاهده شده (واقعی) از سطح مزارع هستیم.

در این مطالعه از مدل فائو برای محاسبه‌ی پتانسیل تولید استفاده شد و برای این کار از داده‌های ایستگاه هواشناسی بلده و کرسنگ (36 درجه و 11 دقیقه و 32 ثانیه عرض شمالی) استفاده گردید. در این مدل با استفاده از پتانسیل ژنتیکی محصول و ویژگی‌های گیاهی آن با استفاده از داده‌های اقلیمی مانند تابش خورشید و درجه حرارت، مقدار تولید زیست توده محصول برآورد شد. برای محاسبه تولید پتانسیل محصول از معادله زیر استفاده گردید (Sys et al., 1991):

$$Y = 0.36 \text{ bgm. KLAI. Hi} / ((1/L) + 0.25 \text{ Ct})$$

در این معادله:

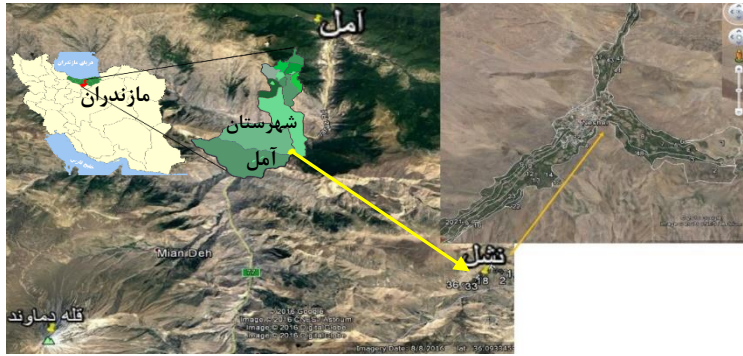
Y = میزان تولید پتانسیل برحسب کیلوگرم در هکتار ، bgm = میزان حداکثر نرخ تولید زیست توده ناخالص برحسب کیلوگرم در هکتار در ساعت، KLAI = ضریب شاخص سطح برگ، Hi = شاخص برداشت، L = طول فصل رشد، Ct = ضریب تنفس برای محاسبه‌ی تولید پیش بینی شده، تولید پتانسیل محاسبه شده برای هر یک از محصولات، در شاخص خاک (Soil Index)، ضرب گردید.

تولید بحرانی از نسبت کل هزینه‌های متغیر به قیمت واحد محصول محاسبه شد. در این راستا کلیه‌ی هزینه‌های متغیر اعم از نهاده‌های جنسی (بذر، کود، سموم، و غیره) و غیر جنسی (تعداد کارگر، هزینه‌های کاشت، برداشت محصول، حمل و نقل و غیره) از طریق پرسشنامه در واحدهای مختلف نقشه استخراج گردید.

تولید واقعی یا مشاهده شده، تولید واقعی میزان تولید متوسط چندین سال زارع بوده که تحت یک مدیریت و نهاده مشخص، بدون تاثیر عوامل غیر مترقبه‌ای نظیر آفات، سیل و غیره بدست می‌آید. این مقدار تولید معمولاً با آمار برداری و پرسشنامه از مزارع زارعین بدست آمد.

(Sys et al., 1991) برای تعریف حدود کلاس‌های کمی تناسب اراضی روش زیر را ارائه کردند:

- ۱- مرز بین کلاس‌های $S1$ و $S2$ برابر میزان تولید به اندازه 75 درصد میزان تولید بهینه (پتانسیل) است.
- ۲- مرز بین کلاس‌های $S2$ و $S3$ به اندازه 40 درصد تولید بحرانی بالاتر از مرز تولید بحرانی است.
- ۳- مرز بین کلاس‌های $S3$ و N به اندازه 10 درصد تولید بحرانی پایین‌تر از مرز تولید بحرانی است.



شکل ۱- محدوده محلی، استانی و کشوری منطقه مورد مطالعه

نتایج و بحث

مقدار پتانسیل تولید آب و هوایی برای گندم آبی در منطقه مورد مطالعه ۸۸۶۷ کیلوگرم در هکتار، مقدار هزینه‌های متغییر برای تولید، آماده‌سازی و فروش گندم آبی در یک هکتار از اراضی مورد مطالعه با در نظر گرفتن سود بانکی ۱۴/۸ درصد معادل ۳۹۱۹۰۵۲۵ ریال، مقدار تولید بحرانی که همه هزینه‌های متغییر را پوشش می‌دهد معادل ۲۷۹۹ کیلوگرم و میانگین تولید مشاهده شده در منطقه ۴۰۰۰ کیلوگرم می‌باشد. وجود فاصله کم بین تولید پتانسیل اقلیمی و عملکرد مشاهده شده در منطقه مورد مطالعه نشان دهنده محدودیت کم در آب و هوا و خاک می‌باشد. بیشترین مقدار عملکرد واقعی مربوط به واحد اراضی Pir.1 معادل ۶۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار عملکرد مشاهده شده در واحد اراضی Nar-2 و معادل ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار (جدول ۱) می‌باشد. شکل ۲ نقشه کلاس و تحت کلاس‌های کمی تناسب اراضی برای کشت آبی گندم را نشان می‌دهد.

مقدار پتانسیل تولید برای جو ۶۲۶۸ کیلوگرم در هکتار، مقدار هزینه‌های متغییر برای تولید، آماده‌سازی و فروش جو در یک هکتار با در نظر گرفتن سود بانکی ۱۴/۸ درصد معادل ۳۶۲۶۳۶۴۶ ریال، مقدار تولید بحرانی که همه هزینه‌های متغییر را پوشش می‌دهد معادل ۲۷۸۹ کیلوگرم و میانگین تولید مشاهده شده در منطقه ۳۶۰۰ کیلوگرم است که تقریباً معادل نیمی از تولید پتانسیل آب و هوایی منطقه مورد مطالعه است که محدودیت آب و هوایی، محدودیت‌های خاکی واحدهای اراضی منطقه مورد مطالعه و مدیریت ضعیف در مزرعه باعث بوجود آمدن این اختلاف شده است. بیشترین مقدار عملکرد واقعی مربوط به واحد اراضی Pir.1 و معادل ۶۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار عملکرد مشاهده شده در واحد اراضی Nar.2 و معادل ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (جدول ۱). شکل ۲ نقشه کلاس و تحت کلاس‌های کمی تناسب اراضی برای کشت آبی جو را نشان می‌دهد.

مقدار پتانسیل تولید باقلا ۱۴۲۶۸ کیلوگرم در هکتار، مقدار هزینه‌های متغییر برای تولید، آماده‌سازی و فروش باقلا در یک هکتار با در نظر گرفتن سود بانکی ۱۴/۸ درصد معادل ۳۶۲۶۳۶۴۶ ریال، مقدار تولید بحرانی ۶۸۴ کیلوگرم و میانگین تولید مشاهده شده در منطقه ۶۰۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. تفاوت متوسط بین تولید پتانسیل آب و هوایی و تولید مشاهده شده منطقه مورد مطالعه، مربوط به وجود برخی محدودیت آب و هوایی و محدودیت‌های خاکی می‌باشد. بیشترین مقدار عملکرد واقعی مربوط به واحدهای اراضی Pir-1 و Pir-6 و Kheram-1 که به ترتیب معادل ۸۰۰۰ و ۷۰۰۰ و ۷۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار عملکرد مشاهده شده در واحد های اراضی Nar-1 و Nar-2 که به ترتیب معادل ۴۰۰ و ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (جدول ۱). فرامرزی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای در منطقه دماوند، کلاس اقلیمی برای باقلا را S2 گزارش کردند. شکل ۲ نقشه کلاس و تحت کلاس‌های کمی تناسب اراضی برای کشت باقلا را نشان می‌دهد.

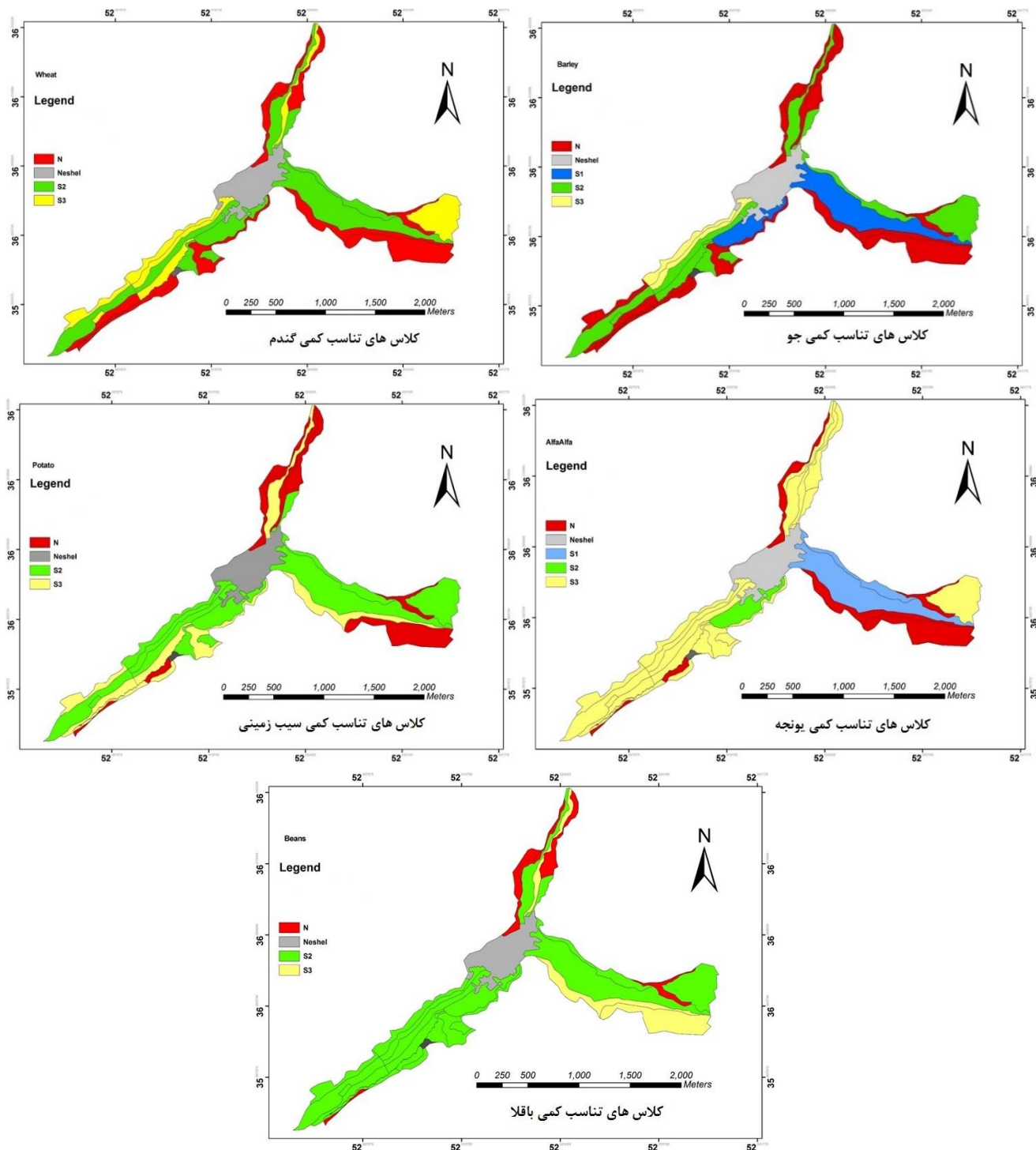
مقدار پتانسیل تولید یونجه در منطقه مورد مطالعه ۸۴۸۰ کیلوگرم در هکتار، مقدار هزینه‌های متغییر برای تولید، آماده‌سازی و فروش یونجه در یک هکتار از اراضی مورد مطالعه با در نظر گرفتن سود بانکی ۱۴/۸ درصد معادل ۴۷۵۳۸۶۸۰ ریال، مقدار تولید بحرانی که همه هزینه‌های متغییر را پوشش می‌دهد معادل ۴۳۲۱ کیلوگرم و میانگین تولید مشاهده شده در منطقه ۶۰۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. بیشترین مقدار عملکرد واقعی مربوط به واحدهای اراضی Pir-1 و Kheram-1 و معادل ۷۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار عملکرد مشاهده شده در واحد اراضی Nar-2 و معادل ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد

(جدول ۱). کلاس نهایی کمی برای همه واحدهای اراضی منطقه مورد مطالعه معادل S3 (تناسب کم) و S2 (تناسب متوسط) و N (نامناسب) است. شکل ۲ نقشه کلاس و تحت کلاس‌های کمی تناسب اراضی برای کشت یونجه را نشان می‌دهد. مقدار پتانسیل تولید آب و هوایی برای سیب زمینی ۲۸۰۸۶ کیلوگرم، مقدار هزینه‌های متغیر برای تولید، آماده سازی و فروش سیب زمینی در یک هکتار از اراضی مورد مطالعه با در نظر گرفتن سود بانکی ۱۴/۸ درصد، معادل ۹۸۷۳۹۱۳۰ ریال، مقدار تولید بحرانی که همه هزینه‌های متغیر را پوشش می‌دهد معادل ۶۵۸۳ کیلوگرم و میانگین تولید مشاهده شده در منطقه ۱۶۰۰۰ کیلوگرم می‌باشد. تفاوت نسبتاً زیاد بین تولید پتانسیل آب و هوایی و تولید مشاهده شده منطقه مورد مطالعه مربوط به محدودیت آب و هوایی و خاکی می‌باشد. بیشترین مقدار عملکرد واقعی مربوط به واحدهای اراضی Pir-1 و Kheram-1 که به ترتیب معادل ۲۰۰۰۰ و ۱۹۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار عملکرد مشاهده شده در واحد اراضی Nar-1 و معادل ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (جدول ۱). شکل ۲ نقشه کلاس و تحت کلاس‌های کمی تناسب اراضی برای کشت سیب زمینی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- نتایج نهایی ارزیابی کمی برای کشت آبی گندم، جو، سیب زمینی، باقلا و یونجه

محصول فاز سری	گندم		جو		سیب زمینی		باقلا		یونجه	
	عملکرد مشاهده شده*	کلاس کمی	عملکرد مشاهده شده*	کلاس کمی	عملکرد مشاهده شده*	کلاس کمی	عملکرد مشاهده شده*	کلاس کمی	عملکرد مشاهده شده*	کلاس کمی
	Berd.1	4000	S2	3200	S2	9500	S2	4500	S2	4000
Gat.1	2800	S3	2500	N	6500	S3	2500	S2	4000	S3
Gat.2	1300	N	1000	N	8000	S3	2500	S2	4000	S3
Gat.3	2000	N	2000	N	8500	S3	2500	S2	4500	S3
Geiv.2	4500	S2	4300	S2	9000	S3	5600	S2	5000	S3
Gris.1	1000	N	800	N	4000	N	800	S3	3000	N
Griv.1	3500	S3	3100	S2	17000	S2	5000	S2	6000	S3
Griv.4	4200	S2	4000	S2	14000	S2	5000	S2	5500	S3
Griv.3	2100	N	2000	N	8500	S3	2500	S2	4000	S3
Kani.1	4500	S2	4000	S2	15000	S2	5000	S2	5000	S3
Kani.2	3700	S3	3500	S2	9000	S3	4500	S2	4000	S3
Kani.3	2800	S3	2600	S3	12000	S2	3000	S2	3500	S3
Kani.5	1100	N	900	N	3000	N	1500	S2	2000	N
Kani.4	3000	S3	3000	S3	14000	S2	3000	S2	4000	S3
Kato.1	400	N	200	N	2000	N	300	N	800	N
Kheram.1	4500	S2	4300	S2	19500	S2	7000	S2	7500	S1
Lat.1	1000	N	1000	N	1200	N	630	N	4000	S3
Lat.2	600	N	450	N	800	N	570	N	3500	N
Nar.1	800	N	800	N	1800	N	400	N	4000	S3
Nar.2	500	N	400	N	1000	N	400	N	1000	N
Nar.3	1800	S3	1500	N	2000	N	600	S3	4500	S3
Pir.1	4800	S2	4800	S1	20000	S2	8000	S2	7500	S1
Pir.2	1200	N	1000	N	7000	S3	900	S3	3200	N
Pir.3	4600	S2	4500	S2	18000	S2	7500	S2	6000	S3
Pir.4	1200	N	1000	N	7000	S3	2500	S2	4000	S3
Pir.5	1500	N	1200	N	8000	S3	2000	S2	4000	S3
Pir.6	5200	S2	5000	S1	19000	S2	7000	S2	6100	S2
Sino.1	4100	S2	4000	S2	14000	S2	5500	S2	5500	S3
Sya.1	3600	S3	3500	S2	13000	S2	5000	S2	4000	S3

*عملکردها بر حسب کیلوگرم در هکتار است



شکل ۲- کلاس های کمی تناسب برای کشت آبی محصولات گندم، جو، سیب زمینی، یونجه و باقلا

نتیجه گیری

مقدار پتانسیل تولید آب و هوایی منطقه مورد مطالعه برای گندم، جو، یونجه، سیب زمینی و باقلا به ترتیب، ۸۸۶۷، ۶۲۶۹، ۸۴۸۱، ۲۸۰۸۶ و ۱۴۲۶۹ و مقدار تولید بحرانی برای محصولات بیان شده به ترتیب، ۲۷۹۹، ۲۷۸۹، ۴۳۲۱، ۶۵۸۳ و ۶۸۴ کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. تفاوت زیاد بین تولید مشاهده شده و پتانسیل تولید در برخی محصولات، به دلیل وجود محدودیت های شدید خاکی و مدیریت ضعیف زارعین در منطقه می باشد. به طور کلی نتایج ارزیابی کمی تناسب اراضی برای منطقه مورد مطالعه نشان داد که برای گندم آبی، ۳۱ درصد منطقه مورد مطالعه دارای کلاس S2، ۲۴ درصد کلاس S3، ۴۵

درصد کلاس N و برای جو آبی، ۷ درصد کلاس S1، ۳۴ درصد کلاس S2، ۷ درصد کلاس S3، ۵۲ درصد کلاس N و برای سیب زمینی، ۴۱ درصد اراضی کلاس S2، ۳۱ درصد اراضی کلاس S3، ۲۸ درصد کلاس N و یونجه دارای ۷ درصد کلاس S1، ۳ درصد کلاس S2، ۶۹ درصد کلاس S3، ۲۱ درصد کلاس N و برای باقلا نیز دارای ۷۲ درصد کلاس S2، ۱۰ درصد کلاس S3 و ۱۸ درصد کلاس N هستند.

منابع

- ۱- جلالیان ا.، رستمی نیا م.، ایوبی ش.، و امینی ا. م. (۱۳۸۶). ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب اراضی برای گندم، ذرت و کنجد در دشت مهران، استان ایلام، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۱(۴۲): ۳۹۳-۴۰۳.
- ۲- رستمی نیا، م.، محمودی ش.، ترابی گلسفیدی ح.، پذیرا، ا. و بابائی کفایی س. (۱۳۸۹). ارزیابی کیفی و کمی تناسب اراضی برای برنج، گندم و سیبزمینی در دشت شیروان، استان ایلام. مجله پژوهش در علوم زراعی، ۷(۲)، ۷۵-۸۹.
- ۳- زینالی، م.، جعفرزاده، ع.ا.، شهبازی، ف. و اوستان، ش. (۱۳۹۵). ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب اراضی برای گندم، جو، ذرت و آفتابگردان در بخشی از دشت خوی. نشریه دانش آب و خاک، ۲۶(۳و۲)، ۱۵-۲۹.
- ۴- فرامرزی س ا، دادگر م، شیرمحمدی ک. ۱۳۸۸. تهیه نقشه ارزیابی تناسب کیفی اراضی برای کشت گیاه دارویی لوبیا (*Phaseolus vulgaris L*) در منطقه دماوند. شناخت و کاربرد گیاهان دارویی، ۲(۱)، ۳۷-۴۲.
- ۵- گیوی، ج. و حقیقی ا. (۱۳۹۴). برآورد پتانسیل تولید و ارزیابی کمی تناسب اراضی شمال شهرکرد برای کشت آبی کلزا. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۹(۶)، ۱۶۶۱-۱۶۵۱.
- 6- Embrechts J, Zulkanian P, and Sys C. (1988). Physical land evaluation. Using a parametric method application to oil palm plantation in north-sumatra, Indonesia. Soil Surv. and Land Eval. 8: 111-122.
- 7- Sys, C., Van Ranst, E., and Debaveye, I.J. 1993a. Land evaluation. Part I: Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculations. General Administration for Development Cooperation, Agricultural publication-No. 7, Brussels-Belgium. 274 pp.
- 8- Sys, C., Van Ranst, E., Debaveye, Ir.J., and Beernaert, F. (1993). Land evaluation. Part III: Crop Requirements. General Administration for Development Cooperation, Agricultural Publication-No. 7, Brussels-Belgium. 199 pp.

Potential Yield and Quantitative Land Suitability Evaluation for Common Crops in Neshel Village of Amol Township in Central Elborz

Aref Hosseinpour-Nesheli¹ and Hossein Torabi-Golsefidi²

2. Corresponding Author: Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shahed University, htorabi@shahed.ac.ir
1. MSc. Graduated of Shahed University

Abstract

The aims of this study were calculation of potential yield and quantitative land suitability evaluation crops in Neshel Village that is located in Amol Township in central Elborz Mountain. The soil mapping was carried out by describing of 35 profiles. Potential yield was calculated by FAO model. The maps of quantitative land suitability classes were prepared by ArcGIS10.1 software. Data gathering was done by survey questionnaire for every crops, such as, total variable costs, gross margins (net farm income) and actual yields. There were high difference between potential and actual yields, due to soil limitations and low management. The results of quantitative land suitability showed that for irrigated wheat 31%, 24%, 45% of areas were in S2, S3, and N Classes, respectively. For irrigated barley 7%, 34%, 7%, and 52% of areas were S1, S2, S3, and N classes, respectively. For irrigated potatoes 34%, 31%, and 28% of areas were S2, S3, and N classes, respectively. For irrigated alfalfa 7%, 3%, 69%, and 21% of areas were S1, S2, S3, and N classes, respectively. For irrigated bean, 72%, 10%, and 18% of areas were S2, S3, and N classes, respectively.

Keywords: Barley, Bean, Marginal yield, Potential yield, Wheat,

اثر کربن فعال بر پایداری ساختمان خاک آلوده به لجن نفتی

رقیه کریم پور^۱، سهیلا ابراهیمی^{۲*}، الهام ملک زاده^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

۲- * استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان sohebrahimi@gmail.com

۳- استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

آلودگی نفتی یک بحران مهم زیست محیطی بخصوص در کشورهای نفت خیز می باشد. در این راستا، بررسی پایداری خاک های آلوده به نفت از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این پژوهش، اثر افزودن اصلاحگر کربن فعال، بر پایداری و میانگین قطر خاکدانه در خاک آلوده به لجن نفتی در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط گلدانی بررسی گردید. تیمارهای آزمایش شامل وزن ۱۰۰ گرم و اندازه ۰/۳ میلی متر (T1)، وزن ۱۰۰ گرم و اندازه ۱/۵ میلی متر (T2)، وزن ۱۰۰ گرم و اندازه ۴ میلی متر (T3)، وزن ۱۵۰ گرم و اندازه ۰/۳ میلی متر (T4)، وزن ۱۵۰ گرم و اندازه ۱/۵ میلی متر (T5)، وزن ۱۵۰ گرم و اندازه ۴ میلی متر (T6) و تیمار شاهد (C) بود. نتایج نشان داد درصد رس قابل پراکنش و میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه با افزایش مقدار مصرف و کاهش سایز کربن فعال، نسبت به تیمار شاهد کاهش پیدا کرد. کاهش میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه ها به دلیل کاهش خاصیت آبگریزی سطح خاکدانه ها در طی آزمایش الک تر بود. افزایش مصرف کربن فعال (بوئزه کربن پودری) در خاک آلوده به لجن نفتی به دلیل جذب سطحی هیدروکربن های نفتی و کاهش خاصیت آبگریزی شدید آن ها، باعث کاهش اثرات منفی آلودگی نفتی بر رطوبت پذیری خاک می گردد.

واژگان کلیدی: پایداری خاکدانه، قطر خاکدانه، کربن فعال، لجن نفتی، ماده مغذی.

مقدمه

آلودگی خاک و منابع آب های زیرزمینی توسط آلاینده های مختلف از جمله هیدروکربن ها و حلال های شیمیایی، اثرات منفی زیست محیطی متنوعی به دنبال دارد [۷]. خاک منبع عظیم و سرمایه گرانقدری است که بسیاری از مسائل حیاتی و نیازهای ضروری انسان و دیگر موجودات زنده به آن وابسته است. افزایش جمعیت و صنعتی شدن کشورها برای رفع نیازهای کنونی بشر حجم زیادی از آلاینده ها را به محیط وارد نموده است. از جمله آلاینده های خاک ترکیبات نفتی می باشند که می توان به نفت، گازوئیل، لجن های نفتی، حلال های کلردار، بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن، پلی هیدرو آروماتیک حلقوی و غیره اشاره نمود [۱۲]. آلودگی خاک ناشی از فرآورده های نفتی بسیار نگران کننده است، زیرا وقتی در معرض محیط قرار می گیرند، ساختار خاک را از بین می برند و منجر به خطرات جدی برای سلامتی می شوند [۸]. همچنین فرآورده های نفتی از آلاینده هایی مانند فلزات سنگین و هیدروکربن های آروماتیک حلقوی تشکیل شده است که مانع نفوذ هوا در خاک می شود [۱۳]. آلاینده های هیدروکربنی تحت تأثیر نیروی موینگی و ثقلی در خاک حرکت کرده و منافذ خاک را پر می کنند، به طوری که در واقع با مسدود کردن مجاری خاک مسیرهای عبور آب را می بندند. این آلاینده ها با جذب بر روی سطوح ذرات، سبب ایجاد خاصیت آبگریزی در خاک می شوند. این امر بسیاری از ویژگی های فیزیکی خاک از جمله نگهداشت آب و نفوذ آب در خاک را تحت تأثیر قرار می دهد [۲]. این آلودگی ها بر ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک که تعیین کننده کیفیت خاک می باشد، تأثیر می گذارند [۱]. مواد آلی یکی از فاکتورهای مهم در

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

پایداری خاکدانه‌ها و ساختمان خاک می‌باشد [۱۱]. با افزایش کربن آلی خاک میزان رس قابل پراکنش خاک کاهش می‌یابد [۶]. کربن فعال به عنوان ماده جاذب در خاک عمل کرده و آلاینده‌ها به آن جذب می‌شود. در حقیقت عوارض جانبی ناشی از آلاینده‌های آلی فرار و غیر فرار را حتی در غلظت‌های بالا از بین ببرد [۱۴]. علاوه بر این [۱۵] نشان داد که ترکیبات مختلف کربنی به طور قابل توجهی ظرفیت نگهداری آب خاک را بهبود می‌بخشند. به دلیل اثر آلودگی بر ساختمان خاک و به دنبال آن تغییر وضعیت هیدرولیکی خاک، گیاهان دچار تنش رطوبتی می‌شوند و به مرور زمان پوشش گیاهی تخریب می‌شود. بنابراین این پژوهش به منظور بررسی اثر کاربرد کربن فعال در کاهش اثرات آلودگی لجن نفتی بر پایداری ساختمان خاک در شرایط گلدانی انجام شد.

مواد و روش‌ها

خاک غیرآلوده از منطقه شصت کلاه گرگان از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد. لجن نفتی مورد نیاز از شرکت ملی پخش فراورده‌های نفتی شهر گرگان تهیه شد. به منظور کاهش رطوبت لجن نفتی، پس از هواخشک شدن و کوبیدن، از الک دو میلی‌متری عبور داده شده و تا زمان اختلاط با خاک، در پلاستیک تیره نگهداری شد. خاک و لجن نفتی با نسبت وزنی ۷۰ به ۳۰ مخلوط شدند و در گلدان‌های ۲ کیلوگرمی برای سهولت هوادهی ریخته شدند. گلدان‌ها به مدت ۳۰ روز در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۵۰ درصد ظرفیت زراعی در گلخانه انکوبه شدند. برای اختلاط بهتر خاک و لجن، خاک گلدان‌ها در هفته دو بار زیر و رو شدند [۵]. سپس خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، لجن و خاک آلوده به لجن اندازه‌گیری شد (جدول ۱). پس از دوره انکوباسیون آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل کربن فعال ۱۰۰ گرم و اندازه ۰/۳ میلی‌متر (T1)، وزن ۱۰۰ گرم و اندازه ۱/۵ میلی‌متر (T2)، وزن ۱۰۰ گرم و اندازه ۴ میلی‌متر (T3)، وزن ۱۵۰ گرم و اندازه ۰/۳ میلی‌متر (T4)، وزن ۱۵۰ گرم و اندازه ۱/۵ میلی‌متر (T5)، وزن ۱۵۰ گرم و اندازه ۴ میلی‌متر (T6) و تیمار شاهد ((C)) بود. به خاک همه تیمارها NPK به عنوان ماده مغذی با حفظ نسبت ۱:۲:۱۰:۱۰۰ از C:N:P:K اضافه شد. کربن فعال از شرکت وزین اصفهان خریداری شد. گلدان‌ها بعد از اعمال تیمارها در گلخانه در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۵۰ درصد ظرفیت زراعی نگهداری شدند.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، لجن و خاک آلوده

پارامتر	علامت	واحد	خاک غیرآلوده	لجن نفتی	خاک آلوده	روش آزمایش
هدایت الکتریکی	EC	دسی‌زیمنس بر متر	۳/۷۰	۹/۱۶	۹/۳۹	نسبت ۱:۲/۵
اسیدیته	PH	نسبت ۱:۲/۵	۰/۶۹	۶/۴۲	۶/۵۱	نسبت ۱:۲/۵
کربن آلی	OC	درصد	۱/۰۸	۳۹	۵۳/۰۴	والکلی بلک
پتاسیم	K	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۱۴۰/۵۳	۹۰/۳۴	۱۰۰/۳۸	استات آمونیوم
نیتروژن کل	TN	درصد	۰/۴۴	۰/۷۷	۰/۸۴	کجدال
فسفر	P	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۳۳/۱۷	۲۷/۱۶	۳۹/۵۷	اولسن
آهک	CaCO ₃	درصد	۱۴/۷۵	۱	۱۴/۵	تیتراسیون
رطوبت مزرعه	FC	درصد	۳۳/۶۱	-	۳۳/۶۱	-
بافت	Tex	-	سیلتی لومی	-	-	هیدرومتری
رس	Clay	درصد	۲۰/۵	-	-	-
سیلت	Silt	درصد	۴۶	-	-	-
شن	Sand	درصد	۳۳/۵	-	-	-

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

اندازه‌گیری پایداری ساختمان خاک

آزمون پایداری ساختمان خاک به روش الک تر انجام شد. بدین منظور سری الک ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵ میلی‌متر استفاده شد. ۵۰ گرم از خاک (بدون کوبیدن) غربال شده از الک ۴ میلی‌متر روی بزرگترین الک قرار گرفت. الک‌ها با جابه‌جایی ۱ سانتیمتر و ۴۵ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه در آب بالا و پایین برده شد. سپس خاکدانه‌های باقی‌مانده روی هر الک شسته شد و پس از آن خشک کردن توزین شد. همچنین تصحیح مربوط به میزان شن با استفاده از رابطه (۱) انجام شد. سپس از رابطه (۲) میانگین وزنی قطر^۱ خاکدانه‌های پایدار در آب محاسبه شد [۴].

$$w_i = \frac{w_{i(a+s)} - w_{i(s)}}{w_T - \sum_{i=0}^n w_{i(s)}} \quad (1)$$

$$MWD = \sum_{i=1}^n w_i \bar{x}_i \quad (2)$$

که در آن، $w_{i(a+s)}$ جرم خاکدانه‌ها همراه با شن و سنگ‌ریزه در دامنه مورد نظر، $w_{i(s)}$ جرم شن و سنگ‌ریزه در دامنه اندازه مورد نظر، w_i جرم کل خاک خشک و w_i نسبت وزنی خاکدانه‌ها در دامنه مورد نظر است و در معادله ۲، \bar{x}_i میانگین حسابی قطر خاکدانه‌ها در هر دامنه است. همچنین میانگین هندسی قطر^۲ (GMD) خاکدانه‌های پایدار در آب نیز با معادله زیر محاسبه شد [۹]. در این رابطه w_i و \bar{x}_i همان فاکتورهای رابطه دو می‌باشند.

$$GMD = \exp \left[\sum_{i=1}^n w_i \log \bar{x}_i \right] \quad (3)$$

رس قابل پراکنش^۳ (MDC)

رس قابل پراکنش مکانیکی نیز به عنوان شاخصی از ناپایداری ساختمان ریز خاک به روش [۱۱] اندازه‌گیری شد. بدین منظور با ۵۰ گرم خاک رده‌شده از الک ۲ میلی‌متر و ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر، سوسپانسیون ۱ به ۱۰ آب و خاک تهیه شد و به مدت ۱ ساعت به صورت رفت و برگشتی با دور ۶۵ دور در دقیقه تکان داده شد و سپس به استوانه‌های ۱ لیتری منتقل شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت نمونه‌ها توسط همزن دستی بهم زده شدند و دمای سوسپانسیون‌ها توسط دماسنج ثبت شد. پس از گذشت ۳ ساعت و ۵۰ دقیقه (براساس قانون استوکز) نمونه برداری با پیپت ۲۵ میلی‌لیتر از عمق ۵ سانتی‌متری سوسپانسیون انجام شد و پس از آن خشک شدن توزین شد و MDC بر اساس میزان رس کل خاک محاسبه شد.

تجزیه آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین آن‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

اثر کربن فعال بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD)

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که سطوح کربن فعال بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) در سطح یک درصد در خاک آلوده لجن نفتی معنی‌دار شده است. بیشترین میانگین وزنی قطر

¹ Mean Weight Diameter

² Geometric Mean Diameter

³ Mechanically dispersible clay

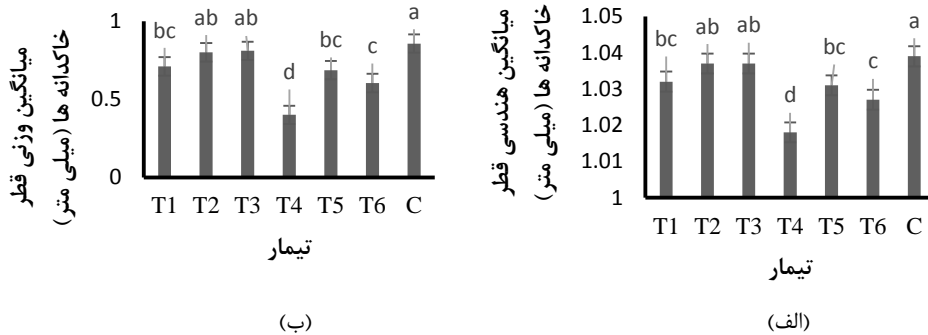
هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

خاکدانه در تیمار شاهد بود که با تیمارهای T2 و T3 تفاوت معنی‌دار آماری نداشت. کمترین میانگین وزنی قطر خاکدانه در تیمار T4 بود که کاهش ۵۳ درصدی نسبت به تیمار شاهد داشت. بنظر می‌رسد با افزایش مقدار کربن فعال، میانگین وزنی قطر خاکدانه کاهش یافته است، همچنین این کاهش در تیمارهای با اندازه کربن کوچکتر بیشتر می‌باشد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر کربن فعال بر برخی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در خاک آلوده لجن نفتی

میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین وزنی قطر خاکدانه (میلی‌متر)	میانگین هندسی قطر خاکدانه (میلی‌متر)	رس قابل پراکنش (درصد)
تیمار	۶	۰/۰۷۳**	۰/۰۰۰***	۰/۰۹۳**
خطا	۱۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳
کل	۲۰	-	-	-

ns، *، **، ***، به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵، ۱ و ۰/۱ درصد



شکل ۱- الف: اثر کربن فعال بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها ب: اثر سطوح کربن فعال بر میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها

اثر کربن فعال بر میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (GMD)

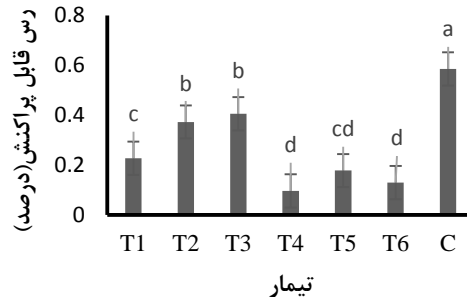
اثر کربن فعال بر GMD بر اساس جدول تجزیه واریانس در سطح یک دهم درصد معنی‌دار شد. بیشترین میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها مربوط به تیمار شاهد با میانگین (۱/۰۳۹) بود که با تیمارهای T2 و T3 اختلاف معنی‌دار آماری نداشت. کمترین میانگین هندسی قطر خاکدانه در تیمار T4 بود که کاهش ۲ درصدی نسبت به تیمار شاهد داشت. در اینجا نیز همانند میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، با افزایش مقدار کربن فعال، میانگین هندسی قطر خاکدانه کاهش یافته است و این کاهش در تیمارهای با اندازه کربن کوچکتر بیشتر می‌باشد. با توجه به خصوصیات جذبی قوی حاصل از سطح ویژه زیاد و ساختار متخلخل ریز و درجه واکنش پذیری زیاد ناشی از کاربرد مقدار بیشتر کربن فعال در تیمارهای T4، T5 و T6 در مقایسه با سایر تیمارها و شاهد، هیدروکربن‌های نفتی بیشتری توسط کربن جذب می‌شوند و احتمالاً به دلیل کاهش غلظت هیدروکربن‌های نفتی، خاصیت آبگریزی هیدروکربن‌های نفتی در سطح خاکدانه‌ها کاهش خواهد یافت. بنابراین در آزمایش الک تر، با افزایش خاصیت آبگریزی شدید در سطح خاکدانه‌ها چون ذرات خاک به الک‌های پایین منتقل نمی‌شوند، میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه‌ها افزایش پیدا می‌کند [۱۰].

اثر کربن فعال بر رس قابل پراکنش (MDC)

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد اثر کربن فعال بر رس قابل پراکنش مکانیکی MDC در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. نتایج مقایسه میانگین (شکل ۲) نشان می‌دهد بیشترین MDC در تیمار T4 و کمترین مقدار در تیمار شاهد مشاهده شد. بنابراین، با افزایش مقدار کربن و کاهش سایز آن، درصد رس قابل

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

پراکنش افزایش پیدا می‌کند. بنظر می‌رسد، با افزایش مصرف کربن فعال پودری (۰/۳ میلی‌متر) به‌عنوان ترکیب آلی واکنش‌پذیر، تشکیل کمپلکس آلی-معدنی با بخش رس خاک افزایش پیدا کرده است، از این رو در تیمارهای T4، T5 و T6 در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها با مصرف کربن کمتر، درصد رس قابل پراکنش در برابر نیروهای مکانیکی و آب کاهش پیدا می‌کند [۶۰۳].



شکل ۲- اثر سطوح کربن فعال بر رس قابل پراکنش

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که آلودگی خاک به هیدروکربن‌های نفتی سبب افزایش خاصیت آب‌گریزی در سطح خاکدانه‌ها می‌شود و این امر گرچه ممکن است پیامد مثبتی از جمله افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها را در پی داشته باشد، ولی رطوبت‌پذیری خاک را کاهش می‌دهد. به این ترتیب در صورتی که خاک‌های آلوده به نفت با روش‌های مناسب پالایش نشوند، به مرور شرایط نامساعد برای حفظ پوشش گیاهی ایجاد شده و به مرور زمان تخریب پوشش گیاهی را به همراه خواهد داشت. کاربرد کربن فعال به دلیل جذب سطحی هیدروکربن‌های نفتی علاوه بر کاهش اثر سمیت آن‌ها باعث کاهش خاصیت آب‌گریزی شدید در خاک آلوده شده و اثرات منفی آن‌ها بر نگهداشت آب در خاک را کاهش می‌دهد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش برگرفته از طرح داخلی پژوهشی با شماره شناسه ۹۹-۴۳۰-۶۹ دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان است.

منابع

۱. علیزاده، ا. (۱۳۸۳). فیزیک خاک. چاپ دوم. فصل پنجم. انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد. ۲۵۴ ص
۲. محمدی، س. همایی، م. صادقی، ح. (۱۳۹۴). تولید رواناب در خاک‌های آلوده به نفت سفید و گازوییل. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۶، شماره ۱، صفحات ۱۲۱-۱۳۱.
3. Brakorenko, N. N., & Korotchenko, T. V. (2016, March). Impact of petroleum products on soil composition and physical-chemical properties. In IOP conference series: earth and environmental science (Vol. 33, No. 1, p. 012028). IOP Publishing.
4. Briedis, C., de Moraes Sá, J. C., Caires, E. F., de Fátima Navarro, J., Inagaki, T. M., Boer, A., ... & Dos Santos, J. B. (2012). Soil organic matter pools and carbon-protection mechanisms in aggregate classes influenced by surface liming in a no-till system. *Geoderma*, 170, 80-88.
5. Chorom, M., Sharifi, H. S., & Motamedi, H. (2010). Bioremediation of a crude oil-polluted soil by application of fertilizers.
6. Dexter, A. R., Richard, G., Arrouays, D., Czyż, E. A., Jolivet, C., & Duval, O. (2008). Complexed organic matter controls soil physical properties. *Geoderma*, 144(3-4), 620-627.

- Ebrahimi, S., Shayegan, J., Malakouti, M., & Akbari, A. (2011). Environmental evaluation and assessment of some important factors of oil contamination in soil around sarkhoun gas refinery of Bandar Abbas. *Journal of Environmental studies*, 37(57), 9-26.
- Kathi, S., & Khan, A. B. (2011). Phytoremediation approaches to PAH contaminated soil. *Indian Journal of Science and Technology*, 4(1), 56-63.
- Marquez, C. O., Garcia, V. J., Cambardella, C. A., Schultz, R. C., & Isenhardt, T. M. (2004). Aggregate-size stability distribution and soil stability. *Soil Science Society of America Journal*, 68(3), 725.
- Mohammadi, N., & Khademalrasoul, A. (2021). Assessment of Zeoplant and biochar of sugarcane residual on mean weight diameter and Atterberg limits of soil contaminated with total petroleum hydrocarbon. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 52(2), 395-407.
- Rengasamy, P., Greene, R. S. B., Ford, G. W., & Mehanni, A. H. (1984). Identification of dispersive behaviour and the management of red-brown earths. *Soil Research*, 22(4), 413-431.
- Sanscartier, D. (2010). Field, laboratory and life-cycle studies on the bioremediation of hydrocarbon-contaminated soils in cold and remote locations: Holistic approaches to the management of these soils in Northern Canada (Doctoral dissertation, Royal Military College of Canada).
- Sutton, N. B., Maphosa, F., Morillo, J. A., Abu Al-Soud, W., Langenhoff, A. A., Grotenhuis, T., ... & Smidt, H. (2013). Impact of long-term diesel contamination on soil microbial community structure. *Applied and environmental microbiology*, 79(2), 619-630.
- Tazangi, M. H., Ebrahimi, S., Nasrabadi, R. G., & Naeeni, S. A. M. (2020). Kinetic Monitoring of Bioremediators for Biodegradation of Gasoil-Polluted Soil. *Water, Air, & Soil Pollution*, 231(8), 1-13.
- Wei, Y., Wang, Y., Han, J., Cai, M., Zhu, K., & Wang, Q. (2019). Analysis of water retention characteristics of oil-polluted earthy materials with different textures based on van Genuchten model. *Journal of Soils and Sediments*, 19(1), 373-380.

Effect of activated carbon on the soil structure stability in soil contaminated by oil sludge

Roghayeh karimpoor¹, Soheila Ebrahimi^{2*}, Elham malek zadeh³

¹ M.Sc. graduated student, Department of Soil Sciences, Faculty of Soil and Water Engineering, Gorgan, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

^{2*} Assistant Professor, Department of Soil Sciences, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, sohebrahimi@gmail.com

³ Assistant Professor, Department of Soil Sciences, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran,

Abstract:

Oil pollution is one of the most important environmental crises in the oil-rich countries. Therefore, it is particularly important to study the stability of oil-contaminated soils. The effect of additive activated carbon as a modifier on the stability and mean diameter of aggregates in oil sludge-contaminated soil was investigated in a completely randomized design with three replication in a pot experiment. Experimental treatments were including: activated carbon in weight of 100 g and size of 0.3 mm (T1), weight of 100 g and size of 1.5 mm (T2), weight of 100 g and size of 4 mm (T3), weight of 150 g and size of 0.3 mm (T4), weight of 150 g and size of 1.5 mm (T5), weight of 150 g and size of 4 mm (T6) and control (C). The results showed that the percentage of dispersible clay and the mean weight and geometric mean diameter of aggregates (MWD and GMD) decreased by increasing the amount and decreasing the size of activated carbon, compared to the control treatments. The decrease in MWD and GMD of aggregates was due to reduce in hydrophobicity characteristics of aggregates surface during the wetting sieve experiment. Increasing the consumption of activated carbon (especially powdered carbon) in contaminated soil by oil sludge due to the adsorption of petroleum hydrocarbons and reducing their extreme hydrophobicity, reduces the negative effects of oil pollution on soil moisture.

Keywords: Aggregate stability, Aggregate diameter, Activated carbon, Oil-sludge, Nutrient.

بررسی تغییرات شاخص تناسب سرزمین در واحدهای مدیریتی باغهای زیتون شهرستان بم

رضا مهاجر^{۱*}، سمیه صدر^۲

۱. استاد یار و عضو هیات علمی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲. استاد یار و عضو هیات علمی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

(پست الکترونیکی نویسنده مسئول: reza.mohajer@pnu.ac.ir)

چکیده

شاخص تناسب سرزمین به طور ضمنی بیانگر توان تولید سرزمین می باشد. این شاخص در رویکرد پارامتریک تناسب سرزمین بر اساس دو روش استوری و ریشه دوم تعیین می گردد. در مطالعه حاضر، تغییرات این شاخص در باغهای زیتون شهرستان بم استان کرمان بررسی شده است. در این منطقه، چهار باغ انتخاب گردید و هر باغ به دو بخش خوب و بد از نظر کارشناسان تقسیم شد و در هر بخش دو خاکرخت حفرو، تشریح و نمونه برداری شد و خصوصیات مورد نیاز خاک اندازه گیری گردید. برای نیازهای اقلیمی و خاکی زیتون از جداول سایز استفاده شد. نتایج نشان داد هرچند این منطقه از نظر اقلیمی دارای تناسب متوسط (کلاس S2) است اما به دلیل محدودیت شوری و بافت و سنگریزه در کلاس های تناسب N1 و N2 قرار می گیرد. رابطه کلاس های بدست آمده با شاخص اصلاح نشده تناسب سرزمین برای دو روش عددی استوری و ریشه دوم معنی دار و دارای $R^2 = 0/94$ بود. این رابطه براساس شاخص اصلاح شده تناسب سرزمین با توابع سایز، هرچند معنی دار بود اما مقدار شاخص تبیین به $R^2 = 0/92$ کاهش یافت، لیکن براساس شاخص اصلاح شده تناسب سرزمین با توابع پیشنهادی باقری، معنی دار بود و مقدار شاخص تبیین تا $R^2 = 0/99$ افزایش نشان داد.

واژگان کلیدی: ارزیابی تناسب اراضی، روش پارامتریک ریشه دوم، روش استوری

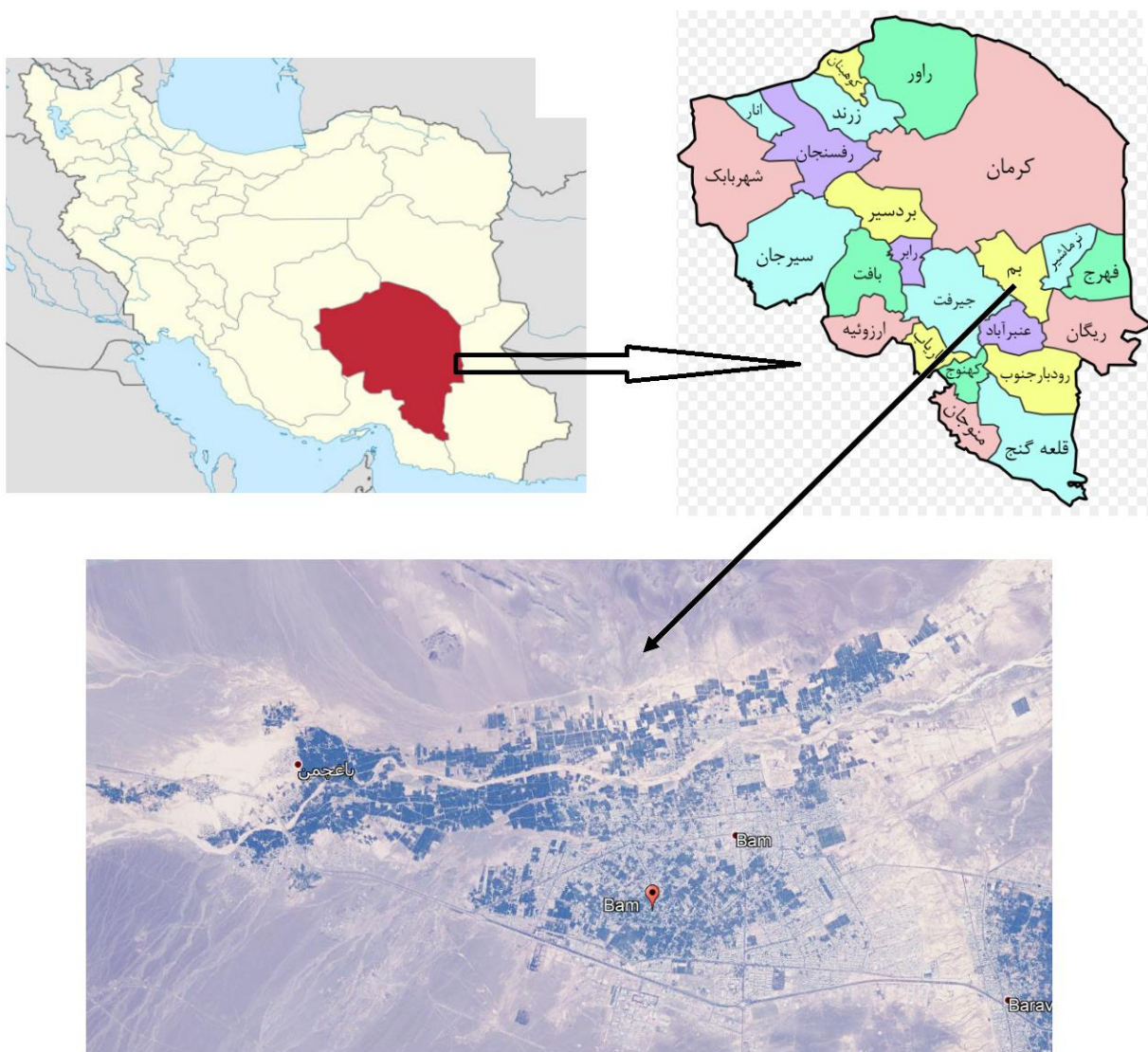
مقدمه

با توجه به محدودیت منابع خاک و آب، باید برای استفاده ی بهینه و پایداری از سرزمین، برنامه ریزی بهینه داشت تا ضمن حداکثر بهره وری، امکان استفاده از سرزمین برای آیندگان نیز فراهم گردد. نخستین گام در برنامه ریزی استفاده بهینه از زمین، ارزیابی سرزمین است. در ارزیابی تناسب سرزمین متناسب با شرایط اقلیمی و خاکی هر منطقه نوع کشت و یا محصول مشخص می شود. از بین روش های گوناگون برای تناسب سرزمین روش سایز در مطالعات بسیاری مورد استفاده قرار گرفته است (سیدجلالی و همکاران ۱۳۹۳، ثروتی و همکاران ۱۳۹۵ و مروج و همکاران ۱۳۹۷) که این موضوع نشان دهنده کارایی قابل قبول این روش می باشد. زیتون یکی از محصولات اصلی تامین کننده روغن است که در بسیاری از کشورها کشت می شود. ایران با حدود ۱۱۰۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت و با تولید حدود ۱۰۲ هزار تن میوه در مرتبه شانزدهم بین کشورهای تولید کننده زیتون قرار دارد (Hosseini and Torkzaban, 2013). مقاوم بودن زیتون به بسیاری از شرایط اقلیمی و خاکی سبب شده است که بدون در نظر گرفتن تناسب سرزمین، اقدام به کشت زیتون در بسیاری از مناطق ایران شود. پژوهش لالینی و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که منطقه بم برای کشت زیتون نامناسب بوده و دارای کلاس N2 می باشد. با این حال کشت زیتون در این منطقه در سطح قابل توجهی وجود دارد. با توجه به تغییرپذیری ویژگی های خاک در واحدهای نقشه خاک به نظر می رسد در سطح مدیریتی برای باغ ها نیز باید به این تغییرات توجه گردد تا بتوان مدیریت بهتری برای باغ برنامه ریزی نمود. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تغییرات کلاس تناسب سرزمین در سطح مدیریتی باغ و محصول زیتون می باشد.

مواد و روش ها

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

محدوده مورد مطالعه، شهر بام واقع در محدوده جغرافیای ۵۷ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی و ۲۸ درجه و ۰۵ دقیقه تا ۲۹ درجه عرض شمالی است (شکل ۱). طبق آمار اقلیمی ایستگاه سینوپتیک بام، متوسط دما و بارندگی سالانه این شهر به ترتیب حدود ۲۳ درجه سانتی‌گراد و ۶۲ میلی‌متر می‌باشد. رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک در این منطقه به ترتیب زیرک و هایپرترمیک می‌باشند. در این پژوهش چها باغ در مناطق مختلف انتخاب گردید و هر باغ بر اساس نظر کارشناسان به دو بخش خوب و بد تقسیم شد و در هر بخش دو خاک‌رخ حفر و تشریح گردید. از همه لایه‌های خاک نمونه‌برداری شد و آزمایش‌های لازم روی نمونه‌های خاک با روش‌های استاندارد انجام گرفت.



شکل ۱- منطقه مطالعاتی در کشور و استان

ارزیابی تناسب اراضی

در این پژوهش روش پارامتریک ارایه شده توسط سایز و همکاران (۱۹۹۱) بکار گرفته شد. نیازهای اقلیمی، خاک و پستی و بلندی تیپ بهره‌وری از سرزمین با استفاده از جداول نیازهای گیاهان که توسط سایز و همکاران (۱۹۹۱) ارائه شده، مقایسه گردید و با ویژگی‌های اراضی مطابقت داده شد. سپس با رویکرد پارامتریک برای هر ویژگی سرزمین و براساس شدت محدودیت‌ها،

هدفهین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

عددی بین ۰ تا ۱۰۰ به ویژگی های مورد نظر داده شد. در پایان از دو معادله استوری و ریشه دوم برای محاسبه شاخص اراضی استفاده گردید که به ترتیب در معادله های (۱) و (۲) ارائه شده اند.

$$LI = A \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots \quad (۱) \text{ روش استوری}$$

$$LI = Rmin \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots} \quad (۲) \text{ روش ریشه دوم}$$

که در آن: LI = شاخص سرزمین؛ $Rmin$ = کمترین درجه بین ویژگی های مختلف و A, B, C, \dots = درجه های دیگر ویژگی ها شاخص بالا در واقع شاخص اصلاح نشده است. سایز و همکاران (۱۹۹۱) توابعی را برای اصلاح شاخص تناسب به دست آمده ارائه دادند (جدول ۱). همچنین برای کلاس های $N1$ و $N2$ توسط باقری (۱۳۹۹) توابع جدیدی پیشنهاد شده است. در این پژوهش هم از روابط سایز و همکاران (۱۹۹۱) و هم روابط پیشنهادی باقری (۱۳۹۹) برای اصلاح شاخص تناسب سرزمین استفاده شد. همه محاسبات مورد نیاز با استفاده از نرم افزار اکسل انجام شدند.

جدول ۱- رابطه های اصلاح شاخص سرزمین و ویژگی های مربوطه برای هر کلاس

رابطه	Rmin		دامنه شاخص سرزمین	کلاس	روش
	بیشینه	کمینه			
$75 + (SLI-43) \times 0.439$	100	85	[75,100]	S1	استوری
$50 + (SLI-10) \times 0.333$	85	60	[50,75]	S2	
$25 + (SLI-1) \times 0.424$	60	40	[25,50]	S3	
$SLI \times 0.625$	40	25	[12.5,25]	N1	
SLI	25	0	[0,12.5]	N2	
$75 + (SQLI-60) \times 0.625$	100	85	[75,100]	S1	خیدیر
$50 + (SQLI-24) \times 0.410$	85	60	[50,75]	S2	
$25 + (SQLI-5) \times 0.445$	60	40	[25,50]	S3	
$SQLI \times 0.625$	40	25	[12.5,25]	N1	
$SQLI$	25	0	[0,12.5]	N2	
$12.5 + SLI \times 0.313$	40	25	[12.5,25]	N1	پیشنهادی
$0.5 \times SLI$	25	0	[0,12.5]	N2	
$12.5 + SQLI \times 0.314$	40	25	[12.5,25]	N1	توسط باقری (۱۳۹۹)
$0.5 \times SQLI$	25	0	[0,12.5]	N2	

نتایج و بحث

خاک های این منطقه در دو زیرگروه Typic Haplosalids و Gypsic Haplosalids قرار می گیرند. بافت خاک متوسط تا سبک از نوع شن لومی تا لوم شنی با شوری و سنگریزه زیاد می باشد که گاه تجمع گچ نیز دیده می شود. براساس نتایج، تناسب اقلیمی برای محصول زیتون تأثیرگذارترین محدودیت اقلیمی در این منطقه میانگین دمای سالانه است. بنابراین از نظر اقلیمی دارای تناسب متوسط بوده و در کلاس S2 قرار می گیرد. لالینی و همکاران (۱۳۹۶) نیز نتیجه مشابهی را برای این منطقه بیان کرده اند.

جدول ۲ نتایج ارزیابی تناسب سرزمین برای زیتون براساس روش های استوری و ریشه دوم با شاخص اصلاح نشده و اصلاح شده (هم روابط سایز و هم روابط باقری) را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود از نظر عددی روش های استوری و ریشه دوم بویژه با شاخص تصحیح نشده با هم متفاوت هستند. لیکن هر دو روش در همه مناطق کلاس نامناسب N2 را نشان می دهند و تمایزی

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

بین بخش خوب باغ با بخش بد باغ وجود ندارد. شایان ذکر است بخش خوب باغ از نظر نسبی و در مقایسه با بخش بد باغ، بهتر می باشد و گرنه حتی در بهترین حالت، بخش خوب باغ از حالت بهینه فاصله بسیار زیادی دارد. با اصلاح شاخص سرزمین با استفاده از روابط ارایه شده توسط سایز، نتایج از نظر عددی تا حدی به هم نزدیکتر شده اند اما همچنان همه مناطق دارای کلاس N2 هستند و تمایزی بین بخش خوب و بد در باغ ها وجود ندارد. با استفاده از روابط پیشنهادی باقری (۱۳۹۹) نتایج تفاوت چشم گیری را نشان دادند به طوری که در ۵ مورد از هشت مورد حالت خوب، کلاس سرزمین بهبود یافت و به N1 تغییر کرد که با واقعیت منطقه همخوانی بیشتری را نشان می دهد. پژوهش لالینی و همکاران (۱۳۹۶) نیز نشان داد تناسب کیفی سرزمین در نقاط مطالعاتی ایشان در منطقه بم به دلیل محدودیت بالای شوری، N2 می باشد. با این حال ایشان بیان داشتند محدودیت ایجاد شده، کشت اقتصادی محصول مورد نظر را در شرایط فعلی در منطقه محدود می کند اما با استفاده از اعمال شیوه های مدیریتی صحیح و سرمایه گذاری بالفعل برای تقویت حاصلخیزی بالقوه اراضی در دراز مدت میتوان به کشت زیتون در منطقه اقدام کرد. این موضوع با یافته های این پژوهش هم راستا می باشد چراکه براساس روابط پیشنهادی باقری در برخی مناطق که شوری کمتر بوده کلاس سرزمین N1 شده است.

جدول ۲- ارزیابی تناسب سرزمین برای زیتون به روش پارامتریک (استوری و ریشه دوم) با شاخص اصلاح نشده و

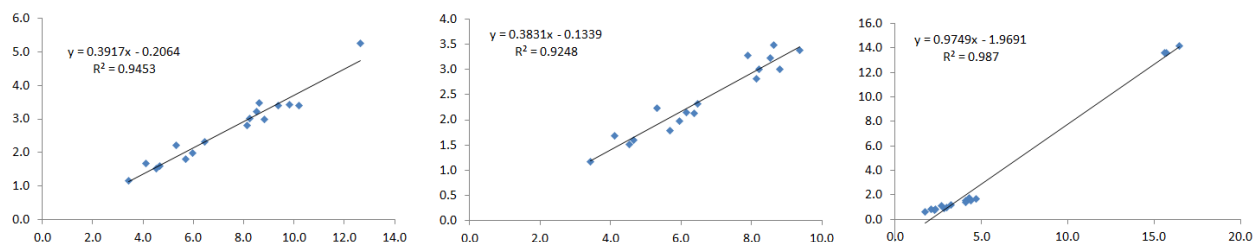
شاخص اصلاح شده

کیفیت باغ	خاکرخ	شاخص اصلاح نشده سرزمین				شاخص اصلاح شده سرزمین (سایز)				شاخص اصلاح شده سرزمین (باقری)			
		استوری		خیدیر		استوری		خیدیر		استوری		خیدیر	
		شاخص	کلاس	شاخص	کلاس	شاخص	کلاس	شاخص	کلاس	شاخص	کلاس	شاخص	کلاس
بد	1	1.2	N2	3.4	N2	1.2	N2	3.4	N2	0.6	N2	1.7	N2
بد	2	2.2	N2	5.3	N2	2.2	N2	5.3	N2	1.1	N2	2.7	N2
خوب	3	3.5	N2	10.3	N2	2.2	N2	6.5	N2	13.6	N1	15.7	N1
خوب	4	3.8	N2	9.9	N2	3.8	N2	9.9	N2	1.9	N2	5.0	N2
بد	5	5.9	N2	2.0	N2	5.9	N2	2.0	N2	3.0	N2	1.0	N2
بد	6	1.2	N2	3.5	N2	1.2	N2	3.5	N2	0.6	N2	1.8	N2
خوب	7	3.4	N2	9.4	N2	3.4	N2	9.4	N2	1.7	N2	4.7	N2
خوب	8	3.1	N2	10.3	N2	1.9	N2	6.4	N2	13.5	N1	15.7	N1
بد	9	2.7	N2	8.0	N2	2.7	N2	8.0	N2	1.4	N2	4.0	N2
بد	10	2.0	N2	5.9	N2	2.0	N2	5.9	N2	1.0	N2	3.0	N2
خوب	11	4.3	N2	11.4	N2	2.7	N2	7.1	N2	13.8	N1	16.1	N1
خوب	12	4.1	N2	10.8	N2	2.6	N2	6.8	N2	13.8	N1	15.9	N1
بد	13	1.1	N2	3.5	N2	1.1	N2	3.5	N2	0.5	N2	1.7	N2
بد	14	1.2	N2	3.6	N2	1.2	N2	3.6	N2	0.6	N2	1.8	N2
خوب	15	3.7	N2	10.4	N2	2.3	N2	6.5	N2	13.7	N1	15.8	N1
خوب	16	1.6	N2	4.0	N2	1.6	N2	4.0	N2	0.8	N2	2.0	N2

تفاوت بین روش استوری و ریشه دوم در حالت های مختلف با تعیین رابطه بین این دو روش در شکل ۲ در قالب نمودارهای پراکنندگی ۱:۱ مورد بررسی قرار گرفت. همانطور که ملاحظه می گردد در همه موارد ضریب تبیین (R^2) عدد بزرگی را نشان می دهد. دو روش استوری و ریشه دوم با شاخص اصلاح نشده دارای $R^2 = 0.94$ می باشد که این مقدار برای شاخص اصلاح شده با روابط سایز برخلاف انتظار اندکی کاهش یافته و $R^2 = 0.92$ شده است. ؛ سیدجلالی و همکاران (۱۳۹۳) نیز بیان داشتند برای

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

برآورد عملکرد واقعی، شاخص اصلاح نشده نتایج بهتری نسبت به شاخص اصلاح شده را داشت. برخلاف روابط سایز، با استفاده از روابط پیشنهادی مقدار R^2 افزایش قابل توجهی را نشان داده و به حدود مقدار ۰/۹۹ رسیده است. به عبارت دیگر بر اساس روابط پیشنهادی، دو روش استوری و ریشه دوم انطباق بسیار بیشتری را نشان داده اند و با توجه به بهبود کلاس های سرزمین برای بخش خوب باغ، با واقعیت منطقه نیز هماهنگی بیشتری دارند. همچنین بر اساس روابط پیشنهادی دو کلاس N1 و N2 به طور مشخصی از یکدیگر تفکیک شده اند.



شکل ۲- ارتباط بین شاخص سرزمین با روش استوری (محور Y) و شاخص سرزمین با روش ریشه دوم (محور X) در نمودار ۱:۱ در حالت های شاخص اصلاح نشده (چپ)، شاخص اصلاح شده با روابط سایز (وسط) و شاخص اصلاح شده با روابط پیشنهادی (راست)

نتیجه گیری

در این پژوهش تغییرات شاخص تناسب سرزمین در واحدهای مدیریتی در مقیاس باغ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند استفاده از شاخص اصلاح شده سرزمین بر اساس روش سایز و همکاران (۱۹۹۱) در حالتی که سرزمین داری کلاس نامناسب است اختلاف دو روش استوری و ریشه دوم را بیشتر می کند لیکن روابط ارائه شده توسط باقری بداغ آبادی (۱۳۹۹) می تواند اختلاف بین نتایج روش های استوری و ریشه دوم را کمتر نماید و نتایج با واقعیت هماهنگی بیشتری داشته باشند.

فهرست منابع

- باقری بداغ آبادی، م. (۱۳۹۹). بررسی شاخص اصلاح شده سرزمین در ارزیابی تناسب سرزمین و تصحیح روابط آن. آب و خاک ۳۴ (۶). ۱۲۹۸-۱۲۸۷.
- ثروتی، م، ممتاز، ح، ذالی ورگهان، ب، محمدی، ح. (۱۳۹۵). ارزیابی کارایی شاخص های اصلاح شده اراضی در تعیین پتانسیل تولید ذرت دانه ای به روش فائو. تحقیقات کاربردی خاک. ۳ (۱). ۶۵-۷۷.
- مروج، ک، دلاور، م، ا، نجفی، و. (۱۳۹۷). اهمیت استفاده از روش های نوین آبیاری در افزایش اشتغال زایی و توسعه مناطق روستایی. فصل نامه تحقیقات جغرافیایی. ۳۳ (۲). ۱۹۰-۱۷۵.
- سیدجلالی، س. ع. ر، سرمیدیان، ف، شرفاء، م. (۱۳۹۳). مقایسه شاخص های اراضی اصلاح شده و اصلاح نشده در روش پارامتری ارزیابی تناسب اراضی. پژوهش های خاک. ۲۸ (۱). ۱۴۱-۱۲۷.
- لالینی، س، جعفری، ا، فرپور، م. ه. (۱۳۹۶). ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای کشت آبی زیتون در منطقه بم به روش فائو، چهاردهمین همایش ملی آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان، <https://civilica.com/doc/693521>
- Sys C, Vanranst E and Debaveye J. (1991). Land evaluation, part I, Principles in land evaluation and crop production calculations. International training center for post graduate soil scientists. Ghent University. Ghent. 274 pp.

Investigating the changes in land suitability index in the management units of olive orchards in Bam city

Reza.Mohajer^{*1} Somaye Sadr²

1. Assist. Prof., Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
 2. Assist. Prof., Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
- (*- Corresponding Author Email: reza.mohajer@pnu.ac.ir)

Abstract

Land suitability index implicitly indicates the land production capacity. This index is determined in the parametric approach of land suitability based on two methods, and square root method. In the present study, the changes of this index in olive orchards of Bam city of Kerman province have been investigated. In this area, four orchards were selected and each orchard was divided into two parts, good and bad according to experts, and in each section, two soil pedons were excavated, described and sampled, and the required soil properties were measured. Sys's table was used for the climatic and soil requirements of olives. The results showed that although this region has a moderate suitability (S2 class) in terms of climate, but due to salinity, texture and gravel, it is in the suitability classes N1 and N2. The relationship between the obtained classes based on uncorrected land suitability index for the two numerical methods of Storie and square root was significant and had $R^2 = 0.94$. This relationship was significant based on the corrected land suitability index with Sys's functions, but the value of the explanation index decreased to $R^2 = 0.92$. However, based on Bagheri's proposed functions the relationship between Storie and square root methods was significant and the value of the explanation index increased to $R^2 = 0.99$.

Keywords: Land evaluation, Parametric square root method, Storie method

اثرات خاک‌ورزی حفاظتی بر ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های رسی مناطق مرتفع استان کردستان

سارا صلواتی^۱، کمال نبی‌الهی^۲، ابراهیم روحی^۳، محمد علی محمودی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد منابع خاک و ارزیابی اراضی، دانشگاه کردستان salavati_la86@yahoo.com

۲،۴- دانشیار، استادیار، دانشکده علوم خاک، دانشگاه کردستان

۳- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان

چکیده

در این مطالعه به منظور بررسی اثرات سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر روی ویژگی‌های شیمیایی خاک، آزمایشی ۵ ساله در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه سارال در استان کردستان تحت طرح کرت‌های نواری انجام گرفت. تیمار اصلی به کار رفته در این آزمایش نوع سیستم خاک‌ورزی در سه سطح خاک‌ورزی سنتی، کم خاک‌ورزی، بدون خاک‌ورزی و تیمار فرعی نیز سیستم تناوب گندم با سه محصول نخود، ماشک و گلرنگ بود. در سال چهارم آزمایش ویژگی‌های شیمیایی خاک‌ها شامل محتوای کل نیترات، فسفر، پتاسیم، بور در دسترس، منیزیم و کلسیم محلول و ماده آلی اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج بدست آمده اثر تیمارهای آزمایش بر روی ماده آلی، ازت کل، مقدار کلسیم و منیزیم محلول و میزان بور در دسترس تأثیر معنی داری نداشته است هر چند که تا حدودی باعث بهبود این پارامترها شده است. تأثیر تیمارهای خاک‌ورزی بر روی فسفر معنی دار بود ($P < 0.05$).

واژگان کلیدی: دیم‌کاری، خاک‌ورزی، کردستان، گندم، ویژگی‌های شیمیایی خاک

مقدمه

کاهش حاصلخیزی خاک در بلندمدت تأثیرات منفی بالقوه معنی‌داری بر اقتصاد دارد، به‌طوری‌که آثار ناشی از کاهش کیفیت خاک در بلندمدت موجب کاهش رشد اقتصادی هر کشوری می‌شود (Kwansoo *et al*, 2002). بنابراین دانشمندان باید بر روی توسعه و اجرای راه‌حلی در راستای مدیریت و حفاظت خاک به منظور تولید زیاد و پایدار محصولات کشاورزی، با هدف حفظ و بهبود کیفیت خاک تمرکز داشته باشند (Banwart, 2011).

مزایای خاک‌ورزی حفاظتی شامل افزایش مواد آلی خاک، کاهش فرسایش در اراضی دیم، نگهداری بیشتر رطوبت خاک، کاهش علف‌های هرز، کاهش تردد ماشین‌آلات، کاهش مصرف سوخت، احیاء اراضی کم‌بازده و تعدیل دمای خاک در مزرعه می‌باشد (Sayre, 2011). خاک‌ورزی حفاظتی بر حفظ مقدار کافی بقایای گیاهی در سطح خاک، تردد کمتر در زمین و دستکاری کمتر خاک استوار است که به عنوان ضرورت در شرایط حاضر برای کشاورزی پایدار شناخته شده‌اند (Blanco-Canqui and Lal, 2008). در بررسی اثرات روش‌های مختلف خاک‌ورزی و تناوب گیاهی بر عملکرد گندم به این نتیجه رسید که روش کم‌خاک‌ورزی (دیسک سنگین) از نظر تعداد خوشه در متر مربع و عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری با روش خاک‌ورزی مرسوم ندارد (Kreuz 1990).

خاک‌ورزی حفاظتی که در قالب کشاورزی حفاظتی تعریف شده است، شامل محدوده وسیعی در عملیات تولید بوده و اصولاً به کاهش عملیات خاک‌ورزی بین دو محصول و همچنین پوشش سطح خاک به میزان ۳۰ درصد یا بیشتر با بقایای محصول قبلی و یا به کاهش کلی عملیات خاک‌ورزی به میزان ۴۰ درصد اطلاق می‌گردد (Mitchell *et al.*, 2009).

بر این اساس اهمیت مطالعه روش‌های مختلف خاک‌ورزی و تعیین بهترین روش آن بیشتر نمایان می‌گردد. با توجه به اهمیت عملیات خاک‌ورزی بر خصوصیات شیمیایی خاک در تحقیق حاضر تأثیرات انواع روش‌های خاک‌ورزی (خاک‌ورزی معمولی، کم‌خاک‌ورزی، بی‌خاک‌ورزی) و تناوب بر خصوصیات شیمیایی خاک از جمله محتوای کل نیترات، فسفر، پتاسیم، بور در دسترس، منیزیم و کلسیم محلول و ماده آلی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

هدفهین کنکره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

این پژوهش از سال زراعی ۱۳۹۵ در ایستگاه سارال مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، که در محور سنندج-دیواندره در فاصله ۵۵ کیلومتری شمال شهر سنندج واقع شده است به مدت ۵ سال زراعی به مرحله اجرا در آمد. سه تیمار خاک‌ورزی شامل: A_۱) کم‌خاک‌ورزی (استفاده از خاک ورزی مرکب بلافاصله بعد از برداشت)، A_۲) بی‌خاک‌ورزی (بدون هیچگونه عملیات کشاورزی) و A_۳) خاک ورزی سنتی (استفاده از گاوآهن برگردان‌دار در پاییز + دیسک ماله) در قالب طرح مربع لاتین و سه تیمار تناوب شامل B_۱) گندم- نخود، B_۲) گندم- ماشک و B_۳) گندم- گلرنگ در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تحقیق حاضر مربوط به سال چهارم آزمایش و قطعه تحت کاشت گندم می‌باشد. برای شروع، دو قطعه زمین مساوی و مجاور هم که سال قبل کشت گندم بوده و در شروع آزمایش دارای سطح مناسبی از بقایای گندم بودند انتخاب شدند (قطعه A و قطعه B). در شروع آزمایش (سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴) در قطعه A تیمارهای مختلف شخم اعمال شد. در همان سال قطعه B بدون اعمال تیمارهای خاک ورزی تحت کشت مجدد گندم قرار گرفت تا برای اجرای تیمارهای خاک‌ورزی و تناوب در سال بعد (سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵) آماده شود. گیاهان گندم، نخود و ماشک در پاییز و گلرنگ در بهار کشت شد. ابعاد هر قطعه ۳۲×۵۳ بوده که در آن مساحت کرت‌های اصلی در هر تکرار سایت تناوبی به ابعاد (۱۰×۱۵ متر مربع) و مساحت کرت‌های فرعی به ابعاد (۵×۱۰ متر مربع) انتخاب شد. ابعاد هر قطعه ۳۲×۵۳ بوده که در آن مساحت کرت‌های اصلی در هر تکرار سایت تناوبی به ابعاد (۱۰×۱۵ متر مربع) و مساحت کرت‌های فرعی به ابعاد (۵×۱۰ متر مربع) انتخاب شد.

در روش کم‌خاک‌ورزی با استفاده از دستگاه خاک‌ورز دلتای هفت شاخه بعد از برداشت محصول سال قبل در تابستان خاک‌ورزی انجام و در روش بی‌خاک‌ورزی هیچ گونه عملیات تهیه زمین انجام نشده و در زمان مناسب در بهار با علف‌های هرز به صورت شیمیایی و وجین دستی مبارزه شد. در روش مرسوم، عملیات خاک‌ورزی رایج در منطقه شامل شخم با گاوآهن و دیسک و ماله صورت گرفت. برای تعیین فسفر قابل جذب از روش اولسن، پتاسیم قابل جذب از روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم، ازت کل از روش نیتروژن کل خاک با استفاده از روش کج‌لدال، کلسیم و منیزیم خاک مورد مطالعه به روش تیتراسیون با EDTA 1/50 N و برای اندازه‌گیری کربن آلی خاک از روش والکلی-بلاک استفاده شد. همه اندازه‌گیریها از عمق (۰-۱۵) سانتی متری خاک انجام گردید. تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار MATLAB انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون Dunn-Sidak استفاده گردید.

نتایج و بحث

در جدول (۱) نتایج اثرات مختلف تیمارهای آزمایشی بر روی تعدادی از ویژگی‌های شیمیایی پایه خاک‌ها آورده شده است. بر اساس این جدول ملاحظه می‌شود که اثر تیمارهای آزمایشی بر روی محتوای ماده آلی معنی‌دار نبوده است. همان‌طور که نمودار مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱) نشان می‌دهد، مقدار ماده آلی خاک در کرت‌های تحت سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی (بی‌خاک‌ورزی) و در تناوب گندم- نخود بیشتر از خاک‌ورزی سنتی است. این نتیجه می‌تواند امیدوارکننده باشد چرا که به نظر می‌رسد تداوم سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی با گذشت زمان از طریق تأثیر بر میزان تولید بیوماس گیاهی و نیز بهبود ساختمان خاک باعث افزایش معنی‌دار هوموس خاک گردد. مقایسه سیستم‌های شخم بر کیفیت خاک نشان داده است که متوسط pH در عمق ۰ تا ۵ سانتی متری خاک در بی‌خاک‌ورزی نسبت به شخم متداول کمتر است (Verhulst et al., 2011). کاهش شخم فشرده و حفظ بقایای بیشتر در سیستم‌های حفاظتی از طریق کاهش اکسیداسیون ماده آلی خاک باعث افزایش کربن آلی خاک در مقایسه با شخم متداول شده و همچنین عناصر غذایی به میزان بیشتری حفظ شده و میکروارگانیسم‌های خاک نیز نسبت به شخم متداول کمتر تخریب می‌شود (Entry et al., 1996; Halvorson et al., 2002; Wilkins et al., 2002). آزمایشی در مناطق دیم شمال غرب ترکیه با خاک‌های لومی - رسی نشان داد که سیستم شخم کاهشی در مقایسه با شخم متداول، موجب کاهش وزن مخصوص خاک در عمق ۰ تا ۲۰ سانتی متری می‌شود. همچنین درصد افزایش کربن آلی و ازت خاک بعد از خاتمه افزایش در سیستم شخم کاهشی بیشتر از سیستم شخم معمولی بود (Ozpinar & Cay, 2006).

نتیجه تجزیه واریانس تأثیر خاک‌ورزی بر روی ویژگی‌های شیمیایی خاک در تناوب ذرت علوفه‌ای و نخود در مطالعه موسوی بوگر و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که تأثیر خاک‌ورزی بر کربن آلی معنی‌دار است که با مطالعه حاضر مطابقت ندارد که دلیل این امر را

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

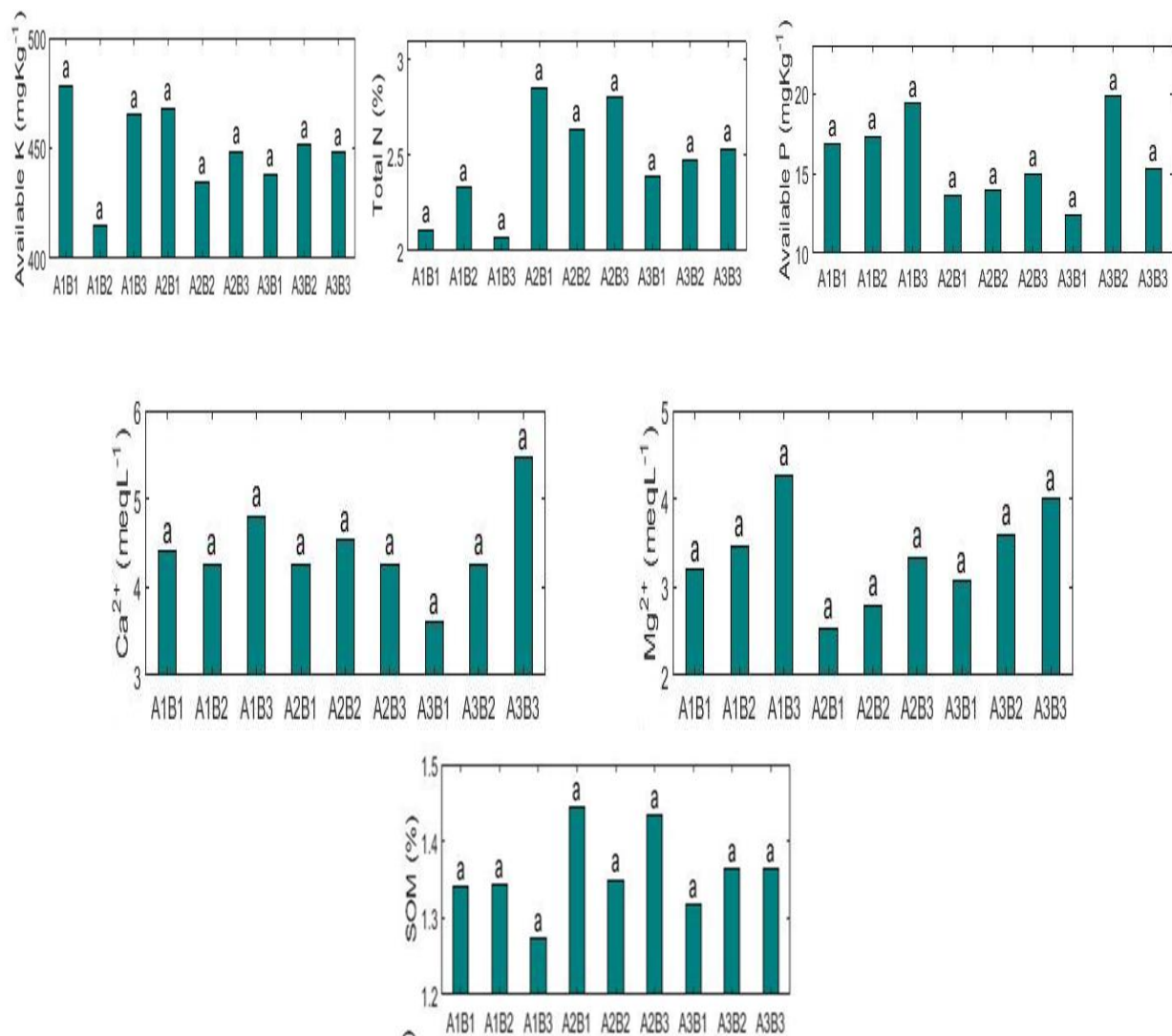
می‌توان اعمال تیمار تناوب در مطالعه آنها دانست. مطالعه حیدرپور و همکاران (۱۳۹۴) نیز حاکی از تاثیر تیمارهای خاک‌ورزی در شرایط تناوب گندم- آیش بر روی افزایش درصد کربن آلی خاک است که با مطالعه حاضر ناهمسو می‌باشد. جدول (۱) نتایج تجزیه واریانس تاثیرات خاک‌ورزی بر روی عناصر پر مصرف خاک (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول، تاثیرات خاک‌ورزی و تناوب و همچنین اثرات متقابل بر روی پتاسیم قابل جذب به طور کلی معنی‌دار نبوده است ولی نمودار مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱) نشان می‌دهد که بیشترین میانگین پتاسیم مربوط به تیمار کم‌خاک‌ورزی و تناوب گندم- نخود است. تاثیرات خاک‌ورزی بر روی فسفر قابل جذب در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. نمودار مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱) نشان می‌دهد که در تیمار کم‌خاک‌ورزی و تناوب گندم- گلرنگ مقدار فسفر خاک بیش از دو تیمار دیگر است. در مورد ازت کل، نمودار مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بیشترین میانگین مربوط به تیمار بی‌خاک‌ورزی و تناوب گندم- نخود بوده است و کمترین میانگین مربوط به تیمار کم‌خاک‌ورزی و تناوب گندم- گلرنگ است (شکل ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر خاک‌ورزی بر خصوصیات شیمیایی خاک

سطح معنی‌داری						درجه آزادی	منابع تغییرات
ماده آلی (%)	پتاسیم قابل جذب (mg/Kg)	فسفر قابل جذب (mg/Kg)	ازت کل (%)	منیزیم محلول (meq/L)	کلسیم محلول (meq/L)		
۰/۷۶۹	۰/۱۲۶	۰/۰۱۹*	۰/۳۶۸	۰/۶۲۲۴	۰/۹۸۷۶	۲	A
۰/۲۶۴	۰/۰۰۲**	۰/۰۲۱*	۰/۸۳۳	۰/۷۷۹۲	۰/۷۸۷۳	۲	بلوک
۰/۲۳۰	۰/۰۰۱**	۰/۰۳۶*	۰/۱۸۵	۰/۹۵۷۴	۰/۶۳۸۹	۲	ستون
						۲	خطای (A)
۰/۹۷۷	۰/۳۴۳	۰/۰۷۰	۰/۹۷۳	۰/۴۶۷۳	۰/۵۲۵۲	۲	B
						۴	خطای (B)
۰/۸۱۶	۰/۵۲۸	۰/۵۳۴	۰/۴۸۳	۰/۹۹۰۴	۰/۴۲۶۹	۴	A*B
						۸	خطای (AB)
						۲۶	کل

نتایج بدست آمده از (جدول ۱) نشان می‌دهد که اثرات سیستم‌های خاک‌ورزی بر روی مقدار کلسیم و منیزیم محلول در خاک تأثیر معنی‌داری نداشته است؛ البته همانطور که نمودار مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱) نشان می‌دهد اثرات متقابل خاک‌ورزی- تناوب مقدار منیزیم در سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی از خاک‌ورزی سنتی بیشتر است. هرچند که این اختلاف معنی‌دار نیست. این نتایج البته چندان غیر قابل انتظار هم نیست زیرا اثرات مطلوب سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی نسبت به خاک‌ورزی سنتی بیشتر در ویژگی‌های فیزیکی خاک‌ها نمایان می‌شود؛ البته به نظر می‌رسد تداوم سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی در بلند مدت می‌تواند ویژگی‌های شیمیایی خاک‌ها را نیز بهبود ببخشد.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۱- تاثیر تیمارهای خاک‌ورزی بر خصوصیات شیمیایی خاک

نتیجه گیری

در این پژوهش اثرات سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و تناوب زراعی بر روی ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های رسی مناطق کوهستانی استان کردستان مورد بررسی قرار گرفت. اثر تیمارهای آزمایشی بر روی ماده آلی معنی‌دار نبوده است. مقدار ماده آلی خاک در کرت‌های تحت سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی (بی‌خاک‌ورزی) و در تناوب گندم- نخود بیشتر از خاک‌ورزی سنتی است؛ این نتیجه می‌تواند امیدوارکننده باشد چرا که به نظر می‌رسد تداوم سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی با گذشت زمان از طریق تأثیر بر میزان تولید بیوماس گیاهی و نیز بهبود ساختمان خاک باعث افزایش معنی‌دار هوموس خاک گردد. تاثیر تیمار خاک‌ورزی بر فسفر در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. نتایج تجزیه واریانس تاثیرات خاک‌ورزی بر روی عناصر پر مصرف خاک (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) نشان می‌دهد که تاثیرات خاک‌ورزی بر روی پتاسیم قابل جذب به طور کلی معنی‌دار نبوده است همچنین تأثیر تناوب و همین‌طور تأثیر همزمان خاک‌ورزی و تناوب بر روی ازت کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب معنی‌دار نمی‌باشد. اثرات سیستم‌های خاک‌ورزی بر روی مقدار کلسیم و منیزیم محلول در خاک تأثیر معنی‌داری نداشته است، البته مقدار منیزیم در سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی از

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

خاک‌ورزی سنتی بیشتر است. هرچند که این اختلاف معنی‌دار نیست. این نتایج البته چندان غیر قابل انتظار هم نیست زیرا اثرات مطلوب سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی نسبت به خاک‌ورزی سنتی بیشتر در ویژگی‌های فیزیکی خاک‌ها نمایان می‌شود؛ البته به نظر می‌رسد تداوم سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی در بلند مدت می‌تواند ویژگی‌های شیمیایی خاک‌ها را نیز بهبود ببخشد.

تشکر و قدردانی

از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان جهت همکاری در اجرای این طرح تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

- اصغری میدانی، ج. کریمی، ا. پورمحمد، ع. (۱۳۹۱). تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر رطوبت خاک و عملکرد گلرنگ در تناوب با گندم در مناطق دیم. نشریه دانش آب و خاک. جلد ۲۳. شماره ۱. صفحات ۲۳۷ تا ۲۴۵.
- حیدریپور، ن.، قاسمی مبتکر، ح.، توضیح، و.، ۱۳۹۴، اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد گندم دیم در تناوب گندم- آیش استان کردستان، نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد پنجم، شماره ۴، ص ۶۱ تا ۷۹.
- موسوی بوگر، ا.، عزیزی، خ.، جها نسوز، م.، فیضیان، م.، ۱۳۹۶، ارزیابی تاثیر روش‌های خاک‌ورزی بر روی ویژگی‌های شیمیایی و زیستی خاک و صفات کمی ذرت علوفه‌ای در تناوب با نخود، علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۴۸، شماره ۴، ص ۱۰۲۶-۱۰۱۵.

Banwart, S., 2011. Save our soils. *Nature*, 474(7350), 151-152.

Blanco, H., & Lal, R. (2008). *Principles of Soil Conservation and Management*: Springer Science, Business Media BV p 626.

Entry, J. A., Reeves, D. W., Backman, C. B. and Raper, R. L. 1996. Influence of wheel traffic and tillage on microbial biomass, residue decomposition and extractable nutrients in a Coastal Plain Soil. *Journal of Plant and Soil*, 180, 129-137.

Halvorson, A.D., Peterson, G.A. and Reule, C.A. 2002. Tillage system and crop rotation effects on dryland crop yields and soil carbon in the central great plains. *Agronomy Journal*, 94, 1429-1436.

Kwansoo, K., Bradford, L. B., Coxhead, I., 2002. Measuring soil quality dynamics: A role for economists and implications for economist analysis. *Agricultural Economics*, 25:13-26.

Mitchell, J. P., G. S. Pettygrove, S. Upadhyaya, A. A. Shrestha, R. Fry, R. Roy, P. Hogan, R. Vargas, and K. Hembree. 2009. Classification of conservation tillage practices in California irrigated row crop systems. Oakland, CA: UCANR Pub. 8364. 8p.

Ozpinar, S., Cay, A. 2006. Effect of different tillage systems on the quality and crop productivity of a clay-loam soil in semi-arid north-western Turkey. *Soil and Tillage Res.* 88: 95-106.

Sayre K.D. 2011. Global Overview of Conservation Agriculture - Principles and Focus. Proceeding of Workshop on Conservation Agriculture and its Impact on Water Productivity, 12-13 Sep. Karaj, Iran.

Verhulst, N., Govaerts, B., Nelissen, V., Sayre, K. D., Crossa, J., Raes, D. and Deckers, J. (2011). The effect of tillage crop rotation and residue management on maize and wheat growth and development evaluated with an optical sensor. *Journal of Field Crops Research*, 120, 58-67.

Verhulst, N., Govaerts, B., Nelissen, V., Sayre, K. D., Crossa, J., Raes, D. and Deckers, J. (2011). The effect of tillage crop rotation and residue management on maize and wheat growth and development evaluated with an optical sensor. *Journal of Field Crops Research*, 120, 58-67.

Wilkins, D. E., Simens, M. C. and Albrecht, S. L. (2002). Changes in soil physical characteristics during transition from intensive tillage to direct seeding. *Journal of Transactions of the ASAE*, 45(4), 877-880.

Wilkins, D. E., Simens, M. C. and Albrecht, S. L. (2002). Changes in soil physical characteristics during transition from intensive tillage to direct seeding. *Journal of Transactions of the ASAE*, 45(4), 877-880.

Title

Effects of conservation tillage on chemical properties of clay soils in highlands of Kurdistan province

Abstract

In this study, in order to investigate the effects of different tillage systems on soil chemical properties, a 5-year experiment was conducted in the research farm of Saral station in Kurdistan province under the design of strip plots. The treatment used in this experiment was the type of tillage system in three levels of traditional tillage, low tillage and no tillage. In the fifth year of the experiment, the chemical properties of the soils including total content of nitrate, phosphorus, potassium, available boron, dissolved magnesium and calcium and organic matter were measured. Based on the results, the effect of experimental treatments on organic matter, the amount of dissolved calcium and magnesium and the amount of available boron did not have a significant effect, although it has somewhat improved these parameters. The effect of tillage treatments on total nitrogen and phosphorus is not significant in general but is significant between blocks and columns at a probability level of 1 and 5%, respectively.

Keywords: Reforestation, Farming, Kurdistan, Wheat, Soil chemical properties

بررسی اثر تنش‌های خشکی و شوری بر شاخص SPAD و دمای سطح برگ کنگد

الهه سیفی‌پور نقنه^{۱*}، نجمه یرمی^۲، ابوالفضل عزیزیان^۳، غلامحسین رنجبر^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه اردکان، ۰۹۱۴۰۸۳۷۹۹۴ و e.seyfi pour73@gmail.com

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

۳- استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

چکیده:

از مهمترین چالش‌های کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک مواجهه گیاهان با تنش‌های محیطی مانند شوری و خشکی است. کنگد یک گیاه سازگار با مناطق خشک و نیمه خشک است که می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های توسعه پایدار این مناطق کارآمد باشد. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر توام تنش‌های خشکی و شوری بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی کنگد مانند شاخص SPAD و دمای سطح برگ می‌باشد. بدین منظور آزمایشی در سال ۱۳۹۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه اردکان بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح شوری آب آبیاری ۱/۵ (S1)، ۴ (S2)، ۷ (S3) و ۱۰ (S4) دسی زیمنس بر متر و سه سطح خشکی با دوره‌های متفاوت آبیاری ۴ (I1)، ۸ (I2) و ۱۲ (I3) روز بود. نتایج نشان داد که فاکتورهای آزمایش و برهمکنش آن‌ها بر شاخص SPAD و دمای سطح برگ اثر معنی‌دار داشت. با طولانی شدن دور آبیاری از ۴ روز به ۱۲ روز، دمای سطح برگ حدود ۹ درصد افزایش یافت و شاخص SPAD کاهش ۴ درصدی را نشان داد. در بیشترین سطح شوری نسبت به شاهد، دمای سطح برگ به میزان ۲۱ درصد افزایش یافت درحالی‌که شاخص SPAD کاهش ۳۱ درصدی را داشت. نتایج همچنین نشان داد که تحت شرایط توام تنش‌های خشکی و شوری، بیشترین و کمترین مقدار شاخص SPAD به ترتیب، در تیمارهای I1S1 و I3S4 حدود ۶۲/۳ و ۳۹/۹ بود. بیشترین و کمترین دمای سطح برگ نیز با مقادیر ۴۳/۴ و ۳۳/۲ درجه سانتی‌گراد به ترتیب مربوط به تیمارهای I3S4 و I1S1 بود. بطور کلی می‌توان گفت با مدیریت مناسب دور آبیاری، شاخص‌های فیزیولوژی گیاه در راستای افزایش تولید محصول بهبود می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: اثر متقابل، تنش شوری، کم آبیاری، کنگد، صفات فیزیولوژیک.

۱- مقدمه:

افزایش جمعیت و توسعه شهری و صنعتی که با افزایش مصرف آب همراه است، محدودیت منابع آب قابل استفاده را به دنبال دارد. این امر امکان تخصیص آب برای بخش کشاورزی را کاهش داده است. اکثر کشورهای خاورمیانه از جمله ایران، در نواحی خشک و نیمه خشک قرار دارند لذا از چالشهای اصلی در این مناطق کمبود آب و پایین بودن کیفیت منابع آب است و به همین دلیل تنشهای خشکی و شوری یک مشکل اساسی در مقابل تولیدات کشاورزی این مناطق است. تنش یا کمبود آب، به شرایطی اطلاق می شود که در آن بافتها و سلولهای گیاه در وضعیتی قرار گرفته اند که آماس آنها کامل نیست. تنش آب، بسته شدن روزنهها، کاهش تامین دی اکسید کربن و همچنین فتوسنتز را به دلیل کاهش توانایی پروتوپلاسم کربن به دنبال دارد. در زراعتهای آبی و به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک که آب از منابع زیرزمینی تامین می شود، اکثر آبها کم و بیش شور بوده و در اثر استفاده طولانی مدت از آب شور برای آبیاری، خاک نیز شور شده است. میزان تحمل گیاهان به شوری از معیارهای کلیدی در ارزیابی تناسب آب و خاک شور برای کشاورزی می باشد. انتظار می رود با کشت گیاهان مقاوم به شوری، مدیریت مناسب آبیاری با آبهای شور، در نظر گرفتن نیاز آبی و زهکشی مناسب اراضی، امکان افزایش تولید محصولات مختلف در مناطقی با آب و خاک شور و منابع آبی محدود، فراهم شده و بهره برداری مناسبی از آنها به عمل آید.

کنجد گیاهی با نیاز آبی نه چندان بالا، با نام علمی *sesamum indicum* L. یکی از گیاهان دیرینه زراعی می باشد. این گیاه با ویژگیهای برجسته متعدد هم چون مقاومت نسبی به کم آبی، دامنه سازگاری وسیع و قابلیت انطباق با شرایط آب و هوایی مختلف، درصد روغن و پروتئین بالا، از کهن ترین نباتات روغنی جهان است که زراعت آن در ایران از قدیم الایام مرسوم بوده است و به دلیل مقاومت به خشکی و گرما از اهمیت بسیار زیادی در توسعه کشاورزی مناطق خشک و نیمه خشک به عنوان کشت تابستانه برخوردار بوده است (آئین و سرحدی، ۱۳۹۴). تنش های محیطی با تاثیر بر صفات مورفولوژی، بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گیاهان باعث تغییراتی در رشد و عملکرد گیاه می شوند. عکس العمل گیاهان مختلف و حتی گونه های یک گیاه نسبت به این تنشها متفاوت می باشد. لذا بررسی نحوه پاسخ به این تنشها برای گیاهانی که قابلیت کشت شدن در مناطق خشک را دارند، ضروری به نظر می رسد. میزان کلروفیل در گیاهان یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است. به نظر می رسد که کاهش فتوسنتز تحت تنش تا حدی به واسطه کاهش غلظت کلروفیل است (Pessarkli, 1999). نتایج حاصل از پژوهش انجام شده بر گیاه آنیسون نشان داد که تنش خشکی در هر دو مرحله گلدهی و پرشدن دانه، سبب کاهش معنی دار صفات فیزیولوژیک شامل محتوای کلروفیل، سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه ای، سرعت تعرق و افزایش دمای برگ شد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۳). در پژوهشی که اثر تنش شوری بر میزان کلروفیل کنجد بررسی شد بیان گردید که افزایش تنش شوری ملایم باعث افزایش عدد کلروفیل متر شده اما با تنشهای شدید شوری، روند کاهشی در میزان کلروفیل مشاهده گردید (تیموری و همکاران، ۱۳۸۸). تنش خشکی باعث کاهش معنی دار محتوای کلروفیل کل در کنجد گردید (بهزادنژاد و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به اینکه بخش وسیعی از اراضی تحت کشت کنجد در ایران در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک واقع شده است لذا این پژوهش با هدف بررسی اثر تنشهای شوری و کم آبی بر برخی صفات فیزیولوژیک گیاه کنجد در یک منطقه خشک انجام شد.

۲- مواد و روشها:

پژوهش حاضر بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه اردکان واقع در شهرستان اردکان در استان یزد انجام گردید. تیمارهای مورد بررسی شامل چهار سطح شوری آب آبیاری ۱/۵ (S1)، ۴ (S2)، ۷ (S3) و ۱۰ (S4) دسی زیمنس بر متر و سه سطح آبیاری با دوره های ۴ (I1)، ۸ (I2) و ۱۲ (I3) روز بود. از رقم اولتان به دلیل متحمل بودن به کم آبی و شوری در این پژوهش استفاده شد (درگاهی و همکاران، ۱۳۹۰، فاضلی کاخکی و همکاران، ۱۳۹۱). کشت اوایل تیر ماه صورت گرفت و بعد از ۸ برگی شدن گیاه، تیمارها اعمال شدند. در این آزمایش از دو مخزن آب شیرین و شور استفاده

شد و با تنظیم شیر خروجی مخزن‌ها شوری آب آبیاری کنترل می‌شد. همچنین، به منظور پایش حجم آب وارد شده به هر کرت، از کنتور حجمی استفاده گردید. عمق توسعه ریشه در طول دوره رشد از طریق معادله زیر (Borg and Grimes, 1986) تعیین شد:

$$Rd = Rd_{min} + Rd_{max} \left[0.5 + 0.5 * \sin \left(\times \frac{D_{age}}{D_{t max}} - 1.47 \right) \right] \quad (1)$$

در این رابطه، عمق ریشه (Rd)^۱ با استفاده از عمق کاشت (Rd_{min})، بیشترین عمق ریشه در طول دوره رشد (Rd_{max})، تعداد روز از تاریخ کاشت (D_{age}) و زمان رسیدن به حداکثر عمق ریشه ($D_{t max}$) بدست آمد.

مقدار آب آبیاری مورد نیاز برای هر تیمار با نمونه‌برداری از خاک قبل از آبیاری و تعیین رطوبت وزنی و جبران رطوبت تا حد ظرفیت زراعی خاک و در نظر گرفتن جزء آبشویی، با استفاده از معادله‌های (۲) و (۳) تعیین گردید:

$$\text{Irrigation Depth} = \frac{(\theta_{FC} - \theta_{soil}) * Rd}{1 - LF} \quad (2)$$

$$\text{Irrigation Volume} = \text{ID} \times \text{plot Area} \quad (3)$$

در رابطه (۲) عمق آبیاری (Irrigation depth) با استفاده از پارامترهای رطوبت موجود در خاک (θ_{soil})، رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی (θ_{FC})، عمق توسعه ریشه (Rd) و جزء آبشویی (LF) که ۳۰ درصد در نظر گرفته شد، بدست آمد.

شاخص SPAD که شاخصی از میزان کلروفیل برگ است و دمای پوشش گیاه (دمای برگ) به ترتیب توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری SPAD و دماسنج مادون قرمز، در چهار نوبت در طول دوره رشد اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. تحلیل آماری نتایج و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد. برای مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده، از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث:

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر تنش‌های خشکی، شوری و برهمکنش آن‌ها بر پارامترهای شاخص SPAD و دمای سطح برگ، تحت تیمارهای آزمایش در جدول (۱) نشان داده شده است. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت و در شکل‌های (۱) تا (۳) ارائه شده است. نتایج به تفکیک در ادامه مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۱: تجزیه واریانس اثرات دور و شوری آب آبیاری بر دمای سطح برگ و شاخص SPAD

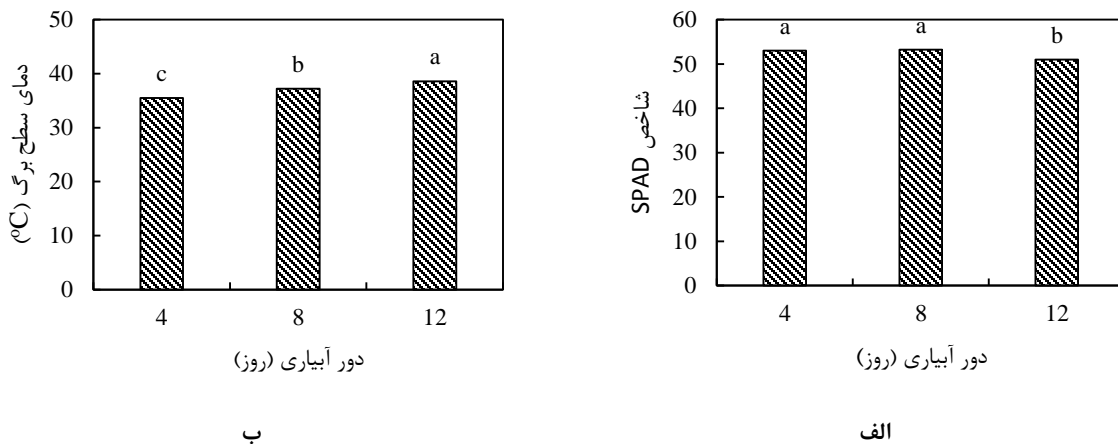
میانگین مربعات (Mean Square)		درجه آزادی	منابع تغییر
شاخص SPAD	دمای سطح برگ °C		
۰/۳۴ ^{ns}	۱/۶۸ ^{ns}	۲	تکرار
۱۸/۰۲ ^{**}	۲۸/۵۱ ^{**}	۲	دور آبیاری (I)
۶۶۰/۶۹ ^{**}	۸۴/۳۵ ^{**}	۳	شوری آب آبیاری (S)
۱۶/۹۱ ^{**}	۲/۵۶ [*]	۶	اثر متقابل (I×S)
۰/۹	۰/۷۸	۲۲	خطا

* و ** به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد و ns نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

¹ - Root depth

۳-۱- اثر تنش خشکی بر شاخص SPAD و دمای سطح برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که میزان شاخص SPAD و دمای سطح برگ در سطح احتمال یک درصد، تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفته‌اند. با بررسی اثر دور آبیاری بر میزان شاخص SPAD برگ مشاهده شد که بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۵۳ و ۵۱ حاصل از آبیاری با دوره‌های ۸ و ۱۲ روز بود (شکل ۱-الف). در شرایط کاهش جذب آب عمل فتوسنتز و تولید شاخص SPAD در برگ‌ها متوقف نشده و در این مرحله گیاه به دلیل اجتناب از خشکی در مواقع مواجه با تنش همچون لوله شدن برگ‌ها یا تغییر زاویه برگ‌ها جهت کاهش سطح نورگیر و تعرق و همچنین تحمل ذاتی گیاه به خشکی دارای سبزیگی برگ بیشتر بوده است. لیکن تشدید تنش خشکی به فراتر از حد تحمل گیاه، آن را به مرحله تحمل خشکی وارد می‌کند در این مرحله گیاه و سلول‌های آن، به تدریج تحت تاثیرات منفی تنش قرار می‌گیرند. اثر تنش خشکی همچنین نشان داد که طولانی شدن دور آبیاری از ۴ روز به ۸ و ۱۲ روز، به ترتیب سبب افزایش دمای سطح برگ از ۳۵/۵ به ۳۷/۲ و ۳۸/۶ درجه سانتی‌گراد شد که این افزایش‌ها نسبت به اولین دور آبیاری به میزان ۵ و ۹ درصد بود (شکل ۱-ب). در شرایط تنش خشکی کاهش میزان تعرق گیاه باعث افزایش دمای پوشش گیاه می‌شود.

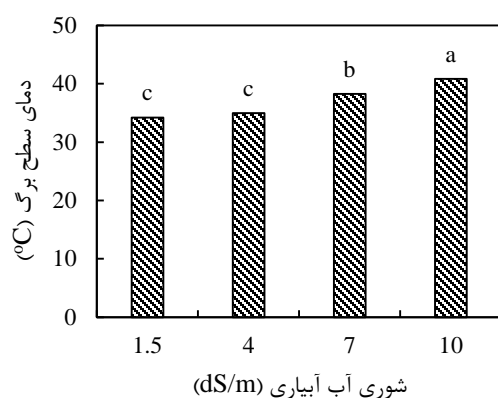


شکل ۱. مقایسه میانگین‌ها تحت تاثیر دور آبیاری در سطح معنی‌داری ۵ درصد، الف: شاخص SPAD در برگ، ب: دمای سطح برگ

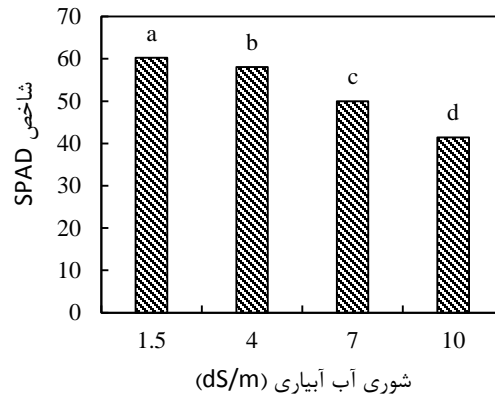
۳-۲- اثر تنش شوری بر شاخص SPAD و دمای سطح برگ

اثر شوری آب آبیاری بر شاخص SPAD و دمای سطح برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). میزان شاخص SPAD برگ، در تیمارهای آبیاری با شوری ۱/۵ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب دارای بیشترین و کمترین سبزیگی با مقادیر ۶۰/۳ و ۴۱/۴ بودند (شکل ۲-الف). افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۵ به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، کاهش ۳۱ درصدی شاخص SPAD برگ را به همراه داشت. تنش شوری باعث کاهش توانایی گیاه در جذب آب می‌شود. بدین ترتیب گیاه برای جذب آب بیشتر در محیط شور مستلزم صرف انرژی است. انرژی لازم برای جذب آب از طریق عمل فتوسنتز و تنفس حاصل می‌شود. از مواد اصلی موجود در فرآیند فتوسنتز و تنفس آب می‌باشد، لذا کاهش مقدار آب گیاه، کاهش فتوسنتز، شاخص SPAD، تعرق و در نتیجه افزایش دمای گیاه را در پی خواهد داشت.

بررسی تیمارهای تحت آبیاری با آب شور نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری سبب افزایش دمای سطح برگ شد. بطوریکه کمترین و بیشترین دمای سطح برگ به ترتیب مربوط به تیمارهای تحت آبیاری با شوری ۱/۵ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر معادل با ۳۴/۲ و ۴۰/۸ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۲-ب). افزایش دمای سطح برگ گیاه چغندر قند در شرایط تنش شوری طی پژوهشی توسط اسدی و همکاران (۱۳۹۰) نیز گزارش شده است.



ب



الف

شکل ۲. مقایسه میانگین‌ها تحت تاثیر شوری آب آبیاری در سطح معنی‌داری ۵ درصد، الف: شاخص SPAD، ب: دمای سطح برگ

۳-۳- اثر متقابل تنش‌های خشکی و شوری بر شاخص SPAD و دمای سطح برگ

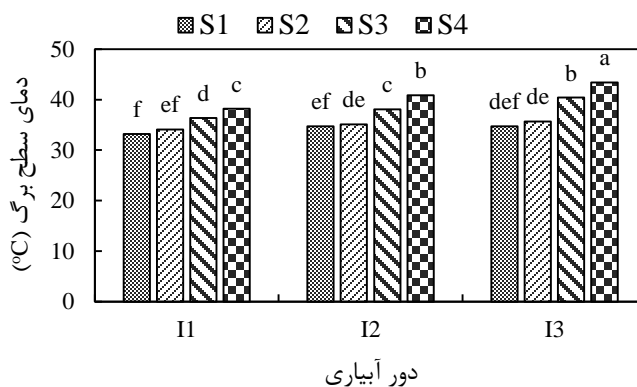
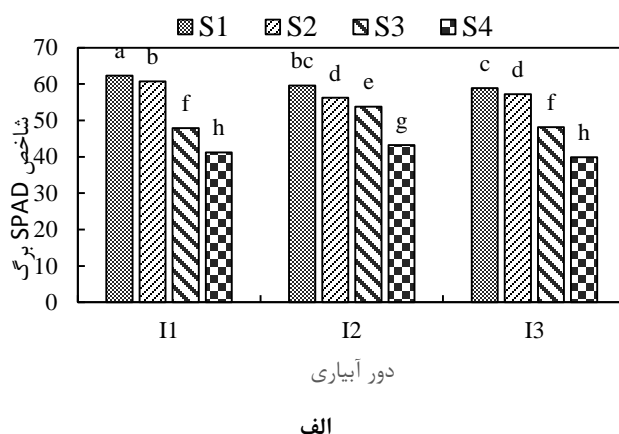
تحلیل برهمکنش دو فاکتور آزمایشی نشان داد که مقدار شاخص SPAD در سطح احتمال ۵ درصد تحت تاثیر قرار گرفت در حالیکه دمای سطح برگ در سطح ۱ درصد متأثر از برهمکنش دو فاکتور بود (جدول ۱). با بررسی اثر متقابل تیمارهای آزمایش مشاهده شد که بیشترین و کمترین مقدار شاخص SPAD به ترتیب از تیمارهای IIS1 و I3S4 با مقادیر ۶۲/۳ و ۳۹/۹ حاصل شد (شکل ۳-الف). برهمکنش دور و شوری آب آبیاری حاکی از این بود که افزایش این دو تنش سبب افزایش دمای سطح برگ شد. بطوریکه بیشترین و کمترین دمای سطح برگ به ترتیب در تیمارهای I3S4 و IIS1 معادل با ۴۳/۴ و ۳۳/۲ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (شکل ۳-ب). افزایش دمای سطح برگ درختان پسته تحت تنش‌های رطوبتی و شوری، در پژوهش عطایی و همکاران (۱۳۹۸) نیز گزارش شده است.

۴- نتیجه‌گیری:

تحت شرایط خشکی و شوری، به سبب کاهش پتانسیل ماتریک و اسمزی، توانایی گیاه برای جذب آب کاهش می‌یابد. در این شرایط گیاه برای جذب آب، باید انرژی صرف کند و این صرف انرژی، اثرات منفی زیادی بر رشد و نمو گیاه دارد. بر اساس نتایج دمای متوسط سطح برگ در تیمارهای تحت آبیاری با دور ۴، ۸ و ۱۲ روز به ترتیب ۳۵/۵، ۳۷/۲ و ۳۸/۵ درجه سانتی‌گراد بود، که در دوره‌های ۸ و ۱۲ روز نسبت به دور ۴ روز به میزان ۵ و ۹ درصد افزایش داشت. دلیل اصلی افزایش دمای سطح برگ، کاهش میزان تعرق گیاه در شرایط مواجهه با تنش است. نتایج همچنین نشان داد که با افزایش دور آبیاری از ۴ به ۸ و نهایتاً ۱۲ روز، شاخص SPAD ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت.

با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۵ به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، مقدار شاخص SPAD از ۶۰/۳ به ۴۱/۴ یعنی حدود ۳۱ درصد کاهش یافت. افزایش شوری آب آبیاری همچنین سبب افزایش دمای سطح برگ از ۳۴ به ۴۰ درجه سانتی‌گراد (۱۸ درصد افزایش) مربوط به تیمارهای شوری S1 و S4 شد. بررسی نتایج نشان می‌دهد که اثر تیمارهای شوری آب آبیاری بر تغییرات صفات فیزیولوژیکی مورد بررسی بیشتر از اثر تنش خشکی بود. تحت شرایط تنش‌های توام خشکی و شوری، بعلت کاهش توانایی گیاه در جذب آب و عمل تعرق، دمای سطح برگ افزایش می‌یابد. بیشترین و کمترین مقادیر دما به ترتیب مربوط به تیمارهای I3S4 و IIS1 معادل ۴۳/۴ و ۳۲/۲ درجه سانتی‌گراد بود. بیشترین و کمترین مقادیر شاخص SPAD نیز، به ترتیب ۶۲/۳ و ۳۹/۹ مربوط به تیمارهای IIS1 و I3S4 بود. در شرایطی که گیاه بطور همزمان با تنش شوری و خشکی مواجه باشد، هر یک از تنش‌ها اثر دیگری را تشدید

می‌کند. لذا اثرات منفی کاهش جذب آب و ایجاد اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه، در شرایط توام هر دو تنش خشکی و شوری مشهودتر است.



شکل ۳. مقایسه میانگین‌ها تحت اثر متقابل دور و شوری آب آبیاری در سطح معنی داری ۵ درصد، الف: شاخص SPAD برگ، ب: دمای سطح برگ (تیمارهای آزمایشی I1، I2 و I3 به ترتیب نشان دهنده آبیاری با دور های ۴، ۸ و ۱۲ روز و S1، S2، S3 و S4 نشان دهنده آبیاری با شوری ۱/۵، ۴، ۷ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر است).

مراجع:

- آئین، ا. و سرحدی، ج. ۱۳۹۴. زراعت کنجد در جنوب استان کرمان. مدیریت هماهنگی ترویج سازمان جهاد کشاورزی جنوب کرمان، ۱۶.
- اسدی نسب، ن. حسینی، پ. روشنفکر، ح.ا. و مسکرباشی، م. ۱۳۹۰. مطالعه تغییرات فتوسنتز و تنفس در ژنوتیپ‌های مختلف چغندر قند (*Beta vulgaris*, L) تحت تنش شوری. تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی). ۳۵(۱): ۵۵-۶۹.
- بهزادنژاد، ج. طهماسبی سروستانی، ز. آیین، ا. مختصی بیدگلی، ع. ۱۳۹۷. اثر تنش خشکی و خاکپوش کاه و کلش گندم بر خصوصیات مورفو-فیزیولوژیک کنجد. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۱۲(۳): ۳۹۳-۴۱۰.

ثابت تیموری، م. خزاعی، ح.ر. نصیری محلاتی، م. نظامی، ا. ۱۳۸۸. تاثیر سطوح مختلف شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد تک بوته، خصوصیات مورفولوژیک و میزان کلروفیل برگ گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.). مجله تنشهای محیطی در علوم کشاورزی، ۲(۲): ۱۱۹-۱۳۰.

حیدری، ن. پور یوسف، م. و توکلی، ا. ۱۳۹۳. تأثیر تنش خشکی بر فتوسنتز، پارامترهای وابسته به آن و محتوای نسبی آب گیاه آنیسون. مجله پژوهشهای گیاهی. ۲۷(۵): ۸۲۹-۸۳۹.

درگاهی، ی.، اصغری، ع.، شکرپور، م.، رسولزاده، ع.، غریب عشقی، ا. و شیرینی، م.ر. ۱۳۹۰. ارزیابی تحمل تنش کم آبی در ارقام کنجد بر اساس شاخصهای تحمل. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۱(۲): ۱۱۹-۱۳۳.

فاضلی کاخکی، س.ف.، نظامی، ا.، پارسا، م. و کافی، م. ۱۳۹۱. به گزینی برای تحمل به شوری در کنجد (*Sesamum indicum* L.) تحت شرایط مزرعه: ۱- خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۴(۱): ۲۰-۳۲.

عطایی، ع. اکبری، م. نیشابوری، م.ر. غفاری، ز. و زارع حقی، د. ۱۳۹۸. اثر آبیاری قطره‌ای و زیرسطحی با آب شور و غیر شور بر تغییرات جریان شیره آوندی، هدایت روزنه‌ای و دمای برگ درختان پسته. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۳(۴): ۵۸۳-۵۹۹.

Borg, H., Grimes, D.W., 1986. Depth development of roots with time: An empirical description. Trans. ASAE. 29: 194-197.

Pessarkli, M.1999. Hand book of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker Inc.697 Pages.

The Effects of Drought and Salinity Stresses on SPAD Index and Leaf Temperature of Sesame

Abstract:

One of the most important agricultural challenges in arid and semi-arid regions are the exposure of plants to the environmental stresses such as salinity and drought. Sesame is a plant compatible with arid and semi-arid regions that can be effective in sustainable development planning in these areas. The objective of this study was to investigate the effect of drought and salinity stresses on some physiological characteristics of sesame such as SPAD index and leaf temperature. For this purpose, the present study was conducted in 2020 in the Research Station of Ardakan University as a factorial experiment in randomized complete blocks design with three replications. Experimental treatments were four salinity levels of irrigation water consisted of 1.5(S1), 4(S2), 7(S3) and 10(S4) dS/m and three irrigation intervals that were 4(I1), 8(I2) and 12(I3) days. Results showed that the experimental factors and their interaction had significant effects on SPAD index and leaf temperature. By increasing irrigation interval up to 12 days, leaf temperature increased by 9% and SPAD index decreased by 4%. Under the highest salinity level, SPAD index decreased by 31% and leaf temperature increased by 21% as compared to no salinity treatment. The results also showed that highest and lowest values of SPAD index were about 62.3 and 39.9 in I1S1 and I3S4 treatments, respectively. The highest and lowest leaf temperature were 43.4 and 33.2 (°C) that occurred under I3S4 and I1S1 treatments, respectively. In general, by proper management of irrigation interval, plant physiological indices could be improved for increasing of crop production.

Keywords: Interaction, Irrigation deficiency, Physiological characteristics, Salinity stress, Sesame.

بررسی تأثیر روش کاشت و کاربرد آب شور بر عملکرد گندم و اجزای آن در هرمزگان

یعقوب حسینی^۱، محمد علی احمدی راد^۲، عبدالحسین عسکری^۳، مریم قریشی^۴

^۱ دانشیار پژوهشی، بخش خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات و آموزش

کشاورزی، شیراز، ایران yaaghoob.hosseini@yahoo.com

^{۲،۳،۴} به ترتیب محقق، استادیار پژوهشی و کارشناس ارشد در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان

چکیده

محدودیت منابع آبی و نیز پایین آمدن سطح کیفیت آبها، کشاورزان را به سمت استفاده از آب‌هایی با کیفیت پایین‌تر سوق داده است. اگر قرار باشد آب با کیفیت پایین، بویژه آب شور، برای آبیاری استفاده گردد، راهکارهایی نیز باید برای استفاده از آن به منظور کاهش نگرانی‌های کشاورز باید ارائه شوند. در همین راستا پژوهشی با دو فاکتور (عامل) شوری آب آبیاری (۲)، ۳ و ۴ دسی زیمنس بر متر) و روش کاشت (کاشت سانتی‌فیوژی، کاشت ردیفی در زمین مسطح و کاشت جویچه‌ای) طراحی و اجرا شد. نتایج نشان داد که روش کاشت تأثیری معنی‌دار بر عملکرد و برخی از اجزاء عملکرد داشت. روش کاشت جوی و پشته‌ای سبب افزایشی معنی‌دار در عملکرد و برخی از اجزاء عملکرد گردید. حداکثر تأثیر سطوح شوری بر عملکرد معادل ۷ درصد بود اما سبب کاهش معنی‌دار در پنجه‌زنی شد. همچنین استفاده از روش کاشت جوی و پشته‌ای در مقایسه با روش‌های دیگر مورد استفاده در این آزمایش در انتهای فصل کمترین شوری خاک را سبب شد. بنابراین این روش کاشت برای شرایط منطقه توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: آب شور، روش کاشت، گندم، هرمزگان

مقدمه

شوری منابع آب و خاک از مشکلات بخش کشاورزی است که سبب شده است بخش بزرگی از اراضی کشاورزی یا کارایی خود را از دست دهند و یا کلاً غیر قابل کشت شوند. در ایران، شوری یک مسئله فراگیر و محدودکننده تولید پایدار کشاورزی است؛ به طوری که قسمت‌های زیادی از مناطق خشک و نیمه خشک کشور، به ویژه فلات مرکزی، دشت‌های ساحلی جنوب و ... مبتلا به سطوح مختلف شوری اند (مؤمنی، ۱۳۸۹). تخمین زده شده است که حدود ۲۰ درصد از اراضی تحت آبیاری در دنیا به درجاتی از شوری و زیادی سدیم مبتلا هستند؛ در ایران حدود ۱۵ درصد از زمین‌های کشاورزی که معادل ۲۵ میلیون هکتار می باشد، دچار این مشکل هستند (Mostafazadeh-Fard et al, 2007). آبیاری با آب شور سبب تجمع نمک در خاک می‌گردد و کاهش قابلیت دسترسی آب برای گیاه را بدنبال دارد. بدیهی است هر نوع عملیات کشت و کار در شرایط شور نیازمند مدیریتی تخصصی و آگاهانه است. راه حل قطعی و دراز مدت برای خاکهای شور چیزی جز بهسازی آنها از طریق آبشویی نیست. لیکن از آنجایی که دستیابی به این هدف در بسیاری از موارد مستلزم احداث شبکه های زه کشی است، به دلیل هزینه بری فراوان ممکن است در عمل تحقق نیابد. در مورد مصرف آب‌های شور نیز مخلوط کردن آنها با آب‌های با کیفیت بهتر (با شوری کم) به عنوان یک راه حل همواره مطرح بوده است. ولی معمولاً در جاهایی که شوری آب مسئله ساز است؛ یا منابع آبی کم شور اندک است و یا امکان اختلاط وجود ندارد. بنابراین در چنین شرایطی که طبیعت تصمیم گیرنده است، چاره‌ای جز کنار آمدن با آن وجود ندارد (همایی، ۱۳۸۱). یکی از راه‌های دسترسی به عملکرد مطلوب در آب و خاک شور یافتن روش‌های کشت و کار مناسب و سازگار با این شرایط است. در مطالعه‌ای سه کیفیت آب آبیاری شامل ۲- ۱/۶ ، ۸ - ۷ و ۱۲ - ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به عنوان کرت اصلی همراه با چهار روش کشت

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

شامل روش مرسوم کشت کرتی، کشت فارو با عرض ۶۰ سانتیمتر، کشت فارو با عرض ۸۰ سانتیمتر و کشت در پشته‌های شیب‌دار با عرض ۸۰ سانتیمتر به عنوان کرت فرعی برای گندم استفاده کردند. نتایج عملکرد دانه نشان داد که اگرچه با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۵ به ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد دانه کاهش داشته است ولی در روشهای کشت فارو ۶۰ سانتیمتری و فارو ۸۰ سانتیمتری میزان عملکرد در شوری زیاد نیز از میانگین عملکرد بیشتر است. میزان عملکرد دانه در تیمار کشت به‌روش کرتی در شوری آب آبیاری ۸ و ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با روش کشت فارو ۶۰ و ۸۰ سانتیمتری بصورت قابل توجهی زیادت‌تر بود (فیضی، ۱۳۸۸). در آزمایشی بر روی گندم نشان داده شد که روش کشت بر روی بستر (bed planting) با روش آبیاری فارو نسبت به روش رایج عملکرد بیشتر گندم را موجب گردید. همچنین اجزای عملکرد نیز بهبود پیدا کردند (Hossain et al., 2006). در مقابل این یافته‌ها، نتایج پژوهش دیگری از امریکا نشان داد که روش کشت رایج نسبت به روش جوی پشته‌ای برتر است و در این روش پاسخ بهتری از کاربرد کودهای نیتروژنی گرفته شد (Freeman et al., 2007). در آزمایش دیگری نشان داده شده است که روش کشت رایج با آبیاری غرقابی نسبت به روش کشت روی بستر با آبیاری سیستم فارو از نظر مقدار عملکرد گندم ارجحیت دارد (Ozberk et al., 2009). در آزمایش دیگری ملاحظه گردید که روش کشت بر روی عملکرد و اجزا عملکرد تأثیر معنی‌دار داشت؛ بطوری که عملکرد در کشت روی بستر (bed planting) ۲۱/۸ درصد بیشتر از روش کشت رایج بود (۲/۹۳ در مقابل ۲/۴۱ تن در هکتار). آنان این عملکرد بیشتر را به بهبود اجزای عملکرد در روش کشت بر روی بستر ربط دادند (Alam et al., 2007). شرایط طبیعی استان هرمزگان از جمله بارندگی کم و پتانسیل بالا برای تبخیر و همچنین تعداد زیاد گنبدهای نمکی، شرایط را برای شوری منابع آب و خاک فراهم کرده است.

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که بیش از ۵۰ درصد از اراضی زراعی استان هرمزگان و حدود ۷۰ درصد از اراضی زراعی شهرستان حاجی آباد شور و یا در معرض شور شدن هستند (حسینی، ۱۳۸۹). برخلاف بزرگی و گستردگی مسئله شوری، تاکنون تحقیقات جامعی برای مقابله با آن صورت نگرفته است. با این وجود محدودیت منابع آبی و نیز پایین آمدن سطح کیفیت آب‌ها، کشاورزان را به سمت استفاده از آب‌های با کیفیت پایین‌تر سوق داده است. در سال‌های اخیر به منظور صرفه‌جویی در مقدار آب مصرفی، استفاده از روش آبیاری تحت فشار از شامل قطره‌ای و قطره‌ای نواری (تیپ) افزایش قابل‌ملاحظه‌ای در استان داشته است. اگرچه استفاده از این روش‌های آبیاری با موفقیت‌هایی همراه بوده است؛ اما در مواردی از جمله هنگام استفاده از آب شور با این روش‌های نوین برای گندمی که به صورت سنتی بذرپاشی می‌شود با مشکلاتی همراه بوده است و عملکرد مورد نظر حاصل نشده است. به منظور کاهش مشکلات استفاده از آب شور راهکارهای متفاوتی گزارش شده است که از جمله آنها استفاده از ارقام مقاوم، تغییر روش کشت و به طور کلی تغییراتی در عملیات زراعی و آبیاری می‌باشد. در این آزمایش روش‌های کاشت متفاوت گندم با کاربرد آب شور مورد بررسی قرار گرفت و بهترین روش کاشت در هنگام استفاده از آب شور مشخص گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی حاجی آباد هرمزگان و بر روی گندم رقم چمران ۲ انجام شد. آزمایش در برگزیده دو فاکتور (عامل) شوری (کیفیت) آب آبیاری و روش کاشت بود. شوری آب آبیاری شامل سه مقدار هدایت الکتریکی (۲، ۳ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر) بود. آب شور پس از تنظیم شوری مطابق تیمارها، به سیستم وارد می‌گردید (ابتدا آب وارد تانکرهایی که برای این منظور نصب شده می‌گردد و پس از تنظیم شوری مطابق با تیمارها و عبور آب از سیستم فیلتراسیون به داخل سیستم تزریق می‌گردد). عامل روش کاشت نیز شامل سه روش [کاشت سانتریفیوژ (سنتی)،

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

کاشت ردیفی در زمین مسطح با فاصله ردیف ۱۵ سانتی متر (فاصله هر جفت ردیف سه تایی ۴۰ سانتی متر و فاصله بین ردیف‌ها در یک جفت ردیف سه تایی ۱۵ سانتی متر) و کاشت جویچه ای با فاصله بین جویچه ها ۶۰ سانتی متر و کشت در حاشیه دو طرف جویچه و کف جویچه به فاصله ۱۵ سانتی متر بود. طول خطوط کاشت ۲۰ متر و عرض هر کرت ۳ متر بود. در روش کاشت اول (سانتریفیوژی، ابتدا شخم و سپس دیسک) نوار تیپها به فاصله ۷۰ سانتی متر از هم قرار گرفت. در روش کاشت ردیفی در زمین مسطح و کاشت جویچه‌ای، نوار تیپها کنار ردیف‌های وسط و در بین دو ردیف کناری قرار داده شدند. فاصله نوار تیپها در روش کاشت ردیفی در زمین مسطح ۷۰ سانتی متر و در روش کاشت جویچه‌ای (جوی و پشته‌ای) ۶۰ سانتی متر بود. آبیاری بر اساس عرف محل و با رعایت جزء آبشویی (به منظور اعمال آبشویی، سیستم آبیاری از نظر زمانی حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد بیش از ساعات آبیاری عرف منطقه روشن بود) انجام گرفت. کشت در دیمه و مقدار بذر مورد استفاده بر مبنای ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار برای روش سانتریفیوژی و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار برای دو روش دیگر کاشت بود. آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب بلوکهای کامل تصادفی و در سه تکرار انجام خواهد شد. عامل شوری به عنوان فاکتور اصلی، فاکتور روش کاشت به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شده است. قبل از شروع آزمایش از خاک محل کشت نمونه برداری و برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی تعیین شدند (جدول ۱). در طول انجام آزمایش مراقبت‌های لازم صورت گرفت و برداشت در نیمه اردیبهشت ماه انجام شد. همچنین عملکرد و اجزاء آن اندازه‌گیری و شوری خاک در پایان فصل در آزمایشگاه تعیین شد. داده‌های بدست آمده با کمک نرم افزار مناسب آماری تجزیه و تحلیل شدند.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مزرعه مورد آزمایش

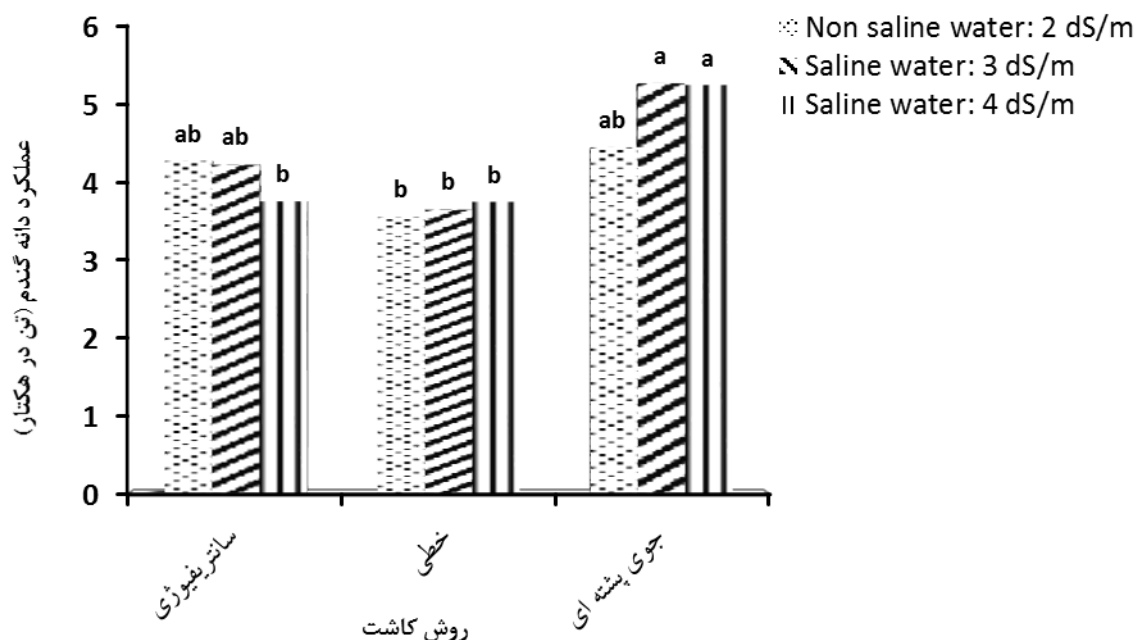
عمق (سانتیمتر)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	واکنش خاک	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)	بافت خاک
۰-۳۰	۰/۶۴۱	۸/۴۰	۰/۲	۸/۴۰	۱۹۶/۶	لوم شنی

نتایج و بحث

در این آزمایش سه عملکرد دانه، عملکرد کاه و کلش و عملکرد کل (دانه + کاه و کلش) تعیین شدند. سطوح شوری تأثیر معنی‌داری بر عملکرد نداشت و حداکثر حدود ۷ درصد نوسان (مربوط به تیمار استفاده از آب با هدایت الکتریکی ۳ دسی‌زیمنس بر متر) ایجاد کرد. از دلایل این مشاهده بالاتر بودن آستانه تحمل گندم نسبت به شوری در مقایسه با سطوح شوری مورد استفاده در آزمایش می‌باشد. در آزمایشی نشان داده شد که کاربرد آب شور در سطوح شوری ۶، ۹، ۱۲ و ۱۸ تا ۲۷ دسی‌زیمنس بر متر سبب شد تا عملکرد گندم در یک خاک لوم شنی به ترتیب به مقدار ۴/۴، ۹/۲، ۵/۹ و ۲۱/۳ درصد در سالهای دوم و سوم آزمایش کاهش یابد. در سال اول به سبب بارندگی تفاوتی در بین تیمارهای شوری مشاهده نگردید (Sharma et al., 1991). روش کاشت تأثیری معنی‌دار بر هر سه نوع عملکرد داشت به این صورت که روش کاشت جوی و پشته‌ای عملکردی معنی‌دار در مقایسه با روش‌های دیگر کشت سبب شد. زیرا در این روش املاح از منطقه ریشه دور و به مرکز پشته منتقل می‌شوند و به همین دلیل اثرات شوری و تجمع املاح کمتر شده و عملکرد بیشتر می‌گردد. در آزمایشی در خوزستان نیز نتایج مشابهی حاصل شد (سلیمان نژاد، ۱۳۷۷). بررسی برهکمنش شوری و روش کاشت نشان داد که در سطوح بالاتر شوری، کشت جوی و پشته‌ای نسبت به دو روش کاشت دیگر همراه با افزایش معنی‌دار عملکرد بود (شکل ۱). افزایش تعداد پنجه در روش کشت اخیر می‌تواند از دلایل این مشاهده باشد. افزایش عملکرد با افزایش شوری در کشت

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جوی و پشته‌ای؛ شاید به این دلیل باشد که تجمع بیشتر آب در کف جوی در این روش کاشت (آب باران و یا آب آبیاری)، علاوه بر آبشویی نمک، بواسطه سبک بودن بافت خاک، با آبشویی عناصر غذایی هم همراه شده است. احتمال دارد با افزایش شوری (با توجه به این که نمک مورد استفاده برای شور کردن آب آبیاری از نوع طبیعی بود و نه کلرید سدیم) برخی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه هم جبران شده باشد و همین موضوع افزایش رشد و عملکرد را سبب شده است. در مطالعه‌ای (فیضی، ۱۳۸۸) نشان داده شد که اگرچه با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۵ به ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد دانه کاهش داشت، ولی در روش کشت فارو ۶۰ سانتیمتری و فارو ۸۰ سانتیمتری میزان عملکرد، بویژه در شوری بالاتر، از میانگین عملکرد بیشتر بود.



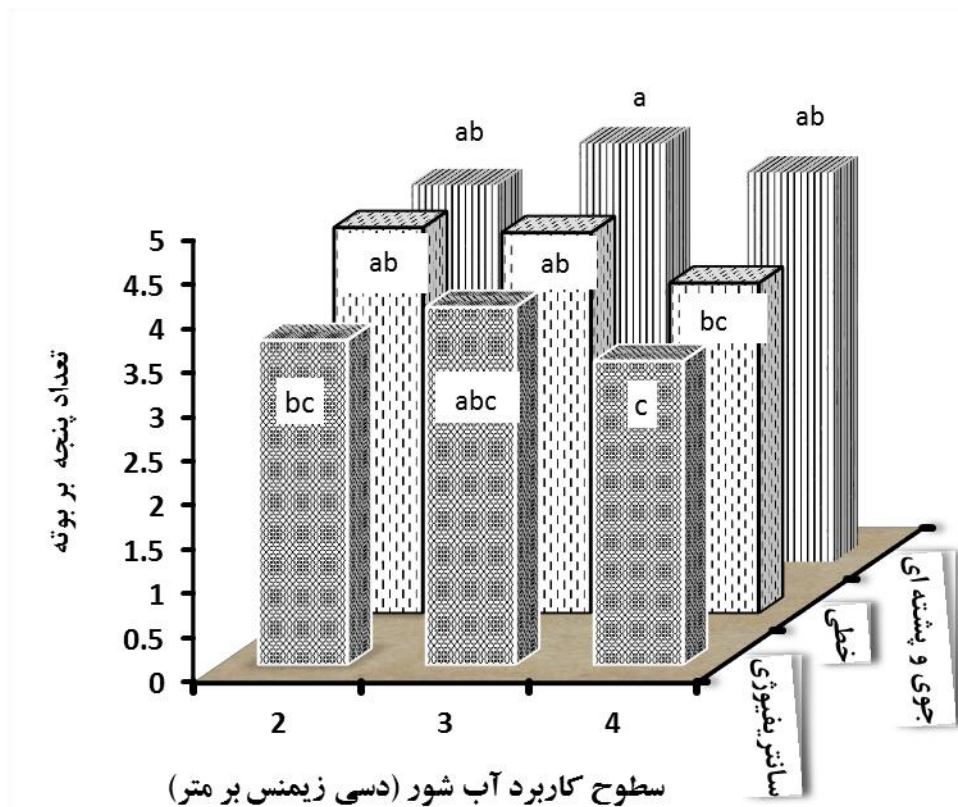
شکل ۱- تأثیر برهمکنش روش کاشت و شوری آب آبیاری بر عملکرد گندم

اثرات متقابل شوری و روش کاشت بر تعداد پنجه در گندم نشان داد تا هنگامی که از آب آبیاری با مقادیر شوری ۲ و ۳ دسی‌زیمنس بر متر استفاده شد، روش‌های کاشت مورد بررسی در این تحقیق تأثیری بر تعداد پنجه در گندم نداشتند؛ اما در شوری بالاتر، اثرات روش‌های کاشت بر پنجه‌زنی، اگرچه معنی‌دار نبود، خود را نشان داد و روش کاشت جوی و پشته‌ای بالاترین تعداد پنجه را سبب گردید (شکل ۳).

بررسی برهمکنش شوری و روش کاشت بر ارتفاع گیاه و تعداد دانه در خوشه گندم نشان داد که فقط در روش کاشت سانتریفیوژی افزایش شوری آب آبیاری بر مقدار این دو صفت تأثیری معنی‌دار داشت و سبب کاهش آنها شد. در دیگر روش‌های کاشت افزایش شوری در آب آبیاری تأثیری معنی‌دار بر آنها نداشت. دریافت رطوبت کمتر توسط بوته‌ها و شانس پایین‌تر برای شستشوی کمتر نمک در روش سانتریفیوژی، که نتیجه قرارگیری موقعیت بوته‌ها نسبت به نوار فطره‌ای می‌باشد، می‌تواند از دلایل این مشاهده باشد. به‌طور کلی با گذشت زمان از کاربرد سطوح آب شور، شوری خاک در منطقه ریشه گندم سیر صعودی داشته است. بارندگی‌های رگباری بهاری در منطقه می‌تواند از دلایل کاهش شوری خاک در فرودین ماه باشد. شدت افزایش در روش جوی و پشته‌ای نسبت به دو روش دیگر، کمتر بود که احتمالاً به سبب حرکت نمک به سمت

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

پشته می‌باشد؛ و از آنجایی که نمونه‌برداری از خاک کف جوی انجام شد، بنابراین مقدار شوری کمتری در انتهای فصل، در این روش کاشت مشاهده گردید.



شکل ۳- تأثیر برهمکنش روش کاشت و شوری آب آبیاری بر تعداد پنجه گندم

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این آزمایش، بیشترین عملکرد دانه گندم به هنگام استفاده از روش کاشت جوی و پشته‌ای برای شرایط حاجی‌آباد هرمزگان حاصل شد. همچنین استفاده از این روش کاشت در مقایسه با روش‌های دیگر مورد استفاده در این آزمایش در انتهای فصل کمترین شوری خاک را سبب شد. بنابراین از نظر این روش کاشت برای شرایط منطقه توصیه می‌شود.

فهرست منابع

- ۱- حسینی، ی. ۱۳۸۹. بررسی مصرف متعادل کود در اراضی زراعی استان هرمزگان. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران: نیم قرن مصرف کود، ۱۰-۱۲ اسفند، هتل المپیک، تهران، ایران.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

- ۲- سلیمان نژاد، م. ۱۳۷۷. بررسی اثر روشهای متداول آبیاری (کاشت) بر عملکرد گندم در خاکهای شور خوزستان. گزارش نهایی. بخش تحقیقات خاک و آب خوزستان، مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی، تهران، ایران. ۲۴ ص.
- ۳- فیضی، م. ۱۳۸۸. روشهای مختلف کشت گندم در شرایط شور. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مرکز تحقیقات منابع طبیعی اسنانهای اصفهان و یزد.
- ۴- مؤمنی، ع. ۱۳۸۹. پراکنش جغرافیایی و سطوح شوری منابع خاک ایران. مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب)، ۲۴ (۳): ۲۰۳-۲۱۵.
- ۵- همایی، م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. شماره ۵۸، ۹۷ ص.
- 6- Alam, M.S., Nesa, M. N., Khan, S.K., Hossain, M.B., Hoque, A. 2007. Varietal differences on yield and yield contributing characters of wheat under different levels of nitrogen and planting methods. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(11), 1388-1392.
- 7- Freeman, K.W., Kirma, K., Teal, R.K., Arnall, D.P., Klatt, A., Raun, W. 2007. Winter wheat grain yield and grain nitrogen as influenced by bed and conventional planting systems. *Journal of Plant Nutrition*, 30, 611-622.
- 8- Hossain, M., Islam, M. K., Sufian, M. A., Meisner, C. A., Islam, M. S. 2006. Effect if planting method and nitrogen levels on the yield and yield attributes if wheat. *Journal of Bioscience*, 14, 127-130.
- 9- Mostafazadeh-Fard, B., Heiddapour, M., Aghakhani, A., Feizi, M. 2007. Effects of irrigation water salinity and leaching on soil chemical properties in an arid region. *International Journal of Agriculture and Biology*, 9(3), 466-469.
- 10- Ozberk, I., Coskun, Y., Ilkhan, A., Kten, M., Karli, B., Ryan, J. 2009. Comparison of bed planting-furrow irrigation with conventional planting-flood irrigation in Durum wheat (*T. durum* Desf) in southeastern Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 12(6), 772-778.
- 11- Sharma, D. P., Singh, K. N., Rao, K., Kumbhare, P.S. 1991. Irrigation of wheat with saline drainage water on a sandy loam soil. *Agricultural Water Management*, 19, 223-233.

The effect planting method and saline water on yield and components yield in Hormozgan province

Yaaghoob Hosseini¹, Mohammad Ali Ahmadi Rad², Abdolhosseini Askari³, Maryam Ghoraishi⁴

¹Soil and Water Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran. yaaghoob.hosseini@yahoo.com

^{2,3,4} Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center

Abstract

The limitation of water resources and the lowering of water quality levels have pushed farmers to use lower quality water. If low-quality water, especially saline water, is to be used for irrigation, solutions should also be made to use it in order to reduce the concerns of the farmer. In this regard, a research was conducted with two factors: salinity of irrigation water (2, 3 and 4 dS / m) and planting method (broadcast seeding, drilled seeding and furrow seeding). The results showed that planting method had a significant effect on yield and some yield components. The furrow planting method caused the significant increase in yield and some yield components. The maximum effect of salinity levels on yield was 7% but caused a significant reduction in tillering. Also, the use of furrow planting method in comparison with other methods used in this experiment caused the lowest salinity of the soil at the end of the season. Therefore, this method of planting is recommended for the region's conditions.

Keywords: Hormozgan, Planting method, Salinewater, Wheat

اثر آبیاری درازمدت با پساب شهری بر تغییرپذیری مکانی برخی عناصر در خاک

مجتبی فتحی*^۱ و حمید ملاحسینی^۲

^۱بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران،

پست الکترونیک: mjtb.fathi@gmail.com

چکیده

اهمیت استفاده از پساب به موضوع کاهش فشار بر منابع آب سطحی بر می‌گردد. از مشکلات عمده زیست محیطی آبیاری با پساب می‌توان تجمع عناصر آلاینده در خاک را نام برد که به دلیل غیر قابل تجزیه بودن و اثرات فیزیولوژیکی که بر موجودات زنده دارند، بسیار مورد توجه می‌باشند. در این راستا جمع‌آوری اطلاعات از اراضی تحت آبیاری با پساب می‌تواند از جنبه مدیریتی بسیار مفید باشد. در این پژوهش اراضی تحت آبیاری با پساب شمال شهر اصفهان به فواصل ۵۰۰ متر نمونه‌برداری و در آنها میزان عناصر سرب، کادمیم، منگنز و مس اندازه‌گیری شد. منطقه مورد نمونه‌برداری حدود ۲۰۰۰ هکتار از اراضی آبیاری شده با تاریخچه متفاوت از نظر آبیاری با پساب را پوشش می‌دهد. سپس براساس آستانه تغییرات و دامنه تغییر نمای هر ویژگی خاک نقشه خطوط هم‌مقدار برای هر یک از عناصر به روش کریجینگ رسم شد. نتایج حاصل از تحلیل وریوگرامها مربوط به غلظت عناصر در خاک در اراضی تحت آبیاری با پساب تصفیه‌خانه شمال شهر اصفهان نشان داد که بهترین مدل برازش شده به ساختار فضایی متغیرهای آلاینده در طول دوره زمانی مورد مطالعه مدی کروی می‌باشد. با توجه به بررسی انجام شده در مورد مقایسه روشهای میانپایی برای متغیرهای آلاینده در اراضی مورد مطالعه، نتایج نشان داد که روش کریجینگ ساده با توجه به RMSE کمتر و R بیشتر نسبت به روشهای دیگر در طول دوره زمانی مورد بررسی برتری داشته است.

واژگان کلیدی: آب خاکستری، محیط زیست، آلاینده‌گی، عناصر خاک، شمال اصفهان

مقدمه

در حال حاضر حدود ۹۳ درصد از کل آب مصرفی در ایران صرف آبیاری حدود ۸/۵ میلیون هکتار از اراضی زراعی شده و سهم بخش شرب و صنعت به ترتیب ۵/۸ و ۱/۲ درصد می‌باشد (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت رییس‌جمهور، ۱۳۸۹). در چنین شرایطی که کشور به شدت از لحاظ کمبود منابع آب شیرین رنج می‌برد توجه به منابع غیرمتعارف اجتناب‌ناپذیر است (رادنیا و همکاران، ۱۳۹۶؛ پروینی، ۱۳۷۴). از این‌رو استفاده از پساب فاضلاب بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است (مهرآوران و همکاران، ۱۳۹۴). در طرح جامع آب کشور بیان شده تا سال ۱۴۰۰ به نسبت دهه‌ی هفتاد شمسی با روند پر شتاب در رشد پساب‌های کشور روبرو خواهیم بود. به طوری که در بخش‌های مختلف از جمله، پساب کشاورزی به میزان ۲۱۲/۱ درصد، پساب‌های صنعتی ۲۵۷/۱ درصد و فاضلاب‌های خانگی ۸۹ درصد افزایش خواهند داشت.

از طرفی توجه به آثار بلند مدت استفاده از پساب‌ها بر روی خصوصیات خاک‌های کشاورزی و از جمله خصوصیات تغذیه‌ای و آلاینده‌گی از منظر شیمی و حاصل خیزی خاک نیز مساله‌ای بسیار مهم است. در این رابطه باید توجه داشت که پساب‌ها می‌تواند آثار مثبت و منفی توأم بر خاک اعمال کند. به رغم جنبه‌های مفید پساب به عنوان منبع عناصر غذایی و ماده‌ی آلی، ورود فلزات سنگین و مواد آلاینده در نتیجه‌ی کاربرد درازمدت آن در خاک‌های زراعی مشکل ساز خواهد بود. در دوران حاضر که کشور با مشکلات بزرگی در زمینه‌ی خشکسالی و نبود منابع آبی کافی مواجه است و از طرفی پساب به عنوان منبعی برای آبیاری اراضی

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

کشاورزی در دسترس است، بخصوص در مناطق گرم و خشک مانند استان اصفهان، انجام تحقیقات گسترده بر روی آثار استفاده از این منابع آبی در کشت گیاهان زراعی و صنعتی امری حیاتی است. باتوجه به اهمیت این مسئله، بررسی دقیق این جنبه از خصوصیات خاک از نقطه نظر بالا بردن غلظت فلزات سنگین(عناصر آلاینده) و ورود آن به چرخه‌ی غذایی انسان و دام اجتناب ناپذیر است. مطالعات مختلفی در داخل کشور به منظور بررسی روش‌های مناسب کاربرد پساب، مدیریت و تاثیر کاربرد آنها بر خاک و گیاه انجام شده است (نجفی و همکاران، ۱۳۸۶؛ حسین پور و همکاران، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹؛ فیضی، ۱۳۸۰). نتیجه بررسی تاثیر دراز مدت پساب فاضلاب بر روی خاک نشان داد که اسیدیته، غلظت عناصر سدیم، بر و فسفر در عمق سطحی خاک پس از کاربرد پساب فاضلاب افزایش یافت(قیان و مچام، ۲۰۰۵) در گزارش دیگری کاربرد دراز مدت فاضلاب باعث افزایش مقدار نمک ها، مواد آلی و عناصر غذایی شد ولی تغییری در مقدار اسیدیته خاک مشاهده نشد(محمد روسان و همکاران، ۲۰۰۷) در اثر کاربرد پساب، اسیدیته‌ی خاک، تعادل عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم و نسبت کلسیم به منیزیم تغییر و همچنین شوری ها افزایش یافت (پاترسون و مکلود، ۱۹۹۷) استفاده از فاضلاب تصفیه شده (پساب) باعث کاهش اسیدیته، افزایش شوری، افزایش عناصری چون سدیم، کلسیم، منیزیم و کلر در بخش محلول خاک و افزایش نیتروژن کل، فسفر قابل جذب و افزایش عناصر سنگین مانند نیکل، کادمیوم و کروم شد (پروان، ۱۳۸۳). نتایج بررسی اثرات پساب بر برخی خواص شیمیایی خاک در چند محصول زراعی نشان داد که پساب باعث تغییر اسیدیته، افزایش شوری و عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان و همچنین افزایش برخی عناصر فلزی سنگین شد(باقری، ۱۳۷۹)

در یک تحقیق کاربرد دو نوع فاضلاب شامل پساب تصفیه شده و فاضلاب خام تصفیه خانه شمال اصفهان بررسی و درنتیج آن گزارش شده است که این پساب ها از نظر آبیاری بدون پیامد، از نظرمیزان بیکربنات فاضلاب خام دارای تاثیر بالا و پساب تصفیه شده دارای تاثیر متوسط و از نظر شوری پیامد کاربرد این دو نوع فاضلاب ضعیف تا متوسط بوده است (ایگدرنژاد و مطیع‌زاده، ۱۳۸۷). کاربرد پساب فاضلاب تصفیه شده و آب چاه برای مدت حدود ۷ سال در مزرعه‌ای در شمال اصفهان نشان داد که مقدار روی، منگنز، مس و آهن در خاکهای آبیاری شده با پساب فاضلاب بیش از خاکهای آبیاری شده با آب چاه بود. اما اختلاف آنها معنی‌دار نبود. همچنین غلظت سرب و کادمیوم در خاکهای آبیاری شده با هر دو نوع آب نیز تقریباً یکسان بود(فیضی، ۲۰۰۱). آبیاری طولانی مدت اراضی کشاورزی در جنوب تهران با فاضلاب شهری باعث افزایش غلظت قابل استفاده‌ی کربن آلی، فسفر، پتاس، روی، مس، کادمیوم، سرب و نیکل در این اراضی نسبت به اراضی تحت آبیاری با آب چاه یا قنات شد(ملاحسینی، ۱۳۸۱). در اراضی کشاورزی تحت آبیاری با فاضلاب در جنوب تهران می توان بدون کاهش معنی داری در عملکرد گندم و ذرت، مصرف نیتروژن، فسفر و پتاس را به میزان ۷۵ درصد توصیه براساس آزمون خاک مصرف نمود(ملاحسینی، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۵)

مواد و روش‌ها

نمونه برداریها در اراضی تحت آبیاری با پساب تصفیه‌خانه شمال شهر اصفهان(شکل ۱) بر روی گره‌های یک شبکه منظم به فواصل ۵۰۰ متر بوسیله اوگر دستی از عمق ۲۰-۰ انجام شد و در آنها میزان عناصر اندازه‌گیری شد. عناصر شامل سرب، کادمیوم، مس و منگنز** به صورت مقدار کل در واحد وزن خاک بر اساس دستورالعمل موسسه تحقیقات خاک و آب کشور (نشریه‌ی شماره ۸۹۳) با دستگاه طیف سنج جذب اتمی اندازه گیری شد. وسعت منطقه مورد نمونه‌برداری حدود ۲۰۰۰ هکتار از اراضی آبیاری شده با تاریخچه متفاوت از نظر آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه خانه شمال اصفهان را پوشش میدهد. بخشی از اراضی ۲۵ سال گذشته با پساب آبیاری شده و در قسمتی از اراضی سابقه آبیاری با پساب ۱۰ تا ۱۵ سال است. در بقیه اراضی آبیاری با پساب انجام نشده و یا بصورت مخلوط پساب و آبهای زیرزمینی آبیاری گردیده است.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۱- تصویر هوایی محدوده مطالعاتی

نتایج پس از بررسی مقدماتی آماری وارد نرم افزار مناسب گردید و داده های مربوط به هر عامل از نظر نرمال بودن به وسیله ی آزمون کلموگراف - اسمیرنف بررسی شد و به منظور تشریح پیوستگی مکانی متغیرها تابع تغییرنا برای هر یک از ویژگیهای خاک رسم شد و بهترین فاصله نمونه برداری براساس دامنه تغییرنا تعیین گردید سپس براساس آستانه تغییرات و دامنه تغییر نمای هر

نتایج و بحث

تحلیل تغییرنمای عنصر کادمیم

بر اساس نتایج نسبت اثر قطعه ای برای متغیر کادمیم بیانگر وجود وابستگی مکانی برای مدل کروی می باشد. پارامترهای تغییرنا برای متغیر کادمیم در جدول ۱ نشان داده شده است. این مدل از نزدیک مبدا مختصات شروع شده و در نزدیکی آن رفتار خطی دارد با افزایش فاصله منحنی به سرعت به سمت مقادیر بیشتر صعود می کند. آنگاه به تدریج از شیب آن کم می شود.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

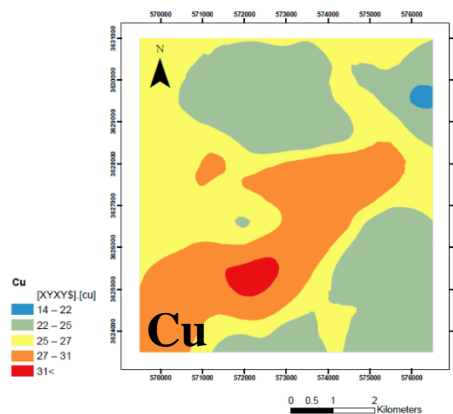
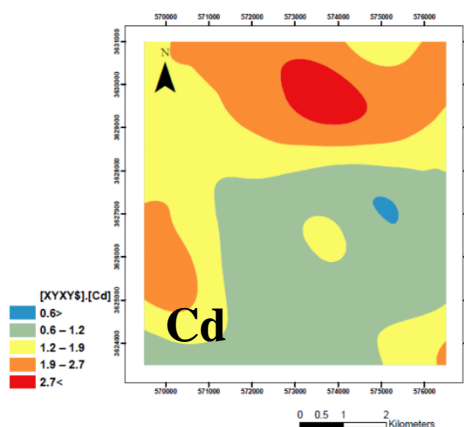
جدول (۱) عامل‌های مربوط به متغیر وریوگرام عناصر در خاک

عنصر	مدل	میانگین (پی پی ام)	اثر قطعه‌ای	آستانه	دامنه	c/c+c0
مس	کروی	26/13	1/10	2/50	2200	0/69
منگنز	کروی	454/13	1/50	4/50	2500	0/75
سرب	کروی	33/86	1/50	3/10	2100	0/67
کادمیم	کروی	1/17	0/20	0/78	3500	0/80

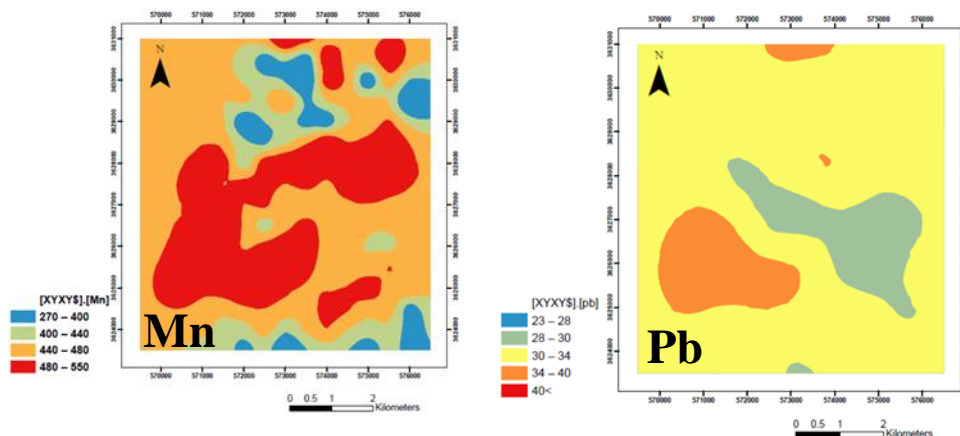
جدول ۲ مقادیر RMSE و R را برای دوروش کریجینگ ساده و معمولی برای متغیر کادمیم نشان می‌دهد. باتوجه به نتایج چون روش کریجینگ ساده دارای R (ضریب همبستگی مقادیر مشاهده‌ای و برآوردی) بالاتر و RMSE پایین‌تر است، لذا روش کریجینگ ساده به عنوان روش مناسب جهت تهیه نقشه تغییرات مقادیر کادمیم در منطقه مطالعاتی انتخاب می‌شود. مقادیر کادمیم اندازه‌گیری شده در سطح منطقه با استفاده از روش‌های زمین‌آمار بر روی نقشه پایه محدوده مطالعاتی آورده شده است (شکل ۲). این نقشه نشان می‌دهد که مقدار کادمیم از جنوب به شمال محدوده افزایش داشته و با توجه به گسترش اراضی تحت آبیاری با پساب در جنوب غرب محدوده موید آن مطلب است که آبیاری با پساب تاثیری در تغییرات مکانی کادمیم در خاک‌های منطقه نداشته است.

جدول (۲) مقادیر R و RMSE روش‌های کریجینگ برای شاخص کادمیم

روش	RMSE	R
کریجینگ ساده	0/2۰	0/31
کریجینگ معمولی	0/21	0/27



هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل (۲) نقشه تغییرات عناصر مورد بررسی خاک در محدوده مطالعه

تحلیل تغییرنمای عنصر سرب

بر اساس نتایج نسبت اثر قطعه‌ای برای متغیر سرب بیانگر وجود وابستگی مکانی برای مدل کروی می‌باشد. پارامترهای تغییرنما برای متغیر سرب در جدول ۱ نشان داده شده است. این مدل از نزدیک مبدا مختصات شروع شده و در نزدیکی آن رفتار خطی دارد با افزایش فاصله منحنی به سرعت به سمت مقادیر بیشتر صعود می‌کند. آنگاه به تدریج از شیب آن کم می‌شود. جدول ۳ مقادیر RMSE و R را برای دوروش کریجینگ ساده و معمولی برای متغیر سرب نشان می‌دهد. با توجه به نتایج چون روش کریجینگ ساده دارای R (ضریب همبستگی مقادیر مشاهده‌ای و برآوردی) بالاتر و RMSE پایین‌تر است، لذا روش کریجینگ ساده به عنوان روش مناسب جهت تهیه نقشه تغییرات مقادیر سرب در منطقه مطالعاتی انتخاب می‌شود.

مقادیر سرب اندازه‌گیری شده در سطح منطقه با استفاده از روش‌های زمین‌آمار بر روی نقشه پایه محدوده مطالعاتی آورده شده است (شکل ۸). این نقشه نشان می‌دهد که مقدار سرب در جنوب غرب محدوده که محل ورود کانال پساب فاضلاب است بصورت موضعی بیشتر بوده و افزایش داشته و با توجه به گسترش اراضی تحت آبیاری با پساب در جنوب غرب محدوده موید آن مطلب است که آبیاری با پساب در تغییرات مکانی سرب در خاکهای منطقه تاثیر داشته است.

جدول (۳) مقادیر R و RMSE روشهای کریجینگ برای شاخص سرب		
روش	RMSE	R
کریجینگ ساده	0/31	10/09
کریجینگ معمولی	0/3۴	8/57

تحلیل تغییرنمای عنصر مس

در این مطالعه بهترین مدل برازش شده بر تغییرنمای متغیر مس مدل کروی می‌باشد. جدول (۱) پارامترهای تغییرنمای متغیر مس را نشان می‌دهد. مقادیر R و RMSE متغیر مس برای هر یک از روشهای کریجینگ ساده و معمولی در جدول (۴) آورده شده است. بر اساس نتایج چون روش کریجینگ ساده به عنوان بهترین روش جهت تهیه نقشه تغییرات مقادیر مس انتخاب شد. تغییرات

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

مقادیر مس در شکل (۲) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود تغییرات عنصر مس در اطراف مسیر عبور پساب از جنوب غرب محدوده به طرف شمال شرق بیشترین مقادیر را به خود اختصاص داده است.

جدول (۴) مقادیر R و RMSE روشهای کریجینگ برای شاخص مس

روش	RMSE	R
کریجینگ ساده	0/22	7/91
کریجینگ معمولی	0/23	6/72

تحلیل تغییرنمای عنصر منگنز

مناسبترین مدل برازش شده بر تغییرنمای متغیر منگنز مدل کروی می‌باشد. جدول ۱ پارامترهای تغییرنمای متغیر منگنز را نشان می‌دهد. مقادیر R و RMSE متغیر منگنز برای هریک از روشهای کریجینگ ساده و معمولی در جدول ۵ آورده شده است. بر اساس نتایج چون روش کریجینگ ساده به عنوان بهترین روش جهت تهیه نقشه تغییرات مقادیر منگنز انتخاب شد. تغییرات مقادیر مس در شکل ۵ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود تغییرات عنصر منگنز با نزدیک شدن به مسیر کانال پساب از جنوب غرب محدوده به طرف شمال شرق بیشترین مقادیر را به خود اختصاص داده است.

جدول (۵) مقادیر R و RMSE روشهای کریجینگ برای شاخص منگنز

روش	RMSE	R
کریجینگ ساده	0/4۰	85/73
کریجینگ معمولی	0/44	72/87

تحلیل تغییرنمای عنصر روی

در این مطالعه بهترین مدل برازش شده بر تغییرنمای متغیر روی مدل کروی می‌باشد. جدول ۱ پارامترهای تغییرنمای متغیر روی را نشان می‌دهد. مقادیر R و RMSE متغیر روی برای هریک از روشهای کریجینگ ساده و معمولی در جدول ۶ آورده شده است. بر اساس نتایج چون روش کریجینگ ساده به عنوان بهترین روش جهت تهیه نقشه تغییرات مقادیر روی انتخاب شد. تغییرات مقادیر روی در شکل ۶ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود میزان عنصر روی در محل ورود پساب به منطقه در جنوب غرب پساب از جنوب غرب محدوده به طرف شمال شرق بیشترین مقادیر را به خود اختصاص داده است.

جدول (۶) مقادیر R و RMSE روشهای کریجینگ برای شاخص روی

روش	RMSE	R
کریجینگ ساده	0/41	12/19
کریجینگ معمولی	0/43	10/36

نتیجه گیری

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

امروزه کاربرد روشهای جدید امکانات بسیاری را در پهنه بندی داده‌ها نقطه‌ای فراهم آورده است. استفاده از روشهای زمین‌آماری افزایش دقت برآوردهای نقطه‌ای لازم برای پهنه‌بندی را به دنبال داشته است. از طرف دیگر به کمک روشهای میانپایی زمین‌آمار می‌توان تحلیل‌های آماری و پیش‌بینی در نقاط مختلف بر اساس موقعیت مکانی و جغرافیایی را دقیق‌تر انجام داد. از جمله برای آگاهی از تغییرات مکانی آلاینده‌ها در مقیاس محلی و منطقه استفاده از این روشها راهگشا خواهد بود. به این منظور از روش کریجینگ ساده و کریجینگ معمولی استفاده گردید. نتایج حاصل از تحلیل و ریوگرامها مربوط به غلظت عناصر سنگین در خاک در اراضی تحت آبیاری با پساب تصفیه‌خانه شمال شهر اصفهان نشان داد که بهترین مدل برازش شده به ساختار فضایی متغیرهای آلاینده در طول دوره زمانی مورد مطالعه مدی کروی می‌باشد. با توجه به بررسی انجام شده در مورد مقایسه روشهای میانپایی برای متغیرهای آلاینده در اراضی مورد مطالعه، نتایج نشان داد که روش کریجینگ ساده با توجه به RMSE کمتر و R بیشتر نسبت به روشهای دیگر در طول دوره زمانی مورد بررسی برتری داشته است. نقشه‌های تهیه شده به روش کریجینگ نشان داد. در مورد متغیر مس در اراضی تحت آبیاری با پساب در منطقه که از جنوب غرب به سمت شمال شرق جریان دارد این متغیر مقادی بیشتری را به خود اختصاص داده است. در مورد متغیر منگنز نیز الگوی مشابهی مشاهده می‌شود. در مورد بقیه عناصر اندازه‌گیری شده احتمالاً تاثیر عوامل دیگر همچون مدیریت و وضعیت مواد مادری خاک بر غلظت نقش بیشتری داشته است. نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج مطالعات دیگر هماهنگی دارد (امینی و همکاران، ۱۳۸۱؛ کاویانپور و همکاران، ۲۰۱۲؛ دیدریک و همکاران، ۱۹۹۹؛ ریما و همکاران، ۲۰۰۳). این محققان کارایی روشهای زمین‌آمار و کریجینگ در بررسی اثرات آلاینده‌ها و میانپایی آنها گزارش نموده‌اند. هدف نهایی از بررسی تغییرات مکانی آلاینده‌ها شبیه‌سازی مطمئن و کم هزینه این داده‌ها در بعد مکان می‌باشد. به نحوی که جهت اهداف بعدی از جمله پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت آلودگی در منطقه فراهم گردد.

فهرست منابع

امینی، م.، ح. خادمی و ن. فتحیان پور. ۱۳۸۱. مقایسه کریجینگ و کوکریجینگ در برآورد غلظت کلر محلول در خاک، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۳، شماره ۴ ص ۷۴۷-۷۴۱.

ایگدرنژاد، اصلان و مطیع زاده، معصومه، ۱۳۸۷، ارزیابی کیفیت فاضلاب خام و پساب تصفیه شده تصفیه‌خانه شمال اصفهان برای استفاده مجدد در کشاورزی، سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی، خوراسگان، دانشگاه آزاد واحد خوراسگان.

باقری، م.، ۱۳۷۹، اثرات پساب و سیستم‌های آبیاری بر خواص فیزیکی، شیمیایی و آلودگی خاک تحت کشت چند محصول زراعی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

پروان، م.، ۱۳۸۳، اثرات آبیاری با فاضلاب تصفیه شده بر روی خصوصیات خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد. پروینی، م.، ۱۳۷۴. استفاده مجدد از پساب شهری، راه‌حل دیگر و منبعی قابل اطمینان. مجله آب و توسعه، ۳(۴): ۲۷-۱۸.

حسین‌پور، ا.، غ. حق‌نیا، ا. علیزاده و ا. فتوت. ۱۳۸۹، تأثیر تخلیه فاضلاب‌های شهری بر کیفیت شیمیایی زه‌آب‌های خروجی و برخی خصوصیات شیمیایی یک خاک شور در شرایط غرقاب پیوسته و متناوب، دومین سمینار ملی جایگاه آب‌های بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب، کاربردها در کشاورزی و فضای سبز. مشهد.

حسین‌پور، ا.، غ. حق‌نیا، ا. علیزاده و ا. فتوت، ۱۳۸۷، بررسی انتقال برخی عناصر به عمق خاک پس از آبیاری با فاضلاب شهری، اولین سمینار ملی جایگاه آب‌های بازیافتی در مدیریت منابع آب، مشهد.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

- رادنیا، م.ر.، بذرافشان، ا.، کردمصطفی پور، ف.، شهریاری، ع.، خاکسفیدی، ر.، کریم پور، ز.، ۱۳۹۶. بررسی امکان استفاده از پساب تصفیه خانه فاضلاب بیمارستان علی بن ابیطالب (ع) شهر زاهدان جهت آبیاری فضای سبز. چهارمین کنفرانس بین المللی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست- دانشگاه تهران. ۸-۱.
- فیضی، م.، ۱۳۸۰، تاثیر مصرف پساب فاضلاب بر روی خاک و گیاه در منطقه شمال اصفهان، هفتمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه شهرکرد.
- معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، ۱۳۸۹. ضوابط زیست محیطی استفاده مجدد از آب های برگشتی و پساب ها. شماره ۵۳۵، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، تهران. شماره ۵۳۵، ۱۵۵ صفحه.
- ملاحسینی، ح.، ۱۳۸۱، بررسی شدت و گستردگی آلودگی خاکها به عناصر سنگین و گیاهان آبیاری شده با فاضلاب در جاده ورامین، مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین، گزارش نهائی ۸۱/۳۶۵.
- ملاحسینی، ح.، ۱۳۸۳، بررسی اثرات تغذیه ای ازت، فسفر و پتاس و تراکم کاشت روی خصوصیات کمی و کیفی ذرت علوفه ای (۷۰۴) تحت آبیاری با فاضلاب در جاده ورامین، مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین، گزارش نهایی ۸۳/۱۲۵۲.
- ملاحسینی، ح.، ۱۳۸۵، بررسی نقش کیفیت فاضلاب در تامین ازت، فسفر و پتاس در زراعت گندم، مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین، گزارش نهایی ۸۵/۱۲۹۰.
- مهرآوران، ب.، انصاری، ح.، بهشتی، ع.ا.، اسماعیلی، ک.، ۱۳۹۴. بررسی امکان استفاده از پساب تصفیه شده در آبیاری با توجه به اثرات زیست محیطی آن (مطالعه موردی پساب خروجی تصفیه خانه پرکنآباد مشهد). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۳(۹): ۴۴۶-۴۳۹.
- نجفی، پ.، ف. موسوی و م. فیضی، ۱۳۸۶، اثر کاربرد پساب تصفیه شده شهری بر عملکرد و کیفیت گندم. مجله علوم خاک و آب، ۲۱(۲).

- Diederik J., Christophe M., Binayak M. 1999. Spatial variability of atrazine sorption parameters and other soil properties in a podzoluvisol. *Journal of Contaminant Hydrology* 36 : 31-52
- Feizi, M. 2001. Effect of Treated wastewater on Accumulation of Heavy metals in plants and soil . International workshop on wastewater Reuse Management. ICID International workshop on wastewater Reuses management.
- Kavianpoor, A., Esmali Ouri, Z., Jafarian Jeloudar, A. 2012. Spatial Variability of Some Chemical and Physical Soil Properties in Nesho Mountainous Rangelands. *American Journal of Environmental Engineering*. 2(1): 34-44
- Qian, Y.L., and B. Mecham. 2005. Long-Term Effects of Recycled Wastewater Irrigation on Soil Chemical Properties on Golf Course Fairways . *Journal of Agronomy*. 97 Rep.Korea.
- Rima B., Aaron L. 2003. Multi-scale variation in spatial heterogeneity for microbial community structure in an eastern Virginia agricultural Field. *Microbiology Ecology* 44 :335-346

The Effect of Long- Term Irrigation with Municipal Treated Wastewater on some elements in Northern Isfahan soils

Mojtaba Fathi^{1*} and Hamid molahoseini²

Soil and water research department, Isfahan agricultural and natural resources research and education center, AREEO, Isfahan, Iran

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

Email: mjtbfathi@gmail.com

The importance of using municipal treated wastewater in irrigation is reducing pressure on surface water resources. One of the major environmental problems of wastewater irrigation is the accumulation of pollutants in the soil. Study of pollution in lands irrigated with wastewater can be very useful from a management point of view. In this study, irrigated lands with wastewater in the north of Isfahan were sampled on a network at 500 meters distance. Pb, Cd, Mn and Cu were measured in samples. The sampled area covers about 2000 hectares of irrigated lands with different history in terms of wastewater irrigation. Elements map was drawn by kriging method. The results of analysis of variograms related to the of elements in the soil in irrigated lands with wastewater in study area showed that the best model fitted to the spatial structure of pollutant during the period is spherical. the results showed that the simple kriging method was better than other methods due to less RMSE and more R during the study period.

Keywords: Gray Water, Environment, Pollution, Soil Elements, North of Isfahan

مدل‌سازی اثر عوامل خاکی بر عملکرد باغات زیتون با روش شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون

۱. علی آجیلی لاهیجی ۲. علی محمدی ترکاشوند ۳. عبدالمحمد محنت کش ۴. میر ناصر نویدی

۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان و دانشجوی اسبق دکتری دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات ۲- دانشیار گروه علوم خاک، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران ۳- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران ۴- استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

(*)- نویسنده مسئول (Email: lahigy_123@yahoo.com)

چکیده:

یکی از روش‌های نوین در ارزیابی اراضی نسبت به کاربری‌های مختلف، مدل‌سازی یا شبیه‌سازی کاربری مورد نظر است عملکرد محصول باغات زیتون تحت تاثیر عوامل محیطی مختلف خاکی، آبی، توپوگرافی می باشد، که در مجموع یازده عامل موثر بر عملکرد زیتون انتخاب و به عنوان متغیرهای ورودی مدل انتخاب شدند. این متغیرهای ورودی شامل خصوصیات خاک EC، میزان مواد خنثی شونده (TNV)، درصد کربن آلی، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب، درصد رس و درصد سیلت و خصوصیات آب آبیاری شامل EC و میزان آب آبیاری؛ خصوصیات توپوگرافی شامل: ارتفاع و شیب بوده است. عکس‌العمل مدل به هر یک از متغیرهای ورودی بررسی و مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار بر عملکرد محصول زیتون به دست آمد. براساس نتایج آنالیز حساسیت، مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در عملکرد محصول زیتون، به ترتیب کربن آلی خاک، میزان پتاسیم قابل جذب، میزان آب آبیاری، ارتفاع، میزان آهک، درصد رس، شیب نقطه، شوری خاک، فسفر قابل جذب، و شوری آب بوده است. که به طور خلاصه می‌توان عملکرد محصول زیتون بیشتر تحت تاثیر پنج الویت اول تامین عناصر غذایی ماکرو مانند نیتروژن و پتاسیم و تامین رطوبت مورد نیاز با توجه به تبخیر زیاد منطقه و عوامل مزاحم مانند آهک می‌باشد.

کلید واژه: زیتون، ارزیابی، مدل‌سازی، گیلان

مقدمه:

زیتون (*Olea europaea L.*) در حال حاضر به عنوان یکی از منابع اصلی تامین کننده چربی‌ها در تغذیه انسان در بسیاری از کشورهای اروپایی به‌ویژه در حوزه دریای مدیترانه است. این گیاه برای تمام کشورهای که در عرض‌های ۳۰-۴۵ درجه قرار دارند مناسب می باشد (Russo et al., 2016). سطح زیر کشت باغ‌های زیتون جهان بر اساس آمارهای به‌دست آمده شورای بین المللی زیتون (Touzani, 1993)، بیش از ده میلیون هکتار

بوده که ایران با ۱۱۰۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت مرتبه شانزدهم را در بین کشورهای تولید کننده زیتون، داراست. همچنین میزان تولید میوه زیتون در جهان ۱۸ میلیون تن در سال گزارش شده که ایران با تولید ۱۰۲ هزار تن میوه نیز در رتبه شانزدهم قرار گرفته است (Hosseini and Torkzaban., 2013). عملکرد درختان زیتون تحت تاثیر عوامل اقلیمی وضعیت آگرونومیکی در قبل از گلدهی و طول دوره رشد مثل کمبود آب، افزایش دما، بیماریهای گیاهی می‌باشند، که این عوامل در عملکرد زیتون نقش مهمی ایفاء می نمایند (Rapoport., 2012). روشهای نوین ارزیابی اراضی شامل روش‌های مختلف مدل‌سازی است که تا با استفاده از تکنیک‌هایی توانایی مدل‌ها را در تعیین ارتباط ذکر شده آزمون نماید (Mehnatkesh A. 2012). تاکنون، روش‌های زیادی برای تخمین عملکرد در کشاورزی به‌کار گرفته شده است (Maselli and Rembold, 2001). یکی از روش‌های مدل‌سازی که در سالهای اخیر مورد توجه بسیاری از محققین در علوم مختلف واقع شده است، مدل‌سازی به روش شبکه عصبی مصنوعی می باشد. در مدل‌سازی عملکرد زیتون و وضعیت تغذیه‌ای زیتون عنوان نمودند که خاک و عوامل زمین از یک طرف و تغذیه درختان از طرف دیگر بیشترین تاثیر را بر عملکرد داشته‌اند. برای مدل‌سازی از رگرسیون چند گانه استفاده نمودند و در بررسی ارتباط عناصر غذایی در خاک با عملکرد، پتاسیم کل خاک، میزان ازت خاک و عمق خاک بیشترین همبستگی با عملکرد زیتون را داشتند. پتاسیم خاک و عمق خاک ۷۷ درصد تغییرات عملکرد توجیه نمودند و این دو عامل بعلاوه آهن و بر برگ ۸۳ درصد تغییرات عملکرد را در مدل‌سازی توجیه نمودند (Aguilera and Valenzuela., 2014). این تحقیق با هدف تعیین عوامل موثر بر عملکرد باغات زیتون خصوصا خصوصیات خاک با دو روش رگرسیون چند متغیره و روش شبکه عصبی مصنوعی به‌اجراء درآمد.

مواد و روشها:

منطقه مورد مطالعه در استان گیلان در شهرستان رودبار در منطقه‌ای به وسعت ۲۰۰ کیلومتر از طول جغرافیایی $49^{\circ}28'55''E$ و عرض جغرافیایی و $36^{\circ}55'1''N$ تا منطقه‌ای دارای طول و عرض جغرافیایی $49^{\circ}33'20,91''E$ و $36^{\circ}36'39,20''N$ را شامل می‌شود. این منطقه که دارای اقلیم‌های متفاوت به ترتیب از رستم آباد، رودبار، منجیل تا لوشان بوده و از مرطوب به فراخشک تغییر می‌نماید که حدود ۸۰ نمونه خاک از مناطق مختلف نمونه برداری گردید. خصوصیات خاکی شامل: EC، میزان مواد خنثی شونده (TNV)، درصد کربن آلی، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب، درصد رس و درصد سیلت؛ خصوصیات آب آبیاری شامل: EC و میزان آب آبیاری؛ خصوصیات توپوگرافی شامل: ارتفاع و شیب که نهایتا ۱۱ عامل به عنوان ورودی های مدل و عملکرد محصول زیتون در سال زراعی ۹۶-۹۷ به عنوان خروجی مدل به‌کار گرفته شد. برای تعیین ویژگی‌های

توپوگرافی (ارتفاع و شیب نقاط) با استفاده از یک لایه DEM با قدرت تفکیک ۳۰ متر که توسط سازمان نقشه برداری کشور تهیه شده است، از طریق میان‌یابی توسط نرم‌افزار ArcGis. 10.3 تهیه گردید. بعد از خشک شدن نمونه‌ها در سایه توسط هاون چوبی کوبیده و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شدند و سپس اندازه‌گیری نمونه‌ها با روش‌های استاندارد موسسه تحقیقات خاک و آب کشور انجام گردید.

مدلسازی شبکه عصبی مصنوعی:

در ابتدا به منظور هم ارزش شدن داده‌ها، پس از به دست آوردن خصوصیات خاک، ویژگی‌های توپوگرافی و همچنین مقادیر عملکرد محصول زیتون، این مقادیر با استفاده از معادله (۱) استاندارد شدند:

$$Xs = (((Xi - Xmean)/(Xmax - Xmin))*0.5)+0.5 \quad (1)$$

که در این رابطه XS: مقدار استاندارد شده، Xi: مقدار واقعی، Xmean: متوسط مقادیر، Xmax: مقدار حداکثر، Xmin: مقدار حداقل.

قبل از طراحی شبکه‌های عصبی باید داده‌های مورد نیاز برای آموزش شبکه آماده گردد. برای طراحی ساختار شبکه عصبی مصنوعی، از بسته نرم‌افزاری (MATLAB, 2019) استفاده گردید. در این تحقیق، پرسپترون چندلایه (MLP) با قاعده یادگیری پس انتشار^۱ (BP) با الگوریتم آموزش پس انتشار لونیبرگ-مارکواردت (Levenberg-Marquardt) برای آزمایش شبکه عصبی مصنوعی به کار رفت. فرآیند آنالیز حساسیت، میزان حساسیت مدل را نسبت به متغیرهای ورودی آن نشان نشان میدهد، شناخت مهم‌ترین پارامترهای ورودی به مدل‌های پیش‌بینی عملکرد زیتون که عوامل مؤثر در عملکرد نیز محسوب می‌گردند، از اهمیت شایانی برخوردار است. به منظور شناخت متغیرهای مؤثر در تولید، آنالیز حساسیت به روش هیل (۲۲) انجام شد.

نتایج و بحث:

الف- مدل‌سازی به کمک رگرسیون خطی چند متغیره

مدلسازی توسط نرم‌افزار spss/18 ورژن ۱۸ انجام پذیرفت. مدل‌های رگرسیونی برای داده‌های حاصل از عوامل محیطی شامل اثرات خصوصیات خاک، آب، توپوگرافی رسم گردید.

نتایج خلاصه مدل‌سازی، تجزیه واریانس و ضرایب محیط که دارای ضریب تبیین بالاتری بوده که در مدل‌سازی به کار گرفته شده است. با توجه به معنی دار بودن مدل و تاثیر عوامل مؤثر با توجه به اعمال ضرایب که دو

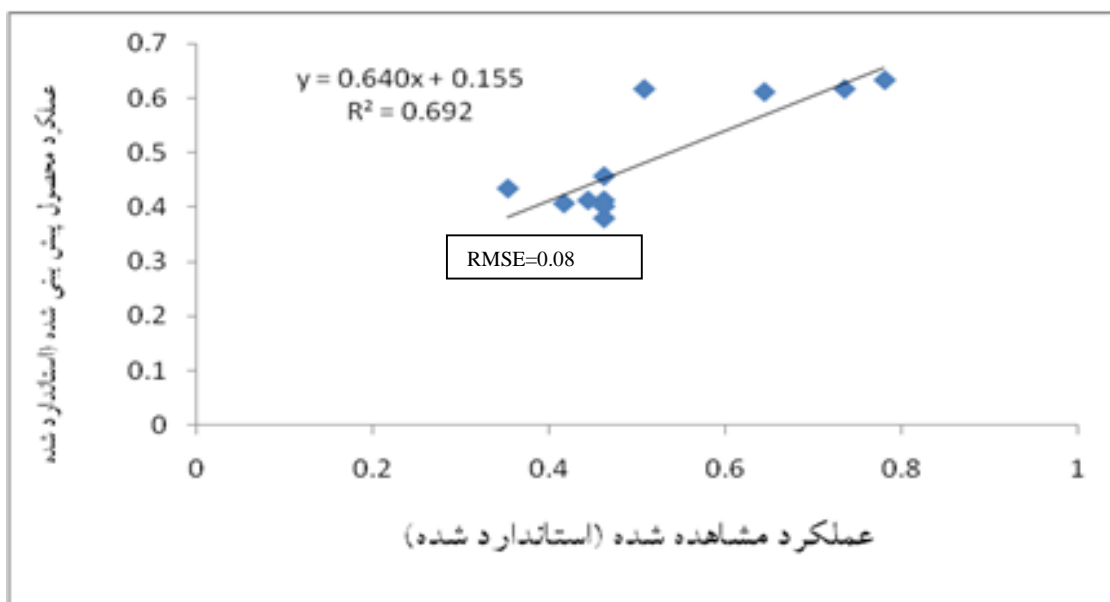
^۲ -Back Propagation

فاکتور میزان آبیاری و درصد رس در این عوامل محیطی معنی دار شدند (معادله ۱). میزان ضریب تبیین برای مدل سازی عملکرد ۳۰ درصد بوده که بسیار کم می باشد، اما این میزان کم در مقایسه اعداد برآوردی و واقعی دارای

$$Y=0.82- (0.3 *irrigatn)-(0.219*clay) \quad (۱)$$

X1=میزان آبیاری و X2 = درصد رس خاک

ضریب تبیین R^2 و RMSE به ترتیب برابر ۰/۶۹ و ۰/۰۸ در پیش بینی عملکرد محصول زیتون بود نمودار (۱).



شکل ۱- نمودار مقادیر مشاهده شده در برابر پیش بینی شده عملکرد محصول زیتون توسط عوامل محیطی

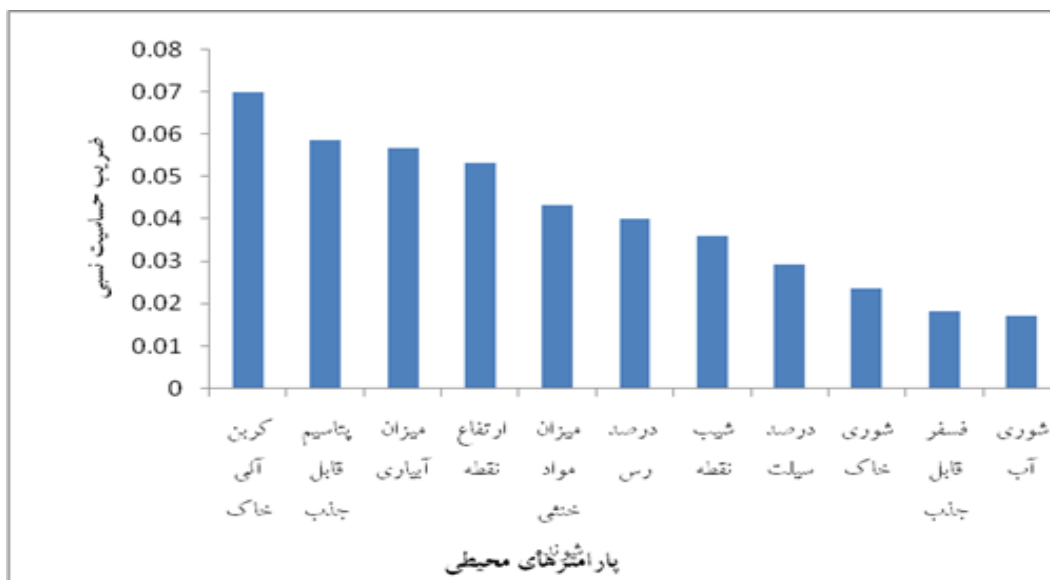
ب- نتایج مدل سازی توسط شبکه عصبی مصنوعی با عوامل محیطی بر عملکرد باغات زیتون:

با استفاده از نرم افزار MATLAB مدل شبکه عصبی برای پیش بینی عملکرد زیتون توسط عوامل محیطی که شامل اثرات خصوصیات خاک، آب، توپوگرافی همه در یک مدل پیش بینی عملکرد به دست آمد. در بهترین ساختار عوامل محیطی میزان R آزمون ۰/۵۸ به دست آمد. خلاصه ساختار شبکه عصبی ایجاد شده توسط عوامل محیطی با ۱۱ نرون ورودی و ۱ لایه مخفی و تعداد ۲۴ نرون در ۹ تکرار می باشد که در جدول (۱) بیان شده است.

جدول ۱- ساختار شبکه عصبی مصنوعی توسط عوامل محیطی

پارامتر	تعداد نرون- های ورودی	تعداد لایه- های مخفی	تعداد نرون- های مخفی	معادله	تکرار (دوره)	ساختار ANN	Rآزمون
عملکرد زیتون	۱۱	۱	۲۴	Tansig	۹	۱-۲۴-۱۱	۰/۵۸

اما براساس آنالیز حساسیت (شکل ۲) به روش هیل ترتیب اهمیت عوامل به صورت: کربن آلی خاک، میزان پتاسیم قابل جذب، میزان آب آبیاری، ارتفاع نقطه، میزان مواد خنثی شونده، درصد رس، شیب، درصد سیلت، شوری خاک، فسفر قابل جذب و نهایتاً شوری آب به دست آمد.



شکل ۲- نمودار آنالیز حساسیت عوامل محیطی به روش هیل

برحسب نتایج بیشترین ضریب حساسیت نسبی به کربن آلی به عنوان مهم‌ترین عوامل شناخته شد. نقش کربن آلی خاکها برکسی پوشیده نیست، کربن آلی خاک به عنوان عامل کلیدی در پایداری حاصلخیزی و باروری خاک و خدمات رسانی زیست بوم خاک محسوب می شود. کربن آلی خاک، به عنوان یکی از موضوعات و چالش های مهم محیط زیستی در مقیاس جهانی در برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد نیز گنجانده شده است. از طرف دیگر کربن آلی منبع تامین ازت خاک بوده و میزان ازت قابل جذب برای گیاه با کربن آلی آن سنجیده می‌شود. به عبارت دیگر، تولید محصول زیتون بیش‌ترین حساسیت را نسبت به کربن آلی یا نیتروژن

خاک دارد. این نتیجه اهمیت مدیریت و تغذیه باغات و مصرف متعادل کودهای نیتروژنه در افزایش محصول زیتون در مناطق مورد بررسی را نشان می‌دهد. نیتروژن معمولاً یک عامل کلیدی و عنصر اصلی در دستیابی به بازده مطلوب اکثر محصولات کشاورزی محسوب می‌گردد. دومین عامل پتاسیم خاک بوده و نقش کلیدی این محصول در افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی مورد تاکید بسیاری از محققین بوده است.

(2005) Sharma *et al.*, گزارش نمودند که غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم همبستگی بالایی با عملکرد زیتون دارد. همچنین با نتایج (2000) Taheri and Malakouti که عنوان نمودند زیتون نسبت به کمبود نیتروژن، پتاسیم، روی و بور بسیار حساس بوده تطابق دارد و عملکرد محصول بسیار تحت تاثیر این دو عنصر می‌باشد. سومین عامل میزان آبیاری و آب مورد استفاده برای گیاه می‌باشد که نقش ویژه آب در عملکرد گیاهان زراعی و باغی بسیار مهم بوده و همواره مورد تاکید متخصصین امر بوده است. Sadras and Calviño (2001) عنوان نمودند ۹۰ درصد، از تغییرات عملکرد سویا و ۷۶ درصد تغییرات عملکرد ذرت به کمبود آب مرتبط است. (2015) Shirdeli and Tavasoli نشان دادند عملکرد و کارایی مصرف آب محصول زعفران، بیشترین حساسیت را به عامل آبیاری، سپس بارندگی و ساعات آفتابی دارد. (2009) Ayoubi *et al.* اعلام کردند ظرفیت نگهداری آب خاک تاثیر قابل توجهی بر عملکرد گندم داشته و این متغیر به عنوان عامل مهم در پیش‌بینی عملکرد تعیین گردید. در مناطق خشک و نیمه خشک میزان آب خاک محدود کننده‌ترین عامل در تولید محصولات زراعی و باغی محسوب می‌گردد و فرآیندهایی که توزیع آب در خاک را کنترل می‌کند، تولید محصول را نیز کنترل می‌کند (Si and Farrell 2004). ارتفاع نقطه نیز چهارمین عامل برای در عملکرد محصول زیتون موثر بوده این عامل از طرفی بر میزان سرمادهی و گلدهی و همچنین بر تنش های محیطی حاصل از ارتفاع (مانند تبخیر و تعرق، باد، دما و ...) در عملکرد زیتون اثر می‌گذارد و عامل دیگر آهک نیز از تنش‌های غیر زنده نیز بعنوان پنجمین عامل که نقش مهمی در کاهش جذب عناصر غذایی برای گیاه دارد در عملکرد زیتون موثر می‌باشد. داور پناه (۱۳۹۲) از مشکلات اصلی تغذیه ای در خاک های ایران می‌توان، به کیفیت پایین آب آبیاری، pH بالا، شوری خاک، وفور کربنات کلسیم، فراوانی بیکربنات آب آبیاری و میزان بسیار پایین مواد آلی اشاره کرد. یکی از علل عمده پایین بودن متوسط تولید در واحد سطح در باغهای میوه کشور نسبت به متوسط تولید جهانی، عدم مصرف متعادل کود و به عبارت دیگر تغذیه نامطلوب درختان میوه است.

نتیجه گیری:

به طور کلی این تحقیق نشان داد که پنج عامل اول شامل مقدار کربن آلی خاک و پتاسیم خاک، میزان آب در خاک، ارتفاع و میزان آهک خاک مهمترین عوامل برای تولید محصول زیتون می باشند.

منابع:

۱. داورپناه، سهراب و عسگری سرچشمه، محمدعلی و بابالار، مصباح و حسینی، مرجان السادات، ۱۳۹۲، بررسی ضرورت تغذیه برگری برخی از عناصر در خاک های آهکی، اولین همایش ملی

الکترونیکی مباحث نوین در علوم باغبانی، جهرم،، <https://civilica.com/doc/294387>

2. Aguilera F., and Valenzuela. L.R, 2014. Forecasting olive crop yields based on long-term aerobiological data series and bioclimatic conditions for the southern Iberian Peninsula. Spanish Journal of Agricultural Research 2014 12(1): 215-224, Instituto Nacional de Investigación Tecnología Agraria Alimentaria (INIA) .Available <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2014121-4532>
3. Ayoubi S., Zamani S. M. and Khormali F. 2009. Wheat Yield Prediction through Soil Properties Using Principle Component Analysis, Iranian Journal of Soil and Water Research, 40 (1), 51-57. (In Persian)
4. Bagheri S., Gheysari M., Ayoubi Sh. and Lavaee N. 2012. Silage maize yield prediction using artificial neural networks. Journal of Plant Production, 19(4): 77-95. (in Persian with English abstract).
5. Chen Z. X., Ren J. Q., Zhou Q. B., and H. J, Tang. 2008. Regional yield estimation for winter wheat with MODIS-NDVI data in Shandong, China. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 10:403-413.
6. Doraiswamy P. C., Moulin S., Cook P. W., and V., Stern. 2003. Crop yield assessment from remote sensing. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 69: 665-674
7. Hill M. C. 1998. Methods and guidelines for effective model calibration. U.S. Geological
8. Hosseini-Mazinani M., Torkzaban B. 2013. Iranian olive catalogue "Morphological and molecular characterization of Iranian olive germplasm". National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology. 2013. 978-964-8516-23-4.
9. Maselli F., and F. Rembold. 2001. Analysis of GAC NDVI data for cropland identification and yield forecasting in Mediterranean African countries. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 67: 593-602.
10. Mehnatkesh A. 2012. Modeling of Soil and landscape and prediction of dryland wheat production using different models in central Zagros, Ph.D. thesis in Isfahan University of Technology (In Persian with English Summary)
11. Mehnatkesh A., and Ayoubi S., and Dehghani A. 2017. Determination of the Most Important Factors on Rainfed Wheat Yield by Using Sensitivity Analysis in Central Zagros. Iranian Journal of Field Crops Research Vol. 15, No. 2, summer. 2017, p. 257-266 (In Persian with English Summary)
12. Menhaj M., 2002. Neural Network Foundations. Iran Amir Kabir University of Technology Publications.

13. Niazian M., Sadat-Nooria S.A., Abdipourc M.2018. Modeling the seed yield of Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) using artificial neural network and multiple linear regression models. *Industrial Crops & Products* 117 (2018) doi.org/10.1016/j. indcrop.2018.03.013–234.
14. Norouzi M. 2009. Prediction of rainfed wheat yield using artificial neural network in Ardal district of Chaharmahal and Bakhtiari province. M.Sc. Thesis, Collage of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. 112 p. (In Persian with English Summary)
15. Rapoport HF., Hammami SBM., Martins P., Pérez-Priego O., and Orgaz F. 2012. Influence of water deficits at different times during olive tree inflorescence and flower development. *Environ Exp Bot* 77: 227-233.
16. Sadras V.O., and Calviño P.A. 2001. Quantification of grain yield response to soil depth in soybean, maize, sunflower, and wheat. *Agronomy Journal* 93: 577–583
17. Seyyed Jalali A. 2015. Determination of Land Production Potential for Wheat in Gotvand and Shooshtar Regions of Khuzestan Province. *Land Management Journal*, Volume 3, Issue 1.2015. (In Persian)
18. Sharma S.D., Singh R. P., and Sharma C.L.2005.“Periodical changes in foliar macronutrient status of olive,” *Acta Horticulturae*, vol. 696, pp. 249–254, 2005.
19. Shirdeli A., and Tavasoli A. 2015. Forecast of Saffron Water Performance and Efficiency Using Neural Network Models Based on Climate and Water Factors. *Journal of Agriculture and Technology of Saffron* Volume 3, Issue 2, Summer 2015, p. 121- 131 University of Torbat Heydarieh Ministry of Science Research Technology, (in Persian)
20. Si C., and Farrell R.E. 2004. Scale-dependent relationship between wheat yield and topographic indices: A wavelet approach. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68: 577-587
21. Torkashvand A.M., Ahmadi A., Nikravesh N.L. 2017. Prediction of kiwifruit firmness using fruit mineral nutrient concentration by artificial neural network (ANN) and multiple linear regressions (MLR). *Journal of Integrative Agriculture*, 16, 1634–1644.
22. Touzani A. 1999. Olive farming and the environment. *Proc. Of IOOC, Int. Seminar on Genetic Resources*, Florence March 1999: 1-12.
23. Tubeileh A., Turkelboom F., Al-Ibrahem A., Thomas R., and Tubeileh. K.S. 2014. Modelling the Effects of Soil Conditions on Olive Productivity in Mediterranean Hilly Areas. *International Journal of Agronomy*. Volume 2014, Article ID 672123, 12 pages. Hindawi Publishing Corporation .doi.org/10.1155/2014/672123.

Modeling the effect of soil factors on the yield of olive groves by artificial neural network and regression

Ali Ajili Lahiji¹, Ali Mohammadi Torkashvand^{2*}, Abdolmohammad Mehnatkesh³ and Mirnaser Navidi⁴

1- Soil and Water Research Department, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran, and former Ph.D Student, Department of Soil Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran(*-corresponding author: lahigy_123@yahoo.com)

Abstract

One of the new methods in evaluating lands in relation to different land uses is modeling or simulation of the desired land use. The yield of olive groves is influenced by various environmental factors of soil, water, topography, which in total eleven factors affecting the yield Olives were selected and selected as model input variables. These input variables include soil properties of EC, amount of neutralizing substances (TNV), percentage of organic carbon, absorbable phosphorus, absorbable potassium, percentage of clay and silt and irrigation water characteristics including EC and amount of irrigation water; It has been a slope. The reaction of the model to each of the input variables was investigated and the most important factors affecting the yield of the olive crop were obtained. Based on the results of sensitivity analysis, the most important parameters affecting olive crop yield are soil organic carbon, absorbable potassium, irrigation water, height, lime content, clay percentage, point slope, soil salinity, absorbable phosphorus, respectively. , And has been the salinity of water. In short, the yield of the olive crop can be further influenced by the first five priorities of supplying macro nutrients such as nitrogen and potassium and supplying the required moisture due to high evaporation of the region and disturbing factors such as lime.

Keyword: Olive, Evaluation, Modeling, Gilan

2 -Associate Professor, Department of Soil Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

3- Soil and Water Research Department, Charrmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrekord, Iran

4 -Soil and Water Research Department, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

ارزیابی تأثیر کودهای شیمیایی بر فرسایش پذیری خاک‌های منطقه حیدره همدان با دستگاه شبیه ساز باران

سید داود محمدی^۱، فاطمه روحی معین^۲

۱- عضو هیات علمی گروه زمین شناسی، دانشگاه بوعلی سینا، d.mohammdi@basu.ac.ir

۲- کارشناس ارشد زمین شناسی زیست محیطی، گروه زمین شناسی، دانشگاه بوعلی سینا

چکیده

پارامترهای مختلفی بر میزان فرسایش پذیری خاک‌ها موثر می‌باشند که از این میان می‌توان به کودهای شیمیایی اشاره نمود. به منظور بررسی تأثیر کودهای شیمیایی اوره و سولفات پتاسیم به خاک‌های منطقه حیدره همدان سه ایستگاه نمونه برداری انتخاب شده، و سپس آزمایش‌های پایه خاک از جمله دانه بندی نمونه‌های خاک، تعیین Gs، حدود آتربگ، تعیین درصد کربنات کلسیم، تعیین ماده آلی، تعیین کلر، تعیین مقدار سولفات و pH بر روی نمونه‌های خاک پایه انجام شد. در این راستا به نمونه‌های خاک ایستگاه‌های مورد مطالعه مقادیر درصدی ۰.۱٪، ۰.۳٪، ۰.۵٪، ۰.۷٪ و ۰.۹٪ کود شیمیایی اوره و کود شیمیایی سولفات پتاسیم به طور مجزا اضافه گردید. آزمایش فرسایش با استفاده از دستگاه شبیه ساز باران نیز با درصدهای مختلف کود شیمیایی اوره و کود شیمیایی سولفات پتاسیم بر روی نمونه‌های خاک هر سه ایستگاه در شیب‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درجه انجام گردید. نتایج آزمایش فرسایش نشان می‌دهد که با افزایش مقادیر کودهای شیمیایی مقدار خاک فرسایش یافته در همه ایستگاه‌های نمونه برداری کاهش چشمگیر داشته است. علت کاهش میزان فرسایش را می‌توان به افزایش نفوذپذیری خاک و کاهش میزان رواناب، با افزایش مقادیر کودهای شیمیایی مصرفی، مرتبط دانست.

واژگان کلیدی: واگرایی، کود شیمیایی اوره، کود شیمیایی سولفات پتاسیم، شیب زمین

مقدمه

شبیه سازی باران به طور وسیعی در شناخت فرسایش و فرایندهای مربوط به آن مورد استفاده قرار گرفته است. طراحی و ساخت دستگاهی که باران‌هایی مشابه باران طبیعی تولید نماید، بدون شناخت عوامل مؤثر در فیزیک باران، میسر نیست. با توجه به وضعیت بحرانی فرسایش در ایران، اخیراً در محل پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری برای شبیه سازی باران و فرسایش، آزمایشگاهی ساخته شده که از بسیاری جنبه‌ها متفاوت از سایر انواع موجود در کشور می‌باشد. استفاده از شبیه ساز باران در پارامترسازی و واسنجی مدل‌های با مبنای فیزیکی کاربرد دارد (Seeger and Ries 2000). استفاده از کودهای شیمیایی در مزارع کشاورزی به اندازه نیاز گیاه لازم می‌باشد اما امروزه استفاده بیش از اندازه و فراوان از کودهای شیمیایی باعث ایجاد خطرات زیست محیطی زیادی از جمله فرسایش پذیری و آلودگی خاک‌های مختلف شده است. استفاده بیش از اندازه از کودهای شیمیایی در یک منطقه علاوه بر تأثیر سوء بر گیاهان، باعث تغییر در رفتار خاک‌ها می‌شود که در این راستا می‌توان به مخاطره زیست محیطی فرسایش خاک‌ها اشاره نمود. برخی تحقیقات در زمینه استفاده از شبیه سازی باران شامل بررسی تولید رواناب و فرسایش در شرایط مختلف اقلیمی (Imeson et al., 1998)، ساختمان خاک سطحی نظیر سله (Le Bissonais et al., 2005) و مطالعه تغییر در خصوصیات خاک در اثر بارندگی در مناطق کشاورزی (Schiettecatte et al, 2005) می‌باشد.

جیلی و رایس (Gilley and Risse 2000) اثر کود دامی را بر روی رواناب و فرسایش خاک بررسی کرد. در این مطالعه از ضایعات دامی برای بهبود تولید محصولات زراعی و خاصیت خاک به دلیل داشتن مواد مغذی استفاده شده است. کود دامی به شدت بر مقدار رواناب اثر می‌گذارد، و فرسایش خاک را کاهش می‌دهد. البته کودی که به صورت سالانه به خاک اضافه می‌شود، کاهش چشمگیری در تولید رواناب و رسوب خاک دارد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

ازدمیر و همکاران (Özdemir et al., 2015) اثر مواد آلی و معدنی را بر فرسایش پذیری خاک بررسی کرد. نمونه‌های خاک با مواد آلی و معدنی نظیر آهک، زئولیت و پلی آکریل آمید به مدت ۱۰ هفته در چهار سطح اصلاح شد. بعد از اصلاح و تیمار خاک با مواد آلی و معدنی، افزایش پایداری ساختار و کاهش فرسایش پذیری خاک مشاهده گردید. اثر بخشی بهبود خاک، بسته به نوع و میزان مواد آلی و معدنی متفاوت است.

در این پژوهش، به منظور بررسی تاثیر کودهای شیمیایی اوره و سولفات پتاسیم به خاک های منطقه حیدره همدان سه ایستگاه نمونه برداری انتخاب شده، و سپس آزمایش‌های پایه مهندسی بر روی نمونه‌های خاک پایه انجام شد. در این راستا به نمونه‌های خاک ایستگاه‌های مورد مطالعه مقادیر مختلفی از کود شیمیایی اوره و کود شیمیایی سولفات پتاسیم به طور مجزا اضافه گردید. آزمایش فرسایش با استفاده از دستگاه شبیه ساز باران نیز با درصدهای مختلف کود شیمیایی اوره و کود شیمیایی سولفات پتاسیم بر روی نمونه‌های خاک هر سه ایستگاه در شیب‌های مختلف انجام گردید.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری و آماده سازی

منطقه حیدره همدان یکی از دره‌های واقع در کوهستان الوند است و در حاشیه غربی شهر همدان، بین دره عباس آباد و دره وسیع و کم عمقی به نام دره فخرآباد قرار دارد. مسیر دسترسی به منطقه حیدره از طریق میدان مدرس به سمت بلوار آزادگان، دانشکده کشاورزی و در ادامه به دره حیدره که از طریق مسیر آسفالتی است. این تحقیق شامل سه ایستگاه نمونه برداری ۱، ۲ و ۳ می‌باشد. مختصات نقاط ایستگاه‌های نمونه برداری در جدول (۱) ارائه شده است. به طور کلی نمونه برداری به صورت دست خورده و پراکنش نمونه‌ها به صورت زیکزاک بوده است.

جدول ۱- مختصات نقاط نمونه برداری مورد مطالعه

شماره ایستگاه نمونه برداری	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
ایستگاه ۱	۳۴° ۴۹' ۲۷.۰"	۴۸° ۲۵' ۹۹.۶"
ایستگاه ۲	۳۴° ۴۹' ۲۲.۲"	۴۸° ۲۶' ۴۲.۹"
ایستگاه ۳	۳۴° ۴۹' ۴۷.۵"	۴۸° ۲۷' ۰۸.۲"

برنامه آزمایش‌های خاک

مطالعات آزمایشگاهی در راستای این پژوهش به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی، ویژگی‌های شیمیایی و رفتار مهندسی خاک‌های منطقه مورد مطالعه مطابق استاندارد ASTM صورت پذیرفته است.

آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی به طور کلی عبارت از تعیین حدود آتربرگ، دانه بندی و رده بندی خاک، تعیین وزن مخصوص ذرات جامد (Gs)، آزمایش پراش اشعه ایکس (XRD)، تعیین درصد آهک خاک‌ها (کلسیمتری)، تعیین درصد مواد آلی خاک‌ها، تعیین درصد سولفات، تعیین pH، انجام آزمایش واگرایی از نوع پین هول، انجام آزمایش تراکم استاندارد و آزمایش فرسایش با دستگاه شبیه ساز باران بر روی خاک‌های پایه و آلوده به کود شیمیایی در شیب‌های ۱۰، ۳۰، ۴۰ و ۶۰ درجه می‌باشد.

جدول ۲- تعداد آزمایش‌ها و استانداردهای انجام آنها در این پژوهش

نام آزمایش	تعداد آزمایش	استاندارد آزمایش
دانه بندی مکانیکی	۳	ASTM D422-63
هیدرومتری	۳	ASTM D422-63
رده بندی خاک	۳	ASTM D422-63
حدود آتربرگ	۱۸	ASTM D4318-84

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

ASTM D4972 - 18	۳	تعیین pH
ASTM STP479	۳	XRD
ASTM D854-87	۹	تعیین Gs
ASTM D698-78	۳	تراکم استاندارد
ASTM D2974 - 14	۳	درصد مواد آلی
ASTM C1580	۱۸	درصد کلر و سولفات
ASTM D4647	۳	واگرایی خاک

برنامه آزمایش های فرسایش پذیری

به منظور بررسی تأثیر کودهای شیمیایی متداول به کار رفته در منطقه مورد مطالعه (کودهای شیمیایی اوره و سولفات پتاسیم) بر میزان فرسایش پذیری با استفاده از دستگاه شبیه ساز باران، نمونه‌های خاک با درصدهای ۱٪، ۵٪ و ۹٪ کودهای شیمیایی اوره و سولفات پتاسیم آلوده شده، سپس با استفاده از رطوبت بهینه و وزن واحد حجم خشک بدست آمده از آزمایش تراکم استاندارد بر روی نمونه خاک‌های آلوده شده با کودهای شیمیایی اوره و سولفات پتاسیم، نمونه خاک‌های مورد مطالعه در قالب‌های مخصوص فرسایش، متراکم شده است.

نتایج و بحث

نتایج آزمایش های انجام شده بر روی خاک پایه

کلیه آزمایش های پایه بر روی خاک پایه مطابق استانداردهای ASTM انجام گردیده و نتایج آن در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- خلاصه نتایج آزمایش های پایه روی خاک های مورد مطالعه

ایستگاه	رده خاک	Gs	درصد رطوبت بهینه	وزن واحد حجم حداکثر (gr/cm^3)	درصد کلر	درصد کربنات کلسیم	مقدار pH	مواد آلی (g)	توصیف واگرایی خاک
ایستگاه ۱	CL	۲/۷۱	۱۷/۵	۱/۶۲	۱/۶	۲۸/۸۸	۷/۸۶	۰/۱۹	غیر واگرا
ایستگاه ۲	CL	۲/۷۰	۱۴	۱/۷۸	۱/۱	۳۴/۱۱	۷/۳۳	۰/۶۶	غیر واگرا
ایستگاه ۳	SM	۲/۷۰	۱۵	۱/۷۵	۱/۱	۲۲/۷۴	۷/۴۸	۰/۱۳	غیر واگرا

جدول ۴- نتایج افت وزنی ناشی از فرسایش بر روی نمونه‌های پایه مورد مطالعه بر حسب $Kg/m^2/h$

شماره ایستگاه نمونه برداری	شیب ۱۰ درجه	شیب ۲۰ درجه	شیب ۳۰ درجه	شیب ۴۰ درجه
۱	۱۳۲/۸۵	۱۸۲/۴۱	۱۷۸/۵۱	۱۴۵/۱۴
۲	۱۳۸/۸۴	۱۵۲/۳۶	۱۱۶/۹۳	۱۰۲/۹۰
۳	۱۲۷/۵۰	۱۲۳/۸۷	۱۳۴/۶۶	۱۲۵/۳۸

نتایج آزمایش های مهندسی انجام شده بر روی خاک های آلوده به کود شیمیایی

۱- آزمایش واگرایی (پین هول)

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

با استفاده از رطوبت بهینه و وزن واحد حجم خشک به دست آمده از درصد‌های ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ کودهای شیمیایی اوره و سولفات پتاسیم حاصل از آزمایش تراکم استاندارد بر روی نمونه خاک‌های آلوده شده، نمونه‌های آزمایش بین هول آماده گردیده و نتایج به دست آمده برای درصد‌های ۱، ۵ و ۹ در جدول‌های ۵ و ۶ آمده است.

جدول ۵- نتایج حاصل از آزمایش بین هول نمونه خاک‌های حاوی کود شیمیایی اوره

درصد اوره	ایستگاه ۱ (CL)	ایستگاه ۲ (CL)	ایستگاه ۳ (SM)
٪۱	SD	SD	SD
٪۵	SD	SD	SD
٪۹	SD	ND	SD

SD: رس با واگرایی کم که تحت هد ۱۸۰ میلی‌متر به آرامی فرسایش می‌یابد.
ND: رس‌های غیر واگرا با فرسایش کلونیدی بسیار جزئی یا بدون فرسایش تحت هد ۳۸۰ میلی‌متر

جدول ۶- نتایج حاصل از آزمایش بین هول نمونه خاک‌های حاوی کود شیمیایی سولفات پتاسیم

درصد سولفات پتاسیم	ایستگاه ۱ (CL)	ایستگاه ۲ (CL)	ایستگاه ۳ (SM)
٪۱	ND	ND	ND
٪۵	SD	ND	ND
٪۹	SD	ND	ND

SD: رس با واگرایی کم که تحت هد ۱۸۰ میلی‌متر به آرامی فرسایش می‌یابد.
ND: رس‌های غیر واگرا با فرسایش کلونیدی بسیار جزئی یا بدون فرسایش تحت هد ۳۸۰ میلی‌متر

۲- نتایج آزمایش‌های فرسایش با استفاده از شبیه ساز باران بر روی خاک‌های آلوده به کود شیمیایی میزان فرسایش نمونه‌های خاک ایستگاه‌های مورد مطالعه در هر یک از درصد‌های ۱٪، ۵٪ و ۹٪ کودهای شیمیایی اوره و سولفات پتاسیم در شیب‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درجه ارزیابی شد. نتایج بدست آمده از آزمایش فرسایش نمونه خاک‌های آلوده شده با کودهای شیمیایی اوره و سولفات پتاسیم در جدول‌های ۷ تا ۱۲ آورده شده است.

جدول ۷- نتایج افت وزنی ناشی از فرسایش خاک تحت تأثیر کود شیمیایی اوره ایستگاه ۱ بر حسب Kg/m²/h

درصد اوره	شیب ۱۰ درجه	شیب ۲۰ درجه	شیب ۳۰ درجه	شیب ۴۰ درجه
٪۱	۶۵/۳۱	۹۶/۷۳	۱۲۸/۴۰	۶۳/۰۱
٪۵	۳۸/۳۷	۵۰/۵۸	۵۸/۱۸	۲۶/۵۶
٪۹	۷/۳۴	۱۵/۴۳	۴۴/۷۳	۷/۳۹

جدول ۸- نتایج افت وزنی ناشی از فرسایش خاک تحت تأثیر کود شیمیایی اوره ایستگاه ۲ بر حسب Kg/m²/h

درصد اوره	شیب ۱۰ درجه	شیب ۲۰ درجه	شیب ۳۰ درجه	شیب ۴۰ درجه
٪۱	۵۸/۴۶	۱۰۶/۳۹	۸۷/۲۰	۸۳/۷۲
٪۵	۶۰/۵۸	۶۸/۰۲	۴۸/۸۳	۳۶/۶۲
٪۹	۲۸/۵۱	۴۳/۶۰	۲۶/۱۶	۲۲/۶۷

جدول ۹- نتایج افت وزنی ناشی از فرسایش خاک تحت تأثیر کود شیمیایی اوره ایستگاه ۳ بر حسب Kg/m²/h

درصد اوره	شیب ۱۰ درجه	شیب ۲۰ درجه	شیب ۳۰ درجه	شیب ۴۰ درجه
٪۱	۱۰۴/۶۵	۱۱۳/۳۷	۱۲۲/۰۹	۸۵/۴۶
٪۵	۸۵/۴۶	۹۵/۹۳	۱۰۹/۸۸	۶۸/۰۲
٪۹	۳۴/۰۸	۶۸/۰۲	۸۰/۲۳	۱۶/۴۴

جدول ۱۰- نتایج افت وزنی ناشی از فرسایش نمونه‌های خاک مورد مطالعه تحت تأثیر کود شیمیایی سولفات پتاسیم ایستگاه ۱ بر

حسب Kg/m²/h

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

درصد سولفات پتاسیم	شیب ۱۰ درجه	شیب ۲۰ درجه	شیب ۳۰ درجه	شیب ۴۰ درجه
٪۱	۱۲۳/۸۳	۱۵۶/۹۷	۱۶۹/۱۸	۱۳۶/۰۴
٪۵	۹۲/۰۲	۱۳۹/۵۳	۱۵۳/۴۸	۱۰۶/۳۹
٪۹	۷۸/۴۸	۸۷/۲۰	۱۱۶/۸۴	۹۵/۷۷

جدول ۱۱- نتایج افت وزنی ناشی از فرسایش نمونه‌های خاک مورد مطالعه تحت تأثیر کود شیمیایی سولفات پتاسیم ایستگاه ۲ بر

حسب Kg/m²/h

درصد سولفات پتاسیم	شیب ۱۰ درجه	شیب ۲۰ درجه	شیب ۳۰ درجه	شیب ۴۰ درجه
٪۱	۱۲۲/۰۹	۱۳۰/۸۱	۱۰۴/۶۵	۹۵/۹۳
٪۵	۱۰۳/۶۹	۱۱۳/۳۷	۷۷/۰۵	۷۱/۳۰
٪۹	۷۹/۳۶	۹۲/۴۴	۵۸/۲۵	۵۸/۱۸

جدول ۱۲- نتایج افت وزنی ناشی از فرسایش نمونه‌های خاک مورد مطالعه تحت تأثیر کود شیمیایی سولفات پتاسیم ایستگاه ۳ بر

حسب Kg/m²/h

درصد سولفات پتاسیم	شیب ۱۰ درجه	شیب ۲۰ درجه	شیب ۳۰ درجه	شیب ۴۰ درجه
٪۱	۱۰۶/۳۹	۱۰۹/۸۸	۱۲۲/۰۹	۱۱۳/۳۷
٪۵	۶۹/۷۶	۸۵/۴۶	۹۵/۹۳	۶۹/۶۷
٪۹	۱۷/۷۰	۱۸/۲۲	۲۶/۱۶	۱۱/۰۸

نتیجه‌گیری

- نتایج آزمایش دانه بندی و رده بندی خاک، بیانگر وجود خاک های CL برای ایستگاه های اول و دوم و خاک SM برای ایستگاه سوم می باشد.
- نتایج آزمایش های شیمیایی، بیانگر مقادیر بسیار ناچیز کلسیم، سولفات و ماده آلی در خاک های مورد مطالعه بوده، ولی مقادیر کربنات کلسیم از ۲۲/۷۴ تا ۳۴/۱۱ درصد متغیر است. همچنین مقدار pH، بیانگر شرایط خنثی می باشد.
- نتایج آزمایش تراکم استاندارد بر روی خاک پایه نشان می دهد که حداکثر وزن واحد حجم خشک و رطوبت بهینه هر سه خاک مورد مطالعه نزدیک به هم می باشد.
- نتایج آزمایش واگرایی بر روی خاک پایه با استفاده از روش پین هول، عدم واگرایی را برای هر سه خاک مورد مطالعه نشان می دهد.
- نتایج آزمایش های فرسایش پذیری بر روی خاک پایه نشان داد که خاک ایستگاه سوم، دارای افت وزنی کمتر (فرسایش پذیری کمتر) می باشد، که با توجه به بافت خاک (خاک SM)، قابل قبول می باشد.
- نتایج آزمایش های پین هول نشان می دهد که درصد افزایش کودهای شیمیایی اوره و سولفات پتاسیم تأثیری بر میزان واگرایی خاک نداشته که به دلیل عدم افزایش یون سدیم به خاک می باشد.
- نتایج آزمایش تراکم استاندارد نشان می دهد که افزودن کودهای شیمیایی اوره و سولفات پتاسیم بر روند تراکم پذیری خاک ها تأثیری نداشته و لذا تأثیر آن بر میزان فرسایش پذیری خاک ها قابل چشم پوشی است.
- در شرایط فیزیکی یکسان، با افزایش هر دو نوع کود شیمیایی اوره و سولفات پتاسیم، کاهش چشمگیر فرسایش پذیری خاک مشاهده شده است.
- نتایج به دست آمده نشان می دهد که خاک های حاوی اوره نسبت به خاک های حاوی سولفات پتاسیم، نرخ کاهش فرسایش پذیری بیشتری را نشان می دهد و رسوب کمتری را ایجاد می کند.

- Imeson, A.C., Lavee, H. A. Calvo, A. Cerda, A. 1998. The erosional response of calcareous soil along a climatological gradient in southeastern Spain. *Geomorphol.*, 24: 3-16.
- Seeger, M., Rise, J. B. 2002. Runoff generation on abandoned field in the Central Ebro Basin-result from modelling. In: Garcia-Ruiz, J.M., J.A.A. Jones and J. Arnaez. (Eds.), *Environmental Change and Water Sustainability*. CSIC. Zaragoza. Pp. 83-97.
- Schiettecatte, W., Jin, K., Yao, Y., Cornelis, W. M., Lu, J., Wu, H., Verbist, K., Cai, D. 2008. Soil management effects on runoff and soil loss fram field rainfall simulation. *Catena* 75, pp: 191-199.
- Gilley, J. E., M., Risse. 2000. Runoff and soil loss as affected by the application of manure. *Trans. ASAE* 43(6): 1583-1588.
- Özdemir, N., Öztürk, E., Kop Durmuş O. T., Ekberlia, I. 2015. Effects of organic and inorganic amendments on soil erodibility. *Eurasian J Soil Sci*, 4 (4) 266-271.

بررسی خصوصیات اراضی و ارزیابی تناسب اراضی برخی گیاهان زراعی مناطق شرق استان کرمان

علی زین‌الدینی میمند^{۱*}، مهناز اسکندری^۱، میرناصر نویدی^۱، جواد سیدمحمدی^۱، سید علیرضا سیدجلالی^۱، زهرا محمد اسماعیل^۲، بهاره دلسوز خاکی^۲
استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
^۲امحقق، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
(*نویسنده مسئول: Ali_zeinadin@yahoo.com)

چکیده

در این پژوهش، تناسب اراضی برای تیپ‌های بهره‌وری جو، سیب‌زمینی و پیاز در ۵۰ مزرعه (حدود ۳۰۰۰ هکتار) از اراضی دشت‌های بم، نورماشیر، فهرج و ریگان استان کرمان بر پایه روش ارزیابی تناسب اراضی فائو (FAO, 1976)، ارزیابی شد. مراحل انجام این تحقیق شامل انتخاب ۵۰ مزرعه، انجام مطالعات خاکشناسی، نمونه‌برداری خاک، تجزیه آزمایشگاهی نمونه‌ها، جمع‌آوری اطلاعات اقلیمی برای تیپ‌های بهره‌وری مورد نظر در منطقه و تکمیل جداول کاربری اراضی در مزارع مطالعاتی بود. پس از جمع‌آوری اطلاعات خاک، اقلیم و تعیین نیازهای خاکی و اقلیمی و تطابق آن‌ها با شرایط منطقه، ارزیابی کیفی با استفاده از روش پارامتریک و محدودیت ساده انجام شد. بررسی نتایج نشان داد که براساس سیستم جامع طبقه‌بندی خاک، خاک‌های مطالعه شده در دو رده اریدی سول و انتی‌سول، چهار تحت گروه و هفت فامیل خاک قرار می‌گیرند. نتایج طبقه‌بندی تناسب اقلیمی برای جو، نشان‌دهنده تناسب کم و برای سیب‌زمینی و پیاز، خیلی مناسب بود. طبقه‌بندی تناسب کیفی برای جو از تناسب کم تا نامناسب دائم، سیب زمینی تناسب متوسط تا نامناسب دائم و پیاز از تناسب متوسط تا نامناسب است. عمدتاً پارامترهای اقلیم، شوری و قلیائیت، واکنش خاک، خصوصیات فیزیکی و حاصلخیزی برای کشت این محصولات محدودیت ایجاد می‌نمایند. به طور کلی بر اساس مطالعه حاضر مشخص شد که تولید در برخی مزارع بهینه نمی‌باشد و با شاخص اراضی هماهنگ نیست. بنابراین پیشنهاد می‌شود که نوع کشت بر اساس خصوصیات اراضی انتخاب شود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی اراضی، روش پارامتریک، محدودیت ساده، کرمان

مقدمه

خاک، از ارکان اساسی تولید محصولات کشاورزی و منبعی تجدیدشونده است. در شرایط فعلی، استفاده از منابع خاک در برخی نقاط سریع‌تر از زمان لازم برای بازسازی و یا کاربری بیش از پتانسیل آن می‌باشد. نتیجه این امر، تخریب و هدررفت خاک در درازمدت است. خاک‌های مختلف دارای پارامترهای فیزیکی و شیمیایی متفاوتی بوده و نخستین گام برای برنامه‌ریزی علمی و توسعه بهره‌برداری پایدار، شناخت ویژگی‌های مختلف و بررسی قابلیت‌ها و محدودیت‌ها می‌باشد. نیاز روز افزون بشر به مواد غذایی و کاهش منابع تولید، ایجاب می‌نماید تا با تدبیر و برنامه‌ریزی منسجم و هدفمند، از آن منابع استفاده شود و سالم و کارا به آیندگان تحویل داده شوند (محمدی، ۱۳۸۵).

در راستای برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از اراضی، نخست باید ابعاد مختلف این منبع مهم شناسایی شده و سپس قابلیت و استعداد آن‌ها برای انواع استفاده‌های ممکن بررسی شود. بنابراین شناخت پتانسیل تولید اراضی و اختصاص آن‌ها به بهترین و سودآورترین نوع کاربری، ضمن توجه به حاصلخیزی و حفاظت خاک، از اهمیت خاصی برخوردار است. در مطالعات ارزیابی اراضی،

این ظرفیت تولید مورد مطالعه قرار گرفته و متناسب با آن، نوع کاربری مشخص می‌شود. به عبارت دیگر، اولین و مهمترین گام در برنامه‌ریزی استفاده از زمین، ارزیابی تناسب اراضی است که مهمترین وظیفه آن، درک و تشخیص ارتباط بین محیط طبیعی و انواع استفاده‌های ممکن می‌باشد (Sys et al., 1991). ارزیابی اراضی عبارت است از پیش‌بینی کارایی اراضی برای استفاده‌هایی که از قبل تعیین شده‌اند (FAO, 1976). این مفهوم، اساس منطق تصمیم‌گیری در انتخاب استفاده از زمین بوده و طی آن برآوردهایی از نهاده‌های مورد نیاز و ستاده‌های پیش‌بینی شده بدست می‌آید. ارزیابی تناسب اراضی بر این مفهوم استوار است که انواع استفاده‌های مختلف دارای نیازهای متفاوتی می‌باشند (ایوبی و جلالیان، ۱۳۸۵). در دهه‌های اخیر مشکلات اصلی کشاورزی منطقه بم (بم، نرماشیر، فهرج و ریگان) محدودیت منابع آب و خاک، تغییر اقلیم، نامطلوب شدن کیفیت آب‌های آبیاری، فرسایش بادی و شور شدن خاک‌های مناطق مختلف است. لذا در این شرایط، اهمیت استفاده بهینه از منابع تولید دو چندان می‌باشد که در این راستا حفظ و حراست از منابع خاک و بهره‌وری متعادل از آن با توسعه پایدار کشاورزی میسر می‌باشد. این امر مهم نیازمند مطالعات ارزیابی اراضی و بویژه بررسی‌های تناسب اراضی است (زین الدینی، ۱۳۹۰).

در این راستا، مطالعات مختلفی در ایران و جهان انجام شده است، به عنوان نمونه، اسفندیارپور (۱۳۹۹) مطالعات تناسب اراضی گیاهان زراعی گندم، جو، ذرت‌دانه‌ای، کنجد، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، هندوانه، یونجه، خیار و ذرت علوفه‌ای و گیاهان باغبانی پسته، انار، زیتون، بادام، گردو، مرکبات، خرما، زعفران و گل محمدی را با روش پارامتریک برای محدوده دارای مطالعات خاک شناسی به مساحت ۲۲۹/۸ هزار هکتار از استان کرمان را بررسی نمود. مهمترین ویژگی‌های محدودکننده برای کشت اکثر محصولات زراعی و باغی در خاک‌های کرمان، رفسنجان، سیرجان و کهنوج، بافت و ساختمان خاک، واکنش خاک، شوری و قلیائیت و در اراضی جیرفت و بم، بافت و ساختمان خاک، ویژگی‌های حاصلخیزی و شوری گزارش شده است. بررسی‌های زین‌الدینی و همکاران (۱۳۹۶)، زین‌الدینی و ابراهیمی (۱۳۹۳ و ۱۳۹۵) و زین‌الدینی (۱۳۹۰) در ارتباط با مطالعات تناسب اراضی برخی محصولات مهم زراعی و باغبانی براساس روش فائو در برخی مناطق استان کرمان نظیر بافت، ارزوبیه، دشتاب، بم و نرماشیر، بردسیر و شهداد استان کرمان نشان داد مهمترین عوامل محدودکننده برای گیاهان بررسی شده استان کرمان، شوری خاک، خصوصیات فیزیکی و ویژگی‌های حاصلخیزی و پستی و بلندی و سیلگیری می‌باشد. لذا برای استفاده بهینه از منابع تولید، انتخاب اراضی مناسب، اعمال مدیریت مناسب و انجام عملیات اصلاحی، ضروری است.

مواد و روش‌ها

مزارع انتخابی در مناطق بم، نرماشیر، فهرج و ریگان واقع در شرق استان کرمان می‌باشند که در جنوب و جنوب شرق شهر بم قرار گرفته‌اند. اراضی مطالعه شده شامل پنجاه منبع آب است که در کل مناطق پراکنده و در فاصله تقریبی ۱۵ تا ۹۰ کیلومتری شهر بم واقع شده‌اند. مساحت تقریبی محدوده مطالعه شده در حدود ۳۰۰۰ هکتار می‌باشد. ارتفاع متوسط منطقه از سطح دریا بین ۶۰۰ تا ۷۰۰ متر و در پهنه جغرافیایی ۲۵°-۵۸° تا ۱۵°-۵۹° طول شرقی و ۳۰°-۲۸° تا ۵°-۲۹° عرض شمالی واقع شده است. براساس اطلاعات اقلیمی، منطقه مطالعه شده دارای بارندگی اندک می‌باشد که عمدتاً در فصل زمستان و بهار اتفاق می‌افتد. لذا کشاورزی در این منطقه به صورت آبی است، متوسط میزان بارندگی در یکسال در حدود ۸۴/۲۱ میلی‌متر است. حداکثر مطلق درجه حرارت C ۴۶°، حداقل مطلق C ۹°- و متوسط سالانه درجه حرارت ۲۲/۸۹ درجه سانتیگراد است. مهمترین پارامتر اقلیمی منطقه که تاثیر مهمی بر کشاورزی و تولید محصولات مختلف دارد وزش بادهای شدید خصوصاً در فصل بهار و تابستان می‌باشد (زین‌الدینی، ۱۳۸۰). منطقه بم- نرماشیر از نظر اقلیمی دارای شرایط آب و هوایی خیلی گرم است (غفاری، ۱۳۸۴) این محدوده از مناطق مهم کشت محصولات زراعی به ویژه کشت دوم و تولید خارج از فصل است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۸)، لیکن عواملی مانند خصوصیات فیزیکی نامطلوب، آهک زیاد، خصوصیات حاصلخیزی و شوری و قلیائیت، تولید این محصولات را محدود نموده است.

برای انجام این تحقیق، آمار و اطلاعات مورد نیاز و نقشه‌های خاک جمع‌آوری گردید. سپس با بررسی نقشه‌های توپوگرافی و خاک منطقه و وضعیت کشاورزی منطقه، ۵۰ مزرعه به نحوی که در کل مناطق بم، نرماشیر، فهرج و ریگان پراکنده باشند و شامل طیف نسبتاً وسیعی از خاکها و همچنین تحت کشت محصولات زراعی مورد مطالعه باشد، انتخاب گردید سپس در هر مزرعه یک پروفیل حفر، تشریح و نمونه‌برداری شد (USDA,2012). تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی لازم نظیر شوری، درصد سدیم قابل تبادل (ESP)، اسیدیته، آهک، گچ، بافت خاک، عناصر غذایی و کربن آلی روی نمونه‌های خاک بر اساس روش‌های استاندارد، انجام گرفت (USDA,2014). پس از استخراج نتایج تجزیه‌های آزمایشگاهی و مطالعات صحرائی، مشخصات اراضی مهم و موثر بر کلاسهای تناسب اراضی و عملکرد تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه انتخاب شد و در صورت نیاز، میانگین وزنی با شاخص تصحیح عمق برای برخی مشخصات نظیر شوری، بافت و آهک، محاسبه گردید (Sys et al., 1991). برای انجام مطالعات تناسب کیفی اراضی، مشخصات اراضی تفکیک شده با جداول نیازهای گیاهی که با شرایط منطقه تطبیق و تعدیل شده‌اند مطابقت داده شد (Sys et al., 1991).

طبقه بندی تناسب اراضی بر اساس روشهای محدودیت ساده و پارامتریک برای تیپهای بهره‌وری جو، سیبزمینی و پیاز انجام گردید. برای محاسبه شاخص اراضی و اقلیم از روش ریشه دوم استفاده گردید. برای تعیین طبقه‌بندی تناسب اقلیمی بر اساس دو روش محدودیت ساده و پارامتریک نیز از آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک بم و دوره‌های فنولوژیک محصولات مورد نظر (کشت پاییزه) استفاده گردید. در نهایت نتایج ارزیابی تناسب اراضی اقلیمی و کیفی برای واحدهای خاک مختلف بررسی شد و مهمترین عوامل محدودکننده برای تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه مشخص و روش‌های اصلاحی در راستای استفاده بهینه از منابع خاک و آب پیشنهاد گردید

نتایج و بحث

تشکیل و طبقه بندی خاکها

رژیم رطوبتی منطقه اریدیک و رژیم حرارتی آن، هایپرترمیک است. با انجام مطالعات خاکشناسی تعداد شش خاک در این محدوده مشخص گردید که بر مبنای سیستم جامع طبقه‌بندی خاک در دو رده انتی سول^۱ و اریدی سول^۲ و تحت گروه‌های Typic Torriorthents, Typic Torrifluents, Typic Haplosalids, Typic Torripsamments رده بندی شدند.

جدول ۱- طبقه بندی و هماهنگی خاکهای مطالعه شده

Soil NO	U. S. D. A Soil Taxonomy (keys 2014)			F. A. O And U. N. E. S. C. O (1989)
	FAMILY	SUBGROUP	ORDER	
1	Coarse loamy , Mixed , Superactive , Hyperthermic	Typic Torrifluents	Entisols	Calcaric Fluvisols
2	Fine loamy , Mixed , Superactive , Hyperthermic	Typic Torrifluents	Entisols	Calcaric Fluvisols
3	Coarse Loamy , Mixed ,Superactive , Hyperthermic	Typic Torriorthent	Entisols	Calcaric Regosols
4	Coarse Loamy Mixed , Active , Hyperthermic	Typic Torripsamments	Entisols	Haplic Arenosols

¹ -Entisols

² - Aridisols

5	Coares Loamy , Mixed , Super active , Hyper thermic	Typic Haplosalids	Aridisols	Sodis Solonchaks
6	Fine Loamy , Mixed , Superactive , Hyperthermic	Typic Haplosalids	Aridisols	Sodic Solonchaks

بررسی نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک مناطق انتخابی نشان داد که به ترتیب ماکزیمم، مینیمم و میانگین شوری خاک ۱۳۹، ۲/۳ و ۲۲/۱ دسی زیمنس بر متر و درصد سدیم قابل تبادل نیز ۲۱۸، ۶/۵ و ۴۳/۴۵ متغیر می باشد. همچنین میزان اسیدیته خاک ماکزیمم ۸/۵، مینیمم ۶/۸ و متوسط آن ۷/۶ می باشد.

گروه‌های بافتی عمدتاً متوسط و سبک شامل (Silty loam, loamy sand, Sandy loam, loam) و بافتهای سنگین‌تری نظیر Clay loam نیز در بعضی قسمت‌ها مشاهده می گردد. میزان آهک نمونه های تجزیه شده مربوط به تمامی نقاط مطالعاتی به ترتیب ۴۳/۸، ۷/۵ و ۱۵/۵ درصد است که حدود ۴۵ درصد از نمونه ها میزان آهک آنها کمتر از ۱۵ درصد، ۵۰ درصد آنها بین ۱۵-۳۰ درصد و مابقی بیشتر از ۳۰ درصد می‌باشد.

نتایج طبقه بندی تناسب اراضی برای جو

از نظر طبقه‌بندی تناسب اقلیمی، اقلیم منطقه برای جو طبق روش‌های پارامتریک و محدودیت ساده در کلاس نسبتاً مناسب (S3) قرار می‌گیرد. این بدان معنی است که اقلیم منطقه برای کاشت جو دارای محدودیت نسبتاً زیادی است. محدودیت عمده این منطقه برای کشت گیاهان زراعی، فرسایش بادی است، ولی در معیارهای سنجش نیازهای اقلیمی لحاظ نشده است. بر اساس روش محدودیت ساده، کلاس طبقه‌بندی تناسب کیفی اراضی برای جو از S3 تا N2 متغیر است و پارامترهای اقلیم، شوری و قلیائیت خاک، بافت خاک سبک و خصوصیات حاصلخیزی محدودیت دارند. اراضی با کلاس S3 با وسعت ۱۵۳۶ هکتار و ۵۱/۲ درصد، کلاس N1، معادل ۴۴۷/۶ هکتار و ۱۴/۹۲ درصد و در نهایت اراضی کلاس N2 به وسعت ۱۰۱۶/۲۸ هکتار و ۳۴/۰ درصد در منطقه طبقه‌بندی شده‌اند. بر اساس روش پارامتریک کلاس طبقه بندی تناسب کیفی اراضی برای جو از S2 تا N2 متغیر است که پارامترهای اقلیم، شوری و قلیائیت، توپوگرافی و خصوصیات فیزیکی خاک از عوامل محدود کننده هستند. در این منطقه اراضی کلاس S2 با وسعت ۱۴۴ هکتار و ۴/۰۸ درصد، مساحت کلاس S3 خود ۱۲۸۶/۶۷ هکتار و ۴۲/۸۹ درصد، کلاس N1 به وسعت ۲۴۴/۸ هکتار و برابر با ۸/۱۶ درصد و وسعت کلاس N2 معادل ۱۳۴۷ هکتار و ۴۴/۹ درصد طبقه‌بندی شده‌اند.

نتایج طبقه بندی تناسب اراضی برای سیب‌زمینی

از نظر طبقه‌بندی تناسب اقلیمی، اقلیم منطقه برای کاشت سیب زمینی طبق روش های پارامتریک و محدودیت ساده S1 است که نشان دهنده اقلیم مناسب منطقه برای کشت سیب‌زمینی (پاییزه) است. نکته قابل توجه در خصوص کشت سیب‌زمینی منطقه، امکان تولید محصول خارج از فصل معمول می‌باشد که از لحاظ زمان تولید و فروش محصول مهم و دارای مزیت اقتصادی است. طبقه بندی تناسب اقلیمی بر اساس دوره های فنولوژیک فصول پاییز و زمستان ارزیابی شده است. بر اساس روش محدودیت ساده، طبقه‌بندی تناسب کیفی اراضی سیب‌زمینی از S2 تا N2 متغیر است و خصوصیات اراضی شوری و قلیائیت، ویژگی‌های فیزیکی و حاصلخیزی محدودیت دارند. وسعت کلاس S2 حدود ۱۸۳/۶ هکتار معادل ۶/۶ درصد، کلاس S3 معادل ۳۶۷/۲ هکتار و ۱۲/۲۴ درصد، کلاس N1 برابر با ۵۵۱/۱ هکتار و ۱۸/۳۷ درصد و در نهایت اراضی کلاس N2 به مساحت ۱۸۹۸/۱ هکتار و ۶۳/۲۷ درصد طبقه‌بندی شده‌اند. نتایج طبقه بندی تناسب اراضی سیب زمینی بر اساس روش پارامتریک نشان داد کلاس اراضی بررسی شده از S2 تا N2 متغیر است و پارامترهای شوری و قلیائیت خاک، خصوصیات فیزیکی و اسیدیته خاک محدودیت دارند. در این منطقه اراضی کلاس S2 به وسعت ۶۱/۲ هکتار و ۲/۰۴ درصد، کلاس S3 حدود ۴۲۰/۹ هکتار و ۱۴/۰۳ درصد، کلاس N1 برابر

با ۳۶۹ هکتار و ۱۲/۳ درصد و در نهایت کلاس N2 به وسعت ۲۱۴۲/۹ هکتار و ۷۱/۴۳ درصد طبقه‌بندی شده‌اند. بررسی نتایج تناسب اراضی نشان می‌دهد محدودیت اصلی اراضی بررسی شده برای سیب زمینی شوری و قلیائیت است که با توجه به مطلوب بودن کیفیت آب‌های آبیاری در برخی از مزارع امکان آبخویی وجود دارد لذا در اکثر مناطق بررسی شده امکان کشت پاییزه و تولید سیب‌زمینی برای فصل بهار وجود دارد تا علاوه بر تامین نیاز بازار، از نظر اقتصادی برای کشاورزان نیز مفید باشد.

نتایج طبقه‌بندی تناسب اراضی برای پیاز

اقلیم منطقه برای کشت پیاز بر مبنای روش‌های پارامتریک و محدودیت ساده S1 است که نشان‌دهنده عدم محدودیت جدی آب و هوا برای پیاز است. بنابراین کشت پیاز پاییزه در منطقه بم-نرماشیر امکان پذیر است. کشت پاییزه پیاز و برداشت در اوایل بهار برای تولید خارج از فصل دارای مزیت اقتصادی است. بر اساس روش محدودیت ساده، طبقه‌بندی تناسب کیفی اراضی برای پیاز از S2 تا N2 متغیر است و پارامترهای اسیدیته خاک، شوری و قلیائیت و خصوصیات فیزیکی خاک ایجاد محدودیت می‌کنند. اراضی با کلاس S2 به وسعت ۴۵۷ هکتار و ۱۵/۲۵ درصد، کلاس S3 معادل ۶۶۶ هکتار و ۲۲/۲ درصد، کلاس N1 برابر با ۷۳۵ هکتار و ۲۴/۵ درصد و در نهایت کلاس N2 به وسعت ۱۱۲۶/۸ هکتار و ۳۷/۵۶ درصد را شامل می‌شوند. همچنین بر اساس روش پارامتریک طبقه‌بندی تناسب کیفی اراضی برای کاشت پیاز از S3 تا N2 متغیر است و پارامترهای اسیدیته خاک، شوری و قلیائیت و بافت خاک سبک محدودیت دارند. در این منطقه اراضی کلاس S3 به وسعت ۹۷۵/۵ هکتار و ۳۲/۵۳ درصد، N1 برابر با ۴۸۹/۹ هکتار و ۱۶/۳۳ درصد و در نهایت کلاس N2 حدود ۱۵۳۴/۲ هکتار و ۵۱/۱۴ درصد طبقه‌بندی شده‌اند. با بررسی پرسش‌نامه‌های کاربری اراضی تکمیل شده برای محصولات مطالعه شده مشخص می‌شود میزان عملکرد سیب‌زمینی و پیاز در برخی مزارع با کلاس مناسب، نسبتاً بهینه است. در این منطقه با توجه به تناسب اقلیمی، امکان تولید محصول برای اوایل فصل بهار وجود دارد که این امر نقش مهمی از لحاظ اقتصادی و اجتماعی برای منطقه و بهره‌برداران دارد و نیاز کشور در این فصل را مرتفع می‌نماید. همچنین اقلیم مناسب منطقه برای کشت و تولید پاییز و سیب‌زمینی، یک مزیت اقتصادی محسوب می‌شود که کشت پاییزه علاوه بر افزایش درآمد، باعث مصرف بهینه آب نیز می‌شود. ولی در برخی مزارع میزان تولید کمتر از حد انتظار و با شاخص اراضی هماهنگ نمی‌باشد، لذا در صورت اعمال مدیریت مناسب، تغذیه بهینه و انجام عملیات اصلاحی امکان افزایش تولید وجود دارد.

بر اساس مطالعات انجام شده برای بهبود وضعیت تولید و استفاده منطقی از منابع خاک و آب موارد زیر پیشنهاد می‌شود: استفاده از نتایج طبقه‌بندی تناسب اراضی در انتخاب مزارع مناسب برای کشت محصولات زراعی به خصوص سیب زمینی و پیاز و کشت پاییزه این گیاهان.

فرسایش بادی شدید در مناطق مطالعه شده سبب افت عملکرد محصولات مختلف زراعی شده است لذا برای مبارزه با این معضل تمهیدات لازم اندیشیده شود.

با توجه به اقلیم خشک منطقه، خصوصیات حاصلخیزی (نظیر درصد کربن آلی و مقدار برخی عناصر غذایی) شرایط مناسبی ندارند بنابراین برای بهبود میزان عملکرد باید این محدودیت نیز مدیریت شود.

بررسی نتایج طبقه‌بندی تناسب اراضی در برخی مناطق نشان داد که در اکثر واحدها، شوری و قلیائیت مشکل اساسی بوده که برای استفاده از منابع خاک و آب در این خصوص، باید مدیریت ویژه‌ای (آبخویی و استفاده از ارقام مناسب) را اعمال نمود.

منابع

اسفندیارپور، پ. ۱۳۹۹. گزارش نهایی پروژه ارزیابی تناسب اراضی محصولات زراعی و باغی استان کرمان. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران.

ایوبی، ش. و جلالیان، ا. ۱۳۸۵. ارزیابی تناسب اراضی (کشاورزی و منابع طبیعی). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۳۹۸ صفحه.
بنائی، محمد حسن. ۱۳۷۷. نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاکهای ایران، مؤسسه تحقیقات خاک و آب ایران.
زین‌الدینی میمند، ع. و ف، ابراهیمی میمند. ۱۳۹۳. ارزیابی تناسب اراضی کیفی و کمی محصولات مهم منطقه شهداد کرمان. اولین همایش ملی مدیریت پایدار منابع خاک و محیط زیست، کرمان، ایران.
زین‌الدینی میمند، ع و ف، ابراهیمی میمند. ۱۳۹۵. ارزیابی کیفی و کمی تناسب اراضی گندم، یونجه و خرما در دشت نورماشیر، استان کرمان. دومین همایش ملی مدیریت پایدار منابع خاک و محیط زیست، کرمان، ایران.
زین‌الدینی میمند، ع، نویدی، م.ن و ف، ابراهیمی میمند. ۱۳۹۶. بررسی وضعیت خاک ها و ارزیابی تناسب کیفی گندم، ذرت و هندوانه در مناطق خیلی گرم استان کرمان. پنزدهمین کنگره علوم خاک ایران. اصفهان، ایران.
زین‌الدینی، ع. ۱۳۸۰. گزارش نهایی " ارزیابی تناسب کیفی و کمی اراضی محصولات مهم زراعی و باغبانی منطقه بم استان کرمان. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران. ۹۹ صفحه.
غفاری، ع.ع، قاسمی، و. ر، دبائو، آ. ۱۳۹۴. پهنه بندی اقلیم کشاورزی ایران با استفاده از روش یونسکو. نشریه زراعت دیم ایران، ۴(۱)، ۶۳-۷۵. محمدی، ج. ۱۳۸۵. بدومتری ۱ (آمار کلاسیک). انتشارات پلک، تهران.
وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

FAO. 1985. Guidelines : land evaluation for irrigated agriculture . FAO Soil Bull No. 55, FAO. Rom , 231 p.
Soil Survey Staff. 2014 Keys to soil taxonomy. USDA. NRCS. 372pp.

Sys . C.E.Van ranst and J. Debaveye .1991 . land evaluation part I, II , III , General administration for development cooperation Agriculture pub No.7. Brussels , Belgium.

USDA. 2012. Field Book for Describing and Sampling Soils. Version 3, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

USDA. 2014. Kellogg Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 5. R. Burt and Soil Survey Staff (ed.). United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

Investigation of land characteristics and land suitability of some crops in eastern regions, Kerman province

Ali Zeinadini ^{*1}, Mahnaz Eskandari [\], Mir Naser Navidi¹, Javad Seyedmohammadi¹, Alireza Seyed Jalali¹

¹Assistant professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
(*Corresponding Author: Ali_zeinadin@yahoo.com)

Abstract

This research was done based on land evaluation (FAO-1976). In this study, the qualitative land suitability for barley, potato and onion land utilization types in 50 farms (about 3000 hectares) were evaluated in some lands of Bam, Normashi, Fahraj and Rigan plains of Kerman province. The steps of this research included selecting 50 farms, soil survey, soil sampling, and laboratory analysis of soil samples, collecting climatic data and completing

land use tables in the study farms. Then, according to meteorological data, soil and climatic requirements of plant were prepared. Land evaluation was performed based on two qualitative land suitability methods including simple limitation and parametric approaches. The results show that according to the soil taxonomy (2014), the studied soils classified in Entisols and Aridisols orders, four subgroups and seven soil families. The results of climatic suitability classification by parametric and simple limitation approaches are S3 for barley and S1 for potato and onion. Qualitative land suitability of barley is from S3 to N2, potato is S2 to N2, and onion is from S2 to N2. Limitation factors are salinity, alkalinity, physical properties and fertility. It is determined that the yield of some of the farms is not optimal and do not match the land index, so it is suggested that the type of cultivation was selected based on land characteristics.

Keywords: Land evaluation, parametric approach, simple limitation method and kerman.

صحت‌سنجی جداول نیازهای رویشی خاک، زمین‌نما و اقلیم برای زعفران

علی زین‌الدینی*^۱، مهناز اسکندری^۱، میرناصر نویدی^۱، سمیه الیاسی راد^۲

^۱استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
^۲بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، بیرجند، ایران

*ali_zeinadin@yahoo.com

چکیده

یکی از زیربنایی‌ترین عوامل در تهیه الگوی کشت، نقشه‌های تناسب اراضی برای گیاهان زراعی و باغبانی است. طی سال‌های پیشین، نقشه‌های تناسب اراضی برای کشت گیاهان عمده زراعی و باغی در دشت‌های آبی کشور، در موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شده است. یکی از مولفه‌های اصلی برای تهیه این نقشه‌ها، جداول نیازهای رویشی خاک، زمین‌نما و اقلیم بوده که بصورت کمی در این پژوهش، جداول پیشنهادی برای زعفران، صحت‌سنجی شد. نخست ۱۱۹ مزرعه زعفران در پنج استان مختلف، انتخاب و با حفر پروفیل از افق‌های مختلف خاک، نمونه‌برداری شد. مزارع انتخابی دارای طیف متنوعی از عملکرد و شرایط خاک بود تا امکان صحت‌سنجی کلاس‌های مختلف تناسب اراضی وجود داشته باشد. ویژگی‌های اقلیمی نیز برای هفت منطقه مورد پژوهش، از ایستگاه هواشناسی هر یک بدست آمد و دوره‌های فنولوژی برای کشت زعفران در هر منطقه، تهیه شد. به کمک ویژگی‌های خاک و متغیرهای اقلیمی، شاخص اراضی محاسبه شده و با مقدار عملکرد واقعی در هر نمونه مقایسه شد. ضریب تبیین رابطه بدست آمده از این دو متغیر، ۰/۸۳ بدست آمد. این مسأله نشان می‌دهد که جداول نیازهای رویشی پیشنهادی، از دقت کاملاً قابل قبولی برخوردار است.

واژگان کلیدی: الگوی کشت، تناسب اراضی، شاخص اراضی، عملکرد زعفران

مقدمه

بی‌گمان خاک از مهم‌ترین منابع طبیعی و شاید زیربنایی‌ترین عامل تشکیل تمدن‌ها به شمار می‌آید. چراکه اصول و چگونگی بهره‌برداری از این منبع طبیعی، پیشرفت و سطح توسعه‌یافتگی هر جامعه را تعیین می‌کند. بنابراین تخریب منابع خاک که البته در پی آن، تخریب منابع آب را نیز به همراه دارد، از مهمترین دغدغه‌های برنامه‌ریزان، مدیران و مجامع علمی و دانشگاهی به شمار می‌آید (سیدمحمدی و اسماعیل‌نژاد، ۱۳۹۳).

ویژگی‌های خاک در مناطق مختلف با یکدیگر تفاوت بسیاری دارد. بنابراین شناخت ویژگی‌های اراضی و اختصاص آن به بهترین کاربری، پیش‌نیاز تصمیم‌گیری‌های آگاهانه و آمایش سرزمین است. از این رو، در راستای تهیه الگوی کشت محصولات کشاورزی در ایران در فاصله سال‌های ۱۳۹۳ الی ۱۴۰۰، نقشه‌های ملی تناسب اراضی برای گیاهان زراعی و باغبانی به عنوان زیربنای کار، تهیه شد. در این طرح، مطالعات تناسب اراضی برای ۴۱ گیاه زراعی و ۲۸ محصول باغبانی با مساحت تقریبی ۶/۲ میلیون هکتار در سراسر کشور انجام شد. روش پارامتریک Sys et al., 1991 به عنوان شناخته‌شده‌ترین روش مورد تایید در ارزیابی تناسب اراضی با تهیه نرم‌افزار ملی تناسب اراضی (نویدی، ۱۳۹۸) مورد استفاده قرار گرفت. در این روش، ویژگی‌های اراضی و اقلیم منطقه با نیازهای رویشی گیاه مورد نظر مقایسه شده و بدین ترتیب، توانایی زمین برای استفاده پایدار در راستای تولید آن محصول بدست می‌آید. پرواضح است که کاربرد این روش، نیازمند تهیه جداول نیازهای رویشی برای ۶۹ گیاه زراعی و باغبانی بوده که برای بسیاری از آن‌ها تاکنون در ایران در این زمینه، سابقه‌ای وجود نداشته است. بنابراین به کمک کارشناسان صاحب نظر، تجربیات

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

موجود در قطب‌های تولید هر محصول و مروری بر منابع موجود در ایران و جهان، درجه‌بندی ویژگی‌های اقلیم و اراضی انجام شده و جداول نیازهای رویشی تهیه شد. این جداول در دو مجلد زراعی و باغبانی توسط موسسه تحقیقات خاک و آب به چاپ رسیده است (سیدجلالی و همکاران، ۱۳۹۸؛ زین‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۸).

صحت‌سنجی جداول نیازهای رویشی تهیه شده، تنها پس از تبدیل به نقشه‌های ملی تناسب اراضی در کشور و مقایسه کیفی کلاس‌های تناسب اراضی برای هر گیاه در هر منطقه امکان‌پذیر بود و شوربختانه داده‌های کمی چندانی برای مقایسه وجود نداشت. بنابراین در این پژوهش سعی شد که به کمک داده‌های موجود از خصوصیات خاک و اراضی مزارع تحت کشت زعفران و مقدار عملکرد هر یک، جداول نیازهای رویشی این گیاه که در مجلد نیازهای رویشی گیاهان باغبانی (زین‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۸) به چاپ رسیده است، به شکل کمی صحت‌سنجی شود.

مواد و روش‌ها

در راستای انجام این پژوهش، ۱۱۹ مزرعه زعفران در تربت حیدریه و مشهد از استان خراسان رضوی، قائن در خراسان جنوبی، نیریز فارس، اراک استان مرکزی و کرمان و شهر بابک از استان کرمان انتخاب شدند. مزارع انتخابی دارای طیف متنوعی از عملکرد و خاک بود تا امکان صحت‌سنجی کلاس‌های مختلف تناسب اراضی که در جدول نیازهای رویشی می‌آید، وجود داشته باشد. در هر مزرعه یک بدون حفر، تشریح و طبقه‌بندی گردید (USDA, 2012) و از هر افق، نمونه‌برداری خاک انجام شد. آزمایش‌های انجام شده روی نمونه‌های خاک شامل بافت خاک به روش هیدرومتر، واکنش خاک در گل اشباع با pH متر، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع توسط EC متر، کربن آلی به روش اکسایش تر، کربنات کلسیم معادل (CCE) به روش خنثی‌سازی با اسیدکلریدریک و تیترا با سود، گچ به روش استون، کلسیم محلول در عصاره اشباع خاک به روش کمپلکسومتری با حضور EDTA، سدیم و پتاسیم محلول در عصاره اشباع خاک با دستگاه فلیم فتومتر، پتاسیم قابل جذب به روش استات آمونیم ۱ مولار با pH=۷ و ازت کل به روش کج‌لدال بود (Pansu and Gautheryrou, 2006). مقدار متوسط عملکرد زعفران در سال‌های گذشته برای هر مزرعه، یادداشت شد. مزارع به گونه‌ای انتخاب شدند که از نظر مدیریت یکسان باشند. بدین مفهوم که تنها عامل موثر بر عملکرد زعفران در هر یک، شرایط خاک و اقلیم منطقه باشد.

ویژگی‌های اقلیمی هفت منطقه مورد پژوهش، از ایستگاه هواشناسی هر یک بدست آمد. دوره‌های فنولوژی برای کشت زعفران نیز در مناطق مورد مطالعه به کمک کارشناسان ذی‌صلاح، تعیین شد. به کمک جدول نیازهای رویشی اقلیمی برای زعفران (زین‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۸)، شاخص اقلیم در هر منطقه محاسبه گردید. سپس شاخص اقلیم به درجه اقلیم تبدیل شد تا برای تعیین شاخص اراضی به کار رود (Sys et al., 1991).

پس از تعیین ویژگی‌های خاک در هر افق، مقدار آن‌ها به روش Sys et al., 1991، میانگین‌گیری وزنی شد. سپس ویژگی‌های خاک و اراضی با جدول نیازهای رویشی خاک و زمین‌نما برای زعفران (زین‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۸)، مقایسه شده و به کمک روش پارامتریک با کاربرد درجه اختصاص داده شده به اقلیم، جمع‌بندی شد. بدین ترتیب که درجه‌بندی‌های به دست آمده از جداول نیازهای رویشی زعفران به روش ریشه دوم (رابطه ۱)، تبدیل به شاخص اراضی یا LI شد.

$$LI = Rmin \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots} \quad (1)$$

در این رابطه، A ، B و ... مقدار درجه اختصاص داده شده به هر یک از متغیرها و $Rmin$ ، کمترین درجه تخصیص داده شده به مشخصه‌های مورد بررسی است. در نهایت، شاخص اراضی محاسبه شده برای هر پروفیل خاک با مقدار عملکرد زعفران در مزرعه مربوطه، مقایسه گردید تا کارایی جداول نیازهای رویشی پیشنهاد داده شده برای زعفران مشخص شود.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

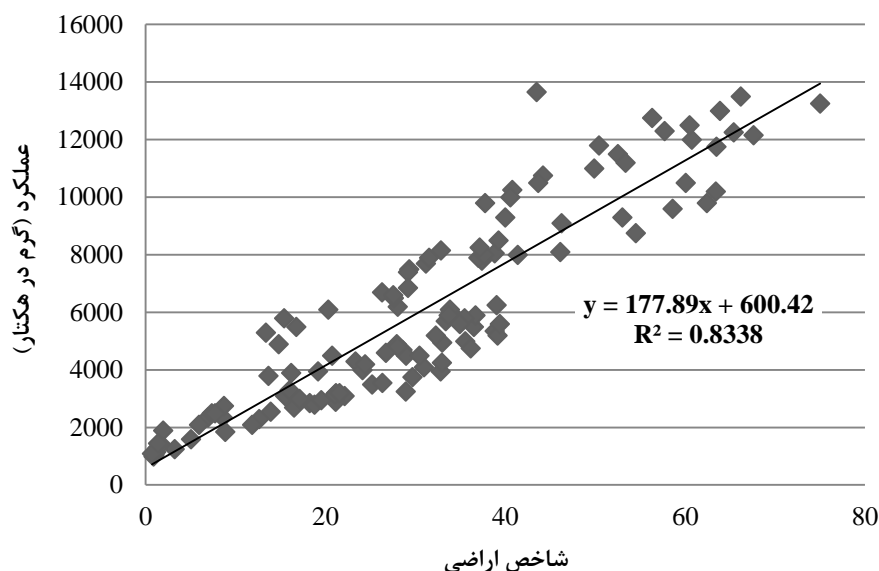
نتایج و بحث

مقدار شاخص اقلیم، درجه اقلیمی و عامل محدودکننده (در صورت وجود) و کلاس تناسب اقلیمی هر یک از مناطق مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است. همانطور که مشخص است، کلاس تناسب اقلیمی در بیشتر مناطق، بسیار مناسب بدست آمد. تنها در دو منطقه شهر بابک و اراک، متوسط دما در سیکل رشد کمتر از مقدار بهینه بود (حدود 11°C) که این مقدار بین ۱۳ تا ۲۵ درجه سانتیگراد است. با این حال، مقدار درجه اقلیم در این دو منطقه که به عنوان نماینده شرایط اقلیمی در محاسبه شاخص اراضی به کار می‌رود، بیش از ۸۰ است (جدول ۱).

جدول ۱- تناسب اقلیمی هفت منطقه مورد بررسی برای کشت زعفران

ایستگاه هواشناسی	شاخص اقلیم	درجه اقلیم	کلاس تناسب اقلیمی	عامل محدودکننده اقلیمی
نیریز	۷۸/۱۶	۸۷/۰۱	S1	-
قائن	۷۹/۳۶	۸۸/۱۰	S1	-
شهر بابک	۷۰/۴۹	۸۰/۱۱	S2	متوسط دما (سیکل رشد)
کرمان	۷۵/۵۷	۸۴/۶۸	S1	-
اراک	۷۱/۰۵	۸۰/۶۲	S2	متوسط دما (سیکل رشد)
مشهد	۷۶/۹۴	۸۵/۹۱	S1	-
ترت حیدریه	۷۷/۰۸	۸۶/۰۴	S1	-

شاخص اراضی محاسبه شده برای ۱۱۹ منطقه مورد مطالعه به کمک جدول نیازهای رویشی زعفران با مقدار عملکرد واقعی هر یک مقایسه شد که در شکل ۱ نشان داده شده است. این شکل نشان می‌دهد که شاخص اراضی محاسبه شده از جدول نیازهای رویشی خاک و اقلیم زعفران (زین‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۸) که در طرح ملی تناسب اراضی کشور (نوییدی، ۱۳۹۸) تهیه شده، توانایی بیان ۸۳ درصد از تغییرات عملکرد را دارد.



شکل ۱- ارتباط شاخص اراضی محاسبه شده با مقدار عملکرد زعفران (گرم در هکتار)

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نتایج تناسب اراضی نشان داد که مهمترین عامل محدودکننده خاکی برای کشت زعفران در مناطق مورد مطالعه، شرایط واکنش خاک است. پس از آن، ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند بافت، درصد گچ و آهک و مقداری نیز شرایط شور خاک‌های تحت کشت از عوامل محدودکننده به شمار می‌آیند. بهترین واکنش خاک برای کشت زعفران، حدود ۷/۲-۶ است که متأسفانه به دلیل آهکی بودن خاک‌های تحت کشت این گیاه، مقدار pH خاک بیشتر بوده و به حدود ۸ یا ۸/۲ نیز می‌رسد. همین عامل باعث کاهش جذب عنصر غذایی خاک توسط گیاه بوده و از شرایط رشد بهینه، می‌کاهد.

نتیجه‌گیری

به منظور برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین و یا پروژه‌های توسعه اراضی و حتی پیش‌بینی نتیجه تغییرات در نوع استفاده از اراضی، اولین گام انجام مطالعات ارزیابی تناسب اراضی است. به همین منظور به عنوان یکی از زیربنایی‌ترین عوامل تعیین الگوی کشت کشور، نقشه‌های تناسب اراضی دشتهای آبی کشور در موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شد. یکی از مولفه‌های اصلی در تهیه این نقشه‌ها، جداول نیازهای رویشی خاک و اقلیم بوده است که بصورت کمی در این پژوهش، جداول گیاه زعفران صحت‌سنجی شد. هرچند که جداول پیشنهادی برپایه نظر کارشناسان، مرور منابع و تجربیات موجود در گذشته بدست آمده بود و نمونه‌هایی کمی از شرایط خاک و اقلیم مناطق مناسب و ارتباط آن‌ها با مقدار عملکرد برای کشت زعفران در کشور در زمان تهیه جداول موجود نبود، نتایج این پژوهش حاکی از آن است که جداول پیشنهادی برای این گیاه از دقت کاملاً قابل قبولی برخوردار می‌باشد.

فهرست منابع

- زین‌الدینی، ع.، تومانیان، ن.، نویدی، م.ن.، فرج‌نیا، ا. و سیدجلالی، ع.ر. (۱۳۹۸). نیازهای رویشی گیاهان مهم باغبانی کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ص.
- سیدجلالی، ع.ر.، زین‌الدینی، ع.، نویدی، م.ن.، و محمداسماعیل، ز. (۱۳۹۸). نیازهای رویشی گیاهان زراعی. موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ص.
- سیدمحمدی، ج. اسماعیل‌نژاد، ل. (۱۳۹۳). ارزیابی کیفی و کمی تناسب اراضی برای برنج در نواحی مرکزی گیلان. دانش آب و خاک ۲۴(۱): ۱۶۵-۱۸۱.
- نویدی، م.ن. (۱۳۹۸). طراحی و تهیه نرم افزار ارزیابی تناسب اراضی برای گیاهان زراعی و باغی کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۲۲۵۰.
- Pansu, M. and Gautheyrou, J. (2006). Handbook of Soil Analysis, Mineralogical, Organic and Inorganic Methods. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 993pp.
- Sys, C., E. Van Ranst. and J. Debaveye. (1991). Land evaluation, Part I and II. General Admhnstration for development coopration, Brussels.
- USDA. (2012). Field Book for Describing and Sampling Soils. Version 3, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

Validation of soil and landscape and climate requirement tables for saffron

Ali Zeinadini ^{*1}, Mahnaz Eskandari ¹, Mir Naser Navidi ¹, Somayeh elyasirad ²

¹Assistant Prof., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

²South Khorasan Agricultural Research and Training Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Birjand, Iran

* ali_zeinadin@yahoo.com

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

Abstract

One of the most fundamental factors in preparing a cropping pattern is land suitability maps. In recent years, land suitability maps for the cultivation of major crops and horticultural plants in the country's irrigated plains have been prepared at the Soil and Water Research Institute. One of the main components for the preparation of these maps was the tables of soil and climate requirements. The proposed tables for saffron were quantitatively validated in this study. First, 119 saffron farms in five different provinces were selected and sampled by digging soil profiles. The selected farms had a diverse range of soil yields and conditions to allow for the validation of different land suitability classes. Climatic data for the seven studied areas were obtained from each meteorological station and phenological periods were prepared for saffron cultivation in each region. Using soil characteristics and climatic variables, land index was calculated and compared with the actual yield in each sample. The coefficient of explanation of the relationship obtained from these two variables was 0.83. This shows the proposed soil and climate requirement tables are quite acceptable accuracy.

Keywords: cropping pattern, land suitability, land index, saffron yield

ارزیابی کیفی آب رودخانه های کارون و دز با استفاده از شاخص کیفی ویلکاکس جهت مصرف کشاورزی

محمد رضا انصاری^{۱*}، اشکان یوسفی^۲، جواد ظهیری^۲، مسلم سعیدی پور^۴

۱، ۲، ۴- گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۳- گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

m_ansari@asnrkh.ac.ir

چکیده

رودخانه‌ها به عنوان مهم‌ترین منابع تامین و انتقال آب مصرفی بخش‌های صنعت، کشاورزی و شرب از اهمیت خاصی برخوردارند. رودخانه‌های کارون و دز پس از ورود به دشت خوزستان در معرض تحولات شدید فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی قرار می‌گیرند. این پژوهش با هدف بررسی کیفیت آب رودخانه‌های کارون و دز در بازه زمانی ۲۰ ساله جهت مصرف کشاورزی با استفاده از شاخص ویلکاکس انجام پذیرفت. بدین منظور از داده‌های اندازه‌گیری شامل دبی، EC، کاتیون‌ها و آنیون‌های موجود در سازمان آب و برق استان خوزستان و در بازه زمانی ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۶ استفاده شد. داده‌های مورد استفاده از ۶ ایستگاه هیدرومتری دزفول، بامدژ در رودخانه دز و گتوند، شوشتر، ملاثانی و اهواز در رودخانه کارون تهیه گردید. نتایج بدست آمده برای پارامترهای EC، Na, SAR, TDS در همه ایستگاه‌ها نشان داد که ایستگاه دزفول دارای کمترین و ایستگاه اهواز دارای بیشترین مقدار برای تمام پارامترها بوده است، همچنین تغییرات دبی نشان داد که ایستگاه‌های شوشتر و اهواز به ترتیب دارای کمترین و بیشترین مقدار در این بازه زمانی می‌باشد.

واژگان کلیدی: رودخانه دز، کیفیت آب، کارون، شاخص ویلکاکس، EC.

مقدمه

رودخانه‌ها به‌عنوان مهم‌ترین منابع تأمین و انتقال آب مصرفی بخش‌های صنعت، کشاورزی و شرب از اهمیت خاصی برخوردار است و به علت اینکه از بسترها و مناطق مختلفی می‌گذرند و در ارتباط مستقیم با محیط پیرامون خود هستند، نوسانات کیفی زیادی دارند. توسعه روزافزون فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی و افزایش قابل توجه حجم فاضلاب‌های شهری و صنعتی موجب آلودگی منابع آب خصوصاً رودخانه‌ها گردیده است. به نحوی که کیفیت این منابع حیاتی آب در بسیاری از نقاط مورد مخاطره جدی قرار گرفته و در برخی نقاط منجر به مرگ بیولوژیکی رودخانه‌ها شد. تغییرات مدیریتی در یک سیستم رودخانه‌ای می‌تواند وضعیت کیفی آن را تغییر داده و مطلوب یا نامطلوب گردد (کرامتی، ۱۳۸۶). حفاظت کیفی رودخانه‌ها نیاز به سرمایه‌گذاری‌های اضافی برای تصفیه پساب‌ها یا دستگاه‌های جمع‌آوری و کنترل زهاب‌های کشاورزی و صنعتی داشته و از طرفی ممکن است منجر به محدود کردن توسعه فعالیت در آن حوضه گردد، در نتیجه می‌تواند اثرات اقتصادی قابل توجهی داشته باشد.

حفظ و استفاده بهینه از منابع آب از اصول توسعه پایدار هر کشور به حساب می‌آید، اغلب برنامه‌ریزی‌های منابع آب در کشورها بر اساس پتانسیل بالقوه منابع آب سطحی و زیرزمینی آن کشور است. رودخانه‌ها از مهم‌ترین منابع تجدیدشونده و حیاتی آب شیرین جهت استفاده در امور کشاورزی، شرب و صنعت بوده و از مهم‌ترین منابع آب سطحی بشمار می‌روند. با توجه به خشکسالی‌های اخیر و افزایش جمعیت و در نتیجه رشد فضای شهری و روستایی، که موجب بالا رفتن تقاضا جهت این مایه حیات شده است، حفظ این منابع ضروری است. از طرف دیگر اهمیت منابع آب رودخانه‌ها و تأثیر بسزای آن بر پیشرفت جوامع مختلف در زمینه‌های

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

کشاورزی و صنعت برکسی پوشیده نیست، از این جهت بررسی ویژگی‌های کیفی رودخانه‌ها در مدیریت و برنامه‌ریزی‌های مختلف بسیار حائز اهمیت است.

آلودگی رودخانه‌ها دارای دو منشأ طبیعی و انسانی هستند، از جمله منابع طبیعی می‌توان به فرسایش و هوازدگی سنگ‌ها و ورودی‌های جوی اشاره نمود، منابع انسانی نیز شامل منابعی چون کشاورزی، صنعت و ... است که به دو شکل نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای وارد رودخانه‌ها می‌شوند. متأسفانه در چند سال اخیر، رودخانه‌ها در مناطقی که دارای فعالیت کشاورزی و یا صنعتی گسترده هستند، دچار آلودگی شده‌اند، با توجه به اهمیت رودخانه‌ها در تأمین آب آشامیدنی، کشاورزی و صنعتی ارزیابی کیفیت هیدرو شیمیایی و بررسی نقش عوامل طبیعی و انسانی در تغییر کیفی آب رودخانه‌ها، کنترل آلودگی و مدیریت این منابع ضروری است (پاریان، ۱۳۹۵).

نظر به اینکه رودخانه کارون به‌عنوان بزرگ‌ترین، طولانی‌ترین و پرآب‌ترین رودخانه‌های ایران است از دیرباز نقش مهمی در کشاورزی فرهنگ، اقتصاد و طبیعت ایران بر عهده داشته است، با توجه به استفاده‌های چندجانبه از رودخانه‌های کارون و دز در شرایط کنونی ایجاب می‌نماید که برنامه‌ریزی دقیق و دراز مدتی برای پایداری و حفظ آینده این دو رودخانه طراحی و اجرا گردد، بطوری که کلیه طرح‌ها و فعالیت‌های اقتصادی با در نظر گرفتن مسائل زیست محیطی در یک مجموعه هماهنگ گنجانده شوند. زیرا که آب جزئی از محیط زیر بنایی حیات و عنصری ضروری بر الگوی توسعه است (جواهری، ۱۳۸۰). رودخانه‌های کارون و دز استان خوزستان در طول مسیر خود تحت تأثیر فاضلاب‌های شهری، روستایی و همچنین رواناب‌های کشاورزی اطراف خود قرار می‌گیرند. از آب این رودخانه بیشتر جهت آبیاری زمین‌های کشاورزی، تأمین آب شرب شهرها و روستاهای اطراف رودخانه‌ها و استفاده در صنایع استان استفاده می‌شود، که بخشی از این آب به شکل رواناب‌های کشاورزی مجدداً وارد جریان آب رودخانه می‌شود. با توجه به استفاده کشاورزان از کودهای شیمیایی و حیوانی، سموم و آفت‌کش‌ها مقداری از این مواد می‌توانند وارد آب رودخانه شوند، از طرفی با توجه به واحدهای زمین‌شناسی منطقه، عناصر متنوعی نیز می‌توانند به آب رودخانه‌ها راه پیدا کنند، بنابراین، با توجه به موارد ذکر شده در بالا و اهمیت این رودخانه‌ها در تأمین آب شرب، صنعت و کشاورزی در منطقه، بررسی کیفیت آب رودخانه‌های کارون و دز، به‌ویژه در بخش‌هایی که متأثر از فعالیت‌های کشاورزی و مناطق مسکونی متمرکز است، اهمیت زیادی دارد. رودخانه‌های کارون و دز پس از ورود به دشت خوزستان، در معرض تحولات شدید فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی قرار می‌گیرند. الحاق رودخانه‌های شور واقع در این محدوده، به همراه فاضلاب صنایع و زهاب‌های کشاورزی و حوضچه‌های پرورش ماهی، وضعیت نامطلوبی را از نظر آلودگی کیفی آب این دو رودخانه به وجود آورده و پیش‌بینی می‌شود با تخلیه فاضلاب‌های شهری و روستایی و نیز بهره‌برداری از طرح‌های توسعه و تخلیه آب‌های برگشتی این طرح‌ها به این دو رودخانه مشکل کاهش کیفیت آب این رودخانه‌ها، در آینده جدی‌تر گردد. این مطالعه با هدف بررسی و ارزیابی کیفی آب این رودخانه‌ها با استفاده از پارامترهای هیدروشیمیایی و شاخص‌های کیفی صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

استان خوزستان با توجه به شرایط توپوگرافی، شیب و جهت شیب و زمین‌شناسی آن به عنوان آبرگیر رودخانه‌های کارون، دز، مارون و جراحی مطرح است. این استان در واقع پایاب حوضه‌های کرخه، کارون بزرگ و حوضه جراحی، زهره هست که تماماً به خلیج فارس منتهی می‌شوند. حوضه آبریز کارون بزرگ از لحاظ تقسیم بندی کلی هیدرولوژی بخشی از حوضه آبریز خلیج فارس با مساحت ۶۷۲۵۷ کیلو متر مربع از سمت شمال به حوضه آبریز رودخانه‌های قره چای، ساوه، گلپایگان و زاینده‌رود، از طرف مغرب به حوضه رودخانه کرخه و از سمت شرق به حوضه رودخانه‌های زهره، مارون و جراحی محدوده بوده و از نظر موقعیت جغرافیایی بین ۰۰' - ۴۸' تا ۰۰' - ۵۲' طول شرقی و ۰۰' - ۳۰' تا ۰۵' - ۳۴' عرض شمالی قرار می‌گیرد. از کل مساحت این حوضه ۶۸ درصد آن کوهستانی و ۳۱ درصد دیگر را دشت و کوهپایه تشکیل می‌دهد. ۴۳ درصد از کل مساحت حوضه کارون بزرگ شامل رودخانه‌های کارون و دز هست رودخانه کارون بزرگ از اتصال رودخانه‌های دز و کارون در محل بند قیر، ۴۰ کیلومتری شمال اهواز

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

تشکیل می شود هر یک از این دو رودخانه دارای شاخه ها و زیر حوضه هایی هستند. مشخصات ایستگاه های مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه های مورد مطالعه

ردیف	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع	سال تأسیس	حوضه آبریز	رودخانه	ایستگاه	کد ایستگاه
۱	۳۲-۲۳-۵۴	۴۸-۲۴-۰۷	۱۴۴	۱۳۲۹	کارون بزرگ	دز	دزفول	۲۱-۲۹۹
۲	۳۱-۴۰-۴۹	۴۸-۴۱-۱۳	۲۵	۱۳۴۱	کارون بزرگ	دز	بامدژ	۲۱-۳۰۵
۳	۳۲-۱-۵۶	۴۸-۵۱-۰۶	۳۴	۱۳۵۷	کارون بزرگ	گرگر	شوشتر	۲۱-۲۵۱
۴	۳۱-۳۴-۵۹	۴۸-۵۲-۵۰	۲۲	۱۳۴۶	کارون بزرگ	کارون	ملائانی	۲۱-۳۰۷
۵	۳۱-۲۰-۱۷	۴۸-۴۱-۴۲	۱۷	۱۳۲۹	کارون بزرگ	کارون	اهواز	۲۱-۳۰۹
۶	۳۲-۱۴-۵۶	۴۸-۴۹-۳۰	۷۱	۱۳۳۲	کارون بزرگ	کارون	گتوند	۲۱-۲۴۳

به منظور بررسی کیفیت آب رودخانه، میانگین، حداکثر و حداقل داده های به دست آمده از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی محاسبه شد و با استانداردهای جهانی مورد مقایسه قرار گرفته است (جدول ۲).

جدول ۲- پارامترهای کیفی آب (سال ۱۳۷۷-۱۳۹۶)

پارامتر	واحد	حداکثر	حداقل	میانگین
TDS	mg/l	۲۲۷۱	۴۲۲	۱۲۷۹
EC	µmhos/cm	۳۵۷۰	۶۶۰	۲۰۰۲
PH		۸٫۷	۶٫۷	۷٫۸۰
Na	meq/l	۲۳٫۸	۲٫۵۸	۱۰٫۹۷
Ca	meq/l	۱۵٫۶۰	۲٫۶۰	۶٫۰۲
Mg	meq/l	۶٫۵	۰٫۶۴	۳٫۴۸
SAR	(mmol.L ⁻¹) ^{0.5}	۹٫۲۳	۱٫۶۱	۴٫۹۵
K	meq/l	۰٫۸	۰٫۰۱	۰٫۰۷
CL	meq/l	۲۴٫۵	۲٫۵۸	۱۰٫۵۸
HCO ₃	meq/l	۴٫۳۹	۰٫۶۴	۳٫۲۱
SO ₄	meq/l	۱۵٫۵۴	۱٫۳	۶٫۵۵

تعیین کیفیت آب

آب به عنوان یک منبع تجدیدشونده، همواره رکن اصلی توسعه بوده است. مهم ترین هدف از مطالعات منابع آب، تشخیص تیپ و رخساره و تعیین کیفیت آن ها برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعت می باشد. نمودارهای گرافیکی پایپر، ویلکاکس و شولر مهم ترین و پرکاربردترین ابزار برای دستیابی به این اهداف هستند. ناخالصی های آب تا جایی که از حد معینی تجاوز نکند مانع از مصرف آن نمی شود، زیرا هرگونه مصرف آب معیارهای مخصوص به خود را دارد. به طور مثال معیارهای کیفی برای آب شرب و کشاورزی متفاوت است. این معیارها نیز ارقام، اعداد مشخص و دقیق نیست بلکه طیف گسترده ای را تشکیل می دهد؛ که بسته به وضعیت مصرف متفاوت می باشد (علیزاده، ۱۳۸۵).

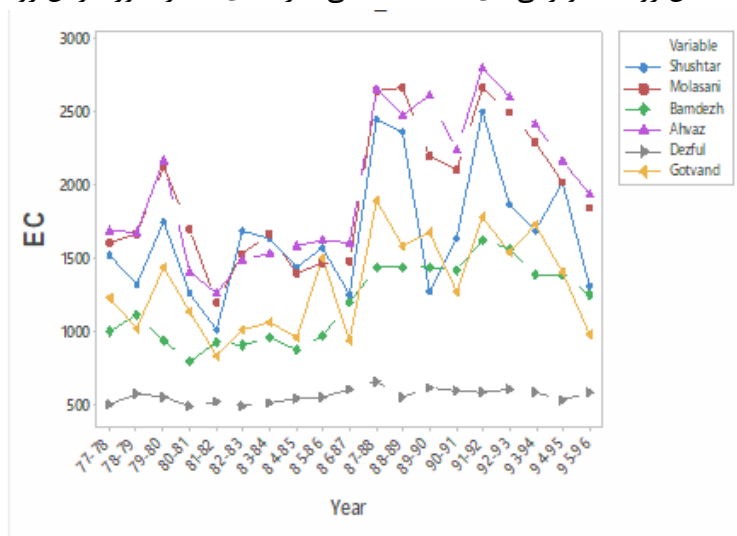
گروه های مختلف آب، برای آب رودخانه که بیش تر مصرف شرب و کشاورزی دارد براساس روش های گرافیکی تعیین می شود. در این پژوهش از شاخص ویلکاکس (طبقه بندی آب برای مصارف کشاورزی) استفاده شد که نمودارها با استفاده از نرم افزار Chemistry ترسیم شدند و داده های حاصل با استانداردهای جهانی مقایسه و مورد ارزیابی قرار گرفتند.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نتایج و بحث

هدایت الکتریکی (EC)

از عوامل تأثیرگذار بر هدایت الکتریکی آب رودخانه‌ها می‌توان به مواردی مانند ورود رواناب‌ها و فاضلاب‌های شهری به داخل رودخانه، فعالیت‌های کشاورزی مانند آبیروزی مزارع که باعث ورود آب زهکش مزارع به داخل رودخانه می‌شود و همچنین ورود جریان‌های جانبی و پرآب اشاره کرد. شکل ۱ تغییرات هدایت الکتریکی در طول بازه مورد مطالعه برای سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۷۷ را نشان می‌دهد. با توجه به متفاوت بودن میزان بارندگی سالانه در طول بازه مطالعاتی بنابراین هدایت الکتریکی آب رودخانه در تمامی ایستگاه‌های مورد بررسی دارای نوسانات نسبتاً زیادی است. محدوده تغییرات هدایت الکتریکی (EC) بین ۴۹۰ تا ۲۸۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر می‌باشد. میزان هدایت الکتریکی (EC) در ایستگاه دزفول پایین‌ترین میزان بوده و ایستگاه اهواز بیشترین مقدار را در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها داشته است. ایستگاه اهواز بر روی رودخانه کارون واقع شده است و شوری آب یکی از مهمترین چالش‌های این رودخانه در سال‌های اخیر بوده است. فکوری دکاهی و همکاران (۱۳۹۵) دلایل افزایش شوری رودخانه کارون را کاهش جریان ورودی، ورود آب شور از شاخه‌های شور و سد گتوند، زهکش‌های کشاورزی به خصوص زهکش مزارع نیشکر طرح‌های کشت و صنعت هفت تپه، کارون، دهخدا و امام خمینی، پساب صنایع، فاضلاب شهری و خانگی، نفوذ آب‌های شور زیرزمینی و جریان برگشتی از دریا به رودخانه بیان کردند. در حالی که در ایستگاه دزفول که بر روی رودخانه دز واقع شده است مشکلاتی که منجر به شوری و کاهش کیفیت آب رودخانه کارون شده است را نداشته و یا در صورت وجود از اهمیت کمتری برخوردار بوده و تأثیر چشمگیری در شوری آب رودخانه ندارند. عامل دیگری که ممکن است بر کیفیت آب رودخانه کارون تأثیر گذاشته و باعث شوری این رودخانه شده است را می‌توان سازندهای زمین‌شناسی در مسیر عبور رودخانه نام برد. (نخعی و همکاران، ۱۳۹۰) در پژوهشی به ارزیابی کیفی رودخانه کارون و سرشاخه‌های آن در استان چهارمحال و بختیاری پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که با توجه به ضرایب همبستگی میان مولفه‌های مختلف شیمیایی و بررسی‌های زمین‌شناسی، مهمترین عامل موثر در تغییر کیفیت آب این رودخانه ویژگی‌های سنگ‌شناختی سازندهای مسیر عبور جریان رودخانه است.



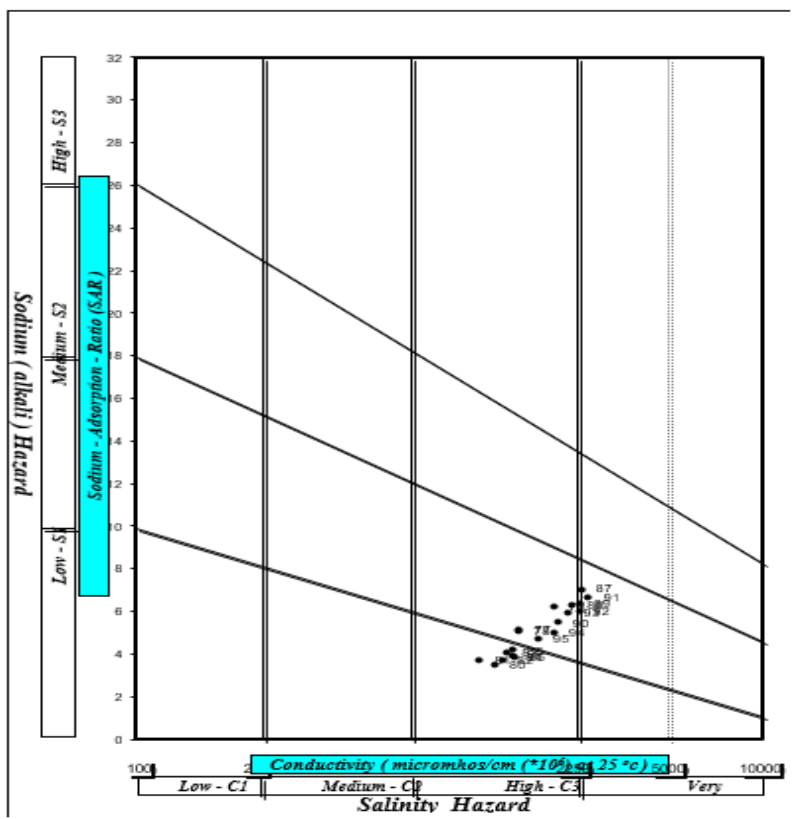
شکل ۱- تغییرات هدایت الکتریکی نسبت به زمان در ایستگاه‌های مختلف

بررسی کیفیت آب از نظر مصرف کشاورزی بر اساس استانداردهای موجود

شکل ۲ طبقه‌بندی کیفیت آب رودخانه کارون در محل ایستگاه اهواز را جهت مصارف کشاورزی از منظر نمودار ویلکاکس نشان می‌دهد. آب این ایستگاه در رده C3S1 و C4S2 قرار می‌گیرد. با وجود این که مقدار پارامتر کیفی SAR بر اساس طبقه‌بندی ویلکاکس در ایستگاه اهواز در طبقه‌ی خوب قرار می‌گیرد ولی میزان شوری آب این ایستگاه بالا می‌باشد. هراتی (۱۳۹۴) با ارزیابی

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

شوری آب رودخانه کارون برای استفاده در آبیاری در بازه ملاثانی به اهواز به طول ۷۰ کیلومتر دریافتند که فاضلاب‌های شهری، پساب‌های صنعتی و زه‌آبهای کشاورزی بیشترین نقش را در شوری آب رودخانه ایفا می‌کنند.



شکل ۲- شاخص ویلکاکس ایستگاه اهواز

نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش، بررسی کیفیت آب رودخانه‌های کارون و دز در بازه زمانی بیست ساله بود. حوضه آبریز رودخانه کارون و دز به خاطر دارا بودن شهرها و مراکز بزرگ جمعیتی، صنعتی و غیره به خصوص شهر اهواز و صنایع فولادی و سنگین واقع در این حوضه آبریز از نظر مصارف آب و همچنین آلاینده‌های تولیدی تأثیرگذار بر کیفیت منابع آب حائز اهمیت بوده و در عرصه آب با چالش‌های کمی و کیفی فراوانی روبروست. مطالعه روند تغییرات پارامترهای کیفی آب ایستگاه‌های واقع در رودخانه‌های کارون و دز در دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد که دلیل استفاده‌های نادرست و عدم رعایت اصول بهره‌برداری آب این رودخانه‌ها، بر میزان املاح محلول این رودخانه‌ها افزوده شده و سبب کاهش کیفیت آب این رودخانه‌ها در طول دوره آماری مورد مطالعه گردیده است. از سوی دیگر خشکسالی‌های اخیر که سبب کاهش دبی آب این رودخانه‌ها در سال شده است نیز در این امر تأثیرگذار بوده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که روند افزایشی در میزان املاح محلول در آب و روند نزولی دبی جریان، کاهش کیفیت شیمیایی آب را جهت استفاده‌های گوناگون سبب شده است.

فهرست منابع

علیزاده، امین. ۱۳۸۵. اصول هیدرولوژی کاربردی. چاپ ۲۵. انتشارات قدس رضوی. مشهد. ص. ۸۷۲-۳۱.
فکوری دکاهی، بهمن، جمال، محمد، ولی، سامانی، مهدی، مظاهری. و نسرین، بدرزاده. ۱۳۹۵، شناسایی منابع افزایش شوری آب رودخانه کارون، اولین کنفرانس بین‌المللی آب، محیط زیست و توسعه پایدار، اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی. ۵ (۲۳): ۱۲-۲۳.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

کرامتی، ح.، محوی، ا.، کیان مهر، م. ۱۳۸۶. بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب شرب شهر گناباد در سال ۱۳۸۶. یازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران.

هراتی، زهرا. ۱۳۹۴. ارزیابی پارامترهای کیفی آب رودخانه کارون برای استفاده در آبیاری و مدل سازی آن با استفاده از مدل KwQUAL در بازه بندقیقیر - اهواز. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز. ص ۵۶-۵۰.

نخعی، محمد، موسایی، فیروز، رضانی، اکبر. و امیری، وهاب. ۱۳۹۰. ارزیابی کیفی رودخانه کارون و سرشاخه های آن در استان چهارمحال و بختیاری. زمین شناسی ایران. ۵ (۲۰): ۵۹-۷۲.

پاریان، محمدعلی. ۱۳۹۵. استفاده از شاخص های کیفیت آب در ارزیابی آلودگی های فلزی و میکروبی رودخانه گرگان رود. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی شاهرود. ص ۴۵-۳۷.

Water quality assessment of Karun and Dez rivers using wilcox quality index for agricultural use

Mohammad Reza Ansari^{1*}, Ashkan Yusefi², Javad Zahiri³, Moslem Saeidi Poor⁴

1,2, 4- Department of Soil Science and Engineering, Agriculture Sciences and Natural Resources University of Khuzestan.

3- Department of Agricultural Engineering, Agriculture Sciences and Natural Resources University of Khuzestan.

m_ansari@asnrkh.ac.ir

Abstract

Rivers are the most important sources of water supply in the industrial, agricultural and drinking sectors. Karun and Dez rivers are exposed to severe physical, chemical and biological changes after entering Khuzestan plain. The aim of this study was to investigate the water quality of Karun and Dez rivers in a period of 20 years for agricultural use using Wilcox index. For this purpose, measurement data including EC, cations and anions in the Water and Electricity Organization of Khuzestan Province in the period 1998 to 2017 were used. The data used from 6 hydrometric stations including Dezful, Bamdeh in Dez river, Gotvand, Shushtar, Mollasani and Ahvaz in Karun river have been prepared to study the water quality changes of these two rivers along the flow route during different years. The results obtained for EC, TDS, SAR, Na parameters in all stations, showed that Dezful station had the lowest and Ahvaz station had the highest value for all parameters. Also, changes in flow rate showed that Ahvaz and Shushtar stations have the highest and lowest values in this period, respectively.

Keywords: Dez River, Water Quality, Karun, Wilcox index, EC.

جذب سطحی نیکل در خاک اسیدی اصلاح شده با بیوچار تفاله هویج

لیلا غلامی^۱ و قاسم رحیمی^۲

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشگاه بوعلی سینا همدان

۲- دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه بوعلی سینا همدان، پست الکترونیکی g.rahimi@basu.ac.ir

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از بیوچار به‌عنوان یک جاذب ارزان و دوست‌دار محیط زیست جهت اصلاح خاک‌های آلوده مورد توجه پژوهشگران در بسیاری از کشورهای جهان قرار گرفته است. در کشور ایران بیوچار به‌عنوان یک جاذب کارا در جذب سطحی فلزات سنگین در خاک‌های آلوده به‌ویژه خاک‌های اسیدی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین این مطالعه جهت بررسی تأثیر بیوچار تفاله هویج بر هم‌دمای جذب سطحی نیکل در خاک اسیدی انجام شد. کاربرد بیوچار به‌طور معنی‌داری سبب افزایش pH و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک شد. نتایج برازش داده‌های به‌دست‌آمده با مدل‌های هم‌دمای جذب سطحی لانگمیر و فروندلیچ نشان داد که جذب سطحی نیکل بر روی خاک شاهد و خاک تیمار شده با بیوچار با مدل هم‌دمای لانگمیر مطابقت دارد. حداکثر ظرفیت جذب سطحی نیکل از ۵۹۱/۶۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم (در خاک شاهد) به ۲۴۰۹/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم (در خاک تیمار شده با ۸ درصد بیوچار) افزایش یافت. این پژوهش نشان داد که بیوچار تفاله هویج با افزایش pH و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک اسیدی سبب افزایش جذب سطحی نیکل در خاک گردید. بنابراین بیوچار تفاله هویج می‌تواند به‌عنوان یک جاذب مؤثر و ارزان به‌منظور اصلاح خصوصیات خاک اسیدی و افزایش جذب نیکل در خاک استفاده شود.

واژگان کلیدی: بیوچار، جذب سطحی، نیکل، خاک اسیدی

مقدمه

فلزات سنگین به گروهی از فلزات و شبه‌فلزاتی گفته می‌شود که با آلودگی و سمیت در ارتباط هستند. کادمیم، سرب، نیکل، مس، روی، منگنز، آرسنیک، آهن، کروم و سلنیوم از جمله این فلزات هستند (لی و همکاران، ۲۰۱۹). فلزات سنگین مهمترین آلاینده‌های غیرآلی خاک هستند که از طریق فرایندهای طبیعی و همچنین فعالیت‌های انسانی وارد محیط خاک می‌شوند و قادرند به تدریج از طریق زنجیره غذایی در بافت بدن انسان، جانوران و گیاهان تجمع یابند و اثرات مضر را بر محیط زیست وارد سازند. در سال‌های اخیر بسیاری از محققان پتانسیل بیوچار را به‌عنوان یک ماده اصلاح‌کننده‌ی مقرون به صرفه در جذب فلزات سنگین، سموم دفع آفات یا آفت‌کش‌ها بررسی کردند (احمد و همکاران، ۲۰۱۴). بیوچار محصولی کربنی و متخلخل است که در اثر پیرولیز (تجزیه حرارتی) زیست‌توده در محیط با میزان اکسیژن کم یا بدون اکسیژن و در دمای ۹۰۰ - ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد بدست می‌آید (احمد و همکاران، ۲۰۱۴). بیوچار را می‌توان از طیف گسترده‌ای از مواد اولیه مانند بقایای کشاورزی و جنگل، محصولات جانبی و ضایعات صنعتی، ضایعات جامد شهری و حتی از لاستیک، کاغذ و استخوان تولید کرد (اینیانگ و همکاران، ۲۰۱۶). بیوچار به‌دلیل دارا بودن ساختار متخلخل و گروه‌های عاملی مختلف، تمایل زیادی به جذب فلزات سنگین و آلاینده‌های آلی از خاک و محلول‌های آبی نشان می‌دهد (احمد و همکاران، ۲۰۱۴). خواص فیزیکی و شیمیایی بیوچار (از جمله سطح ویژه، تخلخل، pH، بار سطحی، گروه‌های عاملی و محتوای مواد معدنی) نقش مهمی در مکانیزم‌های جذب آلاینده‌های خاک، از جمله جذب فیزیکی، تبادل یونی، فعل و انفعالات الکترواستاتیک، کمپلکس‌های سطحی و رسوب بازی می‌کند (وانگ و همکاران، ۲۰۱۹). در کشور ایران بیوچار به‌عنوان یک جاذب کارا در جذب سطحی فلزات سنگین در خاک‌های آلوده به‌ویژه خاک‌های اسیدی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. لذا هدف از انجام این پژوهش مطالعه تأثیر بیوچار حاصل از تفاله هویج بر جذب سطحی نیکل در خاک اسیدی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

خاک اسیدی از عمق صفر تا ۲۰ سانتی متری زمین چای در شهرستان لاهیجان جمع‌آوری شد و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شامل کربن آلی با روش اکسیداسیون (محمد و همکاران، ۲۰۱۵)، بافت خاک به روش هیدرومتری (ویشلر و همکاران، ۲۰۱۶) ، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) از طریق جایگزینی تمامی کاتیون‌های قابل تبادل با استات سدیم و جانشینی با استات آمونیوم تعیین شد (باور و هاچر، ۱۹۶۶). pH و قابلیت هدایت الکتریکی (EC) در نسبت ۱:۵ خاک به آب اندازه‌گیری شد. خصوصیات خاک مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک اسیدی استفاده شده در آزمایش.

پارامتر	واحد	مقدار
اسیدیته (pH)	-	۴/۹۶
ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)	cmol _c kg ⁻¹	۱۵/۰۷
بافت (Texture)	-	لوم (Loam)
شن (Sand)	%	۴۵/۶۸
رس (Clay)	%	۲۰/۵۲
سیلت (Silt)	%	۳۳/۸
ماده آلی (Organic matter)	%	۳/۳۶
کربن آلی (Organic C)	%	۱/۹۵
هدایت الکتریکی (EC)	dS m ⁻¹	۰/۱۲۴

تهیه بیوچار

تفاله هویج جمع‌آوری شده در دمای ۵۵۰ °C به مدت ۳ ساعت با نرخ افزایش دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در دقیقه درون کوره در شرایط عدم اکسیژن به بیوچار تبدیل شد. برخی از ویژگی‌های بیوچار از جمله ظرفیت تبادل کاتیونی از طریق جایگزینی تمامی کاتیون‌های قابل تبادل با استات سدیم و جانشینی با استات آمونیوم تعیین شد (باور و هاچر، ۱۹۶۶). pH و EC بیوچار در نسبت ۱:۲۰ بیوچار به آب اندازه‌گیری شد. درصد کربن، نیتروژن، اکسیژن و هیدروژن با استفاده از آنالیزگر عنصری مدل (Vario Macro, Elementar, Germany) اندازه‌گیری شد (جدول ۲). تعیین گروه‌های عاملی موجود در بیوچار توسط دستگاه طیف‌سنجی مادون قرمز (FTIR) مدل (Avatar, Thermo, USA) انجام گردید.

جدول ۲- برخی ویژگی‌های بیوچار تفاله هویج (CPB).

پارامتر	واحد	مقدار
اسیدیته (pH)	-	۸/۵۶
ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)	cmol _c kg ⁻¹	۳۸/۲۴
هدایت الکتریکی (EC)	dS m ⁻¹	۱/۲۷
کربن (C)	%	۵۵/۸۷
هیدروژن (H)	%	۳/۳۱۷
نیتروژن (N)	%	۳/۹۴۱
اکسیژن (O)	%	۲۲/۱۴
گوگرد (S)	%	۳/۸۳

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

به منظور مطالعه تأثیر بیوچار تفاله هویج بر خصوصیات شیمیایی خاک، و هم‌دماهای جذب سطحی نیکل، نمونه‌های خاک به میزان ۳۰۰ گرم در ظروف پلاستیکی قرار داده و بیوچار تفاله هویج با مقادیر صفر، ۴ و ۸ درصد به خاک افزوده شد. نمونه‌های خاک و بیوچار به طور کامل مخلوط شدند و به مدت ۶۰ روز در رطوبت ظرفیت مزرعه و در دمای ۲۵°C نگهداری شد. پس از دوره خواباندن، نمونه‌های خاک جهت انجام آزمایش‌های لازم هوا خشک شدند.

آزمایش هم‌دماهای جذب سطحی نیکل

جهت مطالعه هم‌دماهای جذب سطحی نیکل در خاک، یک گرم از نمونه‌های خاک شاهد و خاک تیمار شده با بیوچار را در لوله‌های سانتریفیوژ ۵۰ میلی‌لیتری ریخته و ۲۵ میلی‌لیتر از غلظت‌های (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰) میلی‌گرم بر لیتر نیکل (از نمک کلرید نیکل) در محلول زمینه کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار (تنظیم‌شده در pH = ۶/۵) برای تنظیم قدرت یونی محلول به آن افزوده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵°C تکان داده شدند. نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد و سپس محلول رویی جدا و از کاغذ صافی عبور داده شد. غلظت نیکل در عصاره‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. مقدار جذب نیکل در خاک با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید و نتایج بر رابطه‌های لانگمیر (رابطه ۲) و فروندلیچ (رابطه ۳) برازش داده شدند.

$$q_e = \frac{(C_i - C_e)V}{W} \quad (1) \quad (2) \quad q_e = \frac{Q_{\max} b C_e}{1 + b C_e}$$

$$(3) \quad q_e = K_F C_e^{\frac{1}{n}}$$

که در آن‌ها C_e غلظت تعادلی فلز (mg L^{-1})، q_e مقدار فلز جذب شده در حالت تعادل (mg kg^{-1})، b ضریب لانگمیر و نشانگر قدرت اتصال جذب‌شونده به جاذب (L mg^{-1})، Q_{\max} حداکثر جذب تک لایه‌ای لانگمیر (mg kg^{-1})، K_F و n ضرایب رابطه فروندلیچ که به ترتیب نمایانگر ظرفیت جذب ($(\text{mg kg}^{-1}) (1 \text{ mg}^{-1})^{1/n}$) و شدت جذب می‌باشند. ثابت n که به‌عنوان شاخص شدت جذب بیان گردیده معیاری از میزان ناهمگنی سطح جاذب است. معمولاً $n > 1$ ناهمگنی سطح جاذب، جذب بهتر و تشکیل پیوند نسبتاً قوی بین جاذب و جذب‌شونده را نشان می‌دهد (ایرن و آکار، ۲۰۰۶).

به منظور ارزیابی دقت تخمین رابطه‌های سینتیکی و هم‌دماهای جذب سطحی، خطای استاندارد (SE) هر رابطه با استفاده از رابطه ۴ محاسبه گردید:

$$(4) \quad SE = \sqrt{\frac{\sum (X_m - X_c)^2}{n - 2}}$$

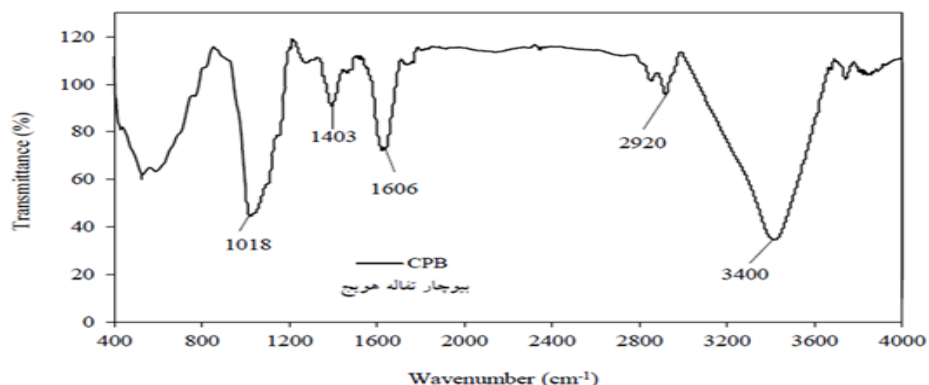
در این رابطه، X_m و X_c به ترتیب میزان فلز اندازه‌گیری شده و فلز برآورد شده و n تعداد مشاهدات است.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون LSD و در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام گرفت. ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

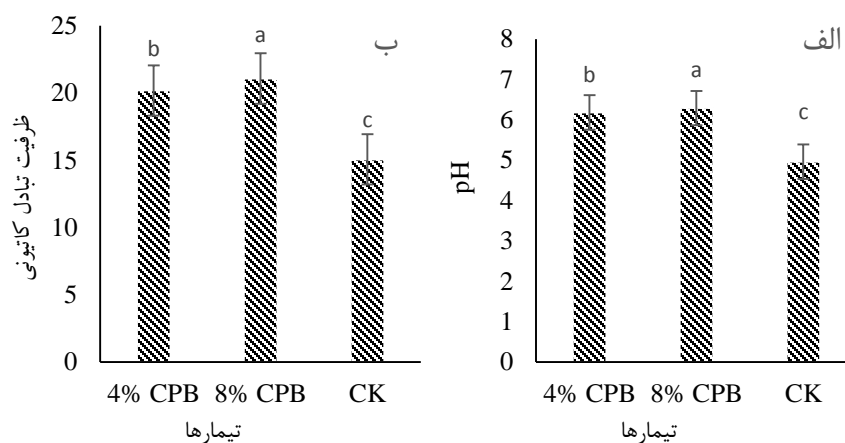
گروه‌های عاملی سطحی در بیوچار تفاله هویج در شکل ۲ آورده شده است. پیک با عدد موجی (cm^{-1}) ۳۴۰۰ مربوط به گروه هیدروکسیل (OH) است. پیک در (cm^{-1}) ۲۹۲۰ مربوط به پیوند کربن - هیدروژن کششی (C-H) در گروه‌های متیل و متیلن است. پیک در (cm^{-1}) ۱۶۰۶ مربوط به تشکیل گروه‌های عاملی اکسیژن‌دار مانند پیوند دوگانه C=O در گروه‌های کربوکسیلیک است. پیک در (cm^{-1}) ۱۴۰۳ مربوط به ارتعاش کششی پیوند هیدروژن - کربن در آلکان‌ها می‌باشد. پیک در (cm^{-1}) ۱۰۱۸ نشان‌دهنده ارتعاش کششی پیوند C-O است. با توجه به طیف FTIR، بیوچار تفاله هویج دارای گروه‌های عاملی اکسیژن‌دار (هیدروکسیل و کربوکسیل) می‌باشد که در جذب فلزات سنگین توسط بیوچار نقش بسیار مهمی دارند (سان و همکاران، ۲۰۱۵).

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۱- طیف FTIR بیوجار تفاله هویج (CPB).

تغییرات در خواص شیمیایی خاک، پس از کاربرد بیوجار تفاله هویج در شکل ۲ نشان داده شده است. در اثر کاربرد بیوجار تفاله هویج، pH خاک از ۴/۹۶ (در تیمار شاهد) به ۶/۱۸ (در خاک تیمار شده با بیوجار در سطح ۴ درصد) و ۶/۲۹ (در خاک تیمار شده با بیوجار در سطح ۸ درصد) افزایش یافت (شکل ۲ الف). همان گونه که مشاهده می شود pH خاک در تیمار ۸ درصد بیوجار نسبت به تیمار ۴ درصد افزایش بالاتری داشته است. طی فرایند پیرولیز، کاتیون‌های بازی (سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) به ترکیبات قلیایی از جمله (هیدروکسیدها و کربنات‌ها) تبدیل می شوند. انحلال این ترکیبات قلیایی باعث افزایش pH خاک می شود (زو و همکاران، ۲۰۱۸). نتایج این تحقیق نشان داد اضافه کردن سطوح مختلف بیوجار به خاک باعث افزایش معنی دار ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CEC) نسبت به خاک شاهد شد. (شکل ۲ ب). به طوری که CEC خاک از $15.07 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ در تیمار شاهد به ترتیب به ۲۰/۱۹ و ۲۱/۰۸ در تیمار ۴ و ۸ درصد بیوجار افزایش یافت. یکی از فاکتورهای مهمی که بر CEC خاک تأثیر می گذارد میزان pH خاک است. با افزایش pH بارهای منفی افزایش می یابد و سبب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می شود. علاوه بر این ساختار متخلخل و گروه‌های عاملی موجود در سطح بیوجار (هیدروکسیل، کربوکسیل و کربونیل) سبب افزایش CEC خاک می شوند (یو آن و همکاران، ۲۰۱۱).

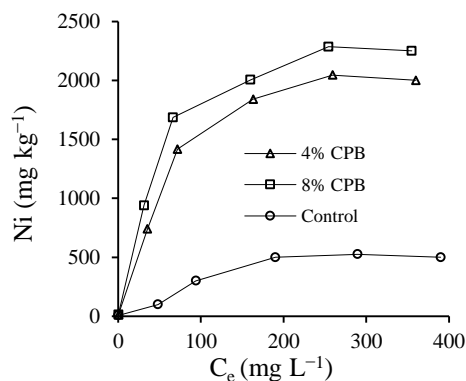


شکل ۲- تأثیر بیوجار تفاله هویج (CPB) بر pH و ظرفیت تبادل کاتیونی ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) خاک اسیدی.

هم‌دماهای جذب سطحی

هم‌دماهای جذب سطحی نیکل در غلظت‌های معین بر روی خاک شاهد و خاک تیمار شده با بیوجار تفاله هویج در شکل ۳ نشان داده شده است. ضرایب هم‌دماهای جذب سطحی، ضرایب تبیین (R^2)، و خطاهای استاندارد (SE) براساس انحراف بین مقدار مشاهده شده و مقدار پیش‌بینی شده در جدول ۳ ارائه شده است.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۳- هم‌دمای جذب نیکل در خاک اسیدی تیمار شده با بیوچار تفاله هویج (CPB).

جدول ۳- پارامترهای مدل‌های هم‌دمای جذب نیکل در خاک اسیدی تیمار شده با بیوچار تفاله هویج (CPB).

فروندلیچ				لانگمیر				تیمار
SE	R ²	n	K _F	SE	R ²	b (L mg ⁻¹)	Q _{max} (mg kg ⁻¹)	
۱/۰۳	۰/۸۷	۰/۹۱	۲/۴۴	۰/۳۱	۰/۹۸	۰/۰۷۵	۵۹۱/۶۳	خاک شاهد
۱/۳۱	۰/۸۹	۱/۲۸	۳۴/۱۱	۰/۲۷	۰/۹۷	۰/۱۹۸	۲۲۸۹/۲۶	خاک + ۴ درصد CPB
۱/۴۵	۰/۸۷	۱/۳۱	۴۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۹۹	۰/۲۴۵	۲۴۰۹/۳	خاک + ۸ درصد CPB

بر اساس معیارهای انتخاب هم‌دمای مناسب (SE و R²)، مدل لانگمیر بر داده‌های جذب نیکل توسط جاذب برآزش خوبی داشت که نشان‌دهنده توزیع یکنواخت یا تک لایه‌ای مکان‌های فعال در سطح جاذب است و فرایند جذب در مکان‌های همگن بر روی سطوح تیمارهای مورد مطالعه اتفاق افتاده است (سان و همکاران، ۲۰۱۵). حداکثر ظرفیت جذب سطحی (Q_{max}) نیکل از ۵۹۱/۶۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم در خاک شاهد به ۲۲۸۹/۲۶ و ۲۴۰۹/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ترتیب در خاک تیمار شده با ۴ درصد و ۸ درصد بیوچار افزایش یافت. بیوچار به دلیل داشتن ماهیت قلیایی می‌تواند pH خاک را افزایش دهد. با افزایش pH خاک، بارهای سطحی منفی ایجاد می‌شود که باعث افزایش جذب سطحی فلزات سنگین می‌شود. علاوه بر این، افزایش pH منجر به افزایش هیدرولیز فلزات سنگین شده و همین امر باعث افزایش جذب سطحی فلزات سنگین توسط خاک‌های اسیدی می‌شود، زیرا سطح خاک تمایل بیشتری به جذب گونه‌های هیدروکسیدی فلزات سنگین نسبت به یون‌های آزاد آن‌ها دارد (جیانگ و همکاران، ۲۰۱۲). با افزایش pH به دلیل افزایش بارهای منفی، تبادل کاتیونی نیز افزایش می‌یابد (مندز و همکاران، ۲۰۱۲). افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌تواند جذب الکترواستاتیکی فلزات سنگین را افزایش دهد. بشیر و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند تبادل کاتیونی نقش بسزایی در مکانیسم‌های جذب سطحی فلزات سنگین دارد و هرچه بیوچار ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتری داشته باشد در جذب فلزات سنگین مؤثرتر است. علاوه بر این، گروه‌های عاملی فعال در سطح بیوچار مانند هیدروکسیل، کربوکسیل و کربونیل می‌توانند سبب افزایش تبادل کاتیونی شوند و از این رو باعث افزایش جذب فلزات سنگین می‌شوند. همچنین گروه‌های عاملی می‌توانند با تشکیل کمپلکس‌های پایدار با فلزات سنگین سبب افزایش جذب سطحی و کاهش زیست‌فراهمی آن‌ها شوند (بشیر و همکاران، ۲۰۱۸).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، بیوچار تفاله هویج به دلیل ماهیت قلیایی و داشتن گروه‌های عاملی فعال در سطح خود توانست با تغییر خصوصیات خاک، جذب سطحی نیکل را افزایش دهد. نتایج برآزش مدل‌های هم‌دمای جذب سطحی بر داده‌های آزمایش جذب نیکل توسط خاک تیمار شده با بیوچار تفاله هویج بیانگر این بود که جذب نیکل با مدل لانگمیر مطابقت بیشتری داشت و

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

حداکثر ظرفیت جذب نیکل در خاک تیمار شده با ۴ و ۸ درصد بیوجار تفاله هویج به ترتیب ۲۲۸۹/۲۶ و ۲۴۰۹/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، بیوجار تفاله هویج به دلیل اصلاح خصوصیات خاک اسیدی و افزایش جذب سطحی نیکل در خاک می‌تواند جاذب ارزان و مناسبی برای افزایش جذب سطحی و کاهش زیست‌فراهمی نیکل در خاک‌های اسیدی باشد.

فهرست منابع

- Ahmad, M., Rajapaksha, A. U., Lim, J. E., Zhang, M., Bolan, N., Mohan, D., Vithanage, M., Lee, S. S. and Ok, Y. S. (2014) "Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: a review." *Chemosphere*. 99: 19–33.
- Bashir, S., Zhu, J., Fu, Q., and Hu, H. 2018. Comparing the adsorption mechanism of Cd by rice straw pristine and KOH-modified biochar. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 25: 12. 11875–11883.
- Bower, C. A. and Hatcher, J. T. (1966) "Simultaneous Determination of Surface Area and Cation-Exchange Capacity I." *Soil Science Society of America Journal*. 30: 525.
- Eren, Z. and Acar, F. N. (2006) "Adsorption of Reactive Black 5 from an aqueous solution: equilibrium and kinetic studies." *Desalination*. 194: 1–10.
- Inyang, M. I., Gao, B., Yao, Y., Xue, Y., Zimmerman, A., Mosa, A., Pullammanappallil, P., Ok, Y. S. and Cao, X. (2016) "A review of biochar as a low-cost adsorbent for aqueous heavy metal removal." *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 46: 406–433.
- Jiang, T. Y., Jiang, J., Xu, R. K. and Li, Z. (2012b) "Adsorption of Pb(II) on variable charge soils amended with rice-straw derived biochar." *Chemosphere*. 89: 249–256.
- Li, C., Zhou, K., Qin, W., Tian, C., Qi, M., Yan, X. and Han, W. (2019) "A Review on Heavy Metals Contamination in Soil: Effects, Sources, and Remediation Techniques." *Soil and Sediment Contamination*. 28: 380–394.
- Méndez, A., Gómez, A., Paz-Ferreiro, J. and Gascó, G. (2012) "Effects of sewage sludge biochar on plant metal availability after application to a Mediterranean soil." *Chemosphere*. 89: 1354–1359.
- Mohamed, I., Zhang, G., Li, Z., Liu, Y., Chen, F. and Dai, K. (2015) "Ecological restoration of an acidic Cd contaminated soil using bamboo biochar application." *Ecological Engineering*. 84: 67–76.
- Sun, L., Chen, D., Wan, S. and Yu, Z. (2015) "Performance, kinetics, and equilibrium of methylene blue adsorption on biochar derived from eucalyptus saw dust modified with citric, tartaric, and acetic acids." *Bioresource Technology*. 198: 300–308.
- Wang, Yue, Wang, H.-S., Tang, C.-S., Gu, K. and Shi, B. (2019) "Remediation of heavy-metal-contaminated soils by biochar: a review." *Environmental Geotechnics*. 1–14.
- Whisler, K. M., Rowe, H. I. and Dukes, J. S. (2016) "Relationships among land use, soil texture, species richness, and soil carbon in Midwestern tallgrass prairie, CRP and crop lands." *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 216: 237–246.
- Xu, C., Chen, H. xiang, Xiang, Q., Zhu, H. hua, Wang, S., Zhu, Q. hong, Huang, D. you. and Zhang, Y. zhu (2018) "Effect of peanut shell and wheat straw biochar on the availability of Cd and Pb in a soil-rice (*Oryza sativa* L.) system." *Environmental Science and Pollution Research*. 25: 1147–1156.
- Yuan, J.-H., Xu, R.-K., and Zhang, H. (2011). "The forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures." *Bioresource Technology*. 102: 3. 3488–3497.

Adsorption of nickel in acidic soil modified with carrot pulp biochar

L. Gholami¹ and *Gh. Rahimi²

¹Ph.D Student, Dept. of Soil Science, Bu-Ali Sina University of Hamedan,

²Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Bu-Ali Sina University of Hamedan

Abstract

In recent years, the use of biochar as an inexpensive and environmentally friendly adsorbent to remediation contaminated soils has been considered by researchers in many countries around the world. In Iran, biochar has been less considered as an efficient adsorbent for adsorption of heavy metals in contaminated soils, especially acidic soils. Therefore, this study was performed to investigate the effect of carrot pulp biochar on nickel adsorption isotherms in acidic soil. The application of biochar significantly increased the pH and cation exchange capacity of the soil. The results of fitting the data to the Langmuir and Freundlich isotherm models showed that the surface adsorption of nickel on the control soil and soil treated with biochar is consistent with Langmuir isotherm model. The maximum adsorption capacity of nickel increased from 591.63 mg kg⁻¹ (in control soil) to 2049.3 mg kg⁻¹ (in soil treated with 8% biochar). This study showed that carrot pulp biochar increased the adsorption of nickel in acidic soil by increasing the pH and cation exchange capacity of the soil. Therefore, carrot pulp biochar can be used as an effective and inexpensive adsorbent to improve acidic soil properties and increase the adsorption of nickel in soil.

Keywords: Biochar, Adsorption, Nickel, Acidic soil

ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای کنگد در دشت ایذه

پیوند پاپن^۱، وحید مرادی نسب^۲

۱- دکتری خاکشناسی، کارشناس سازمان آب و برق خوزستان، ۰۹۱۶۳۰۶۳۵۷۵، ایمیل (payvand_p2006@yahoo.com)

۲- دکتری خاکشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

ارزیابی تناسب اراضی برای تعیین سازگاری اراضی برای یک نوع خاص از انواع استفاده به کار برده می‌شود. هدف از این مطالعه شناسایی تناسب کیفی اراضی دشت ایذه برای کشت کنگد به دو روش محدودیت ساده و پارامتریک (استوری و ریشه دوم) بوده و در نهایت نقشه مربوطه در محیط GIS تهیه شد. منطقه مورد مطالعه در دشت ایذه با وسعت ۱۱۰۸۰/۵ هکتار در شمال شرق اهواز، مرکز استان خوزستان قرار دارد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که کلاس بدست آمده در روش‌های مختلف ارزیابی از S3 تا N2 متفاوت است و عمده‌ترین عامل محدودیت اقلیم است.

واژه‌های کلیدی: تناسب اراضی، GIS، کنگد، ایذه

۱- مقدمه

خاک یکی از منابع طبیعی و از جمله مهمترین عوامل زیربنایی اقتصاد هر کشوری است. اصول و چگونگی بهره برداری از این منبع طبیعی در واقع مسیر پیشرفت و سطح توسعه یافتگی هر جامعه را تعیین می‌کند. با توجه به اهمیت این منبع طبیعی، تخریب منابع آب و خاک، از مهمترین دغدغه‌های برنامه ریزان، مدیران و مجامع علمی می‌باشد. این امر در نتیجه فشارهای ناشی از افزایش جمعیت بر منابع محدود اراضی به عنوان یک مشکل اساسی در برابر امنیت غذایی و کیفیت مطلوب زندگی برای نسل‌های آینده به خصوص در کشورهای در حال توسعه می‌باشد. مسئله مذکور می‌تواند چرخشی را در مشکلات و مسائل زیست محیطی مانند کمبود منابع اراضی ایجاد نماید. همچنین آسیب‌ها و تخریب‌های زیست محیطی ممکن است در کشورهای در حال توسعه، به کمک استفاده مؤثرتر از اراضی، کاهش یابد (سامرانپونگ و همکاران، ۲۰۰۹).

با انجام مطالعات ارزیابی تناسب اراضی می‌توان کارآیی اراضی را به منظور استفاده‌های خاص تعیین کرده و میزان سازگاری و مطابقت مشخصات اراضی را با نیازهای نوع ویژه‌ای از بهره‌وری مشخص نمود. بنابراین ارزیابی و مدیریت خاک و اراضی از اهمیت روزافزونی برخوردار بوده و داشتن اطلاعات دقیق از وضعیت آن‌ها پیش‌نیاز تصمیم‌گیری آگاهانه و آمایش سرزمین است (مکنزی و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین تناسب اراضی برای یک منطقه خاص موجب خواهد شد تا بتوان به طور صحیحی از منابع موجود به ویژه خاک‌ها، حداکثر استفاده مطلوب را برد. جعفر زاده و عباسی (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای محصولات پیاز، سیب زمینی، ذرت و یونجه در اراضی مربوط به ایستگاه تحقیقاتی خلعت پوشان را با استفاده از روش‌های پارامتریک، محدودیت ساده، تعداد و شدت محدودیت انجام دادند. مهمترین عوامل محدودکننده شناسایی شده در منطقه شامل اقلیم، مقدار آهک، pH، ماده آلی، بافت و سنگریزه بودند. وهاب و همکاران (۲۰۰۷) در مصر تناسب اراضی خاک‌هایی با تحت گروه‌های مختلف برای محصولات زیتون، آفتابگردان و ذرت را مورد مطالعه قرار دادند. در این تحقیق ۲۸ خاک‌خورد مورد مطالعه و بعد از تهیه نقشه خاک، ۶ تحت گروه خاک شناسایی و اکثر خاک‌ها برای ذرت و آفتابگردان دارای محدودیت زیاد بوده و در کلاس

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

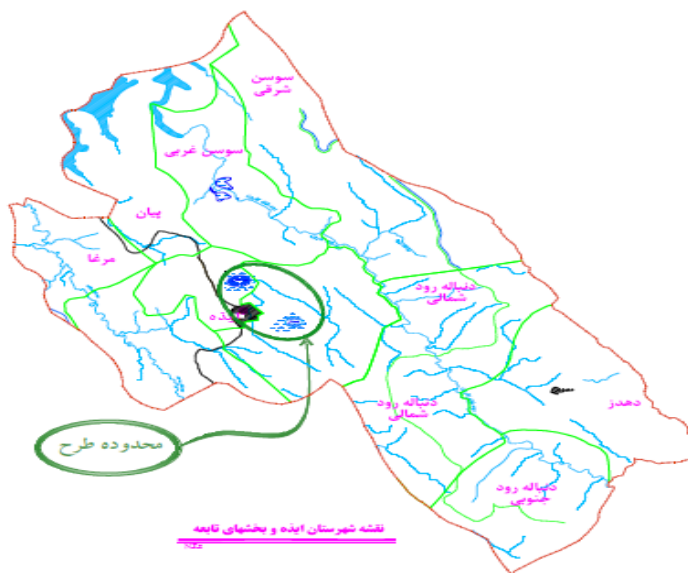
S4 با محدودیت خاک و توپوگرافی قرار دارند و برای زیتون دارای کلاس S3 و S2 می باشد. علمداری در سال ۱۳۸۳، مطالعه ارزیابی اراضی منطقه بیلوردی را با وسعت ۱۰۶ هکتار در ۷۰ کیلومتری شهر تبریز انجام داد. نتایج مطالعات کیفی نشان می‌دهد که اقلیم منطقه برای گندم و جو آبی و ذرت، دارای محدودیت متوسط و برای سایر محصولات هیچ محدودیتی بوجود نمی‌آورد. شهرستان ایذه با اقلیم نیمه مرطوب معتدل و مدیترانه‌ای از استعداد بالقوه‌ای برای امور زراعی بهره‌مند است و از طرف دیگر وجود منابع خاک مناسب و نسبتاً غنی از مواد آلی و معدنی بر این قابلیت می‌افزاید. اما توزیع نامناسب بارش‌ها نسبت به دوره رشد گیاهان و تکیه بر حجم بارش‌های احتمالی، مدیریت کشت را با شرایط نامتعادل مواجه ساخته است. در این پژوهش، هدف مطالعه نیمه‌تفصیلی دقیق جهت شناسایی تناسب کیفی اراضی دشت ایذه در واحدهای مختلف اراضی برای کشت کنجد به دو روش محدودیت ساده و پارامتریک (استوری و ریشه دوم) صورت گرفته و در نهایت نقشه‌های مربوطه در محیط GIS تهیه شده‌اند.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- موقعیت جغرافیایی و مشخصات کلی منطقه

منطقه مورد مطالعه در دشت ایذه با وسعت ۱۱۰۸۰/۵ هکتار در شمال شرق اهواز، مرکز استان خوزستان و بین مختصات جغرافیایی ۴۹°۴۵' تا ۴۹°۵۹' طول شرقی و ۳۱°۴۶' تا ۳۱°۵۷' عرض شمالی قرار دارد. از شمال به دهستان بیان (پیون)، دشت سوسن و رود کارون، از شرق به سد کارون ۳ و بخش دهدز، از جنوب به دهستان قلعه تل شهرستان باغملک و از غرب به دهستان های هلايجان و مرغا متصل گردیده است. وضعیت طبیعی و توپوگرافی دشت ایذه به گونه ایست که مانند یک حوضه آبگیر بسته عمل می‌کند و کلیه آب‌های سطحی از اطراف به سمت مرکز دشت جریان می‌یابند و دو تالاب نسبتاً وسیع را به وجود می‌آورند. یکی تالاب میانگران (منقار یا مونگار) در شمال شهر ایذه قرار گرفته و گسترش آن را در این ناحیه با محدودیت مواجه می‌سازد و دیگری تالاب بندان (آب بندان) در ۳ کیلومتری جنوب شرقی ایذه واقع شده است. با توجه به اطلاعات آماری که از سایت هواشناسی جمع‌آوری گردید، میانگین بارندگی سالانه و تبخیر پتانسیل به ترتیب ۶۵۵/۹ و ۱۶۸۵ میلیمتر و متوسط دمای سالانه ۲۴ درجه سانتیگراد گزارش شده است. طبق روش آمبرژه منطقه دارای اقلیم معتدل است. موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نمایش داده شده است.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

۲-۲- روش ارزیابی کیفی

از آنجا که برخی خصوصیات در ارزیابی چندین کیفیت مورد استفاده قرار گرفته‌اند، برای جلوگیری از آثار متقابل بین خصوصیات، هر کیفیت جداگانه تعیین درجه شده و سپس درجات کیفیت‌های مختلف درهم تلفیق شده تا کلاس نهایی متناسب اراضی تعیین گردد. در هر یک از گروه‌های مورد نظر بسته به درجه تاثیر هر یک از خصوصیات بر روی تیپ بهره‌وری مورد نظر، درجه از صفر تا صد اختصاص داده می‌شود. اگر خصوصیات مورد نظر کمی باشد می‌توان از تکنیک میان‌یابی خطی برای تعیین درجه خصوصیت مورد نظر استفاده کرد و اگر خصوصیت مورد نظر جنبه کیفی و تفسیری داشته باشد، متوسط درجه کلاس مورد نظر به عنوان درجه آن خصوصیت ملحوظ می‌گردد. در روش پارامتریک، ریشه دوم از فرمول زیر استفاده می‌گردد:

$$I = R_{\min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots}$$

R_{\min} = شاخص حداقل و A, B و ... سایر درجات محدودیتها می باشند.

در روش پارامتریک، استوری نیز از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$I = A \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \frac{D}{100} \times \dots$$

I = شاخص A, B, C و ... درجات اختصاص داده شده به مشخصه های مختلف می باشند (گیوی، ۱۳۷۶).

در نهایت عوامل محدودکننده تعیین شده و شاخص اراضی برای هر کدام بدست می‌آید و نقشه مربوطه در محیط GIS ترسیم می‌شود.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

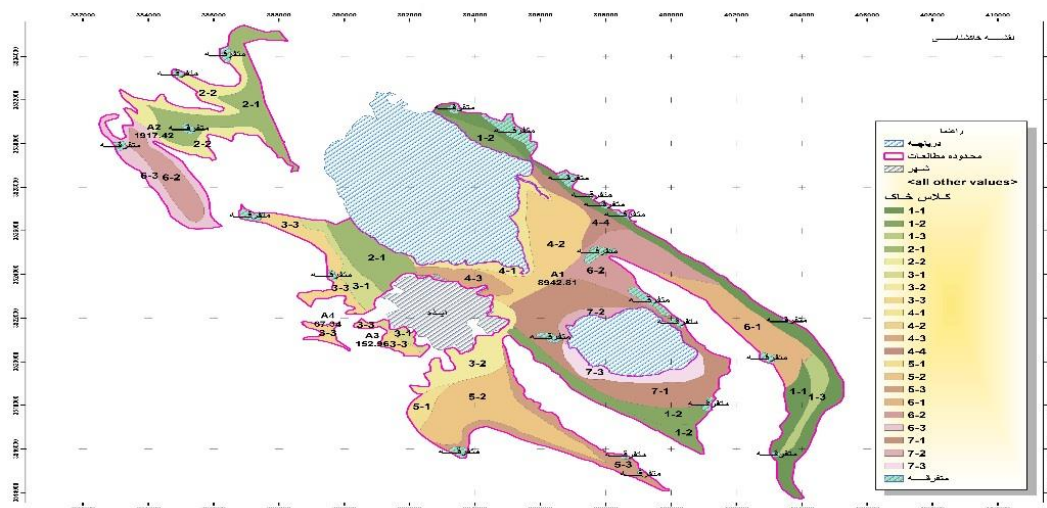
گردد. نتایج نهایی کیفی سری‌های اراضی برای تیپ‌های بهره‌وری مختلف به روشهای محدودیت ساده و پارامتریک (استوری و ریشه دوم) در جداول ارائه شده است.

۳-۲- طول دوره رشد

کنجد گیاهی یکساله است و بصورت فاریاب کاشت می‌شود و در دشت ایذه کشت آن بصورت مکانیزه انجام می‌گیرد جهت بدست آوردن سیکل رشد کنجد در منطقه اطلاعات از سازمان جهاد کشاورزی جمع‌آوری گردید.

۳- بحث و نتایج

برای انجام مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی دقیق محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه‌های توپوگرافی و عکسهای ماهواره ای تعیین و پس از تفسیر آن و تعیین فیزیوگرافی محدوده مطالعاتی و گردآوری اطلاعات در زمینه کشاورزی، زمین شناسی و هواشناسی و انجام کلیه تدارکات، جمعا ۷ سری خاک و ۲۱ حالت خاک تشخیص داده شد. ۷ سری خاک شامل پرچستان، میانگیران، ایذه، کول فرح، کهنشور، کهباد و بندان می‌باشند. شکل ۲ نقشه سری‌های خاک منطقه را نشان می‌دهد. در جدول ۲ نتایج ارزیابی تناسب کیفی اراضی سری پرچستان برای کشت کنجد ارایه شده است.



شکل ۲- نقشه سری‌های خاک منطقه مورد مطالعه

شاخص اقلیمی بر اساس داده‌های هواشناسی و طول دوره رشد گیاه کنجد محاسبه و در جدول ۱ ارایه شده است. با توجه به ارزیابی کیفی صورت گرفته (جدول ۳) و نقشه‌ی پراکندگی تناسب اراضی کنجد (شکل ۳) در منطقه‌ی دشت ایذه، سری‌های میانگیران، کول فرح و بندان دارای تناسب بحرانی (S_3) هستند که ۴۰/۲۳ درصد از سطح زیر کشت، به مساحت ۴۴۵۷/۹۵ هکتار را دارند. سری‌های پرچستان، ایذه و کهباد دارای تناسب شدید (N_1) هستند و ۴۳/۵۱ درصد از سطح زیر کشت را به مساحت ۴۸۲۱/۳۱ هکتار به خود اختصاص داده‌اند. سری کهنشور نیز با ۱۲/۰۳ درصد از سطح زیر کشت به مساحت ۱۳۳۳/۴۸، محدودیت

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

خیلی شدید (N₂) دارد. مهمترین عوامل محدودکننده برای کشت کنجد در منطقه‌ی مورد مطالعه اقلیم و خصوصیات حاصلخیزی خاک به دلیل مقدار کم کربن آلی خاک است. در سری پرچستان علاوه بر این عوامل، شیب نیز محدودیت ایجاد می‌کند. در سری کپشور، خصوصیات فیزیکی و حاصلخیزی خاک به ترتیب به علت عمق کم و میزان کم کربن آلی خاک نسبت به اقلیم محدودیت-های شدیدتری ایجاد می‌کنند. جلالیان و همکاران (۱۳۸۶) در ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای کنجد در دشت مهران به این نتیجه رسیدند که عمده واحدهای اراضی برای کشت کنجد دارای کلاس تناسب متوسط هستند که این امر ناشی از محدودیت خصوصیات فیزیکی خاک می‌باشد.

جدول ۱- تعیین کلاس اقلیمی برای کنجد در منطقه با استفاده از روش‌های مورد مطالعه

مشخصات اقلیمی در طول سیکل رشد	اطلاعات اقلیمی	محدودیت ساده	تعداد و شدت محدودیت	درجه
میانگین دمای دوره رشد (°C)	۳۰/۴۹	S ₃	۳	۶۰
میانگین حداکثر دمای دوره رشد	۳۹/۱۷	S ₂	۲	۷۰/۳۷
میانگین حداقل دمای دوره رشد (°C)	۲۱/۸۳	S ₁	۱	۹۲/۷
رطوبت نسبی دوره رشد (%)	۲۲/۴۵	S ₁	۰	۱۰۰

شوری (n)	خصوصیات حاصلخیزی خاک (f)				خصوصیات فیزیکی خاک (s)				خیسی زمین (w)		پستی و بلندی (t)	اطلاعات مربوطه
	شوری (dSm ⁻¹)	مجموع کاتیونهای بازی	کربن آلی (%)	pH	CEC ظاهری	اشباع ظاهر ی (%)	عمق خاک (cm)	سنگریزه‌ی سطحی (درصد حجمی)	بافت	زهکشی	سیلگیر ی	
۰/۷	۷/۷۲	۰/۲۷	۷/۴۶	۵۳/۸۶	۱۰۰	۱۵۰ <	۱۵	SiCL	خوب	F ₀	۵	اطلاعات مربوطه
S ₁	S ₁	S ₃	S ₂	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₂	S ₁	S ₃	محدودیت ساده
۰	۰	۳	۲	۰	۰	۰	۱	۰	۲	۰	۳	تعداد و شدت

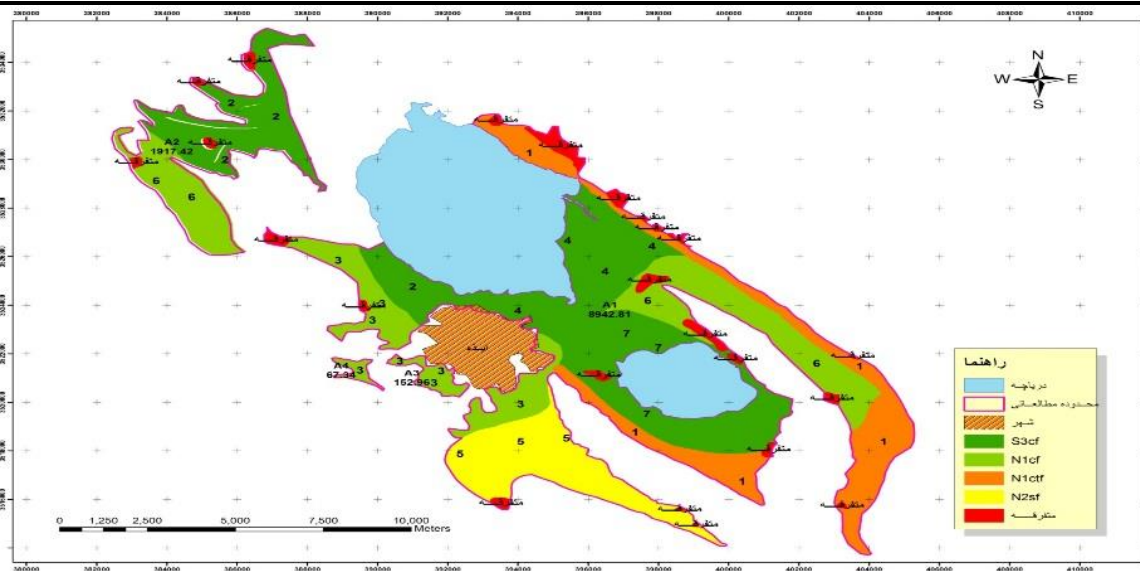
هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

محدودیت											
درجه مربوطه	۵۰	۹۷/۴۵	۹۷/۵	۱۰۰	۸۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۶۲	۴۰	۱۰۰
	۹۸/۲۵										

جدول ۲- نتایج ارزیابی تناسب کیفی اراضی سری پرچستان برای کشت کنجد

جدول ۳- نتایج ارزیابی تناسب کیفی به روش‌های مختلف برای کنجد

شماره سری خاک منطقه	سری خاک منطقه	زیرکلاس اراضی به روش محدودیت ساده	شاخص اراضی استوری	ریشه دوم	زیر کلاس اراضی به روش پارامتریک	ریشه دوم
۱	پرچستان	S _{3ctf}	۶/۹	۱۶/۷	N _{1ctf}	N _{2ctf}
۲	میانگران	S _{3c}	۲۹/۳	۴۵/۰۷	S _{3cf}	S _{3cf}
۳	ایذه	S _{3cf}	۹/۱	۱۹/۱	N _{1cf}	N _{2cf}
۴	کول فرح	S _{3c}	۲۴/۵	۴۰	S _{3cf}	N _{1cf}
۵	کهنشور	N _{2s}	۲/۴	۷/۳	N _{2sf}	N _{2sf}
۶	کهباد	S _{3cf}	۱۲/۷	۲۲/۵	N _{1cf}	N _{1cf}
۷	بندان	S _{3cf}	۲۷/۱	۳۸/۹۴	S _{3cf}	S _{3cf}



شکل ۲- پراکنش کلاس‌های کیفی تناسب اراضی در منطقه مورد مطالعه برای کشت کنجد

نتیجه‌گیری کلی

کلاس بدست آمده در روش‌های مختلف از S₃ تا N₂ متفاوت است و عمده‌ترین دلیل محدودیت برای کشت کنجد در منطقه مربوط به اقلیم و خصوصیات حاصلخیزی خاک است. سری کهنشور با ۱۲/۰۳ درصد از سطح زیر کشت به مساحت ۱۳۳۳/۴۸، محدودیت خیلی شدید (N₂) برای کشت کنجد را دارد.

منابع

علمداری، پ. ۱۳۸۳. ارزیابی کیفی تناسب اراضی ایستگاه تحقیقاتی بیلوردی برای محصولات گندم، جو، یونجه، ذرت، و گلرنگ. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.

Jafarzadeh AA and Abbasi G, 2006. Qualitative land suitability evaluation for the growth of onion, potato, maize, and alfalfa on soils of the khalat Pushan research station. *Biologia* 61(19): 349-352.

McKenzie N, Grundy M, Webster R and Ringrose VA, 2008. *Guideline for Surveying Soil and Land Resources, Part 1: Rationale for Land Resource Assessment*, Australian Soil and Land Survey Handbook Series, CSIRO Publishing, Collingwood Victoria 3066, Australia.

Samranpong, C., Ekasingh, B., and Ekasingh, M. 2009. Economic land evaluation for Agricultural Resource management in Northern Thailand. *Environmental Modeling and Software*. In Press, Corrected Proof.

Wahba, M.M. Darwish, Kh.M. 2007, Suitability of specific crops using MICRO LEIS Program in Sahal Barakas, Egypt. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(7):531-539,2007.

Qualitative assessment of land suitability for sesame in Izeh plain

Abstract

Land suitability assessment is used to determine land adaptation for a specific type of land use. The aim of this study was to identify the qualitative suitability of Izeh plain lands for sesame cultivation by simple and parametric constraint methods (story and second root) and finally the relevant map was prepared in GIS environment. The study area is located in Izeh plain with an area of 11080.5 hectares in the northeast of Ahvaz, the capital of Khuzestan province. The results of this study show that the class obtained in different evaluation methods varies from S3 to N2 and is the main factor of climate restriction.

Keywords: Land suitability, GIS, Sesame, Izeh

تجمع نیترات در خاک و اثرات سوء آن بر کیفیت محصولات زراعی: مروری بر منشاء و

راهکار های مدیریتی

زهرا حقانی^۱، کامیار امیرحسینی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مدیریت حاصلخیزی و زیست فناوری خاک، دانشگاه تهران. (r.haghani@ut.ac.ir)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مدیریت حاصلخیزی و زیست فناوری خاک، دانشگاه تهران.

چکیده:

مصرف نامتعادل کود های نیتروژنه، موجب بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی در خاک، تغییر در فراوانی و تنوع زیستی ریزموجودات خاکزی، تخریب روابط موجود بین اجزای زنده خاک، اختلال در چرخه های طبیعی عناصر غذایی و کاهش قدرت باروری خاک و مجدداً افزایش تقاضا برای استفاده بیشتر از کود های شیمیایی می شود. همچنین حلالیت بالای کود های تامین کننده نیتروژن و عدم توجه به میزان مورد نیاز، زمان و مکان مناسب در کاربرد آنها، سلامت سفره های آب زیر زمینی و منابع آب آشامیدنی را تهدید می کند. علاوه بر آن، در اثر مصرف نامتعادل و بی رویه کودهای نیتروژنی، نیترات در اندام های گیاهی تجمع پیدا می کند و از این طریق وارد سیستم گوارشی بدن انسان و دام می شود. در بدن موجودات زنده، نیترات به ماده سرطان زا نیتروز آمین تبدیل می شود که می تواند سرطان دستگاه گوارش فوقانی را به همراه داشته باشد. با توجه به کمبود عنصر غذایی نیتروژن در خاک های زراعی، به عنوان یکی از اصلی ترین عوامل تغذیه ای محدود کننده رشد گیاه و با توجه به شرایط اقلیمی حاکم و خصوصیات خاک های کشور، هدف از این مقاله، مطالعه ی عوامل موثر بر تجمع نیترات در محصولات زراعی که شامل عوامل تغذیه ای، محیطی و فیزیولوژیکی و عوامل اقتصادی، فرهنگی- اجتماعی و سیاسی و همچنین ارائه ی راهکار های مدیریتی در مزرعه و تقویت خط مشی ها و راهکار های ترویجی می باشد. در این مطالعه به لزوم تدوین یک برنامه کود دهی متعادل برای محصولات، اهمیت جایگزینی کود های آمونیومی و کندرها و به کارگیری روش تغذیه برگ، تلاش برای رشد گیاهان تحت شرایط محیطی کنترل شده، انتخاب بین ژنوتیپ ها و ارقامی که نیترات کمتری را تجمع می دهند، اصلاح ارقام جدید، اهمیت زمان برداشت، تاثیر تنش های رطوبتی، شرایط آب و هوایی (از جمله درجه حرارت و شدت نور)، فاصله ی مناسب برای کاشت گیاهان، زمان کشت مناسب، در کاهش تجمع نیترات در محصولات می پردازیم.

واژگان کلیدی: تجمع نیترات، فیزیولوژی، تغذیه گیاه، کودهای نیتروژنی، مدیریت تلفیقی عناصر غذایی

مقدمه:

مطالعه عوامل موثر بر تغییرات میزان نیتروژن در خاک های زراعی، در دستیابی به عملکرد مطلوب و نیز نیل به اهداف پارادایم کشاورزی پایدار، از اهمیت بالایی برخوردار است. نقش های متعدد عنصر غذایی نیتروژن در فیزیولوژی گیاه، مانند شرکت این عنصر در ساختار مولکول های حیاتی همچون پروتئین ها، اسید های نوکلئیک، آدنوزین تری فسفات (ATP)، انواعی از هورمون ها، آنزیم ها، رنگیزه فتوسنتزی کلروفیل و نیز مشارکت موثر آن در تنظیم توازن اسمزی گیاه، نیتروژن را به یک عنصر غذایی ضروری و پرمصرف برای رشد گیاه تبدیل ساخته است (Lowenfels, 2013). در این راستا، چنانچه جذب لوکس پتاسیم^۱ را در نظر بگیریم، عنصر غذایی نیتروژن، نسبت به سایر عناصر غذایی پرمصرف، در بیشترین مقدار توسط گیاه جذب شده و تا حدود ۴ درصد از وزن خشک آن را نیز شامل می شود (متشرع زاده، ۱۳۹۵).

1- Luxury absorption of potassium

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

نسبت توزیع نیتروژن بین اجزای خشکی ها، اقیانوس ها و هواکره برابر با ۱۸۱۸:۱:۷۰ می باشد (Winteringham, 1980) و مقدار آن در خاک های مختلف از کمتر از ۰/۱ درصد در خاک های بیابان ها تا بیش از ۲/۵ درصد در پیت ها، متغیر است (Prasad and Power, 1997). سطح نیتروژن در خاک های زراعی، تا حد زیادی، به میزان مواد آلی موجود در آنها وابسته است. در این رابطه، مطالعه صورت گرفته توسط شهبازی و بشارتی (۱۳۹۲)، حاکی از کمتر بودن میزان کربن آلی در بیش از ۶۳ درصد از خاک های کشورمان، از ۱ درصد بوده است. بنابراین، کمبود عنصر غذایی نیتروژن در خاک های زراعی، به عنوان یکی از اصلی ترین عوامل تغذیه ای محدود کننده رشد گیاه، با توجه به شرایط اقلیمی حاکم و خصوصیات خاک های کشور، امری قابل انتظار می باشد.

کسری نیتروژن در خاک، از طریق مصرف کود ها و به ویژه کود های شیمیایی، جبران می شود. در این خصوص، مصرف کود های شیمیایی در کشور های خاورمیانه در طی پنجاه سال گذشته، موجب افزایش تولیدات کشاورزی و به ویژه غلات، تا بیش از ۵۵ درصد شده است (FAO, 2006). در مقابل، مصرف بی رویه کود های نیترا، جهت افزایش عملکرد و ضمانت سود آوری برای تولید کننده، به مسئله ای نگران کننده تبدیل شده است. حدود مجاز نیترات برای محصولاتی همچون پیاز و سیب زمینی، به ترتیب، برابر با ۵۰ تا ۱۰۰ و ۵۰ تا ۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم تعیین شده است (یگانه، ۱۳۹۷؛ مهرابی و همکاران، ۱۳۹۶؛ ملکوتی، ۱۳۸۹؛ قیصری، ۱۳۸۴). در این رابطه، عدم توجه به پاره ای از عوامل تغذیه ای، محیطی و فیزیولوژیکی، عوامل اقتصادی، فرهنگی-اجتماعی و نیز سیاسی، موجب استفاده بیش از حد کود های شیمیایی تامین کننده نیتروژن و متعاقباً، تجمع نیترات در چنین محصولاتی، بیش از حدود مجاز شده است. به طور کلی، میزان تجمع نیترات در محصولات مختلف با توجه به نوع و گونه گیاهان کشت شده، سن گیاه، تنش رطوبتی، نوع کود، pH خاک، دفعات و میزان کوددهی، نحوه کشت، زمان برداشت محصول (در صبح یا عصر)، فصل برداشت، نحوه نگهداری محصول پس از برداشت و شرایط آب و هوایی (از جمله درجه حرارت و شدت نور) متفاوت می باشد (پیرصاحب و همکاران، ۱۳۹۱). کوددهی نیتروژن و شدت نور، به عنوان اصلی ترین عوامل موثر بر محتوای نیترات در سبزیجات شناخته شده اند (Cantliffe, 1973).

اگرچه فرم نیتراتی نیتروژن برای گیاه سمی نیست، تجمع این فرم شیمیایی در بدن مصرف کننده با اثرات نامطلوبی همراه است. تبدیل نیترات به نیتريت و ترکیب سرطان زای^۲ نیتروز آمین در بدن انسان، می تواند سرطان دستگاه گوارش فوقانی را سبب شود (عامریان و همکاران، ۱۳۹۶؛ ملکوتی، ۱۳۸۹). افزایش سطح نیترات در خون، می تواند موجب تبدیل آهن دو ظرفیتی به آهن سه ظرفیتی در ساختار هموگلوبین و تبدیل آن به مت هموگلوبین گردد. این امر، با کاهش ظرفیت انتقال اکسیژن در بدن، باعث بروز خفگی و مرگ انسان، به ویژه در نوزادان می شود (ملکوتی، ۱۳۸۹). از سوی دیگر، مصرف نامتعادل کود های نیترا، موجب بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی در خاک، تغییر در فراوانی و تنوع زیستی ریزموجودات خاکزی، تخریب روابط زیستی موجود بین اجزای زنده خاک، اختلال در چرخه های طبیعی عناصر غذایی و کاهش قدرت باروری خاک و مجدداً، افزایش تقاضا برای استفاده بیشتر از کود های شیمیایی می شود. حلالیت بالای کود های تامین کننده نیتروژن و عدم توجه به میزان کافی، زمان و مکان مناسب در کاربرد آنها، سلامت سفره های آب زیر زمینی و آب آشامیدنی را نیز تهدید می کند. در این مقاله، سعی بر آن است تا با بررسی عوامل موثر بر مصرف بی رویه کود های نیتروژنه و تجمع نیترات در محصولات زراعی، توجه تولیدکنندگان، مصرف کنندگان و سیاستگذاران بخش کشاورزی را به اهمیت رعایت اصول علمی مدیریت تلفیقی عناصر غذایی^۳ تحت کشت، معطوف سازیم.

2- Carcinogenic

3- Integrated Nutrient Management (INM)

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

عوامل موثر بر تجمع نیترات در محصولات زراعی

فاکتورهای درونی و بیرونی مختلفی اعم از عوامل تغذیه ای، محیطی، فیزیولوژیکی، اقتصادی، فرهنگی-اجتماعی و سیاسی، به طور مستقیم بر فرآیند تجمع نیترات اثر گذار می باشند و توضیح مناسبی برای تنوع مشاهده شده در محتوای نیترات گیاه در میان گونه ها و ارقام مختلف ارایه می دهند. کنترل این فاکتورها به عنوان یک استراتژی برای کاهش محتوای نیترات تجمع یافته در گیاهان موثر است.

۱- عوامل تغذیه ای

کوددهی نیتروژن، موجب افزایش تجمع نیترات در بافت های گیاهی می شود و این تجمع در نتیجه جذب بیشتر نیتروژن نسبت به میزان احیای آن اتفاق می افتد. هنگامی که کود های نیتروژنه بیش از نیاز مصرف شود، به عنوان نیترات آزاد در واکوئل ذخیره می شود و می تواند زمانی که عرضه نیتروژن برای پاسخگویی به تقاضا کافی نیست، از واکوئل باز توزیع شود (van der Leij et al., 1998). تجمع نیترات در سبزیجات، اغلب به مقدار و نوع مواد مغذی موجود در خاک بستگی دارد و ارتباط نزدیکی را با زمان کاربرد، مقدار و نیز ترکیبات کود های به کار رفته، نشان می دهد (Zhou et al., 2000). با افزایش سطح کوددهی نیتروژن، نیترات بیشتری در گیاهان تجمع می یابد (Chen et al., 2004). اعمال یک بار کود نیتروژنه در ابتدای چرخه کشت در کنترل تجمع نیترات موثر است، زیرا غلظت نیترات گیاه و خاک با رسیدن گیاهان به اندازه قابل فروش کاهش می یابد (Vieira et al., 1998). استفاده از کودهای مبتنی بر آمونیاک و یا ترکیبی از نیترات و آمونیوم می تواند محتوای نیترات را در گیاهان کاهش دهد (Inal and Tarakcioglu, 2001; Santamaria et al., 2001).

لازم به ذکر است که کود مناسب، می تواند با توجه به قسمتی از محصول که مورد مصرف قرار می گیرد، انتخاب شود. به عنوان مثال، ترتیب تجمع نیترات در برگ های نوعی کلم^۴ با کاربرد کودهای مختلف نیتروژنه به ترتیب نزولی زیر عبارت است از: اوره، کربنات آمونیوم، نیترات آمونیوم، سولفات آمونیوم (Zhou et al., 2000). لذا، برای تجمع نیترات در دمبرگ می توان از اوره، نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم و کربنات آمونیوم استفاده کرد. سبزیجاتی که با کودهای آلی کوددهی شده اند، در مقایسه با سبزیجات غنی شده با مواد معدنی یا کشت شده به طور مرسوم، از محتوای نیترات پایین تری برخوردار هستند، که این اثر، مستقل از شرایط محل سنجیده شده بوده است (Raupp, 1996).

داشتن یک محصول با کیفیت و در عین حال با مقدار کم نیترات، با دستکاری^۵ تغذیه نیتروژن گیاهان امکان پذیر است (Izmailov, 2004). به غیر از کوددهی نیترا، تغذیه متعادل گیاهان به ویژه در تولید کشاورزی متمرکز حائز اهمیت است. تعادل مواد مغذی به عنوان عامل مهمی در وضعیت تغذیه ای گیاهان اثرگذار می باشد (Ahmed et al., 2000). کاربرد مناسب کودهای نیتروژن دار، فسفات، پتاسیم و همچنین کودهای سبز و دامی، می تواند تجمع نیترات در سبزیجات را کاهش دهد (Zhou et al., 2000). غلظت نیترات در گیاهان می تواند به وسیله ی توقف تامین نیتروژن در چند روز قبل از برداشت محصول، دست خوش تغییر شود. بدین صورت که نیترات از واکوئل ها آزاد می شود و با یون های کلرید، سولفات، آمونیوم و آمینواسیدها جایگزین شده و از تجمع نیترات چند روز قبل از برداشت محصول می کاهد (Inal and Tarakcioglu, 2001; Santamaria et al., 1998b).

کاربرد کلرید می تواند به عنوان یک استراتژی برای کاهش محتوای نیترات سبزیجات، به ویژه سبزیجاتی مانند اسفناج، کاهو و کلم که به عنوان تجمع دهنده نیترات طبقه بندی می شوند، استفاده شود (Maynard et al., 1976). با این حال، مهار جذب نیترات توسط کلرید، به گونه های گیاهی و نیز غلظت های نیترات و کلرید در محیط بستگی دارد (Cerezo et al.,

4 - cole

5 - manipulating

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

1997). افزایش میزان اعمال پتاسیم، جذب و انتقال نیترات به سمت قسمت‌های هوایی گیاه را تسهیل می‌کند، متابولیسم و استفاده از نیترات را افزایش می‌دهد و در نهایت، تجمع نیترات در برخی از سبزیجات را کاهش می‌دهد (Ahmed et al., 2002; Ruiz and Romero, 2000). با وجود این، در بعضی از مطالعات مشخص شده است که منابع پتاسیم خاک تاثیری بر روی میزان تجمع نیترات ندارد (Drlik and Rogl, 1992). فسفر غیر آلی در گیاه برای متابولیسم و ذخیره‌سازی نیترات ضروری است. اما غلظت‌های بالای فسفر، واکنش‌های آنزیمی را مهار می‌کند، باعث ایجاد فشار غیر عادی در سلول می‌شود و پیری را تسریع می‌بخشد. افزایش سن گیاه با کاهش جذب و تجمع نیترات همراه است. در نتیجه، غلظت نیترات با افزایش کوددهی فسفر کاهش می‌یابد (Ahmed et al., 2000). کاهش رشد گیاه به وسیله ی محدود کردن فسفات، منجر به افزایش نسبت ریشه به اندام هوایی، مقدار ماده خشک، غلظت قند و اسیدهای آلی و کاهش غلظت نیترات در اندام هوایی می‌شود (Buwalda and Warmenhoven, 1999). تغذیه برگی اسید سالیسیلیک (Ahmed et al., 2000)، کودهای مولیبدن (Zhou et al., 2000)، بازدارنده‌های نیتروفیکاسیون (Xu et al., 2005; Zhou et al., 2000) و کلسیم (Tzung et al., 1995)، می‌تواند به طور اساسی محتوای نیترات گیاهان را کاهش دهد. مقدار نیترات در بیشتر محصولات (مانند کلم، هویج، چغندر، گوجه‌فرنگی، پیاز و سیب‌زمینی) تحت تاثیر اسید هیومیک و ژئولیت، به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد (Nazaryuk et al., 2002). تامین بور در غلظت‌هایی که در آن کمبود بور محتمل بود و یا در غلظت‌هایی که تنها برای متابولیسم طبیعی گیاه کافی بود، بر محتوای نیترات، تاثیر معنی داری را به همراه نداشت. در مقابل، سمیت بور به شکل قابل توجهی، در افزایش محتوای نیترات گیاه، موثر بوده است (Inal and Tarakcioglu, 2001).

۲- عوامل محیطی

با توجه به آنکه تبدیل نیترات به سایر ترکیبات ضروری برای گیاه مانند اسیدهای آمینه، فرایندی انرژی خواه است (ملکوتی، ۱۳۸۹)، هر گونه تنش که موجب تضعیف گیاه شود، می‌تواند با کاهش سطح انرژی موجود، باعث کاهش تبدیل نیترات به ترکیبات دیگر و تجمع آن در بافت‌های مختلف گیاه همچون ریشه، غده، ساقه و برگ گردد (Malakouti et al., 2009). به عبارت دیگر، وجود تنش خشکی، دمای بالا، یخبندان، تنش شوری و هر گونه تنش محیطی که رشد گیاه را محدود سازد، به افزایش سطوح نیترات در گیاهان کمک خواهد کرد (ملکوتی، ۱۳۸۹). تجمع نیترات در گیاه، با میزان تثبیت کربن در آن، رابطه معکوس دارد (همان جا). بنابراین، هر عاملی که میزان فرایند فتوسنتز را در گیاه کاهش دهد، موجب کاهش کربن تثبیت شده در گیاه و افزایش سطح نیترات در آن خواهد شد. از طرف دیگر، نور، موجب القای بیان ژن‌های کد کننده آنزیم‌های کاهنده نیترات به آمونیوم (مانند نیترات و نیتريت ردوکتاز)، و نهایتاً، ادغام آن با زیست توده گیاهی می‌شود (Iglesias-Bartolome et al., 2004). در یک مطالعه، اثر نور مصنوعی در گلخانه‌ها بر تجمع نیترات در کاهو مورد بررسی قرار گرفت. لامپ‌های بخار سدیم با فشار بالا، در افزایش فعالیت نیترات ردوکتاز (NR) و کاهش تجمع نیترات، موثرتر از لامپ‌های هالید فلزی بودند (Chadja et al., 2001).

اثر آب و هوا بر تجمع نیترات توسط (Grzebelus & Baranski, 2001) مورد مطالعه قرار گرفته است. آنها دریافتند که محتوای نیترات در سال‌هایی که بارش باران زیاد است، کم می‌باشد. همچنین در سال‌های گرم و مرطوب، افزایش تجمع نیترات اتفاق می‌افتد، صرف‌نظر از این که نیتروژن از منابع آلی یا معدنی سرچشمه گیرد (Custic et al., 2003). میزان تجمع نیترات با تغییر فصل نیز تغییر می‌کند (Vieira et al., 1998) و در پاییز و زمستان بیشتر از بهار می‌باشد (Santamaria et al., 1999). لذا، مقادیر بالاتر نیترات در محصولاتی که در پاییز کشت می‌شوند، قابل انتظار است. لازم به ذکر است، گیاهان در زمستان به دلیل شرایط نور و دمای کم‌تر، قادر به استفاده از تمام نیتروژن موجود در خاک نیستند.

۳- عوامل فیزیولوژیکی

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

۳-۱- تنوع ژنوتیپی

محتوای نیترات به طور قابل توجهی در گونه‌های گیاهی، ارقام گونه‌های مشابه و حتی ژنوتیپ‌ها با سطح پلوئیدی^۶ متفاوت تغییر می‌کند (Anjana et al., 2006; Grzebelus and Baranski, 2001; Harada et al., 2003). عوامل مختلفی ممکن است باعث ایجاد تفاوت‌های ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها، به طور مثال، در تولید آنزیم‌های مسیر متابولیک نیتروژن (نیترات ردوکتاز / نیتريت ردوکتاز)، میزان جذب نیترات، میزان جذب سایر عناصر مورد نیاز برای فعالیت آنزیم‌ها و یا تفاوت در دهندگان الکترون مورد نیاز در مسیر جذب باشد. در اغلب موارد، مقادیر عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و گوگرد، با افزایش سن گیاه، کاهش یافته و در مقابل، میزان عناصر غذایی کلسیم و منیزیم در آن، افزایش می‌یابد. ظرفیت‌های مختلف تجمع نیترات را می‌توان با مکان‌های مختلف فعالیت نیترات ردوکتاز (Andrews, 1986) و با تفاوت در ظرفیت فتوسنتزی (Behr and Wiebe, 1992)، توانایی تولید و انتقال بستر تنفسی و یا تفاوت در ظرفیت انتقال نیترات جذب شده به محل‌های احیا مرتبط دانست. تجمع نیترات با افزایش غلظت کربوهیدرات در واکوئل‌ها کاهش می‌یابد. تجمع نیترات همبستگی منفی با غلظت قند (Blom-Zandstra and Lampe, 1983) و محتوای ماده خشک (Reinink et al., 1987) دارد، در حالی که دو پارامتر غلظت قند و محتوای ماده خشک، همبستگی مثبتی با یکدیگر در ژنوتیپ‌های مختلف دارند. بنابراین، ژنوتیپ‌ها با محتوای ماده خشک بالا می‌توانند محتوای کربوهیدرات بالایی در واکوئل خود داشته باشند و بنابراین برای حفظ پتانسیل اسمزی خود به نیترات کمی نیاز دارند (همان جا).

۳-۲- اثرات روزانه

درگیر شدن در فتوسنتز و همچنین جذب، انتقال و کاهش نیترات، شدت نور نقش مهمی در تنظیم تجمع نیترات ایفا می‌نماید (Merlo et al., 1994). شدت نور با محتوای نیترات گیاهان همبستگی معکوس دارد؛ بنابراین تغییرات شبانه روزی در شدت نور می‌تواند باعث ایجاد الگوی تجمع روزانه نیترات شود. تغییرات روزانه در محتوای نیترات را می‌توان با انتخاب یک زمان برداشت مناسب، پایین نگه داشت. نور در تجمع نیترات به صورت غیرمستقیم ایفای نقش می‌کند و باعث افزایش جذب نیترات به دلیل افزایش نفوذپذیری بافت شده و این امر به نوبه خود فعالیت آنزیمی و جذب نیترات را تحریک می‌کند (Beevers et al., 1965). همبستگی قوی بین جذب خالص نیترات توسط ریشه و غلظت واکوئل نیترات در برگ وجود دارد (Steingrover et al., 1986a). افزایش غلظت نیترات در طول شب از افزایش جذب نیترات توسط ریشه‌ها و از احیای نیترات به مواد حل شده آلی که در سیتوپلاسم متابولیزه می‌شوند، ناشی می‌شود. در طول روز، نیترات واکوئل‌ها را تا حدودی برای جایگزینی با کربوهیدرات‌های محلول و اسیدهای آلی سنتز شده در نور ترک می‌کند. وقتی نور محدود کننده است، سنتز اسیدهای آلی و کربوهیدرات‌های محلول کاهش می‌یابد و نقش آن‌ها به عنوان یک عامل اسمزی (اسموتیکوم^۷) به سرعت توسط نیترات گرفته می‌شود. شدت نور، تولید کربوهیدرات‌ها را تعیین می‌کند و بر جذب نیترات تاثیر می‌گذارد (با تامین NADH و القای نیترات ردوکتاز). این ممکن است بر نشت نیترات از واکوئل‌ها نیز تاثیر گذار باشد (Aslam et al., 1976). می‌توان ابری بودن هوا را نیز در تجمع نیترات موثر دانست. در زمان ابری بودن هوا تجمع نیترات بیشتر و در هنگام صاف بودن هوا این تجمع کمتر است. بنابراین میزان کاهش نیترات در برگ‌ها به روش‌های مختلف تحت تاثیر نور قرار می‌گیرد.

۴- عوامل اقتصادی، فرهنگی-اجتماعی و سیاسی:

6 - ploidy

7 -osmoticum

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

ملکوتی (۱۳۸۹)، مهمترین عامل محیطی تجمع نیترات را در گیاه، مقدار آن در محیط اطراف ریشه معرفی کرده است. این مقدار، که غالبا از طریق کود دهی تامین می شود، به نوع کود مورد استفاده، مقدار کود مصرفی، سرعت آزاد شدن عنصر غذایی و نیز روش کاربرد کود بستگی دارد (ملکوتی، ۱۳۸۹). در این رابطه، مطالعه صورت گرفته توسط Weitzberg & Lundberg (2013)، بیانگر افزایش میزان نیترات در گیاهان و سبزی های مختلف، در اثر افزایش میزان مصرف کود های نیتروژنه بوده است. بنابراین، در بررسی منشاء تجمع نامطلوب نیترات در محصولات زراعی مانند پیاز و سیب زمینی، توجه به عواملی که بر رفتار کشاورز و الگوی مصرف کود توسط او تاثیر می گذار، حایز اهمیت است. در پژوهش صورت گرفته توسط عامریان و همکاران (۱۳۹۶)، پیرامون ارزیابی دلایل بی توجهی و غفلت کشاورزان از عوارض سوء مصرف کودهای شیمیایی، موضوعاتی همچون دستیابی به اهداف اقتصادی به عنوان اصلی ترین هدف کشاورزان از تولید محصولات و قربانی شدن کیفیت محصول در برابر کمیت آن، آگاهی کم و یا فقدان آن در رابطه با اصول کشت های ارگانیک و بی اعتمادی کشاورزان نسبت به سامانه های ارگانیک، باور و نگرانی تولید کنندگان پیرامون کاهش قدرت رقابت اقتصادی و ورشکستگی در صورت قطع و یا کاهش میزان استفاده از نهاده های شیمیایی، نبود ملاک تشخیص محصولات سالم و خلاصه شدن سلامت گیاه در خصوصیات ظاهری آن و نیز عملکرد ضعیف جهاد کشاورزی در نظارت بر مزارع و آگاه سازی کشاورزان از اثرات سوء مصرف کود های شیمیایی و عدم سختگیری ها در خصوص انجام آزمون های خاک و تکیه بر نتایج آنها، به عنوان اصلی ترین عوامل موثر بر ترغیب کشاورزان به استفاده بی رویه و نامتعادل از کود های شیمیایی و به ویژه، کود های نیتروژنه، معرفی شدند.

کریمیان (۱۳۹۰)، در مطالعه خود، به مشکلات موجود در بخش تحقیقات کودی پرداخته است. بر اساس نظر وی، نداشتن یک برنامه مشخص و منسجم چندساله متناسب با نیازهای منطقه ای برای تحقیقات کودی در دانشگاه ها و مؤسسات تحقیقاتی، نداشتن اولویت تحقیقاتی برای مناطق مختلف، کمبود بودجه های تحقیقاتی، نداشتن توقع نابجا از محققین برای حل آنی مشکلات ارجاعی، عدم تمایل بخش خصوصی به سرمایه گذاری و صرف هزینه در امر تحقیقات کشاورزی، تمایل محققین به انجام کارها به صورت انفرادی، عدم قدردانی از محققین و تشویق آنها و نیز عدم وجود نظارت تخصصی بر کودهای ساخت داخل و مواد اولیه یا کودهای وارداتی، از جمله کلیدی ترین چالش های موجود در تحقیقات کودی در کشور ایران می باشند.

برخی از سیاست های داخلی و منطقه ای نیز بر مصرف زیاد کود های نیتروژنه توسط کشاورزان، موثر بوده است. پیرو سیاست هایی که به منظور کاهش وابستگی کشور های خاورمیانه به واردات غلات، توسط دولت های منطقه پایه گذاری شده است، کشاورزی این ناحیه از دنیا تحت سلطه غلات قرار دارد (OECD-FAO, 2018). در این رابطه، واکنش قابل توجه غلات به کود های نیتروژنه، در تشویق کشاورزان به استفاده بیشتر از آنها موثر بوده است. از سوی دیگر، اعمال یارانه های سنگین که موجب غیر واقعی شدن قیمت کود های شیمیایی می شود، افزایش استفاده از آنها توسط کشاورزان را، به همراه خواهد داشت. به طور مثال، کود اوره که به علت ارزان بودن به مقدار زیادی مصرف می شود، پس از استفاده در کشت محصولاتی مانند پیاز و سیب زمینی، به نیترات تبدیل شده و در آنها تجمع می یابد (کافشانی و همکاران، ۱۳۹۲؛ پیرصاحب و همکاران، ۱۳۹۱).

نتیجه گیری و پیشنهاد ها:

به منظور دستیابی به عملکرد مورد نظر و اهداف اقتصادی در زیست بوم های کشاورزی، تمامی عناصر غذایی و عوامل موثر بر رشد گیاه می باسیت فراهم و پایش شوند. در این رابطه، کشاورزان از کود های شیمیایی، به منظور تامین نیاز نیتروژن محصولات خود، بهره می گیرند. استفاده نامتعادل و غیر اصولی نهاده های شیمیایی، با تخریب زیست بوم کشاورزی، کاهش

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

قدرت باروری خاک، بروز مشکلات زیست محیطی و به خطر افتادن سلامت انسان و سایر موجودات زنده، همراه است. پاره ای از عوامل مانند میزان و شدت نور، بر همکنش ها بین عناصر غذایی، وضعیت تغذیه ای گیاه در رابطه با سایر عناصر غذایی و خصوصیات ژنتیکی و فیزیولوژیک گیاه در استفاده بیش از حد کود های نیتروژنه و تجمع نیترات در محصولات کشاورزی، موثر است. رعایت اصول کود دهی بهینه و جهت دار شدن برنامه های ترویجی در راستای افزایش آگاهی کشاورزان و مصرف کنندگان در رابطه با اثرات مضر مصرف بی رویه کود های شیمیایی، برای دستیابی به تولیدات پایدار و امنیت و سلامت غذایی، ضروری است. حرکت در راستای پیاده سازی اصول نظارت مسئولانه عناصر غذایی^۸ و مدیریت جامع عناصر غذایی^۹، کلیدی ترین راهکار ها جهت دستیابی به مصرف متعادل عناصر غذایی و تولیدات پایدار می باشد. در این رابطه، بر تکیه توصیه های کودی بر آزمون های خاک و گیاه، جهت کسب اطلاعات دقیق از وضعیت حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، تاکید می شود. رونقی (۱۳۷۳)، استفاده از دستگاه سنجش سبزینه برگ را برای تعیین نیاز گیاه به نیتروژن و کاهش آبشویی کود های نیتروژنه، پیشنهاد کرده است. بکارگیری دیدگاه ها و فلسفه های مناسب در انجام توصیه های کودی، مانند مفهوم سطح کفایت عناصر غذایی^{۱۰}، و استفاده از روش های مستحکم علمی جهت تفسیر نتایج آنالیز های برگ، مانند روش تلفیقی تشخیص و توصیه (دریس)^{۱۱}، در مصرف بهینه نهاده های کودی، موثر خواهد بود (میرسید حسینی، ۱۳۹۹).

افزایش آگاهی فنی و شناخت منابع کودی بیشتر توسط زارعین، با افزایش گزینه های جایگزین و قابل انتخاب، تولید کنندگان را در رابطه با تصمیم گیری ها پیرامون افزایش سودآوری از طریق افزایش راندمان مصرف کود ها در زیست بوم های کشاورزی، یاری خواهد کرد. به طور مثال، استفاده بیشتر از کود های زیستی، قادر است تا نیاز کشاورزان به کود های شیمیایی را، تا حداقل، ۳۰ درصد کاهش دهد (علیخانی، ۱۳۹۹). کاهش هزینه های اولیه تهیه کود ها، افزایش باروری خاک و کاهش اثرات زیست محیطی وارده به زیست بوم های کشاورزی، برخی از پی آمد های کاربرد بیشتر کود های زیستی، توسط زارعین است. صالح راستین (۱۳۷۳)، برای کاهش مشکلات اقتصادی و زیست محیطی ناشی از مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی، کاربرد کودهای زیستی همچون کودهای حاوی باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن، قارچ های میکوریزی فراهم کننده فسفر، ریزوباکتری های تشکیل دهنده کلات ها و نیز استفاده از کرم های خاکی و کرم های تولید کننده ورمی کمپوست را پیشنهاد کرد. استفاده صحیح و متوازن از کود های شیمیایی و به ویژه کود های نیتروژنه، نیازمند شناخت و درک درست کشاورزان از این منابع است. در این رابطه، اتخاذ شیوه صحیح کود دهی، بر افزایش راندمان مصرف کود ها و کاهش هدر رفت آنها، تاثیر گذار خواهد بود. با عنایت به ماهیت کود های نیتروژنه و حلالیت بالای آنها، که این چنین نهاده ها را مستعد آبشویی می سازد، تقسیم منبع کودی و افزودن آن به خاک در فواصل زمانی معین و مطابق با دوره های اوج نیاز گیاه، از هدر رفت این کود ها و بروز مشکلات زیست محیطی، جلوگیری خواهد کرد. شناسایی و کشت ارقام عنصر کارا، در کاهش مصرف کود های شیمیایی و استفاده موثر تر از پتانسیل بالقوه خاک ها در تامین عناصر غذایی، موثر است. رعایت تناوب زراعی و به ویژه قرار دادن لگوم ها با قابلیت تثبیت نیتروژن در تناوب ها، با تجدید ذخایر نیتروژنی و افزایش ماده آلی خاک، بهبود قدرت باروری خاک را به همراه خواهد داشت. توجه به زمان برداشت محصولات، به خصوص در سبزیجات، بر میزان تجمع نیترات در آنها موثر است. در این رابطه، غلظت نیترات در سبزی ها، بین ساعت ۴ تا ۸ صبح در بالاترین میزان و در ۴ بعد از ظهر، در کمترین مقدار می باشد (ملکوتی، ۱۳۸۹).

9- 4R Nutrient Stewardship

10- Integrated Nutrient Management

11- Nutrient sufficiency level philosophy

12- Diagnostic and Recommendation Integrated System (DRIS)

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

عامریان و همکاران (۱۳۹۶)، موانع ترویجی، فقدان حمایت کافی دولتی، موانع دانشی و پژوهشی در جهاد کشاورزی، پیچیدگی و موانع ترغیبی و راندمان پایین محصولات ارگانیک را، از جمله دلایل مصرف بی رویه کود های شیمیایی توسط کشاورزان و عدم روی آوردن آنها به سامانه های ارگانیک و کم نهاده^{۱۲}، معرفی کرد. از طرف دیگر، عدم اطلاع کافی از فواید محصولات ارگانیک نزد مصرف کنندگان، باعث شده است تا آنها نیز، هزینه های بالاتر این چنین محصولات را متقبل نشده، و لذا، بازار مناسبی برای فروش محصولات ارگانیک طراحی نشده است (عامریان و همکاران، ۱۳۹۶). بنابراین، روشن است، تا برای کاهش مصرف بی رویه کود های شیمیایی و افزایش محبوبیت سامانه های ارگانیک، فعالیت های ترویجی با قدرت بیشتری در میان جوامع کشاورزی و نیز مصرف کنندگان، صورت گیرد. در این رابطه، پیشنهاد می گردد تا گزینش و تقدیر از کشاورزان نمونه در هر منطقه، با توجه به کیفیت محصولات تولیدی و رعایت اصول علمی در سطح زیست بوم های کشاورزی صورت پذیرد، و از میزان عملکرد محصول، به عنوان تنها معیار این گزینش، اجتناب شود.

نظارت بر میزان نیترا ت و آلاینده ها در محصولات کشاورزی، می بایست دقیق تر و سختگیرانه تر از پیش صورت گیرد. در این رابطه، پیشنهاد می شود تا تعیین حدود مجاز و سطوح بحرانی، با توجه به عادات تغذیه ای جامعه صورت گیرد و از ملاک قرار گرفتن متوسط های جهانی، اجتناب بعمل آید. به طور مثال، کمیسیون اروپا، در سال ۱۹۹۷، مقدار مجاز نیترا ت برای اسفناج و کاهو را برابر با ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم، بر مبنای وزن تازه، اعلام کرد (ملکوتی، ۱۳۸۹). این مقدار نیترا ت، در کشوری مانند ایران، که سرانه مصرف روزانه سبزی ها در آن بسیار بالاتر است، نگران کننده است (Malakouti et al., 2009). شفافیت و نشر نتایج آنالیز های آزمایشگاهی نیز در افزایش آگاهی تولید کنندگان و مصرف کنندگان پیرامون اثرات منفی استفاده نامتعادل کود های شیمیایی، اثربخش است. به طور کلی تدوین یک برنامه کوددهی متعادل برای محصولات به منظور اطمینان از تامین کافی مواد مغذی جهت دستیابی به عملکرد و کیفیت بهینه و به حداقل رساندن تلفات نیتروژن، جایگزینی جزئی نیترا ت در محلول غذایی با آمونیوم، اوره، اسیدهای آمینه مخلوط، کلرید یا سولفات چند روز قبل از برداشت، استفاده از روش تغذیه برگی و اسپری به موقع بازدارنده های نیتریفیکاسیون و کودهای مولیبدن، رشد گیاهان تحت شرایط محیطی کنترل شده، انتخاب بین ژنوتیپها / ارقام موجود و اصلاح ارقام جدید، عدم برداشت محصولات در هنگام ابری بودن هوا، جلوگیری از اعمال تنش های رطوبتی، کاشت گیاهان با فاصله مناسب، خودداری از کشت های پاییزه، برداشت محصولات در هنگام عصر، استفاده از کود های کندرها را می توان در کاهش تجمع نیترا ت در محصولات موثر دانست.

منابع:

- پیرصاحب، م، و رحیمیان، س، و پاسدارخشکناب، ی. (۱۳۹۱). مقدار نیترا ت و نیتريت در سبزیجات و صیفی جات مصرفی شهر کرمانشاه (سال ۱۳۸۹). مجله دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه.
- رونقی، ع. ۱۳۷۳. تنظیم برنامه کوددهی ذرت و کنترل آبشویی ازت با استفاده از اندازه گیری کلروفیل برگ. خلاصه مقالات چهارمین کنگره علوم خاک ایران. اصفهان. ص ۴۰.
- شهبازی، ک، بشارتی، ح. (۱۳۹۲). بررسی اجمالی وضعیت حاصلخیزی خاکهای کشاورزی ایران. نشریه مدیریت اراضی، جلد ۱، شماره ۱.
- صالح راستین، ن. ۱۳۷۳. کودهای زیستی. خلاصه مقالات چهارمین کنگره علوم خاک ایران. اصفهان. ص ۱۷.
- عامریان، م، و علی محمدیان، ل، و ملک حسینی، ا. (۱۳۹۶). ارزیابی دلایل بی توجهی و غفلت کشاورزان از عوارض سوء مصرف کودهای شیمیایی (به ویژه کود ازته) به روش بحث متمرکز گروهی. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۹(۴) (مسلسل ۷۵)، ۳۶-۴۷.
- علیخانی، ح. ۱۳۹۹. تقریرات درس فناوری تهیه کود های زیستی. گروه علوم و مهندسی خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- قیصری، م، و مصری پور، م، و هودجی، م، و نوروزی، م، و عبدالهی، آ. (۱۳۸۴). بررسی میزان جذب نیترا ت موجود در آب آشامیدنی شهر اصفهان در سال ۱۳۸۳. مجله علوم جمهوری اسلامی ایران، ۱۶(۲).

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

- کافشانی، ا.، و یاحی، م.، و انتظاری، م.، و حسن زاده، ا.، و موهبت، ل.، و ترابی، ع. (۱۳۹۲). مقایسه مقدار نیترات در سبزیجات آبیاری شده با آب زاینده رود و آب چاه. تحقیقات نظام سلامت، ۲۹(۲)، ۱۹۶-۲۰۱.
- کریمیان، ن. (۱۳۹۰). تحقیقات کود در ایران: نگاهی به گذشته، رهنمودی برای آینده. پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)، ۲۵(۴ الف)، ۲۶۵-۲۷۸.
- مشرع زاده، ب. (۱۳۹۵). تقریرات درس مدیریت تغذیه گیاه. گروه علوم و مهندسی خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ملکوتی، م. (۱۳۸۹). رابطه مصرف بهینه کود و تولید محصولات کشاورزی سالم. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی (علوم کشاورزی)، ۴(۱۶)، ۱۳۳-۱۵۱.
- مهرابی، ز.، عشقی زاده، ح.، نعمت پور، ا. (۱۳۹۶). ارزیابی غلظت نیترات خاک، آب آبیاری و غده سیبزمینی در مزارع با مساحت های مختلف در شهرستان فریدن استان اصفهان. نشریه علوم آب و خاک-علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تکنولوژی اصفهان، ۲۱(۱)، ۱-۱۲.
- میرسید حسینی، ح. (۱۳۹۹). تقریرات درس حاصلخیزی خاک تکمیلی. گروه علوم و مهندسی خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- یگانه، م.، و بازرگان، ک.، و سمائی، م.، و فیض اله زاده اردبیلی، م.، و طباحیان، ش. (۱۳۹۷). بررسی میزان باقیمانده نیترات در سبب زمینی مناطق عمده تولید کشور و میدان مرکزی میوه و تره بار تهران. پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)، ۳۲(۴ الف)، ۴۷۱-۴۸۳.
- Ahmed A.H.H., Khalil M.K., Farrag A.M. (2000) Nitrate accumulation, growth, yield and chemical composition of Rocket (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*) plant as affected by NPK fertilization, kinetin and salicylic acid, in: Proceedings of ICEHM 2000, Cairo University, Egypt, pp. 495-508.
- Andrews M. (1986) The partitioning of nitrate assimilation between root and shoot of higher plants: mini review, *Plant Cell Environ.* 9, 511-519.
- Anjana, Umar S., Iqbal M., Abrol Y.P. (2006) Are nitrate concentrations in leafy vegetables within safe limits Proceedings of the Workshop on Nitrogen in Environment, Industry and Agriculture, New Delhi, India, pp. 81-84.
- Aslam M., Oaks A., Huffaker R.C. (1976) Effect of light and glucose on the induction of nitrate reductase and on the distribution of nitrate in etiolated barley leaves, *Plant Physiol.* 58, 588-591.
- Behr U., Wiebe H.J. (1992) Relation between photosynthesis and nitrate content of lettuce cultivars, *Sci. Hortic.* 49, 175-179.
- Beevers L., Schrader L.E., Flesher D., Hageman R.H. (1965) The role of light and nitrate in the induction of nitrate reductase in radish cotyledons and maize seedlings, *Plant Physiol.* 40, 691-698.
- Buwalda F., Warmenhoven M. (1999) Growth-limiting phosphate nutrition suppresses nitrate accumulation in greenhouse lettuce, *J. Exp. Bot.* 50, 813-821.
- Blom-Zandstra M., Lampe J.E.M. (1983) The effect of chloride and sulphate salts on the nitrate content in lettuce plants, *J. Plant Nutr.* 6, 611-628.
- Chadjaa H., Vezina L.-P., Dorais M., Gosselin A. (2001) Effects of lighting on the growth, quality and primary nitrogen assimilation of greenhouse lettuce (*Lactuca sativa* L.), *Acta Hortic.* 559, 325-331.
- Cantliffe D.J. (1973) Nitrate accumulation in table beets and spinach as affected by nitrogen, phosphorus, and potassium nutrition and light intensity, *Agron. J.* 65, 563-565.
- Cerezo M., Garcia-Agustin P., Serma M.D., Primo-Millo E. (1997) Kinetics of nitrate uptake by citrus seedlings and inhibitory effects of salinity, *Plant Sci.* 126, 105-112.
- FAO. (2006). Near East: fertilizer use manual. Rome, Italy, ISBN 978-92-5-105657-8.
- OECD-FAO. (2018). Agricultural Outlook 2018-2027: special focus on Middle East and North Africa. Rome, Italy, ISBN 978-92-5-1-130501-0.
- Custic M., Poljak M., Coga L., Cosic T., Toth N., Pecina M. (2003) The influence of organic and mineral fertilization on nutrient status, nitrate accumulation, and yield of head chicory, *Plant Soil Environ.* 49, 218-222.
- Chen B.-M., Wang Z.-H., Li S.-X., Wang G.-X., Song H.-X., Wang X.-N. (2004) Effects of nitrate supply on plant growth, nitrate accumulation, metabolic nitrate concentration and nitrate reductase activity in three leafy vegetables, *Plant Sci.* 167, 635-643.
- Drlik J., Rogl J. (1992) The effect of graduated rates of nitrogen fertilization on yield and nitrate accumulation in carrots, *Zahradnictvi* 19, 39-46.
- Grzebelus D., Baranski R. (2001) Identification of accessions showing low nitrate accumulation in a germplasm collection of garden beet, *Acta Hortic.* 563, 253-255.
- Iglesias-Bartolome, R., Gonzalez, C. A., & Kenis, J. D. (2004). Nitrate reductase dephosphorylation is induced by sugars and sugar-phosphates in corn leaf segments. *Physiologia Plantarum*, 122(1), 62-67. doi:10.1111/j.1399-3054.2004.00375.x.
- Inal A., Tarakcioglu C. (2001) Effects of nitrogen forms on growth, nitrate accumulation, membrane permeability, and nitrogen use efficiency of hydroponically grown bunch onion under boron deficiency and toxicity, *J. Plant Nutr.* 24, 1521-1534.
- Izmailov S.F. (2004) Saturation and utilization of nitrate pools in pea and sugar beet leaves, *Russ. J. Plant Physl.* 51, 189-193.
- Lowenfels, J. 2013. *Teaming with Nutrients: The Organic Gardener's Guide to Optimizing Plant Nutrition*. Timber Press, USA.
- Santamaria P., Elia A., Gonnella M., Parente A., Serio F. (2001) Ways of reducing rocket salad nitrate content, *Acta Hortic.* 548, 529-537.
- Santamaria P., Elia A. (1997) Producing nitrate-free endive heads: Effect of nitrogen form on growth, yield and ion composition of endive, *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 122, 140-145.
- Santamaria P., Elia A., Parente A., Serio F. (1998b) Fertilization strategies for lowering nitrate content in leafy vegetables: Chicory and rocket, *J. Plant Nutr.* 21, 1791-1803.
- Santamaria P., Elia A., Serio F., Todaro E. (1999) A survey of nitrate and oxalate content in retail fresh vegetables, *J. Sci. Food Agr.* 79, 1882-1888.
- Steingrover E., Ratering P., Siesling J. (1986a) Daily changes in uptake, reduction and storage of nitrate in spinach grown at low light intensity, *Physiol. Plantarum* 66, 550-556.
- Winteringham, F.P.W. (1980). Nitrogen balance and related studies: a global review. International Atomic Energy Agency (IAEA): IAEA.
- Prasad, R., & Power, J.F. (1997). *Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture* (1st ed.). CRC Press.
- Raupp J. (1996) Fertilization effects on product quality and examination of parameters and methods for quality assessment, in: Raupp J.(Ed.), *Quality of plant products grown with manure fertilization*, Darmstadt, pp. 44-48.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

- Ruiz J.M., Romero L. (2002) Relationship between potassium fertilization and nitrate assimilation in leaves and fruits of cucumber (*Cucumis sativus*) plants, *Ann. Appl. Biol.* 140, 241–245.
- Reinink K., Groenwold R., Bootsma A. (1987) Genotypical differences in nitrate content in *Lactuca sativa* L. and related species and correlation with dry matter content, *Euphytica* 36, 11–18.
- Vieira I.S., Vasconcelos E.P., Monteiro A.A. (1998) Nitrate accumulation, yield and leaf quality of turnip greens in response to nitrogen fertilisation, *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 51, 249–258
- Tzung W.-J., Po W.-Y., Wu J.T., Wang Y.-P. (1995) Effects of some environmental factors on nitrate content of Chinese cabbage (*Brassica chinensis* L.), *J. Chin. Agr. Chem. Soc.* 33, 125–133.
- Nazaryuk V.M., Klenova M.I., Kalimullina F.R. (2002) Ecoagrochemical approaches to the problem of nitrate pollution in agroecosystems, *Russ. J. Ecol.* 33, 392–397.
- Maynard D.N., Barker A.V., Minotti P.L., Peck N.H. (1976) Nitrate accumulation in vegetables, *Adv. Agron.* 28, 71–118.
- Harada H., Yoshimura Y., Sunaga Y., Hatanaka T., Sugita S. (2003) Breeding of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) for a low nitrate concentration by seedling test, *Euphytica* 129, 201–209.
- Malakouti, M.J., Sh. Ladan, and S.J. Tabatabaei. 2009. Nitrate in the edible parts of vegetables in Iran: Origin, safety and toxicity limits. In: Shahid Umar and et al. (Eds). *Nitrate in leafy vegetables: Toxicity and safety measures*
- McIntyre G.I. (1997) The role of nitrate in the osmotic and nutritional control of plant development, *Aust. J. Plant Physiol.* 24, 103–118
- Merlo I., Ferretti C., Passera C., Ghisi R. (1994) Effect of decreased irradiance on N and C metabolism in leaves and roots of maize, *Physiol. Plantarum* 91, 72–80.
- Vieira I.S., Vasconcelos E.P., Monteiro A.A. (1998) Nitrate accumulation, yield and leaf quality of turnip greens in response to nitrogen fertilisation, *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 51, 249–258
- van der Leij M., Smith S.J., Miller A.J. (1998) Remobilization of vacuolar stored nitrate in barley root cells, *Planta* 205, 64–72.
- Weitzberg, E., Lundberg, J. O., 2013. Novel aspects of dietary nitrate and human health. *Nutrition*, Vol. 33, pp. 129-159.
- Zhou Z.-Y., Wang M.-J., Wang J.-S. (2000) Nitrate and nitrite contamination in vegetables in China, *Food Rev. Int.* 16, 61–76.
- Xu C., Wu L.H., Ju X.T., Zhang F.S. (2005) Role of nitrification inhibitor DMPP (3,4-dimethylpyrazole phosphate) in nitrate accumulation in greengrocery (*Brassica campestris* L. sp. *chinensis*) and vegetable soil, *J. Environ. Sci. (China)* 17, 81–83.

Nitrate accumulation in soil and its adverse effects on crop quality: An overview of the origin and management strategies

Zahra Haghani¹, Kamyar Amirhosseini²

1- MSc student, Soil Fertility Management and Soil Biotechnology, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran (r.haghani@ut.ac.ir)

2- MSc student, Soil Fertility Management and Soil Biotechnology, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran.

Abstract

Unbalanced application of nitrogen fertilizers disrupts the balance of nutrients in soils, changes the abundance and biodiversity of soil microorganisms, destroys the relationships between soil living components, interferes with natural cycles of nutrients, and reduces soil fertility which ultimately culminates in increasing demand and further use of chemical fertilizers. Moreover, the high solubility of nitrogen fertilizers and lack of attention to the required amount, right time, and right place in their application, threatens the health of groundwater aquifers and drinking water sources. In addition, due to the unbalanced and excessive use of nitrogen fertilizers, nitrate may accumulate in plant organs, thus entering the digestive systems of humans and animals. Within living organisms, nitrate is converted to the carcinogen compound, nitrosamine, which can cause cancer of the upper gastrointestinal tract. Considering the prevailing climatic conditions and soil characteristics of arable lands in Iran, the lack of nitrogen in the arable soils of Iran is regarded as one of the main limiting factors affecting the growth of agricultural plants. The purpose of this article is to study the factors affecting nitrate accumulation in crops, which include nutritional, environmental, and physiological factors along with economic, cultural, social, and political factors, and further provide on-farm management strategies and suggest stronger policies and extension strategies regarding efficient management of nutrient in agricultural soils. The following study also discusses the necessity of developing a balanced fertilization program for crops, the importance of replacing ammonium fertilizers and slow-release fertilizers with conventional N sources, considering foliar application, growing plants under controlled environmental conditions, and making informed decisions between genotypes and cultivars that accumulate less nitrate. Modification of new cultivars, the importance of harvest time, effect of moisture stress, climatic conditions (including temperature and light intensity), appropriate plant density, suitable planting time, and the important relationship between nitrate concentration and nitrate reductase activity in reducing nitrate accumulation in various products are also examined.

Keywords: Nitrate accumulation, Physiology, Plant nutrition, Nitrogen fertilizers, Integrated Nutrient Management (INM)

بررسی امکان اصلاح خاک شور کشت و صنعت مکران چابهار

محمد پسندیده^۱ و پرویز مهاجر میلانی^۲

۱- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل (مغان) - mpassandideh@yahoo.com

۲- استادیار بازنشسته بخش تحقیقات اصلاح اراضی، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، کرج، ایران - parvizmilani@yahoo.com

چکیده: خاکهای شور و سدیمی در اقصی نقاط کشور به صورت اراضی لم یزرع وجود دارند. بهره‌برداری کشاورزی از این گونه اراضی نیازمند کاهش شوری خاک است. این تحقیق به منظور کاهش شوری خاک کشت و صنعت مکران در سال ۱۳۹۹ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل: مصرف ۴ مقدار آب، به میزان ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتیمتر آب آبهوشی و تیمارهای مواد اصلاح‌کننده خاک شامل: تیمار اول: شستشو خاک فقط با آب؛ تیمار دوم شستشو خاک با آب و اسید سولفوریک غلیظ تجاری به میزان حدود ۵-۷ تن در هکتار؛ تیمار سوم شستشو خاک با آب و اسید فسفریک صنعتی به میزان حدود ۵-۷ تن در هکتار؛ تیمار چهارم؛ شستشو خاک با آب و گچ به میزان حدود ۱۲-۸/۳ تن در هکتار و تیمار پنجم شستشو خاک با آب و کود دامی به میزان حدود ۱۲ تن در هکتار بودند. نتایج نشان داد که عمق آب آبهوشی اثر معنی‌داری بر درصد کاهش شوری دارد. اما تیمارهای مواد اصلاح خاک اعمال‌شده اثر معنی‌داری بر تغییرات شوری نداشت. بهترین تیمار آبهوشی برای شستشوی شوری خاک از نظر اقتصادی، تیمار استفاده از آب بدون مصرف مواد اصلاح‌کننده بوده است. میزان آب مورد نیاز آبهوشی املح محلول خاک ۴۰ سانتی‌متر برآورد می‌شود.

واژگان کلیدی: بهسازی خاک، شور و سدیمی، مواد اصلاح‌کننده، نیاز آبهوشی

مقدمه: خاکهای شور و سدیمی بصورت پراکنده در اقصی نقاط کشور به صورت اراضی لم یزرع و یا غیرقابل کشت وجود دارند. در ایران خاکهای شور و سدیمی وسعتی در حدود ۲۳/۵ میلیون هکتار دارد. شوری خاک یکی از فاکتورهای اصلی محیطی است که تولید را در اراضی کشاورزی محدود می‌کند (کولائیان، ۱۳۹۷). شوری خاک باعث تخریب اراضی و تأثیر بر روی تولید غذا می‌شود. در مناطق خشک و نیمه خشک به علت کمی آبهای سطحی برای آبیاری اراضی کشاورزی، تخلیه آبهای تحت الارضی با کیفیت پایین افزایش یافته است که خود سبب شوری بیشتر خاک می‌گردد. در ایران تقریباً ۳۴ میلیون هکتار از اراضی که ۴,۱ میلیون هکتار از اراضی فاریاب را شامل می‌شود با معضل شوری و سدیمی بودن همراه بوده که ضرر اقتصادی آن بیش از یک میلیارد دلار در سال می‌باشد (Qadir et al., 2008). کاهش شوری و قلیائیت در مناطق خشک و نیمه‌خشک از طریق مدیریت منابع آب، کشت گیاهان متحمل به شوری و شستشوی خاک دارای زهکشی مناسب امکان پذیر می‌باشد (Mohajer Milani, 2012). در این تحقیق هدف این است که بهسازی اراضی مورد مطالعه با مصرف کمترین مقدار آب و کاربرد مواد اصلاح‌کننده در حداقل مقدار ممکن، مورد بررسی قرار بگیرد.

مواد و روش‌ها: بررسی وضعیت خاک منطقه در زمینی با وسعت حدود ۱۸۰۰ هکتار (با دریافت مختصات جغرافیایی آن از شرکت کشت و صنعت مکران) مورد بررسی قرار گرفت. سپس در یک مساحت ۲۰ هکتاری که مورد نظر شرکت برای کشت درختان گرمسیری بود یک ایستگاه (سایت) انتخاب شد. نخست قطعه زمینی مسطحی به مساحت ۶۴ متر مربع (۸ × ۸ متر) انتخاب و تعداد ۵ کرت ۲ متر مربعی (۱/۴ × ۱/۴ متر) بعنوان ۵ تیمار با پشته‌های ۳۰ سانتیمتری تهیه و با کوبیدن و راه رفتن بر روی آن متراکم شد. تیمارهای آزمایش شامل: مصرف ۴ مقدار آب، به میزان ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتیمتر آب آبهوشی و تیمارهای مواد اصلاح‌کننده خاک شامل: تیمار اول: شستشو خاک فقط با آب (W)؛ تیمار دوم شستشو خاک با آب و

اسید سولفوریک غلیظ تجاری (S) به میزان حدود ۵-۷ تن در هکتار؛ تیمار سوم شستشو خاک با آب و اسید فسفریک صنعتی (P) به میزان حدود ۵-۷ تن در هکتار؛ تیمار چهارم؛ شستشو خاک با آب و گچ (G) به میزان حدود ۱۲-۸/۳ تن در هکتار و تیمار پنجم شستشو خاک با آب و کود دامی (C) به میزان حدود ۱۲ تن در هکتار بودند.

آزمایش آبشویی برای اصلاح و بهسازی خاک‌های شور با مقدار ۱۰۰ سانتیمتر آب در تناوب های ۲۵ سانتی متری در دو تکرار در کرت‌های دو متر مربعی انجام شد. پس از هر نوبت آبیاری با مقدار ۲۵ سانتی متر آب، اجازه نفوذ آب به خاک داده شد و سطح کرتها برای جلوگیری از تبخیر با نایلون پوشیده شد. پس از رسیدن رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه (۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد) نسبت به نمونه برداری از خاک تا عمق یک متر به تناوب ۲۵ سانتیمتر اقدام گردید و محل حفر مته نمونه برداری با خاک خشک پر شد. اضافه نمودن دومین ۲۵ سانتیمتر آب پس از اتمام نمونه برداری از خاک تا عمق یک متر صورت گرفت و بقیه عملیات مشابه مصرف ۲۵ سانتی متر آب نوبت اول انجام شد. مصرف سومین و چهارمین ۲۵ سانتیمتر آب نیز در مشابه نوبت های قبلی ادامه یافت. یک نمونه خاک نیز از عمق ۵-۰ سانتیمتری خاک پس از مصرف چهارمین نوبت آب برداشت شد. نمونه های خاک تهیه شده برای انجام آنالیز های مورد نیاز به آزمایشگاه ارسال گردید.

نتایج و بحث:

نتایج تجزیه خاک قبل از آزمایش: نتایج حاصل از تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. شوری خاک تا عمق ۱۰۰ سانتی متری بین ۸/۷-۱۰/۲ دسی زیمنس بر متر و با میانگین ۹/۴ دسی زیمنس بر متر است. نتیجه اینکه خاکهای در محدوده مورد مطالعه شور هستند. پ هاش (واکنش) خاک محدوده مورد مطالعه بین ۸/۱ - ۷/۹ با میانگین ۸/۰ است که حاکی از قلیائیت نسبتاً زیاد این خاک ها است. مقدار آهک در محدوده مورد مطالعه بین ۲۰/۲ - ۱۶/۹ درصد و با میانگین ۱۸/۶ درصد است. این خاک بعنوان خاک آهکی نامگذاری می شود. بافت خاک لایه سطحی خاک شن لومی (سبک و نامناسب) و بافت لایه های زیرین بترتیب شنی و لوم شنی است. در نتیجه فقط لایه آخر خاک (۱۰۰-۷۵ سانتیمتری) دارای بافت نسبتاً مناسب لومی شنی است. کربن آلی لایه های خاک حدود ۰/۱ در صد و برای تمام گیاهان بسیار ناچیز است. مقدار فسفر قابل جذب خاک بین حد اقل ۳ و حد اکثر ۱۰/۴ و با میانگین ۶/۰ میلی گرم بر کیلوگرم است. که در محدوده کم تا متوسط قرار دارد. پتاسیم قابل جذب خاک بین ۹۰ تا ۱۰۵ میلی گرم بر کیلو گرم با میانگین ۹۷ میلی گرم بر کیلو گرم است.

درصد رطوبت ظرفیت مزرعه در محدوده مورد مطالعه بین ۱۳/۷ تا ۲۸/۷ درصد حجمی و با میانگین ۱۹/۳ درصد در نوسان است. در صد رطوبت نقطه پژمردگی آن بین ۳ تا ۶ و با میانگین ۴ درصد در نوسان است. میانگین جرم ویژه ظاهری خاک در محدوده مورد مطالعه ۱/۵ گرم بر سانتی متر مکعب است. مقدار نسبت جذب سدیم (SAR) بین ۱۲/۹ تا ۱۳/۷ با میانگین ۱۳/۲ است. در نتیجه این خاک در مرز خاک‌های شور و قلیا قرار دارد.

نتایج تجزیه شیمیایی آب‌های آبیاری: نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی آب‌های آبیاری در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج تجزیه کامل شیمیایی آب آبشویی حاکی از این است که شوری آب W1 غیر شور و آب W2 لب شور است. با این شوری آب، اغلب گیاهان زراعی و درختان می‌تواند کشت گردد. واکنش آب آبشویی W1 خنثی و آب آبشویی W2 کمی قلیائی است. نسبت جذب سدیم آب W1 و آب W2 بترتیب ۲/۷ و ۸/۰ است و از این نظر محدودیتی برای آبیاری درختان و گیاهان زراعی ندارد. مقدار بیکربنات آب آبشویی بین ۳/۲ تا ۳/۴ در نوسان بوده و مقدار آن متوسط می‌باشد. حد مطلوب بیکربنات برای اغلب گیاهان کمتر از ۱/۵ است.

جدول ۱ - نتایج ویژگی های فیزیکی و شیمیایی نمونه های خاک قبل از آزمایش (طول جغرافیایی : ۲۱۲۲۲۷ و عرض جغرافیایی : ۲۸۰۹۲۳۸) کشت و صنعت مکران

FM	PWP	FC	تخلخل	Rb (g/cm ³)	بافت خاک	EC dS/m	PH	T.N.V %	SAR	Ca ⁺⁺ Mg ⁺⁺ Na ⁺ HCO ₃ ⁻ Cl ⁻ SO ₄ ⁼					O.C %	P K		عمق (cm)	
										(meq/lit)						ppm			
1.3	3	14.8	24	1.62	L S	10.2	7.88	20.2	13.7	21	27	67.3	8.5	70	36.8	0.11	10.4	98	0-25
1.4	3	13.7	18.2	1.68	S	9.9	7.92	19.6	13.6	19	31	68	7.5	63	47.5	0.10	3.2	90	25-50
1.8	4	19.8	36.4	1.45	S	8.91	8.11	17.8	12.9	23	19	59	7.5	52	41.5	0.10	3.0	95	50-75
2.3	6	28.7	51	1.29	L S	8.72	8.13	16.9	12.6	21	24	60	7	54	44	0.11	7.5	$\frac{10}{5}$	75-100

جدول ۲ - نتایج تجزیه کامل شیمیایی آب در آزمایش آبشویی

ردیف	پارامتر اندازه گیری شده	مقدار W1	مقدار W2	حد مطلوب	ردیف	پارامتر اندازه گیری شده	مقدار W1	مقدار W2	حد مطلوب
۱	شوری (دسی زیمنس بر متر)	0.85	2.17	۲ <	۸	کربنات (میلی اکی والان بر لیتر)	0	0	صفر
۲	مجموع املاح جامد (میلی گرم در لیتر)	544	1389	۱۳۰۰ <	۹	بی کربنات (میلی اکی والان بر لیتر)	3.4	3.2	۱/۵ <
۳	واکنش خاک (میلی اکی والان بر لیتر)	7.07	7.15	۶-۷	۱۰	کلر (میلی اکی والان بر لیتر)	3	13.2	۳ <
۴	کلسیم (میلی اکی والان بر لیتر)	2	4.2	۱۰ <	۱۱	سولفات (میلی اکی والان بر لیتر)	2.1	5.4	۱۰ <
۵	منیزیم (میلی اکی والان بر لیتر)	2.5	2.7	۵ <	۱۲	نسبت جذب سدیم	2.7	8	۱۵ <
۶	سدیم (میلی اکی والان بر لیتر)	4	14.9	۳ <	۱۳	در صد سدیم	46.8	68.2	۵۰ <
۷	پتاسیم (میلی اکی والان بر لیتر)	0.05	0.06	۶ <	۱۴	سختی (میلی اکی والان بر لیتر)	225	345	۵۰۰ <

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

بررسی آماری کاهش شوری و قلیائیت: تجزیه واریانس درصد کاهش شوری (EC) و درصد سدیم تبادلی (ESP) در تیمارها مواد اصلاح خاک و عمق‌های مختلف آبشویی بشرح جدول ۳ است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عمق آب آبشویی اثر معنی داری بر درصد کاهش شوری و نسبت جذب سدیم دارد. اما تیمارهای مواد اصلاح خاک اعمال شده اثر معنی‌داری بر تغییرات شوری و سدیم خاک نداشت.

جدول ۳ - نتایج تجزیه واریانس میانگین تیمارهای آزمایشی

میانگین مربعات		درجه آزادی	منبع تغییرات
SAR	EC		
۳۰۶/۸ ^{ns}	۲۹۶/۲۳ ^{ns}	۴	تیمار آبشویی
۵۳۵۱/۳۵**	۵۸۵۷/۱۲**	۳	عمق آب آبشویی
۱۰۷۹/۵*	۳۱۸۹/۸**	۱	پروفیل (تکرار)
		۳۱	خطا

** معنی داری در سطح ۰.۱٪، * معنی داری در سطح ۰.۵٪ و ns غیر معنی دار

تأثیر تیمارهای مختلف آبشویی بر تغییرات شوری (ECe) خاک: نتایج آزمایش آبشویی با تیمارهای مختلف در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج تیمار آبشویی فقط با آب (بدون استفاده از مواد اصلاح‌کننده) تغییرات شوری خاک با مصرف مقادیر مختلف آب آبشویی نشان می‌دهد که با مصرف ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتیمتر آب آبشویی، میانگین کاهش شوری در لایه یک متری خاک بترتیب ۳۲،۷، ۷۷،۷، ۸۰،۶ و ۸۴،۸ در صد است. بنابراین میانگین کاهش شوری لایه یک متری خاک با ۱۰۰ سانتیمتر آب ۸۴،۸ در صد است.

تغییرات شوری خاک در تیمار آبشویی آب + اسیدسولفوریک نشان می‌دهد که با مصرف ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتیمتر آب آبشویی، میانگین کاهش شوری در لایه یک متری خاک بترتیب ۱۷،۵+، ۷۷،۷، ۷۶،۷ و ۷۶،۷ در صد است. مشاهده می‌شود که شوری خاک با کاربرد اسید ابتدا افزایش و سپس کاهش شدید یافته است. میانگین کاهش شوری لایه یک متری خاک با ۱۰۰ سانتیمتر آب ۷۶،۷ در صد است.

تغییرات شوری خاک برای تیمار آب + اسید فسفریک نشان می‌دهد که با مصرف ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتیمتر آب آبشویی، میانگین کاهش شوری در لایه یک متری خاک بترتیب ۲۰،۹+، ۳۶،۴، ۶۹،۲ و ۷۷،۷ در صد است. مشاهده می‌شود که شوری خاک با کاربرد اسید ابتدا افزایش و سپس کاهش شدید یافته است. میانگین کاهش شوری لایه یک متری خاک با ۱۰۰ سانتیمتر آب ۷۷،۷ در صد است.

تغییرات شوری خاک برای تیمار آب + گچ نشان می‌دهد که با مصرف ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتیمتر آب آبشویی، میانگین کاهش شوری در لایه یک متری خاک بترتیب ۱۷،۵+، ۵۷،۶، ۷۹،۳ و ۷۶،۵ در صد است. مشاهده می‌شود که شوری خاک با کاربرد گچ ابتدا افزایش و سپس کاهش شدید یافته است. میانگین کاهش شوری لایه یک متری خاک با ۱۰۰ سانتیمتر آب ۷۶/۵ در صد است.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

تغییرات شوری خاک در تیمار آبشویی آب + کود دامینشان می‌دهد که با مصرف ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتیمتر آب آبشویی، میانگین کاهش شوری در لایه یک متری خاک بترتیب ۱،۶، ۲،۷۴، ۰،۷۴ و ۸،۷۸ در صد است. مشاهده می‌شود که شوری خاک با کاربرد کود دامی کاهش یافته است. میانگین کاهش شوری لایه یک متری خاک با ۱۰۰ سانتیمتر آب ۷۸/۸ درصد است. مشابه نتایج این آزمایش، در تحقیقات محققین دیگر نیز از جمله عسگری (۱۳۸۱)؛ (Ghaneie Motlagh et al. 2010) و (2013) کاربرد اسید سولفوریک بیشترین تاثیر را بر کاهش کاهش شوری خاک داشت. مهاجر میلانی و جواهری (۱۳۷۹) در مطالعه برآورد مقدار آب مورد نیاز خاک های شور ایران دریافتند که در خاکهای ایران به طور متوسط حدود ۵۴ درصد املاح محلول خاک با آبی برابر عمق خاک شسته می‌شود. تحقیقات انجام شده در کشور در مرکز آموزش کشاورزی میاندوآب نشان داد که اصلاح یک خاک شور و سدیمی از طریق آبشویی با هدایت الکتریکی ۲۷/۵ دسی زیمنس بر متر و pH برابر ۸/۵ و درصد سدیم تبادل ۵۸/۵ و بافت سیلتی کلی لوم با استفاده از ۲۷ سانتی متر آب آبشویی اولیه، شوری خاک لایه ۰-۲۵ سانتی متر را به ۱۰ دسی زیمنس بر متر کاهش داد. برای کاهش قلیائیت خاک همین لایه نیاز به ۶۰ سانتی متر آب آبشویی دارد (پور حکیم رضایی و مهاجر میلانی، ۱۳۷۶). محققین در همین اراضی با استفاده از مواد اصلاح کننده اعلام داشتند که با کاربرد ۱۱ تن اسید سولفوریک غلیظ در هکتار به همراه ۴۰ سانتی متر آب آبشویی شوری و قلیائیت خاک در لایه ۰-۳۰ سانتی متر، به ترتیب ۶۷/۵ و ۷۸/۵ درصد کاهش داشته است این تغییرات در لایه های عمیقتر خاک به ترتیب به ۲۸،۳ و ۲،۹ درصد بوده است (پور حکیم رضایی و مهاجر میلانی، ۱۳۷۷).

نتیجه‌گیری: بهترین تیمار آبشویی برای شستشوی شوری خاک از نظر اقتصادی، تیمار استفاده از آب بدون مصرف مواد اصلاح کننده بوده است. میزان آب مورد نیاز آبشویی املاح محلول خاک با صرفنظر کردن از میزان تبخیر بدلیل بالا بودن رطوبت نسبی هوا ۴۰ سانتی‌متر برآورد می‌شود. این مقدار آب برای کاهش شوری لایه ۰-۴۰ سانتیمتر عمق خاک به ۳ دسی زیمنس بر متر کافی است. بدین ترتیب برای اصلاح هر هکتار از زمین، حدود ۴۰۰۰ متر مکعب آب لازم است.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۴- تاثیر تیمارهای مختلف آبخویی بر تغییرات شوری (ECe) خاک

درصد تغییرات شوری	متوسط شوری خاک	عمق خاک (cm)				ارتفاع آب کاربردی (cm)	تیمار آبخویی
		۷۵-۱۰۰	۵۰-۷۵	۲۵-۵۰	۰-۲۵		
۰	۹,۴۳	۸,۷	۸,۹	۹,۹	۱۰,۲	۰	آبخوئی فقط با آب
- ۳۲,۷	۶,۳۵	۸,۹	۷,۵	۷,۱	۱,۹	۲۵	
- ۷۷,۷	۲,۱۰	۱,۹	۱,۷	۲,۴	۲,۴	۵۰	
- ۸۰,۶	۱,۸۳	۲,۲	۱,۳	۱,۴	۲,۴	۷۵	
- ۸۴,۸	۱,۴۳	۱,۳	۲,۲	۱,۱	۱,۱	۱۰۰	
۰	۹,۴۳	۸,۷	۸,۹	۹,۹	۱۰,۲	۰	آب + اسیدسولفوریک
+ ۱۷,۵	۱۱,۰۸	۱۵,۲	۱۴,۱	۸,۶	۶,۴	۲۵	
- ۷۷,۷	۲,۱	۲,۸	۱,۳	۲,۳	۲,۸	۵۰	
- ۷۶,۷	۲,۲	۱,۸	۱,۵	۲,۲	۲,۳	۷۵	
- ۷۶,۷	۲,۲	۲,۲	۲,۰	۲,۲	۲,۵	۱۰۰	
۰	۹,۴۳	۸,۷	۸,۹	۹,۹	۱۰,۲	۰	آب + اسید فسفریک
+ ۲۰,۹	۱۱,۴	۱۹,۷	۱۲,۹	۱۱,۵	۱,۶	۲۵	
- ۳۶,۴	۶,۰	۸,۹	۸,۱	۵,۵	۱,۶	۵۰	
- ۶۹,۲	۲,۹	۲,۴	۲,۵	۳,۲	۳,۳	۷۵	
- ۷۷,۷	۲,۱	۱,۸	۲,۲	۲,۷	۱,۶	۱۰۰	
۰	۹,۴۳	۸,۷	۸,۹	۹,۹	۱۰,۲	۰	آب + گچ
+ ۱۷,۵	۱۱,۰۸	۱۵,۲	۱۴,۱	۸,۶	۶,۴	۲۵	
- ۵۷,۶	۴,۰	۲,۸	۱,۳	۲,۳	۲,۸	۵۰	
- ۷۹,۳	۱,۹۵	۱,۸	۱,۵	۲,۲	۲,۳	۷۵	
- ۷۶,۵	۲,۲۲	۲,۲	۲,۰	۲,۲	۲,۵	۱۰۰	
۱۰,۲	۰	۹,۴۳	۸,۷	۸,۹	۹,۹	۱۰,۲	آب + کود دامی
۸,۶	- ۱,۶	۹,۲۸	۱۰,۸	۱۲,۲	۵,۵	۸,۶	
۲,۲	- ۷۴,۲	۲,۴۳	۳,۹	۲,۵	۲,۳	۲,۲	
۲,۴	- ۷۴,۰	۲,۴۵	۲,۷	۲,۲	۲,۵	۲,۴	
۱,۵	- ۷۸,۸	۲,۰	۱,۷	۲	۲,۸	۱,۵	

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

فهرست منابع

- پورحکیم رضایی، م. ع. و مهاجر میلانی پ. ۱۳۷۷. بررسی کاربرد مقادیر مختلف اسیدسولفوریک در تقلیل میزان شوری و قلیائیت خاک مرکز آموزش کشاورزی میاندوآب. نشریه فنی شماره ۱۰۳۹ مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران.
- عسگری، ح. (۱۳۸۱). بررسی کارایی اصلاح کننده شیمیایی برای جلوگیری از بیابان زایی در خاک های شور و سودا در شمال آق قلا. پایان نامه مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۳۴ صفحه.
- کولائیان، ع. و خوش روش م. (۱۳۹۷). ارزیابی آبشویی خاک شور و سدیمی با استفاده از مواد اصلاحی در شرایط آزمایشگاهی. تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۹ (۶). ۱۲۶۶—۱۲۵۷.
- مهاجر میلانی پ.، و جواهری پ. ۱۳۷۹. برآورد آب مورد نیاز خاکهای شور ایران. نشر آموزش کشاورزی، ۱۰۳ صفحه. کرج، ایران

Mohajer Milani, Parviz. 2012. Amelioration of the salt affected soils of Mahabad and its economic evaluation. Ph.D Theses. Baku, Azerbaijan.

Qadir, M, Qureshi, A.S, Cheraghi, S.A.M., 2008. Extent and characterisation of salt affected soils in Iran and strategies for their amelioration and management. Land Deg. Dev. 19, 214–227.

Investigating the possibility of improving saline soil in agriculture and industry of Makran Chabahar

Mohammad Pasandideh¹ and Parviz Mohajer Milani²

1- Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Agricultural Research and Training Center, Ardabil Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ardabil (Moghan) - mpassandideh@yahoo.com

2- Retired Assistant Professor, Land Reclamation Research Department, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

Abstract

A large area of the Iran's agricultural land is saline. Agricultural use of salin lands requires a reduction in soil salinity. Therefore, this study was conducted in 2020. Treatments include: application of 4 levels of water, 25, 50, 75 and 100 cm of leaching water. Soil amendments treatments including: T1: washing the soil only with water; T2: washing the soil with water and sulfuric acid at a rate of about 5-7 tons per hectare; T3: soil washing with water and industrial phosphoric acid at the rate of about 5-7 tons per hectare; T4: Soil washing with water and gypsum about 8.3-12 tons per hectare and T5 was soil washing with water and animal manure about 12 tons per hectare. The results showed that the depth of leaching water had a significant effect on the percentage of salinity reduction. But the applied soil amendment treatments did not have a significant effect on salinity changes. The best leaching treatment for washing soil salinity economically was water treatment without the use of conditioners. The amount of water required for rinsing soil solutes is estimated at 40 cm.

Keywords: Soil amendment, salinity and sodium, leaching water

بررسی تأثیر سطوح آبگیر بهینه‌سازی شده در تغییرات رطوبت پروفیل خاک

فرزاد پارسادوست^۱، کورش شیرانی^۲

۱- مری پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

۲- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان

اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده:

در حال حاضر وضعیت تولید در اکثر حوزه‌های آبخیز کشور به لحاظ بهره‌برداری‌های غیراصولی و عدم اعمال مدیریت‌های لازم در جهت حفظ و پایداری منابع، در شرایط بحرانی از نظر منابع طبیعی تجدیدشونده قرار گرفته است. کمبود رطوبت ذخیره‌شده طبیعی در خاک، نیز عامل مهمی در تشدید مسائل موجود در آن‌هاست. در این طرح تحقیقاتی سعی شده است با بررسی عملکرد سطوح عایق، نیمه عایق و طبیعی به بررسی افزایش ذخیره رطوبتی در اطراف نهال‌های بادام باغات دیم در استان اصفهان اقدام گردد. برای انجام این کار تعداد ۷۲ کرت به ابعاد ۷*۴ متر با سه تیمار پوشش عایق، نیمه عایق، و پوشش طبیعی در سه تکرار بر روی دامنه با شیب ۱۸ درصد احداث گردید. در پایین دست هر سامانه، پروفیلی به ابعاد ۱*۱*۱ جهت بهینه کردن ذخیره رطوبتی ایجاد گردید. در این مرحله از موادی چون کود دامی پوسیده و کاه و کلش و نایلون به منظور افزایش نفوذ آب و ماندگاری بیشتر رطوبت در خاک استفاده شد. تغییرات رطوبت چاله غرس نهال در طی سه سال بررسی و در نهایت مورد آنالیز آماری قرار گرفت. آنالیزهای آماری نشان داد که از بین تیمارهای بکار گرفته شده، تیمار مخلوط کود حیوانی و خاک به نسبت ۲۵ درصد حجمی به علاوه یک نایلون در قسمت پایین چاله کاشت نهال و حدود ۱۵ سانتی‌متر در ته چاله خار و خاشاک موجود در محل، این تیمار بیشترین رطوبت حجمی را در عمق ۵۰ سانتی‌متری داشته و نقش ویژه‌ای در افزایش محتوای رطوبت حجمی پروفیل خاک دارد.

واژگان کلیدی: سامانه‌های سطوح آبگیر، رطوبت خاک، باغات دیم، استحصال آب باران

مقدمه:

روند روزافزون جمعیت و تأمین مواد غذایی با توجه به محدودیت منابع آب و نهاده‌های تولید باعث بهره‌برداری بی‌رویه بشر از منابع طبیعی از جمله آب و خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌شود (۱۱). قرار گرفتن کشور ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان باعث شده به دلیل محدودیت‌های اقلیمی در تأمین مواد غذایی از این قاعده مستثنی نباشد (۱۸). با توجه به این که استفاده از سیستم‌های ذخیره نزولات آسمانی در کشور دارای پیشینه تاریخی بوده و ریشه در فرهنگ این مرزوبوم دارد می‌توان با بازنگری و بهینه‌سازی در سیستم‌های ذخیره نزولات آسمانی و افزایش ذخیره رطوبتی خاک و ارائه تلفیقی از روش‌های مختلف جهت کسب نتایج بهتر در احیاء و توسعه منابع طبیعی تجدیدشونده گام برداشت (۲۳ و ۹).

حدود ۹۰ درصد از اراضی کشور جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (مساعدی و محمد قبائی سوق). از خصوصیات بارز این مناطق کمبود شدید نزولات آسمانی و تبخیر و تعرق بالاست. سالانه حدود ۴۰۰ میلیارد مترمکعب به صورت بارش وارد حوزه‌های آبخیز کشور می‌شود که از این مقدار ۲۳۸ میلیارد مترمکعب به صورت تبخیر و تعرق و ۵۱ میلیارد مترمکعب به صورت رواناب سطحی از دسترس خارج می‌شود بنابراین فقط بخش اندکی از نزولات جوی مورد استفاده انسان قرار می‌گیرد (۶ و ۱). در مناطق خشک و نیمه‌خشک به علت وجود عوامل محدودکننده رشد، کمبود بارندگی و توزیع نامنظم آن، بالا بودن تبخیر و تعرق، طولانی بودن فصل خشک، زیاد بودن دامنه تغییرات دما در طول سال و شدت باد فقط با تکیه بر امکانات موجود، کشت دیم درختان و درختچه‌ها امکان‌پذیر نیست (۲۰ و ۲۱). بنابراین ابداع روش‌هایی که بتواند کارایی جمع‌آوری و ذخیره آب را در امر توسعه کشت

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

دیم این نوع گیاهان در اراضی شیبدار فراهم کند بسیار مفید خواهد بود (۱۹۳). استحصال آب مجموعه‌ای از روش‌های بهره‌برداری از آب باران در نزدیکی محل بارش است که به‌وسیله آن می‌توان آب موردنیاز هر مجموعه را بدون اتکالی به سیستم‌های آبرسانی از سطوح پوشش شده همان مجموعه و اطراف آن تأمین نمود در مناطق خشک بارندگی به‌اندازه‌ای نیست که گیاهان بتوانند نیازهای اصلی خود را برای تولید محصول مرتفع سازند. لذا استحصال آب روشی است که می‌تواند منجر به افزایش میزان آب قابل‌دسترس شده، اثرات نامطلوب خشکی و کمبود آب را کاهش داده و در نهایت منجر به حصول مزایای استفاده بهینه از رواناب در مصارف کشاورزی گردد (۱۰ و ۱۳ و ۱۹). بررسی ذخیره رطوبتی خاک و همچنین توزیع زمانی آن از نظر درصد رطوبت از مسائل بسیار مهم در استفاده از سامانه‌های مختلف سطوح آبرگیر باران می‌باشد میزان درصد رطوبت در اعماق مختلف خاک تابعی از میزان نفوذ آب در خاک، نوع گیاه، مشخصات آب و هوایی و عمق توسعه ریشه‌ها است. احداث باغ دیم در شرایط آب هوایی نیمه‌خشک بدون وجود منبع آب آبیاری و یا استفاده از سامانه‌های جمع‌آوری آب باران به دلیل پراکنش نامناسب بارندگی‌ها امکان‌پذیر نیست (۱۴). تحقیقات مختلفی برای تأمین رطوبت از طریق سطوح جمع‌آوری آب باران و افزایش ضریب رواناب به انجام رسیده است. از جمله قادری (۱۳۸۳) بهینه‌سازی سیستم‌های سطوح آبرگیر از طریق افزایش ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک در کردستان، صادق زاده (۱۳۸۱) بررسی روش‌های ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک و شعاعی (۱۳۸۲) طرح ملی سیستم‌های سطوح آبرگیر باران در حوزه‌های آبخیز کشور را به اجرا درآورده‌اند. از جمله عوامل مهمی که نقش قابل‌توجهی در افزایش نگهداری رطوبت خاک به عهده دارد می‌توان به استفاده از خاک‌پوش گیاهی و یا فیلترهای شنی اشاره نمود که موجبات نفوذ سریع رواناب را به اعماق خاک فراهم می‌نماید (۲ و ۳ و ۲۴). فرضیه اساسی در این طرح، امکان‌سنجی ذخیره‌سازی رطوبت با استفاده از تیمارهای مختلف در پروفیل خاک جهت استقرار توسعه باغات دامنه‌ای، از طریق به‌کارگیری سامانه‌های سطوح آبرگیر می‌باشد. بدین منظور تحقیقی در استان اصفهان در ایستگاه ملی سد زاینده‌رود انجام گرفت. در این تحقیق سعی شده تا با تجزیه و تحلیل نزولات آسمانی در سامانه‌های مختلف سطوح آبرگیر باران (سطح عایق، نیمه عایق یا غلتک زده‌شده و پوشش طبیعی) و استفاده از تیمارهای مختلف ذخیره رطوبتی در چاله‌های حفر نهال، به بررسی ذخیره رطوبتی خاک جهت هر چه بهتر افزایش ذخیره رطوبتی برای استقرار گیاهان مثمر اقدام نمود. هدف اصلی در این طرح بررسی تأثیر سطوح عایق، نیمه عایق و طبیعی در تغییرات رطوبت پروفیل خاک سامانه‌های سطوح آبرگیر و همچنین افزایش ذخیره رطوبتی خاک در ماه‌های کم باران در جهت توسعه باغات دامنه‌ای می‌باشد.

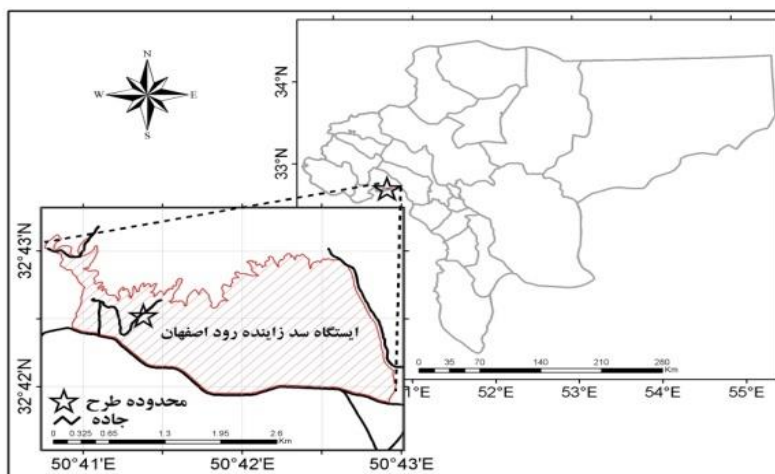
مواد و روش‌ها

ایستگاه ملی تحقیقات آبخیزداری زاینده‌رود در موقعیت ۳۲ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۴۶ دقیقه طول شرقی بر روی تپه‌های مشرف به دریاچه سد زاینده‌رود واقع شده است. ارتفاع متوسط ایستگاه از سطح دریا ۲۱۰۰ متر، بلندترین نقطه آن ۲۲۲۵ و پست‌ترین نقطه آن ۲۰۶۳ متر که تراز آب تاج سد است می‌باشد. وسعت ایستگاه تا خط تراز ۲۰۷۵ که حریم دریاچه است، ۳۵۰ هکتار می‌باشد. منطقه مورد مطالعه از دیدگاه زمین‌شناسی جزئی از قلمرو سندج - سیرجان است که دارای ویژگی‌های چینه‌شناسی و زمین‌ساختی خاصی هست. مساحتی در حدود دوسوم منطقه را سنگ‌های دگرگونی شامل شیست‌ها و مگماشیست‌ها تشکیل می‌دهد. از نظر مورفولوژی، منطقه مورد مطالعه را به‌طور کلی تپه‌ماهورهای کم ارتفاع تشکیل می‌دهد که از واحدهای سنگی و رسوبات رسی - ماری و سیلتی تشکیل شده است. عوامل مؤثر در تغییرات مورفولوژیک ایستگاه را به عوامل اقلیمی و تکتونیک نیز نسبت داد.

برای انجام این طرح، آزمایشی با طرح کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل با تیمارهای به شرح ذیل اجرا گردید. سامانه‌های سطوح آبرگیر در سه سطح شامل: سطح عایق (نایلون یو پی وی پوشیده شده)، نیمه عایق یا غلتک زده‌شده و پوشش طبیعی، تیمار چاله نهال در چهار سطح شامل: مخلوط کود حیوانی و خاک به نسبت ۲۵ درصد حجمی (تیمار چاله نهال اول)، تیمار مخلوط کود حیوانی و خاک به نسبت ۲۵ درصد حجمی به‌علاوه یک نایلون در قسمت پایین چاله کاشت نهال و به‌طرف شیب دره (تیمار چاله نهال دوم)، تیمار مخلوط کود حیوانی و خاک به نسبت ۲۵ درصد حجمی به‌علاوه یک نایلون در قسمت پایین چاله کاشت نهال و

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

حدود ۱۵ سانتی‌متر در ته چاله خار و خاشاک موجود در محل (تیمار چاله نهال سوم) و تیمار شاهد بدون هرگونه عملیات در محل چاله نهال و اندازه‌گیری رطوبت در دو عمق (۳۰ و ۵۰ سانتی‌متر) بود. کرت‌ها بدون فیلتر و با جهت شرقی احداث گردیده و در پایین هر سطح یک چاله نهال مربع شکل به ابعاد $1 \times 1 \times 1$ متر ایجاد و با سه تکرار طی سه سال اجرا گردید. کرت‌های آزمایشی در منطقه شرق ایستگاه قرار داشتند (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت ایستگاه ملی تحقیقات آبخیزداری زاینده‌رود و همچنین موقعیت کرت‌های آزمایشی

برای بررسی تغییرات رطوبتی در پروفیل خاک چاله نهال واقع در پایین دست سامانه‌های سطوح آبیگر، هر ۱۰ روز یکبار رطوبت حجمی از دو عمق ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متری با دستگاه TDR مدل $X16050$ اندازه‌گیری شد. به دلیل کاهش شدید رطوبت خاک طی ماه‌های تیر و مرداد، دو نوبت آبیاری تکمیلی به فاصله زمانی سی روز برای کلیه تیمارها به میزان ۵۰ لیتر به ازای هر چاله نهال اعمال گردید. داده‌برداری در زمانی که آبیاری تکمیلی داده شد به‌گونه‌ای انجام گرفت که بعد از بیست روز از زمان آبیاری داده‌های رطوبتی یادداشت‌برداری شد. دلیل تأخیر در زمان یادداشت‌برداری این بود که داده‌ها بتوانند همبستگی خوبی با داده‌های قبلی داشته باشند. در نهایت برای بررسی هر چه بهتر وضعیت رطوبتی پروفیل خاک چاله غرس نهال‌ها، سعی شد با توجه به بارندگی‌های روزانه و ماهانه ثبت‌شده در ایستگاه کلیماتولوژی ایستگاه ملی سد زاینده‌رود میانگین ماهانه ماه‌های مه تا اکتبر یا به‌نوعی بین اردیبهشت‌ماه تا مهر طی سه سال که به‌نوعی بیش‌ترین تأثیر را در مراحل رشد نهال داشته و نشان‌دهنده تیمارهای اعمال‌شده جهت ذخیره هر چه بهتر رطوبت پروفیل چاله نهال می‌باشد، بررسی گردد. طرح آماری استفاده‌شده در این تحقیق به‌صورت کاملاً تصادفی و در قالب آزمایش فاکتوریل با سه تکرار اجرا و داده‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از رطوبت حجمی در دو عمق ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متری، در سطوح مختلف سامانه‌ها و چهار تیمار مخلوط کود حیوانی و خاک به نسبت ۲۵ درصد حجمی (تیمار چاله نهال اول)، تیمار مخلوط کود حیوانی و خاک به نسبت ۲۵ درصد حجمی به‌علاوه یک نایلون در قسمت پایین چاله کاشت نهال و به‌طرف شیب دره (تیمار چاله نهال دوم)، تیمار مخلوط کود حیوانی و خاک به نسبت ۲۵ درصد حجمی به‌علاوه یک نایلون در قسمت پایین چاله کاشت نهال و حدود ۱۵ سانتی‌متر در ته چاله خار و خاشاک موجود در محل (تیمار چاله نهال سوم) و تیمار شاهد. نتایج بررسی در سه سال متوالی نشان داد در بین سامانه‌های سطوح آبیگر باران، تیمارهای چاله نهال‌ها، عمق (رطوبت در عمق ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متری)، سامانه‌ها در تیمارهای چاله

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نهال‌ها و عمق در تیمارهای چاله نهال‌ها (فقط در سال‌های اول و دوم) اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد و بین عمق در سامانه‌ها و عمق در تیمارهای چاله نهال‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس سطوح مختلف سامانه‌ها، تیمارهای چاله نهال‌ها و دو عمق بررسی رطوبت حجمی در چاله غرس نهال‌ها (طی ۳ سال متوالی)

میانگین مربعات			درجه آزادی	منابع تغییرات
میانگین مربعات	درصد حجمی رطوبت (طی ۳ سال متوالی)	درصد حجمی رطوبت (طی ۳ سال متوالی)		
۲۱/۸۳**	۱۲/۹۷**	۸/۹۹**	۲	سطوح مختلف سامانه‌ها
۱۹۷/۴۴**	۶۵/۱۲**	۵۸/۸۴**	۳	تیمارهای چاله نهال
۶/۰۳**	۱/۹۷**	۰/۸۱**	۶	سامانه‌ها*در تیمارهای چاله
۴۴/۶۱**	۳۶/۷۱**	۵۴/۰۱**	۱	عمق (رطوبت حجمی در دو
۰/۳۴ns	۰/۶۸*	۰/۰۱ns	۲	عمق*سامانه‌ها
۰/۱۸ns	۰/۰۶**	۰/۹۰**	۳	عمق*تیمارهای چاله نهال
۰/۳۱ns	۰/۰۸ns	۰/۰۸ns	۶	عمق*سامانه‌ها*تیمارهای چاله
			۴۸	خطا

جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سامانه‌های مختلف سطوح آبیگر باران (عایق، نیمه عایق یا غلتک زده شده و پوشش طبیعی) از نظر درصد رطوبت حجمی، سامانه عایق با ۱۷/۱۵،۰۲/۲۷ و ۱۵/۶۸ درصد حجمی بیش‌ترین درصد رطوبت حجمی را در سه سال متوالی نشان داده است (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های درصد رطوبت‌های حجمی بین سامانه‌های مختلف سطوح آبیگر باران (طی ۳ سال متوالی)

رطوبت حجمی (%)	رطوبت حجمی (%)	رطوبت حجمی (%)	سامانه‌های سطوح آبیگر باران
سال سوم	سال دوم	سال اول	
۱۵/۸۶ ^a	۱۷/۰۲ ^a	۱۵/۲۷ ^a	پوشش عایق
۱۵/۲۸ ^b	۱۶/۱۴ ^b	۱۴/۵۲ ^b	پوشش نیمه عایق
۱۴/۵۱ ^c	۱۵/۷۹ ^c	۱۴/۰۶ ^c	پوشش طبیعی

ناهمانندی میانگین‌های با حروف یکسان در هر ستون چشم‌گیر نیست.

جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تیمارهای چاله نهال تیمار مخلوط کود حیوانی و خاک به نسبت ۲۵ درصد حجمی به علاوه یک نایلون در قسمت پایین چاله کاشت نهال و حدود ۱۵ سانتی‌متر در ته چاله خار و خاشاک موجود در محل با ۱۷/۶۵ و ۱۸/۱۶،۷۱/۸۰ به ترتیب بیشترین درصد بیش‌ترین مقدار رطوبت را به خود اختصاص دادند. (جدول ۳).

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های درصد رطوبت‌های حجمی بین تیمارهای چاله نهال سامانه‌های مختلف سطوح آبیگر باران (دوره اول)

رطوبت حجمی(%)			تیمارهای خاکی
سال سوم	سال دوم	سال اول	
۱۴/۳۴ ^c	۱۵/۴۱ ^c	۱۳/۷۴ ^c	کود حیوانی و خاک به نسبت ۲۵ درصد حجمی
۱۵/۶۸ ^b	۱۷/۰۲ ^b	۱۵/۲۲ ^b	کود حیوانی و خاک به نسبت ۲۵ درصد حجمی + نایلون
۱۷/۶۵ ^a	۱۸/۷۱ ^a	۱۶/۸۳ ^a	کود حیوانی و خاک به نسبت ۲۵ درصد حجمی + نایلون + خار و خاشاک
۱۳/۱۹ ^d	۱۴/۳۷ ^d	۱۲/۶۷ ^d	تیمار شاهد

ناهمانندی میانگین‌های با حروف یکسان در هر ستون چشم‌گیر نیست.

جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین دو عمق (۳۰ و ۵۰ سانتیمتری) بررسی شده در دو طرف طوقه نهال‌ها، بیش‌ترین درصد رطوبت حجمی بررسی شده در طی این دوره به عمق ۵۰ سانتی متری و به مقدار ۱۵/۷۵، ۱۷/۳۷ و ۱۶/۰۰ درصد حجمی در سه سال متوالی به دست آمد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های درصد رطوبت‌های حجمی بین دو عمق ۳۰ و ۵۰ سانتیمتری در بین سامانه‌های مختلف سطوح

آبیگر باران

رطوبت حجمی(%)			عمق بررسی رطوبت
سال سوم	سال دوم	سال اول	
۱۴/۴۳ ^b	۱۵/۳۸ ^b	۱۳/۷۵ ^b	عمق ۳۰ سانتیمتری
۱۶/۰۰ ^a	۱۷/۳۷ ^a	۱۵/۴۸ ^a	عمق ۵۰ سانتی متری

ناهمانندی میانگین‌های با حروف یکسان در هر ستون چشم‌گیر نیست.

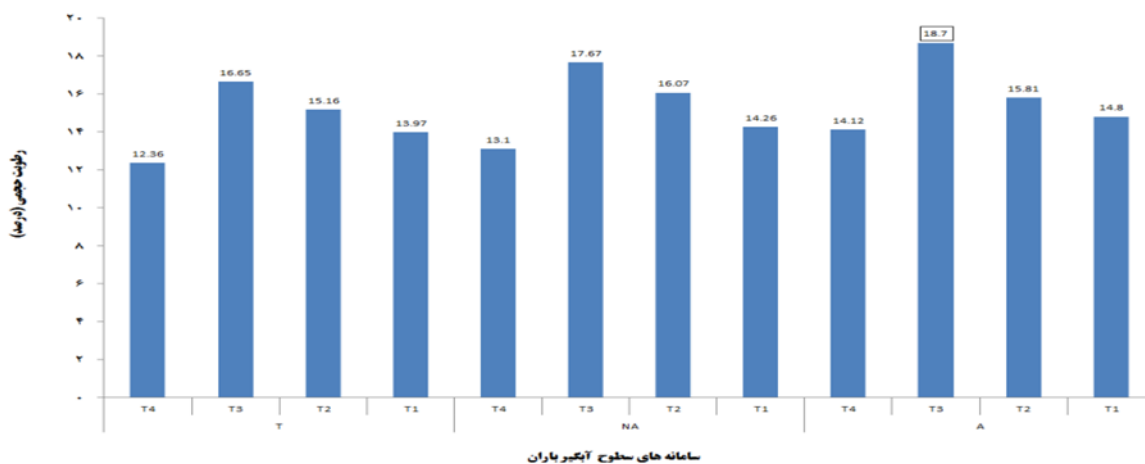
اثرات متقابل رطوبت حجمی خاک در سامانه تیمارهای چاله نهال، در سال اول نشان داد که بین سامانه‌های مختلف سطوح آبیگر باران، سامانه عایق و تیمار مخلوط کود حیوانی و خاک به نسبت ۲۵ درصد حجمی به علاوه یک نایلون در قسمت پایین چاله کاشت نهال و حدود ۱۵ سانتی‌متر در ته چاله خار و خاشاک موجود در محل (تیمار چاله نهال سوم) و بیشترین رطوبت حجمی را با مقدار ۱۷/۷۸ درصد دارا بوده است. (شکل ۲).

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۲- اثرات متقابل رطوبت حجمی خاک در سامانه مختلف سطوح آبیگر بارن و تیمارهای چاله نهال (سال اول)

در دوره سوم فقط بین سامانه‌ها و تیمارهای چاله نهال‌ها اثرات متقابل نشان داد که تیمار سامانه با پوشش عایق و تیمار چاله نهال سوم بیشترین مقدار رطوبت حجمی و به مقدار ۱۸/۷۰ درصد را به خود اختصاص داده است (شکل ۳).



شکل ۳- اثرات متقابل رطوبت حجمی خاک در سامانه مختلف سطوح آبیگر بارن و تیمارهای چاله نهال (سال سوم)

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش که در سه سال متوالی صورت پذیرفت و مشخص گردید بیشترین ذخیره رطوبتی بین سامانه‌های مختلف سطوح آبیگر بارن در سامانه با پوشش عایق و همچنین بیشترین ذخیره رطوبتی خاک در عمق ۵۰ سانتی‌متری و در تیمار چاله نهال مخلوط کود حیوانی و خاک به نسبت ۲۵ درصد حجمی به علاوه یک نایلون در قسمت پایین چاله نهال و حدود ۱۵ سانتی‌متر در ته چاله خار و خاشاک موجود در محل به دست آمد. نتایج تحقیقات شاهینی (۱۳۸۲)، قادری (۱۳۸۳)، روغنی (۱۳۸۴)، و نکویی مهر (۱۳۸۹) با تحقیق حاضر مطابقت دارد. استفاده از پوشش عایق و تیمار چاله نهال به نسبت ۲۵ درصد حجمی از کود حیوانی و نایلون و همچنین خار و خاشاک در محل چاله غرس نهال باعث افزایش رطوبت در عمق ۵۰ سانتی‌متری در طی سه بازه زمانی بررسی شده گردیده و در تأمین رطوبت مورد نیاز برای در محل ایستگاه ملی سد زاینده‌رود مؤثر بوده است.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

تشکر و قدردانی

این پروژه در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان و در بخش تحقیقات آبخیزداری انجام گرفت که بدین وسیله از کلیه همکارانی که ما را یاری نمودند کمال تقدیر و تشکر را دارم.

فهرست منابع

- ۱- رنجبر فردوئی، موسوی، سیدحجت، ویسی وحید، (۱۳۹۷). تحلیل پتانسیل تابشی خورشید در مناطق خشک و نیمه خشک ایران مرکزی با استفاده از داده های دورسنجی. فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی «سپهر»
- ۲- روغنی محمد، ۱۳۸۴. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بهینه سازی سیستم های سطوح آبیگر (منتشر نشده)، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری
- ۳- شاهینی غلام رضا، ۱۳۸۲. گزارش سالیانه طرح تحقیقاتی بهینه سازی سیستم های سطوح آبیگر از طریق افزایش ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک در استان گلستان،
- ۴- صادق زاده، محمد ابراهیم. ۱۳۸۱، گزارش سالیانه طرح تحقیقاتی بررسی روشهای ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری
- ۵- قادری، ن. ۱۳۸۳. گزارش سالیانه طرح تحقیقاتی بهینه سازی سامانه های سطوح آبیگر از طریق افزایش ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک در کردستان.
- ۶- مساعدی و محمد قبائی سوق، (۱۳۹۰)، November. اصلاح شاخص RDI با انتخاب مناسبترین تابع توزیع در مناطق خشک و نیمه خشک ایران. نخستین کنفرانس ملی هواشناسی و مدیریت آب کشاورزی.
- ۷- مصطفی زاده، بهروز. موسوی، فرهاد. شریف، محمد حسین. ۱۳۷۷، پیشروی جبهه رطوبتی از منبع نقطه ای در سطوح شیب دار، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی.
- ۸- نکویی مهر، ۱۳۸۹. بررسی و مقایسه تولید رواناب در تیمارهای مختلف مدیریتی در بستر سامانه های سطوح آبیگر باران، دومین همایش شناخت معضلات آبخیزداری و ارائه راه حل های مناسب در حوزه های آبخیز کارون و زاینده رود، شهرکرد.
- 9- Boers, T.M. and Ben-Asher, J., 1982. A review of rainwater harvesting. *Agricultural water management*, 5(2), pp.145-158.
- 10- Brook, K.N., (2003) "Hydrology and the management of watersheds", Wiley- Blackwell.
- 11- Fader, M., Gerten, D., Krause, M., Lucht, W. and Cramer, W., 2013. Spatial decoupling of agricultural production and consumption: quantifying dependences of countries on food imports due to domestic land and water constraints. *Environmental Research Letters*, 8(1), p.014046.
- 12- Faires, L.M.H., 1993. *Methods of analysis by the US Geological Survey National Water Quality Laboratory: determination of metals in water by inductively coupled plasma-mass spectrometry* (p. 28). US Department of the Interior, US Geological Survey.
- 13- Fernandes, L.F.S., Terêncio, D.P. and Pacheco, F.A., 2015. Rainwater harvesting systems for low demanding applications. *Science of The Total Environment*, 529, pp.91-100.
- 14- Grossiord, C., Sevanto, S., Adams, H.D., Collins, A.D., Dickman, L.T., McBranch, N., Michaletz, S.T., Stockton, E.A., Vigil, M. and McDowell, N.G., 2017. Precipitation, not air temperature, drives functional responses of trees in semi-arid ecosystems. *Journal of Ecology*, 105(1), pp.163-175.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

- 15- Hudson N. 1987" Soil and water conservation in semi- arid areas". FAO. Soil Resources. Management and Conservation Service.
- 16- Jie, L, Z. Bing, W. Yan- xia, S. Lei. (2008) Physical Simulation of urban rainfall infiltration. Journal of china univer sity of mininy & technology, 2q3- 2q5 P.
- 17- Oweis ,T.et al., 2001.Water harvesting,Indigenous Knowledge for the Future of the Drier Environments. ICARDA.
- 18- Raziei, T., Arasteh, P.D. and Saghafian, B., 2005, May. Annual rainfall trend in arid and semi-arid regions of Iran. In *ICID 21st European Regional Conference* (pp. 15-19).
- 19- Rockström, J. and Falkenmark, M., 2015. Agriculture: increase water harvesting in Africa. *Nature News*, 519(7543), p.283.
- 20- Roshan, G., Yousefi, R. and Fitchett, J.M., 2016. Long-term trends in tourism climate index scores for 40 stations across Iran: the role of climate change and influence on tourism sustainability. *International journal of biometeorology*, 60(1), pp.33-52.
- 21- Shaxson. F. & R. Barber., 2003."Optimizing Soil Moisture for Plant Production" FAO,
- 22- Shin. M.H. Won, C.H, Jang, JR. Choi. Y. H. Shin, Y.C. Lim, K.J. and choi, JD. 2013. Effect of surface corer on the reduction of runoff and agricalfural NPS Pollution from upland field Paddy water Environment, 11: 4q 3- 501

Investigation of impact of semi-isolated and natural surfaces in moisture variations of optimized micro catchment

Parsadoust*¹, F., Shirani², K

¹Parsadoust. F. Scientific member of Soil Conservation and Watershed Management, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.

²Kourosh Shirani, Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources, Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.

Abstract

Production is currently in critical condition due to unproductive exploitation and lack of appropriate management of renewable resources. Lack of moisture stored in the soil naturally, an important factor in the aggravation of problems in there. The aims of this project is the investigate of performance levels of insulation, semi-insulating, and natural rang land to expansion of water supply around the seedlings dry almond in Isfahan province. To do this, we are selected 36 plots(the dimensions of 7 x 4 meters), with three treatments covered insulation, semi-insulating, and natural coverage with three replications on the 18% gradient slopes. There was attempted at the bottom of each plot create a profile with dimensions of 1 x 1 x 1 for optimizing the planting hole to increase the water content. The materials such as manure and plant residues and plastic were used to increase water infiltration and retention of soil moisture. Then planting of almond and was recorded vegetative growth data in the system and soil moisture at the same time. Finally the moisture of pit seedlings was measured at specific time periods and was analyzed. Statistical analyzes showed that the treatments employed, adding 25% of the volume of soil with manure pits, as well as straw and nylon insulated with moisture in the depth of 50 Cm and more important role in the increasing the moisture content of the profiles. The research can be used in many arid and semi-arid areas, with the use of water harvesting systems; soil treatment needed supplemental irrigation water.

Key word: Water harvesting system, Soil moisture, Dry land garden

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

بررسی اثرات درازمدت لجن فاضلاب شهری بر خاک و گیاه گندم در شرایط کشت مزرعه

حمیدرضا رحمانی^{۱*}

^{۱*} استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران. rahmani.hrhr@gmail.com

چکیده

جهت بررسی اثرات مقایسه ای حاصله از کاربرد لجن فاضلاب شهری در اراضی تحت کاربرد لجن و اراضی شاهد، تعداد ۴ منطقه از دشت برخوار انتخاب و در هر منطقه، ۲ مزرعه که از نظر استفاده یا عدم استفاده از لجن فاضلاب متفاوت بودند مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد درصد کربن و نیتروژن و مقادیر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در تیمار با لجن فاضلاب در مقایسه با مزارع بدون آن بسیار بالاتر بود که بیانگر تاثیر استفاده از لجن فاضلاب در افزایش مقادیر آن ها در خاک دارد. همچنین لجن فاضلاب در افزایش غلظت قابل جذب عناصر روی، مس، نیکل و آهن و غلظت کل عناصر سنگین کادمیم، آهن، کبالت، کروم و روی در اراضی نقش داشته است. همچنین میانگین غلظت عناصر سنگین در گیاه گندم در اراضی با لجن نسبت به اراضی بدون لجن بالاتر بود اما معنی دار نبود. غلظت عناصر کبالت و کادمیم در گیاه گندم مورد بررسی هم در تیمار لجن و هم در تیمار بدون لجن و عنصر سرب فقط در گیاه گندم تحت تیمار لجن از حدود مجاز فراتر بوده اند. بنابراین می توان گفت تنها عنصر سرب در گیاه گندم مورد بررسی، حاصل اثر استفاده از لجن فاضلاب بوده است.

واژگان کلیدی: لجن فاضلاب، آلودگی، عناصر سنگین و حدود مجاز.

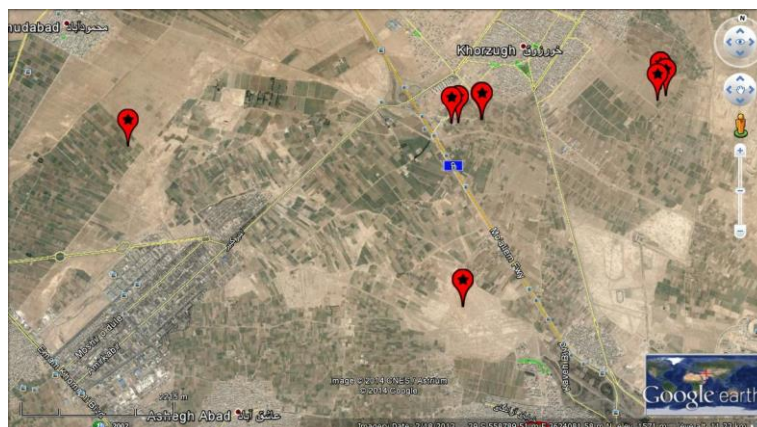
مقدمه

تجمع بیش از حد عناصر سنگین در خاکهای مزارع که در زمره منابع آلوده کننده غیرنقطه‌ای قرار دارند، نه تنها منجر به آلودگی محیط زیست می‌شود؛ بلکه افزایش جذب عناصر سنگین توسط محصولات را به دنبال داشته؛ در نتیجه امنیت غذایی و سلامت انسان تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Gergen and Harmanescu, 2012). عناصر سنگین در نتیجه فعالیت‌ها و دستکاری‌های انسان در محیط زیست وارد می‌شوند (Ravankhah et al., 2016).

لجن فاضلاب، مواد جامدی است که در روش‌های مختلف تصفیه به‌منظور حذف آلاینده‌های معلق و محلول از فاضلاب از طریق جداسازی مواد جامد از مایع، ترسیب شیمیایی و یا فعالیت‌های بیولوژیکی در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به دست می‌آید و در حقیقت نوعی محصول فرعی مهم در فرآیند تصفیه است (Metcalf and Eddy, 2003). هدف از تصفیه لجن، تبدیل لجن خام حجیم و بد بو به مواد خنثی و بدون بو که بتواند به آسانی آب خود را از دست بدهد، می‌باشد (Bina et al., 2004). روش‌هایی که برای تصفیه لجن به کار می‌روند، به اندازه، نوع و موقعیت تصفیه‌خانه، عملیات واحدهای موجود در آن، خصوصیات و مقدار جامدات و بالاخره به طریقه دفع نهایی لجن بستگی دارد (Maghol, 1995).

دفع لجن فاضلاب یکی از مشکلات زیست‌محیطی است که جوامع امروزی با آن مواجه‌اند. از طرفی این ماده سرشار از مواد مغذی مورد نیاز گیاهان مثل نیتروژن و فسفر بوده، می‌تواند اثرات مثبتی بر عملکرد گیاهان، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته باشد (Evanylo, 1999 and Kilbride, 2006). بنابراین پیشنهاد استفاده از لجن فاضلاب در زمین‌های کشاورزی پیشنهاد خوبی به نظر می‌رسد، چرا که از یک‌طرف مشکل دفع این ماده برطرف شده و از طرف دیگر این ماده به‌عنوان یک کود آلی ارزشمند مورد استفاده قرار گرفته است (Stehouwer, 2003)؛ اما لجن فاضلاب دارای باکتری‌ها، ویروس‌ها و سایر میکروارگانیسم‌های مولد بیماری و یا فلزات سنگین و ترکیبات آلی سمی نیز می‌باشد که می‌تواند استفاده از آن سبب آلودگی محصولات کشاورزی و تهدید سلامت انسان و حیوان شود (Bolan and Duraisamy, 2003). بررسی حاضر به اثرات استفاده از لجن فاضلاب بر خاک و گیاه ذرت در کوتاه‌مدت در قالب کشت گلخانه‌ای پرداخته است.

در یک بررسی فلزات سنگین در خاک تحت تیمار لجن فاضلاب آبشویی شده و انتقال یافتند. بطوریکه در تیمار ۱۰۰ تن لجن در هکتار، میانگین غلظت کادمیم بیش از ۱۲ برابر شاهد، میانگین غلظت روی ۳۴/۵ برابر شاهد، میانگین غلظت سرب ۳/۷ برابر شاهد و میانگین غلظت مس قابل جذب ۴۲/۳ برابر شاهد بود (یگانه و همکاران، ۱۳۸۵).



شکل ۱- نقشه موقعیت مناطق مورد بررسی در تحقیق

برای بررسی اثرات مقایسه ای حاصله از کاربرد لجن فاضلاب شهری در اراضی تحت کاربرد لجن و اراضی شاهد (اثر دراز مدت)، تعداد ۴ منطقه از دشت برخوار و اراضی مجاور تصفیه خانه های شمال اصفهان و شاهین شهر انتخاب شد. در هر منطقه ۲ مزرعه که از جهت مدیریت زراعی، محصول و خاک شبیه به هم بودند به نحوی که در یکی سابقه کاربرد لجن فاضلاب برای چندین سال وجود داشت اما در دیگری لجن فاضلاب استفاده نشده بود، بررسی شدند. نمونه گیری خاک و گیاه گندم در هر مزرعه در زمان برداشت محصول انجام شد. نمونه گیری خاک از دو عمق ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتیمتر و از هر مزرعه با سه تکرار و نمونه گیری محصول از هر مزرعه در سه تکرار از اندام های برداشتی شامل ریشه، اندام هوایی و خوشه گندم صورت گرفت. تجزیه های لازم بر نمونه ها انجام و داده ها در مزارع با کاربرد لجن و بدون کاربرد لجن مقایسه گردیدند.

نوع تجزیه هایی که بر نمونه ها انجام گرفت به شرح زیر بود: در نمونه های خاک شامل pH، هدایت الکتریکی، بافت خاک، درصد کلسیم، کربن کل، درصد مواد آلی، ازت کل، ازت آمونیمی، ازت نیتراتی، فسفر کل، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم و غلظت عناصر سنگین روی، نیکل، سرب، مس، کروم، کادمیم، منگنز، کبالت، آرسنیک و آهن و در گیاه کل نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم و غلظت عناصر سنگین روی، نیکل، سرب، مس، کروم، کادمیم، منگنز، کبالت، آرسنیک و آهن بود.

نتایج حاصله با حدود مجاز یا استاندارد EPA 503 و در مواردی سایر استانداردهای معتبر مقایسه گردید و تجزیه و تحلیل آماری داده ها نیز با نرم افزارهای SPSS 17 و آزمون t در سطح ۵ درصد مقایسه شد و آزمون دانکن برای مقایسه میانگین ها انجام گرفت و جمع بندی نتایج صورت گرفته و نتیجه گیری کلی حاصل آمد.

نتایج و بحث

در جداول ۱ و ۲ برخی خصوصیات خاک و لجن فاضلاب مورد استفاده آمده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات لجن فاضلاب مورد استفاده

خصوصیات لجن	pH	درصد جامدات کل	درصد مواد آلی	درصد رطوبت
مورد استفاده	۶/۶۶	۶۲/۶۲	۳۷/۰۵	۳۷/۳۸
نیتروژن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)	کلسیم (%)	منیزیم (%)
۲/۳۴	۱/۴۰	۰/۶۵	۱/۷۲	۰/۲۶

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۲- مقایسه میانگین و همبستگی برخی خصوصیات شیمیایی در خاک های مورد بررسی در تیمار با لجن نسبت به تیمار بدون لجن

عنصر	تعداد نمونه	اختلاف میانگین	انحراف معیار	میانگین خطای استاندارد	همبستگی
Ec	۳۵	-/۵۰۰۸۶ n.s	۲/۹۵۳۲۵	/۴۹۹۱۹	/۱۱۴ n.s
pH	۳۵	/۲۰۰۰۰ n.s	۱/۳۱۵۹۷	/۲۲۲۴۴	-/۰۵۹ n.s
C	۳۵	/۰۷۸۸۶**	/۱۵۵۶۹	/۰۲۶۳۲	/۸۰۷**
N	۲۹	/۲۳۵۴۱**	/۳۱۶۶۳	/۰۵۸۸۰	/۶۸۱**
K	۳۵	۹۵/۲۴۸۵۷ n.s	۹۳۵/۲۰۳۱۵	۱۵۸/۰۷۸۱۸	/۴۷۲**
Na	۳۵	-۵۹/۹۴۲۸۶ n.s	۷۴۲/۷۷۴۹۱	۱۲۵/۵۵۱۸۸	/۳۸۸*
Mg	۳۵	۴۹۵/۰۰۰۰۰ n.s	۱۸۱۵/۶۹۷۴۸	۳۰۶/۹۰۸۸۹	/۶۳۶**
Ca	۳۵	۱۴۱۵/۰۰۰ n.s	۲۱۴۰۴/۲۴۴۰۱	۳۶۱۷/۹۷۷۵۸	/۵۷۲**

n.s اختلاف میانگین ها از نظر آماری معنی دار نیست

* اختلاف میانگین ها در سطح ۵ درصد از نظر آماری معنی دار است.

** اختلاف میانگین ها در سطح یک درصد از نظر آماری معنی دار است.

الف) خاک

۱) اثر بر خصوصیات خاک

اثر استفاده از لجن فاضلاب بر خاک در دراز مدت برای هدایت الکتریکی (شوری) چه از نظر مقدار و چه با عمق در اراضی با لجن و بدون لجن نامشخص بود، اما برای درصد کربن و درصد ازت مقایسه میانگین ها معنی دار و مقادیر آنها در تیمار بالجن بسیار بالاتر بود همچنین مقادیر آنها با عمق نیز کاهش نشان داد که بیانگر تاثیر استفاده از لجن در افزایش مقادیر کربن و نیتروژن خاک است. میزان سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم هم در اراضی با لجن بالاتر نشان داد اما با عمق خاک مقادیر پتاسیم و کلسیم افزایش و مقادیر منیزیم و سدیم کاهش یافتند. لذا تاثیر استفاده از لجن بر افزایش غلظت این عناصر در خاک بویژه منیزیم و سدیم در درازمدت است.

۲) اثر بر غلظت قابل جذب عناصر سنگین خاک

- استفاده از لجن فاضلاب بر خاک در دراز مدت در اراضی با لجن و بدون لجن نشان داد که لجن فاضلاب بر افزایش غلظت قابل جذب عناصر روی، مس، نیکل و آهن در خاک موثر بوده است.

۳) اثر بر غلظت کل عناصر سنگین خاک

- مقایسه غلظت کل عناصر سنگین در خاک در اراضی با لجن و اراضی بدون لجن با حدود مجاز نشان داد در مجموع میانگین غلظت کل بیشتر عناصر سنگین از جمله کادمیم، آهن، کبالت، کروم و روی در اراضی با لجن بالاتر از اراضی بدون لجن بوده که ناشی از استفاده از لجن فاضلاب در درازمدت می باشد.

ب) گیاه

۱- عناصر سنگین در گیاه

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

-در بررسی میانگین غلظت عناصر سنگین در گیاه گندم در اراضی با لجن نسبت به اراضی بدون لجن مشخص گردید: مقایسه غلظت عناصر سنگین در گندم در اراضی با لجن نسبت به اراضی بدون لجن دارای اختلاف معنی دار نبود اما در بیشتر موارد غلظت عناصر سنگین در گیاه گندم در اراضی با لجن بالاتر بوده است.

- در مجموع در بررسی غلظت عناصر سنگین در گیاهان مورد بررسی با حدود مجاز مشخص شد غلظت عناصر کبالت و کادمیم در گیاهان مورد بررسی هم در تیمار لجن و هم در تیمار بدون لجن و عنصر سرب فقط در گیاهان تحت تیمار لجن از حدود مجاز فراتر بوده اند. بنابراین میتوان گفت تنها عنصر سرب فراتر از حد مجاز در گیاهان مورد بررسی حاصل اثر استفاده از لجن فاضلاب بوده است.

۲- سایر عناصر در گیاه

-در مجموع از بین عناصر کلسیم، منیزیم، پتاسیم، فسفر و نیتروژن در اندام های گیاهی گندم، تنها عنصر کلسیم در اندام های خوشه گندم- ریشه گندم و ریشه گندم- ساقه گندم و در اندام های ساقه گندم- خوشه گندم عناصر منیزیم و پتاسیم دارای اختلاف میانگین معنی دار بوده اند.

-در مجموع در اندام های خوشه گندم- ریشه گندم عناصر مس، روی و آهن، در اندام های خوشه گندم- ساقه گندم عناصر روی، منگنز، کروم و کبالت و در اندام های ریشه گندم- ساقه گندم عناصر مس، روی، منگنز، آهن و کبالت دارای اختلاف میانگین معنی دار بوده اند.

نتیجه گیری

۱-درصد کربن و نیتروژن و مقادیر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در تیمار با لجن فاضلاب در مقایسه با مزارع بدون آن بسیار بالاتر بود که بیانگر تاثیر استفاده از لجن فاضلاب در افزایش مقادیر آن ها در خاک دارد.

۲- لجن فاضلاب در افزایش غلظت قابل جذب عناصر روی، مس، نیکل و آهن و غلظت کل عناصر سنگین کادمیم، آهن، کبالت، کروم و روی در اراضی نقش داشته است.

۳- میانگین غلظت عناصر سنگین در گیاه گندم در اراضی با لجن نسبت به اراضی بدون لجن بالاتر بوده اما معنی دار نبوده است. غلظت عناصر کبالت و کادمیم در گیاه گندم مورد بررسی هم در تیمار لجن و هم در تیمار بدون لجن و عنصر سرب فقط در گیاه گندم تحت تیمار لجن از حدود مجاز فراتر بوده اند. بنابراین می توان گفت تنها عنصر سرب در گیاه گندم مورد بررسی، حاصل اثر استفاده از لجن فاضلاب بوده است.

پیشنهادات

۱- پیشنهاد می شود که بازنگری اساسی در فرآیندهای تصفیه و دفع لجن برای بهتر شدن کیفیت لجن تصفیه خانه های فاضلاب شاهین شهر و شمال اصفهان انجام شود که به عنوان نمونه می توان به افزایش زمان ماند لجن در بسترهای خشک کن یا محل های دپو و رعایت محدودیت های استفاده از کود در محصولاتی که مستقیماً در تماس با کود هستند از خطرات احتمالی، تا حد مناسبی جلوگیری کرد.

۲- لازم است در منطقه مورد مصرف لجن موارد زیر مورد توجه قرار گیرد:

-بررسی چاه های آب منطقه مورد کاربرد لجن فاضلاب از نظر میکروبی و عناصر سنگین و نیترات انجام شود.

-در بررسی ها ۹ عنصر سنگین مورد نظر استاندارد EPA 503 از جمله مولیبدن و سلنیم که توسط گیاه و حیوان توانایی جذب بالا دارند و همچنین جیوه منظور شوند.

-نرخ مصرف لجن در هر منطقه مشخص شود.

-تثبیت (بیوشیمیایی-شیمیایی- فیزیکی) و گندزدایی بیوسالید جهت کاربرد در کشاورزی صورت پذیرد.

-برای گیاهان در تماس با لجن لازم است یا ۲ سال قبل از کاربرد، بیوسالید در کنار مزرعه ذخیره و هوادهی شود بعد استفاده شود یا اینکه با کاربرد آن در مزرعه باید ۳ سال زمین آیش رها شده سپس کشت گردد(بیوسالید مقدماتی).

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

-چرای دام در مزرعه با کاربرد بیوسالید A و B بعد از ۳۰ روز تا ۱۸ ماه انجام شود.

فهرست منابع

- ۱- یگانه، م. م. افیونی و ی. رضائی نژاد، (۱۳۸۵)، اثرات باقیمانده و تجمعی لجن فاضلاب بر حرکت کادمیم، روی، سرب، و مس در خاک، مجموعه مقالات همایش خاک، محیط زیست و توسعه پایدار، دانشگاه تهران.
- 2- Bina B, Movahedian Atar H, Amin AA., (2004), Investigation on the quality of dried activated sludge in Isfahan WWTPS. *Journal of Water and Wastewater*; 49: 34-43.
- 3- Bolan, N.S. and V.P. Duraisamy. (2003). Role of inorganic and organic soil amendments on immobilization and phytoavailability of heavy metals: A review involving specific case studies. *Aust. J. Soil Res.* 41:533-55.
- 4-Evanylo GK., (1999), Agricultural land application of bio-solids in Virginia: risks and concerns, department of crop and soil environmental sciences. Virginia Tech, Virginia Cooperative Extension Publication; P. 304- 452.
- 5-Gergen, I. & Harmanescu, M.(2012). Application of principal component analysis in the pollution assessment with heavy metals of vegetable food chain in the old mining areas. *Chemistry Central Journal.* 6: 1-13.
- 6- Kilbride C., (2006), Application of sewage sludge and composts, Note 6 BPG (Best Practice Guidance for land regeneration), forest research (the research agency of forestry commission), The Land Regeneration and Urban Greening Research Group, HTTP:// www.forestresearch.gov.uk.
- 7-Maghol N., (1995), The Issues of anaerobic digestion in Isfahan WWTP. PhD. Environmental Science, Azad University; p. 160.
- 8-Metcalf and eddy,(2003), *Wastewater Engineering; Treatment, Disposal, Reuse*, 3rd ed. McGraw-Hill Book Co., NewYork.
- 9-Ravankhah, N., Mirzaei, R. & Masoum, S.(2016). Spatial eco-risk assessment of heavy metals in the surface soils of industrial city of Aran-o-Bidgol, Iran. *Bull Environmental Contamination Toxicology.* 96: 516–523.
- 10- Stehouwer RC.,(2003), Land application of sewage sludge in Pennsylvania: Effects of bio-solids on soil and crop quality. Environmental Soil Issues, Pen State College of Agricultural Sciences, University Park, PA.
- 11-U.S.EPA.,(1977),Process design manual for land treatment of municipal wastewater. adopted from www.epa.gov.
- 12- U.S. EPA., (1979), Process design manual for sludge treatment and disposal, EPA- 625/ 1- 79- Oll. adopted from www.epa.gov.
- 13-U.S.EPA, (1983),Process design manualfor land application of municipalsludge. EPA-625/1- 83- 0/6.adoptedfrom www.epa.gov.
- 14-U.S.EPA,(1992),Environmental regulations and technology; control of pathogens and vectors in sewage sludge EPA625/R-92/013.adopted from www.epa.gov.

Investigation of long-term effects of municipal sewage sludge on soil and wheat plant under field cultivation conditions

Hamid Reza Rahmani¹

¹Assistant Professor, Department of Soil and Water, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Center, Isfahan, Iran. *Corresponding author: Tel: +989133009446. Email: rahmani.hrhr@gmail.com

Abstract

To achieve the research objectives the following project was implemented. A) Effects of land application of sewage sludge where compared with control (without sewage sludge application history): To investigate the effects of sewage sludge on soil and plant, four area in the Borkhar plains selected and each area two fields with similar crop management, and rotation with and without sludge application history were selected. The results showed that mean values of carbon and nitrogen percentage in soil treatment by sludge were higher in soil surface compare to control and Sodium, potassium, calcium and magnesium are higher in land application of sludge

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

compare the control. The results indicate accumulation these elements in soil by long term by sludge application. Long-term of application of sewage sludge on agricultural lands showed that it was effective for uptake of zinc, copper, nickel and iron in the soil. The mean concentrations of heavy metals including, Cadmium, iron, cobalt, chromium and zinc in the soil treatment with sludge were above compare to control in the long term. The average concentration of heavy metals in wheat on the land application of sludge to control was higher but was not significant. In summary, the concentrations of heavy metals in plant compare to permissible level shows that cobalt and cadmium concentrations in all of the plants (soil sludge treatment and control) were higher than permissible limits but, lead concentration in soil sludge treatment was higher than control. It can be concluded that only lead concentration in the plants resulting from the use of sewage sludge application is higher than permissible level.

Keywords: Sewage sludge, pollution, heavy metals, permissible limits.

بررسی و مطالعه لغزش زمین (رانس زمین) در منطقه چایکاری روستای بازنشین رحیم آباد در استان گیلان و ارائه مناسبترین راه‌های تثبیت آن.

نویسنده اول^۱، حمید غلامی فخری

نویسنده دوم^۲، پدram غلامی فخری

۱- عنوان و آدرس کوتاه نویسنده مسئول: محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان.

۲- پست الکترونیکی hamid.gholami45@yahoo.com

۳- عنوان و آدرس کوتاه سایر نویسندگان: دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی منطقه ای دانشگاه گیلان

چکیده

رانس زمین و ناپایداری شیبها در مناطق شرق گیلان بویژه در حوضه آبخیز بزرگ پلرود شهرستان رودسر بدلیل تبدیل جنگلها به باغات چای و مرکبات به فراوانی رخ داده و بعنوان یکی از پدیده های مخرب در طبیعت منطقه جان و مال انسانها را به مخاطره می اندازد، که یکی از بارزترین این لغزشها، لغزشی است که در روستای بازنشین علیا در منطقه رحیم آباد از توابع شهرستان رودسر در منطقه ای کوهپایه ای و پرشیب به وسعت حدود ۱۰ هکتار از باغات چای و مرکبات به سمت پایین شیب دامنه حرکت نموده و بصورت رانس خسارات مالی زیادی را بر جای گذاشته است. در این تحقیق سعی گردید با شناسایی نوع زمین لغزش رخ داده در منطقه و همچنین مکانیزم و عوامل مؤثر بر آن شرایط لازم جهت کنترل و تثبیت آن مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. هدف عمده از اجرای این طرح شناسایی عوامل ناپایداری شیبهای طبیعی در منطقه، شناسایی نوع لغزش با توجه به عوامل کنترل کننده و مکانیزم لغزش، ارائه روشهای بهینه کنترل و تثبیت دامنه های ناپایدار (روش الگویی)، و بررسی پارامترهای مقاومت برشی و تنش برشی در محل لغزش بوده است. روش کار تحقیق نیز بصورت جمع آوری اطلاعات پایه و اولیه از وضعیت اقلیمی، وضعیت زمین شناسی، توپوگرافی و فیزیوگرافی، خاکشناسی منطقه رانس و همچنین تهیه نقشه های پروفیل طولی و عرضی مقاطع رانسی، شناسایی علل بروز لغزش از طریق مشاهدات صحرائی و پرسشگری از اهالی و ساکنین منطقه، بررسی پیشینه کاربری و نوع پوشش گیاهی و سایر فعالیتهایی که از گذشته تا به امروز در محل طرح لغزش صورت گرفته مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. در اجرای این تحقیق با حفر چاهک های نمونه برداری و اندازه گیری پارامترهای مقاومت برشی و تنش برشی (آزمایشات فیزیکی و مکانیکی خاک)، بررسی مقادیر حدّ روانی و حدّ خمیرایی، میزان آب توده و آزمایشات تحکیم سه محوری، ضریب اطمینان پایداری یا ناپایداری توده لغزش یافته مشخص گردید و براساس آنها تجزیه و تحلیل نهایی و راه‌های کاربردی ارائه گردید. عواملی چون ریزشهای جوی فراوان، هوازدگی و انحلال سیمان بین ذرات، عدم زهکش آبهای سطحی و فاضلابهای خانگی، افزایش بارگذاری با تغییر کاربری اراضی و شیب زیاد توده از عوامل بسیار مؤثر در بروز رانس منطقه باز نشین شناخته شده اند.

واژگان کلیدی: ناپایداری شیبها، رانس زمین، کنترل و تثبیت زمین لغزشها، منطقه رحیم آباد گیلان.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

مقدمه

ویژگیهای خاص اقلیمی، زمین شناسی و ژئومورفولوژیکی استان گیلان (بویژه نزولات جوی بسیار زیاد و موقعیت کوهستانی و شیب زیاد کوهپایه ها و فاصله بسیار اندک کوه تا جلگه و دریای خزر) دست به دست یکدیگر داده و بخشهای وسیعی از این استان سرسبز را مستعد حرکات توده ای و رانش نموده است. در دامنه های کوهستانی این استان آثار انواع حرکات توده ای قدیم و جدید در کنار روستاها و راههای جنگلی و روستایی مشاهده می گردند که بعضاً خسارات مالی و جانی قابل توجهی را نیز بار آورده اند. نکته ای که بسیار قابل توجه می باشد این است که استان گیلان علیرغم داشتن جنگلهای فراوان انبوه تا نیمه انبوه و مراتع بسیار خوب متأسفانه بدلیل کاربری غلط اراضی و تبدیل و تخریب جنگلها و مراتع، بهره برداری نامناسب و غیراصولی آنها، احداث جاده های غیراصولی و غیرفنی در مناطق کوهپایه ای و عدم رعایت ساخت و سازها و بارگذاری شدید و سنگین بر روی دامنه های ناپایدار و بهره برداری معادن در پای دامنه ها (عدم اصلاح دامنه های بهره برداری شده) بشدت متأثر از حرکات توده ای بویژه لغزش و رانش می باشد. مناطق شرق گیلان و همچنین مناطق غربی استان بیش از سایر نقاط، مستعد به حرکات توده ای بوده و نمونه های بسیار زیادی از حرکات توده ای را می توان بوضوح در این مناطق مشاهده نمود که یکی از بارزترین نمونه لغزش زمین در منطقه شرق گیلان، منطقه رحیم آباد رودسر و در محل روستای بازنشین می باشد که بعنوان یک سایت تحقیقاتی مورد توجه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان (بخش تحقیقات آبخیزداری) قرار گرفته است. در این لغزش نیز مانند سایر لغزشهای استان خسارات زیادی به باغات مرکبات و چای، واحدهای مسکونی و ابنیه، جاده و راه ارتباطی داخل مزرعه و باغ وارد آمده است. عوامل موثر در بروز این پدیده مخرب در منطقه بازنشین شامل عوامل طبیعی مانند: بارندگیهای شدید و ذوب برفها و تغییر سطح آبهای زیرزمینی و حرکات تکتونیکی بوده و عوامل انسانی تشدید کننده آن شامل: اثر فعالیتهای و دخالتهای غیراصولی و بی رویه انسان (از جمله تخریب و تبدیل جنگلها به باغات چای و مرکبات و عدم کنترل هرز آنها و آبهای سطحی و فاضلابهای خانگی و بارگذاری زیاد و...) بر طبیعت می باشد که به لحاظ اهمیت خسارات مالی فراوانی که به روستای بازنشین وارد آمده و همچنین فراوانی تکرار چنین رخدادهایی در سطح استان گیلان با توجه به روند اجرایی برنامه های توسعه اقتصادی اجتماعی و پروژه های عمرانی از قبیل توسعه مناطق مسکونی و صنعتی و ... پروژه های کشاورزی و منابع طبیعی در استان و همچنین با توجه به تمرکز خانوارهای روستایی و زمینهای زراعی در کوهپایه هاواراضی دامنه ای، ضرورت مطالعه پایداری چنین دامنه هایی را از لحاظ گسیختگی ملزم می سازند تا از هدر رفت هزینه های ناشی از تخریب و ویرانی پروژه ها و طرح های عمرانی در مناطقی که با مشکل رانش و لغزش روبرو می باشند، جلوگیری گردد. در این تحقیق روشهای موثر و کاربردی جهت مقابله و حل معضل رانش زمین بویژه در مناطقی از استان که در اثر کاربری غلط از اراضی بشدت تحت خطر می باشند ارائه شده است.

مواد و روشها

الف - بررسیهای اولیه: بررسیهای اولیه از منطقه لغزش بازنشین شامل جمع آوری اطلاعاتی از ویژگیهای طبیعی منطقه، اطلاعات هواشناسی موجود، بررسی توپوگرافی منطقه (شناسایی شکل عمومی توپوگرافی سایت لغزشی)، ارزیابی اولیه ساختار زمین شناسی منطقه لغزشی از روی نقشه زمین شناسی منطقه و اطلاعاتی از وضعیت پوشش گیاهی و نوع کاربری اراضی منطقه طرح و تهیه نقشه توپوگرافی محدوده لغزش.

ب - بررسی و مطالعات صحرائی: شامل شناسایی نوع لغزش و تعیین جهت حرکت عمومی آن، مطالعه و ارزیابی زمین شناسی و ساختارهای زمین ساختی از منطقه طرح، بررسی علل رانش زمین در منطقه و تعیین عوامل بسیار موثر و مهم در بروز رانش بازنشین، بررسی آب زیر زمینی و حفر گمانه های نمونه برداری و آزمایشات تحکیم و پایداری از سطح لغزش.

مشخصه های منطقه لغزشی روستای بازنشین رحیم آباد: در این تحقیق که بعنوان اولین طرح تحقیقاتی زمین لغزش در استان گیلان به اجرا در آمده است یکی از بارزترین رانش زمین در روستای بازنشین علیا رحیم آباد از توابع شهرستان رودسر بعنوان سایت تحقیقاتی انتخاب گردید. روستای بازنشین در طول جغرافیایی^{۲۴} و^{۱۹} و عرض جغرافیایی^{۲۹} و^۱ و^{۳۷} واقع

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

شده و از نظر ارتفاعی در ارتفاعی حدود ۱۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد که جزء توابع رحیم آباد شهرستان رودسر می باشد. منطقه لغزشی بازنشین به لحاظ ریخت شناسی کلی منطقه جزء تپه بوده و غالب دره های آن V شکل می باشد سیستم زهکشی آن از نوع درختی یا دندریتی بوده و تراکم زهکشی آن کم تا متوسط می باشد اقلیم منطقه طرح: بررسی مطالعات اقلیمی و هواشناسی از منطقه طرح نشان میدهد که اقلیم محل خیلی مرطوب تا مرطوب بوده و متوسط بارندگی منطقه طرح حدود ۱۳۲۹/۲ میلی متر و حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته در فواصل سالهای ۱۳۸۰ - ۱۳۷۰ حدود ۲۰ میلی تا ۸۰ میلی متر برآورده شده است. میانگین درجه حرارت سالانه آن حدود ۱۴/۷ درجه سانتی گراد و متوسط حداقل آن در سردترین ماههای سال در حدود ۲- درجه سانتی گراد می باشد. نزدیکترین ایستگاه کلیماتولوژی به منطقه لغزش، ایستگاه کلیماتولوژی « بی بالان» بوده که فاصله آن تا منطقه لغزش حدود ۸ کیلومتر می باشد.

خاکهای منطقه طرح: خاکهای منطقه طرح بسیار عمیق و برنگ قهوه ای تا قهوه ای تیره با بافت متوسط (Loam) و ساختمان دانه ای میباشد. ای خاکها دارای مواد آلی نسبتاً زیاد و طبقه umbric بر روی طبقه ای برنگ قهوه ای تا قهوه ای مایل به زرد تیره با بافت سنگین clay loam و ساختمان مکعبی ضعیف تا متوسط بدون گوشه که روی آن بطور پراکنده از قشر نازک رس پوشیده و در زیر دارای لکه های رنگی قهوه ای مایل به زرد می باشد. از لحاظ طبقه بندی جزء گروه خاکهای Humic acid brown forest soil مشخص شده است.

زمین شناسی محل طرح: سازند زمین شناسی منطقه طرح شامل نهشته های کوآترنر Q1m-Q1a1 بوده و جنس مصالح لغزش شامل خاک رویی، آبرفت دریایی و نهشته های دلتایی می باشد. ضخامت لایه رویی حداقل ۱ متر و ضخامت آبرفت دریایی و نهشته های دلتایی حداقل ۱۰ متر می باشد که بشدت تحت هوازگی شیمیایی واقع شده است. سطح لغزش در لایه دوم یعنی آبرفت دریایی قرار دارد و نزدیکترین گسل اصلی به این لغزش، گسل بینک سر و گسل رحیم آباد می باشد. وضعیت پوشش گیاهی منطقه لغزش: پوشش گیاهی منطقه طرح شامل باغات چای و مرکبات و صنوبر و بعضاً درختان میوه گوجه سبز، گردو، به می باشد که با توجه به وضعیت رطوبتی توده لغزنده و وجود باغات چای و شیب دامنه معلوم شده است که گیاه چای با توجه به نیاز آبی و توان ذاتی خود در جذب آب و رطوبت زیاد توده قادر به زهکش آب تجمع یافته در داخل لایه های مختلف خود نبوده و لذا تبدیل جنگل به چای کاری خود یکی از عوامل مهم در بروز چنین رانش هایی در دامنه های ناپایدار خواهد بود.

ابعاد توده لغزش: طول توده جابجا شده حدود ۲۵۰ متر و عرض آن حدود ۴۰۰ متر و عمق آن نیز حدود ۲۰ تا ۳۰ متر می باشد. مساحت توده لغزش یافته حدود ۱/۵ هکتار و مساحت کل عرصه حدود ۱۰ هکتار می باشد. مقدار حرکت توده نیز بیش از ۱۰ متر برآورد شده است. میانگین ارتفاع از سطح دریا توده لغزنده حدود ۱۰۰ متر و اختلاف ارتفاع بین تاج و پنجه سطح گسیختگی حدود ۴۰ تا ۵۰ متر می باشد. ارتفاع پرتگاه اصلی لغزشی حدود ۱۰ متر و تعداد پرتگاههای فرعی حداقل ۵ مورد با متوسط افتادگی ۲ متر می باشد. وضعیت و موقعیت ترکهای طولی و هلالی در رأس توده بصورت نیمه باز تا باز می باشد و در وسط توده لغزنده گودالهای زهکشی نشده در چند نقطه آن مشاهده می گردد. روش کار تحقیق:

برای ارزیابی سطح لغزش مورد مطالعه با مشخص کردن سه گمانه و حفر آنها بترتیب تا اعماق ۳ متر، ۵ متر و ۶/۵ متر و بررسی و آزمایش نمونه های اخذ شده سطح لغزش با مقایسه ارقام وزن مخصوص و رطوبت در اعماق مختلف بدست آمده است. بعبارت دیگر در عمقی که وزن مخصوص کمترین مقدار و رطوبت بیشترین مقدار خود را نشان داده است بعنوان « سطح گسیختگی» در نظر گرفته شده است. با بررسی جنس مواد در لایه دوم (با بررسی گمانه ها) مشخص گردید که سطح لغزش تا حدود زیادی بر سطح لایه دوم منطبق بوده است. بررسی نیمرخ دامنه و نحوه قرار گرفتن سطح لایه دوم معلوم گردید که سطح گسیختگی لغزش بازنشین رحیم آباد بصورت دایره ای و لغزش بصورت چرخشی می باشد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نتایج و بحث

نتایج تحقیقاتی انجام شده در زمینه لغزش ها (رانش زمین) در اکثر کتب آبخیزداری و حفاظت خاک مانند wildeland watershed management نوشته ساترلند (سال ۱۹۷۴) موضوع حرکات توده‌ای به برهم خوردن نیروی مقاومت و نیروی تنشی در اثر وجود لایه غیرقابل نفوذ در عمق زمین و سنگین شدن لایه‌های فوقانی آن در اثر نفوذ آب و اشباع شدن توده و بالاخره فائق شدن نیروی تنش برشی به نیروی مقاومت توده نسبت داده شده است. این موضوع که اساس حرکات توده‌ای را تشکیل می‌دهد، رابطه مستقیمی با تغییر کاربری اراضی دارد. تبدیل عرصه‌های جنگلی برای مقاصد کشاورزی و یا تبدیل مراتع به دیم زارها به ویژه در اراضی شیبدار از جمله این موارد هستند. در نشریات FAO مربوط به حفاظت خاک و آبخیزداری نیز افزون بر بحث در مورد علل رخداد حرکات توده‌ای نتایج تحقیقاتی و روش‌های مهار این پدیده ارائه شده است که به نوبه خود مراجع مناسبی برای مرور تحقیقات انجام شده و یافته‌های تحقیقاتی در این باره است. در ایران در قالب پایان نامه‌های کارشناسی ارشد به ویژه پایان‌نامه آقای احمدی تحت عنوان رابطه بین کاربری اراضی و حرکات توده‌ای زمین در جنگل و از مازندران تحقیقات گسترده‌ای انجام شده است. این پایان‌نامه مربوط به گروه سنجش از دور دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس می‌باشد که نشان می‌دهد با تبدیل جنگل به اراضی زراعی به شدت حرکات توده‌ای در جنگل واز افزوده شده و راه‌آه‌های انتقال خط نیروی برق این پدیده را دو برابر تشدید نموده است. علاوه بر منابع ذکر شده، مقالات، نوشتارها و کتب قابل توجهی در این باره در کتابخانه‌های دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری وزارت جهاد کشاورزی و مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع نیز وجود دارند.

تحلیل پایداری دامنه لغزشی :

شکل سطح گسیختگی لغزش بازنشین بصورت دایره ای بوده و تحلیل پایداری آن نیز با همین فرض (دایره ای) مورد بررسی قرار گرفته است. اینگونه سطوح شکستگی عموماً در مواد همگن واریزه ای و یا شیلها اتفاق افتاده و سطح شکستگی کمانی و قوسی می‌باشد. حد پایداری و یا ناپایداری توده با تعیین مقدار FS مشخص میگردد. FS ضریب اطمینان (Factor Stability) ضریبی است که از نسبت میزان مقاومت خاک به تنشهای مهاجم برشی محاسبه میگردد ($FS = \text{strength} / \text{stress}$) این ضریب در تحلیلهای محاسباتی برای سطوح دایره ای و یا صفحه لغزش معیار پایداری و یا ناپایداری بشمار می‌رود. اگر مقدار FS مساوی عدد ۱ و یا ۱/۲ باشد نشان از حد پایداری و کمتر از این مقدار نشانه ناپایداری توده می‌باشد. مسلماً برای مقادیر بالاتر از ۱ و یا ۱/۲ پایدار بودن توده با ضریب اطمینان بیشتری قابل بیان است. شیب عمومی دامنه گسیخته بازنشین بین ۱۵ تا ۴۵ درجه می‌باشد. با توجه به طول زیاد لغزش مسلماندر بخشهایی از توده شیب توپوگرافی بیشتر از شیب لایه بندی بوده که همین امر سبب شروع لغزش شده است.

وجود ترکهای کششی در قسمت بالای دامنه لغزشی، برجستگیها و برآمدگیها در قاعده دامنه، نشست آب در قسمتهای پایین دامنه، خم شدن درختان مرکبات و درختان صنوبر و گردو، وجود چندین افزاز (تل‌های گرده ای عرضی متعدد در عرض توده رانشی) در عرض و طول توده و وجود واریزه ها در پای دامنه لغزشی بازنشین از مهمترین نشانه های رانش و حرکت توده در این سایت معرفی می‌گردند. جدول زیر نتایج بدست آمده از نرم افزار Stable در لغزش روستای بازنشین رحیم آباد بشرح زیر می‌باشد.

جدول شماره ۱:

شماره	نوع گسیختگی	شکل سطح گسیختگی	وضعیت موجود	دامنه ضریب اطمینان	ضریب اطمینان حداقل
۱	کلی	دایره ای	حالت طبیعی زمین	۱/۲۱ - ۱/۵	۱/۲۱
۲	جزیی	دایره ای	حالت طبیعی زمین	۱/۱۲ - ۱/۲۹	۱/۱۲
۳	کلی	دایره ای	بعد از زهکشی	۱/۴۱ - ۱/۶	۱/۴
۴	جزیی	دایره ای	بعد از زهکشی	۱/۶۲ - ۱/۸۰	۱/۶۲

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه هدف اصلی این تحقیق شناخت و اولویت بندی مهم ترین عوامل مؤثر در ایجاد رانش زمین و به منظور یافتن راه کارهایی مهار و تثبیت آن در مناطق حساس می باشد لذا موارد زیر جهت پیشگیری مقابله پیشنهاد می گردد :

۱- ایجاد زهکشی های طولی و عرضی در داخل توده لغزش یافته جهت خروج آبهای مازاد از سطح و لایه های زیر قشری توده به منظور کاهش اشباع آب و کاهش فشار آب منفذی و افزایش مقاومت برشی خاک و پایداری بیشتر شیب دامنه (کنترل زهکشی داخلی از طریق گمانه های زهکشی ، گالریهای زهکشی،زهکش سطحی ،چاههای زهکشی ،چاههای ثقلی وپوشش سطحی) .

۲- انحراف آبهای سطحی و دور نمودن آنها از سطوح دامنه و جلوگیری از نفوذ آب مخصوصا در دامنه های که بالقوه ناپایدار هستند.کنترل پسابها و فاضلابهای خانگی منازل مسکونی حاشیه توده لغزنده از طریق لوله گذاری و کانالهای انحرافی و هدایت آنها به خارج از عرصه لغزشی .

۳- کاهش بارگذاری و جلوگیری از ساختمان سازی بیش از حد بر روی عرصه لغزش یافته به منظور کاهش فشار روی توده ناپایدار بویژه در روی شیب دامنه باز نشین .

۴- کاشت و توسعه درختان آبدوست مانند بید ، توسکا ، صنوبر در حاشیه و داخل عرصه لغزش یافته به منظور تعادل هیدرولوژیکی خاک توده .پوشش گیاهی میتواند با گسترش ریشه ای خود مقاومت برشی شیب را افزایش داده و از طرفی با کاهش رطوبت خاک از طریق تبخیر و تعرق تنش برشی را کاهش داده و در مجموع پایداری شیب را افزایش دهد.

۵- تغییر در هندسه دامنه لغزشی بازنشین به منظور کاهش نیروهای محرک ویا افزایش نیروهای مقاوم

۶- جلوگیری از تبدیل و تغییر کاربری اراضی (جلوگیری از تبدیل جنگ به باغات چای) و کنترل آبیاری های سنتی در باغات چای و مرکبات .

۷- اصلاح ، بهسازی و هدایت آب چشمه های موجود در داخل عرصه به خارج و پایین دست دامنه .

فهرست منابع

۱- حیدری ، حسن ، ۱۳۷۶ « تحقیق و بررسی در زمینه لغزه های منطقه استخری تا اسفیدان شهرستان شیروان ، » وزارت جهاد سازندگی خراسان ، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام .

۲- حق شناس ، ابراهیم ، ۱۳۷۲ « روشهای تثبیت شده شیبهای ناپایدار » مجموعه سخنرانیهای کارشناسان معاونت آبخیز داری پیرامون پدیده زمین لغزش .

۳- شریعت جعفری ، محسن ، ۱۳۷۵ « زمین لغزش » ، چاپ انتشارات اسوه.

۴- شریعت جعفری ، محسن ، زمین لغزش (مبانی و اصول پایداری شیبهای طبیعی) ، انتشارات سازه ، چاپ ۱۳۷۵ .

۵- شریعت جعفری ، محسن ، ۱۳۷۲ ، ((بررسی تحلیلی و نوین زمین لغزشهای بزرگ حادث شده در منطقه لاکه بر اثر زلزله ۳۱ خرداد ماه ۶۱ گیلان)) پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی - دانشگاه تربیت مدرس .

In the name of God

Instability natural slopes (landslides) in the region Bazenshin Rahim Abad zone of Guilan Province and introduction the most appropriate solutions to stabilize it.

Hamid Gholami fakhabi

Research Center of Agriculture and Natural Resources in Guilan province.

pedram gholami fakhabi

Master student in regional planning from the University of Guilan

Summary:

Landslides in parts of East Gilan especially in watershed great Polrood basin of Rodasar city due to forest conversion to plantations of tea and citrus occurred and as one of the phenomena of the destructive nature of the lives and property of people at risk, which is one of the most the slip, slip in the village Bazneshin-e Olya in Rahim Abad city in the region is mountainous and steep area of approximately 10 hectares of gardens, tea and citrus downward slope movement and just drift large financial losses on has left. The main objective of this research is to identify factors of instability, natural slopes in the area to identify the type of slip on the role of controller and slide mechanism, provide optimization methods to control and stabilize unstable slopes (of a model), and the parameters of shear strength and shear stress location was slipping. Methods The study is also collecting basic information and initial conditions of climate, geology, topography and physiography, soil area drift and mapping Profile longitudinal and transverse sections of drift, to identify the causes slip through field observations and questioning residents.

In this study by digging wells, sampling and measurement of parameters of shear strength and shear stress (physical and mechanical properties of soil) to determine the amount of liquid limit and the plasticity, the water masses and consolidation test triaxial, a safety factor of stability or instability of the masses landslide was determined based on the final analysis of the solutions were applied.

Key words: unstable slopes, landslides, control and stabilization of landslide, Rahim Abad area of Gilan.

نشر آلایندگی سرب و کادمیوم در محل دپوی زباله شهری گرگان بر مبنای شاخص غنی‌شدگی

احمد جاوید پژمان^۱، سهیلا ابراهیمی^{۲*}، فرشاد کیانی^۳، حجت الله رشیدی^۴

۱- دانش آموخته دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و استاد موسسه تحصیلات عالی هلمند، افغانستان

۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان sohebrahimi@gmail.com

۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴- مسوول پژوهش سازمان مدیریت پسماند استان گلستان

چکیده

این پژوهش با هدف پایش آلودگی خاک به فلزات سنگین کادمیوم و سرب اطراف محل دپوی زباله شهری در جنوب غرب شهر گرگان، واقع در سوگله (هزارپیچ) انجام شد. بدینسان، نمونه برداری در قالب یک الگوی شبکه‌بندی منظم با فاصله ۳۰۰ متری از ۳۲ ایستگاه و از هر محل ۳ نمونه خاک سطحی تهیه و با هم مخلوط گردید. علاوه بر آن تعداد چند نمونه از محدوده‌ای دور از محل دپوی زباله با ویژگی‌ها و زمین‌شناسی مشابه همین منطقه به‌عنوان نمونه‌های زمینه تهیه گردید. غلظت فلزات سنگین با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد غلظت کل عناصر فلزات سنگین کادمیوم و سرب از غلظت زمینه بیش‌تر بود. منطقه مورد مطالعه از نظر فاکتور غنی‌شدگی، درجه غنای قابل توجه به کادمیوم و نسبت به سرب در درجه غنای متوسط قرار داشت. نقشه پهنه‌بندی فاکتور غنی‌شدگی غلظت بیش‌تر عناصر سنگین در قسمت مرکزی به سمت شمال شرقی و شمال غربی به دلیل رواناب شیرابه و جهت شیب منطقه است. فاکتور غنی‌شدگی برای عناصر سنگین کادمیوم و سرب مقادیر بالاتر از ۲ آلودگی با منشأ انسان‌زاد را نشان می‌دهد که موجد آن دپوی زباله در منطقه مطالعاتی و انسانی است.

واژگان کلیدی: آلودگی، زباله شهری، سرب، فاکتور غنی‌شدگی، کادمیوم

مقدمه

گسترش فزاینده زندگی شهرنشینی و افزایش بی‌رویه جمعیت شهری، به‌ویژه در سال‌های اخیر موجب افزایش تولید انواع فضولات و مواد زائد شده است (خالدیان و همکاران، ۲۰۱۸). یکی از معضلاتی که همراه با رشد سریع جمعیت و صنعتی شدن در کشورهای جهان سوم و به‌خصوص ایران شکل گرفته است، دفن نامناسب زباله و ایجاد آلودگی ناشی از آن می‌باشد (ابراهیمی و همکاران، ۲۰۰۹، کابلی و همکاران، ۱۳۹۸، خالدیان و همکاران، ۲۰۱۲). از مسائلی که این روزها نیازمند توجهی ویژه است، دفن این فضولات، ضایعات و مواد زائد جامد شهری، شیرابه‌ها و گازهای تولید شده از تجزیه زباله‌های دارای ترکیبات آلی می‌باشد (تقدیسی و همکاران، ۱۳۹۹، خالدیان و همکاران، ۲۰۱۱). در پژوهشی آلودگی فلزات سنگین ناشی از دفن پسماند بر خاک اطراف پسماندگاه‌ها در استان هرمزگان و شناسایی منابع آلاینده طبیعی و انسان‌زاد با بکارگیری شاخص‌های آلودگی و روش‌های آماری مورد ارزیابی قرار دادند (عبدلی و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج بدست‌آمده نشان می‌دهد که بیش‌ترین ضریب غنی‌شدگی به کادمیوم تعلق دارد. براساس نتایج کادمیوم بیش‌ترین سهم انسان‌زاد آلودگی را داراست (مر و همکاران، ۱۳۹۱). در پژوهشی دیگر تاثیر محل دفن زباله شهر کرمانشاه بر آلودگی خاک به عناصر کادمیوم و سرب را بررسی کردند. نتایج نشان داد که غنی‌شدگی متوسط برای کادمیوم و غنی‌شدگی قابل توجه برای عنصر سرب در خاک سطحی پایین‌دست انباشتگاه زباله روی داده است (زین‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۵). در پژوهشی دیگر محققین غلظت عناصر کادمیوم، سرب، آرسنیک، روی، کبالت، کروم و نیکل را در رسوبات آبراهه‌ای و خاک محدوده معدن نیزه آب در شهرستان شربیشه با استفاده از فاکتور غنی‌شدگی بررسی کردند. براساس نتایج به دست آمده از فاکتور غنی‌شدگی آرسنیک و کادمیوم در کلاس غنی‌شدگی بسیار ضعیف تا غنی‌شدگی بسیار شدید، سرب و کروم در کلاس غنی‌شدگی بسیار ضعیف تا غنی‌شدگی متوسط و سایر عناصر در کلاس

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

غنی‌شدگی بسیار ضعیف قرار داشتند (شرفی و همکاران، ۱۳۹۲). در این راستا هدف از این پژوهش بررسی میزان و شدت آلودگی منطقه انباشت زباله شهری گرگان در منطقه هزار پیچ (با بیش از سه دهه انباشت زباله در منطقه) به عناصر سنگین کادمیوم و سرب در مقایسه با استانداردهای موجود و نیز با استفاده از فاکتور غنی‌شدگی بوده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با طول جغرافیایی ۳۹ ثانیه، ۲۲ دقیقه و ۵۴ درجه تا ۳۱ ثانیه، ۲۳ دقیقه و ۵۴ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۴۰ ثانیه، ۴۹ دقیقه و ۳۶ درجه تا ۳۷ ثانیه، ۵۰ دقیقه و ۳۶ درجه شمالی در بخش غربی شهر گرگان هزار پیچ قرار دارد (شکل ۱). نمونه برداری از خاک براساس روش‌های شبکه بندی منظم (ابراهیمی و همکاران، ۲۰۱۱) در دی ماه ۱۳۹۷، از ۳۲ ایستگاه ۳ نمونه خاک سطحی (۰ تا ۲۰ سانتی متری) به اندازه ۱/۵ کیلوگرم تهیه و با هم مخلوط گردید. پس از بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی همچنین ۳ ایستگاه به عنوان زمینه طبیعی منطقه برای بررسی شدت آلودگی، مناطق بالادست که تحت تأثیر شیرابه زباله نبودند، به روش تصادفی از عمق (۰ تا ۲۰ سانتی متری) نمونه خاک برداشت گردید.



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه

سپس هضم اسیدی هر نمونه طبق روش (McGrath و Cunliffe، ۱۹۸۵) انجام و غلظت کل عناصر کادمیوم و سرب توسط دستگاه جذب اتمی مدل (VARIAN-AA240) ساخت امریکا قرائت گردید. براساس فاکتور غنی‌شدگی می‌توان غلظت عناصر را نسبت به غلظت طبیعی خود سنجید. این فاکتور از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$EF = \frac{(C_n/C_{Ref})_{sample}}{(B_n/B_{Ref})_{background}} \quad (1)$$

که در آن، C_n غلظت عناصر در نمونه خاک، C_{Ref} غلظت عناصر در نمونه زمینه، B_n غلظت زمینه و B_{Ref} غلظت پوستره زمین می‌باشند (Weissmannová، ۲۰۱۷).

نتایج و بحث

در خاک اطراف محل دپوی زباله و مناطق غیر آلوده (زمینه)، فاکتور غنی‌شدگی برای غلظت کل هر یک از عناصر سنگین با استفاده از (رابطه ۱)، فاکتور غنی‌شدگی محاسبه شد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۱. مقادیر فاکتور غنی‌شدگی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری

ایستگاه / عناصر	کادمیوم	سرب	ایستگاه / عناصر	کادمیوم	سرب
PS۱	۲	۱/۷۳	PS۱۷	۸	۲/۵۹
PS۲	۲	۱/۲۱	PS۱۸	۸	۲/۹۴
PS۳	۲	۱/۷۳	PS۱۹	۸	۲/۰۷
PS۴	۱۰	۲/۴۲	PS۲۰	۶	۲/۲۵
PS۵	۲	۲/۰۷	PS۲۱	۱۶	۱۴/۸۶
PS۶	۶	۴/۸۴	PS۲۲	۱۰	۲/۲۵
PS۷	۴	۲/۰۷	PS۲۳	۸	۱/۷۳
PS۸	۱۰	۲/۷۷	PS۲۴	۱۰	۲/۹۴
PS۹	۶	۲/۹۴	PS۲۵	۱۰	۳/۶۳
PS۱۰	۶	۱/۵۶	PS۲۶	۱۰	۲/۷۷
PS۱۱	۸	۳/۱۱	PS۲۷	۱۰	۲/۲۵
PS۱۲	۸	۶/۹۱	PS۲۸	۸	۱/۹۰
PS۱۳	۱۲	۲/۹۴	PS۲۹	۸	۳/۶۳
PS۱۴	۸	۲/۵۹	PS۳۰	۶	۷۳
PS۱۵	۶	۱/۷۳	PS۳۱	۶	۲/۲۵
PS۱۶	۴	۲/۵۹	PS۳۲	۸	۲/۷۷

با توجه به نتایج کلاس‌بندی (جدول ۲)، ۸۱/۲ درصد نقاط نمونه‌برداری شده منطقه مطالعاتی بر اساس میانگین غلظت زمینه، از نظر عنصر کادمیوم در درجه غنای قابل توجه و ۱۸/۸ درصد نیز در درجه غنای متوسط قرار دارند. نمونه‌ها از نظر عنصر سرب ۶۸/۸ درصد در درجه غنای متوسط، ۲۵ درصد در درجه غنای حداقل و ۶/۲ درصد نیز در درجه غنای قابل توجه قرار دارند.

در مورد عنصر کادمیوم می‌توان گفت که مساحت زیادی از منطقه مطالعاتی غنای قابل توجه به این عنصر دارد، و در مورد عنصر سرب می‌توان گفت که مساحت زیادی از منطقه مطالعاتی غنای متوسط به این عنصر دارد. میانگین فاکتور غنی‌شدگی برای عنصر کادمیوم در درجه غنای قابل توجه قرار دارد و میانگین فاکتور غنی‌شدگی برای عنصر سرب در درجه غنای متوسط قرار دارد، در نتیجه براساس فاکتور غنی‌شدگی منطقه نسبت به عناصر کادمیوم و سرب آلودگی دارد.

همان گونه که مشاهده می‌شود کادمیوم درجه غنای قابل توجه را نشان می‌دهد، با توجه به اینکه غلظت زمینه این فلز بسیار کم و ۰/۱ است، بنابراین آلاینده‌ی کادمیوم احتمالاً ناشی از فعالیت‌های انسانی است و شاید پر خطرترین فلز مورد مطالعه موردی تحقیق در خاک اطراف محل دپوی زباله شهری گرگان باشد. در مورد فلز سرب نیز همین وضعیت برقرار است.

مر و همکاران (۱۳۹۱)، و جعفری و همکاران (۲۰۱۶)، در بررسی تغییرات غلظت عناصر در خاک اطراف محل دپوی زباله با استفاده از فاکتور غنی‌شدگی بیان کردند خاک اطراف محل دپوی زباله از نظر فاکتور غنی‌شدگی به عنصر کادمیوم غنای قابل توجه دارد و غنای متوسطی به عنصر سرب دارد.

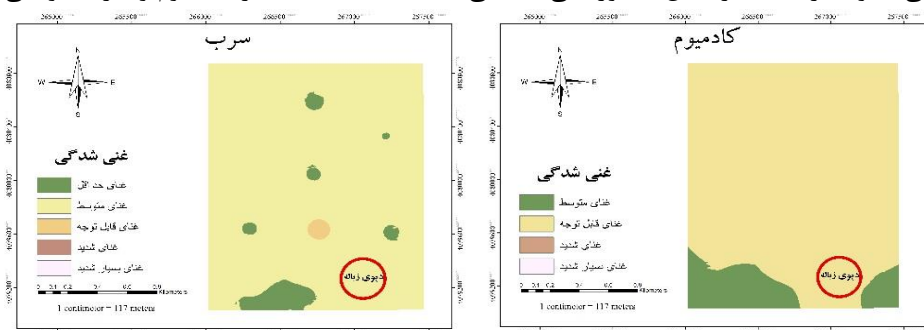
شاکری و یوسفی (۱۳۹۷)، در ارزیابی خاک اطراف محل دپوی زباله‌های شهری کرمانشاه بیان کردند که محاسبه فاکتور غنی‌شدگی نمونه‌های خاک محدوده بررسی شده نشان می‌دهد که عنصر کادمیوم در تمام محل دفن زباله‌ها براساس مقدار زمینه مقدار غنی‌شدگی بیش‌تر از ۲ دارند، که نشان‌دهنده منشأ انسان‌زاد است.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۲. کلاس‌بندی فاکتور غنی‌شدگی کادمیوم و سرب

درجه / عنصر	کادمیوم	سرب
غناى حداقل	-	۲۵٪
غناى متوسط	۱۸٪/۱۸	۶۸٪/۱۸
غناى قابل توجه	۸۱٪/۲	۶٪/۲
غناى شديد	-	-
غناى بسيار شديد	-	-

با توجه به (شکل ۲)، نقشه‌های پهنه‌بندی فلزات سنگین کادمیوم و سرب در منطقه مطالعاتی بر اساس فاکتور غنی‌شدگی می‌باشد. براساس نظر Hernandez و همکاران (۲۰۰۳)، مقادیر بالاتر از ۲ آلودگی با منشأ انسان‌زاد را نشان می‌دهد. در مورد عناصر کادمیوم و سرب می‌توان گفت که مساحت زیادی از منطقه مطالعاتی مقادیر بیش‌تر از ۲ می‌باشد که اثر انسان‌زاد تلقی می‌شود. در نتیجه براساس فاکتور غنی‌شدگی منطقه نسبت به عناصر کادمیوم و سرب آلودگی دارد.



شکل ۲. نقشه پهنه‌بندی فاکتور غنی‌شدگی کادمیوم و سرب

تشکر و قدردانی

این پژوهش برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد بوده و بی حمایت سازمان مدیریت پسماند استان گلستان انجام آن ممکن نبود.

فهرست منابع

- کابلی، ا.، ابراهیمی، س.، داوری، م. ۱۳۹۸. "بررسی پاپیوت پارامترهای شوری، اسیدیته، نیتروژن و نیکل در نشر عمقی شیرابه لندفیل آق قلا در ستون‌هایی از خاک با بافت‌های مختلف". پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۶ (۱): ۲۵۵-۲۶۰.
- تقدیسی نقاب، ر.، ابراهیمی، س.، ذاکری‌نیا، م.، موحدی نائینی، ع. ۱۳۹۹. "رفتار آب عبوری از ستون‌های حاوی لایه‌های رس مونت‌موریلونایت". فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست. ۲۲ (۳): ۱۱۰-۱۱۷.
- جعفری، ک.، حافظی، م.، مظلومی و قزی. ۲۰۱۶. "بررسی آلاینده‌های فلزات سنگین در پایین‌دست محل دفن زباله‌های شهری اردبیل". محیط‌شناسی. ۴۲ (۳): ۴۸۹-۵۰۶.
- زین‌الدینی، ز.، کرمی، م.، فاطمی، ا. و شکاری، پ. ۱۳۹۵. "ارزیابی آلودگی خاک پایین‌دست انباشتگاه زباله شهرستان کرمانشاه به عناصر کادمیوم و سرب". دومین کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری، تبریز، دبیرخانه دائمی کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

شاکری، ع. و یوسفی، ف. ۱۳۹۷. "ارزیابی ریسک سلامت و منشأ عناصر بالقوه سمناک در خاک مکان‌های دفن زباله‌های غیر مهندسی استان کرمانشاه". نشریه زمین‌شناسی مهندسی. ۱۲(۱): ۶۳-۸۴.

شرفی، ک.، مظاهری، س.، ا.، عابدی، ع. ر. و زهانی‌قائینی، م. ۱۳۹۲. "بررسی غلظت فلزات سنگین در خاک‌های محدوده معدن نیزه آب (درج)". هشتمین همایش انجمن زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران. دانشگاه فردوسی مشهد.

عبدلی، م. ع.، جلیلی قاضی‌زاده، م. ۱۳۸۸. "بررسی کارایی لاینرهای رسی متراکم شده در حذف طبیعی آلاینده‌های شیرابه تولیدی در محل دفن زباله شهری (مطالعه موردی: محل دفن کهریزک)". فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست. سال یازدهم شماره ۱ (بهار، ۱۳۸۸).

مر، ف.، رضانی، ط. و راست‌منش، ف. ۱۳۹۱. "بررسی آلودگی فلزات سنگین در خاک اطراف پسماندگاه‌های شهری در استان هرمزگان". ششمین همایش ملی و اولین همایش بین‌المللی مدیریت پسماند، مشهد، سازمان شهرداری‌ها و دهرداری‌های کشور.

Ebrahimi, S. 2009. "Spatial-temporal variability of hydrocarbon pollutants and chemical solvents behavior in soil porous media". Doctoral dissertation, PhD Thesis. Tarbiat Modares University, p 150.

Ebrahimi S., Ladan Sh and Malekoti M.J. 2009. "Feasibility of Different Petroleum Pollutants Remediation in soil and an algorithm based on the type of pollutants". 11th Soil Science Congress of Iran, Gorgan. Iran. Pp: 21-23.

Ebrahimi, S., Shayegan, J., Malakouti, M., & Akbari, A. 2011. "Environmental evaluation and assessment of some important factors of oil contamination in soil around sarkhoun gas refinery of Bandar Abbas". Journal of Environmental studies, 37(57), 9-26.

Khaledian, Y., Ebrahimi, S., & Mohamadi, H. B. 2012. "Impact of Urbanization and Land Use Changes on Water Geochemical Properties. A Case Study: Gharaso River in Golestan Province, North of Iran". Terrestrial and Aquatic Environmental Toxicology, 6(2), 77-83.

Khaledian Y., Kiani F., Ebrahimi F., Movahedi Naeini A. 2011. "Impact of forest degradation, changing land use and building villas on some indicators of soil quality in the watershed, Golestan province". Journal of Water and Soil Conservation, 18, 167-184.

Khaledian, Y., Ebrahimi, S., Natesan, U., Basatnia, N., Nejad, B. B., Bagmohammadi, H., & Zeraatpisheh, M. 2018. "Assessment of water quality using multivariate statistical analysis in the Gharaso River, Northern Iran". In Urban ecology, water quality and climate change (pp. 227-253). Springer, Cham.

Hernandez, L., Probst, A., Probst, J. L., and Ulrich, E. 2003. "Heavy metal distribution in some French forest soils: evidence for atmospheric contamination". Science of the Total Environment, 312(1-3), 195-219.

McGrath, S. P., and Cunliffe, C. H. 1985. "A simplified method for the extraction of the metals Fe, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Cr, Co and Mn from soils and sewage sludges". Journal of the Science of Food and Agriculture, 36(9), 794-798.

Weissmannová, H. D., & Pavlovský, J. 2017. "Indices of soil contamination by heavy metals—methodology of calculation for pollution assessment (minireview)". Environmental monitoring and assessment, 189(12), 616.

Emission of lead and cadmium pollution in Gorgan municipal waste landfill based on enrichment factor

Ahmad Jawed Pazhmaan¹, Soheila Ebrahimi^{2*}, Farshad Kiani³, Hojatollah Rashidi⁴

¹ M.Sc. graduated student, Department of Soil Sciences, Faculty of Soil and Water Engineering, Gorgan, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran and Assistant Professor, Department of Agronomy,

Faculty of Agriculture, Helmand Higher Education Institute, Lashkar Gah, Helmand, Afghanistan

^{2*} Assistant Professor, Department of Soil Sciences, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, sohebrahimi@gmail.com

³ Associate Professor, Department of Soil Sciences, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

⁴ Expert of research and training in Waste Management Organization in Golestan, Iran

Abstract

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

The aim of this study was to monitor soil contamination with heavy metals cadmium and lead around the municipal landfill in the southwest of the city located in Soogleh (Hazarpich) Gorgan, thus sampling in the form of a regular networking pattern with distance 300 meters from 32 stations and 3 surface soil samples were prepared from each location and mixed together. In addition, a number of samples from remote areas of the landfill with similar characteristics and geology of the same area were prepared as background samples. The concentration of heavy metals was measured by atomic absorption spectrometry and the results showed that the total concentrations of heavy metals cadmium and lead were higher than the base concentration. The study area was in terms of enrichment factor, significant degree of richness to cadmium and relative to lead in terms of medium richness. Zonification map of enrichment factor The concentration of more heavy elements in the central part to the northeast And northwest due to leachate runoff and the slope direction of the area. The enrichment factor for the heavy elements cadmium and lead shows values higher than 2 contaminants of anthropogenic origin, which is generated by the landfill in the study area and It is human.

Keywords: Pollution, Cadmium, Lead, Municipal waste, Enrichment factor

تأثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت عناصر کم مصرف گیاه ترتیزک آبی

جعفر صوفیان^۱، احمد گلچین^۲، آرمن آوانس^۳ و خالد حاجی ملکی^۴

۱- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان (jafar.sufiyan67@gmail.com)

۲- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۳- استادیار گروه شیمی دانشکده علوم پایه، دانشگاه مراغه

۴- دانش آموخته دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت عناصر کم مصرف ترتیزک آبی، آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان اجرا شد. در این آزمایش غلظت کلرور سدیم در محلول غذایی عبارت بود از صفر، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی مولار که به محلول غذایی اپستین اضافه گردید. پس از ساخت محلول‌های غذایی با شوری گیاه آبی ترتیزک آبی به مدت سی روز در آن‌ها پرورش داده شد. نتایج نشان داد که افزایش شوری محلول غذایی باعث کاهش جذب عناصر کم مصرف بوسیله ترتیزک آبی شد بطوریکه غلظت آهن، روی، منگنز و مس با افزایش شوری در بافت‌های گیاه ترتیزک آبی شد. افزایش شوری باعث تجمع سدیم در بافت‌های گیاه ترتیزک آبی شد.

واژگان کلیدی: ترتیزک آبی، شوری، عناصر کم مصرف

مقدمه

افزایش جمعیت جهان با افزایش تقاضا برای آب همراه است و منابع آب جهان در اثر پدیده‌هایی چون گرم شدن زمین، خشکسالی‌ها و دلایل مختلف دیگر رو به کاهش است (Rajpar et al, 2011). ضمن اینکه کمبود جهانی منابع آب، آلودگی محیط زیست و افزایش شوری اراضی و منابع آب ویژگی‌های برجسته قرن بیست و یکم هستند. از طرف دیگر سالانه حدود ۱۰ میلیون هکتار از زمین‌های تحت کشاورزی جهان در اثر شوری حاصل از آبیاری از چرخه تولید خارج می‌شوند (Miri, 2009). تنش شوری سه اثر قابل ملاحظه بر گیاهان دارد: ۱- کاهش پتانسیل آب ۲- باعث عدم تعادل یونی یا اختلال در هموستازی یون، و سمیت است. این حالت آب را به طور معنی داری تغییر می‌دهد. بنابراین منجر به کاهش رشد گیاه می‌شود، در نتیجه باروری را محدود می‌سازد (Hayashi and Murata, 1998). اثر نخست و غالب، مربوط به غلظت کل نمک‌های محلول در خاک است که کاهش پتانسیل اسمزی را به دنبال دارد با کاهش پتانسیل اسمزی، انرژی آزاد آب کاهش یافته و گیاه برای به دست آوردن مقدار مشخصی آب باید انرژی حیاتی بیشتری مصرف نماید. بنابراین بخشی از انرژی که گیاه برای رشد و نمو به آن نیاز دارد، صرف به دست آوردن آب شده و به این ترتیب رشد عمومی آن کاهش می‌یابد. اثر دوم شوری وجود یون‌های ویژه در محلول خاک شور می‌باشد. یون‌هایی نظیر کلر و سدیم به تنهایی می‌توانند موجب بروز سمیت در گیاه شده و یا در فرآیند جذب گیاه اختلال ایجاد نمایند. اثر سوم شوری که در حقیقت زائیده اثر نوع دوم است، عدم تعادل تغذیه‌ای است. بدین معنی که وجود یون‌های سدیم و کلراید و مانند آن که غلظت آنها در محلول خاک شور زیاد است، باعث اختلال در جذب و انتقال سایر عناصر غذایی ضروری از خاک به گیاه می‌شوند. به‌طور کلی اختلال تغذیه‌ای از تأثیر شوری بر قابلیت در دسترس بودن، جذب، انتقال، توزیع عنصر غذایی در گیاه و یا غیرفعال کردن فیزیولوژیکی آن در داخل گیاه ایجاد می‌شود. نتیجه این تأثیرها افزایش نیاز داخلی گیاه برای عنصر غذایی است. ممکن است یک عنصر غذایی هم‌زمان تحت تأثیر دو یا چند عامل قرار گیرد (همایی، ۱۳۸۱). استرس شوری باعث کاهش رشد و نمو، کاهش فتوسنتز، تنفس و سنتز پروتئین در گونه‌های حساس می‌شود (Pal et al, 2004). کلرور سدیم می‌تواند از طریق افزایش تولید رادیکال‌های آزاد به کلروپلاست و تیلاکوئید آسیب برساند (Hernandez et al, 1995). شرایط شوری بالا در

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

خاک‌های کشاورزی و آب آبیاری نیز گیاه را با تنش شوری مواجه می‌کند و یکی از مشکلات اساسی تولید محصولات کشاورزی است (Xu and Mou, 2016). وقوع تنش شدید و یا ادامه آن برای مدت طولانی، ممکن است منجر به ایجاد وضعیت غیر قابل تحمل متابولیک در سلولهای گیاهی گردد و از آنجا که در گیاهان مختلف میزان تحمل متفاوت است، این تغییرات موجب کاهش رشد و در شرایط ویژه منجر به مرگ گیاه می‌گردد (Karimi Afshar et al., 2015). گیاه با قرار گرفتن در محیط شور با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی محلول خاک و انباشتگی یونهای مانند سدیم و کلر صدمه می‌بیند (Baibordi et al., 2010).

مواد و روش

به منظور تاثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت عناصر کم مصرف گیاه ترتیزک آبی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در گلخانه تحقیقاتی گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان انجام گرفت. گیاه ترتیزک آبی از چشمه‌های شهرستان بوکان جمع-آوری و پس از شستشو با آب مقطر و گرفتن آب آزاد آن، به مقدار مشخصی توزین و به داخل ظروف حاوی محیط کشت منتقل شد. در این مطالعه از منبع سدیم کلراید (NaCl) برای ایجاد شوری استفاده شد. شوری شامل غلظت‌های (۰، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی مولار) به گالن‌های حاوی محلول غذایی پایه با فرمول اپستین اضافه شدند. برای تهیه محلول غذایی اپستین طبق جدول ۱، ابتدا محلول‌های A، B و C به طور جداگانه به عنوان محلول ذخیره تهیه شدند. محلول A شامل چهار محلول مجزا، محلول B شامل یک محلول مرکب از شش نمک مختلف و محلول C شامل یک محلول مجزا بود که بعد از تهیه این محلول‌ها، از هر کدام از آنها به اندازه ذکر شده در جدول ۱ برداشته و با هم مخلوط گردید و در نهایت به حجم یک لیتر رسانده شد. سپس محلول‌های غذایی حاوی غلظت‌های مختلف سدیم کلرید به ظرف‌ها اضافه شد. هر روز به ظرف‌ها آب مقطر اضافه شد تا آب از دست رفته در اثر تبخیر و تعرق جبران شود و هر ۴ روز یکبار آب محیط کشت همه ظرف‌ها تعویض و آب مقطر و محلول غذایی حاوی غلظت‌های مختلف سدیم کلرید به ظرف‌ها دوباره اضافه شد. سپس ترتیزک‌ها جهت انجام تجزیه به آزمایشگاه انتقال و پس از خشک کردن آنها در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد، بافت آنها هضم (احیایی و بهبانی، ۱۳۷۲) و غلظت عناصر اندازه‌گیری شد. غلظت سدیم توسط دستگاه فلم فوتومتر و غلظت عناصر آهن، روی، مس و منگنز بوسیله دستگاه جذب اتمی مدل واریان اندازه‌گیری گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای ثبت داده‌ها و رسم نمودار از محیط نرم افزار Excel بهره‌گیری شد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۱- ترکیب محلول غذایی در این آزمایش (اگستین ۱۹۷۲)

حجم محلول ذخیره در هر لیتر محلول نهایی (میلی لیتر)	نوع محلول	غلظت محلول ذخیره (گرم در لیتر)	ترکیب
۶/۰	A	۱۰۱/۱۰	KNO ₃
۴/۰		۲۳۶/۱۶	Ca(NO ₃) ₂ 4 H ₂ O
۲/۰		۱۱۵/۰۸	NH ₄ H ₂ PO ₄
۱/۰		۲۴۶/۴۹	MgSO ₄ 7H ₂ O
	B	۳/۷۲۸	KCl
		۱/۵۴۶	H ₃ BO ₃
		۰/۳۳۸	MnSO ₄ .H ₂ O
۱/۰		۵۷۵/۰	ZnSO ₄ . 7H ₂ O
		۱۲۵/۰	CuSO ₄ . 5H ₂ O
		۰۸۱/۰	H ₂ MoO ₄ (%85 MoO ₄)
۱/۰	C	۹۲۲/۰	Fe-EDTA

نتایج و بحث

تأثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت آهن گیاه ترتیزک آبی

نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف شوری بر غلظت آهن گیاه ترتیزک آبی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). با مقایسه میانگین‌های اثرات سطوح شوری بر غلظت آهن مشخص شد که حداکثر غلظت آهن گیاه در تیمار شاهد با میانگین ۱۰۵۵/۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. شوری باعث کاهش غلظت آهن گیاه شد بطوریکه کمترین میزان آن در تیمار ۸۰ میلی‌مولار کلرور سدیم با غلظت ۶۲۰/۵۵ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد (جدول ۲). کاهش غلظت آهن گیاه با افزایش شوری محلول غذایی شاید بدلیل اختلال در جذب و انتقال این عنصر بدلیل افزایش فشار اسمزی محیط ریشه و کاهش رشد گیاه باشد.

تأثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت منگنز گیاه ترتیزک آبی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح شوری بر غلظت منگنز گیاه ترتیزک آبی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲).

افزایش غلظت شوری محلول غذایی اثر منفی بر غلظت منگنز گیاه داشت. بیشترین غلظت منگنز گیاه از تیمار شاهد یا سطح صفر شوری با میانگین ۳۶۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بدست آمد. کمترین میزان آن نیز از تیمارهای ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار شوری بترتیب با میانگین‌های ۳۱۰/۴ و ۳۰۶/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم حاصل شد (جدول ۲).

نتایج تحقیق اسکندری و مظفری (۱۳۹۰) نیز نشان داد که با افزایش شوری، غلظت منگنز در بافت‌های گیاه کاهش یافت.

تأثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت روی گیاه ترتیزک آبی

نتایج نشان داد که اثر شوری بر غلظت روی گیاه ترتیزک آبی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین غلظت روی گیاه از تیمار شاهد مشاهده شد که دارای میانگین ۵۸/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. شوری غلظت روی بافت‌های این گیاه را بطور منفی تحت تأثیر قرار داد. بطوریکه کمترین میزان روی از تیمار ۸۰ میلی‌مولار شوری با میانگین ۲۶/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم (۵۵ درصد کاهش نسبت به شاهد) حاصل شد (شکل ۱). کاهش معنی دار جذب روی تحت استرس شوری بوسیله اسکندری و مظفری (۱۳۹۰) نیز گزارش شده است.

تأثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت مس گیاه ترتیزک آبی

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

اثر سطوح شوری بر غلظت مس گیاه ترتیزک آبی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که تیمار بدون شوری (شاهد) با میانگین ۲۴/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم غلظت مس بیشتری نسبت به بقیه تیمارها داشت و در کلاس a قرار گرفت. افزایش غلظت شوری منجر به کاهش جذب مس توسط گیاه شد. کمترین غلظت مس از تیمار ۸۰ میلی‌مولار با میانگین ۱۲/۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بدست آمد (جدول ۴-۱۴). در محیط‌های شور بدلیل حضور یون سدیم، جذب همه عناصر کم‌مصرف بدلیل رقابت با این عنصر کاهش می‌یابد (Mass et al, 1972).

تأثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت سدیم گیاه ترتیزک آبی

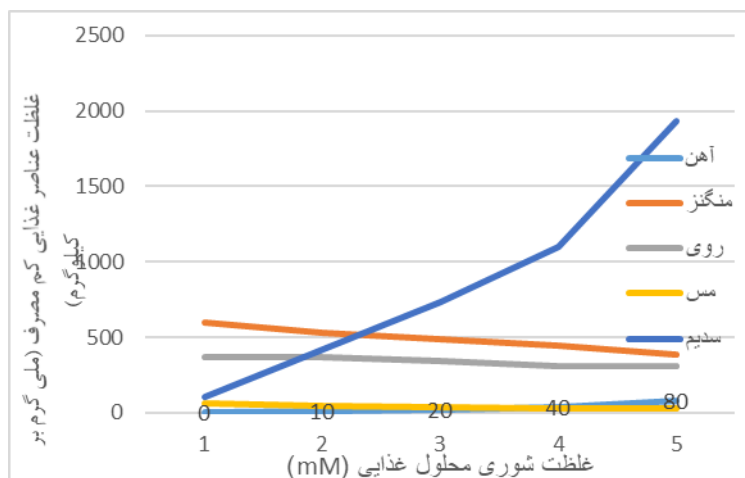
مطابق جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) اثر سطوح شوری محلول غذایی بر غلظت سدیم گیاه ترتیزک آبی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. حداکثر غلظت سدیم گیاه در تیمار ۸۰ میلی‌مولار شوری با میانگین ۱۹۳۳/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم اندازه‌گیری شد. افزایش شوری محلول غذایی بر غلظت سدیم بافت‌های گیاه افزود. کمترین غلظت سدیم در تیمار شاهد با میانگین ۱۰۶/۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد (شکل ۱). سدیم غالب‌ترین کاتیون موجود در محلول خاک و آب مناطق شور می‌باشد (Munns and Termaat, 1986). تنش شوری اثر فزاینده‌ای بر تجمع سدیم و کلر در گیاه دارد (Turan et al, 2009). با افزایش غلظت کلرور سدیم در محلول غذایی، بر غلظت سدیم و کلر در گیاه افزوده شد اما از غلظت منیزیم، کلسیم و پتاسیم کاسته شد (Bayuelo-Jimenez et al, 2003). به‌طور کلی اختلال تغذیه‌ای از تاثیر شوری بر قابلیت در دسترس بودن، جذب، انتقال، توزیع عنصر غذایی در گیاه و یا غیرفعال کردن فیزیولوژیکی آن در داخل گیاه ایجاد می‌شود. نتیجه این تاثیرها افزایش نیاز داخلی گیاه برای عنصر غذایی است. ممکن است یک عنصر غذایی هم‌زمان تحت تاثیر دو یا چند عامل قرار گیرد (همایی، ۱۳۸۱).

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های تأثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت عناصر کم‌مصرف گیاه ترتیزک آبی

غلظت شوری محلول غذایی (میلی‌مولار)	غلظت آهن گیاه (میلی‌گرم در کیلوگرم)	غلظت منگنز گیاه (میلی‌گرم در کیلوگرم)	غلظت روی گیاه (میلی‌گرم در کیلوگرم)	غلظت مس گیاه (میلی‌گرم در کیلوگرم)	غلظت سدیم گیاه (میلی‌گرم در کیلوگرم)
۰	a597/4	a369	a58/31	a24/67	e106/15
۱۰	b532/5	ab365/9	b49/05	b21/31	d415/4
۲۰	c491/28	b340/38	c39/33	c18/4	c734/65
۴۰	d444/73	c310/37	d32/21	d15/86	b1099/78
۸۰	e387/5	c306/5	e26/28	e12/14	a1933/8

اعداد با حروف یکسان در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۱- شوری محلول غذایی بر غلظت عناصر کم مصرف گیاه ترتیزک آبی

نتیجه گیری

شوری باعث کاهش چشمگیر عملکرد و رشد گیاهان می‌شود. از جمله تاثیرات منفی شوری میتوان به مزاحمت در جذب عناصر غذایی بخضوض عناصر کم مصرف اشاره کرد. در این تحقیق، تاثیر شوری بر جذب عناصر کم مصرف از محط رشد ترتیزک آبی بررسی گردید. نتایج نشان داد که با افزایش شوری محلول غذایی جذب آهن، روی، منگنز و مس بدت کاهش یافت. این کاهش غلظت عناصر کم مصرف در گیاه بدلیل مزاحمت در جذب، انتقال، توزیع عنصر غذایی در گیاه و یا غیرفعال کردن فیزیولوژیکی آن در داخل گیاه باشد. از سوی دیگر وجود سدیم و کلر در غلظتهای بالا در محیط کشت و جذب توسط گیاه می‌تواند باعث تخریب بافتهای گیاهی، اختلالات شدید تغذیه ای، کاهش جذب سایر عناصر شود.

منابع

- احیایی، م. و ع. بهبهانی زاده، ع. (۱۳۷۲) (۱۳۷۲). شرح روش های تجزیه شیمیایی خاک، جلد اول، نشریه شماره ۸۹۳، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.
- اسکندری، س. و مظفری، و. ۱۳۹۰ (۱۳۹۰). تأثیر شوری و مس بر جذب عناصر کم مصرف در ریشه نهالهای دو رقم پسته تحت شرایط گلخانه. اولین کنگره ملی علوم و فناوریهای نوین کشاورزی، زنجان، ۲۷۷-۲۸۱.
- همایی، م. (۱۳۸۲) (۱۳۸۲). واکنش گیاهان به شوری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. شماره ۹۷، ۵۸ صفحه.
- Baibordi A., Seidtabtabai, S.J. Ahmadof, A. (2010). NaCl Salinity Effect on Qualitative, Quantitative and Physiological Attributes of Winter Canola (*Brassica napus*L.) Cultivars. *Journal of Water and Soil*, 24(2), 334-246. (In Farsi).
- Bayuelo-Jimenez, J. S., Debouck, D.G. and Lynch, J. P. (2003). Growth, gas exchange, water relations, and ion composition of Phaseolus species grown under saline conditions. *Field Crops Resear*. 80: 207-22.
- Epstein, E. (1972). *Mineral Nutrition in Plants: Principles and Perspectives*. John Wiley and Sons, New York.
- Hayashi, H. and Murata, N. (1998). Genetically engineered enhancement of salt tolerance in higher plants *Molecular Mechanisms and Molecular Regulation*, Elsevier; Amsterdam. 133-148.
- Hernandez, J. A., Olmos, E., Corpas, F.J., Sevilla, F. and Delrio, A. (1995). Salt-induced oxidative stress in chloroplasts of pea plants. *Plant Sci.*, 105:151-167.
- Karimi Afshar, A. Baghizadeh A, Mohammadi nejad, Gh. (2015). Physiological assessment of drought tolerance of two ecotypes of cumin (*Cuminum cyminum* L.) under greenhouse conditions. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 6(3),175-185. (In Farsi).
- Mass, E. V. Ogata, G and Garber M. J. (1972). Influence of salinity on Fe, Mn and Zn uptake by plants. *Agron. J.* 64:793-795.
- Miri, H.R. (2009). *Plant Stress Physiology*. Kermanshah Islamic Azad University Press. 472p. (In Persian)

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

- Munns R. and A. Termaat. (1986). Whole-plant response to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* 13: 60-140.
- Pal, M., Singh, D. K., Rao, L. S. and Singh, K. P. (2004). Photosynthetic characteristics and activity of antioxidant enzymes in salinity tolerant and sensitive rice cultivars. *Indian J. Plant Physiol.* 9: 407-412.
- Rajpar, I., Jandan, I., hassan, Z., Jamro, G.M., and Shah, A.N. (2011). Enhanced fodder yield of maize genotypes under saline irrigation is a function of their increased K accumulation and better K/Na ratio. *Afr. J. Biotech.* 10: 1559-1565.
- Turan, M.A., Elkarim, A.H.A., Taban, N. and Taban, S. (2009). Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant. *African Journal of Agricultural Research*, 4(9), pp.893-897.
- Xu, C. and Mou, B. (2016). Responses of Spinach to Salinity and Nutrient Deficiency in Growth, Physiology, and Nutritional Value. *Journal of American Society Horticulture Science*, 141(1), 12–21.

Effect of different salinity levels on the concentration of trace elements in Watercress

Sufian^{*1}, J., Golchin², A., Avanes³, A. and Haji maleki⁴, Kh.

¹ Ph.D. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

² Professor, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

³ Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Maragheh, Maragheh, Iran

⁴ Ph.D. Graduate, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

Abstract

In order to investigate the effect of different salinity levels on the concentrations of trace elements in Watercress, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in the research greenhouse of the Soil Science Department of Zanjan University. In this experiment, the concentration of sodium chloride in the nutrient solution was zero, 10, 20, 40, and 80 mM which was added to the Epstein solution. After making nutrient solutions with different salinity. watercress was grown in them for thirty days. The results showed that increasing the salinity of the nutrient solution reduced the uptake of trace elements by Watercress so that the concentrations of iron, zinc, manganese, and copper decreased with increasing salinity in the tissues of Watercress. Increased salinity caused the accumulation of sodium in the tissues of the Watercress.

Keywords: Watercress, Salinity, Trace elements.

* Corresponding author, Email: Jafar.sufiyan67@gmail.com

بررسی تأثیر شوری خاک بر عملکرد نیشکر در استان خوزستان

سیدعلیرضا سیدجلالی^۱، ابوالفضل آزادی^۲، میرناصر نویدی^۳، و علی زین‌الدینی میمند^۴

۱- نویسنده مسئول و استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
ajalali@areeo.ac.ir

۲- استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. azadi697@gmail.com

۳- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. nnavidi@swri.ir

۴- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
ali_zeinadin@yahoo.com

چکیده

یکی از مناطق مهم و مستعد کشت و تولید نیشکر در ایران استان خوزستان است. این پروژه با هدف بررسی تأثیر شوری خاک بر عملکرد نیشکر انجام گردید. بدین منظور ۱۰۰ پروفیل و مته در مزارع مختلف تحت کشت نیشکر در استان خوزستان بر اساس تنوع در تغییرات شوری خاک حفر و مورد مطالعه قرار گرفت. رگرسیون ساده بین عملکرد و شوری خاک نشان داد که متغیر شوری خاک به معادله، معنادار است. ضریب تبیین رگرسیون ساده نشان داد که شوری خاک توانسته ۶۷ درصد از واریانس مربوط به عملکرد نیشکر را تعیین نمایند. و ۳۳ درصد دیگر مربوط به سایر عوامل به غیر از شوری است.

واژگان کلیدی: رگرسیون، خوزستان، نیشکر، شوری

مقدمه

دشت خوزستان در مسیر جریان پنج رودخانه بزرگ کرخه، کارون، دز، جراحی و هندیجان واقع شده که اغلب از سلسله جبال زاگرس در مرکز ایران سرچشمه می‌گیرد. نزدیک به ۳۱ میلیارد متر مکعب آب از مجموع ۹۵ میلیارد متر مکعب آبهای سطحی کل کشور در استان خوزستان جریان دارد. سرزمین تحت کشت نیشکر شامل سرزمین پایین دست دشتهای پای پل (اوان- اریض - دوسالقی و باغه) و همچنین دشتهای حمیدیه، قدس، دشت آزادگان، دشت عباس، فله عین خوش واقع در شمال غربی و غرب استان خوزستان که همگی تحت پوشش تامین آب سد کرخه قرار دارند. بنابراین با توجه به وجود منابع فنی آب و خاک در جلگه خوزستان و همچنین شرایط مناسب اقلیمی منطقه برای کشت نیشکر و اینکه گیاه نیشکر از جمله گیاهانی است که در شرایط گرم و خشک و با انجام آبیاری از لحاظ فیزیولوژیکی بهره دهی فوق العاده رابرای تولید شکر و همچنین با توجه به گسترش صنایع جانبی متعددی مانند کاغذ سازی، نئوپان، خوراک دام و... گسترش کشت نیشکر در استان خوزستان رو به فزونی می‌باشد. و با توجه به اهمیت و قدمت کشت و تولید نیشکر در استان خوزستان، برای اجرای پروژه کشت و صنعت های امیرکبیر، میرزا کوچک، سلمان فارسی، دعبل خزاعی و فارابی، برای این مطالعه انتخاب گردید. یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر رشد نیشکر و عملکرد آن میزان شوری خاک است. با توجه به شور بودن خاکهای جنوب استان خوزستان ضرورت دارد که به بررسی میزان شوری خاک در رابطه با محصول نیشکر در این استان پرداخت. این تحقیق در کشت و صنعت های امیرکبیر، میزا کوچک خان، سلمان فارس، دعبل خزایی و فارابی انجام گردید. در ایران کشت نیشکر تنها محدود به ۳ استان مازندران، گیلان و خوزستان می‌باشد. در استانهای مازندران و گیلان کشت به صورت دیم بوده و حتی در بسیاری از مواقع کشت آن بندرت صورت می‌گردد. بنابراین می‌توان ادعا کرد کشت نیشکر در ایران تنها در استان خوزستان به شکل آبی و دائمی صورت می‌گیرد. در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، محصولات صنعتی با سطح برداشت حدود ۵۵۲ هزار هکتار، معادل ۵/۰۲ درصد از کل سطح برداشت محصولات زراعی کشور را به خود اختصاص داده است. از این مقدار ۹۲/۶ درصد به صورت کشت آبی و ۷/۴ درصد به صورت کشت دیم بوده است. محصول های چغندر قند با ۲۵/۵، کلزا با ۱۸/۶، نیشکر با ۱۶/۸

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

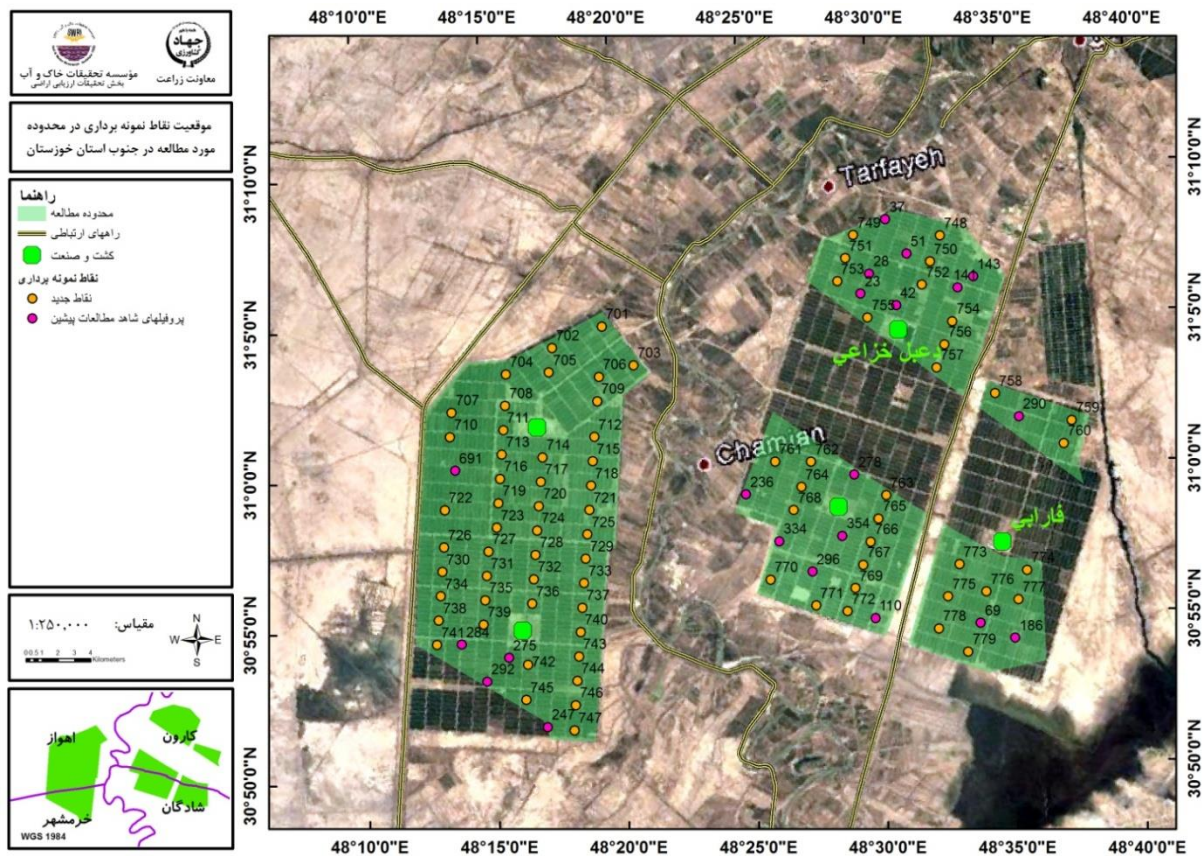
درصد از سطح برداشت محصولات صنعتی در رتبه‌های اول تا سوم سطح این گروه قرار دارند. حدود ۶۴/۳ درصد از سطح برداشت محصولات صنعتی در استان‌های خوزستان با ۲۲/۶، گلستان با ۱۱، آذربایجان غربی با ۱۰/۸، فارس با ۱۰ و خراسان رضوی با ۹/۹ درصد است. کمترین سطح این گروه از محصولات متعلق به استان البرز با ۵۲۳ هکتار سطح برداشت است. از لحاظ میزان تولید کل محصول صنعتی محصول چغندر قند با ۴۹/۱ درصد از تولید محصولات صنعتی در جایگاه نخست قرار گرفته و محصول نیشکر با ۴۷/۴ درصد تولید در جایگاه بعدی است به عبارت دیگر حدود ۹۶/۵ درصد از تولید محصولات صنعتی به دو محصول چغندر قند و نیشکر تعلق دارد (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۶).

تولید نیشکر در جهان ۱۴۵۰ میلیون تن و سطح زیر کشت آن حدود ۲۲ میلیون هکتار است. نیشکر در بیش از ۱۰۰ کشور جهان کشت می‌شود ولی ۶۰٪ آن در دو کشور برزیل و هند تولید می‌شود. چین، تایلند، مکزیک، پاکستان، استرالیا و کلمبیا سایر کشورهای عمده تولید کننده نیشکر هستند (عباسی و شینی دشتکل، ۱۳۹۵). در برزیل حدود یک درصد سرزمین تحت کشت نیشکر، در استرالیا ۶۰٪ و در آفریقای جنوبی ۴۰٪ آبیاری می‌شوند. در حال حاضر برزیل، هند، چین، تایلند، پاکستان، مکزیک، کلمبیا، استرالیا، آمریکا و اندونزی بزرگترین کشورهای تولید کننده نیشکر در دنیا محسوب می‌شوند (فائو، ۲۰۱۷).
براین اساس در سال ۲۰۱۷ در ایران میزان سطح زیر کشت ۹۳۶۵۴ هکتار و عملکرد ۸۱ تن در هکتار در هکتار بوده است و در رتبه ۲۷ دنیا قرار دارد. نیشکر تا حدودی به شرایط شوری خاک نسبتاً مقاوم است. هانسیگی (۱۹۹۳) بیان می‌کند که شوری محلول خاک باید کمتر از ۲ دسی زیمنس بر متر باشد و میزان آستانه آن ۴ است. در کشور ایران خاک‌ها که دارای شوری ۳۰ دسی زیمنس بر متر بوده شوری زدایی شده و میزان آن را به ۳ کاهش دادند و مورد کشت نیشکر قرار گرفتند. در مطالعات دیگر اثر شوری بر عملکرد نیشکر دیده شده است. گیاه نیشکر نسبتاً به شوری حساس است و آستانه آن برای کاهش عملکرد ۱/۷ دسی‌سیمنز بر متر است (آزمایشگاه شوری ایالات متحده، ۱۹۵۴، برن استین و همکاران، ۱۹۶۶، ماس و هافمن، ۱۹۷۷). ویگند و همکاران (۱۹۶۶) دریافتند که در ازای هر یک دسی‌سیمنز بر متر شوری در ناحیه ریشه نیشکر عملکرد ۱۳/۷ تن در هکتار کاهش می‌یابد. با افزایش شوری خاک میزان قند (ساکاروز) نیشکر کاهش می‌یابد (لینگل و ویرگند، ۱۹۷۷، لینگل و همکاران، ۲۰۰۰). برای کشت آبی نیشکر نیاز به استفاده از زهکش زیر زمینی برای جلوگیری از تجمع نمک و لازم است ضریب آبشویی نیز برای شستشوی نمک اضافی در ناحیه ریشه می‌باشد (روزف، ۱۹۹۸، ویدنفلد و همکاران، ۲۰۰۵). هدف از این تحقیق بررسی اثر شوری خاک بر عملکرد نیشکر در کشت و صنعت های جنوب استان خوزستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با مطالعه ۱۰۰ پروفیل و مته در مزارع کشت و صنعت های امیرکبیر، میزا کوچک خان، سلمان فارس، دعبل خزایی و فارابی در جنوب استان خوزستان (شکل ۱) انجام گرفت. در این پژوهش از رگرسیون ساده برای بررسی اثر شوری خاک بر عملکرد نیشکر استفاده گردید. در تحلیل رگرسیون ساده، یک متغیر از ویژگی های سرزمین به عنوان متغیر مستقل و عملکرد به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. در تحلیل رگرسیون، امکان بررسی تغییرات متغیر وابسته پیش‌بینی و سهم هر متغیر در تبیین متغیر وابسته مشخص می‌شود (سلطانی، ۱۳۸۰). ساده ترین حالت تحلیل رگرسیون زمانی است که رابطه متغیر مستقل و وابسته خطی باشد. کاربرد اصلی رگرسیون ساده در این بررسی‌ها، بررسی اثر ویژگی شوری خاک با عملکرد نیشکر می‌باشد. رابطه رگرسیون تک متغیره برای ویژگی شوری خاک مورد بررسی با عملکرد در نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

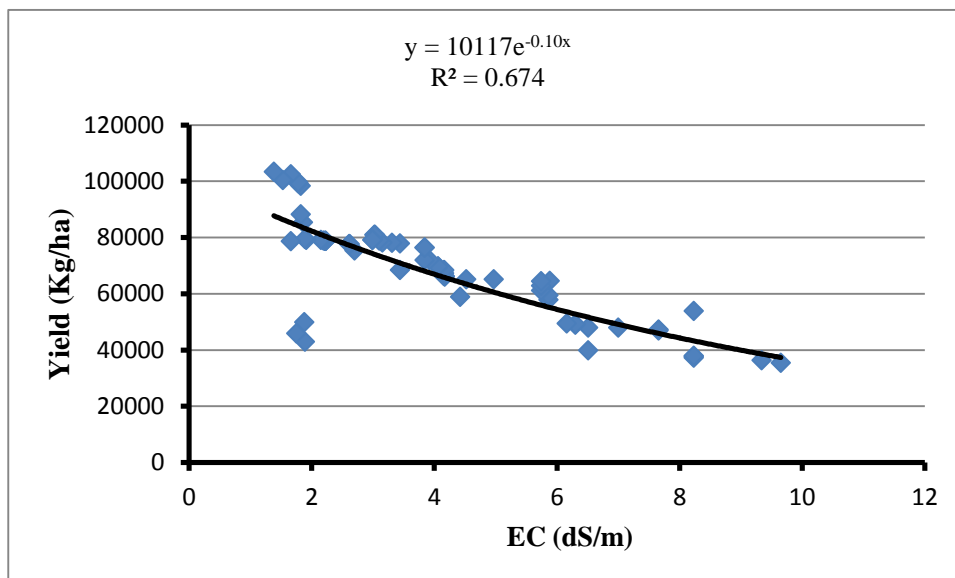


شکل ۱- مناطق مورد مطالعه و محل حفر پروفیل و مته در کشت و صنعت های خوزستان

نتایج و بحث

شوری خاک از $1/38$ تا $9/65$ دسی‌زیمنس بر متر متغیر است. مقدار میانگین این مشخصه در سرزمین مورد بررسی $4/14$ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. در تحلیل رگرسیون ساده، یک متغیر از مشخصه های سرزمین به عنوان متغیر مستقل و عملکرد به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. ساده ترین حالت تحلیل رگرسیون زمانی است که رابطه متغیر مستقل و وابسته خطی باشد. کاربرد اصلی رگرسیون ساده در این بررسی‌ها، اثر شوری خاک با عملکرد نیشکر می‌باشد. رابطه رگرسیون تک متغیره برای شوری خاک با عملکرد در نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و همه معادلات ممکن (خطی، لگاریتمی، نمایی، درجه دوم، توانی و سایر معادلات، استخراج شدند. در نهایت معادله تک متغیره‌ای که دارای بیشترین مقدار ضریب همبستگی بود، انتخاب گردید. بهترین معادله به دست آمده برای پارامتر شوری و عملکرد از نوع نمایی در شکل ۲ نشان داده شده است. ویرگند و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که در شوری $3/4$ دسی‌سیمنر بر متر نسبت به شوری آستانه $1/7$ دسی‌سیمنر بر متر، عملکرد محصول نیشکر $23/3$ تن در هکتار کاهش یافت. و عملکرد واقعی $14/1$ تن نسبت به عملکرد پیشبینی شده کاهش نشان داد. در حالی که در این تحقیق در شوری $3/4$ دسی‌سیمنر بر متر نسبت به شوری آستانه $1/7$ دسی‌سیمنر بر متر، عملکرد محصول نیشکر $17/5$ تن در هکتار کاهش یافت. و عملکرد واقعی $13/2$ تن نسبت به عملکرد پیشبینی شده کاهش نشان داد. که با نتایج ویرگند و همکاران (۱۹۹۶) با نتایج حاصل از این تحقیق تطابق دارد (شکل ۲).

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



۲- بهترین رابطه استخراج شده بین مقدار عملکرد نیشکر و مقدار شوری خاک

نتیجه‌گیری

بررسی‌ها نشان داد که برخی از مزارع نیشکر به رغم شوری نسبتاً مشابه، عملکردهای متفاوت و برخی مزارع پایین‌تر از حد انتظار می‌باشند، لذا برای بررسی علل این موضوع باید مطالعات لازم نظیر بررسی سایر عوامل خاکی و مدیریت کشت انجام شود. نتایج آمار توصیفی نشان داد، شوری خاک، از عوامل اصلی و موثر در کاهش عملکرد است. بنابراین اعمال مدیریت مناسب در این خصوص و انجام عملیات اصلاحی و آبشویی بسیار ضروری است.

فهرست منابع

- سلطانی، ا. ۱۳۸۰. احتمالات و آمار برای علوم و مهندسی. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه شیراز، ۳۷۶ صفحه.
- غیاثوند، ا. ۱۳۹۱. کاربرد آمار و نرم‌افزار SPSS در تحلیل داده‌ها. چاپ چهارم، انتشارات متفکران، ۲۸۲ صفحه.
- محمدی، ج. ۱۳۸۵. پدومتری: آمار کلاسیک. جلد اول، انتشارات پلک، تهران، ۵۳۲ صفحه.
- و آب.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۶. آمارنامه کشاورزی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

FAO statistic. 2017. Available: [http:// faostat.fao.org/site/567/default.aspx](http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx).

Lingle, S.E., Wiedenfeld, R.P., Irvine, J.E., 2000. Sugarcane response to saline irrigation water. *J. Plant Nutr.* 23,469–486.

- Lingle, S.E., Wiegand, C.L., 1997. Soil salinity and sugarcane juice quality. *Field Crop Res.* 54, 259–26.

Maas, E.V., Hoffman, G.J., 1977. Crop salt tolerance—current assessment. *J. Irrig. Drain. Div., ASCE* 103, 115–134.

Rozeff, N., 1998. Sugarcane irrigation management. In: Rozeff, N., Amador, J.M., Irvine, J.E. (Eds.), *South Texas Sugarcane Production Handbook*. Texas A&M University Research & Extension Center at Weslaco, and Rio Grande Valley Sugar Growers Inc., Santa Rosa, TX.

U.S. Salinity Laboratory Staff., 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. USDA Agriculture Handbook No. 60.

Wiedenfeld, B., Enciso, J., Fipps, G., Robinson, J., 2005. Irrigation of sugarcane in Texas. *Texas Cooperative Extension and Texas Agricultural Experiment Station B-6156*. p. 15

Wiegand, C., Anderson, G., Lingle, S., Escobar, D., 1996. Soil salinity effects on crop growth and yield—illustration of an analysis and mapping methodology for sugarcane. *J. Plant Physiol.* 148, 418–424.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

Investigation of the effect of soil salinity on sugarcane growth in in Khuzestan Province

Seyed Alireza. Seyed Jalali¹, Abolfazl Azadi², Mirnaser Navidi³ and Ali zainaldini Mimand⁴,

¹ Assistant Professor, Soil and Water research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran., ajalali@areeo.ac.ir

[.ramezanalidehghan@gmail.com](mailto:ramezanalidehghan@gmail.com)

² Assistant Professor, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. azadi697@gmail.com.

³ Assistant Professor, Soil and Water research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran., nnavidi@swri.ir.

⁴ Assistant Professor, Soil and Water research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran., ali_zeinadin@yahoo.com.

Khuzestan province is one of the most important and potential areas for sugarcane cultivation and production in Iran. The aim of this project was to investigate the effect of soil salinity on sugarcane yield. For this purpose, 100 profiles and drills were drilled and studied in farms of different areas under sugarcane cultivation in Khuzestan province based on diversity in soil salinity changes. Simple regression between soil yield and salinity showed that the soil salinity variable is significant to the equation. Simple regression explanation coefficient showed that soil salinity could determine 67% of the variance related to sugarcane yield. And the other 33% is related to factors other than salinity.

Keywords: Regression, Khuzestan, sugarcane, salinity

¹ Corresponding author: Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

پالایش سدیم و شوری آب‌ها توسط دو گیاه آبی شورابی (*Ruppia maritima L.*) و زانیشلیا (*Zannichellia palustris L.*)

امیر پرنیان^۱، حدیث حاتمی^۲، مصطفی چرم^۳، نعمت اله جعفرزاده حقیقی فرد^۴

۱- استادیار پژوهشی مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران
(amir.parnian86@gmail.com)

۲- استادیار پژوهشی مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

۳- گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۴- دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

چکیده

زه‌آب‌های شور و آلوده از مشکلات روز مناطق جنوبی ایران است که می‌توان به کمک تالاب‌های مصنوعی بر طرف شود. اما در مناطق خشک و نیمه خشک به علت تبخیر و تعرق بالا این تالاب‌ها شور می‌شوند. در این پژوهش، طی ۱۲۰ ساعت تیمار با سه آب با شوری‌های اولیه مختلف، پالایش سدیم و شوری توسط دو گیاه آبی شورابی (*Ruppia maritima L.*) و زانیشلیا (*Zannichellia palustris L.*) بررسی شد. نتایج نشان داد که این گیاهان سدیم را به مقدار قابل توجهی جذب کرده و شوری آب‌ها را کاهش دادند. کارایی هر دو گیاه زانیشلیا و شورابی برای کاهش شوری به بیش از ۱۵ درصد و برای حذف سدیم به ترتیب به بیش از ۳۴ و ۲۹ درصد رسید. شاخص جذب سدیم در دو گیاه زانیشلیا و شورابی به ترتیب ۱۴۴/۳ تا ۴۴۸/۱ و ۱۲۲/۵ تا ۳۱۹/۹ میلی‌گرم درظرف برای آب‌های مورد مطالعه به دست آمد. شاخص تولید زیست توده گیاه زانیشلیا با افزایش شوری و سدیم و تغییر چشمگیری نداشت اما در همین بازه افزایش تولید زیست توده‌ی شورابی مشاهده شد. نتایج به دست آمده در این پژوهش توان پالایندگی سدیم و کاهش شوری آب‌ها را تایید و استفاده از این گیاهان را در تالاب‌های مصنوعی جهت کنترل شوری توصیه می‌کند.

واژگان کلیدی: سدیم، شوری، گیاهان آبی، گیاه‌پالایی

مقدمه

زه‌آب‌های کشاورزی اغلب به آب‌های سطحی، دریاها یا حوضچه‌های تبخیر سرازیر می‌شوند. این روش دفع مشکلات زیادی از جمله افزایش هدایت الکتریکی و غلظت سدیم را در بسیاری از آب‌های متأثر از مناطق ساحلی و زه‌آب‌های کشاورزی به همراه دارد (آنکلی، ۱۳۸۶). روش‌های متعددی برای کاهش شوری و مقدار سدیم در آب‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. گیاه‌پالایی از جمله روش‌های موثر در حفظ کیفیت منابع آب است (Fox et al., 2008). اگرچه در محیط‌های آبی شور مانند حوضچه‌ها و مرداب‌های مصنوعی از اختلاط با آب با کیفیت بهتر برای کاهش مشکلات شوری و سدیم استفاده می‌شود اما در مواردی هم با بهره‌گیری از روش‌های زیستی نظیر گیاه‌پالایی به کنترل یا کاهش شوری و سدیم پرداخته می‌شود. در این روش از گیاهان غوطه‌ور (درون محیط آب)، کنار زی (حاشیه حوضچه‌ها) و یا اکثر گیاهان شور دوست می‌توان استفاده کرد (Shelef et al., 2012; Shelef et al., 2013). با توجه به نیاز جامعه به روش‌های ارزان پالایش آب‌ها از یک سو و تنوع کم نظیر گیاهان آبی در استان خوزستان از سوی دیگر به نظر می‌رسد که بررسی توان پالایندگی این گیاهان و معرفی آن‌ها دارای اهمیت بسزایی است. بر این اساس دو گیاه شورابی (*Ruppia maritima L.*) و علف تالاب شاخی شکل یا زانیشلیا (*Zannichellia palustris L.*) که از جمله گیاهان دارای برگ معلق، مقاوم به

هفتمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

شوری و بومی تالاب‌های جنوب ایران هستند مناسب به نظر می‌رسند. بنابراین، در این پژوهش توانایی این دو گیاه در کاهش شوری و پالایش سدیم آب‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت گلخانه‌ای و با ۳ تکرار برای بررسی میزان کاهش سدیم و شوری در آب‌ها توسط دو گیاه آبی در گلخانه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. ابتدا چند نمونه آب و زه‌آب تهیه شد که در جدول ۱ محل نمونه‌برداری آن‌ها و نتایج برخی از آنالیزهای انجام شده بر اساس روش استاندارد برای آزمایش آب و پساب سازمان سلامت عمومی امریکا (APHA, 2005) نشان شده است. سپس گیاهان شورایی و زانیشلیا به ترتیب از آبگیر روستای علی چعب و نهرهای آبیاری کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز تهیه شدند.

جدول ۱- محل نمونه‌برداری و ویژگی‌های آب‌های پایش شده

محل نمونه‌برداری	pH	EC (dS/m)	HCO ₃ ⁻	Na
آب کانال آبیاری دانشکده کشاورزی	۷/۸۱ ± ۰/۴۰	۲/۱ ± ۰/۲	۴۲ ± ۲	۳۷۰ ± ۲۰
زه‌آب مزرعه شماره دو	۷/۸۴ ± ۰/۲۳	۱۲/۵ ± ۰/۳	۴۱ ± ۱	۲۰۰۰ ± ۵۰
زه‌آب نیشکر دعبیل خزایی	۷/۴۲ ± ۰/۲۸	۶/۸ ± ۰/۴	۵۴ ± ۲	۱۳۰۰ ± ۳۰

در مرحله بعد، به ظروف پلاستیکی شفاف ۱ لیتر از آب‌های صاف شده با ۳ شوری مختلف ۲/۱ (آب کانال آبیاری دانشگاه شهید چمران اهواز)، ۶/۸ (زه‌آب کشت و صنعت دعبیل خزایی) و ۱۲/۵ (زه‌آب مزرعه شماره ۲ دانشکده کشاورزی) اضافه شد. ۲۵ گرم از گیاهان پس از شستن با آب دیونیزه به هر یک از ظروف منتقل شد. به عنوان شاهد نیز یک ظرف از هر شوری بدون گیاه در نظر گرفته شد. طی دوره‌ی تیمار آب‌ها با گیاهان آبی، برای تعیین مقدار شوری و سدیم جذب شده به طور منظم نمونه برداری شد و شاخص‌های جذب^۱ و زیست توده^۲ به ترتیب توسط روابط (۱) و (۲) اندازه‌گیری شدند (پرینان و همکاران، ۱۳۹۳ و Marin and Oron, 2007).

[۱] غلظت عنصر مورد نظر در اندام برداشت شده × وزن ماده‌ی خشک = شاخص جذب

[۲] اختلاف بین دو زمان / (وزن تر خالص گیاه در زمان ۲ - وزن تر خالص گیاه در زمان ۱) = شاخص زیست توده

همچنین با توجه به اینکه مقدار کلروفیل از مهمترین شاخص‌های زیستی است که درجه‌ی تنش وارد شده به گیاه را نشان می‌دهد (Wang et al., 2012) بنابراین، مقدار شاخص کلروفیل نمونه‌های گیاهی به کمک دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD 502) نیز قرائت شد.

نتایج و بحث

در این مطالعه گیاهان آبی گیاه شورایی و زانیشلیا در آب‌های طبیعی از سه منشأ آب کانال آبیاری دانشکده کشاورزی، زه‌آب کشت و صنعت دعبیل خزائی و زه‌آب مزرعه دانشگاه شهید چمران اهواز کشت شدند. تغییرات شوری و همچنین غلظت و جذب سدیم توسط این گیاهان در آب‌های مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است. اگرچه تفاوت معنی‌داری بین گیاهان از نظر کارایی در پالایش شوری مشاهده نشد اما حداکثر مقدار کاهش شوری در تیمار کردن زه‌آب مزرعه دانشگاه توسط زانیشلیا (۱۵/۹ درصد) حاصل شد و کارایی گیاه شورایی برای پالایش این آب ۱۵/۶ درصد بود (جدول

^۱ Uptake Index

^۲ Biomass Production Measurement

هفتمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

۲). با توجه به اینکه درصد یون سدیم از کل شوری آب‌ها قابل توجه بوده (به طور متوسط بیش از ۲۵ درصد کل شوری آب‌ها) و همچنین تغییرات شوری کمتر از تغییرات سدیم بوده و به سختی قابل تمایز می‌باشد، به همین علت در ادامه برای درک بهتر کاهش شوری از تغییرات سدیم برای توصیف تغییرات شوری بهره گرفته شده است.

جدول ۲- تغییرات شوری، غلظت و جذب سدیم و شاخص‌های اندازه‌گیری شده

شوری اولیه (mg/l)	آب کانال آبیاری	زه آب کشت و صنعت	زه آب مزرعه دانشگاه
۱۳۴۴ ^c	۴۳۵۲ ^b	۸۱۲۸ ^a	شوری اولیه (mg/l)
۱۲۰۹ ^c	۳۷۲۴ ^b	۶۸۲۹ ^a	شوری ثانویه در تیمار با زانیشلیا (mg/l)
۱۲۲۳ ^c	۳۷۳۷ ^b	۶۹۳۸ ^a	شوری ثانویه در تیمار با شورابی (mg/l)
۱۰/۱ ^b	۱۴/۴ ^a	۱۵/۹ ^a	درصد جذب شوری در تیمار با زانیشلیا
۹/۰ ^b	۱۴/۱ ^a	۱۵/۶ ^a	درصد جذب شوری در تیمار با شورابی
۴۱۲/۶ ^c	۱۳۰۰/۰ ^b	۱۹۶۸/۰ ^a	غلظت اولیه Na (mg/l)
۳۰/۷ ^a	۳۰/۰ ^a	۲۴/۲ ^b	درصد سدیم اولیه در شوری اولیه
۲۶۸/۲ ^c	۸۵۳/۴ ^b	۱۵۱۹/۸ ^a	غلظت باقی مانده Na در تیمار با زانیشلیا (mg/l)
۲۹۰/۰ ^c	۱۰۶۲/۰ ^b	۱۶۴۸/۰ ^a	غلظت باقی مانده Na در تیمار با شورابی (mg/l)
۳۴/۹ ^a	۳۴/۳ ^a	۲۲/۷ ^b	درصد جذب Na در تیمار با زانیشلیا
۲۹/۶ ^a	۱۸/۳ ^b	۱۶/۲ ^c	درصد جذب Na در تیمار با شورابی
۱۴۴/۳ ^b	۴۴۶/۵ ^a	۴۴۸/۱ ^a	شاخص جذب Na در تیمارهای گیاه زانیشلیا (mg/pot)
۱۲۲/۵ ^c	۲۳۸/۰ ^b	۳۱۹/۹ ^a	شاخص جذب Na در تیمارهای گیاه شورابی (mg/pot)
۱/۱۲ ^a	۱/۰۹ ^a	۱/۱۱ ^a	شاخص زیست توده گیاه زانیشلیا (g day ⁻¹)
۰/۷۳ ^b	۰/۹۵ ^a	۰/۹۹ ^{ab}	شاخص زیست توده گیاه شورابی (g day ⁻¹)
۸/۱ ^a	۸/۳ ^a	۸/۲ ^a	شاخص کلروفیلی زانیشلیا
۲۵/۴ ^a	۲۵/۳ ^a	۲۵/۱ ^a	شاخص کلروفیلی شورابی

درصد جذب سدیم در آب کانال آبیاری، زه آب کشت و صنعت و زه آب مزرعه دانشگاه به ترتیب در حدود ۳۴، ۳۴ و ۲۲ است که بیانگر کاهش واضح در کارایی جذب سدیم با افزایش غلظت این عنصر می‌باشد. علت این امر می‌تواند رسیدن گیاه به حد توان جذبی سدیم خود باشد (Mengel et al., 2001). یا به علت جذب سدیم مقدار جذب آب کاهش یافته و جریان سدیم به درون گیاه نیز کاهش یافته است (Kirkham, 2014). از آنجا که فرض سمیت سدیم و کاهش رشد گیاهان به علت عدم تغییر چشمگیر شاخص‌های کلروفیل و زیست توده گیاهان (جدول ۲) مردود است این دو فرض اهمیت بیشتری دارند. در هر دو گیاه مورد مطالعه درصد جذب سدیم تغییرات کاهشی و شاخص جذب تغییرات افزایشی با افزایش میزان سدیم در آب از خود نشان می‌دهند. به علت آنکه میزان کاهش چشمگیر درصد جذب با افزایش مقدار اولیه سدیم در آب از حدود ۴۰۰ به ۱۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر رخ داده است و افزایش ناچیز درصد جذب سدیم در کنار افزایش قابل توجه شاخص جذب، با افزایش مقدار سدیم در آب مشاهده می‌شود؛ می‌توان بیان کرد که این تغییرات در جذب سدیم ناشی از اثرات منفی سدیم بر گیاه می‌باشد که با افزایش مقدار شوری گیاه نتوانسته شیب جریان سدیم به درون گیاه را تحمل کند (Kirkham, 2014) و جریان سدیم به علت مشکلات فیزیولوژیک پدید آمده در عملکرد غشاء سلولی به درون گیاه تسریع شده است (Marschner and Marschner, 2012). اما عدم تغییر چشمگیر شاخص‌های کلروفیل و زیست توده گیاهان در اثر شوری باید این ناپایداری عملکرد غشاء پنهان باشد. به عبارت دیگر هنوز سمیت سدیم چندان شدید نشده که نمودی در شاخص‌های اندازه‌گیری شده پیدا کند.

هفتمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

غلظت سدیم در هر دو گیاه کاهش نسبی داشت. تمامی شاخص‌ها در هر دو گیاه با افزایش شوری اولیه آب‌ها کاهش نسبی از خود نشان داد. این کاهش نسبی در گیاه شورابی به مراتب بیشتر از گیاه زانیشلیا بود و امکان دارد از تفاوت حاصل از ساختار فیزیولوژیک گیاهان حاصل شده باشد؛ چراکه گیاه زانیشلیا تک لپه و گیاه شورابی دو لپه است (قهرمان، ۱۳۷۳). اما به طور کلی، گیاه زانیشلیا توانایی جذب بیشتری نسبت به گیاه شورابی از خود نشان داد.

نتیجه‌گیری

طی دوره ۵ روزه کشت، گیاهان کارایی بالایی در پالایش شوری و سدیم آب‌ها با شوری‌های مختلف از خود نشان دادند. کارایی جذب شوری و سدیم به ترتیب تا حداکثر ۱۵/۹ و ۳۴/۹ درصد در گیاه زانیشلیا ۱۵/۶ و ۲۹/۶ درصد در گیاه شورابی رسید. افزایش جذب شوری در هر دو گیاه با افزایش شوری اولیه نرخ رشد مشابهی داشت. همچنین افزایش درصد سدیم در شوری اولیه آب‌ها همسو با نرخ جذب سدیم در هر دو گیاه داشت اما روند در گیاه شورابی نمود بیشتری داشت. شاخص جذب سدیم در دو گیاه زانیشلیا و شورابی به ترتیب ۱۴۴/۳ تا ۴۴۸/۱ و ۱۲۲/۵ تا ۳۱۹/۹ میلی‌گرم در ظرف برای آب‌های مورد مطالعه به دست آمد. تولید زیست توده گیاه زانیشلیا با افزایش شوری، همچنین غلظت سدیم و بُر تغییر چشمگیری نداشت اما افزایش تولید زیست توده‌ی شورابی با افزایش شوری آب تغییر افزایشی معنی داری داشت. در نهایت باید گفت این روش سبب پالایش کامل شوری و سدیم در کوتاه مدت نمی‌گردد اما مقدار قابل توجهی از آن را از محیط آبی حذف و بازیافت می‌کند. بنابراین، با توجه به ازران و کارا بودن می‌تواند در پالایش آب‌های آلوده موثر باشد.

منابع

۱. آنگلی، ا. مترجم: شریعتی، م.ر. (۱۳۸۲). مهار آلودگی آب ناشی از فعالیت‌های کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۶۸ ص.
۲. پرنیان، ا.، چرم، م.، جعفرزاده‌حقیقی‌فرد، ن.، دیناروند، م. (۱۳۹۳). حذف زیستی کادمیوم به وسیله عدسک آبی (پتانسیل یابی پالایش سبز آب و پساب). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک ۷۰ (۱۸): ۲۹۳-۲۸۳
۳. قهرمان، ا. (۱۳۷۳). کومورفیت‌های ایران (سیستماتیک گیاهی). جلد چهارم. انتشارات دانشگاه تهران. ۶۱۸ ص.

4. APHA, A. (2007). Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation, 560 p.
5. Fox, L., Struik, P., Appleton, B., Rule, J. (2008). Nitrogen phytoremediation by water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms). *Water, air, and soil pollution*, 194(1-4), 199-207.
6. Kirkham, M.B. 2014. Principles of soil and plant water relations, Academic Press. 598 p.
7. Marín, C.M.D.-C. and Oron, G. (2007). Boron removal by the duckweed *Lemna gibba*: a potential method for the remediation of boron-polluted waters. *Water research*, 41(20), 4579-4584.
8. Marschner, H. and Marschner, P. (2012). Marschner's mineral nutrition of higher plants, Academic press. 651 p.
9. Mengel, K., Kosegarten, H., Kirkby, E.A. and Appel, T. (2001). Principles of plant nutrition, Springer Science & Business Media. 849 p.
10. Shelef, O., Gross, A., Rachmilevitch, S. (2012). The use of *Bassia indica* for salt phytoremediation in constructed wetlands. *Water research*, 46(13), 3967-3976.
11. Shelef, O., Gross, A., Rachmilevitch, S. (2013). Role of plants in a constructed wetland: current and new perspectives. *Water*, 5(2), 405-419.
12. Wang, D., Wen, F., Xu, C., Tang, Y., Luo, X. (2012). The uptake of Cs and Sr from soil to radish (*Raphanus sativus* L.)-potential for phytoextraction and remediation of contaminated soils. *Journal of environmental radioactivity*, 110, 78-83.

Remediation of Na and salinity from waters by two hydrophytes (*Zannichellia palustris* L. and *Ruppia maritima* L.)

Amir Parnian¹, Hadis Hatami², Mostafa Chorom³, Nematollah Jaafarzadeh⁴

¹Asistant Professor of National Salinity Research Center (NSRC), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran (amir.parnian86@gmail.com)

²Asistant Professor of National Salinity Research Center (NSRC), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

³Faculty of Agriculture, Department of Soil Science, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran

⁴School of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

Abstract

Saline and contaminated drainages are common problems of Iran's South regions that could be solved by constructed wetlands. But due to high rate of evapotranspiration in the arid and semiarid areas, constructed wetlands become saline. In this study along 120 hours treatment of contaminated drainage waters (three different initial salinity), Na and salinity remediation by two aquatic plants (*Zannichellia palustris* L. and *Ruppia maritima* L.) were examined. The results showed that, these plants uptake high amount of Na and reduced the salinity of the water. Efficiency in both *Z. palustris* and *R. Maritima* for Na removal was respectively 34% and 29%; also plants salinity reduction for both was more than 15%. Na uptake index in *Z. palustris* and *R. maritima* calculated 144.3 to 448.1 mg per pot and 122.5 to 319.9 mg per pot, respectively. *Z. palustris* biomass production measurement index (Pr) has not affected by increasing of salinity and Na but in this range increasing of *R. maritima* Pr observed. According to the study obtained results, waters Na and salinity remediation confirmed and using of these plants proposed to constructed wetland salinization control.

Keywords: Na, Salinity, Aquatic Plants, Phytoremediation

مدیریت پایدار خاک و آب در سایه توجه به مشارکت ذینفعان در پروژه‌ها

محمد رضا بلالی*، سعدی فتح‌الهی گلام‌بحری**

* استادیار بخش تحقیقات شیمی، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاهی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج

** فارق‌التحصیل کارشناسی ارشد توسعه روستایی، دانشگاه تهران، پست الکترونیکی:

(saadifathollahi@ut.ac.ir)

چکیده

امروزه به دلایل مختلف از جمله خشکسالی‌های پی‌درپی، فرسایش بادی و شوری خاک، تخریب اراضی در اثر استفاده بی‌رویه از عرصه‌های طبیعی و بهره‌برداری نامناسب، سرعت تخریب و بهره‌برداری بسیار بیشتر از روند تجدید و احیاء این منابع است و همین مسئله باعث نابودی سطوح گسترده‌ای از منابع و شکنندگی عرصه‌های وسیع‌تر محیط زیست شده است. از این رو حفاظت و بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی بالاخص منابع آب و خاک از اهمیت روزافزونی برخوردار است. این تحقیق به بررسی مفهوم و نقش مشارکت ذی‌نفعان در پروژه‌های خاک و آب برای رسیدن به مدیریت پایدار می‌پردازد و می‌کوشد نقش تعیین‌کننده مشارکت جوامع محلی را در نیل به مدیریت پایدار آب و خاک نشان دهد. با توجه به اهمیت حفاظت از منابع طبیعی تدوین راهبردهای حفاظت و بهره‌برداری پایدار از این منابع به عنوان ضرورتی بنیادی بیش از پیش احساس می‌گردد. در چنین وضعیتی نقش اصلی با روستاییان است که ذی‌نفعان اصلی این منابع در جوامع محلی محسوب می‌شوند. مشارکت مردم در هر پروژه‌ای ضامن اجرا و پایداری آن است و این مسئله در حفاظت از منابع طبیعی از اهمیت بیشتری برخوردار است؛ زیرا مسائل مربوط به محیط زیست و منابع طبیعی با زندگی جوامع محلی آمیخته است و توفیق هر نوع برنامه‌ای نیازمند مشارکت این جوامع خواهد بود. بنابراین نقش مردم در تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی، اجرا، نظارت و ارزشیابی هر برنامه حفاظتی اهمیت حیاتی دارد. از این رو نظام مدیریتی مناسب برای حفاظت از این عرصه‌ها، بایستی بر مبنای مدیریت مبتنی بر مشارکت جوامع محلی بنا نهاده شود.

کلمات کلیدی: مدیریت پایدار، منابع طبیعی، ذینفعان، مشارکت، پروژه

1 نویسنده مسئول: saadifathollahi@ut.ac.ir

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

۱- مقدمه

زمان تجدید نظر نسبت به مفاهیم مصرف و بهره‌برداری منابع خاک و آب و همچنین چگونگی برخورد با محیط‌زیست رسیده؛ چرا که این منابع ارزشمند و حیاتی در حال تخریب هستند (نجفی و همکاران، ۱۳۹۶). امروزه تغییرات طبیعی خاک بسیار کم، ولی دگرگونی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی شدید و عمدتاً منفی و غیرقابل کنترل است (Urushadze Tengizz, 2002). بدین‌سان خاک در طول مقیاس زمانی از دهه‌ها به قرون، تجدیدنشدنی و ضعیف است و چنانچه که با سوءاستفاده و بطور نامناسب مدیریت شود، به آسانی تخریب می‌شود (Lal, 2003). بحران‌های ناشی از آلودگی منابع طبیعی به‌ویژه آب و خاک به عنوان تهدیدی جدی در بحث توسعه پایدار مطرح است (سیار و همکاران، ۱۳۹۷)؛ به طوری که فرسایش و آلودگی آب و خاک و سایر مسائل اکولوژیکی و محیطی مرتبط با آن، در بسیاری از نواحی جهان به سرعت در حال گسترش است (Vicente et al., 2016; Godfray et al., 2010). عده‌ای معتقدند بحران فعلی ناشی از حکمرانی بد و مدیریت نادرست آب و خاک بوده و عواملی نظیر بخشی‌نگری، فقر، فساد، بودجه‌ریزی نادرست، عدم سرمایه‌گذاری و توسعه ناکافی در این بخش، عدم کفایت نهادها و سازمان‌های مرتبط و عدم مشارکت ذی‌نفعان یا نقش‌آفرینان در این بخش را از جمله موانع دستیابی به مدیریت پایدار آب و خاک برمی‌شمارند (بلالی و همکاران، ۱۳۹۰).

طرح و پروژه‌ها به معنی سرمایه‌گذاری، ایجاد ساختار و مجموعه فعالیت‌های فیزیکی، نرم‌افزاری، زیربنایی یا خدماتی است که با اهدافی مشخص طراحی و در زمان و مکانی خاص اجرا می‌شود (شریف‌زادگان، ۱۳۸۲). این طرح‌ها که مداخله‌ی برنامه‌ریزی شده‌ی نهادهای عمومی و خصوصی در محیط طبیعی و اجتماعی به شمار می‌آیند، ابزاری برای رشد و توسعه‌ی جوامع هستند و قصد دارند رفاه مادی و معنوی انسان‌ها را ارتقا بخشند (Yang, 2005). غلبه‌ی برداشت اقتصادی در ارزیابی طرح‌های توسعه، اولویت یافتن صداهای قدرتمندتر در جریان سیاست‌گذاری‌ها و بی‌توجهی به گروه‌های حاشیه‌ای و محروم، درک ناقص از روابط متقابل و سیستمی میان موضوعات انسانی، کالبدی و زیست‌محیطی و سرانجام هزینه‌های تحمیل شده به جوامع محلی به سبب این بی‌توجهی‌ها که در نهایت پایداری توسعه و عدالت اجتماعی را تهدید می‌کند، موجب ظهور پارادایم مدیریت پایدار شد (فاضلی، ۱۳۸۹). بنابراین نظر به روند تخریب منابع طبیعی بالاخص منابع تولید کشاورزی (آب و خاک) و استفاده و بهره‌برداری نامناسب از این منابع و نیز حجم گسترده‌ای که این منابع جهت اصلاح و بازسازی طلب می‌کنند، دستگاه‌های دولتی حتی با چندین برابر ظرفیت فعلی قادر نخواهند بود حتی بخش معدودی از آن را حفاظت و احیا کنند؛ کما این‌که گستردگی و توسعه روزافزون تشکیلات اداری در طی چند دهه اخیر نتوانسته است قدم چشمگیری در این زمینه بردارد، بنابراین تنها با استمداد از نیروهای عظیم مردمی است که می‌توان در این راه قدم نهاد. مشارکت عمومی و فراگیر یک جامعه، یک محله یا یک گروه اجتماعی در تصمیم‌گیری‌ها، برنامه‌ریزی‌ها و کلیه فعالیت‌ها و اموری که به گونه‌ای با اهداف توسعه ملی و منطقه‌ای مرتبط است مورد توجه بسیاری از صاحب‌نظران توسعه، برنامه‌ریزی و مدیریت قرار گرفته است. مشارکت در فرآگرد توانمندسازی جوامع محلی، بر سه ارزش بنیادی تسهیم کردن مردم در قدرت، راه دادن مردم به نظارت بر سرنوشت خویش و بازگشودن فرصت‌های پیشرفت به روی ذی‌نفعان تأکید دارد (طوسی، ۱۳۷۹). مشارکت به عنوان فرآیند تعاملی چند سویه مطرح می‌شود که مداخله و نظارت مردم و قابلیت سیاسی - اجتماعی نظام را در دستیابی به توسعه همراه با عدالت اجتماعی، در پی خواهد داشت (صالحی‌عمران و حسن‌زاده، ۱۳۹۴). جوامع محلی تمایل به مشارکت و نقش داشتن در فعالیتی را دارند که یک منفعت خالص مثبت برای آن‌ها داشته باشد (فلاح و همکاران، ۱۳۹۷). مشارکت جوامع محلی در مدیریت پایدار به عنوان یک ابزار مهم برای حفاظت مناسب از منابع طبیعی است (Rahut et al., 2016; Bell et al., 2012; Fabiyai, 1983). تقویت و ایجاد مشارکت مردمی در پروژه‌ها و برنامه‌های توسعه جریانی پویا و در عین حال توان‌فرسا و نیازمند صبوری،

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

صداقت و احساس توافق جویی است تا بتواند ذی‌نفعان و مخاطبان پروژه را با یک‌دیگر نزدیک کند تا با هم کار کنند و به انسان‌هایی متفکر و خلاق تبدیل شوند.

فرسایش خاک و تخریب منابع آبی کشور، یکی از مهمترین مشکلات محیطی در میان اشکال مختلف فرسایش سرزمین است که چالش و تهدیدی جدی بر امنیت غذایی و چشم‌انداز توسعه‌ی آینده کشور است (Wagayehu & Lars, 2003). طبق آمار موجود سالانه ۱۰۰ هزار هکتار مرتع و ۹۰ هزار هکتار از جنگل‌های ایران تخریب می‌شوند و فرسایش خاک نیز از یک میلیارد تن در سال ۱۳۵۱ به ۲/۵ میلیارد تن در سال ۱۳۷۲ و ۴ میلیارد تن در سال ۱۳۸۲ افزایش یافته است (روستا و حاجی‌آبادی، ۱۳۹۲). این امر باعث می‌شود سالانه حدود ۷۶ میلیارد دلار مواد غذایی در خاک از بین برود و هزاران سال زمان لازم است تا دوباره قشر کمی از خاک روی سنگ‌های مادری تشکیل شود. تداوم روند تخریب منابع طبیعی به‌ویژه منابع آب و خاک در برخی کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، بازبینی کنونی مدیریت این منابع را برای توسعه پایدار ضروری ساخته است (شادی‌طلب، ۱۳۸۱). برای جبران این نقیصه الگوی مدیریت پایدار منابع طبیعی وارد ادبیات توسعه و مدیریت شده است (Sunderlin, 2006). در این الگو استفاده چند کارکردی و توجه به ارزش‌های غیرتجاری منابع طبیعی و ابعاد اجتماعی به عنوان راهبرد مدیریت پایدار خاک و آب و همچنین توجه به نیازها و تضمین معیشت پایدار جامعه محلی و مشارکت آنان در پروژه‌ها و در نهایت توانمندسازی ذی‌نفعان، مدنظر می‌باشد (Slee, 2007)؛ زیرا مدیریت پایدار پیش از ابعاد فنی، نیازمند فعالیت‌های درون‌زا و اجتماع محور، طراحی نهادی و ارزیابی اجتماعی و اقتصادی است (Plummer & FitzGibbon, 2006). در ایران علیرغم تجربه بیش از ۶۰ سال برنامه‌ریزی توسعه، به دلیل غلبه اقتصاد نفتی و سایر عوامل دیگر که ریشه تاریخی و ساختاری دارند، برنامه‌های توسعه نتوانسته است مظاهر عقب‌ماندگی را در اجتماعات محلی و به‌خصوص روستایی کاهش دهد (حسن‌زاده و ایزدی، ۱۳۸۸). وجود فقر و نابرابری، محرومیت از امکانات و خدمات اساسی و تخریب روزافزون محیط‌زیست و منابع طبیعی و عدم مشارکت در طرح‌های توسعه از نشانه‌های این وضعیت است. اگرچه بررسی‌ها از وجود برنامه‌های گسترده و در عین حال پراکنده طی سال‌های پس از انقلاب در زمینه‌های مختلف در زمینه برنامه‌های روستایی حکایت می‌کند (جدول ۱-۱).

جدول ۱-۱. جایگاه روستا در برنامه‌های کلان توسعه بعد از انقلاب اسلامی

عنوان برنامه	اهداف و سیاست‌های کلی برنامه‌های توسعه در زمینه توسعه روستایی
برنامه اول	ایجاد رشد اقتصادی در جهت افزایش تولید سرانه، اشتغال مولد و کاهش وابستگی اقتصادی. تلاش در جهت تأمین و ارتقای سطح سلامت افراد تأمین حداقل نیازهای اساس عامه مردم سازماندهی فضای و توزیع جغرافیایی جمعیت و فعالیتها، متناسب با مزیت‌های نسبی هر منطقه در برنامه پنج ساله دوم توسعه (۷۸-۱۳۷۴).

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

توسعه یکپارچه فضاهای دارای ظرفیت بالقوه رشد روستایی
بهبود کیفیت زیست، اصلاح ساختار کالبدی و بهبود کیفیت سکونتگاه‌های روستایی.
ارتقاء نقش روستاییان در اداره امور روستاها.
ارتقاء ظرفیت اشتغال‌زایی صنایع کوچک و دستی در محیط‌های روستایی.
برقراری تناسب بین ارائه خدمات جمعیت روستایی.
اصلاح الگوی استقرار جمعیت در نواحی روستایی.
اصلاح ساختار کالبدی سکونتگاه‌های روستایی.
تنوع‌بخشی به فعالیت‌های تولیدی.
ایجاد شرایط لازم جهت واگذاری امور روستاها به نهادهای مدیریتی و مردمی.
ارتقای مهارت فنی و افزایش بهره‌وری روستائیان.

برنامه دوم

ساماندهی عمران روستاها با توجه به نقش و عملکرد اقتصاد روستایی از طریق تحول ساختاری در نظام تولید.
حمایت از ایجاد دخالت‌های تأمین‌کننده اعتبارات خرد.

تجدید سازمان تشکیلات کنونی عمران روستایی

برنامه سوم

سطح‌بندی و ارائه خدمات و تجهیز فضاهای روستایی کشور طبق استانداردهای ضوابط خدمات‌رسانی و نتایج طرح‌های مصوب توسعه و عمران منطقه‌ای.
تهیه و اجرای برنامه‌های راهبردی، ساختاری و عملیاتی به منظور توسعه هماهنگ و یکپارچه مناطق توسعه نیافته با استفاده از منابع و امکانات موجود.

ظرفیت‌سازی جهت تسریع در رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی روستاها.
تنوع‌بخشی به فعالیت‌های اقتصادی روستاها با تأکید بر بخش کشاورزی.
رشد و توسعه اقتصاد روستاها از طریق بهره‌برداری بهینه از منابع موجود.
توسعه اقتصادی - اجتماعی روستاها با تأکید بر توسعه زیرساخت‌های اجتماعی، نهادهای محلی و مشارکت مردمی در
فرایند تصمیم‌سازی و توسعه امور محلی.
توسعه زیرساخت‌های موردنیاز بخش کشاورزی در روستاها.
بهبود وضعیت مدیریت توسعه روستایی در سطوح ملی، منطقه‌ای و محلی.
توسعه شبکه خدمات مالی محلی روستایی.

برنامه چهارم

توزیع متعادل سرمایه‌گذاری و خدمات رفاهی.

استفاده و بهره‌برداری کامل از تأسیسات ایجاد شده از گسترش برنامه‌های آموزش همه‌جانبه روستایی به منظور ایجاد زمینه پذیرش پدیده‌های نو جهت سازندگی و توسعه مداوم دهات و تحکیم مبانی فرهنگ و استقلال ملی.

برنامه پنجم

مأخذ: (موسوی و همکاران، ۱۳۹۸)

بنابراین راهبردهای گذشته در زمینه توسعه روستایی و کشاورزی موفقیت‌آمیز نبوده و نتوانسته است که امنیت غذایی را تحقق ببخشد و در عین حال پایداری محیط‌زیست و منابع طبیعی را تأمین نماید. به همین دلیل برنامه و طرح‌های توسعه بخش کشاورزی و روستا همچنان با چالش‌های عمده‌ای در قرن ۲۱ مواجه گردیده است (کلانتری و همکاران، ۱۳۸۶). مشارکت‌ذی‌نفعان در پروژه‌ها و برنامه‌های توسعه بخش کشاورزی از اهمیت بسزایی برخوردار است؛ به طوری که اثرات و میزان حصول نتایج را از زاویه دید افراد مستقر در محل بازتاب داده و همچنین درک و فهم نسبتاً یکسانی از موضوع برای

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

افراد درگیر در مسئله ایجاد می‌کند. همچنین ضمن مشخص کردن میزان انطباق و سازگاری نتایج پروژه و برنامه‌های توسعه محلی نسبت به طرح‌های قبلی، میزان پذیرش تغییرات آبی را نیز روشن می‌کند (Lockie et al., 2009). بر همین اساس غالب پژوهشگران و سیاستگذاران نیز مدیریت پایدار مبتنی بر مشارکت اجتماعی را به عنوان بهترین گزینه برای کاهش چالش‌های حال و آینده منابع تولید کشاورزی مورد حمایت قرار داده و بر این نکته تأکید دارند که مدیریت پایدار آب و خاک باید بتواند همزمان به دو هدف پشتیبانی منابع تولید (آب و خاک) مورد نیاز فعالیت‌های کشاورزی برای دستیابی به امنیت غذایی و همچنین حفظ محیط زیست مرتبط با آن، دست یابد (Niu et al., 2016; Girard et al., 2015).

اهمیت مشارکت در طرح‌ها و پروژه‌ها تا به حدی است که در سند منابع طبیعی در افق ۱۴۰۴، یکی از شاخص‌ها نسبت مشارکت‌پذیری مردم در امر حفاظت از منابع طبیعی می‌باشد که بر اساس پیش‌بینی صورت گرفته تا پایان ۱۴۰۴، این نسبت باید به ۱۰۰ درصد ارتقاء یابد (سازمان جنگل‌ها مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۸۷). بنابراین پرداختن به موضوع مشارکت و گرایش به سمت مدیریت پایدار می‌تواند گام مؤثری جهت حرکت در راستای سیاست‌های مذکور باشد. بنابراین پیوند دانش مردم و سیاست‌گذاری‌ها، توزیع اطلاعات در میان ذی‌نفعان و سهمی شدن همه آنان در مبادله اطلاعات موجب ایجاد شور و اشتیاق در جامعه محلی به دلیل توجه به آن‌ها و افزایش توان اثرگذاری بر تصمیم‌گیری‌ها می‌شود و از ابعاد زیر دارای اهمیت است:

- فراهم کردن فرصت برای اطلاع‌یابی از آگاهی و یافته‌های اعضای اجتماع مرتبط با پروژه
- مبادله و تسهیم دانش و دیدگاه‌های هر یک از اعضا و ارائه‌ی طیف وسیعی از راه‌حل‌ها
- ارزیابی از روند تغییرات و شرایط و بسترهای اجتماعی پروژه
- استفاده از قضاوت اعضا در ارزیابی اثرات گزیدارهای مورد بررسی
- دریافت ایده‌های اعضا درباره توانمندی‌های هر یک از راهبردها در کاهش اثرات منفی اجتماعی (Becker et al., 2003).

مواد و روش‌ها

این نوشتار که مطالعه‌ای کتابخانه‌ای به شمار می‌رود، از لحاظ هدف پژوهش، کاربردی و از نوع توصیفی – تحلیلی است. برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز، از روش اسنادی و مطالعات کتابخانه‌ای استفاده شده و از طریق مراجعه به کتب، مجلات علمی و پژوهشی داخلی و خارجی و پایگاه‌های علمی، منابع و اطلاعات مورد نیاز استخراج گردیده است. پس از بررسی دقیق همه‌ی منابع شناسایی شده به لحاظ محتوایی و روش‌شناختی، اطلاعات حاصل از مطالعات، سازمان‌دهی و دسته‌بندی موضوعی شده و مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. برای تحلیل مسائل و تشریح و تبیین اهمیت مسأله نیز از رویکردی هدفمند استفاده شده است.

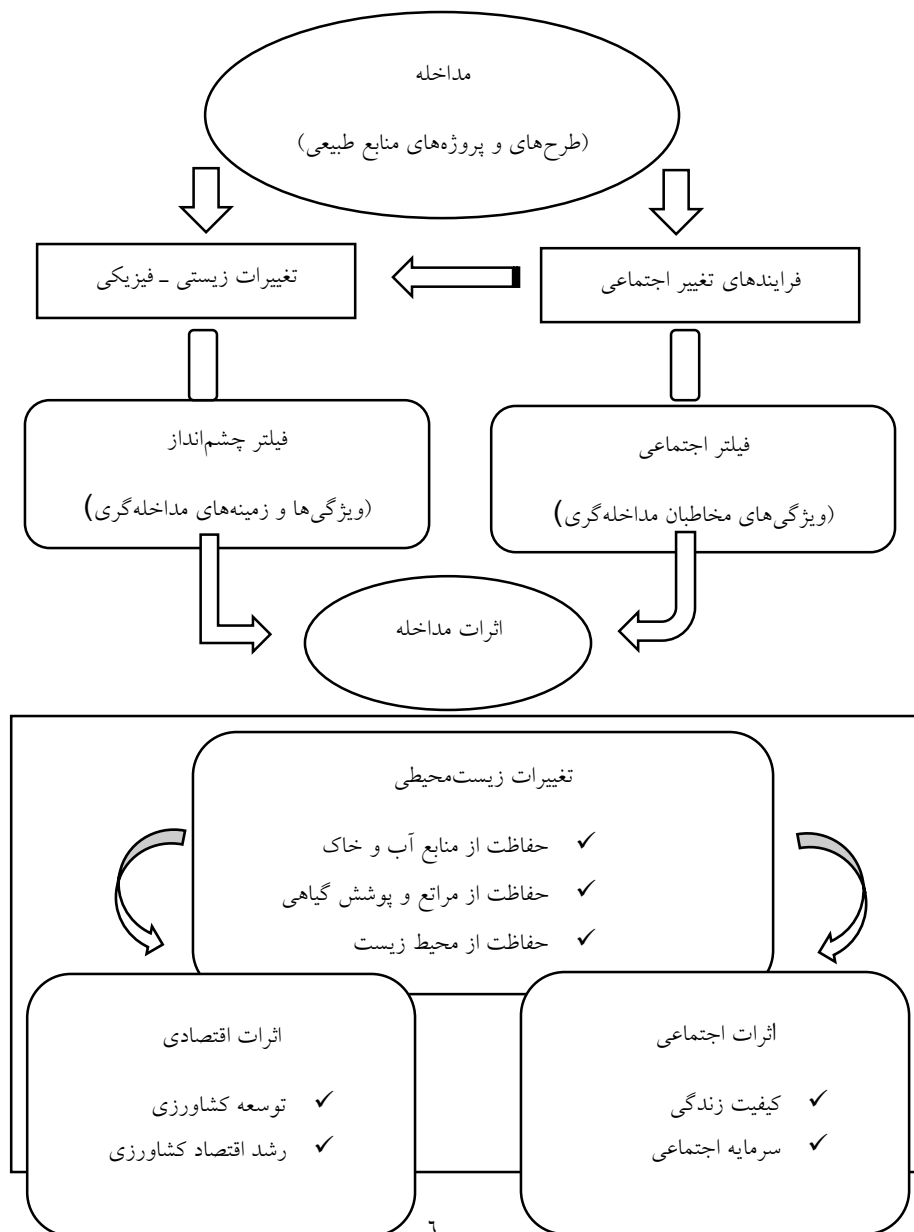
بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت حفاظت از منابع خاک و آب، تدوین راهبردهای حفاظت و بهره‌برداری پایدار از این منابع به عنوان ضرورتی بنیادی بیش از پیش احساس می‌گردد. در چنین وضعیتی نقش اصلی با مردم و جوامع محلی است که ذی‌نفعان اصلی این منابع محسوب می‌شوند. به بیانی دیگر راهبرد اصلی عملی کردن توسعه پایدار کشاورزی تأکید بر عوامل دارد که بیشتر جنبه مشارکتی با جوامع دارد. تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی از بالا به پایین در تدوین پروژه‌های حفاظت از منابع خاک و آب و عدم

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

توجه به توانمندی‌های مردم، شیوه مناسبی برای حفاظت پایدار از این منابع نخواهد بود. چنان که دیدگاه حفاظتی تأکید و توسل به نیروهای حفاظتی و محیط‌بانی نه تنها در حفاظت از عرصه‌ها موفق نشده بلکه به نحوی موجب تحریک مردم نیز بوده است (اکبری‌زاده، ۱۳۹۴). بسیاری از محققان و صاحب‌نظران بر این باورند که مشارکت و آگاهی مردم از اهمیت آب و خاک، در نگهداری و حفاظت از آن ضروری است (Fakoya et al., 2007). نتایج مطالعات مقایسه‌ای در زمینه پروژه‌های توسعه غیرمشارکتی در اکثر نقاط دنیا بیانگر اهمیت ساختار مشارکت و توجه به فرهنگ اجتماعی است (اکبری‌زاده، ۱۳۹۴).

طرح‌ها و پروژه‌های توسعه در منابع طبیعی موجب ایجاد تغییرات اجتماعی مانند اشتغال، افزایش درآمد و تغییرات بیوفیزیکی مانند کاهش فرسایش خاک و ارتقای شاخص‌های زیست‌محیطی می‌شوند. تغییرات اجتماعی نظیر افزایش درآمد باعث تغییرات درجه دوم مانند افزایش سرمایه‌گذاری بهره‌برداران در طرح‌های مذکور و در نتیجه تغییرات بیوفیزیکی می‌شوند (Vanclay, 2002). البته اثرات این مداخله‌گری‌ها بر همه ذی‌نفعان به یک اندازه نیست و تغییرات با عبور از فیلترهای محیط اجتماعی و انسانی، تأثیرات مختلفی به وجود می‌آورند (شکل ۱-۱).



هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

شکل ۱-۱. مدل مفهومی اثرات مدیریت طرح‌های منابع طبیعی (Vancklay, 2002).

سیاست‌ها و طرح‌های توسعه در بسیاری از موقعیت‌ها تأمین کننده نیاز مردم نیست و گروه‌های میزبان و همجوار با طرح‌ها، از دسترسی به منافع آن‌ها محروم می‌مانند. اما در مقابل سرمایه‌داران بیرونی حقوق انحصاری در این زمینه می‌یابند و این امر روند آسیب‌پذیری بهره‌برداران را محلی را تشدید می‌کند (کرمی و رضایی‌مقدم، ۱۳۹۴). این روند ناپایدار به سبب قدرت اثرگذاری محدود و امکان مشارکت ضعیف گروه‌های آسیب‌پذیر در تنظیم و اجرای سیاست‌های توسعه است. از این‌رو، پایداری اجتماعی (مشارکت و عدالت) و سیاسی (قانون، برنامه و سازمان) ابعاد مهمی هستند که در فرآیند توسعه باید مدنظر قرار گیرند (نجفی و زاهدی، ۱۳۸۴). بر همین اساس بیندولوهیو و همکاران (۱۹۹۷) مشارکت مردمی را یکی از جنبه‌های نهادی مهم در اثربخشی بیشتر پروژه‌های توسعه بخش کشاورزی ذکر می‌کند. وی برای توجیه نظر خود یادآور می‌شود که بیشتر پروژه‌های توسعه بر افراد و گروه‌های مختلفی که دارای علایق و منافع متفاوتی هستند، تأثیر می‌گذارند و چون مشارکت مردمی فرصت بیان این نظرات و خواسته‌ها را برای مردم فراهم می‌آورد، باید در ارزیابی‌های اثرات اجتماعی که به منظور پیش‌بینی اثرات و منافع پروژه قبل از اجرا صورت می‌گیرد، به عنوان یکی از موضوعات بدیهی و نهادینه در راستای ارتقای اثربخشی توجه کرد (ویس و لیاقتی، ۱۳۸۷). در واقع مشارکت مردمی این اطمینان را ایجاد می‌کند که هدفی که باید تحلیل شود، حذف یا کاهش یافته، یا به حداقل رسیده و یا اثرات منفی قابل پیش‌بینی مرتبط با نگرانی‌های مردم محلی مشخص شده و به طرز دقیقی ارزش‌ها و اولویت‌های مردم محلی منعکس شود (European Commission, 2000).

اهمیت مشارکت در طرح‌ها و پروژه‌ها تا به حدی است که در سند منابع طبیعی در افق ۱۴۰۴، یکی از شاخص‌ها نسبت مشارکت‌پذیری مردم در امر حفاظت از منابع طبیعی می‌باشد که بر اساس پیش‌بینی صورت گرفته تا پایان ۱۴۰۴، این نسبت باید به ۱۰۰ درصد ارتقاء یابد (سازمان جنگل‌ها مراتع و آب‌خیزداری کشور، ۱۳۸۷). بنابراین پرداختن به موضوع مشارکت و گرایش به سمت مدیریت پایدار می‌تواند گام مؤثری جهت حرکت در راستای سیاست‌های مذکور باشد. بنابراین پیوند دانش مردم و سیاست‌گذاری‌ها، توزیع اطلاعات در میان ذی‌نفعان و سهیم شدن همه آنان در مبادله اطلاعات موجب ایجاد شور و اشتیاق در جامعه محلی به دلیل توجه به آن‌ها و افزایش توان اثرگذاری بر تصمیم‌گیری‌ها می‌شود و از ابعاد زیر دارای اهمیت است:

- فراهم کردن فرصت برای اطلاع‌یابی از آگاهی و یافته‌های اعضای اجتماع مرتبط با پروژه
- مبادله و تسهیم دانش و دیدگاه‌های هر یک از اعضا و ارائه‌ی طیف وسیعی از راه‌حل‌ها
- ارزیابی از روند تغییرات و شرایط و بسترهای اجتماعی پروژه
- استفاده از قضاوت اعضا در ارزیابی اثرات گزیدارهای مورد بررسی
- دریافت ایده‌های اعضا درباره توانمندی‌های هر یک از راهبردها در کاهش اثرات منفی اجتماعی (Becker et al., 2003).

به بیانی دیگر راهبرد اصلی عملی کردن مدیریت پایدار در بخش روستایی و کشاورزی تأکید بر عواملی داشته که بیشتر جنبه مشارکتی با جوامع محلی دارند. یکی از مهم‌ترین عوامل رشد و توسعه اجتماعی - اقتصادی یک جامعه به ویژه در جوامع روستای نقش و حضور فعالانه مردم در کارها و فعالیت‌های مربوط به روستای خود است. بدون همیاری و مشارکت مردم

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

توسعه مفهومی نخواهد داشت، چرا که هر گامی که در راه رشد و توسعه برداشته می‌شود، باید با همراهی مردم انجام گیرد. لذا اولین گام برای رسیدن به مدیریت پایدار، بسیج جوامع محلی و جلب مشارکت مردمی در کلیه سطوح است. مطمئناً بدون حضور و مشارکت جوامع محلی، کلیه اقدامات انجام شده در زمینه حفظ و احیای منابع طبیعی بی‌اثر و بی‌نتیجه خواهد بود؛ چرا که حیات و معیشت ذی‌نفعان اصلی که همانا مردم می‌باشند، وابسته به منابع طبیعی و محیط‌زیست است. گام بعدی هماهنگی و همکاری بین مردم و مسئولین بوده و تا زمانی که مسئولین به این باور نرسیده باشند که حضور مردم در کلیه برنامه‌ریزی‌های توسعه روستایی امری اجتناب‌ناپذیر است، دستیابی به مدیریت پایدار در پروژه‌های بخش کشاورزی امکان‌پذیر نخواهد بود.

پروژه‌های منابع طبیعی بدون شک دارای اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر رفتارهای اقتصادی و اجتماعی روستاییان و بهره‌برداران هستند که شناخت این اثرات و تعیین نقاط قوت و ضعف آن می‌تواند در چگونگی اجرای بهتر و مناسب‌تر این گونه عملیات و پروژه‌های در آینده مثمرتر واقع شود. در واقع این مکانیسم (شناخت) ابزار اجرایی مهمی برای مدیران و مجریان این گونه برنامه‌ها محسوب می‌شود؛ زیرا نه تنها پیشرفت برنامه‌ها را اندازه‌گیری و تبیین می‌کند، بلکه آثار این گونه سیاست‌ها و پروژه‌های را بر گروه‌های مختلف به ویژه روستاییان مشخص می‌سازد. این طرح‌ها می‌تواند به نوبه خود تأثیر بسیار زیادی در پیشبرد اهداف طرح‌های توسعه‌ای داشته و حتی موجب افزایش سودآوری اقتصادی طرح می‌گردد. از طرف دیگر مطالعات نشان می‌دهد بسیاری از مشکلات و موانع به وجود آمده در مسیر اجرای پروژه‌ها به دلیل قضاوت‌های سطحی در مورد افراد و گروه‌های درگیر و ذی‌نفع در پروژه و عدم تعامل مناسب با آن‌ها و بر اساس انتظارات و ارزش آن‌ها بوده است. این نوع قضاوت‌ها، موجب نادیده گرفتن گروه‌های ذی‌نفع و مرجع و در نتیجه موجب بروز مشکلات فراوان و تحمیل زیان‌های فراوان بر سر پروژه‌های ملی و منطقه‌ای می‌شود. نیاز به تحلیل مناسب اجتماعی برای پروژه‌های توسعه‌ای از طبیعت خود فرآیند توسعه اقتصادی سرچشمه می‌گیرد. فرآیند اقتصادی در یک خلأ روی نمی‌دهد، بلکه همواره در یک پس زمینه اجتماعی جای می‌گیرند که جهت و شکل نتایج آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین می‌توان بیان کرد که وقتی تأثیرات اجتماعی در اقدامات توسعه‌ای لحاظ نمی‌شود، اجرای موفقیت‌آمیز آن‌ها نیز به علت طیفی از مسائل نظیر مقاومت مردمی، عدم مشارکت در پیشبرد اقدامات یا عواقب ناشی از تأثیرات منفی میسر نمی‌شود. اقدامات توسعه‌ای در عین حال که می‌توانند نتایج خوشایندی داشته باشند، قادرند انبوهی از مسائل نظیر فرسایش سرمایه اجتماعی، تخریب زیست‌محیطی، ایجاد تضاد میان دولت و مردم، آسیب‌های اجتماعی، نقض حقوق مردم و ایجاد تبعیض‌های اجتماعی را نیز به همراه داشته باشند. مسائل مربوط به هر یک از این مقولات دقیقاً ضد توسعه‌ای محسوب می‌شوند. سیاست‌گذاران مناطق روستایی نیز اکنون به اهمیت این مسئله کاربرد اطلاعات اقتصادی - اجتماعی در تجزیه و تحلیل سیاست‌های توسعه روستایی پی برده‌اند و می‌دانند که با استفاده از این اطلاعات، برنامه‌ها از اثرات بیشتری برخوردار است.

منابع:

- ۱- بلالی، محمدرضا، کنولارتز، ژوزف و کورتهالز، میشل (۱۳۹۰)، مدیریت بازتابی اراضی و آب در ایران، ارتباط فناوری، حکمرانی و فرهنگ، *مجله پژوهش آب در کشاورزی*، ب، جلد ۲۵، شماره ۱، صص ۲۰-۱.
- ۲- نجفی، پویا، طلایعہ خادامیان و بلالی، محمدرضا (۱۳۹۶)، بررسی عوامل جامعه‌شناختی گذار از مشارکت سنتی به مشارکت مدرن در راستای مدیریت پایدار خاک و آب در ایران، *سومین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه*، اسفند ۱۳۹۶، کرج ایران.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

- ۳- سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور (۱۳۸۷)، *سند توسعه منابع طبیعی و آبخیزداری در افق ۱۴۰۴*، دفتر برنامه‌ریزی و بودجه، تهران: نشر پونه، ص ۴۳.
- ۴- صالحی عمران، ابراهیم و حسن‌زاده، سودابه (۱۳۹۴)، تحلیل جامعه‌شناختی عوامل مؤثر بر میزان مشارکت مردم در ساخت فضاهای آموزشی، *فصلنامه مطالعات توسعه‌ی اجتماعی - فرهنگی*، دوره چهارم، شماره ۳، صص ۳۹-۵۸.
- ۵- موسوی، میرستار، کریم‌زاده، حسین، آقایی‌هیر، محسن و خالقی، عقیل (۱۳۹۸)، آسیب‌شناسی برنامه‌های توسعه در بخش روستایی با روش آمیخته (مورد مطالعه: شهرستان ورزقان)، *فصلنامه پژوهش‌های روستایی*، دوره ۱۰، شماره ۱، صص ۱۶۳-۱۴۹.
- ۶- کلانتری، خلیل، اسدی، علی، شعبانعلی‌فمی، حسین و چوپچیان، شهلا (۱۳۸۶)، چالش‌های عمده توسعه روستایی در ایران برای دستیابی به توسعه پایدار، *فصلنامه تخصصی جامعه‌شناسی*، سال دوم، شماره ۴، صص ۱۲۰-۱۰۳.
- ۷- سیار، لیلا، نادری‌مهدی، کریم و موحدی، رضا (۱۳۹۷)، راهکارهای مدیریت پایدار آب کشاورزی (مورد مطالعه استان همدان)، *فصلنامه پژوهش‌های روستایی*، دوره ۱۰، شماره ۱، صص ۶۷-۷۷.
- ۸- طوسی، محمدعلی (۱۳۷۹)، «مشارکت به چه معناست؟»، *فصلنامه مدیریت دولتی*، دوره جدید، شماره ۱۳.
- ۹- نجفی، غلامعلی و زاهدی، شمس‌السادات (۱۳۸۴)، مسائل پایداری کشاورزی در ایران، *فصلنامه جامعه‌شناسی ایران*، سال ششم، شماره ۲، صص ۸۲-۷۵.
- ۱۰- کرمی، غلامحسین و رضایی‌مقدم، کوروش (۱۳۹۴)، ارزیابی تأثیر اجتماعی: رویکردی نوین در مدیریت پایدار برنامه‌های توسعه، *فصلنامه مطالعات توسعه اجتماعی - فرهنگی*، دوره چهارم، شماره ۲، صص ۱۹۶-۱۶۹.
- ۱۱- فاضلی، محمد (۱۳۸۹)، ارزیابی تأثیرات اجتماعی، *تهران: جامعه‌شناسان*.
- ۱۲- شادی‌طلب، ژاله (۱۳۸۱)، ابعاد اجتماعی در مدیریت جنگل، *فصلنامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه*، دوره‌ی دهم، شماره‌ی ۳۷، صص ۲۲۰-۱۹۳.

- 13- Yang, J.C. (2005). Impact measurement for public investments evaluation an application to Korea. *Journal of Policy Modeling*, 27(5):535-551.
- 14- Vanclay, F. (2002). Conceptualising social impacts. *Environmental Impact Assessment Review*, 22(3):183-211.
- 15- European Commission. (2000). Public participation and Consultation. *Environmental Integration Manual: Good Practice in EIA/ SEA*. Gibb Ltd., 239 (www.gibbltd.com).
- 16- Bell, S., S. Morse & R. A. Shah, (2012). Understanding stakeholder participation in research as part of sustainable development, *Journal of Environmental Management*, 101: 13-22.
- 17- Fabiyi, Y. L., (1983). The adoption of cooperative structures to the development of Nigerian agriculture: The problems of managing group farming cooperatives, *Agricultural Administration*, 12(4): 219-235.
- 18- Rahut, D. B., A. Ali & B. Behera, (2016). Household participation and effects of community forest management on income and poverty levels: Empirical evidence from Bhutan, *Forest policy and Economics*, 61: 20-29.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

- 19- Becker, D.R., Harris, C.C., McLaughlin, W.J. & Nielsen, E.A. (2003). A participatory approach to social impact assessment: The interactive community forum. *Environmental Impact Assessment Review*, 23(3):367-382.
- 20- Lockie, S., Franettovich, M., Petkova-Timmer, V., Rolfe, J. & Ivanova, G. (2009). Coal mining and the resource community cycle: A longitudinal assessment of the social impacts of the Coppabella coal mine. *Environmental Impact Assessment Review*, 29(5): 330-339.
- 21- Vicente, D.J., Rodríguez-Sinobas, L. Garrote, L. and Sánchez, R. (2016). Application of the system of environmental economic accounting for water SEEAW to the Spanish part of the Duero basin: Lessons learned. *Science of the Total Environment*, 563– 564, 611–622.
- 22- Plummer, R. & FitzGibbon, J. (2006). People matter: The importance of social capital in the co-management of natural resources. *Natural Resource Forum*, 30(1):51-62.
- 23- Sunderlin, W.D. (2006). Poverty alleviation through community forestry in Cambodia, Laos, and Vietnam: An assessment of the potential. *Forest Policy and Economics*, 8(4):386–396.
- 24- Slee, B. (2007). Social indicators of multifunctional rural land use: The case of forestry in the UK. *Agriculture, Ecosystems, Environment*, 120(1):31-40.
- 25- Urushadze Tengizz, F. (2002). *Soil in space and time: Realities and challenge for 21st century*. Thailand: Key book of 17th WCSS.
- 26- Lal, R. (2003). Cropping systems and soil quality. In A. Shrestha (Ed.), *Cropping systems: Trend and advances* (pp. 33-52). NY: Food Products Press.
- 27- Niu, G., Li, Y.P., Huang, G.H., Liu, J., and Fan, Y.R. (2016). Crop planning and water resource allocation for sustainable development of an irrigation region in China under multiple uncertainties. *Agricultural Water Management*, 166, 53–69.
- 28- Girard, C., Rinaudo, J.-D., Pulido-Velazquez, M., Caballero, Y., (2015). An interdisciplinary modelling framework for selecting adaptation measures at the river basin scale in a global change scenario. *Environ. Model. Softw.* 69, 42-54.
- 29- Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327 (5967), 812–818. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1185383>.
- 30- Wagayehu, and Lars D. (2003). *Soil and Water Conservation Decision of Subsistence Farmers in the Eastern Highlands of Ethiopia: a case study of the Hunde-Lafto*.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

بررسی تأثیر موقعیت و جهت شیب بر عملکرد و کیفیت چای در منطقه چایکاری ایران

علی فاطمی چوکامی^۱، احسان کهنه^۲، سید تقی میرقاسمی^۳ و عبدالرضا علیدوست سحرخیز^۴

۱- محقق گروه پژوهشی فناوری و مدیریت تولید چای، پژوهشکده چای، fatemi.chokami@gmail.com

۲- هیات علمی گروه پژوهشی فناوری و مدیریت تولید چای، پژوهشکده چای.

۳- محقق گروه پژوهشی فناوری و مدیریت تولید چای، پژوهشکده چای.

۴- کارشناس گروه پژوهشی فناوری و مدیریت تولید چای، پژوهشکده چای

چکیده

عملکرد و کیفیت چای در امتداد موقعیت های مختلف شیب در منطقه مرکزی استان گیلان مورد بررسی قرار گرفت. برگ سبز چای به عنوان شاخص عملکرد و تعیین کیفیت چای در سه موقعیت شیب یعنی، قله شیب، شانه شیب و شیب پشتی در دو جهت شیب (شمالی و جنوبی) جمع آوری شد. این بررسی در قالب طرح آشیانه ای در سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد عملکرد چای از نظر وزن خشک برگ در موقعیت های مختلف شیب تفاوت معنی داری نداشت. ولی جهت های مختلف بر تولید چای نقش داشتند بطوری که مقایسه میانگین نشان داد شیب شمالی بیشترین میزان وزن تر، وزن خشک و درصد وزن خشک را داشتند. همچنین نتایج کیفی اندازگیری شده نشان داد که بین میزان کاتچین، اپی کاتچین و اپی کاتچین-گالات در نمونه های چای مورد بررسی اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد وجود داشته است اما میزان کاتچین در شیب های مختلف تفاوت معنی داری نداشت، در حالی که میزان اپی کاتچین و اپی کاتچین-گالات در نمونه های چای در شیب جنوبی بیشتر از شیب شمالی در برگ چای بود.

واژه های کلیدی: جهت شیب، چای، عملکرد، فلاونوئید، موقعیت شیب.

مقدمه

یکی از مهم ترین محصولات منطقه شمال ایران گیاه چای (*Camellia sinensis*) می باشد. سطح زیر کشت آن در ایران ۳۴۶۵۰ هکتار و حدود ۳۰۳۸۱ هکتار آن در استان گیلان کشت می شود (اخوت، ۱۳۷۷). برگ های چای حاوی ترکیبات متفاوت شامل پروتئین، قند، اسیداسکوربیک، ویتامین B، بازهای پورینی، کافئین، ترکیبات گلیکوزیدی، تریپنوییدی، ترکیبات معطر و ترکیبات فنلی می باشد (شریفانی و همتی، ۱۳۸۵). که در بین ترکیبات فنلی انواع فلاونوئیدها موجود می باشد که در بین آنها فلاون ها شامل کاتچین، اپی کاتچین و اپی کاتچین گالات و پلی مرهای کاتچین (تی فلاون و تی روبیجین) در ترکیبات چای سیاه و سبز حائز اهمیت می باشد (ریمرسما و همکاران، ۲۰۰۱). تحقیقات انجام شده در مناطق پرورش چای نشان داد که ترکیبات در این گیاه تحت تاثیر مکان های رویشی بوده، به طوری که میزان کمی و کیفی فلاونوئیدی برگ چای تحت تاثیر عوامل محیطی می باشد (بالنتین و همکاران، ۱۹۹۷). هدف انجام این تحقیق، مطالعه

تأثیر موقعیت و جهت های مختلف اراضی شیب دار بر عملکرد و برخی فلاونوئیدها در گیاه چای در منطقه مرکزی چای کاری استان گیلان (لاهیجان) بوده است.

مواد و روش ها:

کار صحرائی:

ابتدا در منطقه کوهستانی لاهیجان مزرعه چای شناسایی و انتخاب شد و بعد نمونه برداری از اراضی شیب دار (قله شیب، شانه شیب و شیب پستی) و در جهات مختلف جغرافیایی (شمالی و جنوبی) از برگ سبز چای در قالب طرح آشیانه ای (Nested) در سه تکرار انجام شد.

کار آزمایشگاهی:

در آزمایشگاه با محاسبه وزن تر، نمونه ها در درون دستگاه آون خشک شد (مانتی و گروهمن، ۱۹۹۶). سپس با تعیین وزن خشک آسیاب شده و نمونه های پودر شده طی دو مرحله عصاره گیری شدند. ابتدا با محلول هگزان، کلروفیل و اسانس آنها حذف شده سپس ۵ گرم از عصاره خشک عاری از ترکیبات فوق با مخلوط متانول و دی متیل سولفوکساید (به نسبت ۳:۱) مخلوط می شود. عصاره گیری نهایی طی ۵۰ دقیقه روی هیتر مغناطیسی انجام گرفت بعد عصاره صاف شد و با آماده شدن دستگاه HPLC نمونه های استاندارد محلول سازی شده و به عنوان نمونه معلوم به دستگاه مذکور تزریق شدند. کروماتوگرام نمونه های معلوم و مجهول فلاونوئیدهای (کاتچین، اپی کاتچین، اپی کاتچین گالات) ترسیم شده و اعداد به دست آمده از طریق نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین با آزمون دانکن و نمودارها با نرم افزار EXCEL ترسیم شدند..

نتایج و بحث:

تجزیه واریانس عملکرد برگ سبز چای:

نتایج تجزیه واریانس صفات عملکرد در جدول ۱ آورده شد.

جدول ۱ تجزیه واریانس صفات وزن تر، وزن خشک و درصد وزن خشک مورد بررسی در گیاه چای

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		وزن تر	وزن خشک
تکرار	۲	۱۷/۳۳ns	۰/۴۶۳ns
شیب	۱	۱۹۰/۹**	۴۴/۰۳۸ns
خطا	۲	۵/۸۵	۳/۱۵
مکان×شیب	۳	۵۵/۰۶ns	۷/۸۳ns
شیب ×مکان×شیب	۳	۲۵/۷۳ns	۷/۳۴ns

خطا	۱۲	۶۳/۱۹	۶/۵۹	۶/۵۲۴
ضریب تغییرات		۷/۳۳	۹/۷۱	۱۰/۴۳

***، * و NS به ترتیب، معنی دار بودن در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی داری.

مقایسه میانگین صفات نمونه های چای در شیب شمالی بیشترین میزان وزن تر، وزن خشک و درصد وزن خشک را داشتند در حالی که کمترین میزان این صفات در نمونه های چای واقع در شیب جنوبی بود. همچنین مقایسه میانگین این صفات در موقعیت های مختلف شیب در نمونه های مورد بررسی اختلاف معنی داری وجود نداشت. علت معنی دار نشدن ممکن است بخاطر این باشد که استان گیلان دارای رژیم رطوبتی مرطوب است و به همین خاطر جهت شیب و موقعیت شیب تاثیر قابل توجه بر عملکرد نداشته باشد.

تجزیه واریانس ترکیبات فلاونویدی:

نتایج حاصل از تجزیه واریانس فلاونویدی چای در جدول ۲ آورده شد.

جدول ۲ تجزیه واریانس صفات کاتچین، اپی کاتچینو اپی کاتچین گالات مورد بررسی در گیاه چای

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		کاتچین	اپی کاتچین	اپی کاتچین گالات
تکرار	۲	۰/۰۹۱ns	۰/۰۰۸ns	۰/۰۴*
شیب	۱	۰/۰۱۵ ns	۰/۹۴۷***	۰/۰۹۸***
خطا(a)	۲	۰/۰۶۷	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱
مکان	۳	۰/۱۳۵*	۱/۰۱۳***	۰/۰۱۷ns
شیب × مکان × شیب	۳	۰/۱۸۲*	۱/۸۶۷***	۰/۱۶۴***
خطا(b)	۱۲	۰/۰۳۴	۰/۰۶۳	۰/۰۱
چای	۱	۰/۳۲۵***	۸/۰۰۴***	۰/۶۱۸***
شیب × چای	۱	۰/۱۵۱*	۱/۱۱۱***	۰/۰۱۱ ns
مکان × شیب × چای	۳	۰/۰۴۵ ns	۱/۲۴۱***	۰/۰۳*
شیب × مکان × شیب × چای	۳	۰/۰۵۴ ns	۱/۷۱***	۰/۰۹۲***
خطا (C)	۱۶	۰/۰۳۲	۰/۰۹۲	۰/۰۰۶
ضریب تغییرات			۲۱	۲۰

***، * و NS به ترتیب، معنی دار بودن در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی داری.

مقایسه میانگین صفات کیفی در جهت شیب، مکان شیب و نوع چای نشان می دهد که میزان کاتچین در جهت مختلف شیب معنی دار نبوده اما میزان اپی کاتچین و اپی کاتچین گالات در شیب جنوبی بیشتر از شیب شمالی اندازگیری شد در

مرکبات گزارش شد که جهت جغرافیایی در صورت تاثیر روی بیوسنتز فلاونوئیدها میزان آنها را تحت تاثیر قرار می دهد از عوامل تولید نوع فلاونوئید در شیب های مختلف بستگی به متغیرهای آنزیمی، سوبستری و غیره در بیوسنتز ترکیبات مذکور دارد(مانتی و کروهمن، ۱۹۹۶). همچنین بیشترین میزان کاتچین و کمترین میزان اپی کاتچین در نمونه های موجود در قله شیب به دست آمد. از سوی دیگر مقایسه میانگین تاثیر نوع چای روی فلاونوئیدها نشان داد که نمونه های چای سبز نسبت به چای سیاه دارای کاتچین و اپی کاتچین و اپی کاتچین گالات بیشتری بودند. همچنین نمونه های چای سبز در شیب شمالی بیشترین میزان کاتچین و در شیب جنوبی بیشترین میزان اپی کاتچین را نسبت به سایر مکان های اندازه گیری داشتند اما از لحاظ میزان اپی کاتچین گالات، بیشترین میزان این ماده در چای سبز در دامنه شیب شمالی و جنوبی و نمونه های چای سیاه فقط در شیب شمالی تولید شدند. پلی فنول ها یا فلاونوئیدها چای سبز دارای انواع زیادی هستند که مهمترین آنها فلاونول ها، فلاونول ها و فلاونول گلیکوزیدها از دسته کاتچین هستند(فرناندز و پاپوس، ۲۰۰۲). در چای سیاه اکثر پلی فنل ها اکسید شده و ترکیبات طعم و رنگ را به وجود می آورند(خدادادی، ۱۳۶۹ و موثقی، ۱۳۷۸).

نتیجه گیری:

نتایج این مطالعه نشان داد که وزن تر و خشک در شیب های مختلف اثر معنی داری ندارد. بیشترین میزان ترکیبات کاتچین، اپی کاتچین و اپی کاتچین گالات در چای سبز نسبت به چای سیاه به دست آمد. در بین این ترکیبات اپی کاتچین بیشتر از ترکیبات دیگر در شیب جنوبی در چای سبز تولید شد. پیترو و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که وزن خشک چای در میزان کل فلاونوئیدها تعیین کننده می باشد و مهمترین ماده فلاونوئید از گروه فلاونول ها می باشند. در میان فلاونول ها بیشترین ترکیب اپی کاتچین بوده که در شیب های جنوبی تولید شده بود و میزان آن در چای سبز بیشتر از چای سیاه بود. با توجه به گزارش نتایج تحقیقاتی روی ترکیبات فنولی عوامل متعددی در تولید این ترکیبات اعم از ژنتیکی و محیطی و مراحل رشد گیاه دخالت دارند.

فهرست منابع:

- ۱- اخوت، م.، و وکیلی، د. (۱۳۷۷). چای | کاشت، داشت و برداشت) انتشارات فارابی
- ۲- خدادادی، ر. (۱۳۶۹). چای. چاپ اول انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- شریفانی، م.، و همتی، خ. (۱۳۸۵). چای. انتشارات آبیژ.
- ۴- موثقی، م.ر. (۱۳۷۸). شکل گیری، ساختار و فعالیت سازمان چای کشور. انتشارات ماهنامه خورنوش. اولین همایش بین المللی چای.

5-Balentine, D.A., Wiseman, S.A., and Bouwens, L.C.M. (1997). The chemistry of tea flavonoids. *Cri Nutr.* 37: 683-704.

6-Fernandez, P.L., and Papos, F. (2002). multi-element analysis of tea beverage by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. *Food chemistry*, 79:3. 483-89.

- 7-Manthy, J.A., and Grohmann, K. (1996). Concentration of hespreidin and other orange peel flavonoids in citrus processing by products. *Journal of agricultural. Food chemistry*, 44: 811-14.
- 8-Peterson, J., Dwyer, J., Jacques, P., Rand, W., Prior, R., and Chui, K. (2004). Tea variety and brewing techniques influence flavonoid content of black tea. *Journal of agricultural research service*, little rock, AR, USA.
- 9-Riemersma, R.A., Rice-Evans, Ca., Tyrrell, R.M., Califord, N., and Lean, M.E. (2001). Tea flavonoids and cardiovascular health, UK. 94: 277-282.

برآورد مقدار تولید پتانسیل گندم و زیست توده خالص در برخی خاکهای آهکی استان

خوزستان

ابوالفضل آزادی*^۱، جمال بنی نعمة^۲، سید علیرضا سید جلالی^۳

۱ و ۲ - اعضای هیئت علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران، a.azadi@areeo.ac.ir

۳- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب .

چکیده

مطالعه حاضر با هدف تعیین تناسب اراضی و پتانسیل تولید گندم در خاک‌های با سطوح مختلف آهک انجام گرفت. بدین منظور در مزارع زارعین که دارای سطوح آهک ۵۰-۲۵ و ۷۵-۵۰ درصد و برای هر سطح ۵ مزرعه در استان خوزستان انتخاب و اقدام به حفر پروفیل و جمع‌آوری نمونه شده و تکمیل فرم توصیف کاربری اراضی پروفیل گردید. داده‌های هواشناسی از نزدیکترین ایستگاه هواشناسی به مناطق مورد مطالعه اهواز و شوشتر بدست آمده است. و خاکها به روش تاکسونومی ۲۰۱۴ طبقه بندی شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات اقلیم و خاک منطقه مورد مطالعه و نیازهای اقلیمی و رویشی محصول گندم، تناسب اراضی به روش پارامتری از نوع ریشه دوم انجام گردید. نتایج طبقه بندی تناسب اراضی نشان می‌دهد که اغلب اراضی مورد بررسی برای گندم نسبتاً مناسب (S2) می‌باشد. در مرحله بعد پتانسیل تولید گندم آبی به روش ساینس برای منطقه اهواز و شوشتر (استان خوزستان) به ترتیب برابر با ۶۴۳۷ و ۶۴۵۷ کیلوگرم در هکتار بدست آمد و پتانسیل تولید اراضی برای مزارع انتخابی با توجه به پتانسیل تولید آب و هوایی و تأثیر عوامل محدود کننده در خاک تخمین زده شد و مقدار آن برای مزارع انتخابی غرب اهواز ۳۷۴۶ تا ۵۱۶۸ و برای مزارع انتخابی میان آب شوشتر ۳۹۴۵ تا ۴۱۹۰ کیلو گرم در هکتار متغیر است که این کاهش عملکرد بواسطه تأثیر عامل محدودکننده آهک، شوری و قلیائیت می‌باشد.

واژگان کلیدی: تناسب اراضی، تخمین پتانسیل تولید، خاکهای آهکی، گندم

مقدمه

ارزیابی اراضی فرایند پیش بینی و تعیین پتانسیل تولید اراضی بر اساس خصوصیات آنها برای کاربری های خاص است (Rossiter D.G. 1996). خاک، نوع کاربری زمین، مدیریت اراضی و مسائل اقتصادی- خصوصیات فیزیکی اراضی از جمله شرایط اقلیمی و خصوصیات اجتماعی، تعیین کننده مقدار تولید اراضی می‌باشند. به منظور افزایش تولید هر محصولی در واحد سطح باید ظرفیت تولید اراضی انتخاب شده متناسب با نیازهای رویشی آن محصول باشد. برای رسیدن به چنین تناسبی، لازم است تناسب اراضی انتخاب شده برای کشت گیاه، مورد ارزیابی کیفی و کمی قرار گیرد (گیوی و حقیقی، ۱۳۹۴). از طرفی نیاز روز افزون انسان برای تولید غذا و کمبود منابع، ضرورت روش‌های جدید را در شناسایی ظرفیت تولید خاک و انتخاب کاربری متناسب با تولید آن، جهت کمک به تصمیم‌گیران در انتخاب اراضی مناسب و جلب رضایت تولیدکنندگان برای کسب سود زیاد، افزایش می‌دهد (Samranponget al., 2009). برای دستیابی به این هدف، تعیین پتانسیل تولید و ارزیابی تناسب اراضی راهکار مناسبی می‌باشد. تخمین پتانسیل تابشی- گرمایی با استفاده از مدل فائو امکان تعیین تولید زیست توده خالص با استفاده از اطلاعات مربوط به اقلیم و گیاه را فراهم می‌سازد. تولید پیش بینی شده از تأثیر محدودیت‌های خاک، آب و مدیریت بر تولید پتانسیل حاصل می‌شود. سیدجلالی (۱۳۹۲) در ارزیابی تناسب اراضی خاکهای دشت گتوند خوزستان مقدار تولید پتانسیل گندم آبی را ۸ تن در هکتار و ثروتی و همکاران (۱۳۹۳) در منطقه خواجه آذربایجان شرقی تولید پتانسیل گندم را ۷/۲۱ تن در هکتار

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

گزارش کرده‌اند. هدف از این تحقیق تناسب اراضی و محاسبه پتانسیل تولید آب و هوایی گندم آبی به روش فائو در اراضی با سطوح مختلف آهک در استان خوزستان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

جمع آوری اطلاعات و عملیات صحرائی:

در مطالعه حاضر داده‌های هواشناسی از نزدیکترین ایستگاه‌های هواشناسی به منطقه مورد مطالعه (اهواز، شوشتر) بدست آمده است. اطلاعات مربوط به محصول از قبیل تاریخ کاشت، تاریخ برداشت، طول دوره رشد محصول، طول مراحل دوره رشد محصول، شاخص سطح برگ (LAI)، شاخص برداشت (HI)، درصد رطوبت در هنگام برداشت، عملکرد محصول در هکتار نیز جمع‌آوری گردید. نقاط مطالعاتی بر اساس مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی منطقه شهید چمران اهواز و مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی اراضی زیر سد دوم و سوم کارون استان خوزستان به منظور انتخاب مزارع زارعین انتخاب گردید. برای سطح ۲۵-۵۰ و ۷۵-۵۰ درصد آهک اقدام به حفر پروفیل‌های نمونه گردید و خاکها به روش تاکسونومی ۲۰۰۳ طبقه بندی شد و از طبقات مختلف هر پروفیل نمونه برداری شده و آزمایشات لازم از قبیل شوری، اسیدیته، کربن آلی، بافت خاک، درصد مواد خنثی شونده، کاتیونهای محلول، فسفر و پتاسیم صورت گرفت.

طبقه بندی تناسب اراضی به روش پارامتری (ریشه دوم):

پس از جمع آوری اطلاعات اقلیم و خاک منطقه و نیازهای اقلیمی و رویشی محصول گندم ارزیابی تناسب اراضی بر مبنای روش فائو با استفاده از خصوصیات اراضی و تطبیق آنها با جداول نیازهای گیاهی به روش پارامتری (ریشه دوم) تعیین گردید. در روش پارامتری، سطوح مختلف محدودیت مشخصات زمین با یک مقیاس کمی بین یک مقدار حداقل (صفر) و یک مقدار حداکثر (۱۰۰) درجه بندی می‌شود. بنابراین به هر خصوصیت از اراضی یک درجه‌بندی کمی اختصاص داده می‌شود بدین ترتیب اگر خصوصیت اراضی برای محصول مورد نظر دارای شرایط مطلوب باشد به آن عدد ۱۰۰ (درجه حداکثر) و اگر شرایط نامطلوب باشد نسبت به محدودیتی که ایجاد می‌کند عدد کمتری اختصاص می‌یابد. از این درجه بندی عددی برای تعیین شاخص استفاده خواهد شد. در این روش ابتدا خصوصیات آب و هوایی از قبیل بارندگی، درجه حرارت، رطوبت نسبی و تابش خورشید برای نوع استفاده از اراضی ارزیابی می‌شود. پائین ترین درجه اختصاص داده شده در هر گروه برای محاسبه شاخص اقلیم بکار می‌رود. این شاخص طبق جدول و یا با استفاده از شکل به درجه اقلیمی (Climatic Rating) تبدیل شده و همراه با سایر درجه‌بندی‌های اراضی، در ارزیابی کلی زمین بکار می‌رود. شاخص‌های آب و هوایی و اراضی با استفاده از درجه بندی عددی از رابطه‌های زیر تعیین می‌گردد: شاخص به روش ریشه دوم (Square root method)

$$I = R_{min} \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \dots} \quad (1)$$

I: شاخص

Rmin: درجه حداقل

A, B و ...: سایر درجات. با استفاده از شاخص محاسبه شده، کلاس تناسب تعیین شد.

پتانسیل تولید آبی یا پتانسیل تولید حرارتی-تابشی (مدل رشد محصول)

این مدل مقدار تولید وزن زنده خالص گیاه و عملکرد محصول را برای بهترین وارسته در شرایط مطلوب از نظر تابش خورشید، دما، آب و مواد غذایی و در شرایط کنترل آفات و بیماری‌ها، تخمین می‌زند. برای محاسبه وزن خالص زنده گیاه از رابطه زیر استفاده شد:

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

$$Bn = \frac{0.36 \times bgm \times KLAI}{(1/L) + 0.25 \times ct} \quad (2)$$

Bn: تولید کل خالص وزن زنده گیاه (kg/ha)

bgm: حداکثر کل ناخالص وزن زنده گیاه (kg/ha)

KLAI: فاکتور تصحیح شاخص سطح برگ برای میزان حداکثر تولید بیوماس زمانی شاخص سطح برگ دارای سطحی کمتر از ۵ متر مربع در متر مربع باشد $LAI < 5m^2 \cdot M^{-2}$

فائو (۱۹۷۹) یک رابطه ای بین نسبت میزان حداکثر رشد و LAI بوجود آورد نسبت میزان رشد حداکثر بعنوان فاکتور تصحیح (KLAI) در فرمول برای bgm و برای جبران کردن LAI در زمانی است که میزان تولید بیوماس ناخالص کمتر از $5m^2/m^2$ است بکار می رود. میزان شاخص سطح برگ در این تحقیق از فائو (۱۹۷۶) اقتباس گردید.

L: تعداد روزهای بین کاشت و برداشت

ct: ضریب تنفس می باشد. ضریب تنفسی بستگی به متوسط دمای روزانه (از آنجایی که تنفس در هنگام روز و شب انجام می گیرد) و نوع عوامل مربوط به عملکرد دارد. اگر تولید عملکرد شامل تولید و حفظ قند یا نشاسته (غیر لگوم) باشد تنفس کمتر از شکل پیچیده تولید که شامل تولید و حفظ پروتئین ها (لگوم) خواهد بود. که ضریب تنفس به شرح زیر تعیین محاسبه می گردد:

$$ct = c30(0.044 + 0.0019t + 0.001t^2) \quad (3)$$

ct: ضریب تنفس

t: متوسط دمای روزانه (C°)

c30: برای غیر لگوم ها برابر 0.108 است.

c30: برای لگوم ها برابر 0.283 است.

برای محاسبه پتانسیل تولید آبی یا پتانسیل تولید حرارتی-تابشی محصول از رابطه (۴) استفاده می شود:

$$RPP = Bn \times HI \quad (4)$$

RPP: پتانسیل تولید آبی یا پتانسیل تولید حرارتی-تابشی (کیلوگرم در هکتار)

Bn: تولید کل وزن زنده خالص گیاه (کیلوگرم در هکتار)

Hi: شاخص برداشت

شاخص برداشت (Hi) یعنی نسبتی از بیوماس خالص محصول که از نظر اقتصادی مفید است (مثل قسمت دانه در غلات، شکر در نیشکر و چغندر قند). مقدار شاخص برداشت بستگی به پتانسیل ژنتیکی واریته محصول (واریته با عملکرد بالا یا پائین) و رژیم آب (محصول دیم یا آبی) و عملیات زراعی دارد. در این مدل تنها واریته های با عملکرد بالا در نظر گرفته شده است. در نهایت برای تعیین پتانسیل تولید اراضی از رابطه زیر استفاده شد.

$$LPP = RPP \times \frac{SI}{100} \quad (5)$$

LPP (Land Production Potential): پتانسیل تولید اراضی

RPP (Radiation-Thermal Production Potential): پتانسیل تولید آب و هوایی (kg/ha)

SI (Soil Index): شاخص خاک که به روش پارامتریک بدست می آید. در این رابطه اثر آب و هوا و خصوصیات خاک بر روی عملکرد محصول دیده می شود.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نتایج و بحث

با توجه به داده‌های اقلیمی موجود سیکل رشد محصول در منطقه غرب اهواز از ۵ آذر (۲۶ نوامبر) شروع و تا ۵ اردیبهشت (۲۵ آوریل) به مدت ۱۵۱ روز می‌باشد. و همچنین سیکل رشد گندم در منطقه مورد مطالعه در شوشتر از ۱۳ آذر (۴ دسامبر) شروع و تا ۲۴ اردیبهشت (۱۴ می) به مدت ۱۶۰ روز برای گندم ادامه دارد. با بررسی نتایج بدست آمده، مشخص شد که از نظر اقلیمی محدودیتی برای گندم در مناطق مورد مطالعه وجود ندارد و در هر دو منطقه کلاس اقلیم کاملاً مناسب بود. پتانسیل تولید اقلیمی برای گندم آبی در دو منطقه مورد مطالعه غرب اهواز و شوشتر با سطوح مختلف آهک به ترتیب برابر ۶۴۳۷ و ۶۴۵۷ کیلو گرم در هکتار بدست آمد. یعنی اگر عوامل محدودکننده خاکی وجود نداشته و مدیریتی به نحو احسن اعمال شود، این مقدار تولید برای گندم امکانپذیر بود. البته دست یافتن به این مقدار تولید معمولاً دست نیافتنی است، زیرا به هر حال عوامل محدودکننده خاکی و مدیریتی وجود دارند. و این میزان تولید با عملکرد زارعین که متأثر از محدودیت‌های خاک، آب و مدیریت است، اختلاف فاحشی دارد (جدول ۱). نتایج طبقه‌بندی تناسب اراضی نشان می‌دهد که اغلب اراضی مورد بررسی برای گندم نسبتاً مناسب (S2) می‌باشد. در مرحله بعد پتانسیل تولید گندم آبی به روش سایس برای منطقه اهواز و شوشتر (استان خوزستان) به ترتیب برابر با ۶۴۳۷ و ۶۴۵۷ کیلوگرم در هکتار بدست آمد و پتانسیل تولید اراضی برای مزارع انتخابی با توجه به پتانسیل تولید آب و هوایی و تأثیر عوامل محدود کننده در خاک تخمین زده شد و مقدار آن برای مزارع انتخابی غرب اهواز ۳۷۴۶ تا ۵۱۶۸ و برای مزارع انتخابی میان آب شوشتر ۳۹۴۵ تا ۴۱۹۰ کیلوگرم در هکتار متغیر است که این کاهش عملکرد بواسطه تأثیر عامل محدودکننده آهک، شوری و قلیائیت است. که بیشترین و مهمترین عامل محدودیت خاک بین مشخصات خاک برای گندم که باعث کاهش درجه تناسب اراضی گردیده در مزارع انتخابی غرب اهواز (سطح ۵۰-۲۵ درصد آهک) آهک، شوری و قلیائیت و در مزارع انتخابی میان آب شوشتر (سطح ۷۵-۵۰ درصد آهک) آهک می‌باشد و بایستی نسبت به کاهش یا رفع محدودیت آنها اقدام نمود تا سازگاری و تناسب زمین افزایش یابد. با توجه به اینکه اصلاح آهک عملاً امکانپذیر نیست و تنها می‌توان به رفع شوری و قلیائیت بسنده کرد و چون شوری خاک با آبشویی و زهکشی قابل اصلاح است در صورت تامین آب امکان اصلاح اراضی اراضی دارای محدودیت شوری وجود دارد و پتانسیل تولید این اراضی قابل افزایش خواهد بود. در این تحقیق پتانسیل تولید اراضی با عملکرد واقعی (مشاهده شده) مزارع زارعین مقایسه نیز گردید و همبستگی خوبی بین عملکرد پیش بینی شده و عملکرد مشاهده شده در غالب مزارع مشاهده شد.

جدول ۱. شاخص خاک به روش ریشه دوم با استفاده از درجات محاسبه شده برای محصول گندم

مزارع انتخابی با سطح ۷۵-۵۰ درصد آهک (میان آب شوشتر)				مزارع انتخابی با سطح ۵۰-۲۵ درصد آهک (غرب اهواز)			
پتانسیل تولید اراضی (کیلوگرم بر هکتار)	کلاس اراضی	شاخص خاک به ریشه دوم	واحدهای خاک	پتانسیل تولید اراضی (کیلوگرم بر هکتار)	کلاس اراضی	شاخص خاک به ریشه دوم	واحدهای خاک
۳۹۴۵	S2s	۶۱/۱	2.1	۳۷۴۶	S2s	۵۸/۲	1.1
۴۰۰۳	S2s	۶۲	2.2	۳۹۴۶	S2sn	۶۱/۳	1.2
۴۱۹۰	S2s	۶۴/۹	2.3	۴۷۰۸	S2s	۷۳/۱۴	1.3
۳۹۷۷	S2s	۶۱/۶	2.4	۵۱۶۸	S1	۸۰/۳	1.4
۴۱۶۵	S2s	۶۴/۵	2.5	۳۹۹۱	S2s	۶۲	1.5

نتیجه‌گیری

با بررسی نتایج ارزیابی تناسب اراضی ملاحظه می‌گردد که با وجود اینکه منطقه مورد نظر از نظر اقلیم مناسب (S1) برای محصول گندم آبی می‌باشد ولی غالب مزارع زارعین دارای محدودیت‌های متوسط بوده و در واقع عمده‌ترین محدودیت از

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جانب خاک می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که بیشترین و مهمترین محدودیت خاک بین مشخصات خاک برای گندم که باعث کاهش درجه تناسب اراضی گردیده در مزارع انتخابی غرب اهواز (سطح ۵۰-۲۵ درصد آهک) آهک، شوری و قلیائیت و در مزارع انتخابی میان آب شوشتر (سطح ۷۵-۵۰ درصد آهک) آهک می‌باشد و بایستی نسبت به کاهش یا رفع محدودیت آنها اقدام نمود تا سازگاری و تناسب زمین افزایش یابد. بنابراین با توجه به شرایط موجود اراضی اصلاح آهک امکانپذیر نیست و تنها می‌توان به رفع شوری و قلیائیت بسنده کرد که خود مستلزم هزینه بالا می‌باشد. همچنین پتانسیل تولید اراضی برای مزارع انتخابی با توجه به پتانسیل تولید آب و هوایی و تأثیر عوامل محدود کننده در خاک تخمین زده شد و مقدار آن برای مزارع انتخابی غرب اهواز بین ۳۷۴۶ تا ۵۱۶۸ و برای مزارع انتخابی میان آب شوشتر ۳۹۴۵ تا ۴۱۹۰ کیلو گرم در هکتار متغیر است که این کاهش عملکرد بواسطه تأثیر عامل محدودکننده آهک، شوری و قلیائیت است.

فهرست منابع

ثروتی، م.، جعفرزاده، ع.ا.، قربانی، م.، شهبازی، ف. و دوانگر، ن. (۱۳۹۳). مقایسه مدل‌های فائو و آلبرو در برآورد پتانسیل تولید گندم آبی در منطقه خواجه. مجله دانش آب و خاک، ۲۴(۳)، ۱-۱۴.

سیدجلالی، س.ع. (۱۳۹۲). مدل‌سازی ارزیابی تناسب اراضی و تخمین پتانسیل تولید اراضی برای گندم آبی با استفاده از نظریه سامانه‌های فازی و زمین آمار در دشت گتوند استان خوزستان. رساله دکتری علوم خاک، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی دانشگاه تهران، ۲۴۴ صفحه.

گیوی، ج.، حقیقی، امین. (۱۳۹۴). برآورد پتانسیل تولید و ارزیابی کمی تناسب اراضی شمال شهرکرد برای کشت آبی کلزا (*Brassica napus*). نشریه آب و خاک، ۲۹(۶)، ۱۶۵۱-۱۶۶۱.

FAO. 1976. A Framework for Land Evaluation.

Samranpong, C., Ekasingh, B., and Ekasingh, M. (2009). Economic land evaluation for Agricultural Resource management in Northern Thailand. *Environmental Modeling and Software*, 24(12):1381-1390.

Rossiter, D.G. (1996). A theoretical framework for land evaluation. *Geoderma*. 72:165-190

Estimation of wheat potential production and Net Biomass in some calcareous soils of Khuzestan province

Abolfazl azadi¹, Jamal Banineme², seyed alireza seyed jalali³

^{1,2} Faculty members of Soil and Water Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz(a.azadi@areeo.ac.ir)

³- Faculty member of Soil and Water Research Institute.

Abstract

The aim of this study was to determine the suitability of land and wheat production potential in soils with different levels of lime. For this purpose, in farmers' farms with lime levels of 25-50 and 50-75% and for each level, 5 farms in Khuzestan province were selected and profiles were dug and samples were collected and profile land use description form was completed. Meteorological data have been obtained from the nearest meteorological station to the study areas of Ahvaz and Shushtar. And soils were classified by taxonomy 2014. After collecting the climate and soil information of the study area and the climatic and vegetative needs of the wheat crop, land suitability was performed by a parametric method of the second root type. The results of land suitability classification show that most of the studied lands are relatively suitable for wheat (S2). In the next stage, the potential for irrigated wheat production by sys method for Ahvaz and Shushtar region (Khuzestan province) was 6437 and 6457 kg / ha, respectively, and the potential for land production for selected farms due to the potential for climate production and the impact of limited factors The amount varied in the soil and its amount varies from 3746 to 5168 kg for selected farms in the west of Ahvaz and 3945 to 4190 kg / ha for selected farms between Shushtar water. This decrease in yield is due to the limiting effect of lime, salinity and alkalinity.

Keywords: Land suitability, Estimation of production potential, Calcareous soils, Wheat

بقایای آنتی‌بیوتیک‌ها در خاک و تهدیدی برای سلامت انسان

ماهرخ شریف‌مند^۱، ابراهیم سپهر^{۲*}

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران.

۲- استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران. e.sepeher@urmia.ac.ir

چکیده

آنتی‌بیوتیک‌ها در سراسر جهان نقش مهمی در کنترل بیماری‌های عفونی در انسان و حیوان ایفا می‌کنند. آن‌ها به دلیل ناقص بودن متابولیسم‌شان در طول درمان وارد آب و خاک شده و به عنوان آلاینده آلی پایدار در محیط زیست محسوب می‌شوند. آنتی‌بیوتیک‌ها براساس پایداری ذاتی در برابر تجزیه دارای محدوده وسیعی از نیمه عمر (از کمتر از ۱ روز تا ۱۰ سال) هستند و میزان تجزیه آنتی‌بیوتیک‌ها به خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن‌ها، نوع خاک و عوامل اقلیمی بستگی دارد. بخش‌های باقیمانده این ترکیبات می‌تواند به عنوان عوامل ضد میکروبی بر جوامع میکروبی خاک و به نوبه خود بر سلامت خاک پیامدهای منفی بگذارند. در نهایت آنتی‌بیوتیک‌ها از طریق جذبشان توسط محصولات زراعی، وارد زنجیره غذایی انسان شده و مقاومت آنتی‌بیوتیکی در انسان ایجاد می‌کنند. در این مقاله سرنوشت آنتی‌بیوتیک‌ها در خاک (جذب و تجزیه)، تاثیرشان بر عملکرد جامعه میکروبی خاک، جذب توسط گیاه و تاثیر بر امنیت غذایی انسان مرور می‌شود.

کلمات کلیدی: ، جامعه میکروبی، سرنوشت آنتی‌بیوتیک‌ها، مقاومت آنتی‌بیوتیکی

مقدمه

آنتی‌بیوتیک‌ها مولکول‌های کمپلکس شده با ترکیبات مختلف در ساختار شیمیایی خود هستند که براساس مکانیسم اثرشان به گروه‌های مختلفی تقسیم شده‌اند (جدول ۱). جلوگیری از تشکیل دیواره سلولی باکتری (گروه بتالاکتام‌ها)، تغییر در عملکرد غشای سلولی (پلی‌میکسین و داپتومایسین)، مهار پروتئین‌سازی (گروه تتراسایکلین‌ها، ماکرولیدها و جنتامایسین)، جلوگیری از سنتز DNA (گروه فلوروکینولون‌ها و مترونیدازول‌ها)، جلوگیری از سنتز RNA (ریفامپین)، جلوگیری از سنتز فولیک اسید (گروه سولفانامیدها و تری‌متوپریم) از جمله مکانیسم‌های ضد میکروبی آنتی‌بیوتیک‌ها هستند (Kummerer, 2009).

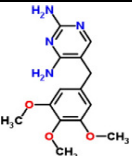
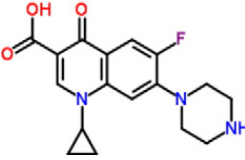
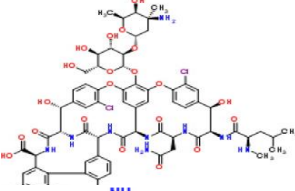
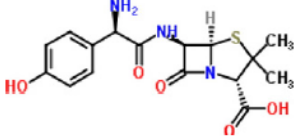
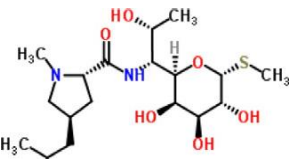
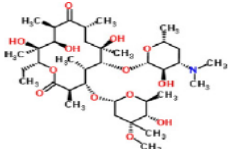
آنتی‌بیوتیک‌ها به دلیل اثرات ضد میکروبی، به طور گسترده در پزشکی و دامپزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند، همچنین به عنوان محرک رشد در پرورش دام، طیور و آبزیان استفاده می‌گردند (Shemer *et al.*, 2006). ولی این ترکیبات بطور کامل در بدن انسان و حیوان متابولیزه نمی‌شوند و بخش اعظم آن‌ها بدون تغییر دفع می‌گردد (Kumar *et al.*, 2005). حدود ۷۵-۸۰، ۵۰-۹۰ و ۶۰ درصد از آنتی‌بیوتیک‌های تتراسایکلین، اریترومایسین و لینکومایسین در ادرار و مدفوع انسان و حیوان دفع می‌شوند (Kumar *et al.*, 2005). تخلیه فاضلاب شهری، کاربرد کودهای حیوانی در مزارع کشاورزی و آبخوبی اراضی آلوده از جمله روش‌های ورود آنتی‌بیوتیک‌ها به محیط می‌باشد (Wu *et al.*, 2014, Bouki *et al.*, 2013).

غلظت باقیمانده آنتی‌بیوتیک‌ها در خاک‌ها بسته به نوع آنتی‌بیوتیک، مقدار کاربرد آن و روش‌های استخراج، در محدوده نانوگرم تا میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک (Cycon *et al.*, 2019) گزارش شده و بیشترین غلظت مربوط به مناطقی است که از کود دامی استفاده شده است (Hou *et al.*, 2015). غلظت باقیمانده آنتی‌بیوتیک‌ها در کود حیوانی و خاک در جدول ۲ نشان داده شده است. در بین گروه‌های مختلف آنتی‌بیوتیکی، تتراسایکلین‌ها با بیشترین غلظت در کود مشاهده شد (chen *et al.*, 2012). فلوروکینولون‌ها (Zhou *et al.*, 2013) و سولفونامیدها (Martinez-Hernandez *et al.*, 2016) نیز غلظت قابل توجهی در کود داشتند.

کودهای حیوانی منبع باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک (ARB^1) و حامل ژن‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک (ARG^2) هستند (Zhou *et al.*, 2013). کاربرد این کودها در خاک‌های کشاورزی منجر به توزیع ARG در محیط می‌شود (Wang *et al.*, 2017) و از طریق مصرف سبزیجات و آب وارد بدن انسان می‌شوند. نفوذ آنتی‌بیوتیک‌ها به زنجیره غذایی حتی در سطوح پایین منجر به آلودگی و ایجاد مقاومت باکتریایی در انسان می‌شود.

در خاک‌های استان آذربایجان غربی به خصوص منطقه ارومیه و خوی به طور مستمر از کود مرغی استفاده می‌شود و نگارندگان در یک پیش‌آزمایش آنتی‌بیوتیک اکسی‌تتراسایکلین را در چند نمونه کود مرغی و خاک زراعی منطقه اندازه‌گیری کردند که در خاک در محدوده ۲ تا ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در کود ۶ تا ۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد که وضعیت نگران‌کننده‌ای دارد. لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی سرنوشت آنتی‌بیوتیک‌ها در خاک انجام گردید.

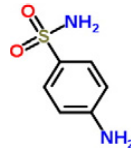
جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی آنتی‌بیوتیک‌ها
Table 1- Physicochemical properties of antibiotics.

Water solubility حلالیت در آب (mg/L)	Molecular weight وزن مولکولی (g/mol)	Chemical structure ساختار شیمیایی	Class and antibiotic function گروه و عملکرد آنتی‌بیوتیک
۴۰۰	۲۹۰		Diaminopyrimidine ممانعت از سنتز پورین و پیریمیدین
۴۴۰۱۷	۳۵۴		Fluoroquinolones ممانعت از رونوشت DNA
>۱۰۰۰	۱۴۴۹		Glycopeptides ممانعت از فعالیت غشا و دیواره سلولی
۱۲۰۴	۳۸۵		β -Lactams ممانعت از سنتز دیواره سلولی
۴۷۹	۴۱۶		Lincosamides ممانعت از پروتئین‌سازی
۱۷۵۰	۷۱۹		Macrolides
			Antibiotic Resistant Bacteria ^۱ Antibiotic Resistance Genes ^۲

ممانعت از پروتئین سازی

۲۹۶۲

۲۷۷

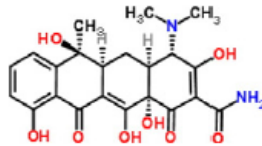


Sulfonamides

ممانعت از سنتز فولیک اسید

۶۲۳

۴۵۷



Tetracyclines

ممانعت از پروتئین سازی

جدول ۲- غلظت باقیمانده آنتی‌بیوتیک‌ها در کود حیوانی و خاک
Table 2- concentrations of antibiotics residues in manure and soil.

Reference	Manure (mg/kg)	Soil (mg/kg)	Antibiotic	Class
منبع	کود	خاک	آنتی‌بیوتیک	گروه
Zhao et al., 2010	۴۵	۵,۶	Ciprofloxacin	Fluoroquinolones
Karci and Balçiglu, 2009	۱,۴	۱,۳	Enrofloxacin	
Hu et al., 2010	۲۲۵	۲,۲	Norfloxacin	
Pan and Cho, 2017	۷,۵۵	۱,۲۵	Tylosin	Macrolides
Carballo et al., 2007	۹۱	۰,۰۸۵	Sulfadiazine	Sulfonamides
Carter et al., 2014	۲۰	۰,۰۵۴	Sulfadimidine	
Masse et al., 2014	۷۶۴	۱۳	Chlortetracycline	Tetracyclines
Chen et al., 2012	۳۵۴	۵۰	Oxytetracycline	
Liu et al., 2016	۹۸	۲,۷	Tetracycline	

تجزیه آنتی‌بیوتیک‌ها در خاک

در محیط خاک آنتی‌بیوتیک‌ها ممکن است تحت تاثیر فرایندهای مختلف شامل انتقال و تجزیه (Duan et al., 2017)، جذب و واجذب (Martinez-Hernandez et al., 2016) جذب توسط گیاه (Carter et al., 2014)، رواناب و انتقال به آب‌های زیرزمینی (Pan and Chu, 2017) قرار گیرند. در واقع سرنوشت آنتی‌بیوتیک‌ها به ساختار و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن‌ها بستگی دارد. با توجه به جدول ۳، DT50 و نیمه عمر آنتی‌بیوتیک‌ها در خاک متفاوت است. حتی ممکن است آنتی‌بیوتیک‌هایی که در یک گروه قرار دارند DT50 متفاوتی داشته باشند ولی در حالت کلی فلوروکینولون‌ها، ماکرولیدها و تتراسایکلین‌ها DT50 بالایی دارند.

نقش اساسی میکروارگانیسم‌های خاک در تجزیه و انتقال اثبات شده از این رو نیمه عمر و DT_{50}^3 آنتی‌بیوتیک‌ها در خاک‌های بومی در مقایسه با خاک‌های استریل شده بسیار کمتر است. (Pan and Cho (2016) گزارش کردند که اریترومایسین در خاک‌های غیراستریل نسبت به خاک‌های استریل شده سریع‌تر تجزیه می‌شود. به عبارت دیگر باکتری‌هایی در خاک وجود دارند که آنتی‌بیوتیک‌ها را تجزیه می‌کنند برای مثال میکروباکتریوم (Topp *et al.*, 2013)، Burkholderia (Zhang and Dick 2014)، Stenotrophomonas (Leng *et al.*, 2016)، Escherichia (Wen *et al.*, 2018) و Labrys (Mulla *et al.*, 2018) Ochrobactrium برای تجزیه سولفامتازین، پنی سیلین، تتراسایکلین، اریترومایسین و داکسی‌سایکلین در کشت آزمایشگاهی مناسب هستند. هیدرولیز یکی از مهمترین روش‌های تجزیه آنتی‌بیوتیک‌ها می‌باشد. بتالاکتام‌ها مستعد هیدرولیز هستند در حالی که ماکرولیدها و سولفانامیدها به میزان بسیار کمی با این روش تجزیه می‌شوند (Mitchell *et al.*, 2015). تتراسایکلین‌ها و کینولون‌ها نیز از طریق فوتودگرادیشن (تجزیه نوری) تجزیه می‌یابند (Thiele-Bruhn and Peters 2007). در منابع جدیدی نیز گزارش شده برخی آنتی‌بیوتیک‌ها ممکن است از طریق واکنش‌های کاهش یا اکسایشی تجزیه گردند (Cycon *et al.*, 2019).

جدول ۳- DT_{50} ، نیمه عمر و ضریب جذب آنتی‌بیوتیک‌ها در خاک

Table 3- DT_{50} , Half-life and sorption coefficient in soil

Koc (L/kg) ضریب جذب	Half-life (Days) نیمه عمر	DT_{50} (Days)	Antibiotic آنتی‌بیوتیک	Class گروه
۴۶۰۰	۲۶	۳۶	Trimethoprim	Diaminopyrimidines
۶۱۰۰۰-۱۱۲۷	۳۴۶۶	۵۰	Ciprofloxacin	Fluoroquinolones
۷۶۸۷۴۰-۳۹	-	۹۰	Enrofloxacin	
۳۱۰	۱۳۸۶	۵۲	Norfloxacin	
۵۹۹۰۰	۹۹۰	۱۳	Azithromycin	Macrolides
۱۰	۲۰	۶۶	Erythromycin	
۹۵۵۳۲-۱۱۰	۶۷	۲۵	Tylosin	
۱۷۰-۴۱	۲۸	۲۹	Sulfachloropyridazine	Sulfonamides
۱۲۵-۳۷	۱۰	-	Sulfadiazine	
۲۰۸-۶۰	۲۳	۵۳	Sulfamethazine	
۷۹۴	۳۴	۳۱	Chlortetracycline	Tetracyclines
-	۵۷۸	۲۷	Doxycycline	
۹۳۳۱۷-۲۸۷۲	۵۶	۶۳	Oxytetracycline	
۹۳۳۲۰-۴۰۰	۵۷۸	۶۹	Tetracycline	

جذب آنتی‌بیوتیک‌ها در خاک

جذب یک فرایند مهم در تحرک آنتی‌بیوتیک‌هاست. جذب و واجذب آنتی‌بیوتیک‌ها به ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک بستگی دارد. نتایج مطالعات (Hu *et al.*, 2019) نشان داد توانایی جذب در خاک‌هایی با کربن آلی بالا، میزان رس بالا، pH پایین و قدرت یونی متوسط بیشتر است.

ضریب جذب پارامتر بسیار مهمی برای تخمین میزان آلودگی و نمایش سطح آنتی‌بیوتیک‌ها در محیط زیست است (جدول ۳). آنتی‌بیوتیک‌های با ضریب جذب بزرگتر از ۴۰۰۰ لیتر بر کیلوگرم غیرمتحرک هستند و ماندگاری بالایی دارند و مدت زمان لازم برای تجزیه‌ی ۵۰ درصد از مقدار اولیه بیش از ۶۰ روز می‌باشد در مقابل آنتی‌بیوتیک‌هایی با ضریب جذب کمتر از ۱۵ لیتر بر کیلوگرم بسیار متحرک بوده و به آسانی تجزیه شده ($DT_{50} > 5 \text{ day}$) و به عنوان ترکیباتی با ماندگاری پایین کلاس‌بندی می‌شوند (Cycon *et al.*, 2019).

تأثیر آنتی‌بیوتیک‌ها بر ویژگی‌های بیولوژیکی خاک

بقایای آنتی‌بیوتیک‌ها که به طور فراوان در کودهای دامی و خاک‌ها (Hamscher *et al.*, 2002) یافت می‌شوند خطرات زیست محیطی و اکولوژیکی بالقوه بر ریزجانداران خاک اعمال می‌کنند. ریزجانداران خاک شاخص اصلی سلامت خاک می‌باشند و نقش محوری در بسیاری از فرآیندهای مهم از جمله چرخه‌های بیوژئوشیمیایی عناصر غذایی، تثبیت ساختمان خاک، کیفیت و حاصلخیزی خاک، ویژگی‌های هیدرولوژیکی و جریان انرژی ایفا می‌کنند (Schloter *et al.*, 2003).

تأثیر آنتی‌بیوتیک‌های سولفامتوکسازول و اکسی‌تتراسایکلین بر عملکردهای میکروبی خاک‌های ارومیه در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان داد آنتی‌بیوتیک اکسی‌تتراسایکلین، اثرات بازدارندگی موقتی بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز قلیائی و اوره‌آز اعمال کرد درحالی‌که آنتی‌بیوتیک سولفامتوکسازول اثرات بازدارندگی شدیدی بر فعالیت آنزیم‌ها داشت (Molaei *et al.*, 2017). ممانعت از فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز و اوره‌آز در خاک‌های آلوده به تتراسایکلین و سولفامتازین به ترتیب در غلظت‌های ۱ و ۵۳٫۶ میکروگرم به کیلوگرم خاک گزارش شد اما این غلظت‌ها تأثیر بر فعالیت فسفاتاز نداشت (Pinna *et al.*, 2012).

تأثیرات مختلف بر فعالیت آنزیم‌ها به علت کاربرد آنتی‌بیوتیک‌های مختلف در خاک است. ممانعت از فعالیت آنزیم‌ها در خاک‌های تیمار شده با آنتی‌بیوتیک‌ها ممکن است به علت کاهش رشد یا مرگ میکروارگانیسم‌های حساس باشد (Marx *et al.*, 2005). در مقابل برخی از باکتری‌ها به تدریج خود را با آنتی‌بیوتیک‌ها سازگار می‌کنند و یا از آن‌ها به عنوان منبع کربن استفاده می‌کنند در نتیجه فعالیت آنزیم‌ها افزایش می‌یابد (Dantas *et al.*, 2008). به علاوه برخی از آنتی‌بیوتیک‌ها باعث افزایش رشد قارچ‌ها می‌شوند. قارچ‌ها در مقایسه با باکتری‌ها حساسیت کمتری نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها دارند و از طرفی قارچ‌ها تولیدکننده اصلی آنزیم‌ها در خاک هستند و این می‌تواند منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌ها در خاک‌های آلوده به آنتی‌بیوتیک‌ها گردد (Ding *et al.*, 2014).

جذب آنتی‌بیوتیک‌ها توسط گیاه

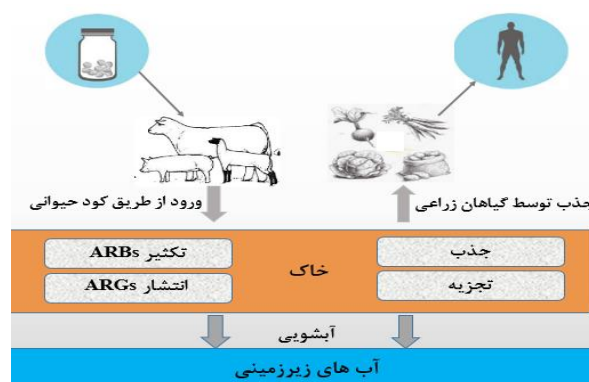
امروزه کاربرد کودهای شیمیایی برای تولید محصولات کشاورزی ارگانیک محدود شده از این رو کودهای دامی غنی از عناصر غذایی در کشاورزی ارگانیک استفاده می‌گردد. استفاده از کودهای حیوانی و آبیاری با آب آلوده به آنتی‌بیوتیک‌ها پتانسیل بالایی در آلوده کردن سیستم‌های کشاورزی دارد. کود مرغی در مقایسه با سایر کودهای حیوانی علاوه بر افزایش عملکرد محصول، فراوانی ARG را نیز در خاک افزایش می‌دهد (Urraa *et al.*, 2018).

مطالعات گلخانه‌ای اخیر در ایالات متحده آمریکا حاکی از جذب آنتی‌بیوتیک‌ها توسط گیاهان در خاک کوددهی شده با کودهای آلی و حیوانی می‌باشد (Kumar *et al.*, 2005). جذب آنتی‌بیوتیک‌ها توسط گیاه به ویژگی‌های خاک، غلظت آنتی‌بیوتیک‌ها در خاک یا آب آبیاری و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آنتی‌بیوتیک‌ها بستگی دارد (Zhang *et al.*, 2016, Wu *et al.*, 2014). آنتی-بیوتیک‌های جذب شده توسط گیاه به قسمت‌های مختلف از جمله برگ‌ها منتقل می‌شوند. تجمع آنتی‌بیوتیک‌ها در قسمت‌های

مختلف گیاه متفاوت است. (Hu *et al.* 2010) گزارش کردند توزیع آنتی‌بیوتیک در برگ < ساقه < ریشه می‌باشد. گیاهان ریشه‌ای مانند سیب‌زمینی، پیاز و هویج نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها آسیب‌پذیرترند و اگر این ترکیبات دارویی در اکوسیستم‌های کشاورزی کنترل نشود می‌تواند امنیت غذایی را تهدید کند (Tasho and Cho 2016).

ورود آنتی‌بیوتیک‌ها به بدن انسان

حدود ۷۵ درصد از ترکیبات دارویی مصرف شده در دام و طیور وارد آب و خاک می‌شوند و از این طریق جذب گیاهان شده و یا وارد آب‌های زیرزمینی می‌شوند و تهدیدی برای سلامت بشر محسوب شود (شکل ۱).



شکل ۱- ورود آنتی‌بیوتیک‌ها به خاک از طریق کودهای حیوانی و اثرات نامطلوب بر انسان از طریق جذب توسط گیاهان زراعی

Figure 1. Antibiotics enter to the soil through manure and undesirable effects on human through uptake by crops

آنتی‌بیوتیک‌ها با مصرف سبزیجات آلوده وارد معده و روده انسان می‌شوند جایی که تقریباً ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ نوع باکتری دیگر وجود دارد (Jernberg *et al.*, 2010). ۹۵ درصد از این باکتری‌ها مفیدند و بقیه مضر و بیماری‌زا هستند. آنتی‌بیوتیک‌ها منجر به جهش ژنتیکی و تغییر ترکیب باکتری‌های حساس روده می‌شوند (Perez-Cobas *et al.*, 2012) که در آینده به صورت باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌ها تکثیر می‌یابند (Jernberg *et al.*, 2010) و تا سال‌ها در روده انسان باقی می‌مانند و منجر به افزایش باکتری‌های مضر و بیماری‌زا و در نهایت ابتلا به بیماری‌های چون ورم مخاط روده بزرگ، اختلال روده‌ای و سرطان کلورکتال (Damman *et al.*, 2012) می‌شوند و در شرایط حادثر مثل تکثیر بیش از حد، بیماری غیر قابل علاج شده و منجر به مرگ می‌گردد. اختلال در سیستم ایمنی نیز از عوارض ورود آنتی‌بیوتیک‌ها به بدن است (Cho *et al.*, 2012).

نتیجه گیری

مصرف بی‌رویه آنتی‌بیوتیک‌ها در صنعت دام و طیور و کاربرد فضولات حیوانی به عنوان کود در اراضی کشاورزی منجر به ورود آنتی‌بیوتیک‌ها به محیط خاک می‌گردد. در خاک‌ها بقایای آنتی‌بیوتیکی دچار تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی زیادی می‌شوند. جذب و تجزیه مهمترین فرایندهای تعیین کننده سرنوشت آنتی‌بیوتیک‌ها می‌باشند. میکروارگانیسم‌های خاک در حضور آنتی‌بیوتیک‌ها مقاوم می‌گردند و یا از بین می‌روند در نتیجه عملکرد جامعه میکروبی خاک تغییر می‌یابد. گیاهان زراعی در طول دوره رشد خود بقایای آنتی‌بیوتیک‌ها را جذب می‌کنند و انسان از طریق مصرف این محصولات آلوده شده و منجر به افزایش ARG، تکثیر باکتری‌های بیماری‌زا و بروز مقاومت آنتی‌بیوتیکی در بدن می‌گردد. مقاومت در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها یک تهدید جدی برای سلامت جهانی و امنیت غذایی محسوب می‌شود. لذا کنترل و حذف این آلاینده قبل از ورود به محیط زیست بسیار ضروری می‌باشد. به علت سخت بودن اصلاح خاک پیشنهاد می‌گردد روش‌های حذف آنتی‌بیوتیک‌ها در فرایند تولید و فرآوری کودهای آلی و حیوانی انجام گردد.

- Bouki, C., Venieri, D. (2013). Diamadopoulos E. Detection and fate of antibiotic resistant bacteria in wastewater treatment plants: a review. *Ecotoxicol. Environ*, 91, 1–9.
- Carter, L.J., Harris, E., Williams, M., Ryan, J.J., Kookana, R.S., Boxall, A.B. (2014). Fate and uptake of pharmaceuticals in soil-plant systems. *J. Agric. Food Chem*, 62, 5955–5963.
- Chen, Y.S., Zhang, H.B., Luo, Y.M., Song, J. (2012). Occurrence and assessment of veterinary antibiotics in swine manures: a case study in East China. *Chinese Sci. Bull*, 57, 606–614.
- Cho, I., Blaser, M.J. (2012). The human microbiome: at the interface of health and disease. *Nat. Rev. Genet*, 13, 260.
- Cycon, M., Mroziak, A., Piotrowska-Seget, Z. (2019). Antibiotics in the Soil Environment-Degradation and Their Impact on Microbial Activity and Diversity. *Frontiers of Microbiol*, 338 (10), 1-45.
- Damman, C.J., Miller, S.I., Surawicz, C.M., Zisman, T.L. (2012). The microbiome and inflammatory bowel disease: is there a therapeutic role for fecal microbiota transplantation. *Am. J. Gastroenterol*, 107, 1452.
- Dantas, G., Sommer, M.O.A., Oluwasegun, R.D., Church, G M. (2008). Bacteria subsisting on antibiotics. *Science*, 320, 100–103.
- Ding, G.C., Radl, V., Schloter-Hai, B., Jechalke, S., Heuer, H., Smalla, K. et al. (2014). Dynamics of soil bacterial communities in response to repeated application of manure containing sulfadiazine. *PLoS ONE* 9:e92958.
- Duan, M., Li, H., Gu, J., Tuo, X., Sun, W., Qian, X. et al. (2017). Effects of biochar on reducing the abundance of oxytetracycline, antibiotic resistance genes, and human pathogenic bacteria in soil and lettuce. *Environ. Pollut*, 224, 787–795.
- Hamscher, G., Szesny, S., Hoper, H., Nau, H. (2002). Determination of persistent tetracycline residues in soil fertilized with liquid manure by highperformance liquid chromatography with electrospray ionization tandem mass spectrometry. *Anal. Chem*, 74, 1509–1518.
- Hou, J., Wan, W., Mao, D., Wang, C., Mu, Q., Qin, S. et al. (2015). Occurrence and distribution of sulfonamides, tetracyclines, quinolones, macrolides, and nitrofurans in livestock manure and amended soils of Northern China. *Environ. Sci. Pollut. Res*, 22, 4545–4554.
- Hu, S., Zhang, Y., Shen, G., Zhang, H., Yuan, Z., Zhang, W. (2019). Adsorption/desorption behavior and mechanisms of sulfadiazine and sulfamethoxazole in agricultural soil systems. *Soil and Tillage Research*, 186: 233-241.
- Hu, X., Zhou, Q., Luo, Y. (2010). Occurrence and source analysis of typical veterinary antibiotics in manure, soil, vegetables and groundwater from organic vegetable bases, northern China. *Environ. Pollut*. 158, 2992–2998.
- Jernberg, C., Lofmark, S., Edlund, C., Jansson, J.K. (2010). Long-term impacts of antibiotic exposure on the human intestinal microbiota. *Microbiology*, 156, 3216–3223.
- Kumar, K., Gupta, S.C., Baidoo, S.K., Chander, Y., Rosen, C.J. (2005). Antibiotic uptake by plants from soil fertilized with animal manure. *J. Environ. Qual*, 34 (6), 2082–2085.
- Kummerer, K. (2009) Antibiotics in the aquatic environment—a review. *Part, I. Chemosphere*, 75, 417–434.
- Leng, Y., Bao, J., Chang, G., Zheng, H., Li, X., Du, J. et al. (2016). Biotransformation of tetracycline by a novel bacterial strain *Stenotrophomonas maltophilia* DT1. *J. Hazard. Mater*. 318, 125–133.
- Martinez-Hernandez, V., Meffe, R., Herrera Lopez, S., Bustamante, I. (2016). The role of sorption and biodegradation in the removal of acetaminophen, carbamazepine, caffeine, naproxen and sulfamethoxazole during soil contact: a kinetics study. *Sci. Total Environ*, 559, 232–241.
- Marx, M.C., Kandeler, E., Wood, M., Wermbter, N., and Jarvis, S. C. (2005). Exploring the enzymatic landscape: distribution and kinetics of hydrolytic enzymes in soil particle-size fractions. *Soil Biol. Biochem*. 37, 35–48.
- Mitchell, S.M., Ullman, J.L., Teel, A.L., Watts, R.J. (2015). Hydrolysis of amphenicol and macrolide antibiotics: chloramphenicol, florfenicol, spiramycin, and tylosin. *Chemosphere* 134, 504–511.
- Molaei, A., Lakzian, A., Haghnia, G., Astaraei, A., Rasouli-Sadaghiani, M.H., Ceccherini, M.T. (2017). Effects of Oxytetracycline (OTC) and Sulfamethoxazole (SMX) Antibiotics on Potential Nitrification and Alkaline Phosphatase and Urease Activities in a Calcareous Soil. *Application Research of soil*, 6(2): 1-14.
- Mulla, S.I., Hu, A., Sun, Q., Li, J., Suanon, F., Ashfaq, M. et al. (2018). Biodegradation of sulfamethoxazole in bacteria from three different origins. *J. Environ. Manage*. 206, 93–102.
- Pan, M., Chu, L.M. (2016). Adsorption and degradation of five selected antibiotics in agricultural soil. *Sci. Total Environ*. 545–546, 48–56.
- Pan, M., Chu, L.M. (2017). Leaching behavior of veterinary antibiotics in animal manure-applied soils. *Sci. Total Environ*, 579, 466–473.

- Perez-Cobas, A.E., Gosalbes, M.J., Friedrichs, A., Knecht, H., Artacho, A., Eismann, K. et al. (2012). Gut microbiota disturbance during antibiotic therapy: *a multi-omic approach*. *Gut*, 62, 1591–1601.
- Pinna, M.V., Castaldi, P., Deiana, P., Pusino, A. (2012). Sorption behavior of sulfamethazine on unamended and manure-amended soils and short-term impact on soil microbial community. *Ecotoxicol. Environ.* 84, 234–242.
- Schlöter, M., et al. (2011). Influence of difloxacin-contaminated manure on microbial community structure and function in soils. *Biol. Fertil. Soils* 47, 177–186.
- Shemer, H., Kunukcu, Y.K., Linden, K.G. (2006). Degradation of the pharmaceutical metronidazole via UV, Fenton and photo-Fenton processes. *Chemosphere*, 63(2), 269–76.
- Tasho, R.P., Cho, J.O.Y. (2016). Veterinary antibiotics in animal waste, its distribution in soil and uptake by plants: a review. *Sci. Total Environ.* 563–564, 366–376.
- Thiele-Bruhn, S., Peters, D. (2007). Photodegradation of pharmaceutical antibiotics on slurry and soil surfaces. *Landbauforsch. Volkenrode*, 57, 13–23.
- Topp, E., Chapman, R., Devers-Lamrani, M., Hartmann, A., Marti, R., Martin-Laurent, F., et al. (2013). Accelerated biodegradation of veterinary antibiotics in agricultural soil following long-term exposure, and isolation of a sulfamethazine-degrading microbacterium sp. *J. Environ. Qual.* 42, 173–178.
- Urra, J., Alkorta, I., Lanzón, A., Mijangosa, I., Garbisua, C. (2018). The application of fresh and composted horse and chicken manure affects soil quality, microbial composition and antibiotic resistance. *Applied Soil Ecology*, 64: 1-12.
- Wang, S., Gao, X., Gao, Y., Li, Y., Cao, M., Xi, Z., et al. (2017). Tetracycline resistance genes identified from distinct soil environments in China by functional metagenomics. *Front. Microbiol.* 8:1406.
- Wen, X., Wang, Y., Zou, Y., Ma, B., and Wu, Y. (2018). No evidential correlation between veterinary antibiotic degradation ability and resistance genes in microorganisms during the biodegradation of doxycycline. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 147, 759–766.
- Wu, X.L., Xiang, L., Yan, Q.Y., Jiang, Y.N., Li, Y.W., Huang, X.P. et al. (2014). Distribution and risk assessment of quinolone antibiotics in the soils from organic vegetable farms of a subtropical city, Southern China. *Sci. Total Environ* 487, 399–406.
- Zhang, Q., Dick, W.A. (2014). Growth of soil bacteria, on penicillin and neomycin, not previously exposed to these antibiotics. *Sci. Total Environ.* 493, 445–453.
- Zhang, H., Zhou, Y., Huang, Y., Wu, L., Liu, X., Luo, Y. (2016). Residues and risks of veterinary antibiotics in protected vegetable soils following application of different manures. *Chemosphere*, 152, 229–237.
- Zhou, L.J., Ying, G., Liu, S., Zhang, R.Q., Lai, H.J., Chen, Z.F. et al. (2013). Excretion masses and environmental occurrence of antibiotics in typical swine and dairy cattle farms in China. *Sci. Total Environ.* 444, 183–195.

Antibiotic residues in the soil and a threat to human health

Mahrokh Sharifmand¹, Ebrahim Sepehr^{2*}

1-PhD Student, Soil Science Department, College of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

2-Professor, Soil Science Department, College of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

Email: e.sepeher@urmia.ac.ir

Abstract

Antibiotics play a key role in the management of infectious diseases in humans and animals all over the world. Because the majority of antibiotics are not completely metabolized in the bodies of humans and animals, a high percentage of administered drugs is discharged into water and soil, thus it is known as environmentally stable organic pollutants. Based on inherent stability to degradation, antibiotics have the large range of half-lives in soil, between <1 day and 10 years. The physicochemical properties of antibiotics, soil type and climatic factors affect the degradation of antibiotics. The remainder of these compounds, as antimicrobial agents have a negative effects on soil microbial communities and, in turn, on soil health. Finally, antibiotics can be entered to the food chain through their uptake by crops and lead to antibiotic resistance in humans. In this paper, the fate of antibiotics in soil (sorption and degradation), their impact on soil microbial community function, uptake by plants and the impact on human food security are reviewed.

Keywords: Antibiotic resistance, Fate of antibiotics, Microbial community

اثر خاک‌ورزی حفاظتی و مدیریت بقایای گیاهی بر عملکرد سیب‌زمینی

زین‌العابدین امیدمهر^۱

عضو هیات علمی بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سمنان (شاهرود).
شاهرود- میدان امام رضا- کیلومتر ۳ جاده بسطام- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سمنان

(شاهرود). . تلفن: ۰۹۱۲۶۷۳۰۰۸۹

Email: zshamabadi@gmail.com

چکیده

به منظور مطالعه اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد سیب‌زمینی، این آزمایش مطابق تناوب رایج منطقه (سیب‌زمینی-گندم) در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سمنان (شاهرود) انجام شد. آزمایش در قالب طرح آماری کرت‌های نواری بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد که در آن عامل افقی روش‌های خاک‌ورزی (۱- شخم با گاوآهن برگرداندار + دیسک‌زنی + لولر + فاروئر، ۲- شخم با گاوآهن چیزل + دیسک‌زنی + لولر + فاروئر، ۳- شخم با گاوآهن بشقابی + دیسک‌زنی + لولر + فاروئر و ۴- شخم با چیزل‌پکر + فاروئر) و عامل عمودی شامل دو تیمار حفظ و جمع‌آوری بقایای گیاهی بودند. نتایج نشان داد که استفاده از روش‌های کم‌خاک‌ورزی بر عملکرد سیب‌زمینی بازاری پسندی آن اثر منفی نداشت. همچنین اثر حفظ بقایا نیز بر عملکرد سیب‌زمینی و بازاری پسندی غده‌ها مثبت بود. لذا استفاده از کم‌خاک‌ورزی می‌تواند ضمن کاهش شدت خاک‌ورزی، در دراز مدت موجب جلوگیری از فرسایش خاک و پایداری در تولید می‌شود. لذا با توجه به مزایای استفاده از خاک‌ورزی حفاظتی (کاهش مصرف سوخت و انرژی) تیمار کم‌خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی می‌تواند جایگزین مناسبی برای انجام عملیات آماده‌سازی زمین برای تولید سیب‌زمینی باشد.

کلمات کلیدی: بقایای گیاهی، خاک‌ورزی، سیب‌زمینی، عملکرد.

مقدمه

امروزه بهره‌برداری غیراصولی از خاک سبب بروز مشکلات زیست‌محیطی برای انسان شده است. طبق تحقیقات بعمل آمده، حدود ۳۵۰ میلیون هکتار از اراضی جهان در اثر اجرای عملیات خاک‌ورزی شدید و نامناسب دچار فرسایش و تخریب گردیده است و میزان کل فرسایش خاک در جهان ۲۶ میلیارد تن تخمین زده می‌شود و سهم ایران از آن در حدود ۲ میلیارد تن می‌باشد که زنگ خطر جدی برای بخش کشاورزی کشور می‌باشد. عملیات خاک‌ورزی شدید باعث از دست رفتن خاک از طرق فرسایش آبی و بادی، افت کیفیت خاک و از همه مهم‌تر کاهش مواد آلی خاک می‌گردد. کشاورزی حفاظتی یک راه اساسی برای حفظ خاک و مقابله با خشک‌سالی است (اسدی و صادقی، ۱۳۹۵).

سیب‌زمینی به شرایط فیزیکی خاک کاملاً حساس می‌باشد. اثر عملیات خاک‌ورزی روی تولید سیب‌زمینی کاملاً معنی‌دار می‌باشد. خاک ایده‌آل برای تولید سیب‌زمینی بایستی عمیق، دارای زهکشی خوب و ترد و شکننده باشد (Geisel and Delanoy, 2006).

^۱ - عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سمنان (شاهرود)

در یک آزمایش ۳ ساله، اثر خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی بر تولید سیب‌زمینی بررسی شد. نتایج نشان داد روش خاک‌ورزی بر عملکرد کل و وزن مخصوص غده سیب‌زمینی معنی‌دار نبود. علاوه بر این میزان اندازه غده‌ها در ۲ سال از ۳ سال آزمایش معنی‌دار نبود. عملکرد محصول و میزان غده‌های درشت در سال اول آزمایش از ۲ سال بعدی بیشتر بود. بطور کلی نتایج ۳ ساله آزمایش نشان داد که اثر روش خاک‌ورزی بر عملکرد و اندازه غده سیب‌زمینی معنی‌دار نبود (Alva, 2012).

در یک مطالعه دوازده ساله، خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم برای تولید سیب‌زمینی در تناوب با غلات مورد ارزیابی قرار گرفت. مدیریت حفاظتی شامل کم‌خاک‌ورزی، حفظ بقایا و تناوب بود. نتایج نشان داد که عملکرد بازاری غده سیب‌زمینی در روش حفاظتی نسبت به روش مرسوم ۱۸ درصد بیشتر بود. همچنین طبق نتایج، روش‌های مدیریت حفاظتی موجب بهبود عملکرد و کاهش بیماری‌ها شدند، بدون آنکه اثرات منفی بر کیفیت غده داشته باشند (Larney et al., 2016).

سیستم‌های تولید سیب‌زمینی به دلیل خاک‌ورزی شدید و تولید مقدار کم بقایا اغلب موجب فرسایش خاک می‌شوند. در یک مطالعه خاک‌ورزی حفاظتی با خاک‌ورزی مرسوم در تناوب با گندم سیب‌زمینی مورد مقایسه قرار گرفتند. عملکرد قابل فروش سیب‌زمینی در دو روش خاک‌ورزی حفاظتی و مرسوم یکسان بود. در عمق ۱۰-۰ سانتی-متری خاک در روش حفاظتی در مقایسه با روش رایج میزان کربن آلی خاک افزایش یافت. بطور کلی می‌توان گفت خاک‌ورزی حفاظتی موجب بهبود بهره‌وری محصول و حفاظت خاک می‌شود (Li et al., 2015).

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد سیب‌زمینی، این آزمایش مطابق تناوب رایج منطقه (سیب‌زمینی-گندم) در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سمنان (شاهرود) انجام شد. آزمایش در قالب طرح آماری کرت‌های نواری بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد که در آن عامل افقی روش‌های خاک‌ورزی (۱- شخم با گاواهن برگرداندار + دیسک‌زنی + لولر + فاروئر، ۲- شخم با گاواهن چیزل + دیسک‌زنی + لولر + فاروئر، ۳- شخم با گاواهن بشقابی + دیسک‌زنی + لولر + فاروئر و ۴- شخم با چیزل‌پکر + فاروئر) و عامل عمودی شامل دو تیمار حفظ و جمع‌آوری بقایای گیاهی بودند. عمق شخم در تیمارهای مرسوم و بشقابی حدود ۲۰ سانتیمتر و تیمارهای گاواهن چیزل و چیزل‌پکر ۲۵-۲۰ سانتیمتر بود. عملیات خاک‌ورزی برای کاشت سیب‌زمینی در فصل بهار (اردیبهشت ماه) و برای کاشت گندم در پاییز (مهرماه) انجام شد.

در اردیبهشت ماه سال اول آزمایش، در زمینی با سابقه کشت سیب‌زمینی که در سال قبل به کشت گندم اختصاص داشته است، ابتدا در نیمی از کرت‌ها (تیمار جمع‌آوری بقایا) بقایای گندم مربوط به سال قبل توسط کارگر جمع‌آوری و به خارج از مزرعه منتقل شد و در بقیه کرت‌ها (تیمار حفظ بقایا) بقایای گندم باقیمانده از سال قبل در سطح مزرعه حفظ شد. پس از اعمال تیمارهای خاک‌ورزی، در کل مزرعه، پشته‌هایی به فاصله ۷۵ سانتی‌متر از یکدیگر ایجاد شد و سیب‌زمینی رقم آگریا در تاریخ ۲۰ اردیبهشت توسط کارگر کاشته شد و برای هر ردیف کاشت، یک نوار تیپ جهت آبیاری قرار داده شد. مقدار غده بذری سه و نیم تن در هکتار و وزن غده‌های بذری بریده شده حدود ۷۰-۵۰ گرم بود که پس از ضدعفونی در روی ردیف‌هایی به فاصله ۷۵ سانتی‌متر، فاصله بوته ۲۰ سانتی‌متر و در عمق ۱۰-۱۲ سانتی‌متری کاشته شدند. عملیات داشت در تمام تیمارها یکسان اعمال شد. یادداشت‌برداری‌های لازم در زمینه تعداد غده در بوته، بازپسندی غده‌ها، عملکرد سیب‌زمینی انجام و با استفاده از نرم افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد سیب‌زمینی، تعداد غده در بوته، درصد غده‌های درشت، متوسط و ریز به شرح جدول ۱ می‌باشند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غده در بوته	غده‌های ریز (%)	غده‌های متوسط (%)	غده‌های درشت (%)	عملکرد
تکرار	۲	۰/۳۹	۶۷/۲	۶۱	۳۴/۳	۴۴/۷
تیمار خاک‌ورزی	۳	۱/۶۴*	۳۰/۱ ^{ns}	۶/۹ ^{ns}	۲۰/۲ ^{ns}	۱۹/۵ ^{ns}
خطا	۶	۰/۰۹	۳۲/۹	۱۰۹/۲	۱۲۸/۴	۱۴/۷
تیمار بقایا	۱	۰/۸۴ ^{ns}	۳۴/۳ ^{ns}	۱۰۴/۲ ^{ns}	۱۷۳/۳ ^{ns}	۳۹/۵ ^{ns}
خطا	۲	۰/۹	۴۸/۳	۷۷/۲	۷۵/۷	۴۳/۹
اثر متقابل	۳	۰/۱۱ ^{ns}	۱۵/۷ ^{ns}	۲۴/۷ ^{ns}	۷۱/۵ ^{ns}	۱۰/۴ ^{ns}
خطا	۶	۰/۲۳	۴۴/۸	۱۱/۸	۱۰۴/۳	۱۲/۵
ضریب تغییرات (%)		۱۷/۸	۲۵	۱۲/۲	۲۲/۵	۱۶/۵

** اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد؛ * اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین‌ها و گروه بندی صفات مورد بررسی در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و بقایا

تیمار خاک‌ورزی و بقایا	غده در بوته (تعداد)	غده‌های ریز (%)	غده‌های متوسط (%)	غده‌های درشت (%)	عملکرد (تن در هکتار)
برگرداندار	۶/۸ a	۲۴ a	۲۹/۸ a	۴۶/۲ a	۲۳/۳ a
چیزل	۵/۹ ab	۲۸/۱ a	۲۸/۲ a	۴۳/۸ a	۲۰/۷ a
بشقابی	۵/۷b	۲۹ a	۲۷/۷ a	۴۴ a	۱۹/۳ a
چیزل پکر	۶/۵ab	۲۶a	۲۷/۳a	۴۷/۶ a	۲۲/۶ a
حفظ بقایا	۶ a	۲۸ a	۳۰/۳ a	۴۲/۷ a	۲۰/۲a
جمع‌آوری بقایا	۶/۴ a	۲۵/۶ a	۲۶/۲ a	۴۸/۱a	۲۲/۷ a
برگرداندار × با بقایا	۶/۵ a	۲۵/۲ a	۳۰/۴ a	۴۴/۴ a	۲۰/۸ a
برگرداندار × بدون بقایا	۷/۰۳ a	۲۲/۸ a	۲۹/۱ a	۴۸/۱ a	۲۵/۸ a
چیزل × با بقایا	۵/۷ a	۲۸/۳ a	۲۹/۵ a	۴۲/۴ a	۱۸/۹ a
چیزل × بدون بقایا	۶/۰۳ a	۲۷/۹ a	۲۶/۹ a	۴۵/۲ a	۲۲/۴ a
بشقابی × با بقایا	۵/۷ a	۲۸/۹۷ a	۲۶/۹۷ a	۴۴/۲ a	۱۹/۹ a
بشقابی × بدون بقایا	۵/۷ a	۲۹/۱ a	۲۶/۴ a	۴۳/۸ a	۱۸/۸ a
چیزل پکر × با بقایا	۶/۲ a	۲۹/۴ a	۳۲/۴ a	۳۹/۹ a	۲۱/۲ a
چیزل پکر × بدون بقایا	۶/۸ a	۲۲/۵ a	۲۲/۲ a	۵۵/۳ a	۲۳/۹۷ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

تعداد غده در هر بوته

تعداد غده در هر بوته یکی از اجزای مهم عملکرد محصول سیبزمینی است. نتایج نشان داد، بین تیمارهای خاک-ورزی از نظر این پارامتر تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود داشت (جدول ۱). بیشترین و کمترین تعداد غده در بوته به ترتیب مربوط به گاواهن برگرداندار و بشقایی بود. با توجه به اینکه غده سیبزمینی جهت رشد نیاز به خاک کاملاً آماده شده دارد، بنظر می‌رسد در روش مرسوم نسبت به تیمارهای آماده‌سازی خاک بهتر بوده و این امر موجب افزایش تعداد غده نسبت تیمارهای دیگر شده است. نتایج مشابه توسط احمدوند و حاجی‌نیا (۱۳۹۴) گزارش شد.

بازارپسندی غده‌ها

منظور از بازارپسندی غده، میزان ریزی و درشتی اندازه غده‌ها می‌باشد. به طوری که اندازه غده از صفات مهم در میزان بازارپسندی محصول سیبزمینی می‌باشد. بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی از نظر از بازارپسندی غده‌ها (درصد غده‌های درشت، متوسط و ریز) اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشت (جدول ۱). نتایج مشابه توسط کارتر و همکاران (۲۰۰۵) گزارش شد. میانگین اندازه غده در جدول ۲ نشان داده شده است.

عملکرد محصول

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد محصول نشان داد، تیمارهای آزمایشی از لحاظ عملکرد محصول با یکدیگر تفاوت آماری معنی‌دار نداشتند (جدول ۱). هرچند تعداد غده در روش مرسوم نسبت به روش کم-خاک‌ورزی بیشتر بود اما نتوانست عملکرد را تحت‌تاثیر آماری قرار دهد. تیمار شخم با گاواهن برگرداندار و بشقایی به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد را داشتند (جدول ۴). معمولاً اثر خاک‌ورزی بر رشد و عملکرد محصول در درازمدت حاصل می‌شود. بنابراین اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر عملکرد در سال‌های اولیه مشاهده نمی‌شود. نتایج مشابه توسط احمدوند و حاجی‌نیا (۱۳۹۴) و پترز و همکاران (۲۰۰۴) گزارش شد.

اثر بقایا

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به سیبزمینی نشان داد که اثر تیمار بقایا (حفظ و جمع‌آوری بقایا) بر پارامترهای تعداد غده در بوته، اندازه غده‌ها و عملکرد محصول معنی‌دار نبود. نتایج مشابه توسط غلامی پرشکوهی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش شد. همچنین اثر متقابل خاک‌ورزی و بقایا نیز معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه سودمندی استفاده از روش‌های کم‌خاک‌ورزی بر عملکرد سیبزمینی در تناوب با گندم، با رویکرد کاهش حفظ بررسی شد. نتایج نشان داد که کم‌خاک‌ورزی اثر منفی بر عملکرد محصول سیبزمینی ندارد. لذا استفاده از کم‌خاک‌ورزی می‌تواند ضمن کاهش شدت خاک‌ورزی، میزان تولید را نیز حفظ کند. همچنین با توجه به برگردانی کمتر خاک در تیمار گاواهن قلمی، بقایای گیاهی در سطح خاک حفظ می‌شود، بقایای گیاهی به زیر خاک برده نشده بلکه با خاک مخلوط شده یا در سطح خاک می‌مانند، بدین ترتیب با پوششی که در سطح خاک ایجاد می‌شود، درجه حرارت خاک کاهش می‌یابد و از تبخیر آب آن جلوگیری می‌شود. هر چه بقایای گیاهی بر روی زمین بیشتر بماند، فرسایش خاک به همان میزان بیشتر کاهش می‌یابد. بنابراین حفظ بقایا در سطح خاک می‌تواند موجب جلوگیری از تبخیر سطحی شده و بهبود ذخیره رطوبت شود. بنابراین با توجه به مزایای روش‌های کم‌خاک‌ورزی (صرفه‌جویی در مصرف سوخت، کاهش تعداد و زمان انجام عملیات) نسبت به روش مرسوم، به عنوان روش جایگزین روش مرسوم پیشنهاد می‌شود. این مطالعه اطلاعات مفیدی برای کشاورزان فراهم می‌کند تا در پذیرش سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی برای تولید محصول همکاری کنند.

منابع

- احمدوند، گ.، حاجی‌نیا، س. (۱۳۹۴). تأثیر گیاه پوششی و سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد سیب‌زمینی. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۱۸۲-۱۶۳.
- اسدی، م. ا.، صادقی، س. (۱۳۹۵). خاک‌های سالم با کشاورزی حفاظتی. چاپ و نشر نوروزی. گرگان. ایران. ۱۳۰ ص.
- غلامی‌پرشکوهی، م.، تبریزی‌نمینی، ص.، سلیمی، م.، احمدبیگی، ح. (۱۳۹۵). اثر چند روش خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی رقم سانته. فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی. ۱۲ (۱): ۸-۱.
- Alva, A.K., Collins, H.P., Boydston, R. A. (2010). Potato response to tillage and nitrogen management. United States Department of Agriculture -Agricultural Research Service, Vegetable and Forage Crops Research Unit.
- Geisel, B., Delanoy, L. (2006). Commercial potato production- field preparation. Alberta research council crop & plant management. Published by the western potato council.
- Larney, F.J., Pearson, D.C., Blackshaw, R.E. Lupwayi, N.Z., Lynch, D.R. (2016). Conservation Management Practices and Rotations for Irrigated Processing Potato in Southern Alberta. American Journal of Potato Research. 93(1):50-63.
- Li, L., Larney, F.J., Angers, D.A., Pearson, D.C., Blackshaw, R.E. (2015). Conservation tillage in potato rotation in Eastern Canada. Soil Science Society of America Journal. 79(4): 930-942.
- Peters, R. D., Sturz, A. V. Carter, M. R., Sanderson, J. B. (2004). Influence of crop rotation and conservation tillage practices on the severity of soil-borne potato diseases in temperate humid agriculture. Canadian Journal of Soil Science. 84. 397-402.

Effect of conservation tillage and crop residue management on potato yield

تغییرات شوری پروفیل خاک و حد آستانه تحمل به شوری کنجد تحت تنش‌های توام شوری و خشکی

الهه سیفی‌پور نقنه*^۱، نجمه یرمی^۲، ابوالفضل عزیزیان^۲، غلامحسین رنجبر^۳

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه اردکان، ۰۹۱۴۰۸۳۷۹۹۴ و e.seyfiour73@gmail.com

۲-استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

۳-استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

چکیده:

عمده‌ترین عوامل محدود کننده تولیدات زراعی تنش‌های محیطی می‌باشند که از مهم‌ترین آن‌ها دو تنش آبی و شوری است. کنجد از گیاهان تامین کننده روغن مطلوب خوراکی می‌باشد که یک محصول سازگار با مناطق خشک و نیمه خشک است. به منظور تعیین حد آستانه تحمل به شوری کنجد و بررسی تغییرات شوری خاک طی دوره رشد آن، پژوهشی بصورت آزمایش فاکتوریل و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه دور آبیاری (۴، ۸ و ۱۲ روز) و چهار سطح شوری آب آبیاری (۱/۵، ۴، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) و سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه اردکان واقع در استان یزد انجام شد. طی دوره رشد، در چهار نوبت از اعماق ۰-۹۰ سانتی متری سطح خاک در فواصل ۳۰ سانتی متری نمونه‌برداری شد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که با توجه به شور بودن اولیه خاک، مقدار متوسط شوری عصاره اشباع خاک در ناحیه ریشه در طول دوره رشد در تیمارهایی که با آب محتوی شوری ۱/۵، ۴، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شدند، به ترتیب ۱۴/۷، ۱۶/۱، ۱۹/۷ و ۲۴/۳ دسی‌زیمنس بر متر بود. حد آستانه تحمل به شوری گیاه کنجد برای عملکرد نسبی دانه و شیب کاهش عملکرد به ازای افزایش یک واحد شوری به ترتیب، ۶/۹ دسی‌زیمنس بر متر و ۸ درصد بدست آمد.

کلمات کلیدی: پروفیل شوری خاک، حد آستانه، شوری، کنجد.

مقدمه:

بخش کشاورزی رسالت مهم تامین نیازهای غذایی جوامع و همچنین ایجاد و ارتقاء امنیت غذایی را به عهده دارد. افزایش نیاز غذایی به دنبال افزایش جمعیت منجر به افزایش سطح مناطق فاریاب و در نتیجه نیاز بیشتر به منابع آب برای آبیاری شده است. در کشور ما عمده‌ترین عامل محدود کننده تولیدات زراعی تنش‌های محیطی می‌باشند که از مهم‌ترین آن‌ها دو تنش کم آبی و شوری است. معمولاً نمودار واکنش گیاهان زراعی به شوری خطی بوده و از دو قسمت مجزا تشکیل شده است (ماس و هافمن، ۱۹۷۷). قسمت اول نمودار با شیب صفر مشخص کننده حد آستانه تحمل به شوری و قسمت دوم آن خطی با شیب منفی است که این شیب بیانگر میزان کاهش عملکرد به ازای افزایش هر واحد شوری است. این الگوی واکنش به شوری برای بسیاری از گیاهان زراعی تعیین شده است. برای مثال در پژوهشی که توسط رنجبر و همکاران (۱۳۸۹) برای آستانه تحمل به شوری چهار رقم گندم تحت آبیاری در شش سطح شوری ۲، ۵، ۸، ۱۱، ۱۴ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر انجام

شد، مشخص شد که آستانه تحمل به شوری ارقام کویر، روشن، ماهوتی و مرودشت به ترتیب ۵/۰، ۴/۵۸، ۳/۳۴ و ۵/۶۷ دسی زیمنس بر متر بود.

دانه‌های روغنی از اقلام صادراتی بسیاری از کشورها است. کنگد از گیاهان تامین کننده روغن مطلوب خوراکی می‌باشد که یک محصول سازگار با مناطق خشک و نیمه خشک است. از عوامل محدود کننده تولید کنگد، کمبود آب و شرایط خشکسالی در مناطق خشک و نیمه خشک است. نتایج تحقیقات انجام شده بر کنگد نشان می‌دهد که افزایش دور آبیاری بر ارتفاع گیاه، تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه اثر معنی‌داری داشت و آبیاری با دور ۶ و ۱۲ روز در کشور ترکیه بهتر از دور ۱۸ و ۲۴ روز بود (کاراسلان و همکاران، ۲۰۰۷). کم آبیاری باعث افزایش کارایی مصرف آب در کنگد شد و تیمار ۰/۶ آبیاری کامل بیشترین کارایی مصرف آب را به خود اختصاص داد (تریپاتی و باستیا، ۲۰۱۲). درصد روغن بدست آمده از کنگد در تیمار قطع آبیاری پس از پایان گلدهی بیشتر از تیمار قطع آبیاری پس از تشکیل میوه بود (باقری و همکاران، ۲۰۱۳). مطالعات انجام شده در کشور بیانگر کشت طولانی مدت کنگد در مناطقی با مشکل شوری خاک و آب بویژه در استان یزد بوده و این امر نشان‌دهنده متحمل بودن گیاه کنگد به شوری می‌باشد (محمود و همکاران، ۲۰۰۳). مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی عکس‌العمل گیاه کنگد در برابر تنش‌های توام شوری و خشکی و تعیین حد آستانه تحمل گیاه به شوری به‌منظور راهنمایی برای تولیدکنندگان این دانه روغنی با ارزش در استان یزد و مناطقی مشابه انجام شد.

مواد و روش‌ها:

پژوهش حاضر بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه اردکان واقع در استان یزد انجام گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل چهار سطح شوری آب آبیاری ۱/۵ (S1)، ۴ (S2)، ۷ (S3) و ۱۰ (S4) دسی‌زیمنس بر متر بود. فاکتور دوم آزمایش شامل سه سطح آبیاری با دوره‌های متفاوت آبیاری ۴ (I1)، ۸ (I2) و ۱۲ (I3) روز بود. از رقم اولتان به دلیل متحمل بودن به کم‌آبی و شوری در این پژوهش استفاده شد (درگاهی و همکاران، ۱۳۹۰؛ فاضلی کاخکی و همکاران، ۱۳۹۱). کشت اوایل تیر ماه صورت گرفت و بعد از ۸ برگی شدن گیاه، تیمارها اعمال شدند. در این آزمایش از دو مخزن آب شیرین و شور استفاده و با تنظیم شیر خروجی مخزن‌ها شوری آب آبیاری کنترل می‌شد. همچنین، به منظور پایش حجم آب وارد شده به هر کرت، از کنتور حجمی استفاده شد. عمق آبیاری با تخمین عمق توسعه ریشه از طریق معادله زیر (بورگ و گریمز، ۱۹۸۶) تعیین شد:

$$Rd = Rd_{min} + Rd_{max} \left[0.5 + 0.5 * \sin \left(3.03 \times \frac{D_{age}}{D_{t \max}} - 1.47 \right) \right] \quad (1)$$

در این رابطه، \sin بر حسب رادیان، عمق ریشه (Rd)^۱ با استفاده از عمق کاشت (Rd_{min})، بیشترین عمق ریشه در طول دوره رشد (Rd_{max})، تعداد روز از تاریخ کاشت (D_{age}) و زمان رسیدن به حداکثر عمق ریشه ($D_{t \max}$) بدست آمد. مقدار آب آبیاری مورد نیاز برای هر تیمار با نمونه‌برداری از خاک قبل از آبیاری و تعیین رطوبت وزنی و جبران رطوبت تا حد ظرفیت زراعی خاک و در نظر گرفتن جزء آبشویی با استفاده از معادله‌های (۲) و (۳) تعیین گردید:

$$Irrigation \ Depth = \frac{(\theta_{FC} - \theta_{soil}) * Rd}{1 - LF} \quad (2)$$

$$Irrigation \ Volume = ID \times plot \ Area \quad (3)$$

¹ - Root depth

در رابطه (۲) عمق آبیاری (Irrigation depth) از ترکیب پارامترهای رطوبت موجود در خاک (θ_{soil})، رطوبت خاک در نقطه ظرفیت زراعی (θ_{FC})، عمق توسعه ریشه (R_d) و جزء آبشویی (LF) که ۳۰ درصد در نظر گرفته شد، بدست آمد. لازم به ذکر است که بعلت در نظر گرفتن جزء آبشویی، تنش خشکی از طریق افزایش دور آبیاری اعمال شد.

جهت پایش و سنجش شوری خاک، در چهار زمان مختلف شامل ۳۵، ۵۰، ۶۵ و ۸۳ روز پس از کاشت در طول فصل رشد از اعماق ۹۰ - ۰ سانتی متری سطح خاک در فواصل ۳۰ سانتی متری نمونه برداری شد. همچنین، بمنظور برآورد حد آستانه تحمل کنگد نسبت به شوری، رابطه عملکرد نسبی- شوری از طریق معادله زیر (ماس و هافمن، ۱۹۷۷) تخمین زده شد:

$$Y_r = 100 - b(EC_e - EC_{th}) \quad (۴)$$

$$Y_r = Y_a / Y_m \quad (۵)$$

در رابطه (۴) Y_r عملکرد نسبی است که تولید محصول در شرایط واقعی (Y_a) را نسبت به حداکثر تولید در شرایط بدون تنش (Y_m) نشان می دهد (رابطه (۵))، b شیب خط است که نشان دهنده درصد کاهش عملکرد به ازای افزایش هر واحد شوری عصاره اشباع خاک است، EC_{th} حد آستانه تحمل به شوری بر اساس $dS m^{-1}$ و EC_e متوسط شوری عصاره اشباع خاک در منطقه توسعه ریشه بر اساس $dS.m^{-1}$ می باشد.

تحلیل و رسم نمودارها و اشکال توسط نرم افزارهای Excel و surfer انجام شد.

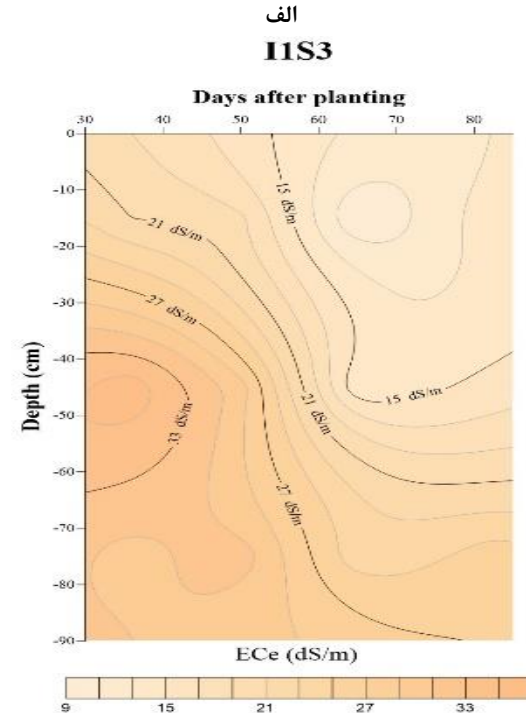
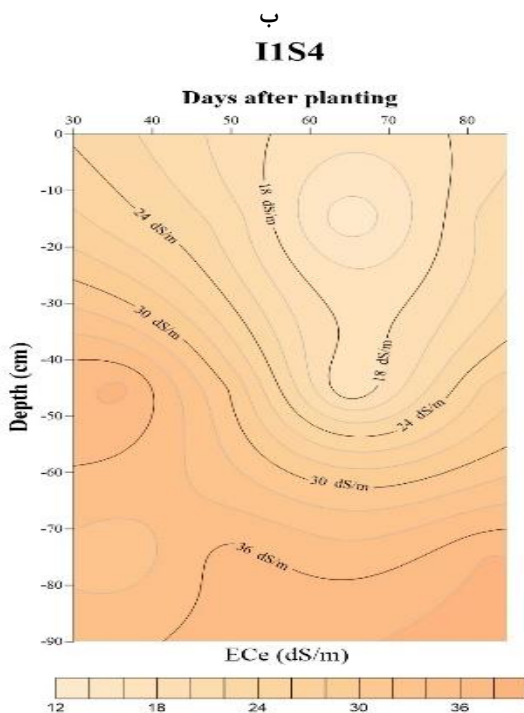
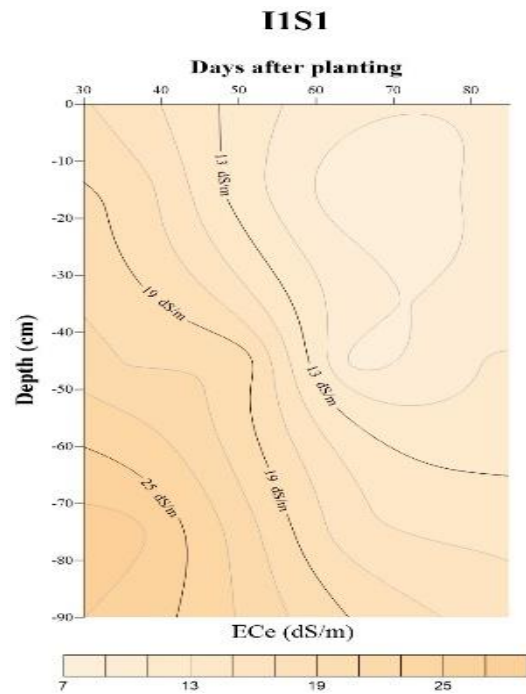
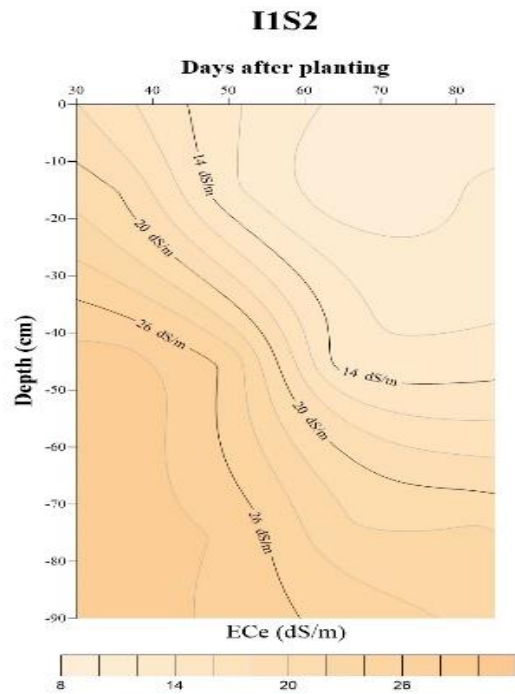
نتایج و بحث:

تغییرات شوری در پروفیل خاک

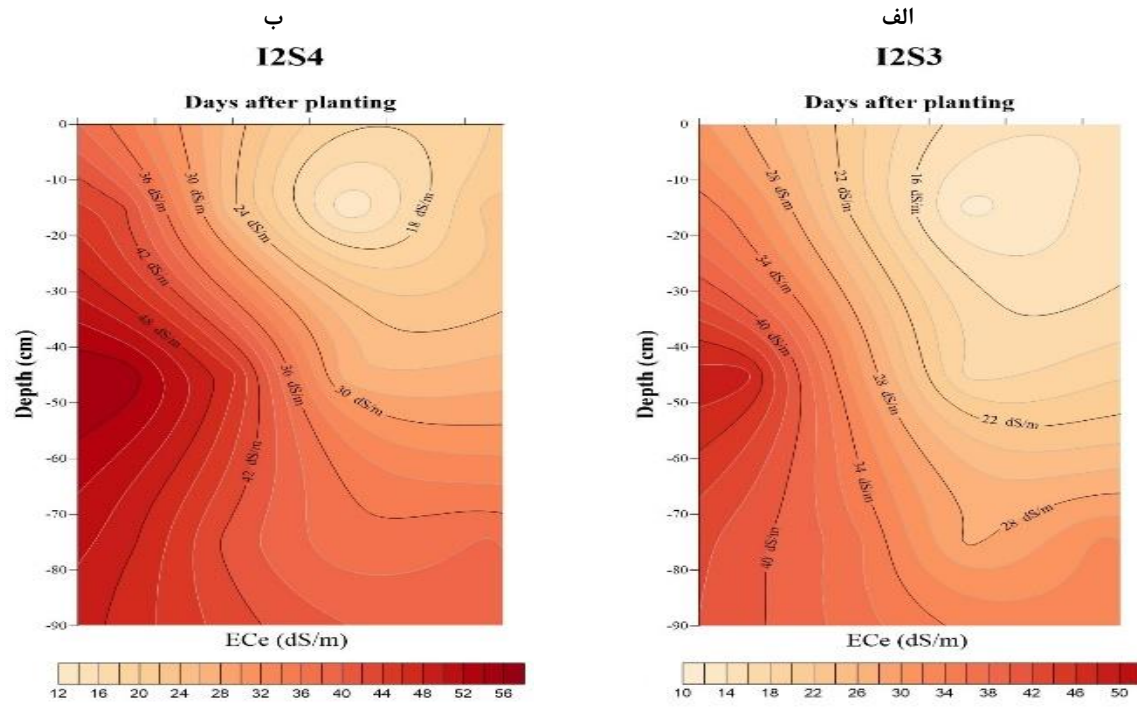
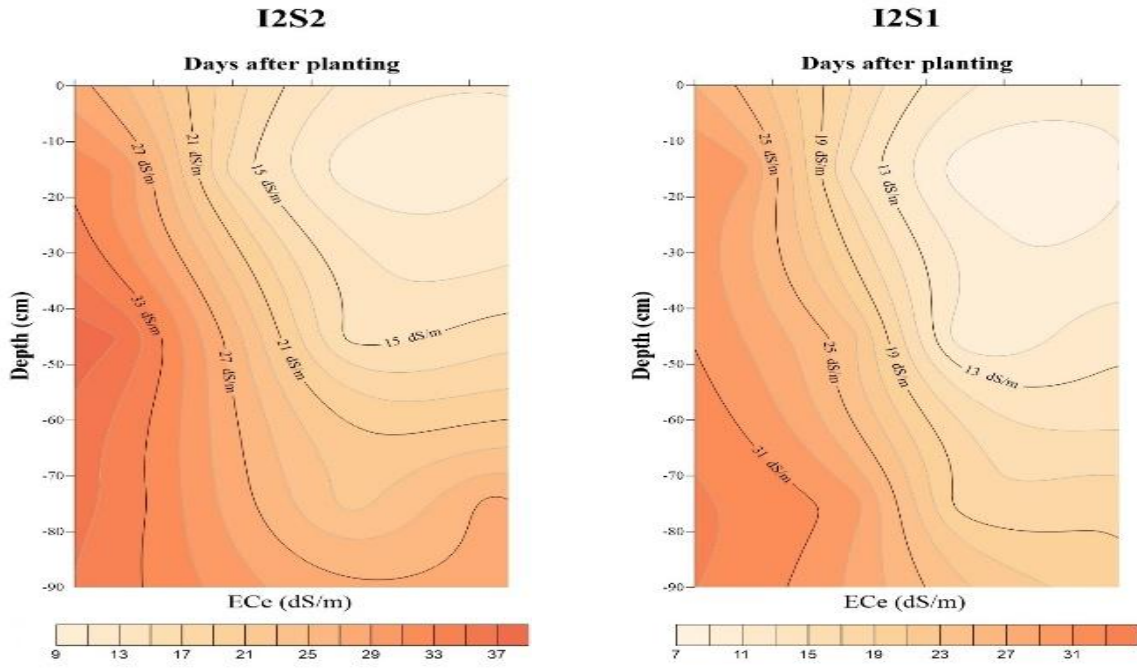
شکل های (۱)، (۲) و (۳) تغییرات شوری عصاره اشباع خاک از لایه سطحی تا عمق ۹۰ سانتی متری سطح خاک برای دور آبیاری به ترتیب، ۴ (I1)، ۸ (I2) و ۱۲ (I3) روز را نسبت به زمان نشان می دهند. با توجه به این شکل ها، در اعماق پایین تر شوری خاک افزایش یافته است. در روزهای ابتدایی پس از کاشت، تغییرات شوری از سطح خاک تا عمق ۹۰ سانتی متر، یکنواخت تر است. بطوریکه شوری در لایه سطحی خاک (۰-۳۰ سانتی متری) تفاوت زیادی با شوری خاک در دو لایه دوم و سوم یعنی ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ نداشته است. با گذشت زمان و تکرار عمل آبیاری ضمن اعمال نیاز آبشویی خاک، به تدریج، نمک های موجود در لایه های بالا شسته شده و به اعماق نفوذ کرده است. با ادامه روند آبشویی در هر بار آبیاری، نمک های موجود در لایه سطحی خاک بیشتر کاهش یافته است. بطوریکه در هر تصویر در اعماق پایین تر شوری خاک افزایش یافته است. از سوی دیگر، با نزدیک شدن به انتهای دوره رشد، کاهش شوری خاک مشهودتر بوده و تغییرات شوری در لایه سطحی خاک تا اعماق، بیشتر و قابل ملاحظه است. بنابراین با ادامه داشتن روند آبیاری ضمن در نظر گرفتن نیاز آبشویی، می توان شوری محلول خاک را تا حد زیادی پایین آورد. مقایسه یک لایه مشخص از پروفیل خاک در دو مقطع زمانی ابتدا و انتهای دوره رشد حاکی از این موضوع است. آنچه که از یک نگاه کلی به تصاویر مشخص است، نشان می دهد که هر چه آب آبیاری شورتر بوده است، شوری خاک نیز بالاتر بوده است.

مقدار متوسط شوری عصاره اشباع خاک تا عمق ۹۰ سانتی متری خاک در تیمارهایی که با آب محتوی شوری ۱/۵، ۴، ۷ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر آبیاری شدند، در تیمارهای آبیاری با دور ۴ روز که شرایط بدون تنش خشکی در نظر گرفته شده بود، به ترتیب ۱۴/۷، ۱۶/۱، ۱۹/۷ و ۲۴/۳ دسی زیمنس بر متر بود. افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۵ (S1) به ۴ (S2)، ۷ (S3) و ۱۰ (S4) ($dS.m^{-1}$)، تشدید شوری خاک را در پی داشته است. برای مثال، مقایسه چهار تصویر (۱-الف)، (۱-ب)، (۱-ج) و (۱-د) به خوبی بیان کننده این مطلب است.

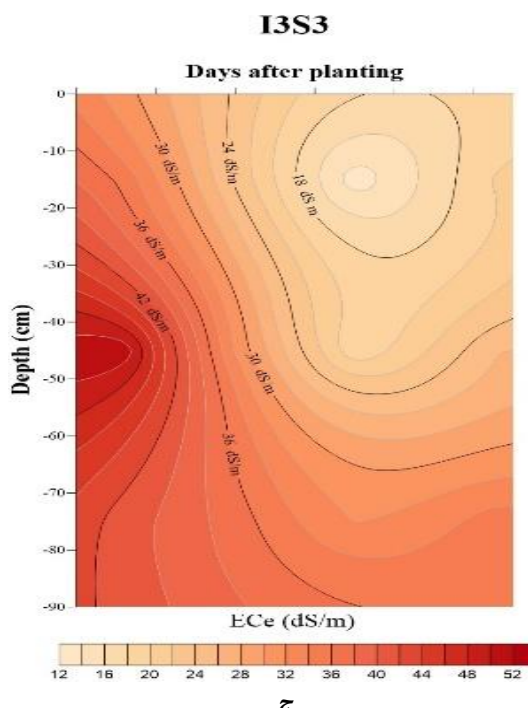
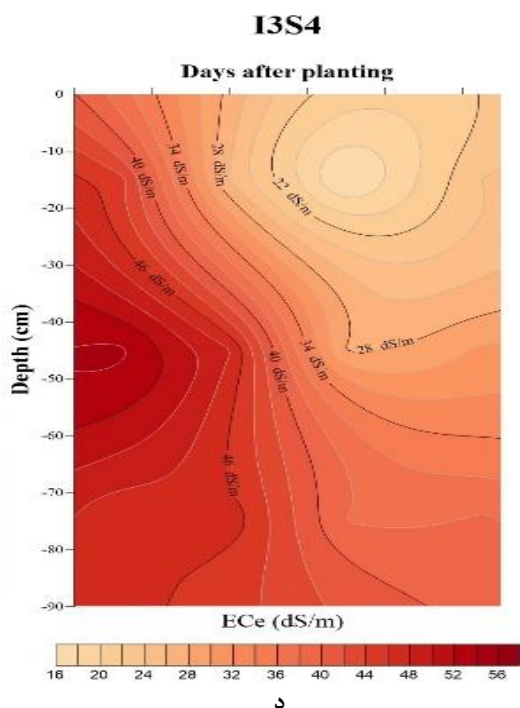
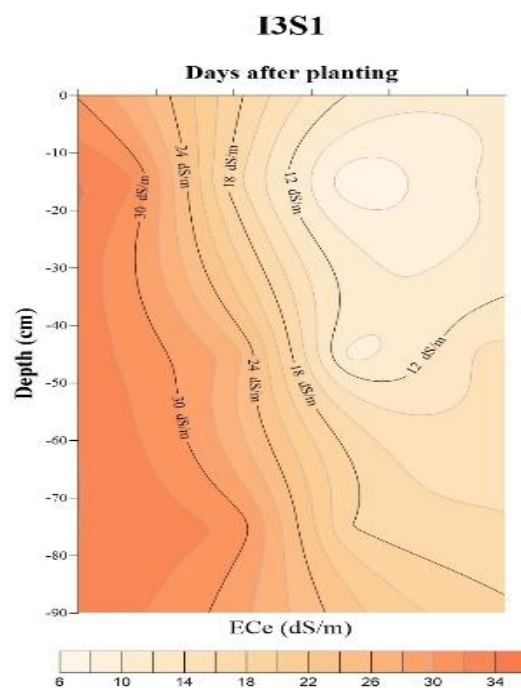
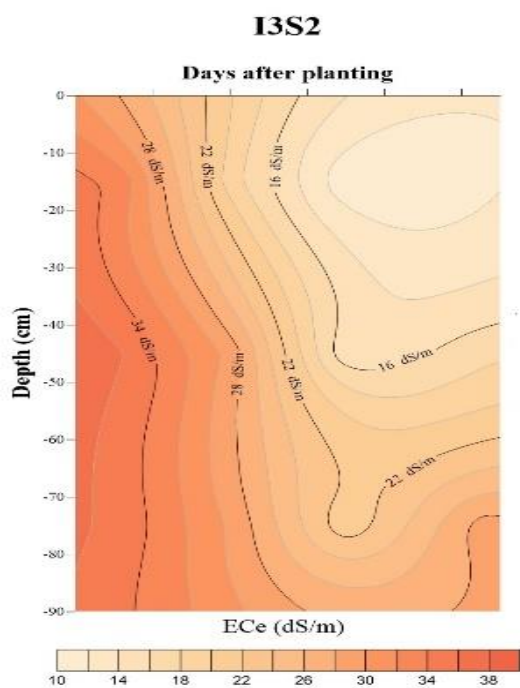
برای مقایسه اثر دور آبیاری بر شوری محلول خاک، در یک شوری مشخص آب آبیاری، بایستی به خطوط کانتور در یک مقطع زمانی و مکانی مشخص توجه نمود. افزایش دور آبیاری از ۴ به ۸ و نهایتاً ۱۲ روز، به دلیل افزایش جریان صعودی آب در فاصله بین دو آبیاری متوالی، باعث افزایش انتقال املاح از اعماق به لایه‌های سطحی خاک شده و افزایش شوری لایه سطحی خاک را به همراه داشته است. بعنوان مثال در مقطع زمانی اواخر دوره رشد، برای عمق ۳۰-۶۰ سانتی‌متری و آب آبیاری با شوری 7 dS.m^{-1} ، آبیاری با دوره‌های ۴، ۸ و ۱۲ روز محتوای شوری خاک را به ترتیب، از ۱۵ به ۲۲ و ۲۴ (dS.m^{-1}) رسانده است.^۱



شکل ۱. تغییرات شوری تا عمق ۹۰ سانتی‌متری پروفیل خاک نسبت به زمان پس از کاشت برای دور آبیاری ۴ روز (I1) در سطوح مختلف شوری آب آبیاری (S1=1.5, S2=4, S3=7 و S4=10 dS.m⁻¹)



شکل ۲. تغییرات شوری تا عمق ۹۰ سانتی‌متری پروفیل خاک نسبت به زمان پس از کاشت برای دور آبیاری ۸ روز (I2) در سطوح مختلف شوری آب آبیاری (S1=1.5, S2=4, S3=7 و S4=10 dS.m⁻¹)



شکل ۳. تغییرات شوری تا عمق ۹۰ سانتی‌متری پروفیل خاک نسبت به زمان پس از کاشت برای دور آبیاری ۱۲ روز (I3) در سطوح مختلف شوری آب آبیاری ($S_1=1.5$, $S_2=4$, $S_3=7$ و $S_4=10$ $dS.m^{-1}$)

حد آستانه شوری و تابع عملکرد- شوری کنجد

معادله (۶)، رابطه بین عملکرد نسبی دانه کنجد و متوسط شوری عصاره اشباع خاک در شرایط بدون تنش آبی را نشان می دهد. بر اساس این رابطه میزان عملکرد نسبی دانه تا شوری های کمتر از $6/9 \text{ dS.m}^{-1}$ ، معادل با ۱ بوده است. بعبارت دیگر، اگر شوری عصاره اشباع خاک در منطقه توسعه ریشه ها، از $6/9 \text{ dS.m}^{-1}$ کمتر باشد، کاهش در تولید دانه وجود ندارد. لذا حد آستانه تحمل به شوری برای تولید دانه کنجد حدود 7 dS.m^{-1} است. با افزایش شوری عصاره اشباع خاک از حد آستانه تحمل به شوری، بتدریج کاهش عملکرد نسبی دانه تشدید می یابد. در شوری $19/6 \text{ dS.m}^{-1}$ انتظار می رود که میزان عملکرد نسبی دانه صفر شود (جدول ۱). شیب کاهش عملکرد دانه به ازای افزایش یک واحد شوری عصاره اشباع خاک نیز برای کنجد حدود ۸ درصد تعیین شد.

$$Y_r (\text{Grain yield}) = 100 - 7.88(EC_e - 6.9) \quad (6)$$

بر اساس رابطه ۶ که همان الگوی پیشنهادی ماس و هافمن (۱۹۸۴) است، آستانه شوری عصاره اشباع خاک برای کاهش عملکرد دانه به میزان ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد به صورت زیر می باشد:

جدول ۱. مقادیر آستانه شوری عصاره اشباع خاک برای کاهش مقادیر مختلف عملکرد نسبی دانه در کنجد

کاهش عملکرد	
نسبی (%)	EC_e (dS.m^{-1})
۰	۶/۹
۲۵	۱۰/۱
۵۰	۱۳/۳
۱۰۰	۱۹/۶

نتیجه گیری:

بر اساس پژوهش های انجام شده حد آستانه مشخصی برای تحمل به شوری گیاه کنجد گزارش نشده است. حداکثر عملکرد دانه کنجد تقریباً ۲ تن در هکتار گزارش شده است (زرقانی و همکاران، ۱۳۹۱؛ والیکی و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین در این آزمایش عملکرد دانه تحت تیمار شاهد (IIS1) تقریباً ۲ تن در هکتار بود و با افزایش شوری آب آبیاری و همچنین شوری عصاره اشباع خاک عملکرد دانه بشدت و بطور قابل توجهی کاهش یافت (سیفی پور نقنه و همکاران، ۱۳۹۹). آبیاری با استفاده از آب های شور، به شوری محلول خاک می افزاید. لیکن در نظر گرفتن نیاز آبخوبی خاک و اعمال آن ضمن مدیریت دور آبیاری می تواند در کنترل شوری خاک مفید واقع گردد. آبخوبی خاک منجر به رانده شدن نمک ها از ناحیه توسعه ریشه به اعماق شده و اثرات مضر نمک بر رشد و عملکرد گیاه را کاهش می دهد. در شرایط کاربرد آب شور، هر چه فاصله بین آبیاری ها، کوتاه تر در نظر گرفته شود، مانع جریان صعودی رطوبت به لایه سطحی خاک شده و با بالا نگهداشتن رطوبت لایه سطحی مانع افزایش شوری آن می شود. با توجه به نتایج بدست آمده، حد آستانه تحمل گیاه کنجد به شوری عصاره اشباع خاک، برای عملکرد دانه $6/9$ دسی زیمنس بر متر و شیب کاهش عملکرد به ازای افزایش یک واحد شوری حدود ۸ درصد بدست آمد.

مراجع:

۱. درگاهی، ی.، اصغری، ع.، شکرپور، م.، رسولزاده، ع.، غریب عشقی، ا. و شیرینی، م.ر. (۱۳۹۰). ارزیابی تحمل تنش کم‌آبی در ارقام کنجد بر اساس شاخص‌های تحمل. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۱ (۲): ۱۳۳ - ۱۱۹.
۲. رنجبر، غ.ج. و بناکار، م.ح. (۱۳۸۹). آستانه تحمل به شوری چهار رقم تجاری گندم. پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). ۲۴ (۳): ۲۴۲ - ۲۳۸.
۳. زرقانی، ه.، نظامی، ا.، خواجه حسینی، م. و ایزدی دربندی، ا. (۱۳۹۱). تاثیر زمان وجین علف‌های هرز بر عملکرد و اجزاء عملکرد کنجد. پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۰ (۴): ۶۹۸ - ۶۹۰.
۴. سیفی‌پور نقنه، ا.، یرمی، ن.، عزیزیان، ا. و رنجبر، غ. (۱۳۹۹). بررسی اثر توام تنش‌های خشکی و شوری بر کنجد. نخستین همایش ملی کم‌آبیری و استفاده از آب‌های نامتعارف در کشاورزی مناطق خشک. دانشگاه فردوسی مشهد.
۵. فاضلی کاخکی، س. ف.، نظامی، ا.، پارسا، م. و کافی، م. (۱۳۹۳). ارزیابی مولفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه اکوتیپ‌های کنجد (*Sesamum indicum* L.) در شرایط شوری. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۷ (۲): ۲۳۲ - ۲۱۷.
۶. فاضلی کاخکی، س. ف.، نظامی، ا.، پارسا، م. و کافی، م. (۱۳۹۱). به‌گزینی برای تحمل به شوری در کنجد (*Sesamum indicum* L.) تحت شرایط مزرعه: ۱- خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۴ (۱): ۳۲ - ۲۰.
7. Bagheri, E., Masood Sinakim J., Baradaran Firoozabadi, M., Abedini Esfhlani, M. (2013). Evaluation of salicylic acid foliar application and drought stress on the physiological traits of sesame (*Sesamum indicum*) cultivars. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 3 (4): 809 – 816.
8. Borg, H., Grimes, D.W., (1986). Depth development of roots with time: An empirical description. *Trans. ASAE*. 29: 194-197.
9. Karasalan, D., Boydak, E., Gercek, S., Simsek, M. (2007). Influence of irrigation intervals and row spacing on some yield components of sesame grown in harran region. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6: 623-627.
10. Mass, E. V. and G.J. Hoffman. (1977). Crop salt tolerance- current assessment. *G. Irrig. Drainage Div. ASCE*: 103: 115-134.
11. Mass, E. V. and G.J. Hoffman. (1984). Analysis of crop salt tolerance data. *Soil Salinity under Irrigation-process and management. Ecological Studies* 51, Springer-Verlag, N. Y. pp. 258-271.
12. Mahmood, S., Iram, S., and Athar, H. (2003). Intra-specific variability in sesame (*Sesamum indicum* L.) for various quantitative and qualitative attributes under differential salt regimes. *Journal of Research Science* 14(2): 177-186.
13. Tabatabaei, S. A., & Naghibalghora, S. M. (2014). The effect of salinity stress on germination characteristics and changes of biochemically of sesame seeds. *Cercetări Agronomice în Moldova*, 47 (158): 61-68.
14. Tripathy, S., Bastia, D.K. (2012). Irrigation and nutrient management for yield augmentation of summer sesame (*Sesamum indicum* L.). *Journal of Crop and Weed*, 8 (2): 53-57.
15. Valiki, S. R. H., Ghanbari, S., Golmohammadzadeh, S., & Kiasari, K. R. (2015). Effect of different plant density on growth and yield of three cultivars of sesame (*Sesamum indicum* L.). In *Biological Forum-An International Journal* 7: 1524-1528.

Soil salinity variation and salinity threshold for sesame under combined water and salinity stresses

Absrtact:

The main limiting factors for crop production are environmental stresses, which the most important ones are water and salinity stresses. Sesame as a plant that provides edible oil, is compatible with arid and semi-arid regions. In order to determine the threshold of sesame tolerance to salinity and study salinity changes in soil profile during its growing season, a factorial experiment was performed in the form of randomized complete blocks design with three irrigation intervals (4, 8 and 12 days) and four salinity levels of irrigation water (1.5, 4, 7 and 10 dS.m⁻¹) with three replications in the Research Station of Ardakan University located in Yazd province. During the growing season, soil was sampled four times up to depths of 0-90 cm with 30 cm intervals. Results showed that the average salinity of soil saturated extract (EC_e) were 14.7, 16.1, 19.7 and 24.3 dS m⁻¹ under 1.5, 4, 7 and 10 dS m⁻¹ water salinity treatments, respectively. The threshold EC_e value for sesame seed yield and sesame yield reduction coefficient for unit soil salinity increase were obtained as 6.9 dS m⁻¹ and 8%, respectively.

Keywords: Soil Salinity Profile, Threshold value, Salinity, Sesame.

ارزیابی اثر تنش شوری بر برخی خصوصیات رشدی و جوانه‌زنی سه ژنوتیپ کینوا

پیوند پاپن^۱، عبدالامیر معزی^۲، مصطفی چرم^۳، افراسیاب راهنما^۴

۱- دانش‌آموخته دکتری گروه علوم خاک دانشگاه شهید چمران اهواز و کارشناس سازمان آب و برق خوزستان

payvand_p2006@yahoo.com

۲- دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه شهید چمران اهواز،

۳- استاد گروه علوم خاک، دانشگاه شهید چمران اهواز،

۴- دانشیار گروه زراعت، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی سه ژنوتیپ کینوا آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۷ در دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل سه رقم کینوا (تیتی کاکا، گیزا ۱۱ و روزدا) و چهار سطح تنش شوری (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ میلی‌مولار NaCl) بود. صفات جوانه‌زنی پس از یک روز، درصد جوانه‌زنی کل، متوسط زمان جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن تر گیاهچه و وزن خشک گیاهچه اندازه‌گیری شدند. اثر شوری و رقم بر کلیه صفات معنی‌دار بود. افزایش شوری تا ۱۰۰ میلی‌مول باعث افزایش درصد جوانه‌زنی کل، طول گیاهچه و وزن تر گیاهچه شد و با بالا رفتن بیشتر غلظت شوری، این شاخص‌ها کاهش یافت. اثر متقابل شوری و ژنوتیپ بر میانگین مدت زمان جوانه‌زنی و طول گیاهچه معنی‌دار بود و در بالاترین سطح شوری میانگین زمان جوانه‌زنی در ژنوتیپ روزدا نسبت به ژنوتیپ تیتی کاکا ۲۵ درصد افزایش و طول گیاهچه ۲۷ درصد کاهش نشان داده است که نشان از دیر جوانه‌زدن ژنوتیپ روزدا نسبت به تیتی کاکا در تنش شوری بوده است. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت ژنوتیپ روزدا در این آزمایش نسبت به ژنوتیپ تیتی کاکا و گیزا ۱۱ ضعیف‌تر عمل نموده و نسبت به شوری حساس‌تر است.

واژگان کلیدی: کینوا، درصد جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، شوری.

مقدمه

شوری یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است که تولید محصولات زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در تمام مناطقی که آبیاری برای تولید محصولات زراعی ضروری است، شورشیدن خاک نیز امری غیرقابل اجتناب است (فلور و فلور، ۲۰۰۵). این پدیده به تدریج به یک مشکل عمده در مناطق خشک و نیمه خشک ایران تبدیل شده است. یکی از راه‌های استفاده از منابع آب و خاک شور، شناسایی گیاهان بومی مقاوم به شوری است که دارای ارزش غذایی، علوفه‌ای و یا دارویی هستند (جاکوبسن و همکاران، ۲۰۰۳). بیشترین حد حساسیت به شوری در چرخه زندگی گیاهان به هنگام جوانه‌زنی و در ابتدای رشد بذرمشاهده می‌گردد (کوپرو و همکاران، ۲۰۰۸). تنش شوری با کاهش پتانسیل آب و سمیت یون‌های خاص از قبیل سدیم و کلر و همچنین کاهش یون‌های غذایی مورد نیاز گیاه مانند کلسیم و پتاسیم بر جوانه‌زنی و رشد بذرها تأثیر می‌گذارد (قادری و همکاران، ۲۰۱۱).

کینوا با نام علمی *Chenopodium Quinoa Wild* بعنوان گیاه شورزیست بومی مناطق آند از آمریکا است (جاکوبسن و همکاران، ۲۰۰۳). دانه‌های این گیاه دارای ارزش غذایی بالایی در مقایسه با بسیاری از غلات و حبوبات، محتوای بالای پروتئین با ترکیبات آمینواسیدی متعادل شده، انواع زیادی از ویتامین‌ها، عناصر معدنی و فلاونوئیدهای متنوع می‌باشد (یاو و همکاران، ۲۰۱۴). این گیاه نسبت به تنش‌های محیطی مقاوم بوده و می‌تواند یک عامل مهمی برای توسعه پایدار اکوسیستم کشاورزی باشد (گونزالس و همکاران، ۲۰۰۹). بیشتر رقم‌های کینوا به خوبی قابلیت رشد در شوری ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر و حتی بیشتر

هفتمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

را هم دارند. این میزان شوری برای بیشتر گیاهان زراعی بیش از حد آستانه است (جاکوبسن و همکاران، ۲۰۰۱). مامدی و همکاران (۱۳۹۴) جوانه‌زنی کینوا را در دماها و شوری‌های مختلف بررسی کردند نتایج آزمایش نشان داد با افزایش تنش شوری در سطوح دمایی مختلف به جز شوری ۱۲ میلی‌مول برلیتر و دمای ۳۵ درجه سلسیوس، درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری نداشتند. گرچه کینوا در شرایط شور، چرخه زندگی و دوره رشد را کامل می‌کند اما رشد، عملکرد، تعداد دانه، وزن دانه و بیوماس گیاه به شدت کاهش می‌یابد (کوپرو و همکاران، ۲۰۰۸). پانوکسیو و همکاران (۲۰۱۴) برای پی‌بردن به مکانیسم فیزیولوژیکی تحمل به شوری در کینوا، که به عنوان یک هالوفیت شناخته می‌شود، اثرات آب دریا و نمک‌های مختلف را بر روی جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و فعالیت آنتی‌اکسیدان بذر این گیاه بررسی کردند آنها مشاهده کردند که در زمان جوانه‌زنی، غلظت‌های پائین نمک‌ها، سرعت جوانه‌زنی را در مقایسه با شاهد (آب خالص) افزایش داد اما رشد گیاهچه به نوع و غلظت‌های مختلف نمک عکس‌العمل مختلف نشان داد. طاوسی و آینه (۱۳۹۷) در بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی ۲۰ ژنوتیپ کینوا نشان دادند که سطوح مختلف شوری و ژنوتیپ بر کلیه پارامترهای رشد و جوانه‌زنی (در سطح احتمال یک درصد) معنی‌دار بود. از آنجایی که شوری رشد گیاه به خصوص مرحله جوانه‌زنی را با محدودیت مواجه می‌کند و اثر شوری در گیاهان مختلف و همچنین ارقام مختلف یک گیاه نیز می‌تواند متفاوت باشد، این آزمایش با هدف بررسی اثر ژنوتیپ بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی گیاه کینوا تحت تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات شوری بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه کینوا یک آزمایش در سال ۱۳۹۷ در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران انجام شد. در ابتدا و برای آماده سازی مقدماتی بذرها و بر اساس روش پانوکسیو و همکاران (۲۰۱۴)، بذور برای مدت ۲۰ دقیقه در محلول ۲۰٪ (v/v) هیپوکلریت سدیم و سپس به مدت یک ساعت در آب مقطر قرار داده شد. این عمل به منظور کاهش ساپونین و نیز جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها در کشت صورت گرفت. با استفاده از طرح آماری به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در آزمایشگاه، بذور ژنوتیپ‌ها در چهار تکرار پنجاه تایی و در محیط پتری دیش با قطر ۹ سانتیمتر، به روش روی کاغذ صافی، در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، محیط تاریک و رطوبت ۷۰٪ و در چهار محلول شوری با غلظت‌های مختلف (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰) میلی‌مول نمک کشت شدند. در زمان بررسی، مقدار ۳ میلی لیتر از هر محلول در ظرف کشت استفاده گردید. به منظور جلوگیری از تبخیر، درب پتریها با پارافیلیم پوشش داده شد. معیار جوانه‌دار شدن بذور، مشاهده ریشه‌چه با حداقل طول ۲ میلی‌متر می‌باشد. تعداد بذر جوانه زده به صورت روزانه تا هفت روز شمارش گردید. پارامترهای رشد شامل طول، وزن تر و خشک گیاهچه اندازه‌گیری و برای توصیف تحمل به شوری درصد جوانه‌زنی در روز اول الی هفتم بعدکشت و متوسط زمان جوانه‌زنی محاسبه شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 انجام گردید. مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال ۱ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف شوری و ژنوتیپ بر درصد جوانه‌زنی پس از یک روز بذر کینوا، درصد جوانه‌زنی کل، متوسط زمان جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن تر گیاهچه و وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. اما برهم‌کنش تیمارها تنها بر دو صفت متوسط زمان جوانه‌زنی و طول گیاهچه معنی‌دار شد (جدول ۱).
جوانه‌زنی پس از یک روز: با افزایش غلظت شوری تا ۱۰۰ میلی‌مول درصد جوانه‌زنی پس از یک روز افزایش و با افزایش بیشتر از آن، از درصد جوانه‌زنی کاسته شد (جدول ۲). مرحله جوانه‌زنی در مقایسه با سایر مراحل رشد از حساسیت بیشتری نسبت به شوری برخوردار است. به نظر می‌رسد که کاهش میزان آبیگری بذر (به دلیل اثرات اسمزی) و اختلال در جذب عناصر غذایی از جمله علل کاهش درصد جوانه‌زنی باشند (کرامر و همکاران، ۲۰۰۱). پانوکسیو و همکاران (۲۰۱۴)، در مطالعه‌ای به منظور بررسی جوانه‌زنی بذر کینوا با استفاده از شوری‌های حاصل از حل کردن نمک‌های مختلف $MgCl_2$ ، KCl ، $CaCl_2$ ، $NaCl$ در آب، نتیجه گرفتند که سرعت جوانه‌زنی در غلظت‌های پایین تمام نمک‌ها نسبت به آب شاهد افزایش یافته است که

هفتمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

تا حدودی با نتایج این آزمایش همخوانی دارد. رقم تیتی کاکا با ۷۷/۴ درصد بیشینه و رقم روزدا با ۴۷/۱۶ درصد کمینه درصد جوانه‌زنی پس از یک روز را در درجات شوری مختلف به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

جدول ۱ - تجزیه واریانس اثر ژنوتیپ بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی کینوا تحت تنش شوری

منبع تغییرات	درجه آزادی	جوانه‌زنی پس از یک روز (%)	جوانه‌زنی کل (%)	متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT)	طول گیاهچه (mm)	وزن تر گیاهچه (mg)	وزن خشک گیاهچه (mg)
رقم	۲	۲۹۲۶/۲۱**	۱۶۰۵/۳۶**	۰/۴۰**	۱۰۲۷/۲۹**	۱/۳۳۴**	۰/۸۱۳**
شوری	۳	۷۰۹/۵۲**	۲۲۴/۷۶**	۱/۳۴**	۵۳۲/۴۳**	۲/۵۸**	۰/۰۶۶**
شوری*رقم	۶	۳/۶۹۷ ^{ns}	۱۰/۷۶ ^{ns}	۰/۰۶۱*	۱۱/۱۷**	۰/۳۸ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}
خطا	۲۲	۲۴/۹۰	۴۱/۷۷	۰/۰۲۱	۳/۰۲	۰/۱۸	۰/۰۰۴
Cv%		۸/۳۱	۶/۴۶۳	۸/۹۹	۱/۷۴۰	۳/۰۴	۴/۶۷

**، *، ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱، ۵ و ۱۰ درصد، غیر معنی‌دار

جدول ۲ - مقایسه تاثیر سطوح مختلف شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی کینوا

سطوح شوری (میلی‌مول)	جوانه‌زنی پس از یک روز (%)	جوانه‌زنی کل (%)	متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT)	طول گیاهچه (mm)	وزن تر گیاهچه (mg)	وزن خشک گیاهچه (mg)
۰ (S1)	۶۵/۵۰a	۸۷/۴۴a	۱/۳۰c	۶۳/۸۲a	۱۴/۴۸ab	۱/۴۷b
۱۰۰ (S2)	۶۸/۱۸a	۸۸a	۱/۳۸c	۶۴/۸۴a	۱۴/۵۸a	۱/۵۷a
۲۰۰ (S3)	۵۸/۰۳b	۸۱/۸۸ab	۱/۷۱b	۵۸/۵۸b	۱۴/۱۰b	۱/۵۳ab
۳۰۰ (S4)	۴۸/۳۶c	۷۷/۴۴b	۲/۱۵a	۴۸/۰۴c	۱۳/۴c	۱/۳۷c
LSD 1%	۴/۸۷	۶/۳۱	۰/۱۴	۱/۷۰	۰/۴۲	۰/۰۶۸

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است.

جدول ۳ - مقایسه تاثیر ارقام مختلف کینوا بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی کینوا

ژنوتیپ	جوانه‌زنی پس از یک روز (%)	جوانه‌زنی کل (%)	متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT)	طول گیاهچه (mm)	وزن تر گیاهچه (mg)	وزن خشک گیاهچه (mg)
Titicaca(V1)	۷۷/۴a	۹۲/۰۸ a	۱/۴۳c	۶۱/۱۲b	۱۴/۲۲a	۱/۷۹a
Giza1(V2)	۵۵/۵b	۸۸/۵ a	۱/۶۷b	۶۶/۷۱a	۱۴/۴۲a	۱/۳۶b
Rosada(V3)	۴۷/۱۶c	۷۰/۵ b	۱/۸۰a	۸۴/۶۴c	۱۳/۷۷b	۱/۳۱b
LSD 1%	۴/۲۲	۵/۴۷	۰/۱۲	۱/۴۷	۰/۳۶	۰/۰۵۹

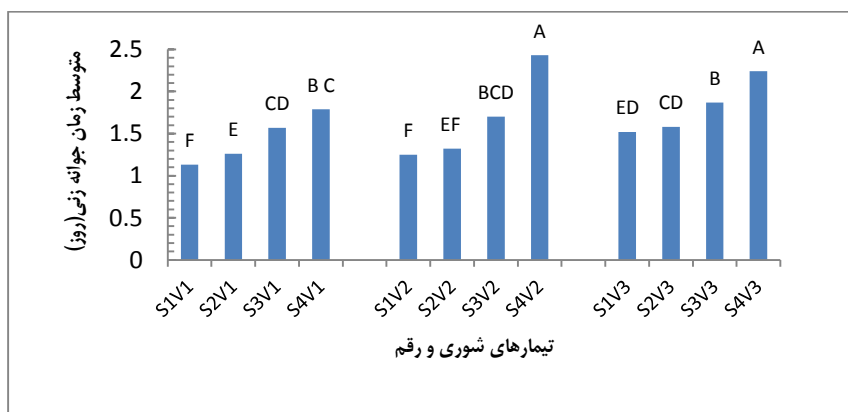
حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است.

درصد جوانه‌زنی کل: درصد جوانه‌زنی کل در سطوح شوری صفر (شاهد)، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مول از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نداشتند و با اختلاف ۱۰ درصد جوانه‌زنی کل، تیمار شوری ۳۰۰ میلی‌مول در پایین‌ترین سطح قرار گرفت که نشان‌دهنده تحمل خوب کینوا به شوری در مرحله جوانه‌زنی است. شوری با ایجاد سه عامل کاهش پتانسیل اسمزی محلول، تولید یون‌های سمی و تغییر در تعادل عناصر غذایی جوانه‌زنی گیاه را کاهش می‌دهد

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

غلظت نمک یون‌های تشکیل دهنده محلول عامل اساسی در کاهش درصد جوانه‌زنی هستند که هر چه این غلظت بیشتر باشد درصد جوانه‌زنی کمتر است در غلظت‌های کم یا متوسط، کاهش پتانسیل اسمزی عامل محدود کننده جوانه‌زنی است اما در غلظت‌های بالا سمیت یونی و در پی آن با افزایش جذب یون‌ها بخصوص کلرید سدیم و عدم تعادل بین عناصر غذایی از عوامل مهم ایجاد اختلال و کاهش درصد جوانه‌زنی محسوب می‌شود (ماشی و گالشی، ۱۳۸۵). جمالی و همکاران (۱۳۹۵) کاهش جوانه‌زنی را با افزایش شوری در کینوا گزارش دادند. این محققین گزارش کردند که تنش شوری با اثر بر تقسیم سلولی و متابولیسم گیاه جوانه‌زنی بذر را کاهش داد و اثرات بازدارندگی کلرید سدیم بر روی جوانه‌زنی بذر می‌تواند به دلیل تأثیر مستقیم آن بر روی رشد جنین باشد. محققان دریافتند که طولیل شدن محور جنینی شدیداً بواسطه‌ی سطح بالای کلرید سدیم موجود در محلول آبیاری بازداشته می‌شود. میانگین داده‌ها نشان داد که رقم‌های تیتی کاکا و گیزا ۱ بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بیشترین و رقم روزدا کمترین درصد جوانه‌زنی کل را داشتند. اوتمن (۲۰۰۶) در بررسی تأثیر تنش شوری بر روی تعدادی ژنوتیپ جو بیان داشت تفاوت معنی‌داری برای درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های جو تحت تنش شوری وجود دارد، نتایج نشان می‌دهد که کاهش جوانه‌زنی جو، به علت عدم توانایی بذرها در جذب آب از محلول نمک می‌باشد تا اثر سمیت کلرید سدیم.

متوسط زمان جوانه‌زنی: حداکثر افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی در رقم‌های گیزا ۱ و روزدا با شوری ۳۰۰ میلی‌مول مشاهده گردید و حداقل مقدار در رقم تیتی کاکا با شوری ۱۰۰ میلی‌مول بود (شکل ۱). نتایج نشان می‌دهد حساسیت ژنوتیپ روزدا به افزایش شوری نسبت به ژنوتیپ تیتی کاکا بیشتر و شوری باعث شد بذر ژنوتیپ روزدا در مدت زمان زیادی جوانه بزند. یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی تحمل به شوری گیاهان، سرعت جوانه‌زنی آنها می‌باشد، به گونه‌ای که ارقام با سرعت جوانه‌زنی بالا در شرایط تنش شوری امکان سبز شدن سریعتری را نسبت به سایر ارقام دارند. به نظر می‌رسد سرعت جوانه‌زنی بالا در بعضی از ژنوتیپ‌ها به علت سرعت بیشتر جذب آب و آماس بذر آنها می‌باشد. اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد و یا جذب به آرامی صورت گیرد فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی انجام خواهد شد و در نتیجه مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش می‌یابد و لذا سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (آبنوس، ۱۳۸۰).

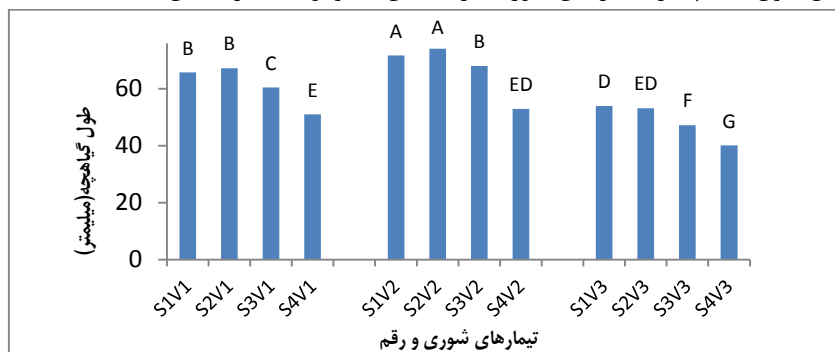


شکل ۱- تأثیر برهم‌کنش سطوح شوری و رقم بر متوسط زمان جوانه‌زنی کینوا

طول گیاهچه: شوری ۱۰۰ میلی‌مول تا حدودی منجر به افزایش طول گیاهچه کینوا گردید اما در سطوح بالاتر شوری از میزان آن کاسته شد. شوری اثر منفی در طول گیاهچه داشته است به صورتی که تیمار شوری ۱۰۰ میلی‌مول بدون اختلاف معنی‌دار با شاهد و شوری ۳۰۰ میلی‌مول به ترتیب بیشترین و کمترین طول گیاهچه را داشتند (شکل ۲). نتایج حاصل نشان می‌دهد کاهش رشد گیاهچه در پاسخ به تنش شوری می‌تواند به دلیل اثرات اسمزی، اثرات سمی یون‌ها و عدم جذب متوازن مواد غذایی باشد که در نهایت متابولیسم گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (نظر بیگی و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین گزارش

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش مدیریت آب در مزرعه

شده است که با افزایش شوری محلول، جذب آب توسط بذر دچار اختلال شده، ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها نیز کاهش یافته در نهایت رشد گیاهچه دچار نقصان می‌شود (کیگل و بویسن، ۱۹۹۶). جمالی و همکاران (۱۳۹۵) و مهدیخانی و دیگران (۱۳۹۳) کاهش طول گیاهچه را با افزایش شوری در گیاهان کینوا و سلمه‌تره نشان دادند.



شکل ۲- تأثیر برهم‌کنش سطوح شوری و رقم بر طول گیاهچه کینوا

وزن ترگیاهچه: در این تحقیق سطوح ۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار نمک دارای بیشترین وزن تر گیاهچه در میان نمونه‌ها بودند (جدول ۲) که ممکن است ناشی از تحریک گیاه در پتانسیل پائین باشد. می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که نمونه‌ها قادرند شوری تا حدود ۱۰۰ میلی‌مولار نمک بدون آنکه مؤلفه‌های جوانه‌زنی بطور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار بگیرد را تحمل نمایند، در حالیکه در غلظت‌های بالای نمک به علت مسمومیت حاصل از یون‌های جذب شده طول، وزن تر و خشک محور روی لپه و ریشه اولیه نمونه‌ها کاهش می‌یابد. کاهش جذب آب (در اثر ایجاد پتانسیل منفی در محیط شور) سبب ممانعت از رشد گیاهچه‌های ژنوتیپ‌ها شده و این وضعیت در حقیقت ناشی از کاهش یا جلوگیری از تقسیم سلولی بوده است، چون که با اعمال تیمارهای شوری و کاهش درصد آب گیاهچه‌ها نسبت به سطح شاهد، چنین استنباط می‌شود که متناسب با افزایش شوری توانایی بالفعل گیاهچه‌ها در جذب آب نسبت به پتانسیل بالقوه آن‌ها در شرایط بدون تنش کاهش می‌یابد. این نقصان می‌تواند با اثرات اسمزی تنش شوری مرتبط باشد. بررسی مقایسه میانگین اثر ارقام بر وزن تر گیاهچه نشان داد که بیشینه و کمینه وزن تر گیاهچه در بین رقم‌های کینوا به ترتیب متعلق به گیزا ۱۱ و روزدا بود (جدول ۳). جمالی و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی دو رقم گیاه کینوا مشاهده کردند که به این نتیجه رسید که با افزایش غلظت شوری وزن تر گیاهچه افزایش یافت و بیشترین وزن تر گیاهچه مربوط به رقم تیتی کاکا با ۰/۰۴۷ گرم و کمترین مقدار در بذر رقم ساجاما با ۰/۰۲۵ گرم بود.

وزن خشک گیاهچه: در سطوح مختلف شوری ژنوتیپ‌های کینوا با افزایش سطح شوری تا ۱۰۰ میلی‌مولار وزن خشک گیاهچه افزایش و با افزایش بیشتر سطح شوری از وزن خشک گیاهچه کینوا کاسته شد. ژنوتیپ گیزاوان به همراه تیتی کاکا بیشترین و روزدا کمترین وزن خشک گیاهچه را داشتند (جدول ۳). پسرآکلی (۲۰۱۱) اثر شوری بر وزن خشک، جذب آب در برگ ذرت در اثر اعمال تنش شوری را مورد مطالعه قرار داد و نتیجه گرفت که تنش شوری در هر سطحی، توسعه ریشه، تولید ماده خشک در سطح معنی‌داری کاهش می‌دهد و میزان کاهش با افزایش شوری زیادتر می‌شود. هنگام مواجه شدن بذر با تنش شوری از طریق سنتز موادی مثل پرولین، سوربیتول، مانیتول، بتائین و گلاسیسین فرآیندی است که بذر در حال جوانه‌زنی برای آن انرژی زیادی صرف می‌کند و لذا انرژی کمی برای رشد گیاهچه باقیمانده و نهایتاً رشد و وزن گیاهچه تحت این شرایط کاهش خواهد یافت (تایز و زیگر، ۱۹۹۸). نتایج این بررسی با یافته‌های احمدی و همکاران (۲۰۱۸) در کاهش وزن خشک گیاهچه در اثر تنش شوری مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری

شوری یکی از مهمترین عواملی است که جوانه‌زنی و رشد گیاه را با محدودیت مواجه می‌کند. اثر شوری بر گیاهان در مراحل مختلف رشدی و حتی بر ارقام مختلف یک گونه گیاهی می‌تواند متفاوت باشد. در این آزمایش مشخص شد وجود مقدار کمی تنش شوری می‌تواند تاثیر مثبت بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی از جمله درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه و وزن تر و خشک گیاهچه داشته باشد. این گیاه تا حدودی به شوری مقاومت دارد و می‌توان با اعمال مدیریت در مزرعه، استقرار این گیاه را در آب و خاک شور تضمین نمود. با مقایسه ژنوتیپ‌ها مشخص گردید ژنوتیپ تیتی‌کاکا نسبت به ژنوتیپ روزدا در ارزیابی شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی موفق‌تر عمل نموده است و توصیه می‌شود برای دستیابی به نتایج دقیق‌تر، آزمایشات دیگری با این ارقام انجام گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از دفتر پژوهش‌های کاربردی سازمان آب و برق خوزستان و دانشگاه شهید چمران اهواز به واسطه حمایت‌های مالی قدردانی می‌نمایند.

منابع

- آبوس، م. ۱۳۸۰. بررسی فیزیولوژیکی اثرات تنش خشکی بر مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای ارقام عدس. پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی. دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد. ص ۹۰.
- طاوسی، مهرزاد، غلامعباس لطفعلی آینه و مریم جوادزاده. ۱۳۹۷. مقایسه عملکرد و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و تحمل به شوری ژنوتیپ‌های کینوا (*Chenopodium quinoa Willd*) در شرایط خاک‌های شور و نیمه شور جنوب خوزستان. پانزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.
- جمالی ص، شریفان ح، هزارجریبی ا و سپهوند ن ع. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه زنی و شاخصهای رشد دو رقم گیاه کینوا. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال ششم، شماره اول.
- ماش و گالشی، ۱۳۸۵. اثر شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی چهار ژنوتیپ جو بدون پوشینه، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳(۶). ۶۸-۷۵.
- مامدی، آر.، رضا توکل افشاری، نیازعلی سپهوند و مصطفی اویسی. ۱۳۹۴. بررسی تاثیر دما بر جوانه‌زنی گیاه کینوا (*Chenopodium Quinoa Willd.*) تحت تنش شوری. علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۴۶، شماره ۴. ۵۸۳-۵۹۰.
- مه‌دیخانی، ه.، ایزدی دربندی، ا.، راستگو، م. و کافی، م. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه برخی علف‌های هرز، سیزدهمین همایش علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر ایران.
- Ahmadi, M., Modarres-Sanavy, S.A.M., Kafi, M., Sefidkon, F., Malekzadeh Shafaroudi, S., 2018. Effects of different levels of salinity stress on germination properties of medicinal plant *Salvia Leriifolia* Benth. Iran. Seed Science and Technology. 7(2), 43-55. [In Persian with English Summary].
- Cramer, G. R., Epestein, E., and Lauchii, A. (2001) Effects of sodium, potassium and calcium on salt stressed barley. *Physiologia Plantarum*, 80: (1): P.83.
- Flowers, T. J. and S. A. Flowers. 2005. Why does salinity pose such a different problem for plant breeders *Agric. Water Management*. 78: 15-24.
- Gonzalez, J.A., Gallardo, M. and Hilal, M. 2009. Physiological respons of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Tibet's Science and Technology*, 73: 13-17.
- Ghaderi, S., J. Ghorbani, P. Gholami, A. Karimzadeh and F. Salarian. 2011. Effect of drought and salinity stresses on germination indices of vetch (*vida villosa l.*). *Journal of Agroecology*, 3: 120-129. (In Persian).
- Jacobsen, S. E., H. Quispe and A. Mujica. 2001. Quinoa: an alternative crop for saline soils in the Andes. *Scientist and Farmer-Partners in Research for the 21st Century. CIP Program Report*, 2000, 403-408.
- Jacobsen, S.-E., Mujica, A., Jensen, C.R. 2003. *Food Rev. Int.* 19: 99-109.
- Kiegle, E.A., and Bisson, M.A. 1996. Plasma membranes Na⁺ transport in salt-tolerant charophyte. *Plant Physiology*, 111: 1191-1197.
- Koyro, H.W., and Eisa, S.S. 2008. Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of *Chenopodium quinoa Willd.* *Plant and Soil*. 302: 1-2. 79-90.
- Maghtooli, M. and M.R. Chaeichi. 1999. Study of effect of salinity and salt type on germination and initial growth of *Sorghum*. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan*, 4: 33-40 (In Persian).

- Nazarbeygi, E., Lari Yazdi, H., Naseri, R., and Soleimani, R. 2011. The effects of different levels of salinity proline and a-, b- chlorophylls in canola. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science, 10(1): 70-74.
- Othman, Y., G. Al-Karaki, A. R. Al-Tawaha, and A. Al-Horani. 2006. Variation in germination and ion uptake in barley genotypes under salinity conditions. World Journal of Agricultural Sciences, 2: 11-15.
- Pessaraki, M. and H. Fardad. Nitrogen (Total and 15N) Uptake by barley and wheat under two irrigation regimes J. plant. 18(12):2655-2007.
- Panuccio, M.R.; Jacobsen, S.E.; Akhtar, S.S.; Muscolo, A. 2014. Effect of saline water on seed germination and early seedling growth of the halophyte quinoa. AoB PLANTS, 6. [CrossRef] [PubMed]
- Taiz, L., and E. Zeiger. 1998. Plant physiology. Sinauer Associates. USA.
- Yao, Y., Shi, Z.X. and Ren, G.X. 2014. Antioxidant and immunoregulatory activity of polysaccharides from quinoa (Chenopodium quinoa Willd). International Journal of Molecular Sciences, 15: 19307-19318.

Evaluation of the effect of salinity stress on some growth and germination characteristics of three quinoa genotypes

Payvand Papan¹, Abdoilamir Moezzi², Mostafa Chorom³, Afrasyab Rahnama⁴

1. Ph.D Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Expert of KWPA.
2. Assistant Professor of Soil Science, Faculty of Soil Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz. Ahvaz. Iran.
3. Professor, Department of Soil Science, Faculty of Soil Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz. Ahvaz. Iran.
4. Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agricultural Engineering, Shahid Chamran University, Ahvaz. Ahvaz. Iran

Corresponding Author Email: payvand_p2006@yahoo.com

In order to investigate the effect of salinity stress on germination characteristics of three quinoa genotypes, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in 1397 at Shahid Chamran University of Ahvaz. Experimental treatments included three cultivars of quinoa (Titi Kaka, Giza 1 and Roseda) and four levels of salinity stress (zero, 100, 200, 300 mM NaCl). Germination traits after one day, percentage of total germination, average germination time, seedling length, seedling fresh weight and seedling dry weight were measured. The effect of salinity and cultivar on all traits was significant. Increasing the salinity to 100 mmol increased the total germination percentage, seedling length and fresh weight of seedlings, and with increasing salinity, these indices decreased. The interaction effect of salinity and genotype on mean germination time and seedling length was significant and at the highest salinity level the mean germination time in Roseda genotype increased by 25% compared to Titi Kaka genotype and seedling length decreased by 27%. Indication of delayed germination of Roseda genotype compared to Titi Kaka in salinity stress. In general, it can be concluded that Roseda genotype in this experiment is weaker than Titi Kaka and Giza 1 genotype and is more sensitive to salinity.

Keywords: Average germination time, Germination percentage, Quinoa, Salinity.

تخریب خاک توسط پژوهشگران حوزه‌های علوم کشاورزی و منابع طبیعی!

مهران غلامی^۱، حسینعلی علیخانی^{۱*}

۱- دانشجوی دکتری و استاد بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

Halikhan@ut.ac.ir

چکیده

خاک همواره در معرض تهدیدات طبیعی و انسانی قرار داشته که منجر به تخریب و از بین رفتن آن می‌شود. علاوه بر این موارد، فرآیند نمونه‌گیری از خاک برای انجام مطالعات علمی و فعالیت‌های پژوهشی، موجب افزایش تلفات منابع خاک می‌شود، زیرا نمونه‌برداری از خاک در اکثر موارد بیشتر از نیاز تحقیقاتی گرفته می‌شود و خاک برداشته شده هرگز به محل اصلی خود بازگردانده نمی‌شود. برآورد حجم خاکی که از این طریق تخریب می‌شود تا کنون صورت نگرفته است. این مطالعه با مرور مقالات منتشر شده سعی در برآورد این نوع از تخریب خاک که توسط پژوهشگران حوزه علوم کشاورزی و منابع طبیعی رخ می‌دهد، دارد. این شکل تخریب خاک را فرسایش پنهان نام نهادیم. هنگامی که به صورت آمار در بازه زمانی مشخص گزارش می‌گردد، حجم خاک تلف شده بسیار قابل تامل است. همچنین افراط در نمونه‌برداری خاک می‌تواند سرعت سایر فرآیندهای طبیعی و انسانی دخیل در تخریب خاک را افزایش دهد. در انتها به این دلیل که در مطالعات خاکشناسی، نمونه‌برداری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد، برای به حداقل رساندن فرسایش پنهان یک راهنما ۱۰ گانه ارائه شده است.

واژگان کلیدی: تخریب خاک، فرسایش خاک، فرسایش پنهان، نمونه‌برداری از خاک

مقدمه

خاک با ایفای نقش‌های بسیار مهم در زندگی جانداران اعم از پشتیبانی رشد گیاه و تولید غذا و انرژی، تصفیه آب، تجزیه پسماندها، ترسیب، ذخیره کربن و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و میزبانی از باشکوه‌ترین تنوع زیستی سیاره زمین، اهمیت خود را به انسان امروزی اثبات کرده است. با وجود این موارد اما خاک یک منبع طبیعی محدود و کند تجدیدپذیر است (Panagos et al., 2016). فرسایش خاک یکی از شدیدترین و نگران‌کننده‌ترین عوامل تخریب خاک است و به طور چشمگیری نقش رفاهی خاک در زندگی انسان را کاهش می‌دهد (FAO-ITPS, 2015). فرسایش خاک امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد و جلوگیری از آن به عنوان یک فرآیند طبیعی زمین‌شناسی، غیرممکن است. با این وجود، در مقیاس بزرگ هدف ما مدیریت و کنترل اثرات مخرب انسانی بر روی خاک است به طوری که میزان فرسایش در محدوده قابل‌قبول قرار داشته باشد (FAO, 2019) و این میزان هرگز از مقدار خاکسازی در یک منطقه بیشتر نگردد (Alewell et al., 2015).

بر اساس دیتابیس پایگاه Web of Science (۲۰۱۹) مقالات منتشر شده با موضوع بررسی فرسایش خاک، از تاریخ ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸ (۷۳۴۸ مقاله طی دو سال) از کل مقالات منتشر شده طی ۱۹۳۱ تا ۱۹۹۹ (۵۶۹۸ مقاله طی ۶۸ سال) در این موضوع بیشتر بوده است. با وجود چنین تحقیقات مداوم صورت گرفته در طول این سال‌ها، فرسایش خاک توسط آب، هوا و خاکورزی کماکان در میان عمده‌ترین تهدیدات خاک در سطح جهان به شمار می‌روند (FAO, 2019). علاوه بر هوازدگی، چرای زیاد، خاکورزی و مدیریت نامناسب زمین، جنگل‌زدایی، آتش‌سوزی و رانش زمین (Borselli et al., 2006; Lal, 2019)، که تاکنون در زمینه ایجاد فرسایش خاک به طور کامل شناخته شده‌اند، نمونه‌برداری از خاک نیز می‌تواند به عنوان یک عامل انسانی دیگر در افزایش تخریب و فرسایش خاک موثر باشد. از مرحله نمونه‌گیری در مطالعات خاکشناسی و علوم محیطی مرتبط با خاک، نمی‌توان صرف‌نظر کرد زیرا این مرحله، مقدمه بررسی‌های تخصصی در رابطه با شرایط و ارزیابی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک است که برای شناخت آن بایستی انجام پذیرد. برای زمانی بیشتر از یک قرن، نمونه‌گیری از خاک در حال انجام می‌باشد و نمونه‌ها به آزمایشگاه‌ها

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

و مراکز تحقیقاتی منتقل می‌شوند. برای همین اهداف، حجم عظیمی از خاک تاکنون از مکان اصلی جا به جا شده و پس از انجام فعالیت‌های پژوهشی، دور ریخته و هرگز به محل اصلی خود بازگردانده نشده است. برای نشان دادن این شکل از تلفات خاک ما آن را فرسایش پنهان می‌نامیم و برای اولین بار با بررسی‌های گسترده، برآورد کمی از این نوع فرسایش خاک ارائه دادیم. برای همین منظور، این مطالعه، تلفات خاک ناشی از نمونه‌برداری، مبتنی بر ۴۰ مقاله منتشرشده بین سال‌های ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۹ که به طور تصادفی انتخاب شده بودند را مورد بررسی قرار داده است. هدف اصلی، تعیین میزان متوسط تلفات خاک در هر پژوهش مرتبط با علوم خاک است که انجام می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

به منظور یافتن مقالاتی که در آن‌ها میزان و حجم نمونه‌برداری از خاک گزارش شده بود، یک بررسی فراگیر در میان کل مقالات منتشرشده در حوزه‌های مرتبط با علوم خاک با کلمات کلیدی نظیر "روش نمونه‌برداری، حجم نمونه‌برداری، کیلوگرم نمونه خاک، روش نمونه‌گیری خاک، تعداد نمونه خاک جمع‌آوری شده و طرح نمونه‌برداری خاک" انجام گرفت. حدوداً تعداد ۶۰۰ مقاله در سرتاسر جهان شناسایی شد و از میان آن‌ها به طور تصادفی ۴۰ مقاله منتشرشده بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ انتخاب شد (جدول ۱). لازم به ذکر است که مقالات و تحقیقات منتشرنشده در این ارزیابی مورد پوشش قرار نگرفته است.

نتایج و بحث

جدول ۱ تعداد نمونه‌ها و میزان خاک برداشته شده از محل نمونه‌برداری‌ها توسط مقالات منتشرشده بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ را نشان می‌دهد. همانطور که در جدول نمایش داده شده است تعداد نمونه‌های گرفته شده در پژوهش‌های مختلف از ۱ نمونه (Pelster et al., 2018) تا ۱۰۶۰ نمونه (Shi et al., 2019) متغیر است به طوری که تعداد متوسط نمونه‌ها در هر مطالعه ۱۳۸ نمونه به دست آمد.

وزن هر نمونه به طور متوسط ۱۰۰ کیلوگرم تخمین زده شد، در حالی که مطالعاتی وجود دارند که وزن نمونه در آن‌ها ۱۰۰۰ کیلوگرم بوده است (Ruttens et al., 2010; Van de Voorde et al., 2011).

بر اساس این اطلاعات، وزن خاک منتقل شده بین ۱۲ کیلوگرم (Verchot et al., 2011) تا ۱۸۳۲ کیلوگرم (Sollitto et al., 2010) به دست آمد که به طور متوسط به ازای هر مطالعه حدود ۳۹۷ کیلوگرم خاک نمونه‌برداری شده است. با توجه به آمار و ارقام آورده شده در جدول ۱، این مقادیر ارزیابی شده است. به طور کلی، اگر میانگین وزن خاک نمونه‌برداری شده (۳۹۷ کیلوگرم در هر مطالعه) در ۴۲۰۰۰ مقالات منتشرشده علوم خاک در هر سال (Hartemink, 2019) ضرب شود، کل تلفات خاک در هر سال حدوداً ۱۶۶۷۴ تن خواهد بود که اهمیت فرسایش پنهان را به خوبی نشان می‌دهد.

اگر توجه داشته باشیم، این میزان فقط در مورد مقالات منتشرشده مورد بررسی قرار گرفته است و این رقم بسیار بیشتر و حیرت‌آورتر خواهد شد هنگامی که به خوبی می‌دانیم بسیاری از تحقیقات مرتبط با علوم خاک هرگز به انتشار مقاله منتهی نخواهند شد و آمار واقعی تلفات خاک توسط این پژوهش‌ها مورد بررسی کمی قرار نخواهد گرفت. لازم به ذکر است که (Aksoy et al., 2016) در مطالعات خاکشناسی که در سراسر قاره اروپا صورت دادند، تعداد ۲۰۰۰۰ نمونه خاک به وزن کلی ۱۰ تن نمونه‌برداری کردند. اما در مطالعه حاضر، این مثال و مقالات مشابه دیگر که وزن آماری بالایی داشتند، در بررسی کمی مورد ارزیابی قرار نگرفتند تا نتیجه‌گیری نهایی میزان تلفات کلی خاک توسط این نوع فرسایش، بدون تعصب و هرگونه جانبداری صورت گرفته باشد.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۱- مشخصات نمونه برداری از خاک در مقالات منتشر شده

ردیف	تعداد نمونه	وزن نمونه (کیلوگرم)	منبع	ردیف	تعداد نمونه	وزن نمونه (کیلوگرم)	منبع
۱	۱۵	۵	(Paz-Ferreiro et al., 2012)	۲۱	۶۰	۲	(Usikalu et al., 2014)
۲	۳۰	۲۰	(Khan et al., 2014)	۲۲	۱	۳۰	(Pelster et al., 2018)
۳	۹۱۶	۲	(Sollitto et al., 2010)	۲۳	۱	۲۰۰	(Houben et al., 2012)
۴	۱۵۴	۵	(Jansa et al., 2014)	۲۴	۲۷	۵۰	(Verdejo et al., 2016)
۵	۱۰	۲۵	(Pourbabaee et al., 2018)	۲۵	۱	۵۶۰	(Bruun et al., 2015)
۶	۱۰۶۰	۰/۹۷	(Shi et al., 2019)	۲۶	۶	۲	(Verchot et al., 2011)
۷	۷۲	۰/۵	(Guan et al., 2018)	۲۷	۱	۱۰۰۰	(Van de Voorde et al. 2011)
۸	۱۶۰	۲	(Shahriari et al., 2019)	۲۸	۲	۷۰	(Goberna et al., 2011)
۹	۶۶	۲	(Shaddad et al., 2019)	۲۹	۱۰۵	۱	(Jiang et al., 2017)
۱۰	۳۰۰	۱	(Lv, 2019)	۳۰	۱۵۰	۲	(Ebrahimi et al., 2019)
۱۱	۱	۴۰۰	(Farrell et al., 2010)	۳۱	۳	۲۳۳	(Sagarkar et al., 2014)
۱۲	۹۰	۱	(Zhao et al., 2019)	۳۲	۸	۵۰	(Shaheen et al., 2015)
۱۳	۲۳۲	۴	(Nyiraneza et al., 2017)	۳۳	۴۶۹	۱/۵	(Zhang et al., 2012)
۱۴	۱۲	۲/۵	(Zhang et al., 2015)	۳۴	۵	۱۰	(Banerjee et al., 2016)
۱۵	۵۰	۱	(Buzmakov et al., 2019)	۳۵	۴۸	۱	(Laird et al., 2010)
۱۶	۱۶۰	۱	(Capra et al., 2018)	۳۶	۱	۲۰۰	(Farrell and Jones, 2010)
۱۷	۱۶۶	۱	(Zhang et al., 2016)	۳۷	۴	۵۰	(Kirkby et al., 2013)
۱۸	۱	۱۰۰۰	(Ruttens et al., 2010)	۳۸	۴۰	۰/۵	(Le et al., 2019)
۱۹	۴۰۰	۰/۵	(Behera and Shukla, 2015)	۳۹	۱۲۷	۱	(Wang et al., 2013)
۲۰	۵۳۷	۰/۹۴	(Fu et al., 2016)	۴۰	۱۲	۶۲/۵	(Van de Voorde et al. 2012)

آزمایش‌ها و پژوهش‌های مرتبط با خاک، به طور اجتناب‌ناپذیری به نمونه‌برداری متکی است که مستلزم حذف حجمی از خاک از مکان طبیعی آن است. نتایج این مطالعه نشان داد که فرسایش پنهان به عنوان نوعی فرسایش نامعمول اما تأثیرگذار، باید در کنار سایر عوامل انسانی موثر در تخریب و فرسایش خاک دسته‌بندی و در سطح جهانی مورد توجه قرار گیرد. در برخی مطالعات، خاک غیرآلوده و سالم به آزمایشگاه انتقال داده می‌شود و با انواع آلاینده‌ها از قبیل هیدروکربن‌ها، سموم، فلزات سنگین و غیره تیمار و متعاقب آن برای همیشه تخریب و در کنار سایر مواد آزمایشگاهی به سطل زباله دفع می‌شود. علاوه بر این موارد، در اکثر تحقیقات حجم نمونه‌برداری شده بسیار بیشتر از نیاز پژوهشی برداشت می‌شود. در حالی که، طرح‌های نمونه‌برداری سیستماتیک یا تصادفی به حداقل تعداد نمونه نیاز دارد و به طور کلی چهار نمونه برای هر مکان زمین‌شناسی، می‌تواند کافی باشد (Chao and Thompson, 2001).

از کل خاک نمونه‌برداری شده، تنها حدود ۵۰ درصد که الک می‌شود، مورداستفاده قرار می‌گیرد. در حالی که بسیاری از آنالیزهای آزمایشگاهی نیازی به خاک الک‌شده ندارند و می‌توان از ابتدا حجم کمتری نمونه‌گیری کرد و یا در همان سایت نمونه‌برداری، عمل الک‌کردن صورت گیرد و خاک باقی‌مانده بر روی الک در همان مکان اصلی تخلیه گردد. روش نمونه‌گیری نیز می‌تواند خاک را در

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

معرض فرسایش‌های دیگر قرار دهد. برای مثال، حساسیت در یک مکان شیب‌دار بدون پوشش گیاهی برای نمونه‌گیری، می‌تواند بسیار بالا باشد. معمولاً فرسایش پنهان به دلیل داشتن محدودیت‌های مکانی و زمانی و مقادیر پایین خاک نمونه‌گیری شده در هر سایت نمونه‌برداری، تأثیرات شدیدی بر محیط نمی‌گذارد اما با این حال، این فرسایش می‌تواند سرعت تخریب خاک توسط سایر عوامل طبیعی و انسانی را افزایش دهد، زیرا علاوه بر تلفات موثر خود این نوع فرسایش، خاک سایت نمونه‌برداری را نیز مستعد و فرسایش‌پذیر خواهد کرد. بر طبق این موارد، این شکل از تلفات خاک بایستی به حداقل مقدار ممکن برسد. در ادامه برای مدیریت فرسایش پنهان و با هدف کنترل و کاهش حداکثری این نوع از تخریب خاک، مواردی به عنوان راهنمای نمونه‌برداری آورده شده است که امیدواریم در مطالعات آینده مورد توجه قرار گیرند:

۱. تا حد ممکن به انجام آزمایش‌های در محل روی بیاوریم و از انتقال خاک به آزمایشگاه و مراکز تحقیقاتی جلوگیری کنیم.
۲. از روش‌های نوین آنالیز خاک مانند *vis-NIR* (Viscarra Rossel et al., 2016)، کیت‌ها و آنالیزگرهای قابل حمل و یا تجزیه و تحلیل گیاه به جای خاک برای اهداف تغذیه‌ای، استفاده شود.
۳. استفاده از روش‌های نمونه‌گیری ترکیبی (Composite sampling method) به جای روش‌های نمونه‌گیری قدیمی.
۴. استفاده از اوگر و دستگاه‌های جدید نمونه‌برداری مانند Shelby به جای استفاده از بیل، که علاوه بر این مورد که حجم نهایی نمونه بسیار کمتر از سایر روش‌ها خواهد بود، برای دستیابی به اعماق مختلف خاک نیز لازم به حفر گودال‌های بزرگ در زمین نمی‌باشد.
۵. برای جلوگیری از فرسایش بیشتر در مطالعات مربوط به پیدایش و رده‌بندی خاک، اندازه و تعداد پروفیل‌های خاک به حداقل رسانده شود و پس از آنالیز خاک، حتماً پروفیل‌ها پر شده و حتی‌المقدور سطح آن با بذر گیاهان بومی منطقه بذرکاری شود.
۶. برای برخی مطالعات غیر تخصصی‌تر (آشنایی دانشجویان دوره کارشناسی) می‌توان از پروفیل‌های طبیعی ایجاد شده توسط پدیده‌های زمین‌شناسی و یا مصنوعی، برای مثال احداث جاده، استفاده نمود و از حفر پروفیل‌های جدید جلوگیری کرد.
۷. برای به حداقل رساندن نمونه‌برداری، می‌توانید به صورت تیمی تحقیقات را انجام دهید و خاک باقی‌مانده برای اهداف دیگر بایگانی گردد. برای مثال در یک مرتع که دانشجوی گرایش بیولوژی با هدف چرخه کربن از آن نمونه‌برداری به عمل آورده است، دانشجوی گرایش شیمی نیز می‌تواند بدون نمونه‌گیری مجدد، فرضاً پژوهش‌های مرتبط با وضعیت عناصر ضروری را در کاربری مرتع مورد ارزیابی قرار دهد.
۸. از طرح‌ها، تکنیک‌ها و مدل‌های درون‌یابی آماری استفاده گردد تا نیاز به نمونه‌برداری را تا حد امکان کاهش دهد.
۹. خاک باقی‌مانده پس از انجام تحقیقات را اگر آلوده نشده باشد به پارک‌ها و فضای سبز اطراف دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی انتقال دهید و از دفع آن به سطل‌های زباله آزمایشگاهی خودداری نمایید.
۱۰. با ایجاد پایگاه داده ملی خاکشناسی و اشتراک‌گذاری داده‌های مربوط به خاک‌های نواحی مختلف، این امکان به وجود می‌آید تا از آزمایش‌های تکراری بر روی مناطقی که قبلاً مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، جلوگیری به عمل آمده و در نتیجه از تعداد نمونه‌ها به طور چشمگیری کاسته شود.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، امیدواریم پژوهشگران حوزه علوم کشاورزی و منابع طبیعی (به ویژه علوم و مهندسی خاک) با در نظر گرفتن پتانسیل نمونه‌برداری بر فرسایش خاک و توجه کافی به پدیده فرسایش پنهان، این عامل را مدیریت نموده و از تخریب بیشتر منابع خاک

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

توسط این روش جلوگیری نمایند. همانطور که ارزیابی‌ها نشان می‌دهد متاسفانه سالانه حدود ۱۶۰۰۰ تن خاک حاصلخیز از مکان‌های مختلف از قبیل جنگل‌ها، مراتع، اراضی کشاورزی آبی و دیم با اهداف تحقیقاتی گوناگون، نمونه‌گیری شده و هرگز به مکان اصلی خود بازگردانده نمی‌شوند و باقی‌مانده آن‌ها نیز به همراه سایر مواد خطرناک آزمایشگاهی به سطوحی مستقر در آزمایشگاه‌ها دفع و مانند زباله با خاک ارزشمند رفتار می‌شود. در نهایت هدف این مقاله، برجسته‌نمودن بیش از پیش ارزش خاک در بین جامعه آکادمیک و معرفی پدیده‌ای خاموش اما تأثیرگذار و تخریب‌کننده به نام "فرسایش پنهان" بود که از آن غافل بوده‌ایم. در پایان، پیشنهاد می‌گردد که پژوهشگران محترم تشویق گردند تا مقدار خاک نمونه برداری شده را در گزارشات مربوط به آن پژوهش (پایان نامه و مقالات علمی) ذکر نمایند.

فهرست منابع

- Aksoy, E., Yigini, Y., Montanarella, L. (2016). Combining soil databases for topsoil organic carbon mapping in Europe. *PLoS ONE*, 11(3), e0152098.
- Alewel, C., Egli, M., Meusburger, K. (2015). An attempt to estimate tolerable soil erosion rates by matching soil formation with denudation in Alpine grasslands. *J Soils Sediments* 15:1383–1399.
- Banerjee, S., Kirkby, CA., Schmutter, D. (2016). Network analysis reveals functional redundancy and keystone taxa amongst bacterial and fungal communities during organic matter decomposition in an arable soil. *Soil Biol Biochem*, 97:188–198.
- Behera, S. K., Shukla, A. K. (2015). Spatial Distribution of Surface Soil Acidity, Electrical Conductivity, Soil Organic Carbon Content and Exchangeable Potassium, Calcium and Magnesium in Some Cropped Acid Soils of India. *Land Degradation and Development*, 26(1), 71–79.
- Borselli, L., Torri, D., Øygarden, L., De Alba, S., Martínez-Casasnovas, J. A., Bazzoffi, P., Jakab, G. (2006). Land Levelling. *Soil Erosion in Europe*, 643–658.
- Bruun, TB., Elberling, B., de Neergaard, A., Magid, J. (2015). Organic carbon dynamics in different soil types after conversion of forest to agriculture. *L Degrad Dev*, 26:272–283.
- Buzmakov, S., Egorova, D., Gatina, E. (2019). Effects of crude oil contamination on soils of the Ural region. *Journal of Soils and Sediments*, 19(1), 38–48.
- Capra, G. F., Tidu, S., Lovreglio, R., Certini, G., Salis, M., Bacciu, V., Ganga, A., Filzmoser, P. (2018). The impact of wildland fires on calcareous Mediterranean pedosystems (Sardinia, Italy) – An integrated multiple approach. *Science of the Total Environment*, 624, 1152–1162.
- Chao, CT., Thompson, SK. (2001). Optimal adaptive selection of sampling sites. *Environmetrics*, 12:517–538.
- Ebrahimi, M., Sarikhani, M. R., Safari Sinemani, A. A., Ahmadi, A., Keesstra, S. (2019). Estimating the soil respiration under different land uses using artificial neural network and linear regression models. *Catena*, 174, 371–382.
- FAO (2019) Soil erosion: the greatest challenge to sustainable soil management. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome, p 100
- FAO, ITSPS. (2015). Status of the World's Soil Resources (SWSR) - Main Report. *Status of the World's Soil Resources (SWSR) - Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy.*, 650, 608.
- Farrell, M., Jones, DL. (2010). Use of composts in the remediation of heavy metal contaminated soil. *J Hazard Mater*, 175:575–582.
- Farrell, M., Perkins, WT., Hobbs, PJ. (2010). Migration of heavy metals in soil as influenced by compost

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

- amendments. *Environ Pollut*, 158:55–64.
- Fu, W., Zhao, K., Zhang, C., Wu, J., Tunney, H. (2016). Outlier identification of soil phosphorus and its implication for spatial structure modeling. *Precision Agriculture*, 17(2), 121–135.
- Goberna, M., Podmirseg, SM., Waldhuber, S. (2011). Pathogenic bacteria and mineral N in soils following the land spreading of biogas digestates and fresh manure. *Appl Soil Ecol*, 49:18–25.
- Guan, Z. H., Li, X. G., Wang, L., Mou, X. M., Kuzyakov, Y. (2018). Conversion of Tibetan grasslands to croplands decreases accumulation of microbially synthesized compounds in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 123, 10–20.
- Hartemink, AE. (2019). Open access publishing and soil science– Trends and developments. *Geoderma Reg*, 18:e00231.
- Houben, D., Pircar, J., Sonnet, P. (2012). Heavy metal immobilization by cost-effective amendments in a contaminated soil: effects on metal leaching and phytoavailability. *J Geochem Explor*, 123:87–94.
- Jansa, J., Erb, A., Oberholzer, HR. (2014). Soil and geography are more important determinants of indigenous arbuscular mycorrhizal communities than management practices in Swiss agricultural soils. *Mol Ecol*, 23:2118–2135.
- Jiang, Y., Chao, S., Liu, J. (2017). Source apportionment and health risk assessment of heavy metals in soil for a township in Jiangsu Province, China. *Chemosphere*, 168:1658–1668.
- Khan, S., Reid, BJ., Li, G., Zhu, YG. (2014). Application of biochar to soil reduces cancer risk via rice consumption: a case study in Miaoqian village, Longyan, China. *Environ Int*, 68:154–161.
- Kirkby, CA., Richardson, AE., Wade, LJ. (2013). Carbon-nutrient stoichiometry to increase soil carbon sequestration. *Soil Biol Biochem*, 60:77–86.
- Laird, D., Fleming, P., Wang, (2010). Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. *Geoderma*, 158:436–442.
- Lal, R. (2019). Accelerated Soil erosion as a source of atmospheric CO₂. *Soil and Tillage Research*, 188, 35–40.
- Le, LTH., Dat, ND., Minh, NH., Nguyen, KA. (2019). Characteristics of PCDD/Fs in soil and sediment samples collected from A-So former airbase in Central Vietnam. *Sci Total Environ*, 661:27–34.
- Lv, J. (2019). Multivariate receptor models and robust geostatistics to estimate source apportionment of heavy metals in soils. *Environmental Pollution*, 244, 72–83.
- Nyiraneza, J., Thompson, B., Geng, X., He, J., Jiang, Y., Fillmore, S., Stiles, K. (2017). Changes in soil organic matter over 18 yr in Prince Edward Island, Canada. *Canadian Journal of Soil Science*, 97(4), 745–756.
- Panagos, P., Borrelli, P., Poesen, J. (2016). Reply to the comment on The new assessment of soil loss by water erosion in Europe by Fiener and Auerswald. *Environ Sci Policy*, 57:143–150.
- Paz-Ferreiro, J., Gascó, G., Gutiérrez, B., Méndez, A. (2012). Soil biochemical activities and the geometric mean of enzyme activities after application of sewage sludge and sewage sludge biochar to soil. *Biol Fertil Soils*, 48:511–517.
- Pelster, DE., Chantigny, MH., Angers, DA. (2018). Can soil clay content predict ammonia volatilization losses from subsurface-banded urea in eastern Canadian soils? *Can J Soil Sci*, 98:556–565.
- Pourbabaee, A. A., Soleymani, A., Torabi, E., Alizadeh, H. (2018). Degradation and Detoxification of Nicosulfuron by a Pseudomonas Strain Isolated from a Contaminated Cornfield Soil. *Soil and Sediment Contamination*, 27(8), 756–772.
- Ruttens, A., Adriaensen, K., Meers, E. (2010). Long-term sustainability of metal immobilization by soil amendments: cyclonic ashes versus lime addition. *Environ Pollut*, 158:1428–1434.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

- Sagarkar, S., Nousiainen, A., Shaligram, S. (2014). Soil mesocosm studies on atrazine bioremediation. *J Environ Manage*, 139:208–216.
- Shaddad, S. M., Buttafuoco, G., Elrys, A., Castrignanò, A. (2019). Site-specific management of salt affected soils: A case study from Egypt. *Science of the Total Environment*, 688, 153–161.
- Shaheen, SM., Rinklebe, J., Selim, MH. (2015). Impact of various amendments on immobilization and phytoavailability of nickel and zinc in a contaminated floodplain soil. *Int J Environ Sci Technol*, 12:2765–2776.
- Shahriari, M., Delbari, M., Afrasiab, P., Pahlavan-Rad, M. R. (2019). Predicting regional spatial distribution of soil texture in floodplains using remote sensing data: A case of southeastern Iran. *Catena*, 182, 104149.
- Shi, P., Zhang, Y., Li, P., Li, Z., Yu, K., Ren, Z., Xu, G., Cheng, S., Wang, F., Ma, Y. (2019). Distribution of soil organic carbon impacted by land-use changes in a hilly watershed of the Loess Plateau, China. *Science of the Total Environment*, 652, 505–512.
- Sollitto, D., Romic, M., Castrignanò, A. (2010). Assessing heavy metal contamination in soils of the Zagreb region (Northwest Croatia) using multivariate geostatistics. *Catena*, 80:182–194.
- Usikalu, MR., Akinyemi, ML., Achuka, JA. (2014). Investigation of radiation levels in soil samples collected from selected locations in Ogun State, Nigeria. *IERI Procedia*, 9:156–161.
- Van de Voorde, TFJ., Van der Putten, WH., Bezemer, TM. (2012). The importance of plant-soil interactions, soil nutrients, and plant life history traits for the temporal dynamics of *Jacobaea vulgaris* in a chronosequence of old-fields. *Oikos*, 121:1251–1262.
- Van de Voorde, TFJ., van der Putten, WH., Martijn Bezemer, T. (2011). Intra- and interspecific plant-soil interactions, soil legacies and priority effects during old-field succession. *J Ecol*, 99:945–953.
- Verchot, LV., Dutaur, L., Shepherd, KD., Albrecht, A. (2011). Organic matter stabilization in soil aggregates: understanding the biogeochemical mechanisms that determine the fate of carbon inputs in soils. *Geoderma*, 161:182–193.
- Verdejo, J., Ginocchio, R., Sauvé, S. (2016). Thresholds of copper toxicity to lettuce in field-collected agricultural soils exposed to copper mining activities in Chile. *J Soil Sci Plant Nutr*, 16:154–158.
- Viscarra Rossel, R. A., Behrens, T., Ben-Dor, E., Brown, D. J., Demattê, J. A. M., Shepherd, K. D., Shi, Z., Stenberg, B., Stevens, A., Adamchuk, V., Aichi, H., Barthès, B. G., Bartholomeus, H. M., Bayer, A. D., Bernoux, M., Böttcher, K., Brodský, L., Du, C. W., Chappell, A., ... Ji, W. (2016). A global spectral library to characterize the world's soil. *Earth-Science Reviews*, 155, 198–230.
- Wang, J., Luo, Y., Teng, Y. (2013). Soil contamination by phthalate esters in Chinese intensive vegetable production systems with different modes of use of plastic film. *Environ Pollut*, 180:265–273.
- Zhang, J., Wang, Y., Liu, J., Liu, Q., Zhou, Q. (2016). Multivariate and geostatistical analyses of the sources and spatial distribution of heavy metals in agricultural soil in Gongzhuling, Northeast China. *Journal of Soils and Sediments*, 16(2), 634–644.
- Zhang, S., Huang, Y., Shen, C. (2012). Spatial prediction of soil organic matter using terrain indices and categorical variables as auxiliary information. *Geoderma*, 171–172:35–43.
- Zhang, X., Liu, Z., Luc, N. T., Liang, X., Liu, X. (2015). Dynamics of the biological properties of soil and the nutrient release of *Amorpha fruticosa* L. litter in soil polluted by crude oil. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(21), 16749–16757.
- Zhao, K., Fu, W., Qiu, Q., Ye, Z., Li, Y., Tunney, H., Dou, C., Zhou, K., Qian, X. (2019). Spatial patterns of potentially hazardous metals in paddy soils in a typical electrical waste dismantling area and their pollution characteristics. *Geoderma*, 337, 453–462.

Soil degradation by researchers in the fields of agricultural sciences and natural resources!

Mehran Gholami¹, Hossein Ali Alikhani*¹

1-PhD student and Full professor in soil biology and biotechnology, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Iran

*Halikhan@ut.ac.ir

Abstract

Soil has always been exposed to many natural and human threats that lead to its destruction and extinction. In addition, the soil sampling process for scientific studies and research activities increases the loss of soil resources, because soil sampling is often taken more than the research requirement, the removed soil is never returned to its original location. Estimation of the volume of soil destroyed in this way has not been done before. This study has tried to estimate this type of soil degradation by researchers in the field of agricultural sciences and natural resources by reviewing published articles. We called this type of soil degradation "Hidden erosion". This type of erosion when it is reported statistically in a specific time period, the volume of lost soil is very significant. Excessive soil sampling can also speed up other natural and human processes involved in soil degradation. Finally, because sampling is unavoidable in soil science studies, a decuple guide to minimizing hidden erosion is provided.

Keywords: Hidden erosion, Soil erosion, Soil degradation, Soil sampling

ارزیابی سناریوهای مدیریتی در حوضه فومنات با استفاده از مدل WEAP
(مطالعه موردی: زیرحوضه سیاهرود)

الیاس فنبرزاده فرشمی^۱، افشین اشرفزاده^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب دانشگاه گیلان

Eliasghanbarzadeh@gmail.com

۲- وابستگی استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

چکیده

از جمله مسائل مهم در مدیریت منابع آب کشور عدم توازن بین عرضه و تقاضا آب و تشدید پیامدهای ناشی از تغییر اقلیم می‌باشد. منابع آبی موجود تحت تاثیر عواملی مانند خشکسالی، افزایش روز افزون جمعیت، تغییر اقلیم و همچنین سیاست‌های نادرست مدیریتی در وضعیت نامطلوبی قرار گرفته است، این موضوع باعث می‌شود که بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی دچار صدمات جبران ناپذیری شود، در نتیجه اتخاذ راهکارهای مدیریتی دقیق برای بهره برداری پایدار از منابع آب در این مبحث ضروری است. (عباسی, et al., 1398) در این تحقیق از مدل نیمه توزیعی WEAP برای ارزیابی سناریو افزایش جمعیت در زیرحوضه سیاهرود با توجه به دو رودخانه‌ی مهم این بخش یعنی سیاهرود و گوهررود در سال‌های میلادی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۶ با در نظر گرفتن اولویت‌بندی نیازها استفاده شد. نتایج نشان داد که با افزایش جمعیت در این منطقه میزان منابع و مصارف بخش‌های مختلف شرب، صنعت و کشاورزی دچار تغییراتی به لحاظ کمبودها خواهند شد.

واژگان کلیدی: پایداری منابع آب، مدل WEAP، مدیریت منابع آب

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

مقدمه

طی دهه های گذشته منابع آب شیرین در سرتاسر جهان به دلیل افزایش جمعیت و فعالیت اقتصادی دچار کمبود های شدید شده اند. در ایران با توجه به داشتن اقلیم خشک و نیمه خشک بیش از ۹۴٪ از آب مصرفی در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد. در این بخش به میزان تنها ۴۸٪ کل سطح زیر کشت کشور تحت مدیریت آبیاری قرار می گیرد که این موضوع همگام با کمیاب شدن منابع آب اهمیت توجه به ارائه راهکارهای بهبود مدیریت منابع آب را برای سیاست گذاران نمایان می کند (باغستانی، ۱۳۸۸، et al.). در اغلب دشت های کشور جریان های سطحی و زیرزمینی در معرض افت شدید سطح آب هستند. این امر به دلایل مختلفی اتفاق افتاده است عواملی مانند کاهش نزولات آسمانی، تداوم خشکسالی، افزایش سطح زیرکشت و همچنین برداشت از منابع آب که در بازه زمانی طولانی به وقوع پیوسته است، به همین دلیل باید برای حفظ و مدیریت صحیح و کارآمد منابع آب های سطحی و زیرزمینی هم راستا با توسعه پایدار از سیاست های منطقی بهره گرفت.

طبق مطالعات انجام شده در حوضه آبریزرامیان در استان گلستان با استفاده از مدل WEAP و روش برنامه ریزی خطی میزان منابع و مصارف آب در حوضه مدل سازی شد. نتایج نشان داد که ضمن بالابودن کارایی مدل، نیازهای حوضه رامیان، توسط حداقل حجم مفید مورد نیاز ۱۶ میلیون مترمکعب با حجم تنظیمی ۳۲،۹ میلیون متر مکعب تامین می شود. (مفتاح هلقی & وفایی جوان، ۱۳۸۹)

در مطالعه ای دیگر که در استان همدان در دشت همدان بهار صورت گرفت، نشان داد که وضعیت آب زیرزمینی این استان در حالت بحرانی قرار دارد. که افت سطح آب زیرزمینی در حدود ۱۶،۵ متر برآورد شده است. این وضعیت لزوم مدیریت یکپارچه منابع آب را نشان می دهد. (رجا، ۱۳۹۸، et al.)

در سال ۲۰۱۲، هان و همکاران طیف وسیعی از شاخص ها را در سطح حوضه آبریز در مورد مدیریت یکپارچه منابع آب در نظر گرفتند. در این مطالعه جهت تعیین شاخص کمبود در شرشته های مختلف از ۸۲ کارشناس خبره کمک گرفتند و از نوزده شاخص برای حوضه های آبریزه های، های و رودخانه زرد در استان شاندونگ چین بهره بردند که در اینجا از روش احتمال فازی استفاده شد. در نهایت متناسب با بهره برداری در بین بخش های حوضه آبریز رودخانه هوای، شاخص های تخصیص آب براساس منابع آب اولویت بندی شد. (مدرسی، ۲۰۱۸)

جلالی و آذرانفر (۱۳۸۴) با اشاره به نقاط ضعف WEAP در زمینه مطالعه سیستم های برقایی، روش اصلاحی برای رفع آن ارائه نمودند.

حافظ پرست مودت و همکاران (۱۳۸۴) با در نظر گرفتن گره های نیاز شرب، صنعت و کشاورزی با استفاده از روش شبیه سازی براساس بهینه سازی با استفاده از نرم افزار Lingo و WEAP در دو وضعیت فعلی و نیز وضعیت اجرای طرح با رعایت متوسط درصد کمبود سالانه ۶ درصد برای سناریو های مختلف به منظور مقابله با بحران آب و تامین نیاز های آبی دشت تاکستان، برنامه ریزی قابل قبولی از منابع آب ارائه کردند.

جولین کور و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از مدل WEAP به بررسی مدیریت نیاز آبی در یک حوضه تحت تنش آبی در آفریقای جنوبی پرداختند. آن ها در پژوهش خود مزیت ها و معایب مدل WEAP را مورد ارزیابی قرار دادند. به دلیل کاربرپسند بودن و سادگی این نرم افزار، استفاده این مدل را در برنامه ریزی منابع آب توصیه نمودند.

سعد و عاصف (۲۰۰۸) با استفاده از مدل شبیه سازی WEAP و براساس نرم افزار GIS در بالادست حوضه لیتانی در لبنان به ارزیابی نمایه های مدیریت کیفیت آب پرداختند. آن ها به بررسی بهترین طرح های ممکن برای جلوگیری از تخلیه مستقیم فاضلاب در حوضه مورد بررسی که به لحاظ توسعه ای کارآمد باشد، پرداختند و نشان دادند که برای رسیدن به این مهم، نیازمند اتخاذ تصمیم گیری های سریع برای حفظ این منبع آبی ارزشمند می باشد.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

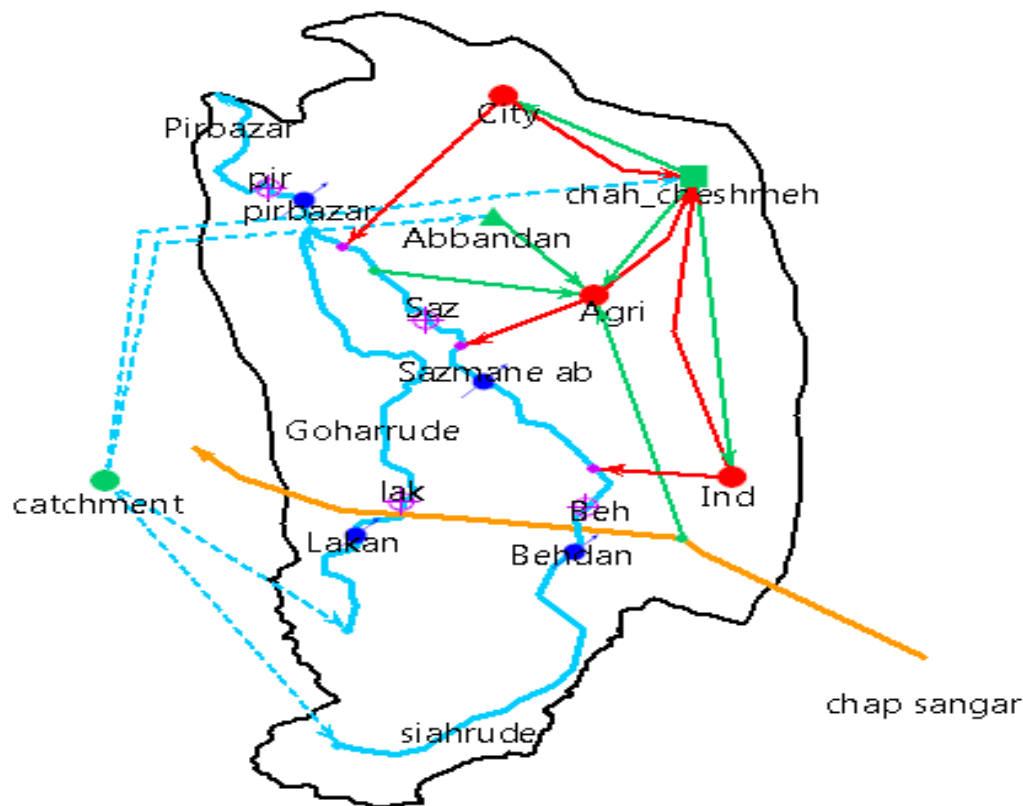
سعیدی نیا و همکاران (۱۳۸۳) مدل سازی ماهانه منابع آب را به منظور بررسی انتقال آب بین حوضه‌ای در رودخانه کارون با استفاده از مدل نرم افزار WEAP انجام دادند که با توجه به نتایج بدست آمده حجم موردنیاز برای ذخیره آب و تنظیم آن، با عدد پیشنهادی مشاور تفاوت محسوسی نشان داد. (مفتاح هلقی & وفایی جوان، ۱۳۸۹)

مواد و روش‌ها

رودخانه گوهررود یکی از دو رود شهر رودگذررشت است. از ارتفاعات بالادست عزیز کیان واقع در ۱۵ کیلومتری جنوب رشت سرچشمه می‌گیرد و پس از عبور از دهستان لاکان و ورود به شهر رشت و گذر از محله های پل طالشان، منظریه، پارک شهر، رازی، قلی پور و پیربازار، سرانجام با پیوستن به دیگر رودخانه رشت یعنی رود زرچوب رودخانه پیربازار رود را تشکیل می‌دهد و از شمال شهر رشت خارج شده درانتها به دریای کاسپین و تالاب انزلی می‌ریزد.

محدوده مورد مطالعه زیرحوضه سیاه رود با مساحت ۶۰۹ کیلومتر مربع واقع در مرکزیت استان گیلان قرارگرفته است. از به هم پیوستن دورودخانه سیاه رود در بالاتراز روستای پیربازار رودخانه پیربازار به وجود می‌آید. هردوشاخه از ارتفاعات حدود ۷۰۰ تا ۸۰۰ متری سرچشمه گرفته، درجهت جنوب به شمال جریان پیدا نموده، پس از طی مسافتی برابر ۴۰ کیلومتر و عبور از شهر رشت به هم متصل می‌شود.

در این زیرحوضه با اجرا فاز مطالعاتی احداث سد عزیز کیان شرایط زیست محیطی به سمت خشک شدن رودخانه سیاهرود و به طبع آب از بین رفتن اکوسیستم طبیعی منطقه خواهد رفت. همچنین با ریختن فاضلاب های شهری و بیمارستانی به این رودخانه خطر خشک شدن کامل این رودخانه انتظار می‌ورد. لذا ضرورت جلوگیری و یا مدیریت عوامل برهم‌زننده پایداری شرایط زیست محیطی این رودخانه از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.



هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

مدل WEAP:

مدل WEAP یک ابزار برای ارزیابی و برنامه‌ریزی درخصوص مدیریت منابع آب می‌باشد که توسط موسسه استکهلم سوئد و حمایت ویژه رسته مهندسی هیدرولوژی ارتش آمریکا توسعه داده شده است. این مدل دارای ویژگی‌های منحصر بفردی است که آن را متمایز از سایر نرم‌افزارهای مشابه این زمینه ساخته است. جامع بودن، کاربرپسند بودن، ساختار جامع برای تحلیل سیاست‌ها از جمله ویژگی‌های این مدل می‌باشد.

اساس کار WEAP بر مبنای بیلان آبی می‌باشد که مباحث کشاورزی، شهری و سیستم‌های رودخانه می‌توان به کاربرد. این مدل می‌تواند به شبیه‌سازی اجزای حوضه در بخش‌های گوناگون پردازد مانند شبیه‌سازی بارش_رواناب، جریان پایه، تغذیه آب زیرزمینی، انرژی برقایی و مباحث کیفیت آب و روندیابی آلودگی و...

در این تحقیق اطلاعات منابع (سطحی و زیرزمینی) و مصارف حوضه (شرب، صنعت و کشاورزی) و همچنین اطلاعات حوضه آبریز به نرم افزار WEAP معرفی شد.

داده منابع آب های سطحی از جمله رودخانه، آبنندان ها و کانال انحرافی چپ سنگر و منابع آب زیرزمینی مانند اطلاعات آبخوان و چشمه در بازه زمانی مطالعه وارد مدل WEAP شد.

در این پژوهش با استفاده از نرم افزار QGIS لایه های اطلاعاتی حوضه آبریز مشخص و به نرم افزار WEAP اضافه شد. همچنین اطلاعات حوضه مانند ضریب گیاهی، مساحت زیرحوضه، برخی از عوامل اقلیمی مانند بارش و دما به عنوان اطلاعات ورودی به نرم افزار معرفی شد.

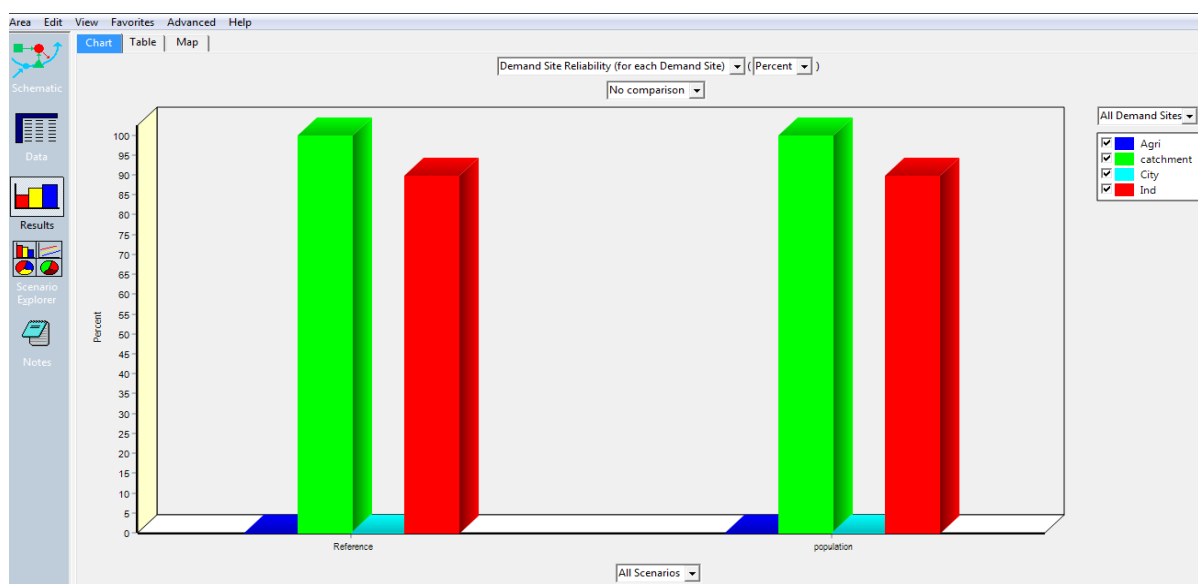
در اینجا، سناریو افزایش جمعیت تا ۲ درصد برای سال های آتی مورد بررسی قرار گرفت که نتایج در ادامه ذکر گردیده است.

یافته ها:

نتایج حاصل از کالیبراسیون مدل نشان داد که مدل از دقت خوبی جهت شبیه سازی جریان در حوضه برخوردار می‌باشد.

مقادیر سطح اعتماد پذیری، مقدار آب تامین شده و میزان کمبود ها در ادامه آمده است.

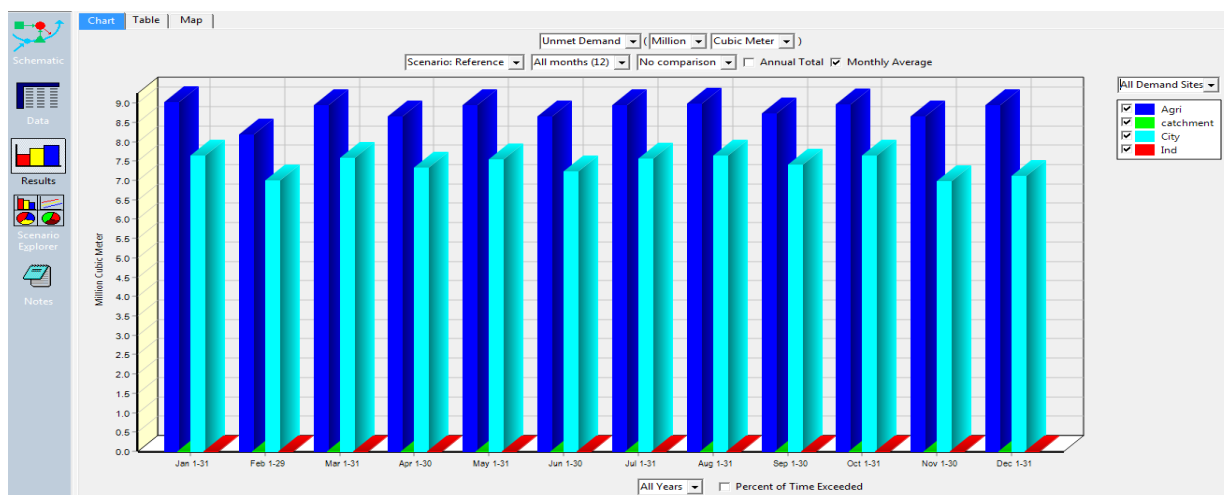
اعتماد پذیری (Reliability):



هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

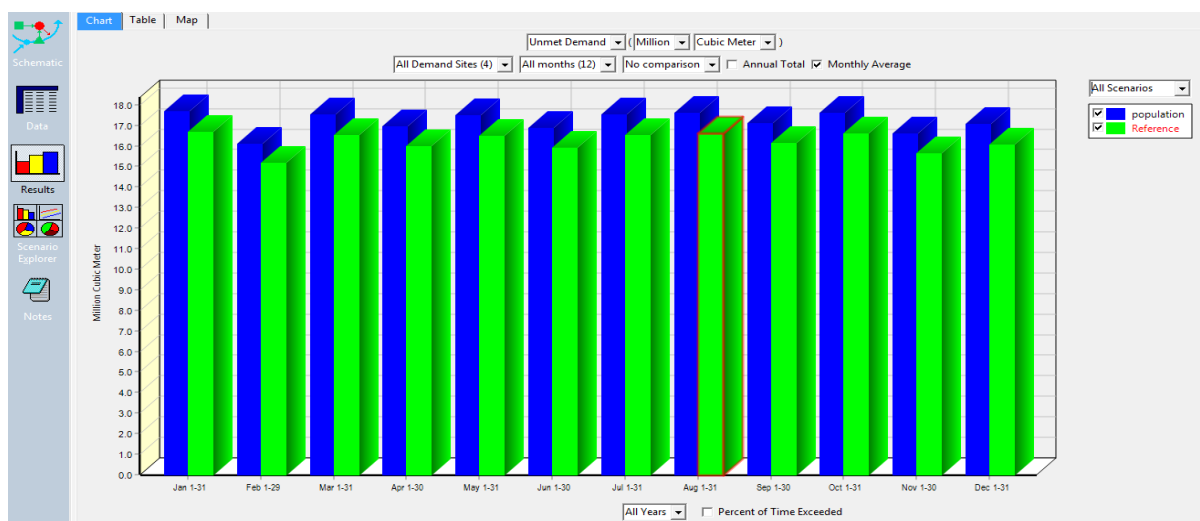
شکل ۱-۱- سطح اعتماد پذیری برای سه گره نیاز در سناریو مرجع و افزایش جمعیت

نتایج نشان می‌دهد که سطح اعتمادپذیری برای سناریو مرجع برای بخش صنعت و حوضه در حد قابل قبولی قرارداد. برای سناریو افزایش جمعیت هم بخش صنعت و حوضه آبریز میزان قابل قبولی از اعتمادپذیری را نشان می‌دهد. اما در بخش های شرب و کشاورزی در سناریو مرجع و سناریو افزایش جمعیت سطح اعتمادپذیری بدلیل کمبود های موجود پایین می‌باشد. نیاز تامین نشده (Unmet Demand):



نمودار ۲-۱- میزان نیاز تامین نشده در گره های نیاز در سناریو مرجع و جمعیت

همان طور که مشاهده می‌شود در بخش های کشاورزی و شرب بیشترین میزان کمبود در بخش صنعت و حوضه آبریز کمترین میزان کمبود به وقوع پیوسته است. این مورد می‌تواند به دلیل تقاضا زیاد بخش کشاورزی و یا شرب شهری در این زیرحوضه باشد.



هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نمودار ۳-مقایسه میزان کمبود در دو سناریو

نتایج و بحث:

بررسی سناریو افزایش جمعیت نشان داد که در سال های آینده با توجه به ثابت ماندن میزان منابع آب در دسترس با افزایش ۲ درصدی جمعیت میزان کمبود ها در بخش شرب شهری افزایش خواهد یافت. به همین دلیل اتخاذ راهکار های مدیریتی جهت مدیریت منابع و مصارف موجود در حوضه ضروری است.

فهرست منابع:

عباسی، ح، دلاور، م. بیگدلی نعلبندان، ر. (۱۳۹۸) ارزیابی اثرات تغییرات اقلیم بر پایداری منابع آب حوضه های آبریز با استفاده از شاخص های کمبود رد پای آب، تحقیقات منابع آب ایران، سال پانزدهم، شماره ۴، ۲۷۲-۲۵۹

باغستانی، ع ا، مهرابی بشرآبادی، ح. شرافتمند، ح. (۱۳۸۸) بررسی کاربرد مدیریت یکپارچه منابع آب در کشاورزی ایران، دهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، بهمن ۱۳۸۸

مفتاح حلقی، م، وفایی جوان، ع. (۱۳۸۹) برنامه ریزی منابع آب با استفاده از مدل ویپ مطالعه موردی: حوضه آبریز رامیان از استان گلستان، دومین کنفرانس سراسری مدیریت جامع منابع آب، بهمن ۱۳۸۹.

رجا، ا، پارسی نژاد، م، سهرابی، ت. احمد آلی، احمد. (۱۳۹۸) بررسی وضعیت منابع آب محدوده مرودشت خرامه با استفاده از شاخص های تحلیل پایداری، تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۰، شماره ۴۰، شهریور ۱۳۹۸.

مشایخی، س، عراقی نژاد، ش. مدرسی، ف، ابراهیمی، ک. (۲۰۱۸) مدیریت یکپارچه منابع آب راهکاری برای گذر از بحران کم آبی، دومین جشنواره ملی فناوری های آب های شور و نامتعارف (آب شور و پساب)

Assessment of management scenarios in Fumanat basin using WEAP model (Case study:Siahrude subbasin)

Elias ghanbarzadeh

Master student in water resources management in university of guilan

Afshin Ashrafzadeh

Professor of water engineering in giulan university

Abstract

One of the most important issues in the water resources management in country is the unbalance between supply and demand of water and the increase in consequences of climate change. Water resources is put in unsuitable condition because of some factors like drought, population growth, climate change, incorrect management policies. It causes irreparable damages for different parts like agriculture accordingly choosing accurate management strategy sustainable exploitation of water resources is necessary for this subject. In this reserch we used semi_distributed WEAP model for evaluation of population growth scenario in Siahrude subbasin regarding two important river namely Siahrude and Goharrude in duration of 2008 till 2016 considering demand prioriteies. Results showed that in this region with population growth amount of resources and consumptions for different parts like drinking, industry and agriculture will involve variations with respect to deficits.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

Key Words:Sustainability of water reserces, WEAP model, Water resources management

نقشه برداری رقومی عمق خاک سطحی با استفاده از روش جنگل تصادفی در اراضی خشک و نیمه

خشک دشت آبیک-نظر آباد

اصغر رحمانی^۱، فریدون سرمدیان^۲، حسین عارفی^۳

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تهران

۲- استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران fsarmad@ut.ac.ir

۳- استادیار دانشکده نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی دانشگاه تهران

چکیده

عمق خاک یکی از ۱۲ ویژگی کلیدی در پروژه جهانی تهیه نقشه های خاک است که مدل سازی ضخامت سطحی آن در مطالعات گذشته مغفول مانده است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف مدل سازی رقومی عمق خاک سطحی با استفاده از جنگل تصادفی در سطح ۶۰۰۰۰ هکتار از اراضی دشت آبیک-نظر آباد با تراکم مشاهداتی ۲۷۵ پروفیل و تعداد ۱۹ متغیر محیطی مستخرج از تصاویر ماهواره لندست ۸ و مشتقات اولیه و ثانویه مدل رقومی ارتفاع و داده های اقلیمی، کاربری اراضی و زمین شناسی اجرا گردید. برای انتخاب متغیرها از نظر کارشناس و الگوریتم نظارت شده Boruta استفاده شد. نتایج اعتبارسنجی مدل جنگل تصادفی بیانگر ضریب تبیین ۰/۸ و میزان ریشه میانگین مربعات خطای کمتر از ۳ سانتی متر است. در نهایت ۱۲ متغیر کمکی انتخاب و تحلیل اهمیت نسبی به ترتیب شاخص سبزینگی، تاثیر باد، تابش پخشیده و همواری دره با قدرت تفکیک بالا را به عنوان موثرترین متغیر کمکی برای پیش بینی مکانی ضخامت افق سطحی ارائه نمود. مدل جنگل تصادفی بهینه شده با تراکم داده مناسب می تواند برای مدل سازی ضخامت خاک سطحی در نواحی مشابه در سطح وسیع با کاربری های متنوع مشابه با این پژوهش در مطالعات آبی استفاده گردد.

واژگان کلیدی: یادگیری ماشین، پیش بینی مکانی، متغیرهای محیطی، ضخامت خاک سطحی

مقدمه

ظرفیت تولید اراضی وابسته به عمق خاک سطحی است (Thompson et al., 1991) و کاهش ضخامت آن منجر به کمبود ماده آلی، اختلال در کارایی ساختمان خاک و تنزل قابلیت دسترسی رطوبت و عناصر غذایی می گردد (Bennett (1948). همچنین عمق خاک نقش کلیدی در تنظیم فرآیندهای سطحی و زیرسطحی، مدل سازی رشد محصول، تناسب اراضی و شاخص سلامت خاک ایفا می نماید (Chen et al., 2021; Zhao, R., & Wu, K., 2021). این پارامتر یکی از ۱۲ ویژگی کلیدی در پروژه جهانی تهیه نقشه های خاک، هدفگذاری شده است (Arrouays et al., 2014). روش های مرسوم شناسایی عمق خاک به دلیل نیاز بودجه ای به نیروی شناسایی صحرائی و نمونه های زیاد، استفاده از روش های زمین آماری و مدل های فیزیکی را محدود و هزینه بردار می نماید (Voltz and Webster, 1990). به همین دلیل محققین بر استفاده از رویکردهای مدل سازی کمی-تجربی برای مدل سازی تغییرات مکانی عمق خاک تمرکز نموده اند. به طور مثال، از روش های آماری رگرسیون چندمتغیره خطی برای مدل سازی عمق کل خاک بر مبنای رابطه با فاکتورهای زمین نما و پوشش اراضی (Moor et al., 1993; Gessler et al., 1995) و (Mehnatkesh et al., 2013) و (Tesfa et al., 2009) از روش های رگرسیون خطی تعمیم یافته و جنگل تصادفی در سرزمین های کمپلکس (تپه ها) برای بررسی تغییر پذیری مکانی عمق خاک استفاده نمودند. در ایران، برخی از محققین (سپهوند و همکاران، ۱۳۹۶) در یکی از حوضه های زاگرس مرکزی (ریمله لرستان)، روش رگرسیون چندمتغیره خطی و (زاهدی و همکاران، ۱۳۹۶) مدل جنگل تصادفی را برای مدل سازی عمق کل خاک در زیرحوضه های سد قشلاق کردستان با دقت مناسب گزارش نمودند. در مطالعه ای در حوضه کوچک جنوب غرب چین از روش های متنوع جنگل تصادفی، ماشین بردار پشتیبان، رگرسیون خطی چند متغیره و

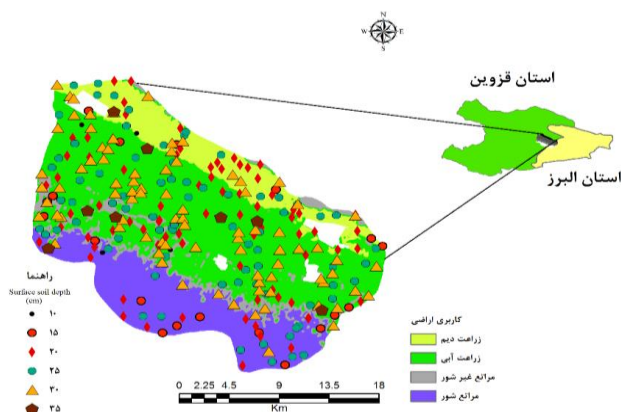
هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

رگرسیون جغرافیایی وزن دار برای مدل سازی ضخامت لایه فعال عمق خاک با تراکم داده بالا استفاده شد و نتایج بیانگر دقت بالاتر و خطای پیش بینی کمتر مدل جنگل تصادفی نسبت به سایر مدل ها بود (Li et al., 2017). مطالعات گذشته مدل سازی مکانی عمق خاک در اراضی دارای پستی و بلندی بالا (تپه ها و کوهستان) و مساحت های کوچک اجرا گردیده و بیشتر آن ها بر روی مدل سازی عمق کل خاک تحقیق نموده اند، با این وجود عمق خاک سطحی به عنوان آسیب پذیر ترین بخش آن نیازمند بررسی و تحلیل بیشتر می باشد، بنابراین پژوهش حاضر به دلیل دارا بودن تمرکز کشاورزی بالا، مساحت قابل توجه و دارا بودن واحدهای متنوع فیزیوگرافی دشت آبیک-نظر آباد با هدف مدل سازی و نقشه برداری رقومی ضخامت عمق خاک سطحی با استفاده از مدل جنگل تصادفی به عنوان بهینه ترین مدل بر اساس بررسی منابع بعمل آمده اجرا گردید.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

پژوهش حاضر در اراضی دشت نظر آباد-آبیک واقع در (۳۵°۵۴'۳۰/۳۸" طول شرقی و ۵۰°۲۹'۲۵/۵۳" تا ۵۰°۱۵'۳۵/۰۶") عرض شمالی با مساحت تقریبی ۶۰۰۰۰۰ هکتار و ۲۷۵ پروفیل های مشاهداتی بر اساس روش طبقه بندی تصادفی و نظر کارشناس با متوسط فاصله ۷۵۰ متر، کاربری غالب کشاورزی آبی در مرکز دشت و دیم در شمال منطقه و مراتع شور و غیر شور در جنوب منطقه اجرا گردید. متوسط ارتفاع منطقه ۱۴۴۰ متر از سطح دریای آزاد می باشد و به ترتیب دارای متوسط بارندگی ۲۸۵ میلی متر و دما ۱۴/۳۵ درجه سانتی گراد است که رژیم طوبتی و حرارتی خاکها بر اساس داده های هواشناسی بلند مدت (۴۹ ساله- ایستگاه هواشناسی قزوین ۱۳۹۸-۱۳۴۹) بترتیب زیریک خشک، اردیک ضعیف، آکوییک و ترمیک می باشد غالب اراضی منطقه در واحد فیزیوگرافی دشت دامنه ای و بعد از آن واحدهای اراضی پست، مخروط افکنه و تپه واقع شده است.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه برداری نسبت به استان های البرز و قزوین و کشور.

مدل سازی

ضخامت خاک سطحی در محل پروفیل های مطالعاتی با استفاده از متر اندازه گیری گردید. برای مدل سازی از تعداد ۱۹ متغیر محیطی از منابع مختلف شامل شاخص های طیفی حاصل از داده های سنجنش از دور ماهواره لندست ۸ با قدرت تفکیک ۳۰ متر، مشتقات اولیه و ثانویه مدل رقومی ارتفاع ماهواره آلوس پالسا با قدرت تفکیک ۱۲,۵ متر، داده های اقلیمی ۴۹ ساله، نقشه کاربری اراضی و زمین شناسی استفاده شد برای انتخاب متغیرهای محیطی بهینه و جلوگیری از طولانی شدن زمان مدل سازی و بیش برآزش مدل در این پژوهش از نظر کارشناس و الگوریتم نظارت شده "Boruta" استفاده شد (Kursa and Rudnicki 2010) تمامی فرآیند مدل سازی در نرم افزار آماری R و با استفاده از بسته های تخصصی "caret" و "random forest" با تعداد درخت بهینه ۱۵۰۰ و mtry برابر ۲ انجام گردید. در فرآیند مدل سازی از ۸۰ درصد داده ها (۲۲۰ نمونه) برای واسنجی و بهینه سازی

هدفهین کنکره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

پارامترهای مدل RF و از ۲۰ درصد باقیمانده داده ها (۵۵ نمونه) برای اعتبارسنجی نقشه نهایی عمق سطحی خاک ها و در نهایت برای بررسی اهمیت متغیرهای محیطی در پیش بینی عمق سطحی از تابع "varImp" در همین بسته استفاده گردید.

اعتبارسنجی

ارزیابی کارایی مدل RF بر اساس دو شاخص آماری ضریب تبیین (R^2) و ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) صورت پذیرفت (روابط ۱ و ۲).

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (1) \quad RMSE = \sqrt{1/n \sum_{i=1}^n (Y_i - P_i)^2} \quad (2)$$

در معادلات فوق Y_i : مقادیر اندازه گیری شده، P_i : مقادیر پیش بینی شده شوری خاک، \bar{Y} : میانگین مقادیر اندازه گیری شده و n : تعداد مشاهدات است.

نتایج و بحث

خلاصه آماری

خلاصه آماری داده های واسنجی و اعتبارسنجی ضخامت عمق سطحی خاک های دشت آبیک-نظرآباد در جدول ۱ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می گردد داده های واسنجی دارای مقادیر حداقل و حداکثر مشابه و میانگین داده نیز اندکی باهم اختلاف دارد. از طرفی میزان انحراف معیار داده های اعتبارسنجی به میزان ۱ سانتی متر در عمق سطحی از داده های واسنجی بیشتر و ضریب تغییرات آن به میزان ۷ درصد از داده های واسنجی بیشتر می باشد با این وجود دو دسته داده از نظر میزان تغییری پذیری در کلاس طبقه بندی متوسط (۱۵ تا ۳۵ درصد) بر اساس روش (Wilding) 1945 قرار می گیرد. میزان میانگین مشاهده شده در دو دسته داده (بیشتر از ۲۰ سانتی متر) نشان دهنده وضعیت مناسب سلامت خاک های این منطقه بر اساس استاندارد های ارائه شده سلامت خاک برای داده های عمق سطحی خاک می باشد (Zhao and Wu (2021).

جدول (۱) - خلاصه آماری داده های واسنجی و اعتبارسنجی

پارامتر	واسنجی (۸۰ درصد)	اعتبارسنجی (۲۰ درصد)
حداقل	۱۰	۱۰
میانگین	۲۴/۷۲	۲۳/۳۶
حداکثر	۳۵	۳۵
انحراف معیار	۵/۰۷	۶/۳۸
ضریب تغییرات (درصد)	۲۰/۵	۲۷/۳

ارزیابی عملکرد مدل جنگل تصادفی

نتایج اعتبارسنجی داخلی و خارجی ارائه شده در جدول ۲ برای مدل جنگل تصادفی بیانگر دقت بالا و میزان خطای پایین این مدل برای پیش بینی ضخامت عمق سطحی می باشد. میزان خطای پیش بینی برای در هر دو بخش به میزان کمتر از ۳ سانتی متر و

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

ضریب تبیین نیز توجیه کننده بیش از ۸۰ درصد تغییرات داده ای واقعی عمق خاک سطحی می باشد و بر اساس طبقه بندی Visscara Rossel and MacBratney (2008) در کلاس پیش بینی عالی قرار می گیرند. زاهدی و همکاران (۱۳۹۶) و Li et al (2017) به ترتیب ضریب تبیین ۰/۷۵ و ۰/۶۲ را با استفاده از تعداد داده بیشتر در مرحله اعتبارسنجی برای مدل جنگل تصادفی گزارش نموده که در مقایسه با پژوهش حاضر (تعداد ۵۵ داده اعتبارسنجی) از نظر مساحت کوچکتر، تعداد کل داده بیشتر و با وجود شرایط توپوگرافی مناسب (اراضی تپه ای و کوهستان) برای مدل سازی عمق خاک-زمین نما دارای دقت پایین تری می باشد. همچنین سپهوند و همکاران (۱۳۹۶) و Mehnatkesh et al (2013) به ترتیب میزان ضریب تبیین ۰/۶۵ و ۰/۷۶ را با تعداد داده و مساحت کمتر نسبت به پژوهش حاضر و شرایط توپوگرافی مشابه با تحقیق زاهدی و همکاران (۱۳۹۶) برای مدل رگرسیون خطی چند متغیره گزارش نمودند.

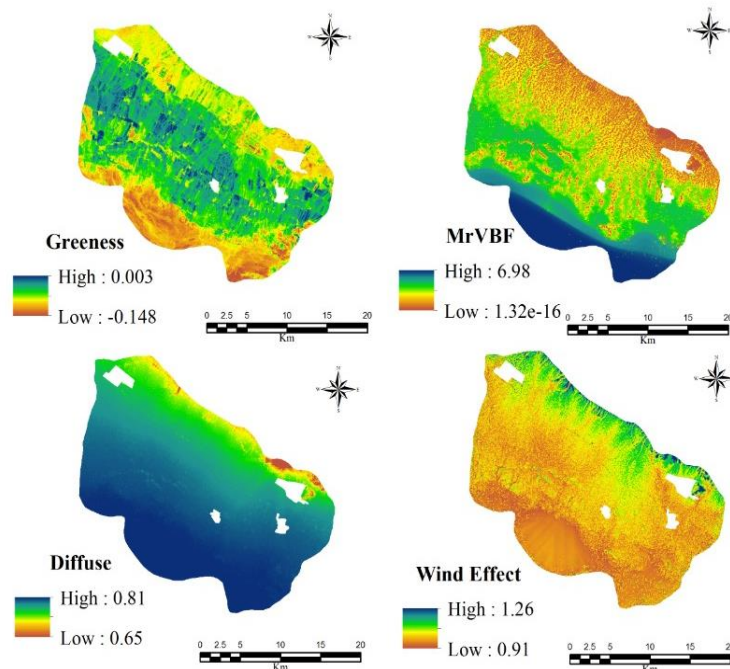
جدول ۲- اعتبارسنجی داخلی و خارجی پیش بینی عمق خاک سطحی با استفاده از مدل جنگل تصادفی

پارامتر	داخلی	خارجی
R ²	۰/۸۳	۰/۸
RMSE (cm)	۲/۵۰	۲/۸

متغیرهای محیطی منتخب و اهمیت نسبی

نتایج انتخاب متغیرهای محیطی بر اساس الگوریتم Boruta و نظر کارشناس نشان می دهد که از تعداد ۱۹ متغیر محیطی ۱۲ متغیر که شامل شاخص سبزینگی (Greenness) و کاربری اراضی به عنوان نماینده فاکتور ارگانیک "o"، لایه زمین شناسی "p" و پارامتر میانگین بارش سالیانه "MAP" نماینده اقلیم "c" و فاکتورهای ژئومورفومتری، هیدرولوژیکی و تابشی برگرفته از مدل رقومی ارتفاع (تاثیر باد "Wind effect"، شاخص همواری کف دره چندمقیاسه "Mrvbf"، تابش پخشیده "Diffuse"، ارتفاعات استاندارد شده "Standard"، شاخص خیزی ساگا "SWI" و موقعیت های میانی شیب "Midslop") بیانگر تاثیر فاکتور "r" می باشند و این نتایج نشان دهنده حداکثر استفاده از نمایندگان مختلف خاک سازی براساس معادله اسکورپن برای مدل سازی عمق خاک سطحی در دشت آبی-قزوین نسبت به مطالعات محققین در گذشته می باشد. همچنین بر اساس نتایج آنالیز اهمیت متغیر، چهار پارامتر Greenness، Windeffect، Diffuse و Mrvbf بیشترین میزان تاثیر را بر روی تغییرات مکانی عمق خاک سطحی داشته و نقشه تغییرات مکانی آن ها در شکل ۲ ب نشان داده شده است، همچنین با توجه به غالبیت پراکنش داده های ضخامت خاک سطحی ۲۵ سانتی متر در ناحیه مرکزی دشت که دارای کاربری کشاورزی متمرکز می باشد شاخص Greenness نسبت به سه شاخص دیگر اختلاف قابل توجهی در پیش بینی مکانی ضخامت خاک سطحی دارد.

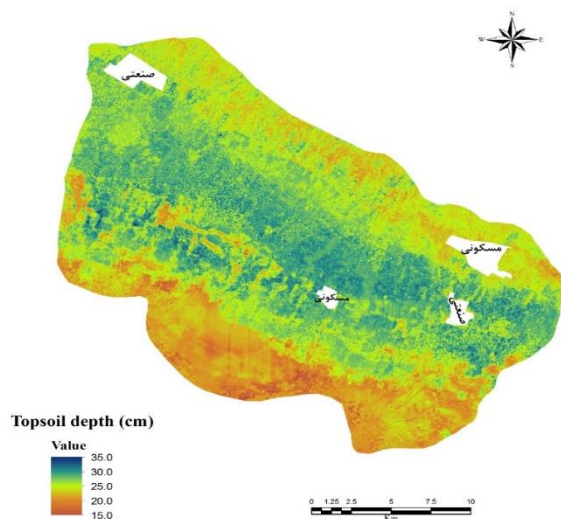
هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۲- نقشه چهار متغیر محیطی دارای بیشترین اهمیت

تغییرپذیری مکانی عمق سطحی خاک

نتایج ارائه شده در شکل ۳ نشان می دهد کخ مناطق مرکزی دشت دارای تمرکز بالای کشاورزی آبی و ضخامت خاک سطحی در این ناحیه به دلیل عملیات سالیانه از جمله شخم با گاو آهن، آبیاری و سابقه کشت و کار طولانی مدت دارای بیشترین میزان ضخامت خاک سطحی به میزان ۳۰ تا ۲۵ سانتی متر بوده که این نواحی همسو با بالا بودن میزان شاخص Greenness که بیانگر میزان سبزینگی بوده و بیانگر غالب بودن فاکتور خاک سازی ارگانیسم در این بخش از دشت می باشد. بخش جنوبی دشت دارای حداقل ضخامت خاک سطحی (۱۰ سانتی متر) است که مطابق با بالاترین مقدار در نقشه Mrvbf می باشد، این ناحیه به دلیل دارا بودن مشکلات زهکشی و شوری ناشی از رسوبات سنگین بافت فرصت تکامل و خاک سازی نداشته و پارامتر Mrvbf با توجه به قابلیت ارائه پهنه های رسوبگذاری متفاوت به خوبی توانسته این نواحی را جداسازی نماید. همچنین در همین ناحیه، تابش پخشیده بالاترین میزان را نشان می دهد که می توان بیان داشت که افزایش میزان تابش بر بالارفتن تبخیر و تعرق سالیانه تاثیر داشته و در نهایت روند خاک سازی به آهستگی پیش می رود و این نواحی مطابق با رژیم رطوبتی اریدیک ضعیف و اکوتیک بر اساس داده های اقلیمی و مدل نیوهال می باشد. بخش شمالی دشت دارای میزان متوسط ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر ضخامت خاک سطحی است که همراستا با پهنه های دارای حداقل Mrvbf و حداکثر شاخص Windeffect است. پایین بودن میزان Mrvbf که نشان از درشت بودن میزان رسوبات و بالا بودن میزان شاخص اثر باد به دلیل تاثیر بر بالا رفتن میزان تبخیر و تعرق و کاهش ظرفیت رطوبتی خاک سبب کاهش روند خاک سازی می گردد و از طرفی این بخش مطابق با کشاورزی دیم و میزان پایین شاخص سبزینگی است.



شکل ۳- نقشه رقومی ضخامت خاک سطحی با استفاده از مدل جنگل

نتیجه گیری

در این پژوهش مدل جنگل تصادفی برای مدل سازی ضخامت عمق سطحی با تراکم داده مناسب در سطح گسترده ای در اراضی خشک و نیمه خشک دشت آبیک-نظر آباد با واحد های فیزیوگرافی و کاربری اراضی متنوع با دقت عالی به کارگیری گردید و نتایج بیان گر پیش بینی مکانی ضخامت خاک سطحی بالا در نواحی مرکزی مطابق با کاربری کشاورزی آبی، نواحی جنوبی که دارای زهکشی نامناسب و شوری بالای ناشی از بافت سنگین خاک بوده دارای حداقل ضخامت و بخش شمالی از میزان متوسط ضخامت خاک سطحی برخوردار است. چهار متغیر کمکی شاخص سبزینگی، اثر باد، تابش پخشیده و شاخص همواری دره با قدرت تفکیک بالا به ترتیب اهمیت دارای بیشترین تاثیر بر پراکنش مکانی ضخامت خاک سطحی می باشند. توصیه می گردد در مطالعات آتی از پارامترهای بهینه شده مدل جنگل تصادفی و متغیرهای محیطی منتخب برای مدل سازی عمق خاک سطحی در اراضی خشک و نیمه خشک مشابه استفاده گردد.

Digital mapping of top-soil depth using random forest method in arid and semi-arid lands of Abyek-Nazarabad plain

Soil depth is one of the 12 key properties in the global soil mapping project, whose tops-soil thickness has been neglected in previous studies. Therefore, the present study aims to digital mapping of top-soil depth using random forest at 60,000 hectares of Abyek-Nazarabad plain with an observational density of 275 profiles and 19 environmental variables extracted from Landsat 8 satellite images and primary and secondary derivatives of digital elevation model and climatic data, land use and geology were implemented. The expert opinion and Boruta supervised algorithm were used to select the variables. The results of the validation of the random forest model indicate a coefficient of determination ($R^2=0.8$) and the root mean square error (RMSE) less than 3 cm. Finally, selected 12 auxiliary variables and analysis of relative importance, respectively, presented the greenness index, wind effect, diffused radiation and valley smoothness with high resolution as the most effective auxiliary variables for spatial prediction of surface horizon thickness. Optimized random forest model with appropriate data density can be used to model surface soil thickness in similar areas on a large scale with a variety of land uses similar to this research in future studies.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

Keywords: Machine learning, Spatial prediction, Environmental covariates, topsoil-depth

منابع

- زاهدی، ص. شاهدهی، ک. نژادروشن، ح. سلیمانی، ک. (۱۳۹۶). برآورد عمق خاک با استفاده از متغیرهای محیطی به دست آمده از مدل رقومی ارتفاع و داده‌های سنسجش از دور. *مجله علوم آب و خاک*، ۲۱(۴)، ۱۱۱-۱۲۷.
- سپهوند م. خرمالی، ف. کیانی، فرشاد. افتخاری، ک. (۱۳۹۶). مدل‌سازی رابطه عمق خاک و ویژگی‌های پستی و بلندی زمین‌نما به منظور پیش‌بینی عمق خاک در زیر حوضه ریمله استان لرستان. *پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)*، ۳۱(۴)، ۶۰۱-۶۱۱.
- Viscarra Rossel, R.A. and McBratney, A.B., 2008. Diffuse reflectance spectroscopy as a tool for digital soil mapping. In 'Digital soil mapping with limited data'. *Developments in Soil Science series*. (Eds AE Hartemink, AB McBratney, L Mendonça-Santos) (Elsevier Science: Amsterdam).
- Kursa, M.B.; Rudnicki, W.R. Feature selection with the Boruta package. *J. Stat. Softw.* 2010, 36, 1–13.
- Li, A., Tan, X., Wu, W., Liu, H., & Zhu, J. (2017). Predicting active-layer soil thickness using topographic variables at a small watershed scale. *Plos one*, 12(9), e0183742.
- Han, X., Liu, J., Mitra, S., Li, X., Srivastava, P., Guzman, S. M., & Chen, X. (2018). Selection of optimal scales for soil depth prediction on headwater hillslopes: A modeling approach. *Catena*, 163, 257-275.
- Tesfa, T. K., Tarboton, D. G., Chandler, D. G., & McNamara, J. P. (2009). Modeling soil depth from topographic and land cover attributes. *Water Resources Research*, 45(10).
- Thompson, A. L., Gantzer, C. J., & Anderson, S. H. (1991). Topsoil depth, fertility, water management, and weather influences on yield. *Soil Science Society of America Journal*, 55(4), 1085-1091.
- Arrouays, D., Grundy, M.G., Hartemink, A.E., Hempel, J.W., Heuvelink, G.B., Hong, S.Y., ..., Mendonca-Santos, M.d.L., 2014. GlobalSoilMap: toward a fine-resolution global grid of soil properties. In *Advances in agronomy* (Vol. 125, pp. 93-134). Academic Press.
- Chen, S., Richer-de-Forges, A. C., Mulder, V. L., Martelet, G., Loiseau, T., Lehmann, S., & Arrouays, D. (2021). Digital mapping of the soil thickness of loess deposits over a calcareous bedrock in central France. *Catena*, 198, 105062.
- Han, X., Liu, J., Mitra, S., Li, X., Srivastava, P., Guzman, S. M., & Chen, X. (2018). Selection of optimal scales for soil depth prediction on headwater hillslopes: A modeling approach. *Catena*, 163, 257-275.
- Bennett, H. H. (1948). *Soil conservation*. US Soil Conservation Service.
- Gessler, P. E., I. D. Moore, N. J. McKenzie, and P. J. Ryan (1995), Soil Landscape modeling and spatial prediction of soil attributes, *Int. J. Geogr. Inf. Syst.*, 9, 421– 432, doi:10.1080/02693799508902047.
- Moore, I. D., P. E. Gessler, G. A. Nielsen, and G. A. Peterson (1993), Soil attribute prediction using terrain analysis, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 57, 443–452.
- Zhao, R., & Wu, K. (2021). Soil Health Evaluation of Farmland Based on Functional Soil Management—A Case Study of Yixing City, Jiangsu Province, China. *Agriculture*, 11(7), 583.
- Mehnatkesh, A., Ayoubi, S., Jalalian, A., & Sahrawat, K. L. (2013). Relationships between soil depth and terrain attributes in a semi-arid hilly region in western Iran. *Journal of Mountain Science*, 10(1), 163-172.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

مقایسه مدل‌های هوشمند k -NN و C&RT در پیش‌بینی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک

*جواد سیدمحمدی^۱، میرناصر نویدی^۱، سیدعلیرضا سیدجلالی^۱، منصور چترنور^۲

^۱استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

^۲محقق موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

(*نویسنده مسئول: j.mohammadi@areeo.ac.ir)

چکیده

روش‌های سنتی برای اندازه‌گیری ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CEC) وقت‌گیر، هزینه‌بر و پرزحمت است. همچنین حفظ ثبات برای آزمایشات و پروژه‌های طولانی مدت دشوار است. بنابراین، لازم است یک رویکرد غیرمستقیم مانند توابع انتقالی برای تخمین این ویژگی دیرپافت از داده‌های سهل‌الوصول خاک ایجاد شود. هدف از این مطالعه مقایسه روش‌های C&RT^۱ و k -NN^۲ برای پیش‌بینی CEC خاک است. بنابراین تعداد ۴۰۰ نمونه خاک از اراضی کشاورزی شمال‌غربی کشور از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری برداشت شده و به صورت دو دسته داده آموزش و آزمون مورد استفاده قرار گرفت. نتایج مشخص کرد با توجه به مقادیر آماره‌های ارزیابی مدل‌ها، میانگین ریشه دوم خطا نرمال شده و ضریب تبیین، مدل k -NN دقیق‌تر از C&RT مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را برآورد کرده است و می‌تواند با اطمینان در مناطق دیگر مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: CEC خاک، k -NN، C&RT

مقدمه

ظرفیت تبادل کاتیونی خاک کل کاتیون‌های قابل تبادل است که ممکن است توسط نیروهای الکترواستاتیک در سطح pH مشخصی در خاک نگه داشته شود (Bauer and Velde, 2014). دانش دقیق در مورد CEC خاک در تخلیه و احیای زمین، مطالعات آلودگی آب‌های زیرزمینی و مدل‌سازی مشخصات شیمیایی اراضی کشاورزی بسیار مهم است (Shiri et al., 2017). این یکی از مهمترین خصوصیات شیمیایی اراضی کشاورزی است (Ghaemi et al., 2013) که بر پایداری ساختار خاک، در دسترس بودن مواد مغذی، pH خاک و واکنش خاک به کودها و سایر مواد تقویت کننده تأثیر می‌گذارد و یک بافر در برابر اسیدی شدن خاک فراهم می‌کند (Hazelton and Murphy, 2016). همچنین به عنوان فاکتور سنجش حاصلخیزی خاک، ظرفیت نگهداری مواد مغذی و ظرفیت محافظت از آبهای زیرزمینی از آلودگی کاتیونی استفاده می‌شود (رابرتسون و همکاران ۱۹۹۹). برآورد برخی خصوصیات خاک همانند CEC نسبت به دیگر خصوصیات خاک که به راحتی قابل اندازه‌گیری هستند، از همان ابتدای کار در علم خاک یک چالش بوده است (Van Looy et al., 2017). مدل‌های هوشمند با برآورد CEC از داده‌های خاک که به راحتی در دسترس است، یک روش جایگزین ارائه می‌دهند.

C&RT یک روش داده کاوی و مدل‌سازی غیرپارامتری است که برای مدیریت وظایف رگرسیونی برای ارائه مدل‌های پیش‌بینی قوی موثر است و تحت تأثیر داده‌های از دست رفته و پرت قرار نمی‌گیرد (Waruru et al., 2016). شکل دیگری از روش غیرپارامتری نزدیکترین همسایه k است، روشی که اساساً بر اساس اصول شباهت و همجواری داده‌ها استوار است.

^۱Classification and Regression Tree

^۲ k -Nearest Neighbors

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

روش C&RT که برای تخمین شاخص‌های خیزی خاکدانه با استفاده از خصوصیات خاک توسط Waruru et al., 2016 استفاده شد. روش k -NN به طور گسترده ای در کشاورزی (Bannayan and Hoogenboom, 2009)، جنگلداری (Lopez et al., 2001) و هیدرولوژی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Clark et al. 2004; Yates et al. 2003). هدف کلی این مطالعه ایجاد یک مدل مناسب از طریق مقایسه طبقه بندی و رگرسیون درختی و نزدیکترین همسایگان k برای پیش بینی CEC خاک در خاک‌های واقع در مناطق شمال غربی ایران است.

مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه در شمال غربی ایران واقع شده اند. آب و هوای مناطق نیمه مرطوب تا خشک است و میانگین بارش سالانه ۱۹۰ تا ۹۹۳ میلی متر و دمای سالانه آن ۱۲ تا ۲۳/۴ درجه سانتی گراد است. رژیم‌های رطوبتی و حرارتی در مناطق مورد مطالعه به ترتیب Ustic، Xeric، Aridic، Mesic و Thermic هستند. مواد مادری خاک از رسوبات رودخانه‌ای، آهکی، گچی و آبرفتی می‌باشد. خاک‌های غالب منطقه Cambisols، Gypsisols و Calcisols می‌باشند. نمونه‌های خاک به تعداد ۴۰۰ نمونه سطحی از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری برداشته شد. پس از تجزیه نمونه‌های خاک، مقادیر ویژگی‌های شن، سیلت، رس، CEC، کربن آلی و آهک مشخص شدند. ۷۵ درصد داده‌ها برای آموزش مدل‌ها و ۲۵ درصد برای صحت‌سنجی استفاده شد.

روش طبقه بندی و رگرسیون درختی یک روش انطباقی است که می‌تواند برای مدل سازی پیش بینی یا به عنوان یک مکمل پیش پردازش برای سایر بسته های مدل سازی مورد استفاده قرار گیرد. C&RT به عنوان پیش پردازنده داده ، مهمترین متغیرها را از لیست گسترده ای از پیش بینی کننده های بالقوه موثر بر کاهش داده ها ، علاوه بر ساده سازی بدون از دست دادن قابل توجه اطلاعات ، استخراج می کند (Waruru et al., 2016). روش k نزدیکترین همسایگی دارای یکی از ساده‌ترین و کارآمدترین الگوریتم‌های آموزش جهت پیش‌بینی داده‌ها است. در این تکنیک، تعداد بهینه‌ای از نمونه‌های موجود در یک مجموعه که واجد شبیه‌ترین ویژگی‌ها به نمونه هدف باشند در نظر گرفته می‌شود و سپس با توجه به فواصل اقلیدسی نمونه هدف و هر یک از نمونه های بانک مرجع، وزندهی عناصر آموزش‌دهنده انجام می‌پذیرد. در یک بانک داده مرجع خاک، k عدد از نزدیکترین (مشابه‌ترین) خاک‌ها به خاک مورد آزمون انتخاب می‌شوند و این خاک‌ها با توجه به میزان مشابهت به خاک مورد آزمون وزندهی می‌شوند. به این ترتیب که در ابتدا فواصل اقلیدسی بین خاک مورد آزمون و تمامی خاک‌های مرجع محاسبه شده، سپس تعداد k عدد از نزدیکترین خاک‌ها براساس فاصله به دست آمده، وزندهی می‌شوند. در انتها با توجه به وزن هر یک از خاک‌ها در مجموعه‌ای با k عدد خاک (نزدیکترین همسایه)، برآوردی از داده‌های هدف که مورد آزمون واقع شده‌اند، صورت می‌پذیرد (Nemes et al., 2006).

برای ارزیابی صحت تخمین مدل‌ها از معیارهای NRMSE و R^2 استفاده شد.

$$NRMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (CEC_m - CEC_p)^2} / \overline{CEC_m} \quad (1)$$

$$R^2 = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (CEC_m - CEC_p)^2}{\sum_{i=1}^n (CEC_m - \overline{CEC_m})^2} \right] \quad (2)$$

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نتایج و بحث

مجموعه داده انتخاب شده طیف گسترده ای از توزیع اندازه ذرات خاک را نشان داد (جدول ۱). بخش رس و سیلت خاک به ترتیب بین ۰/۲۸ تا ۰/۵۳٪ و ۲ تا ۷۵٪ متفاوت بود. مقدار کربن آلی بین ۰/۰۲ تا ۳/۶٪ با میانگین ۰/۷۴٪ متغیر بود. ضریب تغییرات شوری و کربن آلی خاک، تنوع بیشتری نسبت به سایر خصوصیات خاک نشان داد (جدول ۱). محتوای OC خاک، همانطور که توسط ضریب تغییرات منعکس می‌شود، بیشترین تنوع را در مقایسه با توزیع اندازه ذرات خاک و CEC نشان می‌دهد (جدول ۱). کمترین مقدار ضریب تغییرات برای pH خاک بود. با یادآوری اینکه نمونه‌های خاک از مناطق مختلف شمال غربی ایران جمع‌آوری شد، نمونه‌هایی که از نظر درجه حرارت بالاتر بودند از مناطق با آب و هوای نیمه‌مرطوب بودند. در مقابل، خاک‌های مناطقی که با آب و هوای خشک مشخص می‌شوند، درجه حرارت کم کربن آلی پایینی دارند. این تنوع زیاد در OC عمدتاً به دلیل تنوع در کودهای شیمیایی و کودهای کمپوست به عنوان کود و بازگشت بقایای گیاهان زراعی و اصلاحات خاک در مناطق مورد مطالعه است. تنوع EC به دلیل تجمع نمک در قسمتهای مختلف مناطق مورد مطالعه نیز است.

ضرایب همبستگی پیرسون بین خصوصیات خاک در جدول ۲ ارائه شده است. ضرایب همبستگی بین CEC و کربن آلی خاک ($r = 0/21$)، مقدار سیلت ($r = 0/37$) و مقدار رس ($r = 0/43$) بیشترین مقدار را داشتند و در مقایسه با سایر خصوصیات در سطح احتمال ۰/۰۱ مثبت بود. بنابراین، رس، سیلت و کربن آلی به عنوان متغیرهای ورودی تأثیرگذار برای پیش بینی CEC خاک در مدل‌های پیش بینی با استفاده از تجزیه و تحلیل آماری انتخاب شدند. همبستگی بین CEC و کربن آلی در این مقاله کمتر از مقادیر گزارش شده توسط Amini et al. (2005) و Zolfaghari et al. (2016) برای خاکهای خشک ایران بود. با این حال، یافته‌های ما با یافته‌های Bayat et al. (2014) مطابقت داشت. با توجه به همبستگی بین مقدار رس و CEC، مثبت و بیشتر بوده که با مقادیر گزارش شده توسط Manrique et al. (1991) مطابقت دارد. علاوه بر این، CEC با محتوای شن و ماسه، pH و $CaCO_3$ ارتباط منفی داشت (جدول ۲) که با یافته‌های گزارش شده توسط Bayat et al. (2014)، Zolfaghari et al. (2016) و Saadat et al. (2018) همخوانی دارد.

جدول ۱- خصوصیات اماری داده‌های ویژگی‌های مورد بررسی

ویژگی	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	ضریب تغییرات	چولگی	کشیدگی	
رس	۲۵/۴	۰/۲۸	۵۵/۳	۱۴	۵۵	-۰/۲۲	-۱/۰۲	داده‌های آموزش (n=۳۰۰)
سیلت	۴۵/۴	۲	۷۵	۱۳/۹	۳۰	-۰/۵۹	۰/۷۴	
شن	۲۷	۸۹	۱/۷	۱۷/۱	۶۳	۰/۸۹	۰/۷۸	
شوری	۲/۷	۰/۱۸	۲۲	۳/۶	۱۳۳	۱/۱	۱/۲	
pH	۷/۶۱	۶/۷	۸/۸	۰/۳۶	۴/۷	۰/۴۹	۰/۵۱	
کربن آلی	۰/۷۵	۰/۰۲	۳/۶	۰/۵۳	۷۰	۱/۷۲	۵/۰۳	
آهک	۱۹/۱	۰/۳۱	۵۹	۱۱/۲	۵۸	۰/۶۴	۰/۷۳	
CEC	۲۲	۳/۹	۳۷	۵/۹	۲۷	-۰/۵۶	۰/۷۲	
رس	۲۶/۷	۰/۲۸	۵۳	۱۳/۹	۵۲	-۰/۳۳	-۰/۹۵	داده‌های آزمون (n=۱۰۰)
سیلت	۴۳/۷	۳	۷۴	۱۵/۳	۳۵	-۰/۵۹	۰/۴۹	
شن	۲۹	۸۸	۲/۷	۱۸/۴	۶۳	۱/۱۱	۰/۹۱	
شوری	۲/۸	۰/۲۳	۲۲/۳	۳/۵	۱۲۵	۱/۰۱	۱/۳	
pH	۷/۶۲	۶/۸	۸/۹	۰/۳۵	۴/۵	۰/۳۹	۰/۹۱	

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

۲/۳۶	۱/۳	۶۸	۰/۵۰	۲/۸	۰/۱۰	۰/۷۳	کربن آلی
۰/۹۳	۰/۹۱	۶۰	۱۲/۲	۶۲	۰/۴۲	۲۰/۱	آهک
-۰/۰۳	-۰/۱۳	۲۸	۶/۲	۳۵	۵/۹	۲۱/۸	CEC

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین ویژگی‌های مورد استفاده

CEC	آهک	کربن آلی	pH	شوری	شن	سیلت	رس
							۱
						۱	-۰/۱۹**
					۱	-۰/۵۱**	-۰/۵۵**
				۱	-۰/۰۵	۰/۱۸*	-۰/۱۷*
			۱	-۰/۰۲	۰/۱۵*	-۰/۱۶*	-۰/۰۸*
		۱	-۰/۱۲*	-۰/۱۵*	-۰/۰۵	۰/۰۹*	-۰/۱۲*
	۱	-۰/۱۳*	۰/۱۷*	-۰/۱۵*	۰/۰۵	-۰/۱۵*	۰/۱۱*
۱	-۰/۱۱*	۰/۲۱**	-۰/۱۵*	۰/۰۳	-۰/۵۶**	۰/۳۷**	۰/۴۳**

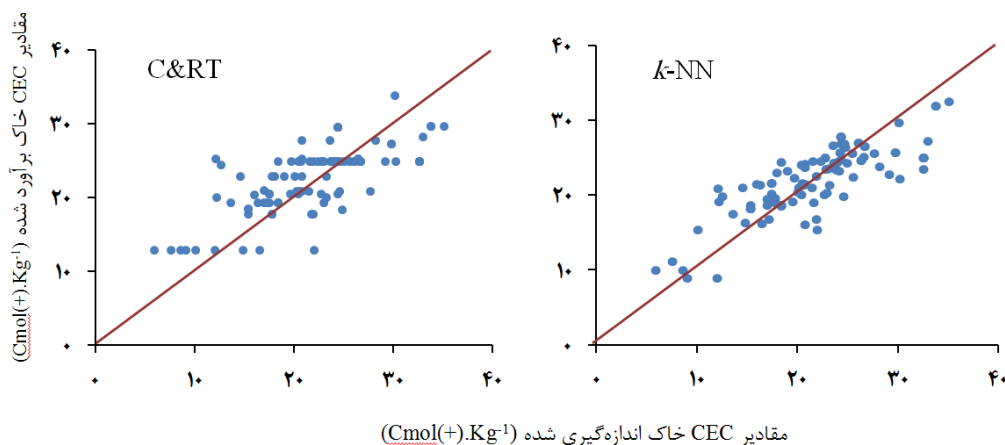
در روش رگرسیون درختی، در ابتدا ساختار درختی با استفاده از داده‌های آموزش ایجاد شده و سپس با استفاده از قوانین به دست آمده در مرحله آموزش، دقت مدل بر روی داده‌های مستقل آزمون، کنترل شدند. نتایج معیارهای میانگین ریشه مربعات خطا نرمال شده و ضریب تبیین برای مدل رگرسیون درختی به ترتیب برای داده‌های آموزش ۰/۵۶ و ۰/۱۷۸ و برای آزمون ۰/۵۳ و ۰/۱۹۶ به دست آمد (جدول ۳). در این مطالعه، مدل k -NN نیز برای پیش بینی CEC استفاده شد. برای تکنیک k -NN، دو پارامتر باید بهینه شود. اولین k ، تعداد نزدیکترین همسایگان بود که برای تدوین تخمین خاک مورد استفاده قرار گرفت. پارامتر دوم عبارت از p بود که از آن برای وزن دهی به هر یک از خاک‌های k انتخاب شده در حالی که تخمین ویژگی خروجی تشکیل شد، استفاده شد. با توجه به حساسیت مدل k -NN به مقادیر p و k ، تعیین مقادیر بهینه پارامترهای فوق برای اجرای این الگوریتم ضروری بود. بهترین انتخاب ممکن است استفاده از مقادیر k و p با حداقل مقادیر NRMSE باشد. ما پارامتر بهینه را با تغییر هر دو پارامتر در الگوریتم و برآورد مجموعه داده‌های اعتبار بدست آوردیم. ما مقادیر پارامتر k را از ۱ به ۵۰ و پارامتر p را بین ۰/۳ و ۳ تغییر دادیم. تغییر مقدار p از ۰/۳ به ۳، تغییر NRMSE پیش بینی از ۰/۱۲ به ۰/۲۷ و تغییر مقدار k از ۱۳ به ۵۰، NRMSE پیش بینی را از ۰/۱۱ به ۰/۲۶ تغییر داد. بنابراین، بهترین ترکیب برای پارامترهای p و k به ترتیب ۰/۵ و ۱۱ برای اجرای الگوریتم انتخاب شد.

ارزیابی مدل k -NN مشخص کرد که مقدار ضریب تبیین به ترتیب برای داده‌های آموزش ۰/۸۱ و ۰/۱۱۶ و برای داده‌های آزمون ۰/۶۶ و ۰/۱۶۷ به دست آمده است (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های (Zolfaghari et al. 2016) و (Van Looy et al. 2017) مطابقت دارد. تکنیک هوشمند k -NN قابلیت یادگیری از مثال‌ها را دارد و قادر به حل مسائل و مشکلات پیچیده و غیرپارامتری که حل آن‌ها با روش‌های متداول مانند روش‌های رگرسیون بسیار خسته کننده است، می‌باشد. علاوه بر این، هنگامی که یک جریان داده با استفاده از نزدیکترین همسایگان k مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد، می‌توان الگوهای مهم پیش بینی را که قبلاً برای یک غیر متخصص مشخص نبود، تشخیص داد (Van Looy and al. 2017). بنابراین طبق نتایج معیارهای ارزیابی دقت مدل k -NN از مدل رگرسیون درختی بیشتر بوده و می‌تواند در برآورد مقادیر CEC خاک با اطمینان قابل قبولی مورد استفاده قرار گیرد و در صرفه جویی زمان و هزینه‌ها موثر باشد.

جدول ۳- مقادیر معیارهای ارزیابی مدل‌ها بر اساس داده‌های آموزش و آزمون

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

مدل	ضریب تبیین (R^2)		میانگین ریشه مربعات خطای نرمال (NRMSE)	
	آموزش	آزمون	آموزش	آزمون
C&RT	۰/۵۶	۰/۵۳	۰/۱۷۸	۰/۱۹۶
k-NN	۰/۸۱	۰/۶۶	۰/۱۱۶	۰/۱۶۷



شکل ۱- ارزیابی تقاطعی مقادیر اندازه‌گیری شده و برآورد شده CEC خاک برای داده‌های آزمون

نتیجه‌گیری

CEC خاک شاخص مهمی برای کیفیت خاک است که می‌تواند تحت تأثیر کاربری و مدیریت زمین قرار گیرد و خصوصیتی است که اندازه‌گیری آن نسبتاً گران و زمانبر است، بنابراین برآورد آن با استفاده از داده‌های زودیافت و مدل‌های هوشمند، می‌تواند موثر باشد. با توجه به این موضوع، در این مطالعه، ما رگرسیون درختی و الگوریتم k -NN را به عنوان روشی برای پیش‌بینی CEC خاک از خصوصیات خاک با اندازه‌گیری آسان‌تر، بررسی کردیم. روش غیرپارامتری k -NN دارای دو پارامتر بوده که باید قبل از اجرا بهینه شوند. این پارامترها شامل تعداد نزدیکترین همسایگان به عنوان k و وزن‌دهی بین نزدیکترین همسایگان انتخاب شده با پارامتر p می‌باشد. این تحقیق نشان داد که مدل توسعه یافته k -NN در مقایسه با رگرسیون درختی، می‌تواند انعطاف‌پذیری و گزینه‌های اضافی زیادی را برای پیش‌بینی دقیق به کاربر ارائه دهد، به عنوان مثال کاربر می‌تواند داده‌های اضافی را با الحاق یا جایگزینی پایگاه داده آموزش بدون نیاز به توسعه ترکیب کند. معادلات جدید و تخمین‌ها را توسعه دهد و تصمیم بگیرد که چه ورودی‌هایی را در زمان واقعی استفاده کند. همچنین در این تحقیق از خواص خاک در کاربری‌های مختلف و مناطقی با آب و هوای متفاوت استفاده شد. بنابراین، ما پیشنهاد می‌کنیم توانایی تکنیک k -NN برای پیش‌بینی CEC خاک و سایر خصوصیات دیریافت مثل رطوبت خاک در سایر نقاط کشور مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

Amini M., Abbaspour KC., Khademi H., Fathianpour N., Afyuni M., and Schulin R. (2005). Neural network models to predict cation exchange capacity in arid regions of Iran. *European Journal of Soil Science* 56:551-559.

- Bannayan M. and Hoogenboom G. (2009). Using pattern recognition for estimating cultivar coefficients of a crop simulation model. *Field Crop Research* 111:290-302.
- Bauer A., and Velde BD. (2014). *Geochemistry at the Earth's Surface*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Bayat H., Davatgar N., and Jalali M. (2014). Prediction of CEC using fractal parameters by artificial neural networks. *International Agrophysics* 28:143-152.
- Clark MP., Gangopadhyay S., Brandon D., Werner K., Hay L., Rajagopalan B., and Yates D. (2004). A resampling procedure for generating conditioned daily weather sequences. *Water Resource Research* 40:1-15.
- Ghaemi M., Astarai AR., Sanaeinejad SH., and Zare H. (2013). Using satellite data for soil cation exchange capacity studies. *International Agrophysics*, 27:409-417.
- Hazelton PA. and Murphy BW. (2016). *Interpreting soil test results: What do all the numbers mean?* 3rd ed. CSIRO Publishing, Melbourne. Url: <http://www.isbnsearch.org/isbn/9781486303960>
- Manrique LA., Jones CA., and Dyke PT. (1991). Predicting cation exchange capacity from soil physical and chemical properties. *Soil Science Society of America Journal*, 50:787-794.
- Nemes A., Rawls WJ., and Pachepsky YA. (2006). Use of the nonparametric nearest neighbor approach to estimate soil hydraulic properties. *Soil Science Society of America Journal* 70:327-336.
- Shiri J., Keshavarzi A., Kisi O., Iturraran-Viveros U., Bagherzadeh A., Mousavi R., and Karimi S. (2017). Modeling soil cation exchange capacity using soil parameters: assessing the heuristic models. *Computers and Electronics in Agriculture* 135:242-251.
- Van Looy K., Bouma J., Herbst M., Koestel J., Minasny B., Mishra U., ..., Vereecken H. (2017). Pedotransfer functions in earth system science: challenges and perspectives. *Reviews of Geophysics* doi:10.1002/2017RG000581.
- Waruru BK., Shepherd KD., Ndegwa GM., and Sila AM. (2016). Estimation of wet aggregation indices using soil properties and diffuse reflectance near infrared spectroscopy: An application of classification and regression tree analysis. *Biosystems Engineering* 152:148-164.
- Zolfaghari AA., Taghizadeh-Mehrjardi R, Moshki AR., Malone BP., Weldeyohannes AO., Sarmadian F., and Yazdani MR. (2016). Using the nonparametric *k*-nearest neighbor approach for predicting cation exchange capacity. *Geoderma* 265:111-119.

Comparison of intelligent *k*-NN and C&RT models in predicting soil cation exchange capacity

*Javad Seyedmohammadi¹, Mir Naser Navidi¹, Seyed Alireza Seyed Jalali¹, Mansour Chatrenour²

¹Assistant professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

²Researcher of Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

(*Corresponding Author: j.mohammadi@areeo.ac.ir)

Abstract

Traditional methods for measuring soil cation exchange capacity (CEC) are time consuming, costly and laborious. It is also difficult to maintain stability for long-term experiments and projects. Therefore, it is necessary to develop an indirect approach such as pedotransfer functions to estimate this difficultly available property of accessibility soil data. The aim of this study was to compare C&RT and *k*-NN methods to predict soil CEC. Therefore, 400 soil samples were taken from agricultural lands in the northwest of the country from a depth of 0-30 cm and used as two subsets of training and test data. The results showed that according to the values of the evaluation criteria of the models, the normalized root mean square error and the determination coefficient, the *k*-NN model estimated the soil cation exchange capacity more accurately than C&RT and could be used with confidence in other areas.

Keywords: C&RT, *k*-NN, Soil CEC.

ارزیابی شاخص ریسک اکولوژیک آلودگی عناصر سنگین در خاک های کشاورزی و شهری

حمیدرضا رحمانی^{۱*} و حجت اله میران زاده^۲

^{۱*} استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، اصفهان، ایران. rahmani.hrhr@gmail.com

^۲ فارغ التحصیل دکتری آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

چکیده

با وجود منابع مهم و متعدد آلاینده در اصفهان، فرض آلودگی خاک کشاورزی در این منطقه وجود داشته که می تواند ورود و تجمع عناصر سنگین را به زنجیره غذایی سبب شود. با توجه به اهمیت آن پژوهشی به صورت نمونه برداری از سطح خاک مزارع در منطقه یک (اصفهان)، منطقه دو (فلاورجان) و منطقه سه (فریدن - گلپایگان - نظنز) انجام گرفت. نمونه های خاک جمع آوری و جهت تعیین غلظت عناصر سنگین و ارزیابی آلودگی و ریسک اکولوژیک خاک آلوده به عناصر سنگین سرب، مس، کبالت، کادمیم و کروم مورد ارزیابی قرار گرفت. مناطق شهری اصفهان و فلاورجان از نظر شاخص آلودگی در کلاس آلودگی زیاد و بسیار زیاد می- باشند. بیشینه مقدار شاخص آلودگی برای عنصر کروم (۱۹/۳۸) و کمینه مقدار برای عنصر کبالت (۰/۱۵) در هر سه منطقه به- دست آمد. نتایج پژوهش نشان داد که شاخص ریسک اکولوژیک عنصر کادمیم در مناطق یک و دو (شهرهای اصفهان و فلاورجان) به ترتیب ۲۶۴/۰۴ و ۲۱۴/۹۴ در کلاس ریسک زیاد قرار داشت.

واژگان کلیدی: آلودگی شهری، آلودگی عناصر سنگین، ریسک اکولوژیک خاک.

مقدمه

تجمع بیش از حد عناصر سنگین در خاک های مزارع که در زمره منابع آلوده کننده غیرنقطه ای قرار دارند، نه تنها منجر به آلودگی محیط زیست می شود؛ بلکه افزایش جذب عناصر سنگین توسط محصولات را به دنبال داشته؛ در نتیجه امنیت غذایی و سلامت انسان تحت تأثیر قرار می گیرد (Gergen and Harmanescu, 2012). عناصر سنگین در نتیجه فعالیت ها و دستکاری های انسان در محیط زیست وارد می شوند (Ravankhah et al., 2016). جذب عناصر سنگین بوسیله گیاه در اراضی کشاورزی یکی از مسیرهای عمده و غیر مستقیم ورود عناصر سنگین به زنجیره غذایی انسان است (McBride et al., 2014; Türkdoğan et al., 2003). همواره در سال های اخیر کشاورزان برای تامین بخشی از نیازهای خود و تامین محصولات مورد تقاضای روزانه جامعه، اقدام به استفاده از انواع منابع آلوده و غیر آلوده برای تولید محصولات کشاورزی خود با کمترین هزینه ها در مرکز و حومه شهرها نموده و همواره سلامت غذایی محصول را مورد تهدید قرار می دهند (Ravankhah et al., 2016).

مطالعه ای در مشهد روی سبزیجات نعنای، تره، پیازچه و تربچه در دو منطقه غرب و شرق نشان داد که میانگین غلظت کادمیم در انواع سبزیجات مورد مطالعه کمتر از حد مجاز استاندارد و میانگین غلظت سرب بیشتر از حد مجاز استاندارد (بین ۰/۱ تا ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم) است (علی دادی و همکاران، ۱۳۹۳). در پژوهشی مقادیر سرب و کادمیم در نمونه های برنج کشت شده در استان لرستان کمتر از حد مجاز بود و از این نظر مشکلی برای سلامت انسان وجود نداشت (هدایتی فر و همکاران، ۱۳۸۹). زهرهوند و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که غلظت بالای سرب در سبزیجات ریحان، تربچه و خرفه در شهر اهواز می تواند به دلیل تجمع بالای این عناصر در خاک باشد. بنابراین پایش مستمر عناصر سنگین در خاک و محصولات کشاورزی نقش مهمی در کاهش خطرات محیطی تهدید کننده سلامت انسان خواهد داشت (Gergen and Harmanescu, 2012; Türkdoğan et al., 2003).

آگاه کردن و آگاهی دادن در سطح جامعه از یک سو سبب می شود که کلیه اقشار جامعه به مضرات ناشی از مصرف سبزیجات ناسالم آگاه شده و فقط به قیمت و ظاهر محصول توجه نکنند؛ ثانیاً، جامعه به سمتی حرکت کند که خود ارزش محصول سالم و ناسالم را متمایز نمایند و محصولات ناسالم از بازار خریداری نشود؛ ثالثاً، تولیدکنندگان به نحوه استفاده از منابع آلوده برای تولید و

هدفهین کنکره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

خطرات حاصل از استفاده محصولات ناسالم در جامعه آشنا و برای تولید محصول سالم و امکان درآمد بیشتر تلاش نمایند (هدایتی فر و همکاران، ۱۳۸۹). با این نگرش، بررسی غلظت عناصر سنگین در محصولات کشاورزی و غذایی که تضمین کننده آرامش و حیات بشر است مورد توجه است (Sichul *et al.*, 2007).

با افزایش آلودگی‌های محیط زیستی در آب، خاک و هوا لزوم بررسی و تعیین سلامت خاک کشاورزی امری بسیار ضروری است (Aghili *et al.*, 2009)، زیرا که خاک آلوده به عناصر سنگین مخاطرات و بیماری‌های ناخواسته و ناشناخته‌ای برای کل افراد جامعه ایجاد می‌نماید (Bo *et al.*, 2009; Li, 2006). با وجود منابع مهم و متعدد آلاینده در استان اصفهان، فرض آلودگی خاک کشاورزی در این منطقه وجود داشته که می‌تواند ورود و تجمع عناصر سنگین را به محیط زیست سبب شود. این پژوهش با هدف بررسی میزان آلودگی عناصر سنگین در خاک مزارع سبزیکاری و ارزیابی آلودگی و ریسک اکولوژیک خاک در شهرستان‌های مختلف استان اصفهان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از مزارع سبزی‌کاری در تابستان ۱۳۹۶ در سه منطقه متفاوت از نظر آلودگی‌های محیط زیستی، منطقه یک (اصفهان)، منطقه دو (فلورجان) و منطقه سه (فریدن- گلپایگان- نطنز) انجام گرفت (جدول ۱). منظور از آلودگی در این پژوهش، وجود صنایع و منابع تولیدکننده آلاینده‌های صنعتی و استفاده از پساب‌های شهری برای تولید سبزیجات در مناطق می‌باشد (FAO/WHO, 2011). سبزیجات مورد نمونه‌برداری برای بررسی عبارت است از: ۱- سبزیجات برگی (ریحان و کاهو) ۲- سبزیجات میوه‌ای (خیار و گوجه‌فرنگی)، ۳- سبزیجات غده‌ای (پیاز و سیب‌زمینی).

نمونه‌برداری خاک از مزارع سبزی‌کاری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک و با توجه به مناطق نمونه‌برداری در ۳۷ مزرعه نمونه خاک به‌طور کاملاً تصادفی در سه تکرار تهیه گردید. نمونه‌های خاک به آزمایشگاه بخش تحقیقات آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان منتقل و در دمای محیط آزمایشگاه به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس توسط الک یک میلی‌متری الک شدند. به‌منظور عصاره‌گیری برای تعیین مقدار کل غلظت عناصر سنگین موجود در خاک از جمله سرب، مس، کبالت، کادمیم و کروم با روش هضم تر با اسید (نسبت ۱-۳)، یک گرم از هر نمونه خاک توزین و در ارلن‌های ۱۰۰ میلی‌لیتری همراه با ۱۵ سی‌سی اسید نیتریک^۳ ۶۵ درصد ریخته شد و در حرارت ۸۵ درجه قرار گرفت. پس از بخار شدن ۵ میلی‌لیتر دیگر اسید نیتریک اضافه و حرارت داده شد و ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریک^۳ ۳۷ درصد اضافه شد (Burt *et al.*, 2003). غلظت عناصر سنگین از جمله سرب، مس، کبالت، کادمیم و کروم موجود در نمونه‌های هضم شده خاک با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه-گیری (Konik Won M300, Barcelona, Spain) شد (Li *et al.*, 2006).

جدول ۱- مناطق نمونه‌برداری شده در این پژوهش منطقه یک (اصفهان)، منطقه دو (فلورجان) و منطقه سه (نطنز، گلپایگان و فریدن).

مزرعه	منطقه یک (اصفهان)	منطقه دو (فلورجان)	منطقه سه (نطنز)	منطقه سه (گلپایگان)	منطقه سه (فریدن)
۱	باغ فردوس	کلیشاد	خالد آباد	گلپایگان	نهرخلج
۲	دهنو	کافشان	عباس آباد	سعدآباد	هشتگرد
۳	فردون	انصار	فمی	لرامش	داران
۴	جی شیر	درچه	قلعه گوشه	حسن آباد	دامنه
۵	زیار	موسیان	سرآسیاب	گلشهر	برف انبار

محاسبه ارزیابی ریسک اکولوژیک خاک مزارع سبزی‌کاری مورد پژوهش

شاخص ارزیابی ریسک اکولوژیکی اولین بار توسط هاکنسن به منظور ارزیابی ریسک آلودگی رسوبات و خاک به‌وسیله عناصر سنگین استفاده گردید (Hakanson, 1980). برای محاسبه و ارزیابی لازم است شاخص سمیت و ریسک اکولوژیکی عناصر سنگین در مناطق مورد پژوهش محاسبه گردد. ضریب تجمع عناصر سنگین در خاک هر منطقه شرایط واقعی آلودگی و برخی اطلاعات بار آلودگی عناصر سنگین ناشی از پروسه‌های صنعتی شدن را نمایان می‌کند. شاخص پتانسیل ریسک اکولوژیکی برای

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

ارزیابی آلودگی عناصر سنگین در خاک (Lu et al., 2015) و همچنین مربوط دانستن تاثیرات محیط زیستی با سمیت‌زایی آنها توسط معادله‌های ارائه شده تعیین شد (Al-Anbari et al., 2015; Qiu, 2010).

برای تعیین شاخص آلودگی، غلظت عنصر در سطح خاک و غلظت عنصر در زمینه (مرجع) استفاده شد (معادله ۳-۶). در این پژوهش از طبقه‌بندی هاکانسون برای شاخص آلودگی (جدول ۳-۴) به منظور ارزیابی آلاینده‌های عناصر سنگین استفاده شد. در این پژوهش مقدار مرجع با استفاده از سوابق مطالعاتی منطقه، محاسبه شد (افیونی، ۱۳۸۴). به دلیل فقدان اطلاعات مقدار مرجع برای عنصر کروم در استان اصفهان از حداقل مقدار عنصر کروم در نمونه‌ها استفاده گردید. بر اساس مقادیر مرجع اعمال شده و مقادیر غلظت عناصر سنگین اندازه‌گیری شده در خاک مزارع مورد پژوهش محاسبه شاخص آلودگی عناصر سنگین مورد پژوهش صورت

$$CF = \frac{C^i}{C_{ref}^i} \quad \text{گرفت}$$

CF^1 : شاخص آلودگی یک عنصر سنگین. کیفیت خاک مناطق مورد پژوهش را ارزیابی و منعکس‌کننده آلودگی یک عنصر در اندیکاتورهای محیطی می‌باشد. C^i : میانگین غلظت یک عنصر در نمونه خاک. C_{ref}^2 : مقادیر معیار ارزیابی و مرجع (میلی‌گرم بر کیلوگرم). معمولاً تعیین و تشخیص غلظت زمینه یا طبیعی در خاک کار مشکلی است. در این پژوهش مقادیر مرجع عناصر سنگین با استفاده از داده‌های موجود در منطقه استفاده گردید (افیونی، ۱۳۸۴). در این پژوهش برای عناصر سرب، مس، کبالت، کادمیم و کروم به ترتیب ۱۸، ۱۳/۲، ۷، ۰/۲۵ و ۰/۲۸ مورد استفاده قرار گرفت (افیونی، ۱۳۸۴)

$$Er = Tr \times CF.$$

Er^3 : ضریب پتانسیل ریسک اکولوژیکی برای یک عنصر سنگین.

Tr : شاخص پاسخ سمیت یک عنصر سنگین (رفرنس) که منعکس‌کننده سطوح سمیت و حساسیت موجود زنده (تولید زیستی) به آن می‌باشد. در این پژوهش برای عناصر سرب، مس، کبالت، کادمیم و کروم به ترتیب ۵، ۵، ۵، ۳۰ و ۲ مورد استفاده قرار گرفت (Hakanson, 1980).

RI^4 : شاخص پتانسیل ریسک اکولوژیکی برای کل عناصر سنگین که حساسیت مناطق مورد پژوهش را به آلودگی عناصر سنگین و پتانسیل خطر و واکنش محیط را نشان می‌دهد (Qiu, 2010)

$$RI = \sum_{i=1}^n Er.$$

برای توصیف و آنالیز مشاهدات و نتایج اندازه‌گیری آزمایشات، مقادیر عددی (حداکثر، حداقل و میانگین) غلظت عناصر سنگین در نمونه‌های خاک و استفاده از معادله‌ها مورد مقایسه و تحلیل قرار گرفت (Gergen and Harmanescu, 2012).

نتایج و بحث

مناطق شهری اصفهان و فلاورجان از نظر شاخص آلودگی در کلاس آلودگی زیاد و بسیار زیاد می‌باشند. بیشینه مقدار شاخص آلودگی برای عنصر کروم (۱۹/۳۸) و کمینه مقدار برای عنصر کبالت (۰/۱۵) در هر سه منطقه به دست آمد (جدول ۲ و ۳). تغییرات شاخص آلودگی برای عناصر سنگین در مناطق یک و دو دارای روند زیر است $Cr > Cd > Pb > Cu > Co$ (جدول ۲). در بین سه شهرستان نطنز، گلپایگان و فریدن که به عنوان مناطق با آلودگی شهری و صنعتی کمتری در نظر گرفته شدند، شهرستان فریدن و گلپایگان به ترتیب بیشینه و کمینه شاخص آلودگی عناصر سنگین را نشان دادند (علی‌دادی و همکاران، ۱۳۹۳).

جدول ۲- ارزیابی آلودگی عناصر سنگین بر اساس شاخص آلودگی (CF).

شدت آلودگی	دامنه تغییرات
آلودگی کم	$CF < 1$

¹ Contamination Factor

² Background value

³ Single-potential ecological risk coefficient

⁴ Comprehensive-potential ecological risk index

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

خاک‌های مزارع مرکز و حومه شهر اصفهان وجود دارد. نتایج نشان داد که به رغم آلوده بودن خاک به عناصر سرب و کروم و مقدار بیش از حد مجاز استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران؛ بر خلاف کادمیم تاثیر کمتری بر افزایش ریسک اکولوژیک محیط زیستی بجا گذاشتند. این نتیجه می‌تواند صحتی بر بنیان خطرناک بودن عنصر کادمیم در محیط زیست باشد. جدول ۴- مقادیر شاخص ریسک اکولوژیک یک عنصر (Er) و شاخص ریسک اکولوژیک کل عناصر (RI) عناصر سنگین سرب، مس، کبالت، کادمیم و کروم در خاک مزارع مورد پژوهش در مناطق یک، دو و سه.

شاخص ریسک اکولوژیک هر عنصر (Er)

شاخص ریسک اکولوژیک کل	مناطق					
	شهر	سرب	مس	کبالت	کادمیم	کروم
عناصر (RI)						
منطقه یک	اصفهان	۲۲/۶۵	۱۶/۹۷	۲/۲۹	۲۶۴/۰۴	۳۸/۷۶
منطقه دو	فلاورجان	۲۰/۰۸	۱۴/۴۱	۲/۰۱	۲۱۴/۹۴	۳۲/۵۹
	نطنز	۲/۱۳	۶/۶۶	۱/۲۶	۸۱/۹۳	۱۷/۱۹
منطقه سه	گلپایگان	۳/۸۹	۳/۷۷	۱/۰۸	۷۳/۸۶	۱۴/۱۹
	فریدن	۷/۹۵	۶/۳۴	۰/۷۶	۷۱/۲۸	۱۰/۱۵

دلایل توجیه کننده برای نوسانات در آلودگی مناطق، سلیقه و تصمیم کشاورزان در استفاده از کودها و سموم شیمیایی و همچنین آلودگی پساب‌ها و رواناب‌های منطقه است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود با آموزش و افزایش سطح آگاهی کشاورزان از میزان مصرف کودهای فسفاته و انواع سموم شیمیایی، تشویق آنها به استفاده از کودهای حیوانی و زیستی و اقدامات پیشگیرانه از ورود مقادیر بیشتر عناصر سنگین به منطقه جلوگیری گردد (Sorabi et al., 2015). زیاده‌روی در مصرف کودها و انواع سموم شیمیایی و آلودگی‌های شهری و صنعتی می‌تواند سبب ورود عناصر سنگین به زنجیره غذایی شود (Ravankhah et al., 2016). که انسان در راس آن قرار دارد و دریافت کننده نهایی این آلاینده‌ها است؛ بنابراین پایش و ارزیابی در بدو ورود به زنجیره غذایی، به خصوص در اکوسیستم‌های زراعی- باغی برای تضمین سلامت انسان، امری پر واضح می‌باشد. در این راستا، مقایسه با استانداردها به تنهایی نمی‌تواند مبنای قضاوت فراگیر و همه جانبه در مورد شدت آلودگی باشد؛ اما شاخص‌های ارزیابی ریسک مانند CF، MPI و RI نحوه اثرگذاری متغیرهای محیطی بر قضاوت‌ها را سرشکن و اطلاعات بیشتری برای گرفتن تصمیم‌های صحیح ارائه می‌دهند (Sorabi et al., 2015; Ravankhah et al., 2016).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که مناطق شهری اصفهان و فلاورجان از نظر شاخص آلودگی در کلاس آلودگی زیاد و بسیار زیاد می‌باشند. بیشینه مقدار شاخص آلودگی برای عنصر کروم (۱۹/۳۸) و کمینه مقدار برای عنصر کبالت (۰/۱۵) در هر سه منطقه به دست آمد. شاخص ریسک اکولوژیک عنصر کادمیم در مناطق یک و دو (شهرهای اصفهان و فلاورجان) در کلاس ریسک زیاد و سه شهرستان نطنز، گلپایگان و فریدن در کلاس ریسک متوسط قرار داشتند. عمده خطر ایجاد شده به واسطه بالا بودن درجه سمیت و شاخص آلودگی بسیار زیاد عناصر کروم، کادمیم و سرب در نمونه‌ها می‌باشد.

گام اول در ارزیابی گسترش و شدت آلودگی عناصر سنگین در مناطق مشکوک به آلودگی، تعیین غلظت عناصر سنگین می‌باشد. در گام دوم می‌توان به ارزیابی و تحلیل وضعیت آلودگی منطقه با بهره‌گیری از شاخص‌هایی از جمله ریسک خطر اکولوژیک اشاره کرد. انسان مؤثرترین و مهمترین عامل تغییرات محیط زیستی است که به منظور دوام و رفاه در زندگی خود در محیط زیست اعم از بهره‌برداری از منابع و امکانات و صنعت و غیره ضمن ایجاد تغییرات مفید و مناسب موجبات تخریب را فراهم می‌آورد که متأسفانه فیدبک تمامی این موارد در پیکره زندگی انسان منعکس می‌گردد. ارزیابی آلودگی و ریسک اکولوژیک خاک منجر به برآورد اثرات آلاینده‌های مختلف و ظاهر کردن اثرات جامع چندین آلاینده در یک محیط خاص می‌شود.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

فهرست منابع

- افشاری، ع. و خادمی، ح. (۱۳۹۶). ارزیابی غلظت سرب، روی، مس، نیکل و کروم در سبزیجات رشد یافته در اطراف شهر زنجان. *مجله بهداشت مواد غذایی*، ۷(۱): ۳۱-۴۲.
- افیونی، م، خادمی، ح، شریعتمداری، ح، امینی، م. و خسروی، ا. (۱۳۸۴). گزارش نهایی بررسی وضعیت آلودگی خاک‌های سطحی منطقه مرکزی اصفهان (استانداردهای کیفیت منابع خاک و راهنماهای آن). سازمان حفاظت محیط زیست ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- زهره وند، ف؛ تکدستان، ا؛ جعفرزاده حقیقی فرد، ن؛ رضانی، ز؛ احمدی انگالی، ک؛ غریبی، ح. و نظر زاده، ع. (۱۳۹۳). ارزیابی میزان آلودگی سرب در سبزیجات، آب و خاک اراضی کشاورزی آبیاری شده با آب‌های سطحی در شهر اهواز. *مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران*. ۲۴(۱۱۸): ۲۲۶-۲۳۱.
- علیدادی، ح، مقیسه، ز. و علی اکبر، د. (۱۳۹۳). غلظت فلزات سنگین (سرب و کادمیوم) در سبزیجات مصرفی شهر مشهد در سال ۱۳۹۰. *مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی*، ۶(۱): ۸۹-۹۷.
- هدایتی فر، ر؛ فلاحی، ا. و بیرجندی، م. (۱۳۹۲). اندازه‌گیری مقدار فلزات سرب و کادمیم نمونه‌های برنج پر مصرف استان لرستان و مقایسه آن با استانداردهای ملی. *فصلنامه دانشگاه علوم پزشکی لرستان*. ۱۲(۴): ۱۵-۲۲.
- Aghili, F., Khoshgofarmanesh, A. H., Afyuni, M. and Schulin, R. (2009). Health risks of heavy metals through consumption of greenhouse vegetables grown in central Iran. *Human Ecological Risk Assessment*, 15:999-1015.
- Al-Anbari, R., Al Obaidy, A. H. M. J. and Ali, F. H. A. (2015). Pollution loads and ecological risk assessment of heavy metals in the urban soil affected by various anthropogenic activities. *International Journal of Advanced Research*, 3(2): 104-110.
- Bo, S., Mei, L., Tongbin, C., Yuanming, Z., Yunfeng, X., Xiaoyan, L. and Ding, G. (2009). Assessing the health risk of heavy metals in vegetables to the general population in Beijing, China. *Journal of Environmental Science*, 21: 1702-1709.
- Burt, R., Wilson M. A. & Mays, M. D. S. (2003). Major and trace elements of selected Pedon's in the USA. *Journal of Environment Quality*. 32: 2109-2121.
- FAO/WHO. (2011). Food additives and Contaminants. Joint Codex Alimentarius Commission, FAO/WHO Food Standards Programme. FAO/WHO, Rome, Italy.
- Gergen, I. & Harmanescu, M. (2012). Application of principal component analysis in the pollution assessment with heavy metals of vegetable food chain in the old mining areas. *Chemistry Central Journal*. 6: 1-13.
- Hakanson, L. (1980). An ecological risk index for aquatic pollution control-a sediment ecological approach. *Water Research*, 14: 975-1001.
- Li, M. S., Luo, Y. P. & Su, Z. Y. (2006). Heavy metal concentrations in soils and plant accumulation in a restored manganese mineland in Guangxi, South China. *Environment Pollution*. 147: 75-168.
- Lu, S., Teng, Y., Wang, Y., Wu, J. and Wang, J. (2015). Research on the ecological risk of heavy metals in the soil around a Pb-Zn mine in the Huize County, China. *China Journal of Geochemistry*, 34(4): 540-549.
- McBride, M. B., Shayler, H. A., Spliethoff, H. M., Mitchell, R. G., Marquez-Bravo, L. G., Ferenz, G. S., Russell-Anelli, J. M., Casey, L. & Bachman, S. (2014). Concentrations of lead, cadmium and barium in urban garden-grown vegetables: the impact of soil variables. *Environment Pollution*. 194: 254-271.
- Qiu, H. (2010). Studies on the potential ecological risk and homology correlation of heavy metal in the surface soil. *Journal of Agricultural Science*, 2(2): 194-201.
- Ravankhah, N., Mirzaei, R. & Masoum, S. (2016). Spatial eco-risk assessment of heavy metals in the surface soils of industrial city of Aran-o-Bidgol, Iran. *Bull Environmental Contamination Toxicology*. 96: 516-523.
- Sichul, L., Yu-Young, K. Young-sook, L. & Gynheung, A. (2007). Rice PIB-type heavy-metal ATPase, OshMA9, Is a Metal Efflux Protein. *Plant Physiology*. 145(3): 831-842.
- Sohrabi, M., Beigmohammadi, Z., Cheraghi, M., Majidifar, S. & Jahangard, A. (2015). Health risks of heavy metals for population via consumption of greenhouse vegetables in Hamadan, Iran. *Arch Hyg Science*. 4(4):165-171.
- Türkdoğan, M. K., Kilicel, F., Kara, K., Tuncer, I. and Uygan, I. (2003). Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 13(3): 175-79.

Assessment of ecological risk index of heavy metals contamination in urban soil fields

Hamid Reza Rahmani¹ and Hojjatollah Miranzadeh²

¹Assistant Professor, Department of Soil and Water, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Center, Isfahan, Iran. *Corresponding author: Tel: +989133009446. Email: rahmani.hrhr@gmail.com

²PhD of Agroecology, Department of Agronomy, University of Zabol, Zabol, Iran

Abstract

Despite the numerous resources of pollution in the Isfahan city, there is a premise of soil pollution in this area that can cause the entry and accumulation of heavy metals (HMs) to food chains. Considering the importance of urban soil fields in crop production, this study was conducted in three local areas with different levels of environment pollutions including first region as Isfahan, second region, as Falavarjan, and third region, Natanz, Feridan and Golpayegan. In order to measure the HMs contamination (Pb, Cu, Co, Cd and Cr), soil samples were collected and pollution index and ecological risk index assessment were performed. Results showed that The highest contamination factor of Cr in first region (12.46) was at very high class of pollution. The highest ecological risk index of Cd in first and second regions were 264.0 and 214.9, respectively and are considered as high risk class. This caused the increase of potential ecological risk index in first and second regions (330.8 and 272.4) and classified as high and moderate risk class of pollution, respectively.

Keywords: Urban pollution, Heavy metals pollution, Ecological risk index.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

مقاومت فروری خاک در اراضی بیابانی و کشاورزی (گندم و پسته) مرکز ایران

جابر فلاحزاده^{۱*}، احمد کریمی^۱، مهدی نادری^۱ و حسین شیرانی^۲

۱- گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران، jaber84023@yahoo.com

۲- گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه ولی عصر رفسنجان، رفسنجان، ایران

چکیده

مطالعه حاضر با هدف ارزیابی تاثیر کشاورزی در اراضی بیابانی بر مقاومت فروری و برخی خصوصیات فیزیکی خاک در منطقه ابرکوه (استان یزد) انجام شد. بدین منظور، اراضی بیابانی و کشاورزی حاشیه آن (گندم و پسته) مورد آزمون قرار گرفت. مقاومت فروری در زمان نمونه برداری با استفاده از فروسنج دستی تعیین گردید و نمونه های خاک از عمق ۰-۲۰ سانتی متری برداشته شدند. برخی از خصوصیات خاک به همراه پایداری ساختمان آن در آزمایشگاه اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد که زیر کشت بردن اراضی بیابانی باعث کاهش معنی دار شوری و سنگریزه خاک گردید ولی مقادیر کربن آلی را افزایش داد. مقاومت فروری در خاک های بیابانی (۹۱ کیلو پاسکال) به صورت معنی داری کمتر از خاک های تحت کشت پسته (۳۳۸ کیلو پاسکال) و گندم (۳۷۵ کیلو پاسکال) بود. همچنین پایداری خاکدانه خشک در اراضی بیابانی (۰.۴۹٪) به طور معنی داری نسبت به خاک های کشاورزی کمتر بود. پایداری خاکدانه خشک تحت کشت گندم (۰.۸۰٪) به صورت معنی داری بیشتر از خاک تحت کشت پسته (۰.۶۹٪) بود. از آنجایی که سطح وسیعی از مرکز ایران را اراضی بیابانی با شوری بالا، حاصلخیزی کم و بدون ساختمان تشکیل می دهد، هرگونه فعالیتی که این خصوصیات را بهبود ببخشد می تواند به بهبود پایداری ساختمان خاک کمک کند.

واژگان کلیدی: مقاومت فروری، پایداری خاکدانه خشک، اراضی بیابانی، پسته، گندم

مقدمه

اغلب ویژگی های فیزیکی مربوط به ساختمان خاک در ارتباط با محتوی کربن آلی خاک می باشند. مواد آلی خاک با اکثر ویژگی های فیزیکی خاک مانند وزن مخصوص، منحنی رطوبتی، خواص انتقال سیال و مقاومت مکانیکی خاک ارتباط تنگاتنگی دارد (Johannes *et al.* 2017). بنابراین هر گونه تغییر در مواد آلی می تواند باعث تغییر در خصوصیات فیزیکی-مکانیکی خاک شود. خاکدانه ای شدن خاک فرایندی وابسته به مکان و زمان بوده و تحت تأثیر مدیریت و کاربری زمین قرار می گیرد. پایداری خاکدانه بر نفوذپذیری، تهویه، مقاومت خاک و توانایی خاک برای انتقال مایعات، املاح، گازها و دما اثر قابل توجهی دارد (Adesodun *et al.* 2001). پایداری خاکدانه ها بر رشد ریشه گیاهان، حرکت و ذخیره ی آب و هوا، فرسایش، تولید رواناب و فعالیت های بیولوژیکی خاک تاثیرگذار است. از طرفی ماده آلی خاک بر پایداری خاکدانه تاثیر زیادی دارد. بنابراین، درک برهم کنش متقابل بین پایداری خاکدانه ها و ماده آلی خاک در کاربری های مختلف ضروری به نظر می رسد (Khormali and Nabiallahi 2009).

تغییر کاربری اراضی بیابانی ممکن است باعث ایجاد تغییراتی در خصوصیات فیزیکی-مکانیکی خاک شود (Zhang *et al.* 2017). Su *et al.* (2010) گزارش کردند که تبدیل خاک های بیابانی به اراضی کشاورزی تحت آبیاری به طور معنی داری فرایندهای تشکیل خاک را افزایش داده و آبیاری و مدیریت کشت موجب بهبود ساختمان خاک شده است. Zhang *et al.* (2017) نیز مشاهده کردند که با زیر کشت بردن اراضی بیابانی در چین، میانگین وزنی قطر خاکدانه های خشک به طور معنی داری افزایش یافته است.

هدفهین کنکره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

یکی از روشهای تجربی به منظور تعیین مقاومت خاک، اندازه‌گیری مقاومت فروروی آن می‌باشد. فروروی خاک عبارت است از آسانی حرکت یک جسم به‌داخل خاک که توسط دستگاهی به نام فروسنج اندازه‌گیری می‌گردد (Herrick and Jones 2002). حدود یک چهارم مساحت ایران را مناطق بیابانی تشکیل می‌دهد که معمولاً بدون پوشش گیاهی یا دارای پوشش گیاهی خیلی ضعیفی هستند. در ایران اطلاعاتی ناچیزی در رابطه با مقاومت مکانیکی (بویژه مقاومت فروروی) خاک‌های بیابانی و اراضی کشاورزی حاشیه آن وجود دارد. بنابراین در این تحقیق تغییرات در مقاومت فروروی و پایداری ساختمان خاک بر اثر زیر کشت بردن اراضی بیابانی شهرستان ابرکوه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در جنوب شرقی شهرستان ابرکوه واقع شده است. شهرستان ابرکوه با موقعیت جغرافیائی ۳۱ درجه و ۷ دقیقه شمالی و ۵۳ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی در ۱۴۰ کیلومتری جنوب غربی یزد قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۵۰۰ متر است. بر اساس داده‌ها و آمار ایستگاه هواشناسی شهرستان ابرکوه، آب و هوای این شهرستان خشک با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های نیمه‌سرد بوده و میانگین بارندگی و تبخیر سالیانه آن به ترتیب ۶۰ و ۲۸۰۰ میلی‌متر می‌باشد. با توجه به قرارگرفتن این شهرستان در حاشیه بیابان، زیادبودن تبخیر و ترقق سالیانه و میزان بارندگی کم، خاک‌های این منطقه دارای نمک‌های زیادی بوده و به همین علت پوشش گیاهی این زمین‌ها بسیار ضعیف بوده و گاهاً شامل بوته‌های گز می‌باشد. در حدود ۴ دهه قبل به منظور کشاورزی زمین‌های شور و تبدیل آنها به زمین‌های کشاورزی، اراضی شور کربندی شده و به صورت غرقابی، ۲ الی ۳ مرتبه در آنها آبیاری سنگین انجام شده است. سپس این اراضی زیر کشت چغندرقد و در سال‌های بعد زیر کشت محصولات زراعی (گندم و جو) و یا باغی (پسته) رفته است.

در این تحقیق سه نوع کاربری شامل اراضی بیابانی، اراضی زراعی تحت کشت گندم و اراضی باغی تحت کشت پسته انتخاب شد. برای نمونه‌برداری، ۱۰ مزرعه (دارای اراضی زیر کشت گندم و اراضی باغی تحت کشت پسته) به عنوان واحد آزمایشی به گونه‌ای انتخاب شدند که در حاشیه اراضی بیابانی قرار داشته باشند. در هر مزرعه، نمونه‌برداری از ۱۰ نقطه اراضی زیر کشت گندم و ۱۰ نقطه اراضی باغی تحت کشت پسته انجام گرفت. نمونه‌های خاک از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری جمع‌آوری شدند. بعد از نمونه‌برداری، در هر مزرعه، خاک ۱۰ نقطه با هم ترکیب و به عنوان یک نمونه مرکب در نظر گرفته شد. از اراضی بیابانی در کنار هر مزرعه، ۱۰ نمونه با فواصل مکانی ۵ متری برداشته شد و بعد از ترکیب آنها، نمونه مرکب بدست آمد. در مجموع، ۱۰ نمونه ترکیبی از اراضی زیر کشت گندم، ۱۰ نمونه ترکیبی از اراضی باغی تحت کشت پسته و ۱۰ نمونه ترکیبی از اراضی بیابانی جمع‌آوری گردید. در باغ‌های پسته، نمونه‌برداری از خاک در سایه‌انداز درخت صورت گرفت. زمان نمونه‌برداری پس از برداشت محصولات کشاورزی (اواخر مردادماه) بود.

نمونه‌های جمع‌آوری‌شده ابتدا هواخشک گردیده و سپس قسمتی از آن به منظور آزمایش پایداری خاک‌دانه از الک ۴/۷۵ میلی‌متری و مقداری جهت انجام آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. درصد کربن آلی کل خاک با اکسیداسیون تر تعیین شد. اسیدیته (pH) خاک در گل اشباع و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع تعیین گردید. در این پژوهش، بافت خاک به روش پیپت اندازه‌گیری شد (Baruah and Barthakur 1997). برای اندازه‌گیری پایداری خاک‌دانه‌ها از روش الک خشک استفاده شد. کلوخه‌های خاک هواخشک با دست خرد شد و از هر نمونه، ۱۰۰ گرم خاکی که از الک ۴/۷۵ میلی‌متر گذرانده شده است، بر روی سری الک‌ها با اندازه‌های ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵ و ۰/۰۵ میلی‌متر قرار داده شد و به مدت ۹۰ ثانیه با دستگاه تکان‌دهنده الک با دور ۶۰۰ لرزش در دقیقه، تکان داده شد و سپس خاک باقی‌مانده روی هر الک وزن گردید. با تقسیم وزن خاک‌دانه‌های بزرگتر از ۰/۲۵ میلی‌متر به وزن کل خاک، پایداری خاک‌دانه خشک، محاسبه شد (Mahmoodabad and

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

Ahmadbeigi 2013). در زمان نمونه‌برداری، برای اندازه‌گیری مستقیم مقاومت فروری خاک از دستگاه فروسنج مخروطی (eijkelkamp، هلند) استفاده شد. شاخص ساختمان خاک نیز با استفاده از فرمول زیر بدست آمد:

$$SI = \left[\frac{1.724 \times OC}{(Silt + Clay)} \right] \times 100 \quad (1)$$

در این معادله، SI شاخص ساختمان، OC کربن آلی و Silt+Clay مقدار سیلت+رس خاک بر حسب درصد می‌باشد.

مقایسه آماری برخی خصوصیات فیزیکی-مکانیکی خاک بوسیله تجزیه واریانس و آزمون توکی (در سطح آماری ۵ درصد) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با ۱۰ تکرار انجام شد. تیمارها شامل نوع کاربری در سه سطح (اراضی بیابانی، خاک‌های تحت کشت گندم و پسته) می‌باشد. محاسبات آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 صورت گرفت.

نتایج و بحث

خاک‌های مورد بررسی دارای بافت لوم رسی بوده و میزان آهک آنها بین ۴۰ الی ۴۳ درصد متغیر بود. pH خاک‌ها بین ۷/۲۱ الی ۷/۶۲ بود. خاک‌های منطقه در گروه کلسیک هاپلوسالیدز طبقه‌بندی می‌شوند. به‌طور کلی زیر کشت‌بردن اراضی بیابانی باعث کاهش معنی‌دار شوری خاک شده (جدول ۱) و تغییر در برخی از ویژگی‌های خاک را در پی داشته است که نتایج آن در زیر آورده شده است:

تغییر کاربری اراضی بیابانی باعث افزایش معنی‌دار کربن آلی خاک شد (جدول ۱). بیشترین مقدار کربن آلی خاک در خاک پسته و کمترین آن در خاک اراضی بیابانی مشاهده گردید. دلیل این افزایش شدید کربن آلی، آبیاری که منجر به کاهش شوری خاک و تأمین آب جهت رشد گیاهان گردیده و همچنین استفاده از کودهای شیمیایی که ورود مواد آلی و بقایای گیاهی به خاک را افزایش داده است، می‌باشد. Zhang et al. (2017) نیز افزایش کربن آلی خاک‌های بیابانی چین که به زیر کشت رفته‌اند را گزارش کرده‌اند. در این تحقیق میزان کربن آلی در خاک‌های زیر کشت پسته بیشتر از گندم بود. احتمالاً به دلیل کاربرد کودهای آلی و همچنین بیشتر بودن بازگشت بقایای گیاهی (به ویژه بقایای برگ) به خاک در اراضی زیر کشت پسته، میزان کربن آلی خاک در این اراضی بیشتر از گندم بوده است. مرادی و همکاران (۱۳۹۴) نیز مشاهده کردند تغییر کاربری اراضی بایر و تبدیل آنها به اراضی تحت کشت نیشکر و زراعی (گندم، جو و ذرت)، منجر به افزایش شدید در میزان ماده آلی خاک شده است. نتایج جعفری و همکاران (۱۳۹۵) نیز نشان داد که مقدار کربن آلی در اراضی کشاورزی (۱۰/۶ گرم در کیلوگرم) به صورت معنی‌داری در مقایسه با اراضی بکر (۳/۶ گرم در کیلوگرم) بیشتر بود.

بر اساس نتایج بدست آمده زیر کشت بردن اراضی بیابانی باعث افزایش معنی‌دار پایداری خاک‌دانه خشک و شاخص ساختمان خاک گردید (جدول ۱). بیشترین پایداری خاک‌دانه خشک در خاک گندم و کمترین آن در خاک اراضی بیابانی مشاهده شد. اکثر خاک‌های بیابانی مورد مطالعه فاقد ساختمان و یا دارای ساختمان ضعیف بودند. در این اراضی به دلیل شوری بالای خاک، پوشش گیاهی ضعیف بوده و در نتیجه به علت کمبود میزان مواد آلی، شرایط برای تشکیل و پایداری خاک‌دانه‌ها مهیا نیست. با زیر کشت بردن اراضی بیابانی، شوری خاک کاهش و رشد و نمو گیاهان زراعی یا باغی افزایش یافته که این امر موجب افزایش مواد آلی و چسبندگی بیشتر ذرات خاک شده است. An et al. (2010) بیان نمود ماده آلی مهمترین فاکتور در پایداری خاک‌دانه‌ها و بهبود ساختمان خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. Zhang et al. (2017) نیز مشاهده کردند که با زیر کشت بردن اراضی بیابانی در چین، میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌های خشک به طور معنی‌داری افزایش یافته است. Ghosh et al. (2018) نیز با بررسی اثر ۴۴ سال کوددهی بر فرایند خاک‌دانه‌سازی به این نتیجه رسیدند که نسبت خاک‌دانه‌های درشت در اراضی که تحت تیمار کود شیمیایی بودند به صورت معنی‌داری بیشتر از اراضی شاهد (بدون کوددهی) بود. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، یافته‌های جعفری و

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

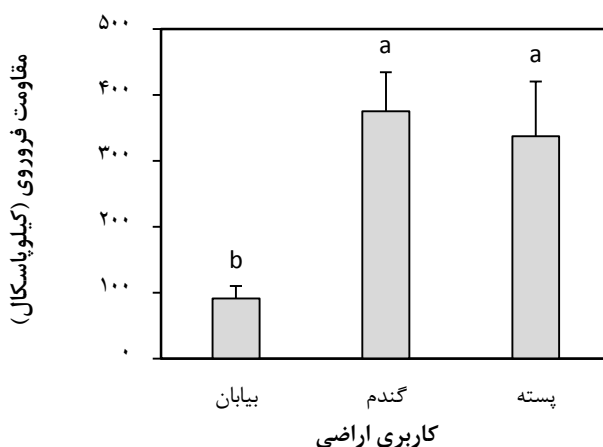
همکاران (۱۳۹۵) نیز نشان داد که بیشترین شاخص پایداری خاک‌دانه‌ها در کاربری کشاورزی (نیشکر) و کمترین آن در اراضی بکر بوده است. با این حال، نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های Li *et al.* (2009) هم‌خوانی ندارد. این محققان مشاهده کردند که ۱۰ سال کشاورزی در اراضی بیابانی، تاثیر معنی‌داری بر پایداری خاک‌دانه‌های درشت نداشته است.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر تغییر کاربری بر برخی از خصوصیات خاک

کاربری	شوری خاک (dS/m)	کربن آلی (%)	سنگریزه (%)	خاکدانه پایدار (%)	شاخص ساختمان (%)
اراضی بیابانی	۲۵/۷ ^a	۰/۰۹ ^c	۳/۵۷ ^a	۴۹/۱ ^c	۰/۲۶ ^c
اراضی زیر کشت گندم	۲/۹ ^b	۰/۳۳ ^b	۲/۴۹ ^b	۸۰/۳ ^a	۰/۹۹ ^b
اراضی زیر کشت پسته	۲/۸ ^b	۰/۴۳ ^a	۲/۹۵ ^b	۶۸/۷ ^b	۱/۴۱ ^a

مقادیر در هر ستون با حروف مشابه، در سطح ۵ درصد آزمون توکی تفاوت معنی‌دار ندارند.

زیر کشت بردن اراضی بیابانی باعث افزایش معنی‌دار ($p < 0.001$) مقاومت فروروی خاک شد (شکل ۱). مقاومت فروروی خاک در اراضی تحت کشت گندم ۴/۱ و در اراضی تحت کشت پسته ۳/۷ برابر بیشتر از خاک‌های اراضی بیابانی (۹۱ کیلوپاسکال) بود. بدلیل تشکیل خاک‌دانه‌های پایدار مقاومت فروروی خاک در اراضی کشاورزی افزایش یافته است. با این وجود مرادی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که با کاهش ماده آلی و میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها، مقادیر مقاومت فروروی به صورت لگاریتمی افزایش یافته است. همچنین Stock and Downes (2008) طی پژوهش‌های خود نشان دادند که مقاومت فروروی در خاک‌هایی با صفر تا یک درصد کربن آلی بالاترین مقدار و با افزایش کربن آلی به تدریج کاهش می‌یابد. تفاوت نتایج تحقیق حاضر با نتایج مرادی و همکاران (۱۳۹۴) و Stock and Downes (2008) بدین دلیل هست که اکثر خاک‌های اراضی بیابانی مطالعه شده دارای ساختمان دانه‌ای بوده و یا استحکام ساختمانی در آنها سست و ضعیف بود، در نتیجه مخروط فروسنج با حداقل مقاومتی در خاک فرو می‌رود. اما با زیر کشت بردن این اراضی، کاهش شوری، افزایش مواد آلی و همچنین فعالیت میکروبی منجر به فرایند خاک‌دانه‌سازی شده است. بنابراین خاک اراضی کشاورزی دارای ساختمان نسبتاً پایداری بوده که این امر منجر به افزایش مقاومت فروروی در این خاک‌ها شده است.



شکل ۱- مقایسه مقاومت فروروی در اراضی بیابانی و کشاورزی

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

طبق نتایج ارائه شده در جدول ۲، ضرایب همبستگی نشان می‌دهد که کربن آلی با مقدار سنگریزه همبستگی منفی داشت ولی با خاکدانه پایدار، شاخص ساختمان و مقاومت فروری همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری داشت. این نتایج تاییدکننده نقش مهم کربن آلی در افزایش مقاومت مکانیکی و پایداری ساختمان آن می‌باشد. همبستگی‌های بین سنگریزه با خاکدانه پایدار، شاخص ساختمان و مقاومت فروری منفی بود. با این حال همبستگی‌های بین خاکدانه پایدار، شاخص ساختمان و مقاومت فروری مثبت و قوی بودند. این نتایج با یافته‌های مرادی و همکاران (۱۳۹۴) همخوانی ندارد که علت این تناقض، ساختمان متفاوت خاک‌های بیابانی مورد مطالعه و خاک‌های بایر در مطالعه این محقق می‌باشد.

جدول ۲- ضرایب همبستگی پیرسن بین برخی از صفات اندازه‌گیری شده

مقاومت فروری	شاخص ساختمان	خاکدانه پایدار	سنگریزه	کربن آلی	
				۱	کربن آلی
			۱	-۰/۴۶۲**	سنگریزه
		۱	-۰/۶۱۷**	۰/۷۲۲**	خاکدانه پایدار
	۱	۰/۶۶۲**	-۰/۳۷۱**	۰/۹۶۰**	شاخص ساختمان
۱	۰/۷۶۴**	۰/۸۳۴**	-۰/۶۲۲**	۰/۸۶۱**	مقاومت فروری

* و **: به ترتیب معنی‌دار شدن در سطوح آماری ۰/۰۵ و ۰/۰۱ را نشان می‌دهند (n = ۳۰)

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که زیر کشت بردن اراضی بیابانی موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکی (ساختمان) خاک شده است. در اراضی بیابانی، به علت نامساعدبودن شرایط خاک جهت تولید زیتوده، ساختمان خاک ناپایدار بوده و کشت و کار پایدار و اصولی در این اراضی باعث افزایش کربن آلی، پایداری ساختمان و مقاومت فروری خاک خواهد شد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از دانشگاه شهرکرد بخاطر حمایت مالی از این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌کنند.

فهرست منابع

جعفری، س.، گلچین، ا. طولابی‌فرد، ا. ۱۳۹۵. تاثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات اجزاء فیزیکی ماده آلی، میزان رس قابل انتشار و پایداری خاکدانه‌ها در برخی از اراضی استان خوزستان. ۴۷ (۳). ۵۹۳-۶۰۳.

مرادی، ف.، قربانی، ز.، میساقی، پ.، خلیلی‌مقدم، ب. (۱۳۹۴). عوامل تأثیرگذار بر مقاومت فروری در سه کاربری بایر، زراعی و نیشکر در برخی از خاک‌های خوزستان. پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) ۲۹ (۲). ۱۷۴-۱۶۳.

Adesodun, J.K., Mbagwu, J.S.C., Oti, N. (2001). Structural stability and carbohydrate contents of an Ultisol under different management systems. *Soil & Tillage Research* 60, 135-142.

An, S., Mentler, A., Mayer, H., Blumc, W.E.H. (2010). Soil aggravation, aggregate stability, organic carbon and nitrogen in different soil aggregate fractions under forest and shrub vegetation on the Loess Plateau, China. *Catena*. 81, 226-233.

- Baruah T.C., Barthakur H.P. (1997). A Textbook of Soil Analysis. Vikas Publishing House Pvt. Ltd, New Delhi. 282 p.
- Ghosh, A., Bhattacharyya, R., Meena, M.C., Dwivedi, B.S., Singh, G., Agnihotri, R., Sharma, C. (2018). Long-term fertilization effects on soil organic carbon sequestration in an Inceptisol. *Soil and Tillage Research* 177, 134–144
- Herrick, J.E., Jones T.L. (2002). A dynamic cone penetrometer for measuring soil penetration resistance. *Soil Science Society of America Journal* 66, 1320–1324.
- Johannes, A., Matter, A., Schulin, R., Weiskopf, P., Baveye, P.C., Boivin, P. (2017). Optimal organic carbon values for soil structure quality of arable soils. Does clay content matter? *Geoderma* 302, 14–21.
- Khormali, F., Nabiollahi, K. (2009). Degradation of Mollisols in western Iran as affected by land use change. *Journal of Agricultural Science & Technology* 11, 363–374.
- Li, X.G., Li, Y.K., Li, F.M., Ma, Q., Zhang, P.L., Yin, P. (2009). Changes in soil organic carbon, nutrients and aggregation after conversion of native desert soil into irrigated arable land. *Soil & Tillage Research* 104, 263–269.
- Mahmoodabadi, M., Ahmadbeigi, B. (2013). Dry and water-stable aggregates in different cultivation systems of arid region soils. *Arabian Journal of Geosciences* 6, 2997–3002.
- Stock, O., Downes, K. (2008). Effects of additions of organic matter on the penetration resistance of glacial till for the entire water tension range. *Soil & Tillage Research*. 99,191–201.
- Su, Y.Z., Yang, R. Liu, W.J. Wang, X.F. (2010). Evolution of soil structure and fertility after conversion of native sandy desert soil to irrigated cropland in arid region China. *Soil Research* 175, 246–254.

Soil penetration resistance in desert and cropland (wheat and pistachio) in central Iran

Jaber Fallahzade^{*1}, Ahmad Karimi¹, Mehdi Naderi¹ and Hossein Shirani²

1-Department of Soil Science, College of Agriculture, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran

2- Department of Soil Science, College of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

*Corresponding authors: Jaber Fallahzade, Email: jaber84023@yahoo.com

Abstract

The present study aimed at assessing the impacts of agricultural exploitation on soil penetration resistance and other physical properties of desert soils in Abarkooh plain, central Iran. For this purpose, three land uses were assessed: natural desert soils and two adjacent cultivated lands (wheat and pistachio). At the time of soil sampling, the penetration resistance test was performed with a pocket penetrometer. Then, the composite soil samples (0–20 cm depth) were taken for laboratory analyses. Soil properties and their dry aggregate stability were measured. The results showed that soil organic carbon content in the croplands was greater than that of desert. Nevertheless, electrical conductivity and gravel content decreased with cultivation. Soil penetration resistance in the desert soils (91 kPa) was significantly lower than those on pistachio (338 kPa) and wheat (375 kPa) soils. Also, the conversion of desert (49%) to cultivated soils caused a significant increase in dry aggregate stability. The dry aggregate stability was significantly higher in wheat (80%) compared to pistachio (69%) fields. Since a vast area of central Iran is desert with high amount of salt and a structure-less soil, any activity improving these properties could help increasing soil structural stability.

Keywords: penetration resistance, dry aggregate stability, desert fields, pistachio, wheat

بررسی تاثیر سطوح مختلف آب و نیتروژن بر آبشویی نترات

حمیدرضا ذبیحی^۱، محمد جلینی^۲، محمد حسین رحیمیان^۳، منصوره پیش بین^۴

۱-۳-۴- بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

1-3-4-Soil and Water Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resource Research and Education center, Agricultural Research, Education and Extension Organization(AREEO), Mashhad,Iran.

۲- بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

چکیده :

به منظور بررسی تاثیر مقادیر مختلف آب و نیتروژن بر آبشویی نترات و تاثیر آن بر آلودگی آبخوان آزمایشی با استفاده از کرت‌های خرد شده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سال‌های زراعی متوالی ۱۳۸۸ الی ۱۳۹۱ در سه تکرار به اجرا درآمد. آزمایش در ایستگاه طرق انجام شد. فاکتورهای طرح، مقادیر آب در سه سطح (۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد آب مورد نیاز کامل گیاه) در پلات اصلی و نیتروژن در سه سطح (۵۰ درصد کمتر، برابر و ۵۰ درصد بیشتر از توصیه کودی) در پلات فرعی قرار گرفتند. میزان آب، کود نیتروژن و نترات قبل از کاشت و بعد از برداشت در خاک و آب اندازه‌گیری شد. نتایج تحقیق نشان داد که با افزایش میزان آب مصرفی، مقدار نترات باقیمانده در عمق‌های بالاتر کاهش و در عمق‌های پایین‌تر نیم رخ خاک افزایش یافت. نسبت افزایش در بافت سبک بیشتر بود. همچنین با افزایش مقدار کود مصرفی، مقدار نترات باقیمانده در تمام لایه‌های خاک افزایش یافت. با افزایش میزان آب مصرفی مقدار نترات در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتری کاهش یافت در صورتی که با افزایش مصرف کود اوره، مقدار نترات باقیمانده در خاک در انتهای فصل افزایش یافت.

- واژه‌های کلیدی: آبخوان - آب زیرزمینی - آلودگی - نترات - کشاورزی

مقدمه

توسعه کشاورزی برای پاسخگویی به نیاز روزافزون غذا، امری اجتناب‌ناپذیر است. اما در کنار آن، پیامدهایی ناخواسته و نامطلوب برای زندگی انسانها و محیط زیست رخ می‌دهند که نیازمند چاره‌جویی و اصلاح می‌باشند. از جمله مهمترین پیامدهای نامطلوب توسعه کشاورزی، آلودگی آب (آبهای سطحی و زیرزمینی) و خاک است که در نتیجه عوامل متعددی مانند فرسایش خاک و کاربرد بی‌رویه کود پدید می‌آید. دانسته‌های موجود نشان می‌دهد که فعالیت‌های کشاورزی می‌تواند به عنوان یک عامل تقلیل‌دهنده کیفیت آب و خاک مطرح گردد که عموماً از طریق ورود چندین گونه مواد مختلف به درون آب رخ می‌دهد. رسوبات، باقاری ۱۳۷۹ و سماواتی (۱۳۷۸). مصرف بیش از حد کودها باعث افزایش غلظت نترات در اندام قابل مصرف محصولات مختلف زراعی به خصوص سبزی‌ها می‌شود، گیاهان در صورت بالا بودن غلظت نترات در خاک، قادرند بیش از نیاز متابولیکی خود آن را جذب کنند و در سیتوپلاسم و واکوئل سلول‌های خاصی به ویژه در شب تجمع دهند. بالا بودن غلظت نترات در اندام‌های قابل مصرف سبزی‌ها، علوفه‌ها و در آب آشامیدنی انواعی از مسمومیت‌ها را تا حد مرگ در دام‌ها، تولید بیماری ممتوگلوبینمی^۱ در اطفال و نیتروزآمین

^۱ Methmoglobinemia

(که ماده سرطانی است) را در بزرگسالان به وجود می آورد. ترکیبات نیترات و نیتريت از عوامل آلودکننده منابع آب‌های زیرزمینی هستند که در سال‌های اخیر میزان متوسط آنها در آب‌های زیرزمینی به علت گسترش تولید انواع فاضلاب‌های شهری، صنعتی و فعالیت‌های کشاورزی و تخلیه پساب‌های صنعتی رو به افزایش است (سلف و وسکوم، ۱۹۹۲)

عابدی کویابی و باقری (۱۳۸۰) اثرات زیست محیطی آبیاری با پساب بر منابع آب زیرزمینی دشت اصفهان را بررسی کردند. نتایج نشان داد که میزان نیترات آب‌های زیرزمینی در ۹۰ درصد از چاه‌های نمونه برداری شده بیش از مقدار استاندارد جهانی (۱۰ میلی گرم در لیتر بر حسب نیتروژن) می باشد. بررسی‌های لشکری پور و غفوری (۱۳۸۱) روی نمونه‌های آب‌های زیرزمینی در نقاط مختلف شهر مشهد نشان داد که غلظت نیترات در چاه‌های آب افزایش یافته و در برخی نقاط به بیش از ۵۰ میلی گرم در لیتر رسیده است. جلیبی (۱۳۸۱) در تحقیقی حرکت آب و نیتروژن در خاک تحت شرایط مختلف آبی را در شهرستان مشهد بررسی نمود. نتایج بررسی نشان داد که با افزایش جرم مخصوص ظاهری، مقدار رطوبت، آمونیم و نیترات خاک کاهش یافت. لطیف و همکاران (۱۳۸۴) در تحقیقی به بررسی آلودگی نیترات و منشأیابی آن در آب‌های زیرزمینی دشت مشهد پرداختند. نتایج نشان داد که غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی برخی مناطق مورد مطالعه از حد مجاز بیشتر است. دامنه تغییرات غلظت نیترات در مدت مطالعه در آب‌چاه‌های مختلف از ۵/۳ تا ۷۴/۴ میلی گرم در لیتر بود. بیشترین آلودگی در آب‌های زیرزمینی مناطق شهری و پر جمعیت مشاهده شد. در این تحقیق منشأ آلودگی، نشت فاضلاب خانگی به داخل آب‌های زیرزمینی بیان شده است. پارسائیان (۱۳۸۴) نتیجه گرفت که امکان تقسیم سفره آب زیرزمینی دشت شیراز به مناطق مختلف به لحاظ تاثیر پذیری از آلودگی وجود دارد ضمن این که چندین چاه آبرفتی فعال در منطقه با آلودگی شدید وجود دارد. شیرافروس و همکاران (۱۳۸۵) به بررسی آلودگی آب‌های زیرزمینی به وسیله کودهای مصرفی کشاورزی در دشت قزوین پرداختند. نتایج نشان داد که غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی مناطق مختلف مورد مطالعه در دامنه ۱۱/۲ تا ۱۵/۳ میلی گرم در لیتر متغیر بود. قیصری و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیقی، آلودگی نیتراتی آب زیرزمینی ناحیه جنوب شرقی اصفهان را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش از ۸۰ حلقه چاه در طی دو مرحله به فاصله ۶ ماه در سال ۱۳۸۱ نمونه برداری صورت گرفت. نتایج نشان داد که حداکثر غلظت نیترات در مرحله اول و دوم به ترتیب برابر با ۱۸۹ و ۲۴۸ میلی گرم در لیتر بوده و متوسط آن در دو نمونه برداری به ترتیب ۷۷ و ۹۳ میلی گرم در لیتر گزارش شده است. در ۸۰ درصد موارد در نمونه برداری اول و ۹۰ درصد در نمونه برداری دوم، میزان نیترات بیش از حد مجاز بود. دلیل اصلی آلودگی در این تحقیق، تراکم کشاورزی در این مناطق و استفاده بی‌رویه از کودهای نیتروژنی عنوان شده است.

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر استفاده از کودهای نیتروژنه و مقادیر مختلف آب مصرفی روی آبشویی نیترات در خاک و تاثیر آن بر آلودگی آب‌های زیرزمینی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق انجام شد. فاکتورهای طرح شامل مقادیر آب در سه سطح (۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد آب مورد نیاز گیاه) در کرت اصلی و درصد نیتروژن در سه سطح (۵۰ درصد کمتر از میزان توصیه کودی، برابر با میزان توصیه کودی و ۵۰ درصد بیشتر از توصیه کودی) در کرت فرعی قرار گرفتند. مقادیر کود پتاسیم و فسفر مورد نیاز بر اساس آزمون خاک قبل از کاشت به زمین داده شد. میزان کود نیتروژن نیز بر اساس آزمون خاک تعیین و با توجه به تیمارهای در نظر گرفته شده در طول فصل به صورت تقسیم به زمین داده شد. با توجه به خصوصیات شیمیایی خاک محل آزمایش و نیز توصیه کودی، ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۲۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۲۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات استفاده شد. عناصر ریزمغذی مورد نیاز نیز بر حسب ضرورت به زمین داده شد. در طول فصل زراعی کلیه عملیات داشت شامل مبارزه با آفات، بیماریها و علفهای هرز برای تمام تیمارها بطور یکسان انجام شد.

تبخیر و تعرق گیاه از حاصل ضرب ضریب گیاهی در تبخیر و تعرق پتانسیل بدست آمد. سپس با توجه به دور آبیاری و نیز مساحت هر کرت حجم آب آبیاری مورد نیاز بدست آمد که با در نظر گرفتن ضرایب ۰/۸، ۱/۰ و ۱/۲، میزان حجم آب مورد نیاز هر کرت محاسبه و در هر بار آبیاری (معمولا هر ۷ روز) در اختیار گیاه قرار داده شد.

برای بررسی و آنالیز خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از شروع آزمایش از لایه های مختلف خاک و در نقاط مختلف محل انجام آزمایش، نمونه برداری (مرکب) صورت گرفت. بعد از اتمام فصل رشد نیز نمونه برداری از خاک محل آزمایش انجام و عامل های آن بعد از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه اندازه گیری گردید. شاخص هایی که در خاک قبل از شروع فصل رشد اندازه گیری شد عبارت بودند از: توزیع ذرات خاک، بافت خاک، پ-هاش خاک، هدایت الکتریکی خاک، مقادیر نیتروژن کل، فسفر کل، پتاسیم کل و میزان نترات و آمونیم در لایه های مختلف. در جدول های ۱ و ۲ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ایستگاه طرق ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک ایستگاه طرق

هدایت هیدرولیکی اشباع (میلی متر در روز)	مقدار رطوبت حجمی خاک			جرم مخصوص ظاهری (gr/cm ³)	بافت خاک	درصد ذرات خاک			عمق (سانتی متر)
	(.%)					شن	رس	سیلت	
	ظرفیت زراعی	نقطه پژمردگی	قابل دسترس						
۳۱۹	۱۵/۷۹	۱۲/۲۰	۲۷/۹۹	۱/۴۱	سیلتی لوم	۵۸	۱۴	۲۸	۰-۲۰
۲۵	۱۷/۲۰	۱۲/۷۰	۲۹/۹۰	۱/۵۱	سیلتی لوم	۵۴	۲۲	۲۴	۲۰-۴۰
۱۸۴	۱۳/۶۲	۱۳/۳۰	۲۶/۹۲	۱/۴۵	لوم	۵۰	۲۴	۲۶	۴۰-۶۰
۸۱	۱۳/۹۱	۹/۸۰	۲۳/۷۱	۱/۴۲	لوم	۴۶	۱۸	۳۶	۶۰-۸۰

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی خاک ایستگاه طرق

N-NH ₄ (ppm)	N-NO ₃ (ppm)	N%	K _{av} (ppm)	P _{av} (ppm)	%(O.C)	%(T.N.V)	(pH)	(ds/m)EC	عمق (سانتی متر)
۲	۵۸	۰/۰۵۵	۱۴۰	۱۱/۲	۰/۴۷	۱۹/۲	۷/۹	۱/۹۴	۰-۲۰
۱۵	۶۳	۰/۰۴۷	۸۰	۴/۸	۰/۴۳	۲۱/۴	۷/۷	۲/۹۱	۲۰-۴۰
۱۸	۳۰	۰/۰۳۷	۶۰	۱/۶	۰/۳۷	۲۳/۳	۷/۶	۴/۱۲	۴۰-۶۰
۱۳	۱۵	۰/۰۳۱	۳۲۹	۱/۲	۰/۳۹	۲۰/۸	۷/۶	۵/۳۰	۶۰-۸۰

با استفاده از نرم افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. شکل های مورد نیاز نیز با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شد.

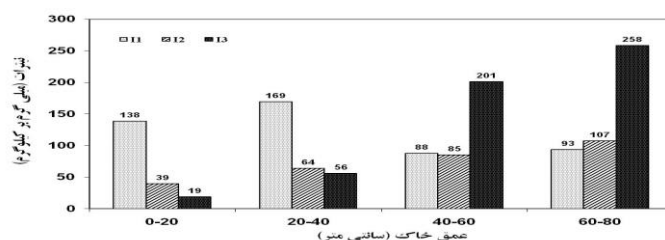
نتایج

تاثیر آب مصرفی روی مقدار نیترات باقیمانده در خاک

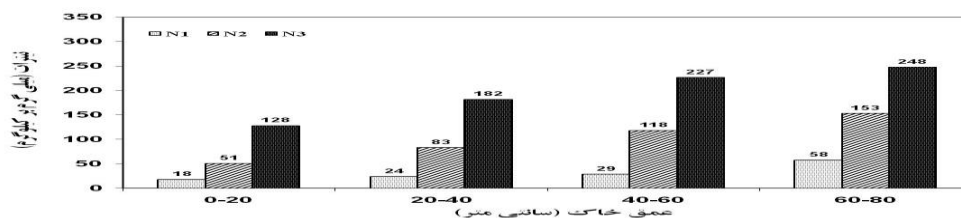
تاثیر عامل درصد آب مصرفی بر میزان نیترات باقیمانده در داخل نیم رخ خاک مورد بررسی قرار گرفت که نتیجه آن در شکل ۱ ارائه شده است. مشاهده می گردد که با افزایش آب مصرفی در عمق های ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰، میزان نیترات باقیمانده کاهش و در عمق های ۴۰-۶۰ و ۶۰-۸۰ سانتیمتری افزایش یافته است. به عنوان مثال در عمق ۰-۲۰ سانتیمتری مقدار نیترات باقیمانده در خاک از ۱۳۸ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمار ۸۰ درصد آب مصرفی به ۱۹ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمار ۱۲۰ درصد آب مصرفی رسیده است. در صورتی که در عمق ۶۰-۸۰ سانتیمتری از ۸۸ به ۲۵۸ میلی گرم در کیلوگرم رسیده است. می توان نتیجه گرفت که با افزایش میزان آب مصرفی، جذب نیتروژن توسط گیاه از عمق های بالاتر بیشتر گردیده است و همچنین انتقال نیترات به عمق های دیگر و پایین تر نیز افزایش یافته است.

تاثیر میزان نیتروژن مصرفی بر نیترات باقیمانده در خاک

تاثیر تیمارهای نیتروژن مصرفی روی میزان نیترات باقیمانده در داخل نیم رخ خاک در شکل ۲ ارائه شده است. بر خلاف آب مصرفی، با افزایش مصرف نیتروژن، مقدار نیترات باقیمانده در داخل خاک افزایش یافته است. به عنوان مثال در عمق ۰-۲۰ سانتیمتری در تیمار ۵۰ درصد نیتروژن مصرفی کمتر از توصیه کودی، مقدار باقیمانده نیترات برابر با ۱۸ میلی گرم بر کیلوگرم بوده است در حالی که در تیمار برابر با توصیه کودی و ۵۰ درصد بیشتر از توصیه کودی به ترتیب به حدود ۵۱ و ۱۲۸ میلی گرم بر کیلوگرم افزایش یافته است. در سایر عمق های خاک نیز با افزایش کود مصرفی، مقدار نیترات باقیمانده داخل خاک افزایش یافته است.



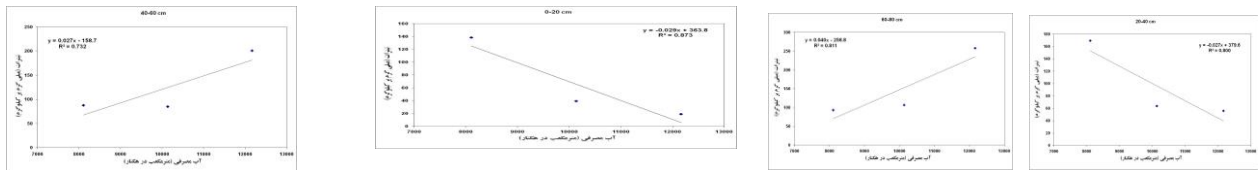
شکل ۱- تاثیر درصد آب مصرفی روی نیترات باقیمانده در خاک در عمق های مختلف (بافت متوسط)



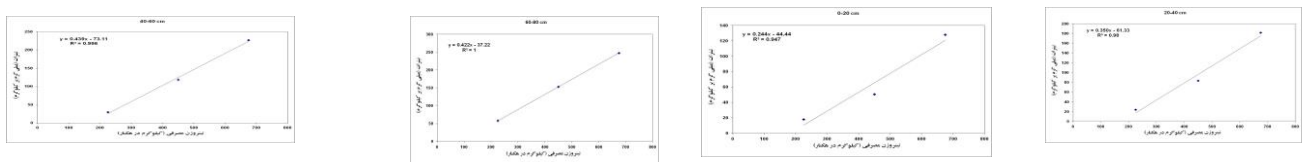
شکل ۲- تاثیر مقدار نیتروژن مصرفی روی نیترات باقیمانده در خاک در عمق های مختلف (بافت متوسط)

رابطه بین آب و کود مصرفی با نیترات باقیمانده در خاک

بعد از اندازه گیری میزان آب و کود مصرفی و نیز میزان نیترات باقیمانده خاک در عمق های مختلف، سعی گردید رابطه ای بین آب و کود مصرفی به عنوان پارامترهای مستقل و میزان نیترات باقیمانده خاک به عنوان پارامتر وابسته برقرار گردد. در شکل ۳ رابطه خطی بین نیترات باقیمانده خاک و میزان آب مصرفی نشان داده شده است. مشاهده می گردد که ضریب تبیین (ضریب همبستگی بتوان ۲) این رابطه در سطح ۱ درصد معنی دار می باشد ($P < 0.01$). در دو عمق ۲۰-۴۰ و ۴۰-۶۰ سانتیمتری رابطه خطی و منفی می باشد، یعنی با افزایش میزان آب مصرفی، مقدار نیترات باقیمانده در این دو عمق کاهش می یابد. می توان به نظر می رسد که افزایش آب مصرفی باعث افزایش میزان جذب نیترات توسط گیاه و سبب افزایش آبهویی نیترات در این لایه و انتقال به لایه های بعد می گردد. در دو عمق ۶۰-۸۰ و ۸۰-۱۰۰ سانتیمتری رابطه خطی و مثبت می باشد به عبارتی با افزایش میزان آب مصرفی، میزان نیترات باقیمانده در این دو عمق افزایش می یابد که می تواند ناشی از آبهویی نیترات از عمق های بالاتر باشد. در شکل ۴ نیز رابطه بین نیترات باقیمانده در عمق های مختلف خاک و کود نیتروژن مصرفی ارائه شده است. این رابطه نیز خطی و ضریب همبستگی آن در سطح ۵ درصد معنی دار بود ($P < 0.05$). با افزایش میزان کود مصرفی، مقدار نیترات باقیمانده نیز در تمام عمق ها افزایش یافت.



شکل ۳- رابطه نیترات باقیمانده در خاک و میزان آب مصرفی در عمق های مختلف (بافت متوسط)



شکل ۴- رابطه نیترات باقیمانده در خاک و میزان نیتروژن مصرفی در عمق های مختلف (بافت متوسط)

فهرست منابع

۱. باقری، م. ۱۳۷۹. اثرات پساب و سیستم های آبیاری بر برخی خواص فیزیکی، شیمیایی و آلودگی خاک تحت کشت چند محصول زراعی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۶۶ صفحه.
۲. پارسائیان، ح. ۱۳۸۴. بررسی آسیب پذیری آب زیرزمینی دشت شیراز در برابر آلاینده های شهری، صنعتی و کشاورزی با استفاده از GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته علوم زمین، دانشگاه شیراز، ۱۵۱ صفحه.
۳. جلیلی، م. ۱۳۸۱. بررسی حرکت آب و ازت تحت شرایط تنش آبی. پایان نامه مقطع دکتری، رشته آبیاری و زهکشی، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات، ۱۶۹ صفحه.

۴. جهانی، ع. ۱۳۷۸. به سوی امنیت آبی. مجله آب و توسعه، شماره دوم و سوم، پاییز ۱۳۷۸، صفحات ۳۳ تا ۵۲.
۵. سماواتی، ع. ۱۳۷۸. ترکیبات نیتروژن در آب. مجله آب و محیط زیست، شماره ۹ صفحات ۸ تا ۱۳.

6. Antonopoulos, V.Z. 2000. Modeling of soil water dynamics in an irrigated corn field using direct pedotransfer functions for hydraulic properties. *Irrig. And. Drainage Systems*. 14: 325-342.
7. Davenport, J.R, Milburn, P.H. , Rosen, C.J.and Thorton, R. E. 2005. Environmental impacts of potatoes nutrient requirements. *Am. J. Potato Res.* 82: 321-328.
8. Kenney, D.R.and Hatfield, J.L. 2001. The nitrogen cycle, historical perspective, and current and potential future concerns. Pages 3-16 in R. F. Follett and J. L. Hatfield, eds. *Nitrogen in the environment: sources, problems and management*. Elsevier, the Netherlands.
9. Lane,J.W., and V.A. Ferrira. 1990. Sensitivity analysis. In *CREAMS,A Filed Scale Model for Chemical, Runoff and Erosion from Agricultural Management System*, ed. W. G. Knisel,113-158. Vol. A. Model Documentation. USDA Conservation Res. Report Np. 26. Washington, D.C.: GPO.

Investigation of nitrate leaching in agricultural farms and effect on pollution of Aquifer

Abstract:

10. This study was conducted to determine the impacts of different amounts of water and nitrogen and their interactions on nitrate leaching and aquifer pollution and on yield, water use efficiency of tomato in Torogh and Golmakan Agricultural Research Station in Razavi Khorasan. The study was done during 2009-2012. Experimental design was randomized complete blocks design (RCBD) in split plot with three replications. Design treatments were include different amount of water (80 , 100 & 120% water requirement) in main plot and and different amount of nitrogen fertilizer (amounts recommended levels of less than 50%, and 50% higher than the recommended fertilizer recommendations) in sub sub plot. The results showed that the residual amount of nitrate in water depths greater increase or decrease in the lower depths of the soil profile increased. The rate of increase was much in lighter texture. With increasing nitrogen intake, the residual amount of nitrate in the soil layers increased. During the growing season the amount of water consumed and the amount of nitrate nitrogen in the soil before planting and after harvest, and water were measured. Residual nitrate levels also were measured after harvest in tomato fruit. Nitrate at depths of 0 to 30 and 30 to 60 cm, with an increase in water use, reduced. If the nitrogen rate increased, the amount of residual nitrate increased at the end of the season.

Key Word: Aquifer- Groundwater- pollution- Nitrate- Agriculture- Hydrous model

ارزیابی بعد فراکتالی در مدیریت‌های متفاوت خاک

سمیه دهقانی^{۱*}، مهدی نادری خوراسگانی^۲، جهانگرد محمدی^۳، احمد کریمی^۴

^۱ دانشجوی دکتری خاکشناسی- فیزیک و حفاظت خاک، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

^۲ دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

^۳ استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

^۴ استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

چکیده:

تخریب منابع آب و خاک در بسیاری از مناطق، از جمله نگرانی‌های تولید کنندگان بوده و کاربری اراضی از مهمترین روش‌های دخالت انسان در فرایندهای طبیعی است که از طریق آن باعث افزایش یا کاهش تخریب خاک می‌گردد. در این پژوهش اثر اقدامات مدیریتی مختلف بر ویژگی‌های فیزیکی خاک با استفاده از هندسه فراکتالی بررسی شده است. این پژوهش با هدف بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی مرتعی بر ویژگی‌های خاک در حوزه آبخیز باغان در جنوب شرقی استان بوشهر با وسعتی حدود ۹۲۹ کیلومتر مربع که از دیدگاه کشاورزی دارای اهمیت می‌باشد. اجرا شد. ۶۳ نمونه از خاک سطحی مراتع، ۳۳ نمونه از اراضی زراعی و ۲۴ نمونه از باغات از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متر با استفاده از تکنیک ابر مکعب لاتین برداشته شد. نتایج نشان می‌دهد تغییر کاربری از مرتع به زراعت تاثیر معنی‌داری بر درصد شن، سیلت و رس نداشت در حالی که میانگین درصد شن، سیلت، رس خاک و بعد فرکتال در کاربری باغ نتایج متفاوتی را نشان داد. ضرایب تبیین تابع خطی بعد فرکتال با درصد شن، سیلت و رس به ترتیب ۰/۸، ۰/۵۵ و ۰/۸۲ بدست آمد. نتایج همبستگی بعد فرکتال با درصد شن، سیلت و رس نشان می‌دهد با درشت شدن اندازه ذرات خاک بعد فرکتال کاهش می‌یابد.

کلمات کلیدی: بعد فرکتال، تغییر کاربری، حوضه آبخیز باغان

مقدمه

تغییرات در کاربری‌های زمین جهانی شده است و این نتیجه رشد نمایی جمعیت همراه با شهرنشینی که به منظور حمایت از توسعه، نیازمند تامین مواد غذایی و سایر مواد اولیه مورد نیاز می‌باشد (ماسیاز و همکاران، ۲۰۲۰؛ ژاو و همکاران، ۲۰۲۱). کیفیت خاک که در ارزیابی میزان تخریب اراضی یا اصلاح و تعیین نوع فعالیت‌های مدیریتی برای کاربری پایدار اراضی اهمیت دارد، معمولاً از سه جنبه شیمیایی، فیزیکی و زیستی مورد توجه قرار می‌گیرد. کیفیت فیزیکی خاک‌های کشاورزی عمدتاً به پایداری ساختمان خاک و توانایی آن در انتقال و ذخیره آب در ناحیه توسعه ریشه بستگی دارد (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۲). اثرات انواع مختلف کاربری اراضی بر ویژگی‌های فیزیکی در استفاده مناسب از خاک مهمترین مسئله مورد بررسی است. تغییر کاربری اراضی و شیوه‌های مدیریتی زمین علاوه بر تأثیر فراوانی که بر ویژگی‌های خاک دارد، می‌تواند منجر به از دست رفتن بسیاری از کاربردهای خاک شود (مولایی و همکاران، ۲۰۲۰). با توجه به این که ویژگی‌های خاک به طور مداوم تحت تأثیر استفاده از زمین قرار می‌گیرند مطالعاتی در مورد تغییر و تحول و تغییرات ویژگی‌های خاک و در نهایت تخریب خاک به دنبال تغییر کاربری و کشت طولانی مدت صورت گرفته است (ژانگ، ۲۰۲۰، جاست و همکاران، ۲۰۲۱، ایوبی و همکاران). نتایج آکیند و همکاران (۲۰۲۰) به منظور بررسی تغییرات برخی ویژگی‌های خاک تحت کاربری‌های مختلف کشاورزی نشان داد که کشت مداوم منجر به کاهش خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود، در حالی که جنگل کاری و کشت محصولات درختی، خواص خاک را بهتر حفظ می‌کند. نتایج ریاحی و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که چگالی ظاهری، کربنات کلسیم، اسیدیته و میزان درصد شن خاک طی تغییر

کاربری جنگل به مرتع و زراعت افزایش و تخلخل خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی، میزان درصد سیلت و رس خاک و میزان ماده آلی کاهش یافته است. بعد فرکتال شاخص مناسبی برای درک بهتر و بیان چگونگی این ویژگی با حداقل تعداد مؤلفه‌های مورد نیاز برای تعیین آن است (فیلگویرا، ۲۰۰۳). بر این اساس تیلر و ویت کرافت (۱۹۹۲) مدل فرکتالی را بر پایه جرم ذرات اولیه خاک توسعه دادند. آن‌ها با فرض ثابت بودن جرم ویژه ذرات، رابطه تعداد- اندازه را به صورت جرم تجمعی ذرات کوچکتر از یک اندازه معین بیان کردند. بعد فرکتال خاک یکی از ویژگی‌های مستخرج از بافت خاک است که در بازه ۰-۳ قرار می‌گیرد (فیلگویرا و همکاران، ۲۰۰۶). هرچه مقدار بعد فرکتالی بزرگتر باشد، نشان دهنده پراکندگی بیشتر ذرات خاک است و در نتیجه، مقدار ذرات با اندازه کوچکتر بیشتر می‌باشند. بعد فرکتال بافت خاک با افزایش درصد رس و گاهی سیلت خاک به صورت غیرخطی افزایش و با افزایش درصد شن خاک به صورت خطی کاهش می‌یابد (سو و همکاران، ۲۰۰۳). در بیشتر مطالعات، سامانه زراعی تأثیر معنی‌داری بر بعد فراکتالی نشان داده است (عطایی و همکاران، ۲۰۱۵، فیلکویرا، ۱۹۹۹). عطایی و همکاران (۲۰۱۵) دریافتند بعد فراکتالی خاکدانه‌ها عامل گویایی در انعکاس تأثیر اقدامات مدیریتی بر توزیع اندازه خاکدانه‌ها می‌باشد. خاکدانه‌های پایدار و در نتیجه بعد فراکتالی کمتر در مزارعی مشاهده شد که در آنها مدیریت‌های مناسب همانند افزودن کود دامی، کاهش عملیات خاکورزی و مدیریت نظام تناوب حاکم است. در مقابل خاکدانه‌های ناپایدار، خردشوندگی بیشتر و بعد فراکتالی بزرگتر خاکدانه‌ها، منعکس کننده شرایط نا به سامان مدیریتی همانند خاکورزی متراکم و شدید، شخم در جهت شیب و مدیریت نادرست بقایای گیاهی می‌باشد.

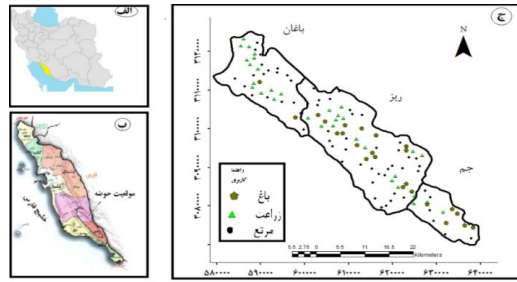
از آنجایی که شاخص‌های کیفیت خاک و مقادیر آن‌ها و حفظ و نگهداری حاصلخیزی و محصول‌دهی خاک با توجه به شرایط منطقه‌ای متفاوت می‌باشند؛ درک مکانیزم تغییر کاربری‌های مختلف روی کیفیت خاک می‌تواند به عنوان راهکاری مناسب برای تصمیم‌گیری در مدیریت کاربری اراضی در مناطق مشابه باشد. در این مطالعه کوشش شد تا با بررسی تغییرات توزیع اندازه ذرات و بعد فرکتال تحت مدیریت‌های متفاوت، گام مؤثری در راه جلوگیری از تخریب هرچه بیشتر منابع طبیعی برداشته شود. از اینرو مطالعه حاضر با هدف تاثیر کاربری‌های مختلف بر توزیع اندازه ذرات و بررسی قابلیت بعد فراکتال تحت مدیریت‌های مختلف انجام شد.

موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز باغان در جنوب شرقی استان بوشهر و در ۹۰ کیلومتری شرق شهرستان خورموج واقع شده است. این حوضه با وسعت ۹۲۹ کیلومتر مربع دارای مختصات ۵۸۰۰۰۰ تا ۶۴۰۰۰۰ متر طول شرقی و ۳۱۲۵۰۰۰ تا ۳۰۷۰۰۰۰ متر عرض شمالی می‌باشد (شکل ۱). این منطقه از دیدگاه زمین‌شناسی دارای سنگ‌های مقاوم آهکی و دولومیت سازندهای آسماری- جهرم، سروک، فهلیان و کنگلومرای بختیاری می‌باشد.

نمونه‌برداری و تجزیه فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک

کاربری اراضی در حوضه آبخیز باغان شامل مرتع، زراع دیم (غلات) و باغ (مرکبات و نخل) بودند. ۶۳ نمونه از خاک سطحی مراتع، ۳۳ نمونه از اراضی زراعی و ۲۴ نمونه از باغات به صورت مرکب به طوری که یک نمونه از مرکز و چهار نمونه به فاصله ۳۰ متر از مرکز در چهار جهت اصلی جغرافیایی (شکل ۲) از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر با یک بیلچه از جنس پلی اتیلن برداشته شد. به منظور انجام آزمایش‌های شیمیایی، نمونه‌های خاک هم وزن پنج نقطه، مخلوط شدند که در مجموع ۱۲۰ نمونه مرکب آماده‌سازی و مورد تجزیه فیزیکی و شیمیایی قرار گرفتند. نمونه‌ها در سایه خشک شدند و پس از کوبیدن از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شدند.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه و مکان‌های نمونه‌برداری در کاربری-های مختلف حوضه آبخیز باغان، استان بوشهر و کشور

ویژگی‌های فیزیکی

درصد شن، رس و سیلت به روش هیدرومتری (بایکوس، ۱۹۶۲) اندازه‌گیری شده است. بعد فرکتال ذرات بافت خاک شاخص فیزیکی مناسبی برای توصیف توزیع اندازه ذرات خاک بوده است. به منظور محاسبه آن، در این روش ابتدا توزیع اندازه ذرات در زمان‌های ۰/۶۷، ۱، ۱/۵، ۳، ۶، ۲۵، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۵۱۰، ۱۴۴۰ و ۲۸۸۰ دقیقه با هیدرومتر H ۱۵۲ قرائت شدند. سپس داده‌های هیدرومتری به داده‌های کسر تجمعی جرم-قطر تبدیل شدند (سرشوق، ۱۳۸۸). قطر ذرات در زمان‌های قرائت هیدرومتر از رابطه‌ی زیر محاسبه شد.

$$d = \sqrt{\frac{30 \times \vartheta \times L}{(980 \times (\rho_s - \rho_w) \times t)}}$$

که در آن: d قطر ذره برحسب میلیمتر، L عمق موثر هیدرومتر برحسب سانتی‌متر، U ویسکوزیته برحسب ساتی پواز، ρ_s جرم ویژه حقیقی خاک برحسب گرم بر سانتی مترمکعب، ρ_w چگالی آب و t زمان ته نشینی بر حسب دقیقه است. عمق موثر هیدرومتر (L) از رابطه زیر محاسبه شد:

$$L = 16.3 - (0.164 \times HYD)$$

که در آن HYD عدد واقعی هیدرومتر بعد از اعمال تصحیح کالگون است.

سپس برای محاسبه بعد فراکتال از رابطه زیر استفاده شد (تایلر و ویت کرافت ۱۹۹۲؛ فیلگویرا و همکاران، ۲۰۰۶)

$$\frac{M(r < R)}{M_T} = \left(\frac{R}{R_U}\right)^{3-D} \quad \text{رابطه}$$

که در آن: $M(r < R)$ جرم ذرات خاک با شعاع کمتر از R و M_T جرم کل ذرات خاک با شعاع کمتر از R_U است. R_U بالاترین شعاع ذرات با رفتار فرکتالی و D بعد فراکتالی ذرات است. با لگاریتم‌گیری از دو طرف معادله فوق معادله زیر بدست می‌آید (فیلگویرا و همکاران، ۲۰۰۶).

$$\text{Log} \frac{M(r < R)}{M_T} = (3 - D) \log \frac{R}{R_U} \quad \text{رابطه}$$

برای هر نمونه خاک $\text{Log} \frac{M(r < R)}{M_T}$ در برابر $\log \frac{R}{R_U}$ ترسیم شد. سپس بعد فراکتالی در محدوده خطی پراکنش نقاط با برازش

رابطه‌ی فوق تعیین شد که همان شیب خط است. شیب خط در این محدوده (S) برابر است با:

$$s = 3 - D$$

نتایج و بحث

خلاصه آماری (کمترین، بیشترین، میانگین و ضریب تغییرات) ویژگی‌های فیزیکی خاک منطقه مورد مطالعه در سه کاربری مرتع، کشت دیم و باغات آبی در جدول ۱ نشان داده شده است. بافت خاک در کل منطقه مورد مطالعه با توجه به میانگین و محدوده

درصد شن، سیلت و رس، چهار بافت Loamy Sand، Sandy Loam، Loam و Silty Loam در منطقه مورد مطالعه مشاهده شد؛ که بافت خاک در بیشتر نقاط Sandy loam بود.

جدول ۱. خلاصه آماری ویژگی‌های فیزیکی در کاربری مرتع (۶۴ نمونه)، کشت دیم (۳۴ نمونه)، باغ (۲۳ نمونه).

متغیر	مرتع				زراعت				باغ			
	CV	Mean	Max	Min	CV	Mean	Max	Min	CV	Mean	Max	Min
Sand	۱۴/۶	۵۶/۸۱	۷۲	۳۴	۱۳/۲	۵۹/۱	۷۲	۴۴	۱۲/۲	۶۵/۹	۷۷	۴۰
Silt	۳۱/۵	۲۴/۸۹	۴۶	۱۶	۳۱/۲	۲۴/۴	۴۰	۱۲	۳۶/۹	۱۹/۱	۴۴	۱۰
Clay	۲۵	۱۸/۲	۲۶	۱۲	۲۴/۸	۱۶/۵	۲۵	۱۲	۱۸	۱۴/۹	۲۱	۱۲
D	۴/۲	۲/۷۱	۲/۸۱	۲/۶	۴/۱	۲/۶۹	۲/۷۹	۲/۶	۲/۷	۲/۶۳	۲/۶۸	۲/۵۲

Sand, Silt, Clay و Db: به ترتیب برابر است با درصد شن، درصد سیلت، درصد رس و بعد فرکتال.

تغییر کاربری اراضی یکی از اقداماتی است که می‌تواند بر کیفیت خاک تأثیرگذار باشد. تأثیر نوع کاربری اراضی بر نحوه عملکرد خاک در اکوسیستم، از طریق مطالعه و ارزیابی تغییرات شاخص‌های کیفیت خاک امکان‌پذیر است. انتخاب ویژگی‌هایی که بتواند بیانگر کیفیت خاک باشد از اهمیت بالایی برخوردار است. در بررسی ویژگی‌های فیزیکی وضعیت فیزیکی خاک در ارزیابی کیفیت از اهمیت بالایی برخوردار است. مطابق نتایج در جدول ۲، کاربری‌های زراعی و غیرزراعی علی‌رغم تفاوت اندک در فراوانی نسبی اندازه ذرات، دارای کلاس بافتی (Sandy Loam) یکسان بودند. تغییر کاربری از مرتع به زراعت تأثیر معنی‌داری بر درصد شن، سیلت و رس نداشت در حالی که میانگین درصد شن، سیلت و رس خاک در کاربری باغ نتایج متفاوتی را نشان داد؛ به طوری که در کاربری باغ در مقایسه با مرتع، میزان شن ۱۵/۸ درصد افزایش و میزان رس و سیلت به ترتیب ۴۰ و ۱۶/۵ درصد کاهش یافت. نتایج ریاحی و همکاران (۲۰۱۶) و مارتینز و همکاران (۲۰۰۸) در کاهش ذرات سیلت و رس با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. نیک نهاد قرماخر و مارامایی (۱۳۹۰) گزارش کردند در اثر تغییر کاربری اراضی، بافت خاک از شنی - رسی - لومی در اراضی جنگلی به شنی - لومی در اراضی مرتعی و زراعی تغییر یافته است. عجمی (۲۰۰۷) نیز تغییر بافت خاک از لومی - رسی - سیلتی در کاربری جنگل به بافت سبک تر لوم - سیلتی را در کاربری زراعی در مقایسه با کاربری جنگل گزارش نمود و دلیل آن را فرسایش و از بین رفتن لایه‌های سطحی و رخنمون شدن لایه‌های عمقی در کاربری زراعی دانسته است. به طور کلی با توجه به شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک منطقه مورد نظر و اینکه سطح بیشتری از مراتع از لحاظ کیفیتی ضعیف هستند انجام عملیات کشت و کار فرسایش خاک را افزایش و موجب جداسازی ذرات خاک به ویژه ذرات رس و سیلت می‌شوند و در نتیجه با شستشو و انتقال به مناطق پایین دست خاک سبب کاهش درصد ذرات (سیلت و رس) در مناطق با کشت و کار می‌شوند (کلیک، ۲۰۰۵). غلامی و همکاران (۲۰۱۶) با مقایسه ویژگی‌های خاک در سه کاربری، مرتع، جنگل و اراضی زراعی در منطقه بانه استان کردستان، نتیجه‌گیری کردند که تغییر کاربری بر بافت خاک مؤثر نبوده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک تحت کاربری‌های مختلف با استفاده از آزمون دانکن.

ویژگی فیزیکی	واحد	مقایسه میانگین کاربری			تجزیه واریانس		
		مرتع	زراعت	باغ	میانگین مربعات	خطا	ضریب تغییرات
Sand	%	۵۶/۸ ^b	۵۹/۱ ^b	۶۵/۸ ^a	۶۹۱/۶۷ ^{**}	۶۵/۷۰۰	۱۳/۶
Silt	%	۲۴/۸۸۹ ^a	۲۴/۳۵۳ ^a	۱۹/۱ ^b	۲۹۱/۶ ^{**}	۵۸/۲	۲۲/۶
Clay	%	۱۸/۲ ^a	۱۶/۵ ^{ab}	۱۴/۹ ^b	۱۰۱/۳۲ ^{**}	۱۷/۲	۵۸/۳
D	-	۲/۷۱ ^a	۲/۶۹ ^a	۲/۶۳ ^b	۰/۰۵۸ ^{**}	۰/۰۰۳	۶

Sand, Silt, Clay و D: به ترتیب برابر است با درصد شن، درصد سیلت، درصد رس و بعد فرکتال.

بعد فراکتالی بافت خاک

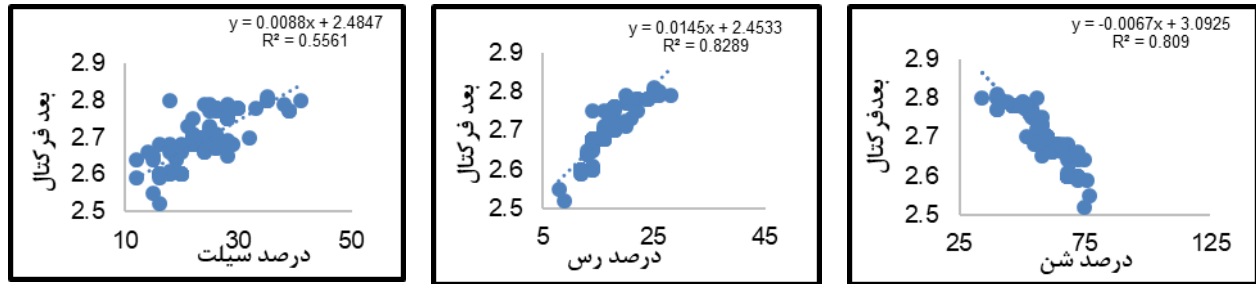
مقایسه میانگین‌ها نشان داد با تغییر کاربری از مرتع (۲/۷۱) به زراعت (۲/۶۹) اختلاف معنی‌دار بعد فراکتال مشاهده نشد. درحالی‌که این کاهش در کاربری باغ (۲/۶۳) نسبت به مرتع اختلاف معنی‌داری را نشان داد. مطالعات گذشته نشان داد که علفزارهای طبیعی، جنگل‌ها و بوته‌زارها معمولاً ابعاد فراکتال بیشتری نسبت به زمین زراعی دارند (سو، ۲۰۰۴). بنی طالبی و همکاران (۲۰۱۶) بعد فراکتال بافت خاک در منطقه تحت آبیاری با آب چاه -شاهد، تحت آبیاری با پساب به مدت ۱۳ سال و آبیاری به پساب به مدت ۲۳ سال را به سه روش جرم- قطر، جرم- زمان و کرچنکو- ژانگ به ترتیب با میانگین بعد فراکتال سه مزرعه ۲/۴۵، ۲/۸۲ و ۲/۷۹ گزارش کردند. امامی (۲۰۱۶) برای برآورد مقادیر رطوبت از مدل فراکتالی فاز جامد- جنوب مشهد میانگین بعد فراکتال با بافت لوم، لوم سیلتی و لوم شنی به ترتیب ۲/۷۵، ۲/۷۶ و ۲/۶۹ گزارش کردند. نتایج همبستگی بعد فراکتال با درصد شن، سیلت و رس نشان می‌دهد با درشت‌شدن اندازه ذرات خاک بعد فراکتال کاهش می‌یابد (جدول ۳). همچنین افزایش بعد فراکتال همسو با ریز شدن ذرات خاک می‌باشد. همبستگی بعد فراکتال با درصد رس و شن بیشتر از سیلت در هر سه کاربری می‌باشد. بیشترین مقادیر همبستگی بعد فراکتال با درصد شن، سیلت و رس در کاربری زراعت منطقه مورد مطالعه می‌باشد. با توجه به همبستگی بالای بعدهای فراکتال با درصد شن، سیلت و رس می‌توان از بعدهای فراکتال به عنوان شاخص مناسبی برای بررسی توزیع اندازه ذرات خاک نشان داد. نتایج برخی محققین با این نتایج همخوانی دارد. سو و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که بعد فراکتالی ذرات اولیه با افزایش رس افزایش و با افزایش درصد شن کاهش می‌یابد. شعبانی و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد بافت خاک روی مقدار بعد فراکتال تأثیرگذار است.

جدول ۳. همبستگی بعد فراکتال با درصد شن، سیلت و رس

ویژگی	کاربری	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس
	مرتع	-۰/۸۷**	۰/۶۹**	۰/۸۸**
بعد فراکتال	زراعت	-۰/۹۳**	۰/۷۷**	۰/۹۱**
	باغ	-۰/۷۲**	۰/۵۳**	۰/۸۹**

رابطه خطی بعد فراکتال با درصد ذرات خاک منطقه در شکل ۲ نشان داده شده است. ضرایب تبیین تابع خطی بعد فراکتال با درصد شن، سیلت و رس به ترتیب ۰/۸، ۰/۵۵ و ۰/۸۲ بدست آمد. میلان و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که ارتباط خطی بین بعد فراکتال و درصد رس خاک برقرار است. بیرنژاد زیارت و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از آنالیز رگرسیونی گام به گام نشان دادند ارتباط قوی و معنی‌داری بین بعد فراکتال مدل تیلر و ویت گرفت با مقدار رس و شن خاک وجود دارد. ژیاو و همکاران (۲۰۱۴) رابطه لگاریتمی قوی بین بعد فراکتال و درصد شن و رس خاک مشاهده کردند. این محققین نشان دادند که رابطه ضعیفی بین بعد فراکتال و درصد سیلت وجود دارد. این نتایج نشان می‌دهد که برآورد بعد فراکتال با استفاده از مقادیر شن و رس به خوبی امکان پذیر می‌باشد. تیرگر سلطانی و همکاران (۲۰۱۴) کارایی مدل‌های فراکتالی را برای توصیف توزیع اندازه ذرات خاک مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نشان دادند که تابع فراکتالی در خاک‌های درشت بافت بهتر از خاک‌های ریز بافت قادر به توصیف توزیع اندازه ذرات می‌باشند. روابط خطی قابل توجه بین ابعاد فراکتال و ذرات خاک نشان دهنده این است که ابعاد فراکتال اندازه ذرات خاک پارامتر مفیدی می‌باشد که اطلاعاتی در مورد میزان تخریب خاک ارائه می‌دهد و پتانسیل بیابان زایی خاک را نیز تخمین می‌زند. تئوری فراکتال یک ابزار سودمند برای توصیف پدیده‌های دارای خصوصیات خود تشابه از جمله توزیع اندازه ذرات می‌باشد. بعد فراکتال پارامتر مهمی است که می‌توان با استفاده از آن تغییرات کاربری و مقدار فرسایش‌پذیری یک منطقه را تحلیل نمود. همچنین در اغلب مناطق، مقادیر کم بعد فراکتال بیانگر فرسایش پذیر بودن آن است. در مناطق نیمه خشک مانند منطقه مورد مطالعه بیشتر نمونه های بافت خاک منطقه Sandy Loam می‌باشد و درصد شن آن نیز بالاست، ذرات ریز خاک به شدت در معرض فرسایش می‌باشند و به راحتی توسط جریان آب به پایین دست حمل می‌شوند. عدم وجود ذرات رس در بافت خاک می-

تواند پتانسیل فرسایش خاک را افزایش دهد. دانه‌بندی خاک نشان می‌دهد مقدار رس در خاک منطقه کم می‌باشد. با کاهش مقدار رس و سیلت و افزایش مقدار شن بعد فرکتال کاهش می‌یابد و این موضوع می‌تواند با فرسایش بیشتر ارتباط داشته باشد.



نتایج کلی

نتایج رگرسیون خطی نشان می‌دهد که بین بعد فرکتال و دانه‌بندی ذرات شن همبستگی منفی و با دانه‌بندی رس و سیلت همبستگی مثبت مشاهده شد. با توجه به نتایج عملیات کشاورزی چنانچه در چهارچوب مدیریتی صحیح قرار نگیرد می‌تواند پیامدهایی زیان بار بر کیفیت خاک‌ها داشته باشد. از این رو لازم است با آگاه‌سازی کشاورزان نسبت به شرایط فیزیکی خاک توجه آنان در پذیرش و انجام عملیات مدیریتی بهینه، اقدامات گسترده‌ای در سطح کشور صورت گیرد تا شاهد حفظ و افزایش کیفیت خاک و بهبود شرایط معیشتی مردم باشیم.

- A. Ataee M. Gorji Y. (2015) Parviz. Evaluation of the Suitability of Fractal Dimension of Soil Aggregates in Assessing Different Soil Management Practices. SOIL RESEARCH. 28(4), 701-712.
- Ajami, M. 2007. Soil quality attributes micropedology and clay mineralogy as affected by land use change and geomorphic position on some loess-derived soils in eastern Golestan Province, Agh-Su watershed. Thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 191 p. (In Persian).
- Akinde, B. P., Olakayode, A. O., Oyedele, D. J., & Tijani, F. O. (2020). Selected physical and chemical properties of soil under different agricultural land-use types in Ile-Ife, Nigeria. Heliyon, 6(9), e05090.
- Ayoubi S., Mokhtari J., Mosaddeghi M.R. and Zeraatpisheh M. 2018. Erodibility of calcareous soils as influenced by land use and intrinsic soil properties in a semiarid region of central Iran. Environmental Monitoring and Assessment, 190(4): 192.
- Babrnejad, z. H., zolfaghari, a. A., yazdani, m. R., hashemi, a. A., & kiyaniyan, m. K. (2017). Evaluation of fractal models in describing particle size distribution of sediment (case of study: fooladmahale of semnan).
- Celik I. 2005. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. Soil and Tillage Research, 83(2): 270-277.
- Emami, h. (2016). estimating some hydraulic characteristics of soil using fractal dimension of solid particles. electronic journal of soil management and sustainable production, 6(1), 219-232.
- Filgueira, R. R., Fournier, L. L., Cerisola, C. I., Gelati, P., & García, M. G. (2006). Particle-size distribution in soils: A critical study of the fractal model validation. Geoderma, 134(3-4), 327-334.
- Gholami L., Davari M., Nabiollahi K., and Jafari H. 2016. Effect of land use changes on some soil physical and chemical properties (case study: Baneh). Journal of Water and Soil Resource Conservation, 5(3): 13-27. (In Persian).
- Jost, E., Schönhart, M., Skalský, R., Balkovič, J., Schmid, E., & Mitter, H. (2021). Dynamic soil functions assessment employing land use and climate scenarios at regional scale. Journal of Environmental Management, 287, 112318.
- Macias, M.D.G., Carbajal, N., Vargas, J.T., 2020. Soil deterioration in the southern Chihuahuan Desert caused by agricultural practices and meteorological events. J. Arid Environ. 176, 104097.
- Martinez-Mena M, Lopez J, Almagro M, Boix-Fayos V and Albaladejo J, 2008. Effect of tock in a Semiarid Area of South- East Spain. Soil and Tillage Research 99: 119-129.
- Milla'n, H., M. Gonzalez-Posada and M.J. Aguilar. 2003. On the fractal scaling of soil data Particlesize distributions. Geoderma, 117: 117-128.
- Molaei, A. M., SALEHI, M., KARIMIAN, E. M., & MOSLEH, Z. (2020). Effect of Land-Use Change on some Physical and Chemical Indices of Soil Quality in the Bazoft Region, (Chaharmahal-Va-Bakhtiari Province).

- Reynolds, W. D., Bowman, B. T., Drury, C. F., Tan, C. S., & Lu, X. (2002). Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. *Geoderma*, 110(1-2), 131-146.
- Riahi, M. R., Vahabzadeh, G., & Raei, R. (2016). The role of land use change on some soil physicochemical properties (case study: watershed basin of Keyasar Galooga). *Water and Soil Science*, 26(1-1), 159-171.
- Shabani, S., Zeinalzadeh, K., & Rezaei, E. (2020). The performance of fractal models in estimating soil particle size distribution. *Applied soil research*, 8(4), 158-168.
- Su, Y. Z., Zhao, H. L., Zhao, W. Z., & Zhang, T. H. (2004). Fractal features of soil particle size distribution and the implication for indicating desertification. *Geoderma*, 122(1), 43-49.
- Tirgarsoltani, M. T., Gorji, M. H., Mohammadi, M., & Millan, H. (2014). Evaluation of models for description of wet aggregate size distribution from soils of different land uses. *Soil science plant nutrition*, 60: 123-133.
- Tyler, S. W., & Wheatcraft, S. W. (1992). Fractal scaling of soil particle-size distributions: analysis and limitations. *Soil Science Society of America Journal*, 56: 362-369.
- Xiao, L., Xue, S., Liu, G., & Zhang, C. (2014). Fractal features of soil profiles under different land use patterns on the loess plateau, China. *Journal of arid land*, 6(5), 550-560.
- Zhang, J. (2020). Soil environmental deterioration and ecological rehabilitation. In *Study of Ecological Engineering of Human Settlements* (pp. 41-82). Springer, Singapore.
- Zhao, X., Tong, M., He, Y., Han, X., & Wang, L. (2021). A comprehensive, locally adapted soil quality indexing under different land uses in a typical watershed of the eastern Qinghai-Tibet Plateau. *Ecological Indicators*, 125, 107445.

Evaluation of the fractal dimension in different soil managements

Dehghani¹, S., Naderi Khorasgani², M., Mohammadi, J.³ Karimi, A.⁴

¹ Ph.D. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahrekord, Shahrekord, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahrekord, Iran

³ Professor., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahrekord, Iran

⁴ Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahrekord, Iran

ABSTRACT

Degradation of water and soil resources in many areas is one of the concerns of producers and land use is one of the most important methods of human intervention in natural processes through which it increases or decreases soil degradation. In this research, the effect of different management measures on soil physical properties has been investigated using fractal geometry. The aim of this study was to investigate the effects of rangeland land use change on soil characteristics in Baghan watershed in the southeast of Bushehr province with an area of about 929 square kilometers, which is important from an agricultural point of view. Done. Accomplished. 63 samples of topsoil, 33 samples of arable lands and 24 samples of orchards were taken from a depth of 0 to 20 cm using the Latin cube cloud technique. The results show that land use change from rangeland to agriculture had no significant effect on the percentage of sand, silt and clay, while the average percentage of sand, silt, soil clay and fractal dimension in garden use showed different results. The coefficients of explanation of the linear function of the fractal dimension with the percentages of sand, silt and clay were 0.8, 0.55 and 0.82, respectively. The results of the correlation of fractal dimension with the percentage of sand, silt and clay show that the fractal dimension decreases with increasing soil particle size.

* Corresponding author, Email: Somayehdehghany@Yahoo.Com

رویکرد مهار فرسایش بادی در دالانهای فرسایشی دشت سیستان

حمیدرضا عباسی^۱، فرهاد خاکساریان^۲

۱- استادیار موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

(hamidabbasi9999@gmail.com)

۲- کارشناس ارشد موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

چکیده

چالش آب و فرسایش بادی همواره در دشت سیستان دو موضوع اساسی است. بیش از نیم قرن است که پژوهشها و برنامه های اجرایی تثبیت خاک و کنترل ماسه های روان در این منطقه انجام شده ولی هنوز چالش گرد و غبار و ماسه های روان موجب ایجاد مشکلات اقتصادی و اجتماعی متعددی می شود. محاسبه انرژی بادهای فرساینده براساس قابلیت حمل ماسه با استفاده از روش فرایبرگر-دین نشان داد که بادهای فرساینده دارای انرژی بسیار زیاد بر اساس قابلیت حمل ماسه زیاد ($DP=2513 \text{ v.u}$) در ایستگاه زابل و زهک می باشند. از آنجاییکه رابطه بین نیروی باد و پوشش گیاهی از مدل هیستروزیس تبعیت می کند نگهداری رسوبات بادی توسط پوشش گیاهی در انرژیهای بالای باد امکانپذیر نبوده و یا به سختی صورت می گیرد. در واقع پوشش گیاهی تا یک آستانه نیروی باد توان نگهداری ماسه را دارد. براین اساس، موفقیت تثبیت و نگهداری رسوبات بادی در داخل چهار دالان فرسایشی قرقری-پوزک، نیاتک، جزینک و تاسوکی-ریگ چاه امکانپذیر نیست و نباید هزینه ایی در این رابطه صورت گیرد. همچنین توسعه اراضی کشاورزی گروههای هم آب، ساختارهای زیربنایی و کانونهای جمعیتی در داخل دالانهای فرسایشی بایستی صورت گیرد و یا از آن باید خارج شود. رویکرد تثبیت بایستی در دشت سیستان بایستی محدود به بستر هامونهای سیستان و بر روی خاکهای حساس تمرکز یابد.

واژگان کلیدی: انرژی باد، بادهای فرساینده، دالانهای فرسایشی، قابلیت حمل ماسه

مقدمه

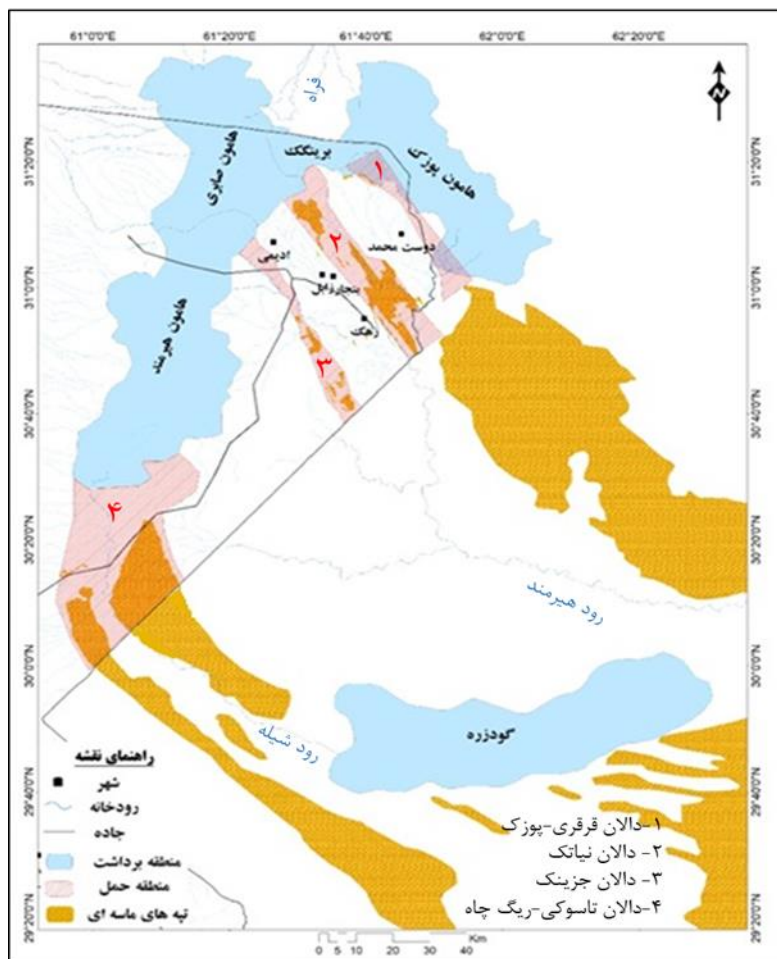
آب و فرسایش بادی از چالشهای اساسی دشت سیستان است که بواسطه تغییر هیدرولوژیکی رود هیرمند در اثر سدسازی و خشکسالی در سالهای اخیر شدت گرفته است. حوضه رود هیرمند حدود ۴۰ درصد افغانستان را می پوشاند و رود هیرمند یکی از سرکش ترین رودهای جنوب غربی آسیا بشمار می آید. این رود با طول حدود ۱۱۰۰ کیلومتر از کوههای بابا در جنوب غربی کابل سرچشمه می گیرد و منبع اساسی تامین آب منطقه سیستان است و همواره رفتار غیرقابل پیش بینی از خود بروز داده است (UNEP 2006). بر این اساس سیل و خشکسالی همواره دو چالش رایج در این حوضه است که می تواند در دو سال متوالی به سرعت از این بحران به دیگری تبدیل شود.

در پایاب این رود، فروافتادگی دشت سیستان همانند یک کاسه، در اثر تجمع رسوبات آبرفتی دلتایی و دریایی شکل گرفته است. مجموعه هامونهای شش گانه، بنامهای هامون پوزک، هامون چنگ سرخ، هامون برینگک، هامون صابری، هامون هیرمند و نهایتاً گودزره بصورت یک دایره، دشت سیستان را دربر گرفته اند (شکل ۱). هامونها در واقع یک بوم سازگان دریاچه ای موقت هستند که دائماً در حال خشک و مرطوب شدن می باشند. مساحت هامونهای سیستان ۵۳۴۶ کیلومتر مربع (بدون گودزره) است که حدود ۶۴ درصد آنها در ایران و مابقی در افغانستان واقع شده است (UNEP 2006).

بدون شک، وابستگی حیات سرزمین سیستان به آب هیرمند کاملاً مشخص است ولی در دهه های گذشته به دلایل بروز خشکسالیهای طولانی، تغییر اقلیم و سدسازی، آب کافی به آنها نرسیده است و پدیده گرد و غبار و هجوم ماسه های روان افت وخیز قابل ملاحظه ای داشته است. مجموعه دشت و بستر هامونهای سیستان از نظر پدیده فرسایش بادی در زمره مناطق برداشت و حمل گروه بندی

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

می شوند. منابع تولید رسوبات بادی یعنی بستر خشک هامون ها در منطقه سیستان با وجود میانگین ۱۴۴ روز گردوغباری در بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۷۴، از فعالترین چشمه های گرد و غبار در غرب آسیا محسوب می شود.



شکل ۱- موقعیت دشت سیستان، هامونهای شش گانه و دالانهای فرسایش بادی و رسوبات بادی

بادهای ۱۲۰ روزه که در از اواسط بهار تا اوایل پاییز می وزند چتر گرد و غبار و جریان ماسه، ساختارهای زیربنایی را در دشت سیستان، جنوب افغانستان، شمال پاکستان و حتی گاهی حرکت کشتی های تجاری را در اقیانوس هند و دریای عمان تحت تاثیر قرار می دهد. وجود این بادهای با انرژی بسیار زیاد که تقویم وزش آن تقریباً همزمان با خشک شدن هامونهای سیستان در فصل خشک سال است باعث تبدیل بستر هامونها به کانون گرد و غبار و ماسه می شود.

سطح آبگیر هامونهای سیستان در حال کوچک شدن است و روند تغییر اقلیم به آن شدت بخشیده است. آنها در اواسط هولوسن (حدود ۷۰۰۰ تا ۹۰۰۰ سال پیش) بسیار بزرگتر از امروزه و یکپارچه بوده اند و در اواخر هولوسن (۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ سال پیش) کوچکتر شده و گودزره از دریای زابل جدا می شود (Hamzeh et al. 2016). روند کوچک شدن دریای

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

زابل و بوجود آمدن هامونهای شش گانه سیستان تا عصر حاضر ادامه یافته و با توجه به تغییرات اقلیمی و سناریوهای افزایش دما (IPCC 2018) به احتمال زیاد این روند ادامه خواهد داشت و تنها قسمتهای گودتر از هامونهای سیستان در سالهای اخیر آبیاری شده اند. براین اساس، سطح بیشتری از بستر هامونها خشک شده و در معرض بادهای فرساینده قرار می گیرند. با این وجود، برداشت ذرات خاک از بستر هامونهای سیستان و حرکت آنها در داخل دالانهای فرسایشی لاجرم صورت می گیرد. مقاله پیش رو تلاش می کند تا نشان دهد با توجه به انرژی باد شدید در داخل کریدورهای فرسایشی، امکان مهار ماسه های روان وجود ندارد و از اینرو رویکرد مهار ماسه های روان در منطقه حمل باید تغییر کند و محدود به بستر هامونهای سیستان و بر روی خاکهای حساس تمرکز یابد. توسعه هرگونه ساختار زیربنایی در داخل دالانهای حمل ماسه نبایستی صورت گیرد و یا از آن باید خارج شود. پس از برداشت رسوبات از بستر هامونهای سیستان، ذرات کوچک رس و لای بصورت عمودی^۱ در اتمسفر منتشر می شوند و توفانهای گرد و غباری را بوجود می آورند و ذرات درشتتر که بیشتر ماسه هستند بصورت جریان افقی^۲ در چهار دالان فرسایشی در داخل دشت سیستان به طرف مرز افغانستان حرکت می کنند. این دالانهای حمل ماسه در اثر توپوگرافی سرزمین و جهت بادهای فرساینده شکل گرفته اند که عبارتند از: قرقری-پوزک (۱)، نیاتک (۲)، جزینک (۳) و تاسوکی-ریگ چاه (۴). جریان ماسه بیشتر از طریق این دالانهای فرسایشی وارد افغانستان می شود هر چند علاوه بر آنها، محدوده های کوچک برداشت و حمل در داخل دشت نیز قابل تشخیص می باشند که سطوح بزرگ و قابل توجه را دربرنمی گیرند (عباسی و همکاران ۱۳۹۶).

مواد و روشها

برای دستیابی به اهداف، ابتدا داده های ساعتی سرعت و جهت بادهای فرساینده در دوره آماری بیشت ساله ۹۶-۱۳۷۹ برای شش ایستگاه هواشناسی زابل، زهک، دلارام، فراه، هلمند، قندهار و اسپین بولداک تهیه و تنظیم شدند. طول دوره آماری ایستگاههای افغانستان به دلیل عدم وجود آمار کوتاه تر هستند. سپس با استفاده از مدل ریاضی فرایبرگر و دین (۱۹۷۹) براساس میزان فراوانی بادهای بالاتر از آستانه حرکت ذرات ماسه و مدت زمان وزش، شاخصی تحت عنوان قابلیت (پتانسیل) حمل ماسه (Drift Potential) برحسب واحد برداری محاسبه شد (رابطه ۱).

$$DP = V^2 (V - Vt) t \quad (1)$$

DP : قابلیت حمل ماسه برحسب واحد برداری، V: میانگین سرعت باد برحسب نات در ارتفاع ده متری، Vt: سرعت آستانه فرسایش که در اینجا ۱۲ نات (حدود ۶ متر برثانیه) در نظر گرفته شده است، t: مدت وزش باد

همچنین شاخصهای دیگر مرتبط با قابلیت حمل ماسه (DP)، جهت حرکت نهایی ماسه (RDD)، اندازه برداری حمل ماسه (RDP) و شاخص همگنی یا تغییر پذیری جهات باد (RDP/DP) نیز با استفاده از فرمولهای زیر محاسبه شدند (روابط ۲ و ۳).

$$RDP = (C^2 - D^2)^{0.5} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} C &= \sum(VU) \sin(\theta) \\ D &= \sum(VU) \cos(\theta) \\ RDD &= \arctan(C/D) \end{aligned} \quad (3)$$

¹-Vertical mass flux

²-Horizontal mass flux

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

اندازه برداری برآیند حمل ماسه (RDP) بیانگر مقدار یا اندازه برآیند توان حمل ماسه براساس جمع برداری در جهات مختلف وزش بادهای بالاتر از ۶ متر برثانیه است. شاخص جهت نهایی حرکت ماسه (RDD) نشاندهنده جهت نهایی حرکت ماسه را در طول سال نشان می دهد. هرچه این نسبت به عدد یک نزدیکتر باشد بادهای فرساینده یک جهته و برعکس هرچه به سمت صفر تمایل پیدا کند، بادهای چند جهته در منطقه حاکم است.

براین اساس مناطقی که کمتر از ۲۰۰ واحد برداری هستند به عنوان محیطهای بادی با انرژی کم؛ بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ واحد برداری، به عنوان بیابانهای با انرژی متوسط، و در نهایت بیش از ۴۰۰ واحد برداری، به عنوان محیطهای بادی با انرژی زیاد طبقه بندی می شوند (فرایبرگر و دین ۱۹۷۹)

همچنین محدوده دالانهای فرسایشی در دشت سیستان با پیمایش میدانی و جستجوی بصری از تصاویر ماهواره ای لندست ۸ و تصاویر گوگل ارث بر روی نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ تحدید شدند. ویژگیهای مرفولوژیکی رسوبات بادی چهار دالان شامل قرقری-پوزک، نیاتک، جزینک و تاسوکی- ریگ چاه با پیمایش میدانی مشخص شد و تغییرات مکانی آنها با استفاده از پیکه کوبی و مقایسه تصاویر ماهواره ای مورد بررسی قرار گرفت.

رابطه بین پوشش گیاهی و انرژی باد در داخل کریدورهای مذکور براساس ویژگیهای بادهای فرساینده با استفاده از مدل هیستروزیس تسوار(۲۰۰۵) و اسحاق (۲۰۰۷) مورد بررسی قرار گرفت و نهایتاً قابلیت مهار رسوبات بادی مورد بررسی قرار گرفت. مدلهای هیستروزیس یا بی ثباتی نشان دهنده تاخیر تغییر عامل موثر (انرژی باد) بر عامل دیگر (پوشش گیاهی) است. چون تاثیر باد بر گیاهان همان لحظه مشخص نمی گردد و پس از گذشت زمان و در طولانی مدت اثرات آن هویدا می شود از اینرو از این مدلها برای بررسی تاثیر اثر باد بر گیاهان استفاده می گردد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه و تحلیل بادهای نشان داد که میزان متوسط سالانه سرعت بادهای ۱۲۰ روزه در ایستگاه زاہل ۶/۲ و در ایستگاه زهک ۵/۹ متر بر ثانیه است. سرعت این باد بتدریج از منطقه سیستان بطرف ریگستان کاهش پیدا کرده بطوریکه در ایستگاه اسپین بولداک در لبه شرقی ریگستان افغانستان به ۲/۴ متر بر ثانیه می رسد. از نظر مقایسه، دشت سیستان بالاترین میانگین سرعت باد را در بین ایستگاههای مناطق خشک و نیمه خشک کشور و همچنین بیابانهای داخلی جهان دارد. (Abbasi et al. 2019)

نتایج محاسبه قابلیت حمل و شاخصهای مرتبط در دشت سیستان و ریگستان (جدول ۲) نشان داد که میزان انرژی بادهای فرساینده در دشت سیستان بسیار زیاد است. مصباح زاده و احمدی (۲۰۱۴) مقدار قابلیت حمل ماسه در منطقه جاسک و یزد، بعنوان مناطق تحت تاثیر پدیده فرسایش بادی به ترتیب ۴۵۹ و ۹۲ واحد برداری برآورد کرده اند. عباسی و همکاران (2019) نشان دادند که قابلیت حمل در سیستان یکی از بالاترین مقادیر در بیابانهای داخلی جهان و همچنین دیگر بیابانهای ایران مانند حاشیه ریگ جن با ۸۱ (فتاحی و همکاران ۱۳۹۶)، ریگ بلند و دغ سرخ ۴۲۰ (نظری سامانی و همکاران ۱۳۹۶)، قم و جنوب تهران ۵۷۴ (شریفی و همکاران ۱۳۹۶) و اطراف دریاچه ارومیه ۲۲۳ (نظری و همکاران ۱۳۹۷) و حاشیه خلیج فارس و دریای عمان ۳۳۶ (اختصاصی و دادفر ۱۳۹۲) واحد برداری است. نتایج اندازه برداری برآیند حمل ماسه (RDP) نیز در سیستان (۲۳۸۰) بسیار بالاست. شاخص جهت نهایی حرکت ماسه (RDD) نیز در جدول ۱ نشان داد که رسوبات ماسه بادی در دشت سیستان در جهت جنوب شرقی (زاویه ۱۲۱ درجه از شمال صفر درجه) حرکت می کنند و دالانهای حمل ماسه نیز تقریباً در همین راستا، شمال غربی - جنوب شرقی شکل گرفته اند. همچنین شاخص همگنی جهت حمل ماسه (RDP/DP) در ایستگاههای زاہل و زهک برابر ۰/۹ است که نشاندهنده حاکمیت بادهای یک جهته (هم جهت بادهای ۱۲۰ روزه) است و این امر بر حرکت یک جهته ماسه های روان از سمت هامونها (محل برداشت) بسوی ریگستان افغانستان (محل رسوب) است. این در حالیست که مقدار این نسبت در قندهار و اسپین بولداک به حدود ۰/۳ می رسد که نشاندهنده حاکمیت بادهای فرساینده چند جهته در ریگستان افغانستان است.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۱- ویژگیهای بادهای فرساینده در سیستان و جنوب افغانستان

ایستگاه هواشناسی	دوره آماری	قابلیت حمل DP	RDP	RDD°	RDP/DP	کلاس انرژی باد محیط	پتانسیل حمل رسوب m ³ /m/Y
زابل	۱۳۷۴-۱۳۹۴	۲۵۱۶	۲۳۸۰	۱۲۱	۰/۹	زیاد	۱۷۶
زهک	۱۳۷۴-۱۳۹۴	۱۷۱۷	۱۵۸۱	۱۲۳	۰/۹	زیاد	۱۲۱
فراه	۲۰۱۲-۲۰۱۴	۲۱۰	۹۹	۱۲۰	۰/۵	متوسط	۱۵
شیندید	۲۰۱۰-۲۰۱۴	۶۴۰	۵۵۰	۱۸۲	۰/۸۶	زیاد	۱۳
قندهار	۲۰۱۱-۲۰۱۴	۱۶۸	۳۱	۹۵	۰/۳	کم	۷
اسپین بولداک	۲۰۱۰-۲۰۱۴	۱۰۱	۸۰	۵۴	۰/۵	کم	۷

پس از برداشت رسوبات از بستر هامونهای سیستان، ذرات کوچک رس و لای بصورت عمودی^۳ در اتمسفر منتشر می شوند و توفانهای گرد و غباری را بوجود می آورند و ذرات درشتتر که بیشتر ماسه هستند بصورت جریان افقی^۴ در چهار دالان فرسایشی در داخل دشت سیستان به طرف مرز افغانستان حرکت می کنند. این دالانهای حمل ماسه در اثر توپوگرافی سرزمین و جهت بادهای فرساینده شکل گرفته اند که عبارتند از: قرقری-پوزک (۱)، نیاتک (۲)، جزینک (۳) و تاسوکی-ریگ چاه (۴) که در شکل ۱ نمایش داده شده است. جریان ماسه بیشتر از طریق این دالانهای فرسایشی وارد افغانستان می شود هر چند علاوه بر آنها، محدودههای کوچک برداشت و حمل در داخل دشت نیز قابل تشخیص می باشند که سطوح بزرگ و قابل توجه را دربرنمی گیرند (عباسی و همکاران ۱۳۹۶).

جهت قرارگیری دالانهای قرقری-پوزک، نیاتک و جزینک شمال غربی - جنوب شرقی و هم جهت بادهای فرساینده است. دالان تاسوکی-ریگ چاه در داخل ایران دارای جهت شمالی-جنوبی است که بیشتر بواسطه توپوگرافی تراسهای حاشیه رود شیلیه شکل گرفته است و در داخل افغانستان جهت شرقی - غربی پیدا می کند. بیشتر سطح دو دالان نیاتک و جزینک بواسطه ناهمواری ناشی از عبور رودخانه های نیاتک و سیستان شکل گرفته اند. بهمین سبب ماسه های روان در این مناطق در فصل خشک در داخل بستر و یا حاشیه رودخانه های مذکور جابجا می شوند. در واقع، ناهمواری سطح دشت به شکلی است که سرعت جریان هوا و به دنبال آن حرکت ماسه در داخل این دالانها بیشتر از مناطق همجوار است. بر همین اساس، پراکنش و حرکت رسوبات بادی بیشتر در داخل این دالانها مشاهده می شوند. البته تجمع ماسه در دو محدوده کوچک در مناطق کفتارگی و کمک در خارج از این دالانها نیز

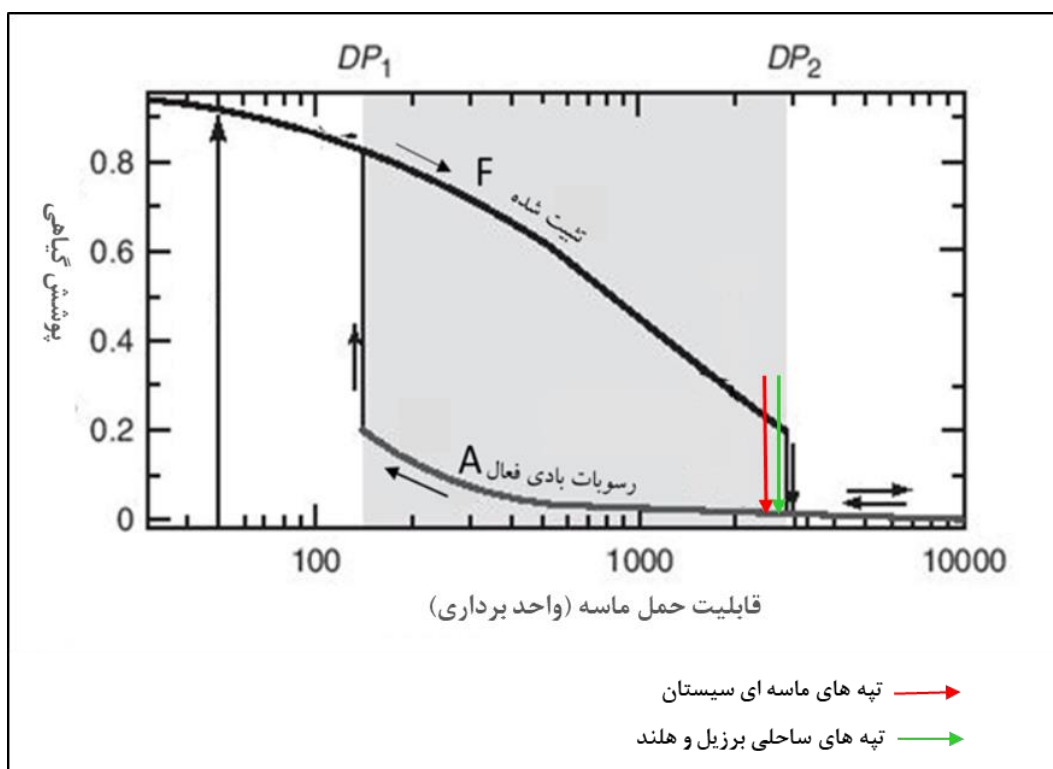
³-Vertical mass flux

⁴-Horizontal mass flux

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

وجود دارد. البته در برخی موارد نادر، سرعت باد بقدری افزایش می یابد که از آستانه فرسایش بیشتر خاکها فراتر رفته و تمامی سطح دشت درگیر این پدیده می شود.

با توجه به انرژی باد شدید در سیستان، درک این موضوع که پوشش گیاهی تا چه مقدار انرژی باد را می تواند مهار کند دارای اهمیت زیادی است. درک این مفهوم به برنامه ریزی تثبیت و مهار پدیده فرسایش بادی در محدوده حمل رسوبات کمک شایانی می کند. اثر انرژی باد و تغییرات آن بر پوشش گیاهی توسط چند پژوهشگر مشهور در حوزه علم فرسایش بادی مورد بررسی قرار گرفته است. تسوار^۵ رابطه بین نیروی باد و پوشش گیاهی را با استفاده از یک مدل بی ثباتی^۶ نشان داده است (Tsoar 2005). سپس این مدل توسط اسحاق^۷ و همکارانش بصورت شکل ۵ برای فعالیت تپه های ماسه بادی توسعه یافت که تغییرات انرژی باد براساس قابلیت حمل ماسه (DP₁, DP₂) بعنوان عامل تعیین کننده در مقابل ضریب پوشش گیاهی برای دو وضعیت تپه های ماسه بادی تثبیت شده (F) و فعال (A) ارائه گردید (Yizhaq, Ashkenazy, and Tsoar 2007). شکل ۲ نشاندهنده منحنی بی ثباتی مذکور است که محدوده خاکستری رنگ نشاندهنده منطقه بی ثباتی است. در این مدل فرض شده که باران کافی برای رویش گیاهان وجود دارد و محدودیتی از این نظر وجود ندارد.



شکل ۲- منحنی اثر متقابل تغییرات نیروی باد بر پوشش گیاهی رسوبات بادی در دو حالت تثبیت شده (F) و فعال (A) ، منبع: (Tsoar 2006, Yeizhaq et al. 2007) با اندکی تغییر.

همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است در منحنی A، با کاهش انرژی باد، وقتی قابلیت حمل به زیر ۱۰۰۰ می رسد پوشش گیاهی شروع به استقرار می کند و زمانی که به کمتر از ۲۰۰ واحد برداری برسد حداکثر کارایی حفاظتی را خواهد یافت.

^۵-Tsoar

^۶ - Hysteresis model

^۷-Yizhaq

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

ولی این روند در حالت برعکس (منحنی F) به گونه ای است که افزایش انرژی باد بالاتر از ۱۰۰۰ (vu) باعث از بین رفتن کامل پوشش گیاهی نخواهد شد ولی عملکرد حفاظتی آن کاهش قابل ملاحظه ای می یابد. بطور مثال تپه های ساحلی سرا استیت برزیل علیرغم دریافت بطور متوسط ۱۴۴۳ میلیمتر بارندگی، بواسطه انرژی باد زیاد (DP=2828 v.u.) کاملاً فعال است و پوشش گیاهی بواسطه شدت باد امکان نگهداری رسوبات بادی را ندارد. از نظر مقدار انرژی باد، تقریباً این منطقه مشابه دشت سیستان (DP= 2516 v.u) است با این تفاوت که محدودیتهای دیگری مانند بارندگی و تبخیر و تعرق در سیستان نیز مانع جدی برای رویش هستند.

آستانه تخریب پوشش گیاهی توسط نیروی باد شدید بطور دقیق مشخص نیست بطور مثال در مقیاس باد بوفورت، درختان بزرگ با باد ۵۱ گره (۲۶ متر بر ثانیه) شکسته و از بین می روند. این مقدار برای درختچه های بیابانی به دلیل ضعیف تر بودن کمتر است هرچند بسیاری از آنها در مقابل نیروی باد خم شده و شکل حفاظتی خود را از دست می دهند (شکل ۶). از سوی دیگر معمولاً به دلیل سرعت زیاد باد و میزان حجم رسوب منتقله، استقرار گیاهان موجب مدفون شدن آنها در زیر رسوبات می شوند. هرچند برخی گیاهان ماسه دوست با این شرایط سازگاری پیدا کرده و رشد عمودی سریعی دارند (Danin 1996). تجارب نشان داده است که در مناطق با شدت بالای فرسایش بادی به دلیل بیرون افتادن ریشه ها و یا مدفون شدن، نهالهای جوان کاشته شده، در صورت عدم حفاظت توسط بادشکن غیرزنده، از بین می روند و همچنین بانک بذر خاک به دلیل بادبردگی خاک سطحی غنی نیست. در مجموع می توان گفت که در سرعتهای بالای باد، امکان احیاء و استقرار پوشش گیاهی زنده بسیار سخت بوده و ضرورت دارد که سرعت باد را کاهش داده، تا بتوان گونه های گیاهی مناسب را استقرار داد. البته کاهش سرعت باد که حاوی مقادیر زیادی رسوب است موجب جمع شدن رسوب در بادپناه گیاهان خواهد شد.

با این استدلال، می توان نتیجه گرفت که اجرای پروژه های تثبیت و مهار رسوبات بادی فعال در داخل دالانهای فرسایشی سیستان امکانپذیر نیست و همانند مسیل های عبور سیل، این دالانهای فرسایشی نیز باید از ساختارهای زیربنایی و کانونهای جمعیتی تخلیه شوند. تجارب بدست آمده از نیم قرن تلاش بخش اجرایی (اداره منابع طبیعی) در داخل دالانهای مذکور که بی حاصل بوده نیز گواه این امر است. بطور مثال برای حفظ روستای محمد شاه کرم از ماسه های روان در وسط دالان نیاتک، هرساله هزینه گزافی بصورت مالچ پاشی و جنگلکاری صورت می گیرد. لایه مالچ، بعد از یک الی دو سال توسط ماسه های جدید مدفون شده و ضرورت تکرار عملیات هرساله می رود. این در حالیست که تجمیع ۵ روستا و احداث مجتمع شهرکی محمد شاه کرم در وسط دالان فرسایشی، اشتباه مکانیابی کانون معیتی در گذشته نه چندان دور است.

نگاهی گذرا به پژوهشها و برنامه های اجرایی تثبیت خاک و کنترل ماسه های روان در سیستان نشان می دهد که بیش از نیم قرن است که این فعالیتهای در منطقه حمل انجام شده است با این وجود هنوز چالش گرد و غبار و ماسه های روان موجب ایجاد مشکلات اقتصادی و اجتماعی متعددی می شود. در واقع، بخش بزرگی از فعالیتهای تثبیت ماسه های روان در سیستان در داخل دالانهای فرسایشی صورت گرفته است و کمتر به سطح هامونهای سیستان که منشاء رسوبات بادی است توجه کافی شده است. گرچه کارهای ارزشمندی نیز مانند احداث کمربند بادشکن حفاظتی در لبه هامونهای سیستان نیز وجود دارد. نمودار ۶ فعالیتهای مختلف اجرایی در زمینه مهار بیابانزایی را از سال ۱۳۴۷ تاکنون در سیستان نشان می دهد.

در مجموع می توان گفت:

- ۱- کلیدی ترین راهکار مهار فرسایش بادی و گرد و غبار در سیستان، رسیدن آب به هامونها از بالادست است ولی تغییر اقلیم و احداث سدها بر روی رود هیرمند به منظور توسعه کشاورزی و تولید انرژی، موجب کاهش آب ورودی به هامونها شده است بطوریکه سطح آبدار آنها در حال کوچکتر شدن هستند.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

- ۲- منشاء گرد و غبار و ماسه های روان سطح خشک هامونها بخصوص آبرفتهای مخروط افکنه ای حاشیه دریاچه هاست. مدیریت آب و پوشش گیاهی در این مناطق راهکار کاهش ریزگردها و ماسه های روان است
- ۳- ذرات ماسه پس از برداشت از بستر خشک دریاچه ها، در داخل ۴ دالان فرسایشی قرقری-پوزک، نیاتک، جزینک و تاسوکی-ریگ چاه به داخل افغانستان حمل می شوند.
- ۴- نتایج محاسبه قابلیت حمل ماسه براساس مدل فرایبرگر-دین نشان داد که میزان انرژی بادهای فرساینده در دشت سیستان بسیار زیاد است.
- ۵- با توجه به وجود بادهای فرساینده با نیروی زیاد و مدل اثر متقابل نیروی باد بر پوشش گیاهی، امکان نگهداری ماسه و رسوبات بادی در داخل دالانهای فرسایشی مذکور توسط عملیات تثبیت بیولوژیک و خاکپوشها (مالچ) وجود ندارد. ازاینرو نبایستی برنامه های تثبیت ماسه های روان در منطقه حمل (دالانهای فرسایشی) صورت گیرد و رویکرد عدم توسعه اراضی کشاورزی گروههای هم آب و خارج کردن ساختارهای زیربنایی و کانونهای جمعیتی از داخل دالانها بایستی مد نظر قرار گیرد. این در حالیست که در گذشته، بیشتر عملیات تثبیت در داخل دالانهای فرسایشی تمرکز یافته بود.
- ۶- به همین دلیل است که بیشتر بومیان سیستانی از فناوریهای مانند تنگ (احداث دیواره با سرشاخه های گز) سعی در انحراف ماسه های روان دارند و هرگز سعی در نگهداری ماسه در مزارع خود نمی کنند. همچنین هیچگاه اجازه احداث بادشکن در حاشیه اراضی کشاورزی خود را نمی دهند. اینمورد در دالان فرسایشی جزینک که قسمتی از آن اراضی کشاورزی است کاملا آشکاراست. بهمین خاطر است که بیشترین عملیات تثبیت بیولوژیک در داخل دالان نیاتک که معارض ندارد انجام شده است.

فهرست منابع

اختصاصی م.ر. و ص. دادفر. ۱۳۹۲. "بررسی رابطه تذبادهای سواحل جنوبی ایران با مورفولوژی تپه های ماسه ای." پژوهشهای جغرافیایی طبیعی ۴: ۶۱-۷۲.

راهداری، نظری سامانی ع.ا.، ا. توکلی فرد، ه. قاسمیه، ن. مشهدی، م.ر. ۱۳۹۶. "بررسی تلفیق داده های بادسنجی با ژئومورفولوژی ارگ کاشان." فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ۲۴ (۱): ۶۷-۷۹. <https://doi.org/10.22092/ijrdr.2017.109850>

شریفی، راهداری م.ر.، ح. احمدی، ع. طویلی، م. جعفری، ع.ا. نظری سامانی، م. خسروشاهی، و ش. ۱۳۹۸. "واکوی و پهنه بندی انرژی باد براساس قابلیت حمل ماسه در راه آهن قم-تهران." فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ۲۶ (۱): ۲۶-۴۰.

عباسی ح.ر.، گوهردوست آ.، خاکساریان ف.، گنجعلی. ۱۳۹۶. "ویژگی های ریخت شناسی رسوبات بادی و بادهای فرساینده دشت سیستان." مدیریت بیابان

نظری ع.ا.، ل. بیابانی، ح.ر. عباسی، و ح. خسروی. ۱۳۹۷. "نقش فرسایندهای باد و حمل ماسه بر تحرک پذیری ماسه در حاشیه دریاچه ارومیه." فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ۴۵ (۲): ۵۹۴-۶۱۲

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

- Abbasi, Hamidreza, Christian Opp, Micheal Groll, and Azadeh Gohardoust. 2019. "Wind Regime and Sand Transport in the Sistan and Registan Regions (Iran/Afghanistan)." *Zeitschrift Für Geomorphologie, Supplementary Issues* 62 (1): 41–57. https://doi.org/10.1127/zfg_suppl/2019/0543.3
- Danin. 1996. *Plants of Desert Dunes*. Springer.
- Hamzeh, Mohammad A., Mohammad H. Mahmudy-Gharaie, Hamid Alizadeh-Lahijani, Reza Moussavi-Harami, Morteza Djamali, and Abdolmajid Naderi-Beni. 2016. "PALEOLIMNOLOGY of LAKE HAMOUN (E Iran): IMPLICATION for PAST CLIMATE CHANGES and POSSIBLE IMPACTS on HUMAN SETTLEMENTS." *Palaios* 31 (12): 616–29. <https://doi.org/10.2110/palo.2016.055>.
- IPCC. 2018. "Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response To." https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15_SPM_version_report_LR.pdf.
- Mesbahzadeh, T., and H. Ahmadi. 2012. "Investigation of Sand Drift Potential (Case Study: Yazd - Ardakan Plain)." *Journal of Agricultural Science and Technology* 14 (4): 919–28.
- Tsoar, H. 2005. "Sand Dunes Mobility and Stability in Relation to Climate." *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications* 357 (1): 50–56. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2005.05.067>.
- UNEP. 2006. History of Environmental Change in the Sistan Basin 1976–2005.
- Yizhaq, Hezi, Yosef Ashkenazy, and Haim Tsoar. 2007. "Why Do Active and Stabilized Dunes Coexist under the Same Climatic Conditions?" *Physical Review Letters* 98 (18): 98–101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.98.188001>.

Approach to control of wind erosion challenge in Sistan erosive corridors

Hamidreza Abbasi¹, Farhad Khaksarian¹

Desert Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), 13165-116 Tehran, Iran Affiliations (Times New Roman 10pt, Regular)

Abstract

Water scarcity and wind erosion are always the two main challenges of Sistan Plain in Eastern Iran. For more than half a century, research and sand dune stabilization programs have been done to stabilize the soil and control quicksand in this area, but the challenge of dust and sand transport still causes many economic and social problems. Calculation of erosive wind energy based on sand drift potential (DP) using Fryberger-Dean method showed that erosive winds have very high energy (DP = 2513 v.u) at Zabol and Zahak synoptic stations. Since the relationship between wind force and vegetation follows the hysteresis model, the maintenance of wind sediments by vegetation at high wind energies is not possible or difficult. In fact, vegetation can hold sand up to a wind force threshold. Accordingly, the success of stabilizing aeolian sediments within the four erosive corridors of Gorgori-Pozak, Niatek, Jazinak and Tasuki-Rig Chah is not due to high wind energy. Therefore, the development of farm lands, infrastructure and villages within corridors should be taken out of them. The stabilization approach in the Sistan plain should be limited to the bed of Sistan hamons and focus on sensitive soils.

Keywords: Wind energy, Drift potential, Erosive corridors, Sistan

تأثیر حضور میکروپلاستیک‌های پلی‌ونیل کلراید (PVC) بر فراهمی کادمیم (Cd) در یک خاک آهکی

زهرا چوبینه^۱، امیر فتوت^۲، رضا خراسانی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد afotovat@um.ac.ir

۳- دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

میکروپلاستیک‌ها (>۵ میلی‌متر) به عنوان آلاینده‌های مقاوم نوظهور شناخته می‌شوند که نتیجه‌ی مصرف گسترده پلاستیک در جهان هستند. میکروپلاستیک‌ها می‌توانند بر رفتار فلزات سنگین در خاک اثرگذار باشند. هدف مطالعه حاضر بررسی اثر حضور همزمان میکروپلاستیک‌های پلی‌ونیل کلراید (PVC) و فلز سنگین کادمیم (Cd) بر فراهمی این عنصر در خاک است. بدین منظور آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل با دو فاکتور، میکروپلاستیک PVC در ۴ سطح (صفر، ۰/۵، ۱، ۴) و کادمیم در سه سطح (صفر، ۱۰ و ۲۰) با دو تکرار انجام گرفت. نتایج نشان داد که در سطح ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کادمیم، حضور ۰/۵ و ۴ درصد میکروپلاستیک در خاک به ترتیب سبب افزایش ۲۲ درصدی و کاهش ۲۳ درصدی غلظت کادمیم قابل دسترس شد. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که آلاینده میکروپلاستیک PVC می‌تواند بر رفتار شیمیایی کادمیم در خاک تأثیر بگذارد.

واژگان کلیدی: آلودگی، خاک، فلز سنگین، کادمیم، میکروپلاستیک

مقدمه

پلاستیک‌ها مواد همه‌کاره، بادوام و مقرون‌به‌صرفه‌ای هستند که به دلیل دارا بودن خصوصیات ویژه‌ای از جمله وزن و هزینه کم، خصوصیات شیمیایی پایدار، مقاومت در برابر سایش و ضد زنگ بودن، به طور گسترده در بخش‌های استراتژیک از جمله بسته‌بندی، ساخت و ساز، تولید خودرو، محصولات الکترونیکی و کشاورزی استفاده می‌شوند (پلاستیک اروپا، ۲۰۱۸). در این بین به هر ذره پلاستیکی که طول بزرگترین بُعد آن از ۵ میلی‌متر کمتر باشد، میکروپلاستیک (Microplastic) گفته می‌شود (سازمان ملی اقیانوسی و جوی (NOAA^۱، ۲۰۰۹). میکروپلاستیک‌ها می‌توانند از طرق مختلف وارد اکوسیستم‌های زمینی شوند که از جمله آن‌ها می‌توان مدیریت نامناسب محل دفن زباله (هی و همکاران، ۲۰۱۹)، کاربرد لجن فاضلاب (گاتیدو و همکاران، ۲۰۱۸)، آبیاری با آب فاضلاب (سان و همکاران، ۲۰۱۹)، به کارگیری مالچ‌های پلاستیکی (لی و همکاران، ۲۰۲۰)، کودهای آلی (ویثمن و همکاران، ۲۰۱۸) و ته‌نشست‌های اتمسفری (دریس و همکاران، ۲۰۱۵) نام برد. به‌علاوه، هم‌زمان با شیوع کوید-۱۹، مصرف محصولات پلاستیکی در جهان از جمله تجهیزات حفاظت شخصی (PPEs^۲) و وسایل پزشکی مانند ماسک‌ها، دستکش‌ها، سرنگ، کیت آزمایش، ظروف پلاستیکی و ... به طور چشمگیری افزایش داشته است و به عنوان منبعی برای میکروپلاستیک‌ها عمل می‌کنند (یونیسف، ۲۰۲۰). در حال حاضر میکروپلاستیک‌ها به عنوان یک آلاینده‌ی جهانی

¹ National Oceanic and Atmospheric Administration

² Personal Protective Equipment

نوظهور بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند (تانگ و همکاران، ۲۰۲۰). حضور میکروپلاستیک‌ها در خاک بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک از جمله جرم مخصوص ظاهری، خاکدانه‌سازی، ظرفیت نگهداشت آب، تبخیر و هدایت هیدرولیکی آب و دمای خاک، نسبت C:N، فعالیت‌های آنزیمی خاک، موجودات خاکزی و میکروارگانیسم‌ها و ... اثرگذار است به علاوه، میکروپلاستیک‌ها به سبب خصوصیات ویژه مانند دارا بودن سطح ویژه زیاد و گروه‌های عاملی، می‌توانند حامل آلاینده‌های زیست‌محیطی باشند و در جذب و همچنین واجذب انواع آلاینده‌های آلی و فلزات سنگین ایفای نقش کنند. به عنوان مثال در پژوهش انجام گرفته توسط ژو همکاران (۲۰۲۰)، نتیجه گرفته شد که میکروپلاستیک‌های پلی‌ونیل‌کلراید (PVC^۳) و پلی‌اتیلن سبک (LDPE^۴) و سنگین (HDPE^۵) می‌توانند فلزات کادمیم، سرب و مس را در سطح خود جذب کنند. افزودن میکروپلاستیک‌های پلی‌اتیلن سنگین (HDPE) به خاک سبب کاهش ظرفیت جذب کادمیم به خاک و افزایش ظرفیت واجذب کادمیم از خاک شد، در نتیجه زیست‌فراهمی کادمیم و خطر زیست‌محیطی این فلز سنگین را افزایش داد (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۹). در مطالعه صورت گرفته توسط یو و همکاران (۲۰۲۱) گزارش شد که میکروپلاستیک‌های پلی‌اتیلن بخش زیست‌فراهم فلزات را کاهش و بخش پیوند شده با مواد آلی را افزایش می‌دهند.

با وجود حضور گسترده میکروپلاستیک‌ها در خاک، تمرکز مطالعات میکروپلاستیکی پیشین بیشتر در محیط‌های آبی بوده است به همین جهت، کمبود مطالعات در رابطه با آلودگی میکروپلاستیکی در محیط‌های خاکی وجود دارد. به علاوه، میکروپلاستیک‌های خاک می‌توانند به طرق مختلف از جمله باد، غبار، فرسایش و رواناب سطحی به محیط‌های اطراف مانند هوا و آب منتقل شوند (اوکنور و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین خاک فقط محل ذخیره‌ای برای میکروپلاستیک‌ها نبوده و می‌تواند منبعی برای محیط اطرافش باشد (گوا و همکاران، ۲۰۲۰). لذا ضروریست تا مطالعات بیشتری برای شناسایی اثرات دقیق آن‌ها در خاک انجام شود تا با شناخت بیشتر، برای مقابله و کنترل آن‌ها اقداماتی صورت گیرد.

مواد و روش‌ها

نمونه خاک از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر از مزرعه دانشگاه فردوسی مشهد برداشته شد. سپس هوا خشک شده و برای تجزیه خاک از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. پودر PVC (گرید ۵۷ پتروشیمی آبادان) با اندازه ذرات بین ۵۰ تا ۱۵۰ میکرون از کارخانه پلیمرتوس مشهد تهیه گردید. در ادامه و به منظور حذف فلزات سنگین، ذرات PVC ابتدا با HNO_3 ۰/۱ مولار و سپس چندین بار با آب مقطر شسته شد و برای خشک شدن به آن با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت یک روز منتقل شد.

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل با دو فاکتور، میکروپلاستیک PVC در ۴ سطح (صفر، ۵، ۱۰، ۱ و ۴) و کادمیم در سه سطح (صفر، ۱۰ و ۲۰) با دو تکرار انجام گرفت. جهت آماده‌سازی نمونه‌ها، ۵۰ گرم نمونه خاک داخل هر ظرف توزین شده و سطوح مورد نظر از میکروپلاستیک و کادمیم اعمال شده و به خوبی مخلوط شدند. نمونه‌ها جهت به تعادل رسیدن به مدت یک‌ماه کنار گذاشته شدند. در طی این مدت رطوبت ظرفیت زراعی نمونه‌ها با آب مقطر تامین گردید. پس از گذشت این زمان، غلظت کادمیم قابل دسترس به روش لیندزی و نورول (۱۹۸۷) استخراج شده و با دستگاه جذب اتمی مدل (PG990) قرائت شد.

³ Polyvinyl chloride

⁴ Low-density polyethylene

⁵ High-density polyethylene

برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار JMP 8 استفاده شد و جهت مقایسه میانگین داده‌ها، آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. برای رسم اشکال از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ گزارش شده است.

جدول ۱- خصوصیات اولیه خاک

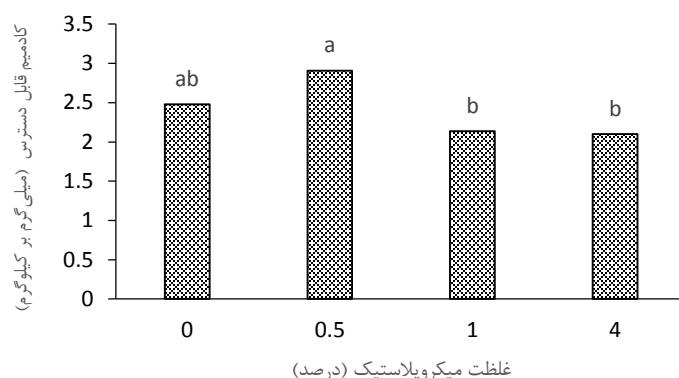
ویژگی‌های شیمیایی	خاک	واحد
بافت	Loam	-
pH	۷/۴۳	-
قابلیت هدایت الکتریکی (ECe)	۱/۱۴	دسی‌زیمنس بر متر
کربن آلی (OC)	۰/۴	درصد
کربنات کلسیم معادل	۱۵/۳	درصد
ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)	۱۳/۲	cmol/kg
کادمیم قابل دسترس (DTAP-Cd)	۰/۴۵	mg/kg

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر مقدار کادمیم قابل دسترس خاک حاکی از معنی‌دار بودن اثر ساده میکروپلاستیک، اثر ساده غلظت و برهمکنش این دو بر مقدار کادمیم قابل دسترس خاک بود (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی بر غلظت کادمیم قابل دسترس

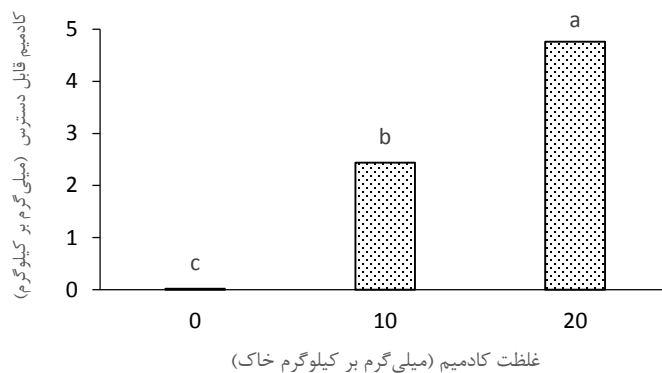
منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	نسبت F	Prob > F
میکروپلاستیک	۳	۲/۵۴	۰/۸۴	۵/۲۳	۰/۰۱
کادمیم	۲	۸۹/۹۸	۴۴/۹۹	۲۷۷/۳۹	۰/۰۱
کادمیم*میکروپلاستیک	۶	۳/۶۹	۰/۶۱	۳/۷۹	۰/۰۲
خطا	۱۲	۱/۹۴	۰/۱۶		
کل	۲۳	۹۸/۱۷			

بیشترین مقدار کادمیم قابل دسترس در تیمار ۰/۵ درصد میکروپلاستیک و کمترین مقدار آن در تیمار ۱ و ۴ درصد میکروپلاستیک مشاهده شد. سه سطح ۰/۵، ۱ و ۴ درصد میکروپلاستیک در مقایسه با شاهد (سطح صفر) به ترتیب باعث افزایش ۱۷ درصدی و کاهش ۱۳ و ۱۵ درصدی غلظت کادمیم قابل دسترس شدند (شکل ۱).



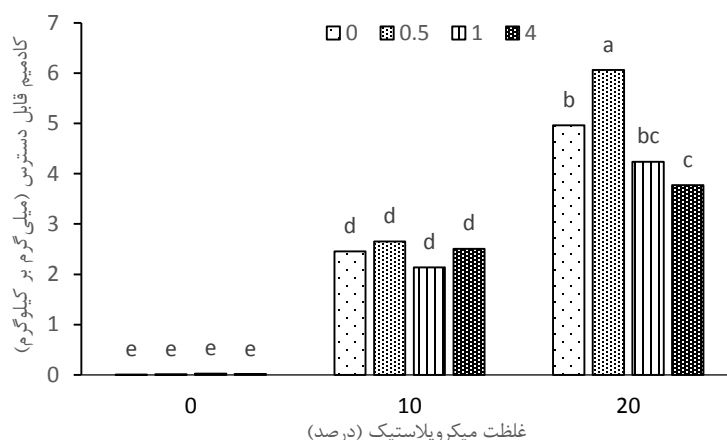
شکل ۱- نتایج مقایسه میانگین اثر ساده میکروپلاستیک بر غلظت کادمیم قابل دسترس در خاک

همانطور که انتظار می‌رفت با افزایش غلظت کادمیم خاک از صفر به ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، مقدار کادمیم قابل دسترس نیز افزایش یافت به طوری که در غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کادمیم، غلظت کادمیم قابل دسترس بیشترین مقدار (۴/۸۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود (شکل ۲).



شکل ۲- نتایج مقایسه میانگین اثر ساده غلظت فلز سنگین بر غلظت کادمیم قابل دسترس در خاک

بر طبق نتایج نشان داده شده در شکل ۳، در دو سطح ۰ و ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کادمیم، سطوح میکروپلاستیک اضافه شده اختلاف معنی‌داری از نظر غلظت کادمیم قابل دسترس با یکدیگر نداشته‌اند. در دو سطح ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کادمیم رفتار سطوح مختلف میکروپلاستیک مشابه با یکدیگر بوده به طوری که در ابتدا و در سطح ۰/۵ درصد میکروپلاستیک، غلظت کادمیم قابل دسترس افزایش داشته و در ادامه با افزایش سطوح این ترکیب در خاک غلظت نیز کاهش یافت. در سطح ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کادمیم سطح ۰/۵ درصد میکروپلاستیک سبب افزایش ۲۲ درصدی و سطح ۴ درصد سبب کاهش ۲۳ درصدی مقدار کادمیم قابل دسترس نسبت به شاهد در خاک گردید.



شکل ۳- نتایج برهمکنش غلظت فلز سنگین و میکروپلاستیک بر غلظت کادمیم قابل دسترس در خاک

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که سطوح کم میکروپلاستیک در خاک باعث افزایش غلظت قابل دسترس کادمیم در خاک شده و با افزایش مقدار میکروپلاستیک، غلظت کاهش یافت. در مورد علت احتمالی افزایش فراهمی کادمیم می توان به اثر حضور میکروپلاستیکها بر فراهمی فلزات در خاک اشاره کرد. در این زمینه ژانگ و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که حضور میکروپلاستیکها سبب افزایش فراهمی کادمیم می شود. همچنین در پژوهش یو و همکاران (۲۰۲۱)، گزارش شد که حضور میکروپلاستیکها در خاک، کاهش سهم بخش قابل تبادل فلزات و افزایش بخش سهم بخش پیوند شده با مواد آلی را باعث می شود که می تواند توجیهی برای کاهش غلظت کادمیم قابل دسترس در غلظت ۴ درصد باشد.

نتیجه گیری

حضور میکروپلاستیکها در خاک به عنوان آلاینده هایی که به تازگی توجه پژوهشگران را جلب کرده می تواند فراهمی فلزات را دستخوش تغییر کند. با توجه به مطالعات پیشین، غلظت و نوع میکروپلاستیک می تواند اثرات متفاوتی در فراهمی آلاینده های خاک داشته باشند. نتایج این آزمایش نشان داد که غلظت های کم میکروپلاستیکها در خاک می تواند غلظت کادمیم قابل دسترس را تحت تاثیر قرار دهد و بنابراین ضروریست تا مطالعات بیشتری با انواع مختلف میکروپلاستیکها در خاک های متفاوت صورت گیرد.

فهرست منابع

1. Arthur, C., Baker, J. and Bamford, H.(eds). (2009). Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris. Sept 9-11, 2008. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30.
2. Dris, R., Gasperi, J., Rocher, V., Saad, M., Renault, N., and Tassin, B. (2015). Microplastic contamination in an urban area-a case study in greater Paris. *Environmental Science & Technology*. 12, 592-599.
3. Gao, F., Li, J., Sun, C., Zhang, L., Jiang, F., Cao, W., and Zheng, Li. (2019). Study on the capability and characteristics of heavy metals enriched on microplastics in marine environment. *Marine Pollution Bulletin*. 144, 61-67.
4. Gatidou, G., Arvaniti, O.S., Stasinakis, Athanasios S. (2019). Review on the occurrence and fate of microplastics in Sewage Treatment Plants. *Journal of Hazardous Materials*. 367, 504- 512.
5. Guo, J., Huang, X., Xiang, L., Wang, Y., Li, Y., Li, Hui., Cai, Q., Mo, C., and Wong, M. (2020). Source, migration and toxicology of microplastics in soil. *Environment International*. 137, 105263.

6. He, P., Chen, L., Shao, L., Zhang, H., and Lü, F. (2019). Municipal solid waste (MSW) landfill: a source of microplastics-evidence of microplastics in landfill leachate. *Water Research*. 159, 38–45.
7. Li, W., Wufuer, R., Duo, J., Wang, S., Luo, Y., Zhang, D., and Pan, X. (2020). Microplastics in agricultural soils: Extraction and characterization after different periods of polythene film mulching in an arid region. *Science of the Total Environment*. 749, 141420.
8. Lindsay, W. L., and Norvell, W. A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil science society of America journal*, 42(3), 421-428.
9. O'Connor, D., Pan, S., Shen, Z., Song, Y., Jin, Y., Wu, W.M., Hou, D. (2019). Microplastics undergo accelerated vertical migration in sand soil due to small size and wet-dry cycles. *Environmental Pollution*. 249, 527–534.
10. PlasticsEurope. (2018). *Plastics – the facts 2018: an analysis of European plastics production, demand and waste data*. www.plasticseurope.org.
11. Sun, J., Dai, X., Wang, Q., van Loosdrecht, M.C.M., Ni, B. J. (2019). Microplastics in wastewater treatment plants: detection, occurrence and removal. *Water Research*. 152, 21–37.
12. Tang, S., Lin, L., Wang, X., Feng, A., and Yu, A. (2020). Pb(II) uptake onto nylon microplastics: Interaction mechanism and adsorption performance. *Journal of Hazardous Materials*. 386, 121960.
13. UNICEF. (2020). *COVID-19 Emergency Preparedness and Response*, United Nations Children's Fund (UNICEF).
14. Wang, F., Zhang, X., Zhang, S., Zhang, S., Adams, C., and Sun, Y. (2020). Effects of Co-contamination of microplastics and Cd on plant growth and Cd accumulation. *Toxics*. 8, 1-12.
15. Weithmann, N., Möller, J.N., Löder, M.G.J., Piehl, S., Laforsch, C., Freitag, R. (2018). Organic fertilizer as a vehicle for the entry of microplastic into the environment. *Science Advances*. 4, 1-8.
16. Yu, H., Zhang, Z., Zhang, Y., Fan, P., Xi, B., and Tan, W. (2021). Metal type and aggregate microenvironment govern the response sequence of speciation transformation of different heavy metals to microplastics in soil. *Science of the Total Environment*. 752, 141956.
17. Zhang, S., Han, B., Sun, Y., and Wang, F. (2019). Microplastics influence the adsorption and desorption characteristics of Cd in an agricultural soil. *Journal of Hazardous Materials*. 388, 121775.
18. Zou, J., Liu, X., Zhang, D., and Yuan, X. (2020). Adsorption of three bivalent metals by four chemical distinct microplastics. *Chemosphere*. 248, 126064.

Effect of Polyvinylchloride (PVC) Microplastics on Cadmium Bioavailability in a Calcareous Soil

Zahra Choubineh¹, Amir Fotovat², Reza Khorassani³

1- M.Sc. Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

2- Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad afotovat@um.ac.ir

3- Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Microplastics (<5 mm) are known as emerging pollutants as a result of the plastics vast usage around the world. Microplastics can affect heavy metals behavior in soils. The goal of this study was to investigate cadmium (Cd) bioavailability in co-contamination of polyvinylchloride (PVC) microplastics and cadmium in a calcareous soil. For this purpose, a completely randomized design with factorial configuration was conducted with two factors, *i.e.*, PVC microplastics in four levels (0, 0.5, 2, 4% w/w) and Cd in three levels (0, 10 and 20 mg/kg) with two repetitions. Results showed that in 20 mg/kg of Cd along with the presence of 0.5 and 4 % microplastic caused a 22% increase and 23% decrease of DTPA extractable Cd, respectively. Therefore, it can be concluded that PVC microplastic as a pollutant may influence chemical behavior of Cd in soil.

Keywords: cadmium, heavy metals, microplastics, pollution, soil

مقدمه

گزارشات متواتری از بحران آب و خاک در سرزمین ایران در مجلات معتبر جهانی از طرف اندیشمندان ایرانی و خارجی در سال‌های اخیر نشر یافته است. ونیز فرهیختگان و کارشناسان با سابقه که حدود ۴۰ سال در کشور در کسوت مسئول درجه اول تولیدات کشاورزی را بعهدہ داشته‌اند براین باورند که در آینده‌ای نه چندان دور کمبود غذا و بحران آب باعث کوچ اجباری بیش از نیمی از جمعیت را بدنبال خواهد داشت و در سال ۱۴۲۰ برای جمعیت ۱۰۷ میلیون نفر، بخش کشاورزی یعنی بخش امنیت غذایی کشور، حدوداً غذای حدود ۷۰ میلیون نفر باید از خارج وارد شود^(۱). همچنین سازمان‌های بین‌المللی بخصوص سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (FAO) در گزارشات خود شدت بحران آب و زمین و در نتیجه کاهش شدید تولیدات کشاورزی و سوء تغذیه را گوش‌زد می‌نماید. در این گزارش آمده که؛ "خوف آن می‌رود که از هر ۲۰ نفر یکی در معرض چالش‌ها و تبعات سوء تغذیه باشد، تفسیر کمی این آمار یعنی پیش بینی حدود ۳۷۰ میلیون (معادل جمعیت ایران و ۹ کشور دیگر منطقه) انسان رنجور ناشی از سوء تغذیه در افق ۲۰۵۰ (۱۴۳۰ ه.شمسی) که با هر استاندارد برای افراد مسئولیت پذیر تکان دهنده می‌باشد^(۲)". فائومقدار اراضی کشاورزی لازم برای امنیت و پایداری غذایی با تنوع رژیم غذایی امریکای شمالی و اروپای غربی برابر ۰/۵ هکتار برای هر فرد اعلام نموده است^(۳). بررسی‌های انجام شده براساس سبد مطلوب غذایی سال ۱۳۹۱ سازمان غذا و دارو نشان می‌دهد که برای تأمین غذا و سیری شکمی جمعیت ایران در سال ۱۴۳۰ که برابر گزارش مرکز آمار ایران حدود یکصد میلیون نفر می‌رسد، به ۳۶/۸ میلیون هکتار زمین زراعی نیاز خواهد بود^(۴) و این در صورتی است که مطابق آمار متوسط اراضی زیر کشت از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۷ با احتساب متوسط ۲۸ درصد اراضی آیش حدود ۱۱/۵ میلیون هکتار^(۵) یعنی ۳۰ درصد اراضی مورد نیاز افق ۱۴۳۰ بوده است. این بررسی به این چالش می‌پردازد که برای حد اقل رسیدن به خود اتکایی (self-sufficiency) چه رویکردی را باید برگزید تا ضمن ارتقاء مؤلفه‌های زیست محیطی و دوری از حوزه سیاست ورزی در عرصه اقتصاد کشاورزی، فعالیت‌های اقتصاد کشاورزی مبتی بر مزیت‌های نسبی کشور (برتری اکولوژیکی) و با رویکرد فناورانه (استفاده از برتری تکنولوژیکی) ونیز بهره گیری از کشت فراسرزمینی از ایجاد سوء تغذیه جمعیت افق ۱۴۳۰ و کوچ اجباری میلیونی جمعیت جلوگیری بعمل آید.

مواد و روش‌ها

بررسی وضعیت تأمین غذا و امنیت غذایی در مورد پیش بینی ۱۰ میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰ که توسط سازمان‌های جهانی بخصوص سازمان خواربار کشاورزی سازمان ملل متحد (فائو) در گزارشی تحت عنوان «وضعیت منابع زمین و آب جهان برای غذا و کشاورزی- مدیریت نظام‌های در معرض خطر» و پیش بینی اینکه از هر ۲۰ نفر یک نفر در معرض سوء تغذیه قرار خواهد گرفت و ۳۷۰ میلیون نفر یعنی معادل جمعیت ایران و ۹ کشور دیگر منطقه (ترکیه، پاکستان، ترکمنستان، ارمنستان، آذربایجان، عراق، کویت، عمان، عربستان و امارات متحده عربی) انسان رنجور ناشی از سوء تغذیه در افق ۲۰۵۰ که با هر استاندارد برای افراد مسولیت پذیر تکان دهنده می‌باشد^(۲). آنچه در این آمار بیش از هر عاملی حایز اهمیت می‌باشد اینکه عمده این لشکریان تهیدست ساکنین نسبتاً کم اقبالی در افریقا و آسیا خواهند بود. و اینکه برای سیری سلولی هر نفر نیاز به ۰/۵ هکتار زمین کشاورزی می‌باشد، لزوم بررسی جمعیت ایران در سال ۱۴۳۰ که مرکز آمار ایران در دوسناریو جمعیت را در افق ۱۴۳۰ با کمینه ۹۵/۳ میلیون و بیشینه ۱۱۲/۵ میلیون نفر گزارش نموده است^(۶)، مطابق دیدگاه جهانی، ضرورت بررسی تأمین غذای جمعیت در حال افزایش را در ایران دیکته می‌کند، تا هنگام با سازوکارهای جهانی بتوان از هم اکنون چاره اندیشی نمود و از در صورت ضرورت از کمک‌های مربوطه استفاده نمود. خصوصاً بنا بر مقالات متعدد علمی در مجلات داخلی و خارجی توسط اندیشمندان که با توجه به

وضعیت کمیابی آب در ایران و کمبود عرصه‌های مناسب کشت کار و در معرض خطر قرار گرفتن زمین بدلیل توسعه شهری و صنعتی و تبعات آن و همچنین فرسایش خاک که دارای نرخ رشد بالایی می‌باشد و همچنین اختطار متواتر مسئولینی که دارای سوابق قابل توجهی در امور کشاورزی و نیز محیط زیست، مبنی بر کوچ و مهاجرت اجباری حدود ۵۰ میلیون نفر نفوس ایران در آینده‌ای نچندان دور، بدلیل در معرض خطر گرسنگی و عدم تأمین امنیت تغذیه‌ای و وجود واقعیت آثار تحریم از سوی قدرت‌های متخاصم غربی که کاهش دستیابی به مواد غذایی، ضرورت و چگونگی رسیدن ایران در حد خود اتکالی، بگونه‌ای که با بهره‌گیری و بهره‌برداری بهینه و با رعایت حفظ مسائل زیست محیطی بتوان به سیر شکمی جمعیت روبه افزایش دست یافت. این مطالعه و بررسی که با دیدگاه جهانی و تجارب میدانی و مدل‌های مورد قبول تغذیه‌ای سازمان‌های ذیربط چالش‌های موجود بخصوص مسائل مرتبط با خاک را که به زعم نویسندگان بدلیل عدم تجدیدپذیری آن جایگاهی مهمتر از آب دارد مورد بررسی قرار میدهد.

تعیین سطوح مورد نیاز کشت

بمنظور دستیابی به سطوح مورد نیاز کشت جهت تأمین غذای جمعیت حدود یکصد میلیونی افق ۱۴۳۰ ضروریست که مواد غذایی روزانه و سالیانه هر نفر را براساس مدل‌های والگوه‌های شناخته شده جهانی و نیز سازمان غذا و داروی ایران برآورد گردد. بطور کلی دو مدل جهانی یکی هرم غذایی و دیگری بشقاب غذایی که مواد غذایی هر فرد را تعیین می‌کند وجود دارد، هر دو این مدل‌ها بیشتر به اولویت‌های تغذیه‌ای و بصورت توصیفی پرداخته شده ولی هر کشوری براساس سیاست‌های تغذیه‌ای خود اقدام و براساس یک سبد غذای تعریف شده و مشخص بصورت روزانه مقادیر وزنی این مواد را برآورد می‌نماید. در ایران نیز این سبد غذایی مطلوبی مطابق جدول شماره (۱) تعریف شده و قاعدتاً متناسب با شرایط پیش آمده و توسعه علوم تغذیه‌ای تغییراتی در آن داده می‌شود. براساس آخرین سبد غذایی مطلوب^(۸) سال ۱۳۹۱، محصولات کشاورزی با احتساب افت محصولات، ضرایب تبدیل و فرآوری و سایر ضرایب مؤثر، مقادیر مورد نیاز این محصولات، سالیانه برای جمعیت یکصد میلیونی افق ۱۴۳۰ برآورد گردیده که در جدول (۲) نشان داده شده است^(۴).

جدول (۱): ارقام غذایی در سبد غذایی مطلوب سال‌های ۱۳۷۸، ۱۳۸۳ و ۱۳۹۱- (گرم در روز برای هر نفر)

ماده غذایی	سبد سفت مطلوب در طرح ما با ۱۳۷۸	سبد مطلوب غذایی ۱۳۸۳	سبد مطلوب غذایی ۱۳۹۱
نان	۲۷۵	۳۲۰	۳۱۰
برنج	۱۲۰	۱۰۰	۹۵
ماکارونی	۳۰	۲۰	۲۰
حبوبات	۳۰	۲۶	۲۶
سبب زمینی		۷۰	۷۰
سبزی	۳۵۰	۲۸۰	۳۰۰
میوه	۲۵۰	۲۶۰	۲۸۰
گوشت	۱۱۰	۹۸ گوشت، قرمز=۴۸ گوشت سفید=۵۰	۲-۱ گوشت، قرمز=۳۸ گوشت سفید=۶۴
تخم مرغ	۱۵	۲۴	۲۵
لبنیات	۲۴۰	۲۲۵-۲۴۰	۲۵۰
روغن و چربی	۳۰	۳۵-۴۰	۳۵
قند و شکر	۵۰	۴۰-۵۰	۴۰

منبع: مطالعات الگوی برنامه ریزی و اجرا، ۱۳۷۸ و مطالعات جامع الگوی برنامه ریزی غذا و تغذیه، ۱۳۸۳ و سبد مطلوب غذایی جامع ایرانی، ۱۳۹۲

بمنظور برآورد سطوح مورد نیاز کشت‌های ردیف‌های ۱ لغایت ۹ جدول (۲)، براساس عملکرد تن درهکتار گیاهان زراعی و باغی و نیز گیاهان دانه‌های روغنی و برای ردیف‌های ۱۰ لغایت ۱۳ با توجه به رد پای آب در عمل آوری هر تن گوشت و یا هر تن تخم مرغ و لبنیات سطوح مربوط به هر ردیف جدول (۲) برآورد که در جدول (۳) سطوح مورد نیاز نشان داده شده است^(۴) با این توضیح که ردیف اول جدول (۳) سطوح مربوط به گیاهان زراعی و باغی کشت شده است که اگر چه در سبد غذایی نمی‌گنجد ولی بیش از یک میلیون هکتار از اراضی را به خود اختصاص می‌دهند که درآمار همه ساله کشاورزی وجود دارند.

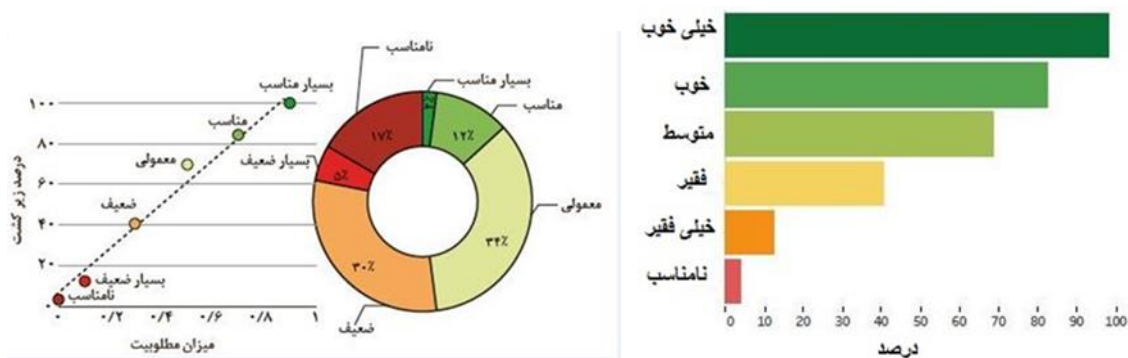
جدول (۲): مقدار مواد خوراکی مورد نیاز محصولات اساسی کشاورزی سبد غذایی مطلوب برای جمعیت افق ۱۴۳۰ - تن درسال

شمار ه ردیف	مواد خوراکی	محصول معادل	مصرف سالیانه مواد خوراکی (تن درسال)	ضریب افزایش جبران ضایعات (درصد)	ضریب تبدیل (درصد)	ضریب افت فرآوری (درصد)	مقدار مورد نیاز سالیانه محصول (تن)
۱	نان	گندم	۱۱،۴۰۰،۰۰۰	۱۷/۶۵	۸۵	۵	۱۶،۵۶۸،۰۰۰
۲	ماکارونی	گندم دوم	۷۵۰،۰۰۰	۱۷/۶۵	۷۵	۵	۱،۲۳۵،۰۰۰
۳	برنج	شلتوک	۳،۵۰۰،۰۰۰	۵/۳۶	۶۰	-	۶،۲۰۰،۰۰۰
۴	حبوبات	انواع حبوبات	۱،۰۰۰،۰۰۰	۴/۵	-	-	۱،۰۴۵،۰۰۰
۵	سیب زمینی	سیب زمینی	۲،۶۰۰،۰۰۰	۲۵	-	-	۳،۲۵۰،۰۰۰
۶	سبزیجات	انواع سبزی	۱۱،۰۰۰،۰۰۰	۳۳/۳۳	-	۵	۱۵،۴۰۰،۰۰۰
۷	میوه	انواع میوه	۱۰،۳۰۰،۰۰۰	۴۲/۵	-	۲	۱۵،۴۰۰،۰۰۰
۸	قندوشکر	نیشکر وچغندر قند	۱،۵۰۰،۰۰۰	۱۱	***۱۱/۷۵	-	۱۴،۱۷۰،۰۰۰
۹	روغن وچربی	دانه های روغنی	۱،۳۰۰،۰۰۰	۱۴/۹۴	* ۳۴/۱۲	-	۴،۶۶۰،۰۰۰
۱۰	گوشت قرمز	گوشت قرمز	۱،۴۰۰،۰۰۰	۱۳/۶۴	-	۳	۱،۶۴۰،۰۰۰
۱۱	گوشت سفید	گوشت مرغ	۲،۴۰۰،۰۰۰	۱۷/۶۵	-	۵	۲،۹۶۰،۰۰۰
۱۲	تخم مرغ		۱،۳۰۰،۰۰۰	۳/۰۹	-	-	۱،۳۴۰،۰۰۰
۱۳	لبنیات		۹،۲۰۰،۰۰۰	۱۳/۶۴	۳/۱۲ برابر***	-	۳۲،۶۰۰،۰۰۰

جدول (۳): برآورد نهایی سطوح کشت تأمین غذای جمعیت یکصد میلیون نفری افق ۱۴۳۰

نوع کشت تأمین مواد غذایی	سطح مورد نیاز کشت (میلیون هکتار)
جالیزی و صنعتی*	۱
زراعی و باغی	۸/۳۲۰
گیاهان روغنی	۳/۰۸۵
گیاهان علوفه ای دام و طیور	۱۹/۵۲۲
جمع روند شده	۳۲

معمولاً حدود ۱۰ درصد برای اراضی آبی و حدود ۲۰ درصد برای اراضی دیم آیش باید به این رقم اضافه نمود. و در صورتیکه متوسط ۱۵٪ آیش منظور شود برای تأمین غذا و امنیت تغذیه‌ای جمعیت ۱۰۰ میلیونی افق ۱۴۳۰ به ۳۶/۸ میلیون هکتار زمین قابل کشت مورد نیاز خواهد بود. و این در حالی است که مطابق آمار متوسط اراضی تحت کشت فاریاب و دیم با احتساب اراضی آیش ۱۵/۵ میلیون هکتار بیشتر نیست^(۷)، یعنی کمتر از ۵۰٪ اراضی مورد نیاز سال ۱۴۳۰، علاوه بر آن کیفیت خاکها و بهره‌وری پائین آب نیز دوچالش جدی در تولید حداکثری می‌باشد. مطلوبیت و درصد انتظار تولید از اراضی مطابق نمودار شکل (۱) و درصد به زیر کشت بردن اراضی با مطلوبیت‌های مختلف مطابق نمودار شکل (۲) گزارش شده است^(۹):



شکل (۲): درصدهای بکارگیری زمین کشاورزی با مطلوبیت‌های مختلف

شکل (۱): مطلوبیت و درصد انتظار تولید

البته سازمان خوار و بار کشاورزی (فائو) تناسب و مطلوبیت خاک^(۲) را برای کشاورزی در سه سطح درجه یک که می‌تواند ۸۰ درصد از ظرفیت مستعد برای تولید سبب محصول را محقق سازد، اراضی خوب که ۴۰ تا ۸۰ درصد و اراضی حاشیه‌ای و نامناسب که کمتر از ۴۰ درصد را تولید میکند. باید توجه داشت علاوه بر کیفیت اراضی که در عملکرد محصول بشدت مؤثر است، پائین بودن سرانه زمین، خرد بودن اندازه و پراکنش آنها در فقدان نظام‌های بهره‌بردار، تولید پایدار نیز مشکل آفرین خواهد بود. بنابراین لزوم غنی سازی خاک و سوق دادن آنها از مطلوبیت پائین به مطلوبیت بالاتر تنها راهکار است که میتوان امیدوار بود بنا به توصیه فائو ۵۰ درصد توان تولید را افزایش یابد.

بحث و نتیجه گیری

با توجه به شرایط حاکم بر تولید محصولات کشاورزی و انتظاری که برای تأمین کننده سبد مطلوب غذایی جمعیت ۱۰۰ میلیون نفری افق ۱۴۳۰ را از خاک و آب کشور می‌رود برای رسیدن به خود اتکالی یعنی در حد سیری شکمی طی فرصت ۳۰ ساله‌ای که وجود دارد ناگزیر به اقدامات زیر ساختی و برنامه ریزی مدونی که طی برنامه های توسعه‌ای پنج ساله امکان پیگیری و پایش باشد با استفاده از مزیت‌های اکولوژیکی برای اراضی باز(کشاورزی رایج سنتی) و روش‌های فناورانه و بکارگیری مزیت‌های تکنولوژیکی بایستی بشرح زیر باشد:

الف- در فضای باز با استفاده از مزیت‌های اقلیم و برتری اکولوژیکی:

- برنامه ریزی الگوی کشت با هماهنگی با ذیفعان و کنترل و نظارت بر آن.
- تجهیز مزارع و اعمال حداکثری مدیریت مزرعه بمنظور بهره‌وری حداکثری از آب آبیاری.
- توسعه هرچه بیشتر انواع سامانه‌های نوین آبیاری و ترویج روش‌های کم آبیاری.
- توسعه هرچه بیشتر آبیاری هوشمند در کلیه کشتزارها بمنظور جلوگیری از آبیاری اضافی.
- جایگزینی کشت‌های کم‌آب بر بجای کشت‌ها با آب‌بری بالا.

ب - رویکرد کشاورزی فناورانه و بکارگیری هر بیشتر از برتری‌های تکنولوژیکی:

- ❖ کشت در گلخانه‌های مدرن بدون استفاده از خاک و با بسترهای مصنوعی کوکوپیت وغیره.
- ❖ کشت در گلخانه‌های مدرن بصورت هیدروپونیک(آب کشت).
- ❖ کشت گلخانه‌ای بصورت هوازی.
- ❖ کشت در گلخانه‌های طبقاتی بخصوص در شهرهای پرجمعیت.
- ❖ کشت فرا سرزمینی بخصوص برای کشت‌های مورد مصرف دام و طیور.

ج - برخی فرآیندهای اجرایی در روند تغییر رویکردهای فوق‌الاشاره:

- ✓ برنامه ریزی تغییر الگوی تغذیه(جایگزینی تدریجی پروتئین گیاهی بجای پروتئین حیوانی) از طریق فرهنگ سازی و آگاهی‌های عمومی مستمر و طولانی مدت.
- ✓ اجماع سازی نخبگان دانشگاهی و بخش خصوصی که قادرند فراتر از ظرفیت‌های عرصه‌های مدیریتی خاک و آب در حل مسائل پیچیده خاک و آب مؤثر باشند.
- ✓ ایجاد اطمینان از یک تعهد قوی سیاسی از طرف نمایندگان حاکمیت در سطح کشور. این فرآیند عبارت است از درک مشترک و قبول خطرات پیش روی ناشی از بوجود آمدن سنو تغذیه در سطح وسیع کشور، بین سیاستمداران، تصمیم‌سازان، مدیران و مسئولین ذی‌مدخل بمنظور برنامه ریزی دراز مدت(در قالب برنامه‌های کوتاه مدت توسعه‌ای کشوری).
- ✓ تأمین منابع و پشتیبانی‌های لجستیکی، فنی و عملیاتی مطابق برنامه ریزی‌های ناشی از تعهد سیاسی ایجاد شده.

فهرست منابع

- ۱- ابراهیمی، ن. ساکبی، س.ع. کریمی،ع. میرابولقاسمی، س.ه. (۱۳۹۴) "سیاست‌های توسعه روش‌های آبیاری و تحویل آب در ایران" گزارش نشست تخصصی. چاپ اول انتشارات نشر آموزش کشاورزی. کرج ۲۷۷ص
- ۲- سازمان خوار و بار کشاورزی ملل(فائو)، مترجمان؛ کشاورز،ع. چراغی، سین.ع. ظریف ابن کاظم، ف. "وضعیت منابع زمین و آب جهان برای غذا و کشاورزی- مدیریت نظام‌های در معرض خطر" انتشارات مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب، تهران، فرهنگ صبا ۳۰۰ ص

3- www.reddit.com/r/askscience/comments/lozen1/how_much_land_does_it_take_to_support_one_human

۴- س، س. ع. ن، ه "رویکرد توسعه پایدار خاک و آب با نگاه جهانی و راهکار داخلی در تأمین غذا و امنیت تغذیه‌ای جمعیت افق سال ۱۴۳۰" نشر تراوا- اهواز ۲۵۴ ص.

۵- مرکز آمار ایران، "چکیده نتایج طرح آمارگیری زراعت- ۱۳۹۷" انتشارات سازمان برنامه و بودجه ۱۳۹۸ - تهران ۳۳ص

۶- مرکز آمار ایران، "آمارنامه جمعیتی ایران - پیش بینی جمعیت در سال ۱۴۳۰"

۷- مرکز آمار ایران، "نتایج سرشماری عمومی کشاورزی کل کشور- ۱۳۹۳" انتشارات سازمان برنامه و بودجه ۱۳۹۴- تهران ۱۱۹ص.

۸- عبادی، ف. "تحلیل و مقایسه سبد غذایی مطلوب ایران با وضعیت تولید محصولات کشاورزی طی سال‌های برنامه ششم توسعه و افق ۱۴۰۴" ناشر؛ مؤسسه پژوهش‌های برنامه ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی- مدیریت خدمات پژوهشی" تهران ۱۳۹۴ ۱۳۳ص.

۹- معاونت امور اقتصادی و هماهنگی برنامه و بودجه، "سازگاری باکم آبی در ایران" انتشارات سازمان برنامه و بودجه- چاپ اول ۱۳۹۷- ناشر؛ مرکز اسناد مدارک و انتشارات ۴۸ص.

بررسی تغییرات شوری خاک در اراضی کشاورزی متاثر از آبیاری بارانی (مطالعه موردی: دشت محمدشهر کرج)

محسن عبدی^۱ و کورش کمالی^۲

۱- کارشناس ارشد معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی و دانشجوی دکتری آبیاری دانشگاه گرگان
(abdimohsen12@yahoo.com)

۲- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج
کشاورزی، رشت، ایران

چکیده

با وجود توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار پژوهش‌های انجام شده در زمینه تاثیر این روش‌ها بر شوری خاک اندک است. در این پژوهش شبیه سازی حرکت آب و شوری در پروفیل خاک و شناخت تاثیر آبیاری بارانی در حرکت آب و املاح در مزرعه گندم واقع در سایت معاونت آب و خاک کرج مورد توجه است. به منظور بررسی تاثیر آبیاری بارانی در حرکت آب و املاح، سه پروفیل خاک حفر و تشریح شد. برای شبیه‌سازی حرکت آب و املاح، شرایط اولیه رطوبت، شوری و پایش تغییرات آن‌ها در طول فصل زراعی یا طول دوره شبیه سازی مورد توجه قرار گرفت. برای بررسی دقیق‌تر در فواصل بین بارندگی و آبیاری نیز از خاک نمونه‌برداری صورت گرفت. در نهایت با استفاده از داده‌های موجود در منطقه، مدل LEACHC اجرا شده و مقادیر شوری برآوردی مدل با مقادیر شوری اندازه‌گیری شده مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج با آزمون مقایسه میانگین‌ها بررسی شد. اختلاف بین مقادیر برآورد شده مدل با مقادیر مشاهداتی معنی‌دار نبود. بررسی تغییرات شوری نشان داد که شوری خاک در این اراضی محدودیتی برای کشت و کار ایجاد نخواهد کرد. رخداد بارش در فصول پرباران، باعث کنترل شوری خاک و نگهداشتن آن در حد قابل قبولی شده است. مدیریت آبیاری در مزارع تحت مطالعه باید به طریقی اعمال شود که املاح محلول خاک فرصت تمرکز و تراکم در خاک را نداشته باشند.

واژه‌های کلیدی: کرج، آبیاری بارانی، شوری، مدل LEACHC

مقدمه

آب و خاک از منابع مهم تولید محصولات زراعی در کنار سایر عوامل و نهاده‌ها می باشد. کشاورزی ایران به شدت به آبیاری وابسته است و کمبود آب مهمترین مشکل توسعه کشاورزی محسوب می‌شود، لذا آب نقش مهمی در اقتصاد ملی دارد که بایستی توجه شایسته‌ای به آن شود. در صورتی که طراحی سیستم آبیاری بارانی به گونه‌ای انجام شده باشد که آب را به صورت یکنواخت در سطح زمین پخش کند، می‌تواند موجب شست و شوی یکسان نمک در تمام سطح زمین شده که این مسئله یکی از نقاط قوت کاربرد این سیستم در هنگام استفاده از آب شور است. برخی افراد معتقدند که راندمان شست و شوی نمک در آبیاری بارانی بیش از سایر روش‌ها، مانند آبیاری کرتی است. دلیل این امر این است که در آبیاری کرتی، زمین به یک‌باره اشباع می‌شود و در حالت اشباع، آب از فضاهای بزرگ و با سرعت زیاد عبور می‌کند، اما در آبیاری بارانی که حرکت آب در حالت نیمه اشباع صورت می‌گیرد، آب عموماً از فضاهای کوچک عبور کرده و در این حالت راندمان شست و شوی نمک بیشتر خواهد بود.

از مزایای دیگر آبیاری بارانی در بهره‌برداری از منابع آب شور این است که می‌توان دور آبیاری را در حداقل زمان ممکن قرار داد تا تنش ناشی از کم شدن آب و افزایش شوری در فاصله بین دو آبیاری به حداقل برسد. آبیاری گیاهان حساس نباید به وسیله سیستم آبیاری بارانی با استفاده از آب شور انجام شود، زیرا برگ‌ها در حالت مرطوب نمک را جذب می‌کنند. تجمع نمک در برگ‌های چنین گیاهانی می‌تواند تا به مرحله‌ای برسد که گیاه خشک شود.

آزمون‌های مزرعه‌ای مرتبط با شوری به دلیل محدودیت‌های اجرایی، زمان‌بر بودن و نیاز به نیروی انسانی و هزینه زیاد، به تدریج جای خود را به مدل‌های رایانه‌ای داده‌اند. روش‌های مختلف آبیاری اثرات متفاوتی بر رطوبت، شوری خاک در اراضی کشاورزی دارند و مدل‌های LEACHW و LEACHC برای شبیه‌سازی حرکت آب و املاح در سیستم‌های آبیاری بارانی قابل استفاده می‌باشند. مدل LEACHC توسط هاتسون و واگنت در بخش علوم خاک، گیاه و اتمسفر در دانشگاه Cornell توسعه یافته است. جریان آب و انتقال املاح، با استفاده از معادلات ریچاردز و انتقال-انتشار تشریح شده است. تمامی ورودی‌های مورد استفاده مطرح شده برای مدل LEACHW، برای مدل LEACHC نیز صادق است. در این مدل تعادل شیمیایی در معادله انتقال-انتشار به علت پیچیدگی‌هایی که دارد وارد نشده است، در عوض، فرآیندهای شیمیایی، شامل تبادل کاتیونی، تبادل اتمسفری و ترسیب-انحلال در یک زیر برنامه تعادل مواد شیمیایی مجزا CHEM شبیه‌سازی شده است. (Huston 1986) با حل عددی معادله یک بعدی ریچاردز و CDE^1 ، مدل فوق را برای پیش‌بینی حرکت رطوبت و املاح در محیط متخلخل، توسعه داد. در حقیقت مدل LEACHC با استفاده از حرکت آب در خاک میزان املاح و شوری خاک را برآورد می‌کند. در مدل LEACHC که نسخه شوری یا معدنی مدل LEACHW است، هرگونه شیمیایی (آنیون‌ها، کاتیون‌ها و زوج یونی) در طول هر مرحله با استفاده از فرآیندهای انتشار و همرفت انتقال داده می‌شود، اما موازنه‌ی بین فازهای محلول، رسوب و تبادل در وقفه‌های زمانی تعیین شده توسط کاربر دوباره برقرار می‌شود.

قابلیت مدل LEACHC در شبیه‌سازی انتقال املاح در بالای سطح ایستابی کم عمق و بررسی تأثیر گزینه‌های مدیریتی و شرایط اولیه بر شوری منطقه ریشه، مورد بررسی قرار گرفته و نتایج به دست آمده رضایت‌بخش بوده است. (Majeed *et al.* 1994) مدل LEACHC را به وسیله داده‌های بدست آمده از لایسیمتر مورد ارزیابی قرار دادند. آنها برای ارزیابی گندم از آب شور و غیرشور استفاده کردند و نتایج مدل تطابق خوبی را با داده‌های آزمایشگاهی نشان داده است. مطالعات دیگری برای بررسی انتقال املاح با استفاده از مدل LEACHC انجام گردیده است (Biggar *et al.*, 1990; Hutson & Wagenet, 1992b). کمالی و همکاران (۱۳۹۰)، به بررسی اثرات سطوح مختلف شوری آب آبیاری و تیمار آبشویی بر خصوصیات شیمیایی خاک پرداختند. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک نشان داد تیمار آبشویی سبب کاهش مقدار SAR و میزان یون سدیم بخصوص تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک شد. (Hagi-Bishaw and Bonnel 200) با استفاده از داده‌های یک ساله مربوط به یک مزرعه آزمایشی، مدل LEACHC را ارزیابی کردند. مقدار راندمان مدل (EF) در این تحقیق منفی بدست آمد که نشان داد عملکرد مدل ضعیف است. پژوهشگران یاد شده علت عملکرد ضعیف مدل را کمبود داده‌های مورد نیاز اعلام کردند. ذاکری‌نیا و پاره‌کار (۱۳۸۲) به کمک مدل LEACHC تأثیر پارامترهای فیزیکی خاک را بر روی حرکت املاح بررسی نمودند. در این پژوهش با بکار بردن سه نوع پروفیل با لایه‌های خاک با چگالی ظاهری متفاوت و اعمال آبیاری شور (در شرایط اقلیمی یکسان) به مقایسه آنها از لحاظ حرکت آب و املاح پرداخته شده است. قمر (۱۳۸۸) با بررسی تأثیر پنج نوع کیفیت آب شامل $۰/۶۴۴$ ، ۳ ، ۵ ، ۷ dS/m بر گندم با استفاده از مدل LEACHC به این نتیجه رسید که شوری آب تا EC برابر سه دسی زیمنس بر متر تأثیر چندانی بر کاهش جوانه‌زنی و وزن ریشه و ساقه ندارد، اما از این مقدار به بعد یعنی از شوری برابر پنج دسی زیمنس بر متر این موارد شروع به کاهش کردند. فتحی (۱۳۸۹) با استفاده از داده‌های ۷ روزه‌ی ۱۳ پروفیل برای دشت تبریز مدل LEACHC را مورد ارزیابی قرار داد. نتایج نشان داد که مدل LEACHC برای دوره‌های کوتاه مدت نمی‌تواند حرکت املاح در خاک را برآورد کند.

¹ Convection-diffusion equation

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

Parehkar (1998) با توسعه ستون‌های چهار متری به جهت بررسی حرکت آب و املاح در شرایط غیراشباع، با یکنواختی در نظر گرفتن توزیع رطوبت در ستون خاک به بررسی پدیده پس ماند و تاثیر آن بر روی حرکت آب و املاح پرداخت. ایشان طی یکسری آزمایش‌ها نشان داد که در اثر پدیده پس ماند آب سریع‌تر از املاح به انتهای ستون خاک منتقل می‌شود. البته ایشان دلیل اصلی سرعت بیشتر حرکت آب را جایگزینی آب موجود در پروفیل توسط رطوبت وارد شونده به آن معرفی نمود. ایشان همچنین با شبیه‌سازی حرکت یون کلر در شرایط غیر اشباع به کمک مدل LEACHC برای سال‌های متفاوت نشان دادند که سرعت حرکت جبهه رطوبتی بیشتر از جبهه کلر است و اعلام نمودند که مدل مذکور در شرایط متفاوت رطوبتی، ابزار مناسبی برای بررسی حرکت یک بعدی آب و املاح و مواد شیمیایی در منطقه غیر اشباع است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی پویایی شوری خاک در اراضی کشاورزی متاثر از آبیاری بارانی مزرعه گندم واقع در سایت استان البرز انتخاب شد. با حفر پروفیل در شعاع تاثیر سیستم آبیاری بارانی، پروفیل‌های خاک تا لایه محدودکننده و حداکثر به عمق ۱/۵ متر حفر و تشریح شدند. نمونه برداری از پروفیل‌های حفر شده انجام و به آزمایشگاه برای انجام آزمایشات فیزیکی و شیمیایی ارسال شدند. پایش شوری در لایه‌های مختلف خاک قبل و بعد از آبیاری و همچنین در فواصل بین آبیاری با نمونه‌برداری از خاک اندازه‌گیری شد. مدل LEACHC در طول فصل زراعی اجرا شد. برای شبیه‌سازی حرکت املاح در پروفیل خاک با استفاده از مدل LEACHC، نیازمند آنالیز شیمیایی خاک و آب آبیاری است. به همین منظور، خصوصیات شیمیایی خاک (مقادیر کاتیون و آنیون‌های محلول، کاتیون‌های تبدلی، ارگانیک کربن) و کاتیون‌ها و آنیون‌های محلول موجود در آب آبیاری تعیین شد. اطلاعات مربوط به آبیاری شامل، تاریخ دقیق آبیاری برحسب (روز/ماه/سال) و مقدار آبیاری در سیستم آبیاری بارانی ثبت گردید.



شکل ۲- نمایی از مزرعه گندم با سیستم آبیاری بارانی و نمونه‌برداری از آن



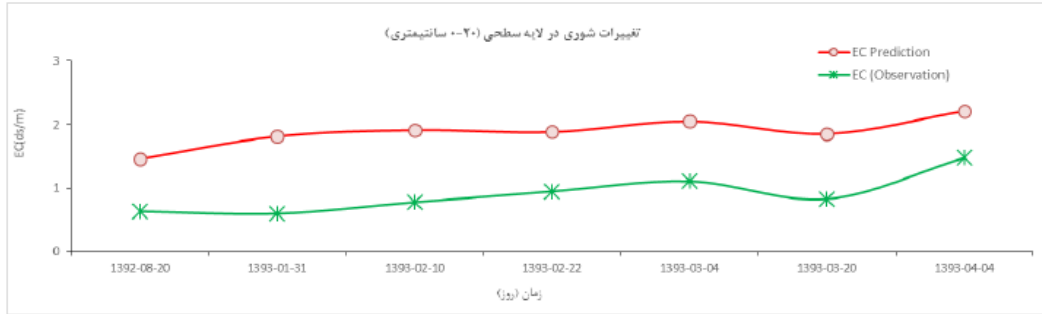
شکل ۱- موقعیت پروفیل‌های حفر شده در مزرعه گندم (Google Earth, 2009)

نتایج

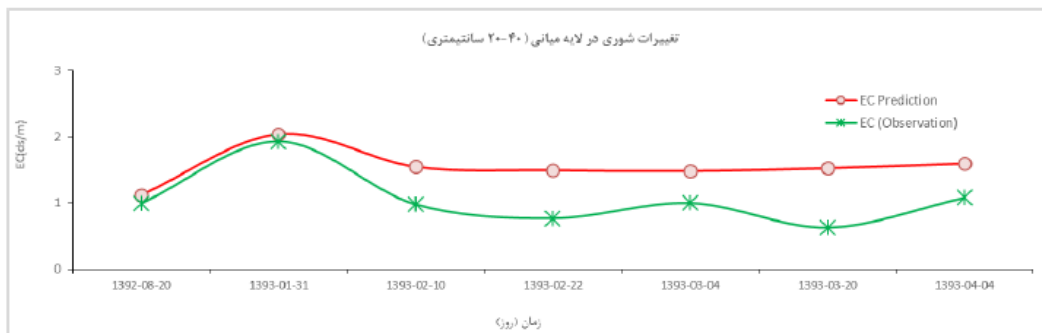
نتایج آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی خاک همچنین نتایج آزمایش‌های شیمیایی آب آبیاری اخذ شد. بررسی ویژگی‌های آب آبیاری نشان داد که تیپ آب آبیاری بیکربناته و رخساره آب کلسیک می‌باشد. شوری آب آبیاری این مزارع نیز کمتر از یک دسی زیمنس بر متر بوده که محدودیتی برای رشد و کاهش عملکرد گندم ایجاد نمی‌کند. همچنین نتایج پایش شوری خاک نیز طی ۷ مرحله نمونه برداری دریافت شد. بررسی نتایج آزمون t نیز نشان‌دهنده تطابق مناسب نتایج خروجی مدل LEACHW

با داده‌های مشاهداتی بود. لذا اختلاف بین رطوبت پیش‌بینی شده و رطوبت مشاهداتی معنی‌دار نبوده و نیاز به کالیبراسیون مدل نمی‌باشد.

هدایت الکتریکی پیش‌بینی شده مدل LEACHC و اندازه‌گیری شده در طول فصل زراعی بررسی شد. میزان EC در سه لایه‌ی سطحی، میانی و زیرین خاک نیز مورد بررسی قرار گرفت (شکل‌های ۳ الی ۵) که نشان دهنده‌ی چگونگی حرکت املاح در طول زمان و در لایه‌های مختلف خاک می‌باشد. با توجه به شکل‌ها مشاهده شد که در لایه‌های سطحی خاک میزان EC خاک از ابتدا تا انتهای فصل زراعی روند افزایشی داشته و در زمان برداشت به بیشترین مقدار خود ۲/۲۳ دسی‌زیمنس بر متر رسیده است.



شکل ۳- تغییرات شوری در لایه سطحی در طول فصل زراعی



شکل ۴- تغییرات شوری در لایه میانی در طول فصل زراعی



شکل ۵- تغییرات شوری در لایه تحتانی در طول فصل زراعی

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

تغییرات EC در لایه‌ی میانی مانند لایه‌ی سطحی نوسانات کمتری داشته است. مقدار EC در تاریخ ۳۱-۰۱-۱۳۹۳ با توجه به آبشویی‌های صورت گرفته و شستشوی املاح از لایه‌های سطحی در لایه‌های زیرین تجمع یافته و به مقدار $2/02$ (ds/m) رسیده است.

EC در لایه‌های زیرین خاک روندی کاهشی دارد که به دلیل آبشویی‌هایی که در لایه‌های سطحی صورت گرفته میزان املاح در لایه‌های سطحی کاسته شد و با جریان آب به لایه‌های زیرین منتقل شده است و با افزایش تبخیر و درجه حرارت تحت تاثیر نیروی موینگی دوباره به سطح خاک برگشته است و به همین دلیل مقدار EC در لایه سطحی بیشتر از لایه زیرین است. و همانطور که در نمودار مشاهده می‌شود مقدار EC در انتهای فصل زراعی به کمتر از 1 ds/m رسیده است. شاخص‌های آماری مورد نظر برای ارزیابی مدل LEACHC یعنی مقادیر RMSE، MAE، CV و EF در جدول ۱ ارائه شده است. میزان RMSE از $0/99$ در لایه سطحی تا $0/28$ در لایه تحتانی متغیر می‌باشد که نشان از دقت بالای مدل در تخمین رطوبت خاک می‌باشد. مقدار ضریب تغییرات نیز بین $1/08$ تا $0/28$ در نوسان بوده است. مقدار کارایی مدل، که نشان دهنده کیفیت و چگونگی برازش داده‌های مشاهده‌ای و تخمین زده شده می‌باشد بین $2/95$ تا $0/46$ تغییر می‌کند.

جدول ۱- ارزیابی آماری مدل LEACHC برای اعماق مختلف خاک

عمق (سانتی‌متر)	RMSE	MAE	CV	EF
0-20	0.99	0.97	1.08	-2.95
20-40	0.56	0.49	0.53	-0.94
40-110	0.28	0.26	0.28	-0.46

نتیجه‌گیری

مزرعه گندم منتخب با آبیاری بارانی دارای بافت سبک است. مقدار نفوذ عمقی در این روش صفر میلی‌متر بوده است. این در حالی است که مقدار آب مصرفی در این مزرعه گندم 394 میلی‌متر (3940 مترمکعب در هکتار) می‌باشد. در این مزرعه میزان رطوبت لایه سطحی در پروفیل‌ها از روز کاشت تا زمان برداشت روند صعودی داشته است. این مزرعه به دلیل داشتن خاک لومی و شنی در تحت الارض، کمترین میزان رطوبت را در لایه تحتانی پروفیل خاک داشته‌اند. در خاک شنی به دلیل مکش کمتر، مقدار رطوبت در خاک کمتر نگهداشته می‌شود و نفوذ در آن راحت‌تر بوده پس فرصت کمتری برای تبخیر آب از خاک وجود دارد.

در این مزرعه به رغم افزایش شوری خاک، کلاس شوری در افق‌های سطحی و زیرین خاک تغییری نکرده و در کلاس S_0 باقیمانده است. شوری خاک در این اراضی حتی در سال‌های آبی نیز محدودیتی برای کشت و کار ایجاد نخواهد کرد. رخداد بارش در فصول پرباران، باعث کنترل شوری خاک و نگه‌داشتن آن در حد قابل قبولی شده است. شخم اراضی در زمان آیش نیز به این امر کمک شایانی نموده است.

با توجه به نمودارها و داده‌های مربوط به هدایت الکتریکی، بیشترین میزان تجمع املاح در سطح خاک در تابستان هنگامی که تبخیر بالاترین میزان را دارد مشاهده شد. نتایج مدل LEACHC نشان می‌دهد که در طول سال با آبیاری‌ها و بارش‌های صورت گرفته، املاح از سطح خاک شسته شده و در طول پروفیل خاک حرکت کرده‌اند. لازم به ذکر است که راندمان شست و شوی نمک در آبیاری بارانی بیش از سایر روش‌ها، مانند آبیاری کرتی است. دلیل این امر این است که در آبیاری کرتی، زمین به یکباره اشباع می‌شود و در حالت اشباع، آب از فضاها بزرگ و با سرعت زیاد عبور می‌کند، اما در آبیاری بارانی که حرکت

آب در حالت نیمه اشباع صورت می‌گیرد، آب عموماً از فضاهای کوچک عبور کرده و در این حالت راندمان شست و شوی نمک بیشتر خواهد بود.

در مجموع می‌توان گفت بافت خاک و چگالی ظاهری آن از اهمیت زیادی در چگونگی توزیع املاح آب آبیاری برخوردارند. مدیریت آبیاری در این مزرعه باید به طریقی اعمال شود که املاح محلول خاک فرصت تمرکز و تراکم در خاک را نداشته باشند. لذا در مناطق نیمه خشک و خشک با اصلاح الگوی آبیاری (آبیاری در فواصل زمانی کم)، آبخوبی خاک در فصول سرد، رعایت اصول به زراعی و استفاده از ارقام مقاوم به شوری و کم‌آبی می‌توان به اصلاح خاک و جلوگیری از تخریب آن پرداخت.

فهرست منابع

- ۱) ذاکری نیا، م. پاره کار، م. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر پارامترهای فیزیکی خاک بروی چگونگی حرکت آب و املاح به کمک مدل LEACHC. مجموعه مقالات همایش سراسری آبیاری، ساری.
- ۲) فتحی، م. ۱۳۸۹. بررسی آبخوبی خاک‌های شور با استفاده از مدل‌های LEACHC و سری مخازن (مطالعه موردی دشت تبریز). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات خوزستان.
- ۳) قمر، ا. ۱۳۸۸. اثر شوری آب آبیاری بر عملکرد گندم (درصد جوانه‌زنی، وزن ریشه، وزن ساقه و شوری خاک)، پروژه کارشناسی، گروه علوم خاک دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول.
- ۴) کمالی، ا. شاه‌محمدی حیدری، ز. حیدری، م. فیضی، م. ۱۳۹۰. اثر شوری آب آبیاری و آبخوبی بر خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد گلرنگ در منطقه اصفهان، مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ص ۶۳-۷۰.
- 5) Biggar, J.W., R.J. Wagenet, J.L. Hutson and D.E. Rolston. 1990. Predicting soil profile salinity using the model LEACHM for drainage design. Proceedings on land drainage for salinity control in arid and semiarid region. Cairo, Egypt. 1:176-182.
- 6) Hagi-Bishaw, M. and R.B. Bonnel. 2000. Assessment of LEACHM-C model for semi-arid saline irrigation. ICID J. 49(1):29-42.
- 7) Huston, J.L. 1986. Water retentively of some African soils in relation to particle size criteria and bulk density. South Africa Journal for Plant and Soil: Bureau for Scientific Publication, Foundations for Education, Science and Technology, 3(4):151-155
- 8) Huston, J.L. and R. J. Wagenet. 1992b. Leaching estimation and chemistry model: A process-based model of water and solute movement, transformation, plant uptake and chemical reactions in the unsaturated zone, version 3. Department of soil, crop and atmospheric science, Cornell univ. Ithaca, .N.Y.
- 9) Majeed. A., C. O. Stockle and L. G. King. 1994. Computer model for managing saline water for irrigation and crop growth: Preliminary testing with lysimeter data. Agricul. Water Manage., 26:239-251.

**The investigation of Soil salinity changes in agricultural lands affected by sprinkler irrigation
(Case study: Mohammadshahr plain, Karaj)**

M. Abdi¹ and K. Kamali²

1- Master of Water and Soil Deputy of the Ministry of Jihad Agriculture and Ph.D. student in Irrigation, Gorgan University

2- Member of scientific board, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran

Abstract

Despite the development of pressurized irrigation methods, research on the effect of these methods on soil salinity is low. In this research, simulation of water and salinity movement in soil profile and understanding the effect of sprinkler irrigation on water and salt movement in wheat field located in Karaj Water and Soil Deputy. In order to investigate the effect of sprinkler irrigation on the movement of water and salts, three soil profiles were drilled and described. To simulate the movement of water and salts, the initial conditions of moisture, salinity and monitoring their changes during the growing season or the length of the simulation period were considered. Soil was sampled for more detailed study in the intervals between rainfall and irrigation. Finally, using the available data in the region, the LEACHC model was implemented and the estimated salinity values of the model with the measured salinity values were evaluated. The results were analyzed by means of comparison of means. The difference between the estimated values of the model and the observed values was not significant. The study of salinity changes showed that soil salinity in these lands will not create a restriction for cultivation. Occurrence of rainfall during rainy seasons has controlled soil salinity and kept it at an acceptable level. Irrigation management in the studied fields should be applied in a way that soil solutes do not have the opportunity to concentrate and compact in the soil.

Keyword: Karaj, irrigation systems, salinity, LEACHC

بررسی چرخش عناصر غذایی ماکرو در مجموعه تلفیقی دام-زراعت شرکت زراعی دشت ناز

مصطفی بندگانی روئین^{۱*}، علی اصغر احسانی^۲ و مصطفی کوزه گر کالجی^۳

۱-مسئول زراعت شرکت زراعی دشت ناز

پست الکترونیک: mbr_agro@yahoo.com

۲-مدیر کشاورزی شرکت زراعی دشت ناز

۳- دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد آگرو اکولوژی، گروه زراعت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

چکیده

بررسی چرخش عناصر غذایی در مزارع تلفیقی یکی از نکات کلیدی مدیریتی در سیستم های کشاورزی پایدار می باشد. استفاده کارآمد از عناصر غذایی موجود در خاک و در صورت امکان بازگرداندن عناصر غذایی، حاصلخیزی زمین های زراعی را هر چه بیشتر افزایش می دهد. به منظور بررسی چرخش عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مزارع شرکت دشت ناز ساری پژوهشی در سال ۱۳۹۹ در قطعات محصولات مختلف آن اجرا گردید. محاسبه عملکرد گیاهان مختلف در زمان برداشت کامل محصول انجام شد. نتایج نشان داد بیشترین میزان خروج نیتروژن از هر هکتار زراعت از یونجه خشک میزان ۲۶۰ کیلوگرم و کمترین از کاه غلات به میزان ۱۹ کیلوگرم حاصل گردید و بیشترین میزان فسفر خروجی مربوط به ذرت سیلویی بود که ۱۴۷۵٪ بیشتر از کاه غلات می باشد.

کلمات کلیدی: پتاسیم، چرخه عناصر، فسفر، نیتروژن

مقدمه

در کشاورزی رایج انواعی از آسیبها و مشکلات وجود دارد. این مشکلات شامل کاهش تولیدات غذایی، افزایش سوء تغذیه ناشی از محصولات با کیفیت پایین، افزایش آلودگی های زیست محیطی، کاهش آبهای زیرزمینی، افزایش هزینه های مربوط به تولید محصولات را می توان نام برد. یکی از راههای غلبه بر مشکلات نامبرده شده استفاده از سیستم های تلفیقی کشاورزی است. نوع زراعت گیاهان توسط کشاورزان نه تنها موجب شده که در طی سالیان اخیر افزایشی در تولید برخی از محصولات در واحد سطح حاصل نگردد بلکه به دلیل زراعت فشرده (کشت متوالی یک محصول در چندین سال مختلف) کاهش عملکرد نیز حاصل گردد. زمین های کشاورزی به مانند سابق از حاصلخیزی مطلوب برخوردار نیستند و عدم رعایت یک مدیریت صحیح در خصوص خاک موجب شده که به شدت وابسته به منابع ورودی مانند کودهای شیمیایی باشند. چنان چه وضعیت تغذیه ای گیاه و تعادل بین مصرف عناصر بین مصرف عناصر ماکرو و میکرو در طول دوره رشدی در سطح مطلوب باشد بر عملکرد و کیفیت تولید اثر مثبت خواهد داشت (Losak and Richter, 2004). درک مفهوم کلی، مدیریت کودی با کاربرد مناسب کود آلی و شیمیایی بر اساس توانایی و اهداف کشت که کیفیت خاک، مواد غذایی گیاه و مزیت کشت را افزایش می دهند متناسب است. گزینش مدیریت کودی به طور زیادی به برنامه های محیط زیست برای ممانعت از آلودگی زمین، آب و هوا بستگی دارد بنابراین سیستم مدیریت کودی مناسب شایسته گسترش می باشد. از کودها همیشه به عنوان نهاده های ورودی با ارزش در خاک، برای بهبود باروری خاک و افزایش تولید گیاه یاد می شود. استفاده از کودهای شیمیایی معدنی، سریع ترین راه برای تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می باشد اما هزینه های زیاد مصرف کودهای شیمیایی، ایجاد آلودگی، تخریب محیط زیست و خاک نگران کننده است. به عبارت دیگر، سیستمهای کشاورزی متداول نشان داده اند اگرچه به کمک کود شیمیایی در کوتاه مدت می توان به عملکردهای بالایی دست یافت، ولی سلامت محیط زیست در این سیستم

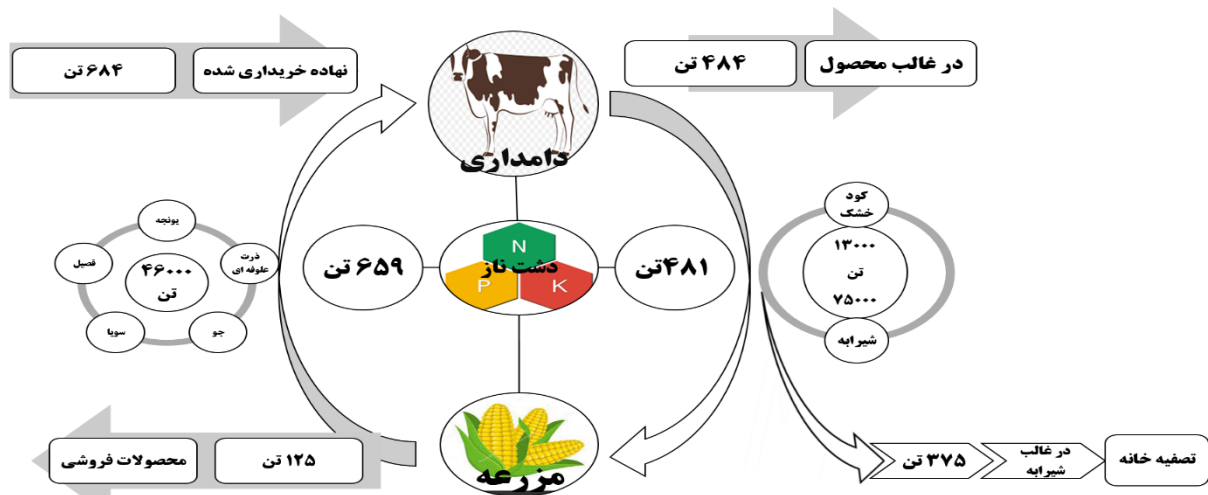
ها زیر سوال است. این سیستم ها اغلب با مشکلاتی از قبیل آشوبی و در نتیجه آلودگی آبهای زیرزمینی، انتشار N_2O ناشی از مصرف بیرویه کودهای نیتروژنی به اتمسفر و در نتیجه تخریب لایه اوزن همراه می باشند (Poudel et al., 2002). این در حالی است که توسعه کاربرد منابع گیاهی و دامی قابل تجدید و منابع بیولوژیک به جای منابع شیمیایی، میتواند نقش مهمی در باروری و حفظ فعالیتهای بیولوژیک، افزایش مواد آلی خاک، سلامت بوم نظام زراعی و افزایش کیفیت محصولات زراعی داشته باشد (Mohamadi et al., 2011). کاربرد ماده آلی به صورت کود دامی، سطوح کربن آلی خاک را افزایش میدهد و تاثیرات مستقیم و غیرمستقیم بر خصوصیات و فرایندهای خاک دارد (Prakash et al., 2007). تاثیرات مفید کودهای آلی مختلف مانند کاربرد کودهای دامی، مرغی و کمپوست روی رشد گیاه و خصوصیات مختلف خاک، برای جبران اعمال تخریبی انجام گرفته توسط انسان گزارش شده است (Niemi et al., 2008). هتی و همکاران (Hati et al., 2006) در تحقیقات خود نشان دادند که افزودن ۱۰ تن کود دامی در هکتار به تنهایی و تلفیق ۱۰ تن کود دامی به همراه ۱۷-۲۶-۲۵ کیلوگرم در هکتار NPK در مدت سه سال در مزرعه سویا، باعث افزایش مواد آلی در (سطح خاک) از ۴/۴ به ۶/۲ گرم در کیلوگرم، افزایش عملکرد دانه و افزایش کارایی مصرف آب به میزان ۱۰۳٪ برای کود دامی به تنهایی و ۷۶٪ (برای تیمار تلفیقی) نسبت به تیمار شاهد (مصرف کود شیمیایی) شد. گزارش (Agyenim Boatengs et al., 2006) حاکی از آن است که عملکرد ذرت دانه ای با کاربرد دو تن کود مرغی نسبت به شاهد ۲/۳۶ برابر شد. با این حال، یافته‌های (Abusuwar and El Zilal, 2010) در زمینه اثر کاربرد کود مرغی بر سورگوم نشان داد که عملکرد علوفه تازه سورگوم به میزان ۱۳۱ درصد و عملکرد ماده خشک تا ۲۱۱ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. شرکت زراعی دشت ناز با حدود ۶۰۰۰ هکتار انواع اراضی کشاورزی شامل باغات مرکبات، اراضی زراعی، استخرهای پرورش ماهیان گرمابی و گلخانه و حدود ۶۵۰۰ راس دام شیری یکی از بزرگترین مجموعه های تلفیقی کشاورزی و دامپروری کشور می باشد و سالانه مقدار قابل توجهی از محصولات دامی و کشاورزی را تولید می نماید. بیشترین چرخش عناصر غذایی ماکرو (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) در بین دو واحد زراعت و دام این مجتمع رخ می دهد که مقدار حدود ۱۳۴۰ تن عناصر غذایی به فرم عنصری در سال می باشد. با توجه به پیشینه تحقیق بسیار کم در مورد گردش عناصر غذایی در مزارع این پژوهش جهت بررسی تاثیر کشاورزی تلفیقی بر بهبود چرخش عناصر غذایی منطقه دشت ناز ساری انجام گردید.

مواد و روش ها

این بررسی در سال ۱۳۹۹ در شرکت زراعی دشت ناز ساری، واقع در ۱۵ کیلومتری شمال شرق شهر ساری با مختصات جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۶ متر از سطح دریا اجرا گردید میانگین درجه حرارت سالیانه آن ۱۷/۷ درجه سانتی گراد و متوسط بارش آن نیز حدود ۶۳۸/۲ میلی متر در سال است از این رو اقلیم بر اساس اقلیم نمای دومارتن، مرطوب ارزیابی گردید. مساحت محدوده مورد مطالعه بالغ بر ۳۳۰۰ هکتار اراضی کشاورزی که شامل محصولات زراعی گندم، کلزا، جو، تریتیکاله، سویا، ذرت، برنج و یونجه می باشد و دامداری دارای ۶۵۰۰ راس گاو شیری نیز می باشد. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول یک و همچنین، نتایج حاصل از تجزیه کودهای دامی در جدول دو آورده شده است. عملکردها در زمان برداشت محصول محاسبه گردیده است و میزان درصد عناصر براساس ترکیبات شیمیایی منابع خوراک دام (موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، ۱۳۹۴) محاسبه گردید. محاسبه داده‌های آزمایش و رسم نمودارها با Excel نسخه ۲۰۱۳ انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک

بافت	پتاسیم (ppm)	نیتروژن کل (%)	فسفر (ppm)	ماده آلی (%)	درصد مواد خنثی شونده (%)	اسیدیته کل اشباع	هدایت الکتریکی (dS.m-1)
L	۲۶۴	۰/۱۸	۱۵	۲/۲	۳۰/۵	۷/۳۲	۱/۰۶



جرخشی عناصر غذایی ماکرو (NPK) در شرکت زراعی دشت ناز

جدول ۲- نهادهای ورودی به دام داری

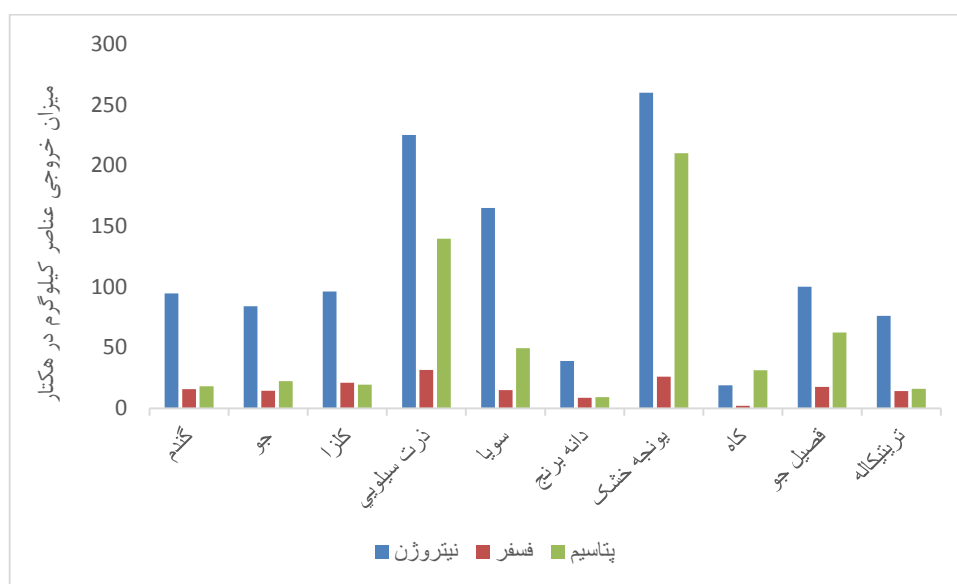
مواد	کل (تن)	ماده خشک (%)	ماده خشک (تن)	پروتئین (%)	پروتئین (تن)	ضریب تبدیلی	نیتروژن (تن)	فسفر (%)	فسفر (تن)	پتاس (%)	پتاس (تن)
پودر چربی	۳۳۵	۹۳	۳۱۱	۲	۶	۶/۲۵	۱	۰/۵	۰	۱/۶	۰
پودر گوشت	۱۰۱۵	۹۵	۹۶۴	۵۵	۵۳۰	۶/۲۵	۸۵	۱/۶	۰	۱۵/۴	۰
تخم پنبه	۵۶۷	۹۰	۵۱۰	۲۳/۵	۱۲۰	۶/۲۵	۱۹	۰/۶	۰	۳/۱	۰
تفاله	۱۱۴۸۴	۸۸	۱۰۱۰۶	۸	۸۰۸	۶/۲۵	۱۲۹	۰/۲	۱/۵	۲۰/۲	۱۵۱/۶
جو	۴۱۸۰	۹۱	۳۸۰۴	۱۱/۵	۴۳۷	۶/۲۵	۷۰	۰/۳	۰/۸	۱۱/۴	۳۰/۴
سویا(یا سویا برشته)	۳۰۰۷	۹۰	۲۷۰۶	۳۶	۹۷۴	۶/۲۵	۱۵۶	۰/۶	۱/۷	۱۶/۲	۴۶
ذرت دانه ای	۴۴۶۴	۸۸	۳۹۲۸	۸	۳۱۴	۶/۲۵	۵۰	۰/۳	۰/۴	۱۱/۸	۱۵/۷
سبوس گندم(یا برنج)	۹۸۸	۹۰	۸۸۹	۱۶	۱۴۲	۶/۲۵	۲۳	۰/۹	۱/۳	۸	۱۱/۶
سیلو	۲۲۶۴۱	۲۵	۵۶۶۰	۸	۴۵۳	۶/۲۵	۷۲	۰/۲	۲	۱۱/۳	۱۱۳/۲
قصیل	۲۴۸۰	۲۵	۶۲۰	۱۰	۶۲	۶/۲۵	۱۰	۰/۲	۳	۱/۲	۱۸/۶
کنجاله کلزا	۵۱۷	۹۰	۴۶۵	۳۵	۱۶۳	۶/۲۵	۲۶	۰/۷	۱/۱	۳/۳	۵/۱
ملاس	۱۷۱	۱۰	۱۷	۵	۱	۶/۲۵	۰	۰/۱	۲/۵	۰	۰/۴
یونجه خشک	۴۸۱۷	۸۵	۴۰۹۴	۱۵	۶۱۴	۶/۲۵	۹۸	۰/۲	۲/۴	۸/۲	۹۸/۳
کاه	۸۴۸	۹۴	۷۹۷	۳	۲۴	۶/۲۵	۴	۱/۳۳	۱/۳۳	۰/۶	۱۰/۶

جدول ۳- نتایج تجزیه کود دامی

نوع پسماند	حجم کل (تن/مترمکعب)	درصد نیتروژن	درصد فسفر	درصد پتاس	کل نیتروژن (تن)	کل فسفر (تن)	کل پتاس (تن)
کود کاملاً خشک	۱۳۰۰۰	۱/۶	۰/۶	۱/۵	۲۰۸	۷۸	۱۹۵
شیرابه	۷۳۰۰۰	۰/۴	۰/۰۰۴	۰/۱۱	۲۹۲	۲/۹۲	۸۰/۳

نتایج و بحث

نتایج نشان داد بیشترین میزان خروج نیتروژن از هر هکتار زراعت از محصولات یونجه خشک، ذرت سیلویی و سویا به ترتیب به میزان ۲۶۰، ۲۱۶ و ۱۷۸ کیلوگرم بدست آمد و کمترین از کاه، دانه شالی و تریپیکاله به میزان ۱۹، ۶۱ و ۷۳ کیلوگرم حاصل گردید و بیشترین میزان خروج فسفر متعلق به ذرت سیلویی، یونجه خشک و کلزا به میزان ۳۰، ۲۶ و ۱۸ کیلوگرم بود. کمترین میزان از کاه، تریپیکاله و گندم به میزان ۲، ۱۳ و ۱۳ کیلوگرم بدست آمد و همچنین بیشترین میزان پتاسیم خروجی از مزارع دشت ناز از یونجه خشک، ذرت سیلویی و سویا با میزان ۲۱۰، ۱۳۴ و ۵۳ کیلوگرم بود و کمترین میزان آن از شالی، تریپیکاله و گندم به میزان ۱۴ و ۱۵ کیلوگرم حاصل گردید (شکل ۱).



نمودار ۱- میزان خروج عناصر ماکرو از اراضی زراعی دشت ناز تحت کشت محصولات زراعی مختلف

جدول ۴- میزان عناصر غذایی خارج شده از هر هکتار مزرعه به واسطه برداشت محصولات مختلف زراعی

محصول	میزان تولید (تن)	مقدار عناصر موجود در هر تن از محصول (کیلو)			میزان عناصر خارج شده از هر هکتار (کیلو)	
		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	نیتروژن	فسفر
گندم	۳/۷	۲۱	۳/۵	۴	۱۳	۱۵
جو	۳/۶	۲۱	۳/۶	۵/۶	۱۳	۲۰
کلزا	۲/۶	۳۲	۷	۶/۵	۱۸	۱۷
ذرت سیلویی	۴۳/۳	۵	۰/۷	۳/۱	۳۰	۱۳۴
سویا	۳/۲	۵۵	۵	۱۶/۵	۱۶	۵۳
شالی	۴/۷	۱۳	۲/۹	۳	۱۴	۱۴
یونجه خشک	۱۰	۲۶	۲/۶	۲۱	۲۶	۲۱۰
کاه	۲/۵	۷/۵	۰/۸	۱۲/۵	۲	۳۱
قصیل جو	۲۰/۳	۴	۰/۷	۲/۵	۱۴	۵۱
تریپیکاله	۳/۸	۱۹	۳/۵	۴	۱۳	۱۵

جدول ۵- میزان کل عناصر غذایی ماکرو خارج شده از مزرعه به واسطه برداشت محصولات مختلف زراعی

محصول	سطح زیر کشت (تن)	میزان تولید (تن)	مقدار عناصر موجود در تن از			میزان عناصر خارج شده از هر هکتار (کیلو)		
			نیتروژن (کیلو)	فسفر (کیلو)	پتاسیم (کیلو)	نیتروژن (کیلو)	فسفر (کیلو)	پتاسیم (کیلو)
گندم	۹۲۲	۳۳۶۷	۲۱	۳/۵	۴	۱۱۷۸۵	۷۰۷۰۷	۱۳۴۶۸
جو	۳۱۳	۱۱۳۸	۲۱	۳/۶	۵/۶	۴۰۹۷	۲۳۸۹۸	۶۳۷۳
کلزا	۵۵۹	۱۴۴۲	۳۲	۷	۶/۵	۱۰۰۹۴	۴۶۱۴۴	۹۳۷۳
ذرت سیلویی	۷۵۱	۳۲۵۰۰	۵	۰/۷	۳/۱	۲۲۷۵۰	۱۶۲۵۰۰	۱۰۰۷۵۰
سویا	۴۰۲	۱۳۰۰	۵۵	۵	۱۶/۵	۶۵۰۰	۷۱۵۰۰	۲۱۴۵۰
شالی	۳۱۶	۱۴۷۴	۱۳	۲/۹	۳	۴۲۷۵	۱۹۱۶۲	۴۴۲۲
یونجه خشک	۹۵	۹۵۰	۲۶	۲/۶	۲۱	۲۴۷۰	۲۴۷۰۰	۱۹۹۵۰
کاه	۱۶۰۰	۴۰۰۰	۷/۵	۰/۸	۱۲/۵	۳۲۰۰	۳۰۰۰۰	۵۰۰۰۰
قصیل جو	۲۲۷	۴۶۰۰	۴	۰/۷	۲/۵	۳۲۲۰	۱۸۴۰۰	۱۱۵۰۰
تریتیکاله	۱۰۶	۴۰۸	۱۹	۳/۵	۴	۱۴۲۸	۷۷۵۲	۱۶۳۲
جمع	۳۶۹۱	۵۱۱۷۹	۲۰۳/۵	۳۰/۳	۷۸/۷	۶۹۸۱۸	۴۷۴۷۶۳	۲۳۸۹۱۸

همچنین نتایج نشان داد سالانه حدود ۷۸۳ تن عناصر غذایی ماکرو (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) به واسطه کاشت و برداشت حدود ۴۹۰۸ هکتار انواع محصولات زراعی از زمین های زراعی شرکت خارج و عمدتاً (غیر از گندم و برنج) وارد چرخه دامداری می شود (کلزا به صورت کنجاله وارد چرخه دامداری می شود). سالانه حدود ۱۳۴۰ تن عناصر غذایی ماکرو در غالب حدود ۵۷۵۱۲ تن نهاده دامی وارد چرخه دامداری می شود که از این میزان حدود ۶۵۹ تن عناصر غذایی ماکرو از منبع داخلی (واحد زراعت) تامین می گردد. سالانه حدود ۸۵۶ تن عناصر غذایی ماکرو در غالب ۱۳۰۰۰ تن کود خشک و ۷۵۰۰۰ متر مکعب شیرابه از دامداری دفع می شود و از این میزان حدود ۴۸۱ تن همراه با کود جامد و نیمه جامد (۱۳۰۰۰ تن کود خشک) وارد بخش زراعت و حدود ۳۷۵ تن در غالب شیرابه وارد چرخه تصفیه خانه دامداری می شود.

نتیجه گیری

استفاده از کودهای دامی در تولید گیاهان زراعی از قدیم رایج بوده است و یکی از جنبه های مهم در چرخش عناصر غذایی محسوب می شود، زیرا بیشتر عناصر غذایی که به عنوان غذا وارد بدن دامها می شوند، در کود آنها جای دارند و به محصول اصلی (شیر و گوشت) تبدیل نمی شود. در بررسی چرخش عناصر غذایی ماکرو در سیستم تلفیقی دام-زراعت شرکت زراعی دشت ناز مشخص گردید که بیش از ۶۰ درصد عناصر غذایی ماکرو که در غالب نهاده های دامی وارد بدن دام گردیده است از بدن دام به فرم ادرار و مدفوع دفع می گردد. هم چنین نتایج بررسی میزان استخراج عناصر غذایی از هر هکتار از اراضی دشت ناز بیانگر آن است که از هر هکتار کشت و کار به طور متوسط ۲۱۲ کیلو عناصر ماکرو به فرم عنصری از مزرعه خارج می شود و نتایج بررسی میزان عناصر ماکرو ورودی به دامداری به فرم نهاده نشان می دهد که به ازای هر راس دام سالانه حدود ۲۰۶ کیلو عناصر ماکرو مصرف و از این میزان حدود ۱۳۲ کیلو گرم به ازای هر راس دام سالانه دفع می گردد. از نتایج فوق می توان به طور حدودی اینطور استنباط کرد که به ازای هر راس دام عناصر غذایی ماکرو ۰٫۶ هکتار کشت و کار را در سیستم های تلفیقی دام-زراعت می تواند تولید نمود و همچنین به ازای هر هکتار کشت و کار حدوداً عناصر ماکرو مورد نیاز یک راس دام تولید می شود و مدیریت این چرخه تامین عناصر غذایی یکی از دلایل اصلی پایدارای سیستم های تلفیقی دام-زراعت می باشد.

- عباسی، ا.، فضائلی، ح. زاهدی فر، م. میرهادی، ا. گرامی، ع. تیمورنژاد، ن. علوی، م. (۱۳۹۴). جداول ترکیبات شیمیایی منابع خوراک دام و طیور ایران مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور ۱-۸۰.
- Abusuwar, O. A., El Zilal, A. H. (2010). Effect of chicken manure on yield, quality and HCN concentration of two forage Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Monech) cultivars. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1, 27-31.
- Agyenim Boateng, S., Zickermann, J., Kornahrens, M. (2006). Poultry manure effect on growth and yield of maize. *West Africa Journal of Application Ecology*, 9, 1-11.
- Hati, K. M., Mandal, K. G Misra, A. K., Ghosh, P. K., Bandyopadhyay, K. K. (2006). Effect of inorganic fertilizer and farmyard manure on soil physical properties, root distribution, and water use efficiency of soybean in Vertisols of central India. *Bioresource Technology*, 97: 2182-2188.
- Losak, T., Richter, R. (2004). Split nitrogen doses and their efficiency in poppy (*Papaver somniferum* L.) nutrition. *Plant, Soil and Environment*, 50(11): 484-488.
- Niemi, R. M., Vepsäläinen, M., Wallenius, K., Erkomma, K., Kukkonen, S., Palojävi, A., Vestberg, M. (2008). Conventional versus organic cropping and peat amendment: Impact on soil microbiota and their activities. *European Journal of Soil and Biology*, 44, 419-428.
- Poudel, D. D., Horwath, W. R., Kamini, W. T., Temple, S. R., Bruggen, A. H. C. (2002). Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yield and weed in organic, low-input and conventional farming system in northern California. *Agriculture Ecosystem and Environment*, 90, 125-137.
- Prakash, V., Bhattacharyya, R., Selvakumar, G. 2007. Long-term effects fertilization on some properties under rainfed soybean-wheat cropping in the Indian Himalayas. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170, 224-233.

Investigation of macro nutrient cycle in the livestock-agriculture system of Dasht-e Naz Agricultural Company

Mostafa Bandegani Rooieen^{1*}, Ali Asghar Ehsani² and Mostafa Koozehgar kaleji³

1- Responsible for agriculture of Dasht Naz agricultural company

Email Address: mbr_agro@yahoo.com

2- Agricultural director of Dasht Naz agricultural company

3-M.Sc. Student in Agroecology, Department of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

Abstract

Investigation of nutrient rotation in integrated farms is one of the key management points in sustainable agricultural systems. Efficient use of nutrients in the soil and, if possible, the return of nutrients, increases the fertility of farmland as much as possible. In order to investigate the rotation of nitrogen, phosphorus and potassium nutrients in the farms of Dasht Naz Company in Sari, an experiment was conducted in 2019 in its various product parts. Performance sampling of different plants with W pattern with 0.5×0.5 m² quadrat. The results showed that the highest nitrogen yield per hectare of crop was 260 kg of dry alfalfa and the lowest of straw was 18.75 kg. And the highest amount of phosphorus output was related to silage corn with 1475% more than straw.

Keywords: Cycle of elements, Phosphorus, Potassium, Nitrogen

تحلیل ساختار مکانی برخی از خصوصیات خاک با استفاده از روش زمین آمار

(مطالعه موردی: بخشی از اراضی جنوب غرب خوزستان)

ابوالفضل آزادی^{۱*}، زینب ظاهری عبده وند^۲، محی الدین گوشه^۳، علیرضا جعفر نژادی^۴

۴-۳۰۱- اعضای هیئت علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، اهواز، ایران، a.azadi@areeo.ac.ir

۲- کارشناس ارشد جی آی اس و سنجش از دور، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

چکیده

پژوهش حاضر، به منظور بررسی تغییرات مکانی شوری و اسیدیته خاک بخشی از اراضی جفیر استان خوزستان، با استفاده از روش زمین آمار کریجینگ انجام شد. بدین منظور ابتدا نمونه برداری به صورت شبکه منظم ۶۰×۶۰ متر در ۴۶ نقطه و از عمق ۰-۳۰ سانتی متری تهیه شد. آنالیز آمار توصیفی و زمین آماری داده‌های جمع‌آوری شده، انجام شد. نتایج حاکی از این بود که میانگین هدایت الکتریکی عصاره اشباع و اسیدیته خاک‌های منطقه مورد مطالعه ۵۷/۱۳ دسی زیمنس بر متر و ۷/۸۶ بود. بهترین مدل نیم-تغییرنا برای ویژگی‌های مورد مطالعه مدل نمائی بود. مطالعات نشان داد که خاک‌های منطقه مورد مطالعه به دلیل تبخیر بیش از اندازه سفره آب زیرزمینی به دلیل گرمای زیاد و نوع مواد مادری، تحت تأثیر شور و سدیمی شدن قرار دارند. این در حالی است که بر اساس نقشه شوری خاک، بیش از ۶۰ درصد خاک‌های منطقه مورد مطالعه در محدوده شوری خیلی زیاد (بیش از ۳۲ دسی زیمنس بر متر) قرار داشتند. بنابراین تهیه نقشه شوری خاک منطقه به منظور ارائه برنامه مدیریتی ویژه برای اصلاح و بهسازی اراضی مد نظر بوده و نهایتاً مدیریت ویژه آیشویی و زهکشی اراضی به‌عنوان راهکار اصلی جلوگیری از ادامه گرایش به شور و سدیمی شدن خاک در منطقه مورد مطالعه پیشنهاد گردیده است.

واژگان کلیدی: شوری خاک، زمین آمار، مدل نمایی، واریوگرام

مقدمه

مدیریت پایدار اکوسیستم مستلزم شناخت و ارزیابی تغییرات مکانی و زمانی در خصوصیات آن به‌منظور بهره‌برداری بهینه و پایدار از منابع می باشد. یکی از اهداف اصلی در مدیریت پایدار اراضی، شناسایی مدیریت هایی است که از یک سو باعث ارتقا کمی و کیفی تولید در طولانی مدت شوند و از سوی دیگر، باعث حفظ کیفیت خاک گردیده و منجر به تخریب اراضی نشوند. نقشه‌های خاک منابع مهمی از اطلاعات درباره منابع اراضی هستند. بنابراین، در اختیار داشتن اطلاعات دقیق از منابع خاک برای توسعه کشاورزی و مدیریت محیطی ضروری است. دستیابی به اینگونه اطلاعات با سرعت و دقت زیاد یکی از چالش‌های کلیدی است که علم خاک با آن رو به رو است (Wang et al, 2015). ویژگی‌های خاک دارای تغییرات مکانی و زمانی از مقیاس‌های کوچک تا بزرگ می‌باشند که تحت تأثیر ویژگی‌های ذاتی (نظیر فاکتورهای متأثر از مواد مادری خاک) و ویژگی‌های غیر ذاتی (مانند عملیات مدیریتی خاک، کوددهی و تناوب زراعی) قرار می‌گیرد (Quine and Zhang, 2002؛ Yemefack et al, 2005). برای درک بهتر تأثیر عوامل مدیریتی و آلودگی و دستیابی به عملیات زراعی مناسب نیاز به کمی‌سازی تغییرات ویژگی‌های خاک است (Sun et al, 2003). وجود تغییرات مکانی در ویژگی‌های خاک امری معمول است ولی شناخت این تغییرات به‌ویژه در اراضی کشاورزی جهت برنامه‌ریزی دقیق و مدیریت اراضی امری ضروری است. آگاهی از این مسئله برای افزایش سود و نیل به بهره‌برداری پایدار ضرورت دارد. با این وجود اکثر کشاورزان بکارگیری یک سری از شیوه‌های مدیریتی خاص را برای کل زمین ترجیح می‌دهند، چنین مدیریت‌های ناکارآمدی باعث افزایش هزینه‌های مدیریتی، کاهش بازده خالص اقتصادی، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و ضایعات انرژی می‌گردد. بنابراین در دسترس بودن اطلاعات دقیق از خصوصیات خاک، در سطح مزرعه، منطقه و ملی باعث می‌شود تا کودها با توجه به

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نیازها، در بخش‌های مختلف اراضی به کار گرفته شوند. از طرفی دسترسی به اطلاعات دقیق در مورد تغییرات مکانی خصوصیات خاک به جهت فراهم نمودن پایگاه داده ای در راستای مدیریت خاک، همچون کاربرد نسبت مناسب کودها، بسیار ضروری است. به این منظور درک چگونگی توزیع مکانی خصوصیات خاک در عرصه‌های مختلف اکوسیستم و محیط زیست مهم و حیاتی می باشد. از آنجا که شناخت چگونگی توزیع مکانی خصوصیات خاک در یک عرصه کمک شایانی به مدیریت هر چه بهتر آن می‌نماید. به همین منظور هدف مطالعه حاضر شناخت خصوصیات خاکهای منطقه مورد مطالعه و تهیه نقشه پهنه بندی و استخراج اطلاعات، از روشهای زمین آماری در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت شناسایی محدودیت ها و اعمال مدیریت جامع و صحیح می باشد.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مطالعاتی و نقاط نمونه برداری

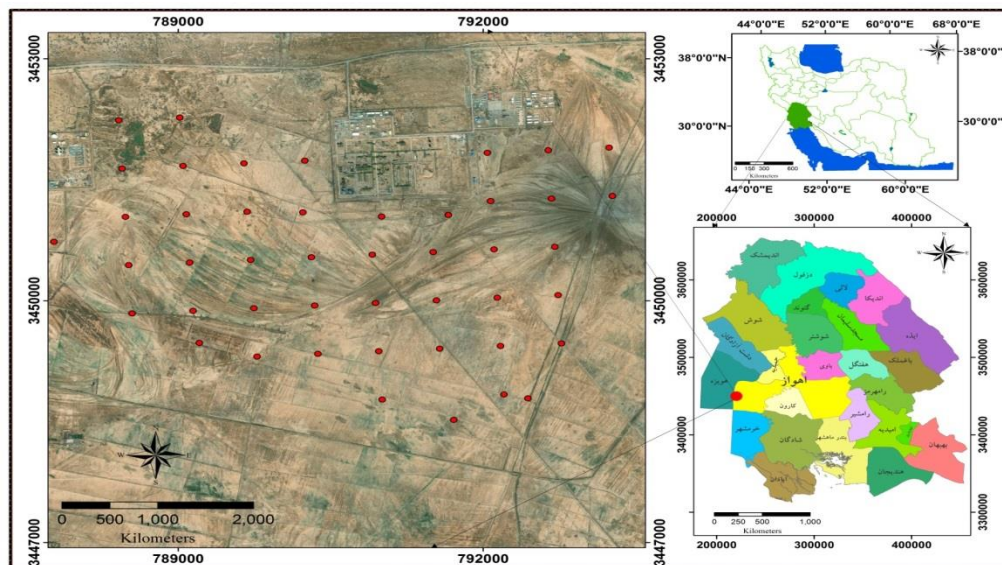
منطقه مورد مطالعه در بخش شمالی دشت آبادان، جنوب غرب استان خوزستان و حدود ۵۰ کیلومتری غرب اهواز واقع شده، به صورت دشت و در ارتفاع ۱۵-۳۰ متری بالای سطح آب دریا قرار دارد. گروه‌های خامی و بنگستان مهمترین واحدهای زمین شناسی در میدان جفیر هستند (همتی و همکاران، ۱۳۹۶). به منظور انجام این تحقیق ابتدا محدوده منطقه مورد مطالعه به صورت پیمایش میدانی با استفاده از سامانه مکانیاب جغرافیایی مشخص گردید. با پردازش اطلاعات بدست آمده با نرم افزار اطلاعات جغرافیایی نقشه نمونه برداری به صورت شبکه منظم ۶۰۰×۶۰۰ متر تهیه شد و بر این اساس در ۴۶ نقطه مطابق با نقشه تهیه شده و از عمق ۰-۳۰ سانتی متری سطح خاک نمونه برداری صورت گرفت (شکل ۱). نمونه‌ها پس از هواخشک کردن، از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند و قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع به روش هدایت سنجی و اسیدیتته در گل اشباع اندازه گیری شدند (Rhoades 1986). سپس متغیرها از نظر وضعیت مرکزیت، پراکندگی، داده پرت و نرمال بودن توزیع فراوانی ارزیابی شد. در این رابطه، وضعیت متغیرهای اسیدیتته و قابلیت هدایت الکتریکی با استفاده از آماره‌های توصیفی کرانه‌ای حداقل و حداکثر، آماره مرکزیت میانگین و آماره‌های پراکندگی، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی تعیین شد. برای تعیین نرمال بودن توزیع فراوانی متغیرها از آزمون معنی داری چولگی و کشیدگی و آزمون کلموگراف-اسمیرنوف در محیط SPSS آزمون شد. پس از نرمال سازی داده‌ها به منظور تبدیل داده‌های نقطه‌ای به داده‌های سطحی در محیط ArcGIS از روش زمین آماری کریجینگ استفاده شد. جهت نشان دادن پیوستگی مکانی متغیرهای مورد بررسی، نیم تغییر نما یا واریوگرام داده ها در محیط نرم افزار GS+ ترسیم گردید مطابق رابطه ۱ نیم تغییرنما، کمیتی برداری است که درجه‌ی همبستگی مکانی و شباهت بین نقاط اندازه‌گیری شده را بر حسب مربع تفاضل مقدار دو نقطه و با توجه به جهت و فاصله‌ی آنها نشان می‌دهد (Lopez-Granados et al, 2002).

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

مطابق با رابطه ۱ نیم تغییر نما با $\gamma(h)$ نشان داده شده است، $N(h)$ تعداد جفت نقاطی است که فاصله آنها از هم به اندازه h است. $Z(x_i)$ و $Z(x_i+h)$ متغیرهای ناحیه ای با فاصله از یکدیگرند. هر تابع نیم تغییر نما با سه مولفه اثر قطعه‌ای (C_0) ، شعاع تاثیر (a) و حد آستانه $(C+C_0)$ مشخص می‌شود. مقدار نیم تغییر نما در مبدا مختصات یعنی به ازای $h=0$ ، اثر قطعه‌ای (C_0) می‌نامند. در حالت ایده آل مقدار باید برابر صفر باشد. اما در بیشتر مواقع بزرگتر از صفر است. در این حالت جزء تصادفی و یا فاقد ساختار (C) متغیر ظاهر می‌شود. شعاع تاثیر بیان گر فاصله‌ای است که در آن مقادیر تابع نیم تغییرنما به حد ثابتی می‌رسد و شکل آن به حالت افقی نزدیک می‌شود. به مقدار ثابتی که نیم تغییرنما در شعاع تاثیر به آن می‌رسد آستانه یا سقف گفته می‌شود. این مقدار نسبتاً ثابت است. در حالت کلی مقدار آستانه را می توان برابر با کل واریانس نمونه ها فرض نمود. مقدار این مولفه از مجموع اثر قطعه‌ای (C_0) و بخش ساختار دار نیم تغییرنما بدست می‌آید. در این پژوهش از بین مدل‌های نیم تغییرنما، از مدل دایره‌ای، کروی، نمایی و گوسی استفاده شد. همچنین برای برآورد ویژگی مورد نظر و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی متغیرها از تابع میان‌یابی کریجینگ استفاده شد. صحت برازش این مدل‌ها توسط آماره‌های خطاسنجی (MAE و MBE، RMSE) مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی ساختار

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

مکانی و الگوی تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک و گیاه از نرم افزار GS^+ و دیگر عملیات مربوط به محاسبه و تهیه نقشه‌های پهنه بندی از طریق روش‌های مختلف زمین‌آمار و میان‌یابی، در محیط نرم افزار ArcGIS 10.3 انجام شد.



شکل ۱. نقشه موقعیت و طرح نمونه برداری خاک منطقه مورد مطالعه

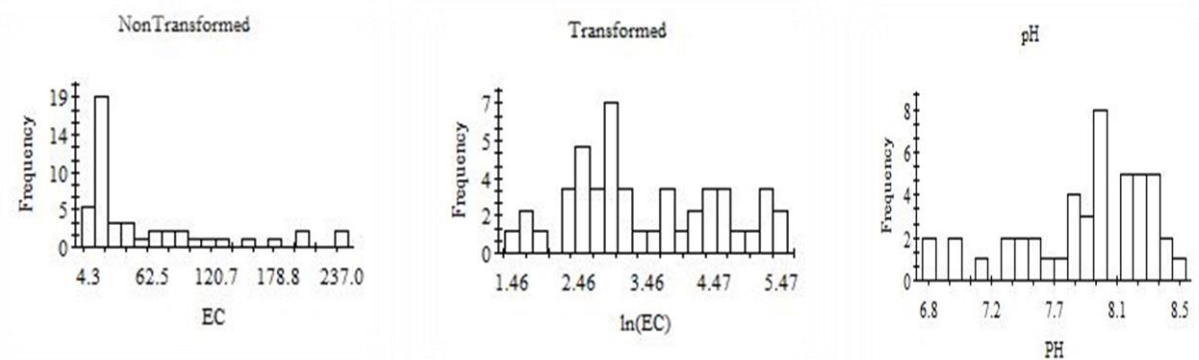
آمار توصیفی متغیرهای مورد مطالعه یعنی قابلیت هدایت الکتریکی و اسیدیته (پ‌هاش) در جدول (۱) خلاصه شده است. میانگین غظت هدایت الکتریکی و پ‌هاش خاکهای مورد مطالعه به ترتیب $57/13$ دسی زیمنس بر متر و $7/86$ بود. با توجه به مقادیر چولگی و کشیدگی در جدول مذکور و نیز منحنی‌های توزیع فراوانی که در شکل (۲) نشان داده شده است. همچنین نتایج حاصل از نرم افزار $SPSS$ و روش کلموگروف اسمیرنوف آزمون نرمالیته داده‌ها تست شد که ملاحظه شد که داده‌های قابلیت هدایت الکتریکی نرمال نبودند و با تبدیل لوگ نرمال داده‌ها نرمال شدند و سپس مورد استفاده قرار گرفتند.

جدول ۱. نتایج آماره‌های مربوط به هدایت الکتریکی عصاره اشباع نمونه‌های خاک.

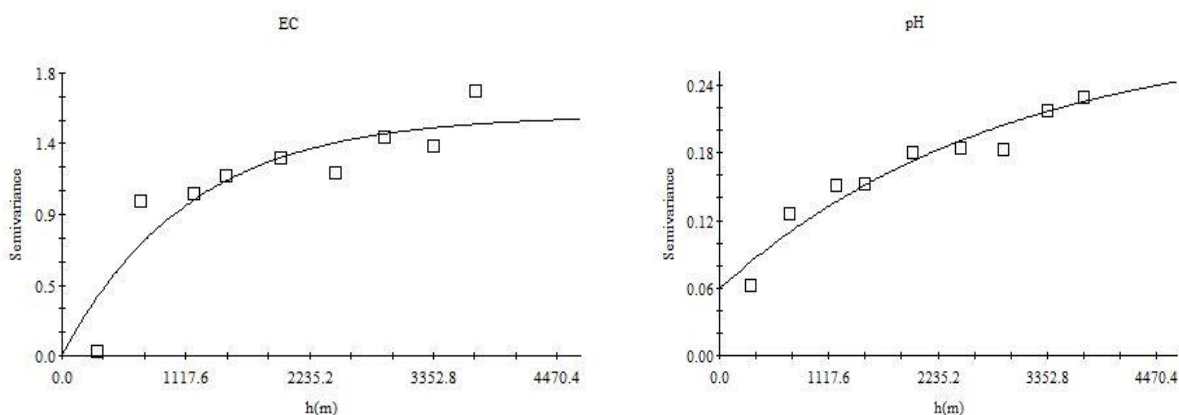
متغیر مورد بررسی	تعداد نمونه	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
EC	۴۶	$57/13$	$4/3$	۲۳۷	$65/27$	$1/5$	$4/19$
pH	۴۶	$7/86$	$6/8$	$8/50$	$0/44$	$-0/92$	$0/00$

با بررسی داده‌های موجود می‌توان نتیجه‌گیری نمود که خاک‌های منطقه مورد مطالعه و به‌طور کلی دشت جفیر دارای محدودیت شوری و نیز تغییرپذیری زیاد مکانی از نظر مقدار شوری با توجه به ویژگی‌های خاک و عمق آب زیرزمینی می‌باشند. این مسئله نشان می‌دهد که برای اصلاح و به‌سازی خاک‌های منطقه نیاز به تهیه نقشه‌های شوری می‌باشد. به نظر می‌رسد با تهیه نقشه‌های شوری بتوان گامی موثر در خصوص روش‌های مدیریتی برای اصلاح و به‌سازی خاک‌های منطقه مورد مطالعه برداشت. جهت بررسی وجود یا عدم وجود همبستگی مکانی متغیرهای مورد مطالعه پس از برازش چند مدل واریوگرام و بررسی ظاهری آنها، این نتیجه حاصل شد که تمام داده‌ها را می‌توان از مدل نمایی توصیف کرد بر این اساس مدل نمایی با بیشترین ضریب تبیین (R^2) برابر با $0/83$ و $0/92$ و کمترین مجموع مربعات باقیمانده (RSS) برابر $0/29$ و $0/001$ به ترتیب برای متغیرهای شوری و پ‌هاش بهترین مدل برای برازش نیم تغییر نما انتخاب شد. اثر قطعه ای، حدآستانه و دامنه تاثیر برای این مدل در دو پارامتر مورد بررسی محاسبه گردید که نتایج ارزیابی ساختار مکانی متغیرها با استفاده از مؤلفه‌های بهترین مدل مناسب نیم تغییر نما در جدول (۲) آمده است.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۲. منحنی‌های فراوانی داده‌های شوری و اسیدیته در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری سطح خاک



شکل ۳. نیم تغییرنماهای تجربی و مدل‌های برازش داده شده به آنها

جدول ۲. مؤلفه‌های بهترین مدل نیم تغییرنمای برازش شده بر متغیرهای مورد مطالعه.

متغیر مورد بررسی	مدل	$C/(C_0+C)$	دامنه تاثیر A_0	آستانه (C_0+C)	اثر قطعه‌ای (C_0)	R^2	RSS
EC	نمایی	۰/۹۹۹	۱۱۴۲	۱/۵۳۳	۰/۰۰۱	۰/۹۲	۰/۲۹
pH	نمایی	۰/۷۹۶	۲۹۱۶	۰/۲۹۲	۰/۰۵۹	۰/۸۳	۰/۰۰۱

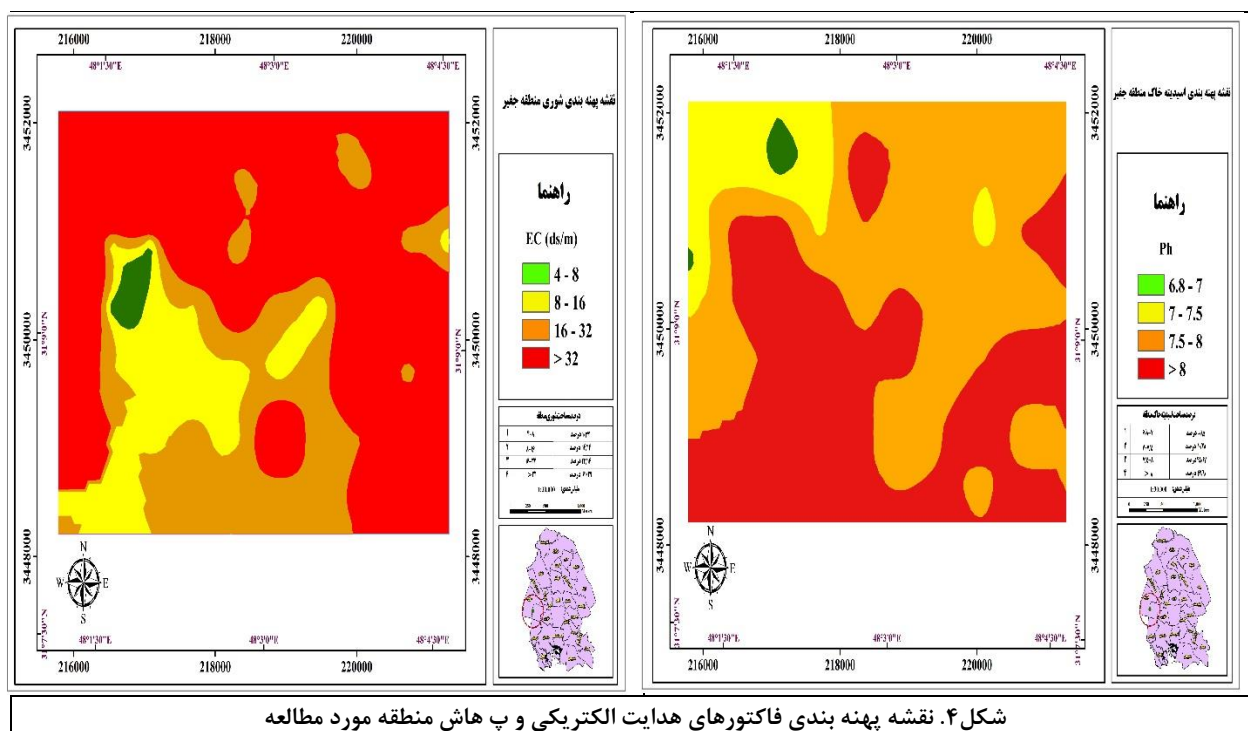
با مقایسه نتایج مؤلفه‌های فاکتورهای مورد بررسی مختلف ملاحظه می‌گردد که بیشترین میزان اثر قطعه‌ای نیم تغییرنما به فاکتور اسیدیته و به میزان (۰/۰۵۹) می‌باشد، مؤلفه اثر قطعه‌ای، خطای نمونه‌برداری و تغییرات تصادفی یا ذاتی در داده‌ها را نشان می‌دهد (سان و همکاران، ۲۰۰۳). مطابق جدول ۲ بیشترین میزان آستانه در فاکتور شوری مشاهده گردید. دامنه تاثیر که نشان دهنده دامنه‌ای است که ساختار تغییرات متغیر در آن شناخته شده است برای متغیر اسیدیته دارای بیشترین مقدار، به میزان ۲۹۱۶ متر می‌باشد. معمولاً برای بررسی پیوستگی مکانی متغیرها از رابطه شاخص نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه $(\frac{C_0}{C+C_0})$ استفاده می‌شود. به عبارتی به نسبت واریانس ساختاردار به حد آستانه، ساختار مکانی واریوگرام است. اگر مقدار این نسبت کمتر از ۲۵ درصد باشد، متغیر دارای وابستگی مکانی قوی، اگر بین ۲۵ تا ۷۵ درصد باشد، وابستگی مکانی متوسط و اگر این نسبت بیشتر از ۷۵ درصد باشد، وابستگی مکانی ضعیف می‌باشد (Sun et al, 2003). مطابق با نتایج جدول ۲ هر چند بر پایه شاخص نسبت همبستگی مکانی متغیر دارای ساختار مکانی ضعیف بودند، اما شدت وابستگی مکانی در اسیدیته بیشتر از قابلیت هدایت الکتریکی بود. ارزیابی صحت برآورد متغیرهای اسیدیته و قابلیت هدایت الکتریکی با استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ معمولی نیز محاسبه شد که میزان RMSE،

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

MBE و MAE متغیرهای اسیدیته و قابلیت هدایت الکتریکی به ترتیب برابر به ۰/۳۹، ۰/۳۱ و ۰/۰۰۶۵ و ۲/۶۲، ۱/۲۴ و ۳۸/۱ برآورد شد. در نهایت بازنمایی توزیع مکانی متغیرهای مورد بررسی با استفاده از روش کریجینگ معمولی در شکل (۴) نشان داده شده است. همانطور که نقشه کریجینگ نشان می‌دهد و مطابق با جدول ۳ بیش از ۶۰ درصد اراضی منطقه دارای شوری بسیار بالایی (EC < ۳۲) می‌باشند. احتمالاً بالا بودن سفره آب زیر زمینی، سنگینی بافت خاک و نبود زهکشی مناسب فرآیند صعود مویینگی املاح محلول که با توجه به سنگین بودن بافت منطقه می‌تواند از دلایل مهم باشد، ریز بافت بودن، نوع مواد مادری موجود در منطقه، می‌تواند دلیلی بر شور شدن خاک اراضی این منطقه باشد. تغییرات تدریجی و پیوسته شوری و اسیدیته خاک در سطح منطقه، به خوبی توسط نقشه‌های کریجینگ نشان داده شده است.

جدول ۳. تقسیم بندی نوع خاک برحسب هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع

ردیف	کلاس شوری	هدایت الکتریکی (ds/m)
۱	شوری کم	EC < ۴
۲	شوری متوسط	۴ < EC < ۸
۳	شوری زیاد	۸ < EC < ۱۶
۴	شوری بسیار زیاد	۱۶ < EC < ۳۲
۵	شوری شدید	EC > ۳۲



شکل ۴. نقشه پهنه بندی فاکتورهای هدایت الکتریکی و پ هاش منطقه مورد مطالعه

نتیجه‌گیری

تحقیق انجام شده بر روی ۴۶ نمونه خاک جمع آوری شده از اراضی جفیر استان خوزستان انجام شد که حداقل مقدار برای فاکتورهای اسیدیته و قابلیت هدایت الکتریکی ۶/۸، ۴/۳ و حداکثر مقدار به ترتیب ۸/۵۰، ۲۳۷ دسی زمینس بر متر بود. غلظت ویژگی‌های مورد مطالعه اسیدیته و قابلیت هدایت الکتریکی به طور میانگین به ۷/۸۶ و ۵۷/۱۳ دسی زمینس بر متر بود. نتایج آمار توصیفی متغیرهای مورد مطالعه نشان داد که توزیع داده‌ی قابلیت هدایت الکتریکی غیر نرمال بوده که به وسیله‌ی تبدیل

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

لگاریتمی توزیع آنها تا حدودی نرمال گردید. نتایج وابستگی مکانی نشان داد که هر دو ویژگی اسیدیته و قابلیت هدایت الکتریکی وابستگی مکانی ضعیفی داشتند. در بررسی مورد مطالعه به روش کریجینگ نقشه پهنه‌بندی فاکتورها نشان داد که بخش بزرگی از اراضی مورد مطالعه از نظر شوری در حد بسیار شدید بودند. بنابراین می‌توان از آبشویی و زهکشی اراضی این منطقه تا حدودی شوری را تعدیل و اراضی را مدیریت نمود.

فهرست منابع

همتی نیک، ح.ر.، فضلی، ل.، نظری فرد، م.، و طباطبائی رئیسی، س.ه. (۱۳۹۶). بررسی خصوصیات مخزنی سازندهای ایلام و سروک با تبدیل داده‌های لرزه‌ای به تخلخل و تراوایی از طریق سیستم هوشمند در میدان جفیر. ماهنامه علمی اکتشاف و تولید نفت و گاز. ۱۳۹۶ (۱۵۲): ۶۰-۷۲.

- Lopez-Granados, F., M. Jurado-Exposito., S. Atenciano., A. Garcia-Ferrer., M. Sanchez de la Orden., and Garcia-Torres. L. (2002). Spatial variability of agricultural soil parameters in southern Spain. *Plant and Soil*. 246: 97-105.
- Quine, T.A., and Zhang, Y. (2002). An investigation of spatial variation in soil erosion, soil properties and crop production within an agricultural field in Devon, UKJ. *Soil and Water Conservation*, 57, 50-60.
- Rhoades J.D. (1986). Soluble salts. p. 167-179. In G.S. Campbell et al. (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 1, Soil Science Society of America Journal, Madison, WI*.
- Sun, B., Zhou, S.L., and Zhao. Q.G. (2003). Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the region of subtropical China. *Geoderma*, 115, 85-99.
- Wang, D. C., G. L. Zhang, M. S. Zhao, X. Z. Pan, Y. G. Zhao, D. C. Li, and B. Macmillan. (2015). Retrieval and mapping of soil texture based on land surface diurnal temperature range data from MODIS. *PLoS one*, 10(6), e0129977.
- Yemefack, M., Rossiter, D.G., and Yomgang, R.N. (2005). Multi-scale characterization of soil variability within an agricultural landscape mosaic system in southern Cameroon. *Geoderma*, 125, 117-14

Analysis of spatial structure of some soil properties using geostatistical method (Case Study: Part of Southwest Khuzestan province)

Abolfazl Azadi^{1*}, Zeinab Zaheri Abdevand², Mahialdin Gosheh³, Alireza Jafarnazhadi⁴

^{1,3,4} Faculty members of Soil and Water Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz (a.azadi@areeo.ac.ir)

²MSc. in RS&GIS, Soil and Water Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran

Abstract

The present study was conducted to investigate the spatial variation of soil salinity and acidity of part of Jofair lands in Khuzestan province, using Kriging statistical method. For this purpose, sampling was prepared in the form of a regular grid of 600 × 600 m at 46 points from a depth of 0-30 cm. Descriptive statistics and geostatistical analysis of the collected data were performed. The results showed that the average electrical conductivity of the saturated extract and the acidity of the soils in the study area were 57.13 dS .m⁻¹ and 7.86. The best semi-variable model for the studied features was the exponential model. Studies have shown that the soils of the study area are affected by salinity and sodium due to excessive evaporation of groundwater aquifers due to high heat and the type of parent material. However, according to the soil salinity map, more than 60% of the soils in the study area were in the very high salinity range (more than 32 dS .m⁻¹). Therefore, preparing the soil salinity map of the region in order to provide a special management plan for land improvement and improvement, and finally, special management of land leaching and drainage has been proposed as the main solution to prevent the tendency to soil salinity and sodium in the study area.

Keywords: Geostatistics, exponential model, Variogram, soil salinity

بررسی تغییرات شوری و درصد مواد خنثی کننده (آهک) خاک براساس بانک اطلاعات مکانی در محیط GIS در اراضی اجرای سیستم آبیاری تحت فشار در سطح استان قزوین

احمد مستخدمی^۱، محسن کلهر^۲

۱- مدیریت آب و خاک سازمان جهادکشاورزی استان قزوین

۲- کارشناس خاکشناسی سازمان جهادکشاورزی استان قزوین

Mohsenkalhor1366@gmail.com

چکیده

محدودیت منابع آب موجود و بحران های ناشی از کمبود آب مدت هاست که موضوع بحث بسیاری از محافل تخصصی آب می باشد. در شرایط آب و هوایی ایران مشکل اصلی در راه افزایش تولید محصولات کشاورزی، محدودیت منابع آب است. روش های آبیاری نوین یک راه حل مناسب جهت استفاده بهینه از منابع آب است، به شرطی که انتخاب، طراحی، اجرا و بهره برداری سیستم آبیاری قطره ای با دقت کافی و به طور اصولی انجام گیرد. در این تحقیق میزان شوری و درصد آهک خاک که یک معضل بسیار جدی در خاکهای استان قزوین است با توجه به شرایط اقلیمی و کیفیت منابع آب و مشخصات خاک مناطق استان مورد ارزیابی قرار گرفته است. بدین منظور کلیه پارامترهای مؤثر در آزمون خاک با استفاده از نرم افزار GIS Arc پهنه بندی و کلاس بندی شده است و نقشه های مدیریت پذیر برای کل استان تهیه شده است. با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق میزان آهک در شهرستان بوئین زهرا در مقایسه با سایر شهرستان های استان بالاترین مقدار را داشته است. در مقابل کمترین مقدار شوری در شهرستان البرز بدست آمده است. از آنجاییکه اجرای طرح سیستم های آبیاری نوین نیازمند اراضی با پتانسیل خاک بالایی است، مطالعات صورت گرفته نشان می دهد که میزان شوری و آهک اراضی استان قابل قبول است.

واژگان کلیدی: سیستم آبیاری نوین، شوری، آهک، GIS.

مقدمه

یکی از بحرانهای جدی و تشدید شونده که هم اکنون جهان و مخصوصاً کشور ایران با آن روبه رو است مسئله کمبود آب میباشد (بازیدی م. ۱۳۸۰). ۹۳ درصد آب شیرین مصرفی در جهان به بخش کشاورزی اختصاص دارد (مامنپوش ع. و تفنگساز ر. ۱۳۸۶). از این رو واضح است که آب، نقشی حیاتی در توسعه کشاورزی بسیاری از کشورها ایفا می کند (Bjornlund Hassanli 2009). در حالی که حدود ۹۴ درصد برداشت از منابع آب قابل تجدید در ایران به بخش کشاورزی اختصاص می یابد، راندمان کل آبیاری در این بخش به طور متوسط ۳۰ تا ۳۵ درصد تخمین زده می شود (برادران هزاوه ف. ۱۳۸۴). با اجرای طرحهای آبیاری تحت فشار تا حد زیادی میتوان راندمان مصرف را در بخش کشاورزی افزایش داد و به حل این معضل کمک نمود (ابریشمدار ع. و مستوفی زاده ن. ۱۳۸۲). انتخاب صحیح سیستم آبیاری گام مهمی در بهره برداری بهینه از منابع آب و خاک است. لزوم توجه به مشخصات و محدودیتهای سیستمهای آبیاری، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و خاک محل، اهداف و پیامدهای زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی سبب می گردد که انتخاب سیستم آبیاری به مسئله نسبتاً پیچیده مبدل گردد (قره داغی م. ۱۳۹۱). عدم گزینش صحیح سیستم آبیاری مناسب برای یک شبکه آبیاری، بخصوص در سیستمهای آبیاری تحت فشار که به تجهیزات خاصی نیاز دارند، موجب اتلاف وقت و هزینه بسیار در مراحل مختلف طراحی و اجرا، و چه بسا غیر اقتصادی شدن طرح گردیده و در نتیجه موجب عدم بهره برداری بهینه و اتلاف منابع ارزشمند آب و خاک منطقه خواهد شد (هادیزاده ع. ۱۳۸۵). منظور از پتانسیل یابی برای اجرای سیستم آبیاری تحت فشار انجام بررسیهای لازم در ارتباط با وضعیت توپوگرافی اراضی، خصوصیات مختلف خاک، شرایط اقلیمی، نوع محصول، کمیت و کیفیت آب آبیاری، نیروی انسانی مورد نیاز، مهارت زارعین و زمینه های فرهنگی و اجتماعی پذیرش روشهای نوین آبیاری و در نهایت انجام بررسیهای اقتصادی در محدوده

هدفهین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

مطالعات هر پروژه و در نتیجه بررسی امکان استفاده از سیستمهای مزبور در جهت نیل به بالاترین بازده در زمینه مصرف آب و تولید اقتصادی محصولات کشاورزی میباشد (میرزائی تختگاهی ح. ۱۳۸۵). سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS یک سیستم مبنا می باشد که به عنوان یک مجموعه متشکل از سخت افزار، نرم افزار، اطلاعات جغرافیایی، نیروی انسانی و مدل های پردازش داده، به منظور تولید، ذخیره سازی، نمایش یا بازیابی پردازش، به همگام سازی اطلاعات جغرافیایی مربوط به عوارض و پدیده های مختلف، مورد استفاده قرار می گیرد (حسین آبادی، ۱۳۸۷). به همین منظور در این تحقیق با استفاده از نرم افزار GIS نقشه های مدیریت پذیر خاک در سطح استان قزوین برای اراضی ای که در آن از اجرای سیستم آبیاری نوین استفاده شده است بدست آمده است.

مواد و روش ها

این پژوهش در تمامی شهرستان های استان قزوین شامل بوئین زهرا، آبیک، البرز، قزوین و تاکستان در اراضی ای که اجرای سیستم های آبیاری تحت فشار صورت گرفته شده بود انجام شد. در این تحقیق با هماهنگی مدیریت جهاد کشاورزی تمامی شهرستان های استان مکان های اجرا شده سیستم های آبیاری نوین به تعداد ۱۰۰۰ مشخص و نسبت به مکان دار کردن نقاط با دستگاه GPS اقدام شد. در تمامی این اراضی نمونه برداری مرکب خاک از اعماق ۰-۳۰ و ۶۰-۳۱ سانتی متری تهیه و خصوصیات شیمیایی خاکها نظیر شوری و آهک مورد بررسی قرار گرفت (Ehyaei, 1973). سپس با وارد کردن داده های خام بدست آمده از نتایج و آنالیز آزمون خاک در نرم افزار GIS، نقشه های مدیریت پذیر خاک به تفکیک تمامی شهرستان ها بدست آمد.

نتایج و بحث

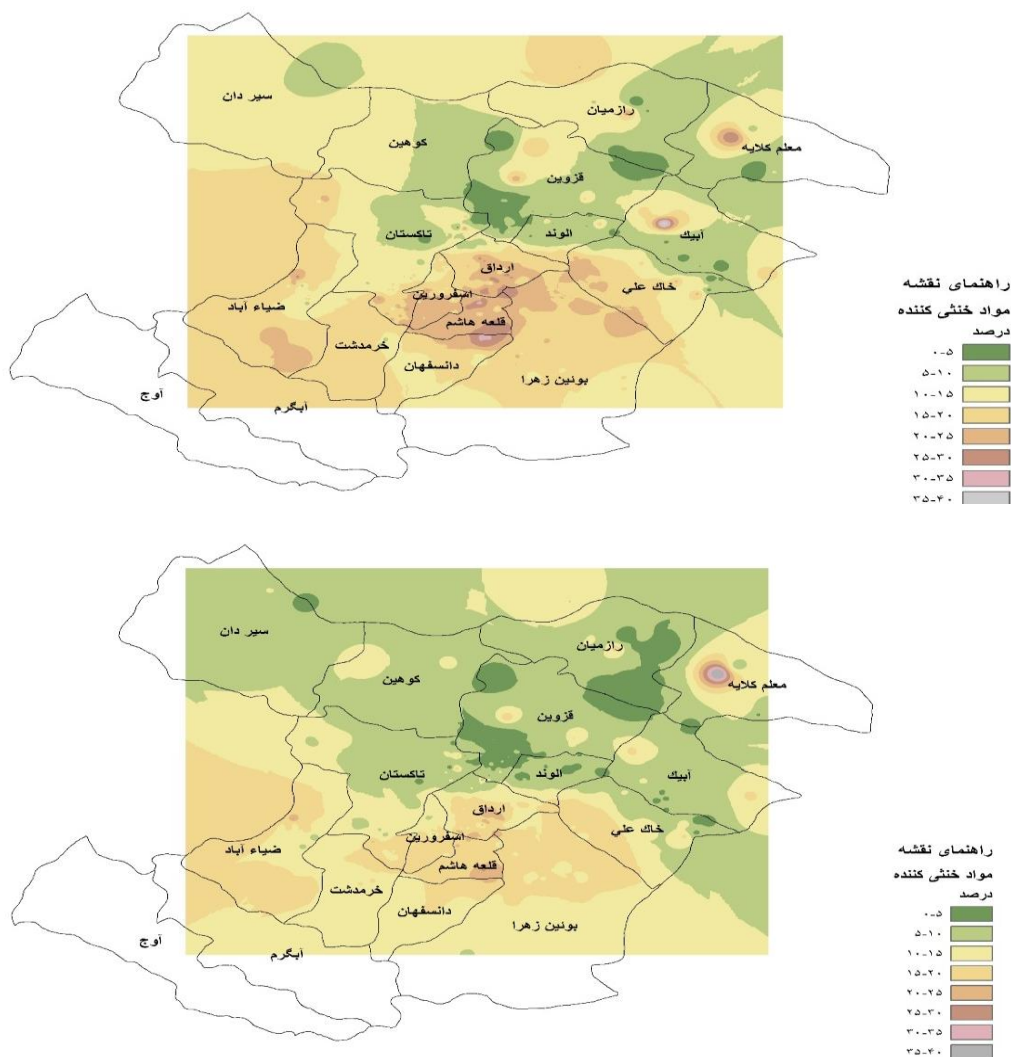
از هزار نمونه مورد مطالعه در سطح خاکهای استان که در آن اجرای سیستم آبیاری نوین انجام شده بود میانگین میزان شوری خاک در شهرستان البرز و قزوین کمترین و ایده آل ترین میزان و در شهرستان بوئین زهرا در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی متری خاک بالاترین مقدار ۲/۹۱ دسی زیمنس بر متر را دارا می باشد. با توجه به اینکه میزان شوری در مناطق مورد ارزیابی کمتر از ۳ دسی زیمنس بر متر است این میزان از شوری در این مناطق برای اجرای سیستم آبیاری نوین مناسب است و همچنین میزان آهک خاک در شهرستان بوئین زهرا بالاترین مقدار برابر با ۲۱ ... و در شهرستان قزوین و البرز کمترین مقدار را در میان شهرستان ها به خود اختصاص داده است.

شهرستان	عمق خاک cm	شوری dS/m	درصد آهک
قزوین	۳۰-۰	۱/۰۲	۱۰/۶۵
	۶۰-۳۰	۰/۹۸	۹/۵۷
تاکستان	۳۰-۰	۱/۸	۱۷/۹۵
	۶۰-۳۰	۱/۷۳	۱۸/۳۸
بوئین زهرا	۳۰-۰	۲/۶۲	۲۰/۷۳
	۶۰-۳۰	۲/۹۱	۲۱
آبیک	۳۰-۰	۲/۳	۱۳/۵
	۶۰-۳۰	۲/۲	۱۳/۸
البرز	۳۰-۰	۱/۱۵	۹/۸۳
	۶۰-۳۰	۰/۹۴	۱۰

جدول ۱- میانگین کلی خصوصیات شوری و آهک خاک در اراضی اجرای سیستم آبیاری نوین.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

با توجه به نقشه آهک (درصد مواد خنثی کننده) استان در اراضی اجرای سیستم آبیاری نوین در شکل ۲ اکثریت نقاط اجرا شده دارای آهک کمتر از ۱۵ درصد می باشند که برای اجرای سیستم آبیاری تحت فشار مناسب است. تنها مناطقی از شهرستان بوئین زهرا که دارای درصد آهک بین ۱۵ تا ۲۰ است بایستی اجرای سیستم های آبیاری نوین با ملاحظه صورت پذیرد.



شکل ۲- پراکنش مواد خنثی کننده در اراضی اجرای سیستم استان قزوین

نتیجه گیری

در این پژوهش به بررسی میزان شوری و درصد آهک در اراضی دارای اجرای سیستم های آبیاری نوین پرداخته ایم. بررسی های انجام شده بر روی ۱۰۰۰ نمونه نشان داده است که در بیشتر شهرستان های استان قزوین قابلیت اجرای سیستم تحت فشار وجود دارد. تنها در شهرستان بوئین زهرا با توجه به میزان شوری. آهک آن منطقه باید در انتخاب نوع سیستم آبیاری ملاحظات و بررسی های بیشتری صورت پذیرد.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

فهرست منابع

- بایزیدی م. ۱۳۸۰. ارزیابی سیستمهای آبیاری بارانی در شهرستان قروه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- مأمینپوش ع. و تفنگساز ر. ۱۳۸۶. مکانیابی مناطق مستعد جهت اجرای طرحهای آبیاری تحت فشار به کمک سامانه (GIS مطالعه موردی: دشت برخوار اصفهان). مجموعه مقالات اولین سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار ۱۰۹-۱۸.
- برادران هزاوه ف. ۱۳۸۴. ارزیابی فنی سیستمهای آبیاری تحت فشار اجرا شده در شهرستان اراک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز
- ابریشمدر ع. و مستوفی‌زاده ن. ۱۳۸۲. انتخاب روش مناسب آبیاری تحت فشار در دشت زیدون و میاناب، مجموعه مقالات سومین همایش کمیته منطقه ای آبیاری و زهکشی استان خوزستان ۱۷۳
- قره داغی م.، معروفپور ع.، بابایی خ. و پاشازاده م. ۱۳۹۱. کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در انتخاب سیستمهای آبیاری تحت فشار (مطالعه موردی دشت دهگلان کردستان). مجله علوم و مهندسی آبیاری. جلد سی و چهارم ۹۵:۲-۱۰۵
- هادی‌زاده ع. ۱۳۸۵. ارائه روشی در گزینش سیستم آبیاری مناسب. همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی
- میرزائی تختگاهی ح.، برومندنسب س.، بهزاد م. و قمرنیا ه. ۱۳۸۵. پتانسیل یابی سیستمهای آبیاری تحت فشار در مناطق مرکزی استان کرمانشاه. همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی
- حسین‌آبادی، م. (۱۳۸۷). کشاورزی دقیق چیست؟ مجله کشاورزی، سال ۲۹، شماره ۳۴۳، ص ۴۲.

Bjornlund H., Nicol L., and Klein K.K. 2009. The adoption of improved irrigation technology and management practices: A study of two irrigation districts in Alberta, Canada. *Agricultural Water Management*, 96:121-131.

Hassanli A.M., Ebrahimizadeh M.A., and Beecham S. 2009. The effects of irrigation methods with effluent and irrigation scheduling on water use efficiency and corn yields in an arid region. *Agricultural Water Management*, 96:93-99.

Evaluation of salinity changes and percentage of soil neutralizers (lime) based on spatial database in GIS environment in lands under pressure irrigation system in Qazvin province

Ahamad Mostakhdemi¹, Mohsen Kalhor²

¹ soil and water manager, Organization of agriculture-Jahad-Qazvin

¹ soil engineer, Organization of agriculture-Jahad-Qazvin

Abstract

Limited water resources and water shortage crises have long been the subject of interest in water expert. In the climatic conditions of Iran, the main problem in increasing the production of agricultural products is the limitation of water resources. Modern irrigation methods are a suitable solution for the optimal use of water resources, provided that the selection, design, implementation and operation of drip irrigation system is done with sufficient accuracy and in principle. In this study, the salinity and percentage of soil lime, which is a very serious problem in the soils of Qazvin province, has been evaluated according to climatic conditions and the quality of water resources and soil characteristics of the province. For this purpose, all effective parameters in the soil test have been zoned and classified using GIS Arc software and manageable maps have been prepared for the whole province. According to the results obtained in this study, the amount of lime in Buin Zahra city in Compared to other cities in the province had the highest value. In contrast, the lowest salinity is obtained in Albozr city. Since the implementation of modern irrigation systems requires lands with high soil potential, studies show that the salinity and lime of the province is acceptable.

Keywords: modern irrigation system, salinity, lime, GIS

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

ارزیابی تناسب اراضی برای گل محمدی با استفاده از GIS در منطقه مادون بردسیر استان کرمان

مهديه آقايي افشار^۱ اردوان کمالی^۲

۱. کارشناس ارشد مدیریت منابع خاک و ارزیابی اراضی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان m.aafshar1359@gmail.com

۲. استادیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان a.kamali@vru.ir

چکیده

در این تحقیق اهمیت اطلاعات فضایی و جغرافیایی در ارزیابی تناسب اراضی نشان داده شده است. سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای برای تهیه نقشه‌های موضوعی مورد نیاز در یک منطقه سرد و مرطوب بکار گرفته شده است. این منطقه بخشی از لاله‌زار بردسیر استان کرمان می‌باشد. با توجه به اطلاعات ایستگاه هواشناسی کرمان، سهم تابستان در بارش‌های محدوده مطالعاتی کمترین مقدار و حدود ۲٪ بارندگی سالانه و فصل زمستان با دارا بودن حدوداً ۱۶٪ بارش سالانه بیش‌ترین درصد بارش سالانه را به خود اختصاص داده است. مقدار متوسط بارندگی سالیانه در منطقه مورد تحقیق ۳۰۹ میلی‌متر و حجم متوسط بارندگی سالانه آن ۳۴/۲۸۲ میلیون متر مکعب می‌باشد. خاکها تحت مطالعه طبق طبقه‌بندی آمریکایی جزو رده اینسپتی سولها و تنها یکی از اجزای واحد اراضی در رده انتی‌سولها قرار می‌گیرند. همچنین اطلاعات توصیفی و خصوصیات اصلی هر واحد اراضی (حاصل از تلفیق نقشه‌های شیب، طبقات ارتفاعی و خاک)، برای هر نوع بهره‌وری از اراضی نیز با استفاده از قابلیت‌های این سامانه تهیه گردید. پس از دریافت تصاویر Google Earth مربوط به منطقه مورد مطالعه ابتدا تصحیحات هندسی و رادیومتری بر روی آنها صورت گرفت، در نهایت با طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر مذکور نقشه‌های واحدهای اراضی بدست آمده وارد GIS شد و نتایج آزمایشگاهی خاک از طریق GIS به هر واحد معرفی شد، در نهایت نقشه‌ها و خصوصیات خاک و اراضی درون GIS تهیه شد.

کلید واژه‌ها: ارزیابی تناسب اراضی، سیستم اطاعات جغرافیایی، گل محمدی

مقدمه

شناخت پتانسیل تولید اراضی و اختصاص دادن آنها به بهترین و سودآورترین و در عین حال پایدارترین سیستم بهره‌وری، در شرایط امروزه زندگی بشر که به دلیل رشد سریع جمعیت، توسعه و گسترش شهرها و اراضی صنعتی، زمین‌های قابل کشت رو به کاهش است، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Sys et al 1991-rossiter 1996_2005). یکی از مثمرترین روش‌ها برای رسیدن به این هدف ارزیابی تناسب اراضی است (فائو ۱۹۷۶). که از طریق مقایسه‌ی نیازهای هر کاربری اراضی با ویژگی‌های اراضی (خاک، اقلیم و پستی و بلندی و...)، درجه سازگاری و استعداد اراضی را برای کاربری‌های مورد نظر تعیین می‌نماید. (Rassiter1996, Dent,yang 1981,Fao1916). به منظور تعیین تناسب اراضی لازم است تا حجم زیادی از داده‌های مربوط به عوامل تأثیرگذار بر روی کاربری اراضی باهم ترکیب و تلفیق شوند. نقشه‌های خاک، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، اطلاعات اقلیمی و جداول نیازهای اکولوژیکی کاربری اراضی بخشی از این داده‌ها می‌باشند (Sys et al 1993). تهیه‌ی نقشه‌ها و اطلاعات مذکور از طریق سنتی و مطالعات صحرایی صرف، اغلب با اتلاف وقت و هزینه مواجه است (صالحی و خادمی ۱۳۸۷، رنجبر و همکاران ۱۳۹۴). به این منظور در دهه‌های اخیر ظهور فناوری سامانه اطلاعات جغرافیایی راه را برای غلبه بر این مشکلات گشوده و هموار نموده‌اند. جی‌آی‌اس یک سیستم الکترونیک برای کسب اطلاعات جغرافیایی است که با بهره‌گیری از آن تمام اطلاعات جمع‌آوری شده به صورت لایه لایه و شامل اطلاعات توصیفی و مکانی پس از تفکیک داده‌ها وارد سیستم می‌شوند (پيله‌فروش‌ها و همکاران ۱۳۹۱). به این وسیله علاوه بر دسترسی سریع به داده‌های مورد نیاز در یک حجم وسیع به

هدفهین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

امکان ارائه و به تصویر کشیدن اطلاعات موضوعی مکاندار مزبور به صورت نقشه، جدول و نمودار وجود خواهد داشت. نتیجه‌ی استفاده از این ابزار (GIS) دقت و سرعت بیشتر در تصمیم‌گیری برای مناطق وسیع می‌باشد. در ایران مشکلات کم‌آبی ناشی از خشکسالی‌های پی در پی و استفاده‌ی بیش از حد و نادرست از منابع آب زیرزمینی انتخاب گیاهانی با نیاز آبی کم در بسیاری از مناطق ایران احساس می‌شود. و همچنین گل محمدی، درختچه کوچک با شاخه‌های زیاد و تیغ‌های ریز می‌باشد که برگ‌های آن، روی براق و پشت خزی دارند. گل‌های صورتی کم رنگ و بسیار معطر، در بهار شکوفه می‌زنند که اکثراً در ایران و بخصوص در کاشان، قمصر، راوند، میمند، آذربایجان، قزوین و لاله‌زار بردسیر واقع در استان کرمان کشت می‌شود (کیانی فریز و همکاران، ۱۳۹۴). گل محمدی در ایران معمولاً در مناطق مرتفع و خشک کشت می‌گردد (ارتفاعات بین ۲ تا ۳ هزار متر از سطح دریا)، تولید در این راستا در منطقه مورد مطالعه کشت گیاه گل محمدی، به دلیل نزدیکی به لاله‌زار بردسیر که بیشترین گل محمدی را به خود اختصاص داده است. یکی از موضوعات مهم و اصلی جهان (بخصوص در مورد اغلب کشورهای در حال توسعه از جمله ایران)، استفاده بهینه از اراضی برای تأمین احتیاجات جمعیت در حال رشد می‌باشد. منابع اراضی محدود و تخریب شونده هستند، از طرف دیگر شاهد بهره‌برداری‌های نامناسب از اراضی و آثار سوء ناشی از این بهره‌برداری‌ها هستیم. این آثار همانند قطع جنگل‌ها، ویرانی مراتع، گسترش بیابان‌ها، فرسایش یا شور شدن اراضی کشاورزی به منظور تأمین غذای جمعیت رو به رشد بشر می‌بایست علاوه بر قدرت تولید زیاد، پایداری دراز مدت استفاده از اراضی و حفظ منابع طبیعی و انسانی را نیز مورد توجه قرار دهد. برنامه ریزی صحیح و عاقلانه به منظور بهره‌برداری بهینه از اراضی، منابع طبیعی و انسانی باید به صورتی باشد که با شناخت منابع اراضی، ضمن کسب حداکثر محصول و در نتیجه حداکثر سود برای استفاده‌کنندگان از این اراضی، منابع اراضی و همچنین محیط زیست محفوظ بماند. برنامه‌ریزی جهت هر کار نیازمند اطلاعات مربوط به آن کار است. خاک بستر حیات بوده و نقش مهمی در زندگی انسان دارد که لازم است به نحو احسن حفظ و نگهداری شود. زیرا مدت زمان زیادی لازم است که عوامل و پارامترهای متعددی بطور هم‌زمان عمل کنند تا خاک تشکیل شود، بنابراین اگر این عنصر از بین رفته و از دسترس بشر خارج شود تشکیل مجدد آن احتیاج به زمان طولانی دارد. بنابراین شناخت خاک مستلزم برنامه ریزی جهت حفظ و استفاده درست از آن است.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی:

منطقه مادون بردسیر بین 33° تا 56° $36'$ طول شرقی و 30° تا 29° $37'$ عرض شمالی واقع شده که از لحاظ سیاسی در محدوده استان کرمان و در شهرستان بردسیر قرار دارد، وسعت منطقه 11098 هکتار می‌باشد. محیط مادون $53/8$ کیلومتر و حداقل ارتفاع 2491 متر و حداکثر ارتفاع آن 3591 متر می‌باشد. منطقه مورد مطالعه در غرب جاده ارتباطی کرمان - بافت قرار دارد که بوسیله جاده آسفالت به حوزه مورد مطالعه مرتبط می‌شود. سهم تابستان در بارش‌های محدوده مطالعاتی کمترین مقدار و حدود 2% بارندگی سالانه و فصل زمستان با دارا بودن حدود 61% بارش سالانه بیش‌ترین درصد بارش سالانه را به خود اختصاص داده است. بافت خاک منطقه سبک تا متوسط می‌باشد و آهک در تمامی پروفیل‌ها مشاهده می‌شود. اسیدیته خاک‌های منطقه در محدوده خنثی قرار دارد. رژیم حرارتی منطقه مزیک و رژیم رطوبتی منطقه یوستیک می‌باشد و همچنین از نظر زمین‌شناسی تشکیلات و واحدهای سنگی موجود در منطقه مادون بردسیر، از قدیم به جدید شامل رخساره سنگی و رسوبی متعلق به دوران سنوزوئیک و کوارترن است. همچنین برخی اطلاعات هواشناسی مقادیر بارش فصلی واحدهای فیزیوگرافیک حوزه مطالعاتی در جدول ۱-۳ ارائه شده است.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

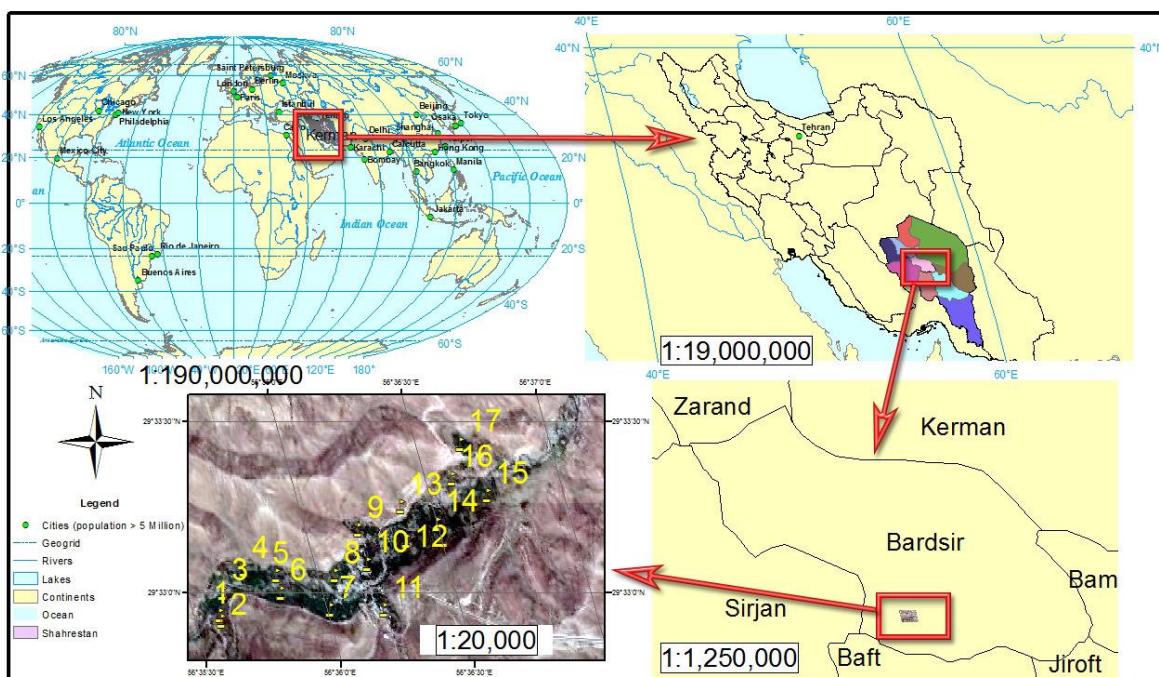
جدول ۳-۱ مجموع بارندگی ماهیانه ایستگاه لاله‌زار (میلی متر) (اطلاعات سازمان هواشناسی کشور ۱۳۸۹-۱۳۸۲).

سال	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	سالیانه
۱۳۸۲	۲۲/۷	۰/۰	۱/۰	۰/۰	۲۷/۰	۳۲/۰	۰/۰	۰/۰	۲۷/۵	۱۵۲/۵	۳۲/۴	۱۸/۵	۳۱۳/۶
۱۳۸۳	۸۶/۰	۷/۳	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۵/۲	۱۶/۵	۵۲/۰	۱۰/۸	۴۷/۳	۲۲۵/۱
۱۳۸۴	۵/۰	۳۴/۰	۰/۰	۱/۰	۸/۰	۳/۳	۰/۵	۵/۰	۲۵/۹	۲۵/۷	۲۹/۷	۴۲/۰	۱۸۰/۱
۱۳۸۵	۲۷/۰	۱۶/۰	۸/۵	۰/۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۲/۰	۲۳/۵	۱۴/۳	۱۹/۳	۷۷/۰	۱۸۸/۱
۱۳۸۶	۲/۵	۰/۰	۱۰/۰	۰/۰	۱/۰	۱۰/۵	۳۲/۰	۱۶/۰	۲۴/۰	۸۴/۰	۳۵/۰	۲۳/۰	۲۳۸/۰
۱۳۸۷	۶۱/۴	۵/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۲۳/۵	۴/۴	۰/۰	۲/۵	۱۵۱/۸
۱۳۸۸	۵۴/۵	۹/۰	۴/۴	۰/۰	۹/۸	۰/۰	۸/۰	۰/۰	۳۳/۵	۹۰/۵	۲۳/۰	۲۱/۳	۲۵۴/۰
۱۳۸۹	۱۴/۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۴/۸	۱/۹	۰/۰	۱۳/۰	۶/۰	۱۲/۰	۶۳/۶	۱۰/۰	۱۲۵/۹
میانگین	۳۴/۲	۸/۹	۳/۰	۰/۲	۶/۳	۶/۰	۵/۱	۵/۷	۲۲/۶	۵۳/۹	۲۷/۱	۳۶/۸	۲۰۹/۸

جدول ۲- آمار ایستگاه‌های هواشناسی

متوسط بارندگی سالانه:	۳۰۳ میلی متر	متوسط دمای سالانه: ۸/۸ °C
بیشترین میزان ماهانه:	بهمن ماه (۲۱/۸۵ درصد)	حداکثر ماهانه: ۲۶/۸ °C تیرماه
بیشترین میزان فصلی:	زمستان (۶۱ درصد)	حداقل ماهانه: ۶/۹ °C - بهمن ماه
کمترین میزان ماهانه:	شهریور ماه (۰/۲۲)	رطوبت نسبی سالانه: ۲۹/۶ درصد
کمترین میزان فصلی:	تابستان (۲ درصد)	تعداد روزهای یخبندان: ۱ روز در سال
اقلیم به روش دومارتن:	نیمه خشک	مجموع ساعات آفتابی: ۳۲۴۸/۳ ساعت
اقلیم به روش آمبرژه:	نیمه خشک سرد	میانگین سرعت باد غالب: ۹/۴ نات (غربی)

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

معرفی محصول مورد مطالعه و نیازهای اکولوژیکی

گل محمدی:

گل محمدی را در انواع خاکها، می توان کاشت و پرورش داد، ولی بهترین خاک برای کاشت این گیاه، خاکهای شنی و سبک (Sandy Loam) می باشد. به سبب شنی بودن بیشتر زمین های زیرکاشت گل محمدی به ویژه نبودن لایه سخت در بخشهای زیرین خاک زراعی، نفوذناپذیری خاک، کم و بیش زیاد کارهای زهکشی بخوبی انجام می گیرد. از همین رو با نگرش به ذخیره اندک آب در این گونه خاکها، پیشامد سرمازدگی بوته ها در زمستان کمتر دیده می شود. در زمینه کاشت و آماده نمودن بستر نهال گل محمدی، زمین دلخواه را باید در پاییز شخم زده و باید در همان هنگام و یا اسفندماه با گودبرداری و سپس کوددهی به میزان ۸-۱۰ تن کود حیوانی در هکتار انجام بگیرد تا زمین برای کاشت نهال آماده گردد. ازدیاد گل محمدی، تنها با کاربرد پاجوش های ریشه دار انجام می گیرد. کار کاشت ممکن است بدون انجام شخم در همگی سطح زمین انجام پذیرد و تنها با کندن گودالهایی به عمق ۵۰ سانتی متر و به قطر ۴۰ سانتی متر و سپس آمیخته نمودن خاک و کود، به کاشت نهال ها دست زد (بهتر است عملیات پارالیناز^۱ صورت می گیرد). در این مرحله در صورتی که مساحت جایگاه کاشت در حدی است که از نظر اقتصادی توجیه داشته باشد لازم است ابتدا نسبت به نمونه برداری خاک از اعماق ۱۵ و ۳۰ سانتی متر اقدام نموده، پس از تجزیه آزمایشگاهی نسبت به انبار نمودن عناصر ماکرو و میکرو نیز اقدام نمود. کاشت نهال در آغاز به شیوه جوی و پشته است و اندازه خطوط کاشت را بین ۱ تا ۱/۵ متر و فاصله نهال ها را ۰/۵ تا ۱ متر بر می گزینند، لیکن با رشد تدریجی نهال ها و گسترده گی و تراکم گیاه در سال های آینده و نیز پرشدن درون جوی ها، زمین زیرکشت ممکن است شکل کرتی برای کاشت آماده نمایند. بهترین فاصله کاشت گل محمدی، فاصله های ۲×۲ متر است. زیرا با گزینش این فاصله، انجام کارهای داشت و برداشت محصول با آسانش بیشتر و بهتری

۱. پالیناز: آغشته نمودن ریشه نهال به مخلوطی از کود پوسیده، آب، خاک، رس و فارچکش و کودهای کامل به منظور تسریع درگیرایی نهال

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

انجام خواهد گرفت. گاهی نیز به سبب شیب‌دار بودن برخی از زمین‌های کاشت گل‌محمدی، به ویژه در پهنه‌های کوهستانی و کوهپایه، نخست زمین را قطعه‌بندی و تراس‌بندی نموده، آنگاه دست به کاشت می‌زنند.

به سبب پریپستی و انبوهی درختچه‌های گل‌محمدی و در هم رفتن شاخ و برگ آنها، هرگونه کارهای شخم، پس از سال سوم، دشوار شده و کمتر انجام می‌گیرد، و تنها از سالهای نخست تا سوم نسبت به انجام شخم زمین گلستان در اسفندماه هر سال اقدام می‌شود. در گلستان‌هایی که فاصله نهال‌های آن مناسب (۲×۲) برگزیده شده است، هرگونه کارهای شخم‌زنی در تمامی زمان بهره‌برداری که کم‌وبیش ۵ تا ۶ سال می‌باشد، انجام شدنی خواهد بود. در اسفندماه هر سال هم‌زمان با شخم زمین گلستان، نزدیک به ۱۰ تن کود دامی را در یک هکتار با خاک مخلوط می‌نمایند و چنانچه انجام شخم‌زنی در همگی سطح گلستان در برنامه کار نباشد. تنها به شخم پای درختچه‌ها و مخلوط نمودن کود با خاک دست می‌زنند. در میان گیاهان گوناگون، گل‌محمدی مقاومت کم‌وبیش زیادی به کم‌آبی دارد و بسته به وضعیت آب موجود در هر روستا، فاصله بین دو آبیاری از میانگین ۷ تا ۲۰ روز تغییر می‌کند. دوره آبدهی گلستان از اسفندماه آغاز و تا میانه فصل پاییز ادامه دارد، و در زمستان نیز بسته به موقعیت آب و هوایی پهنه‌های کاشت یکبار یا دوبار برای یخ‌آب آبیاری می‌گردد. در شماری از پهنه‌ها به سبب سرمای شدید زمستان همراه با بارندگی و یخبندان‌های پی‌درپی از آبیاری زمستانه برای یخ‌آب خودداری می‌شود. از آنجا که بیشترین میزان آب مورد نیاز درختچه‌های گل‌محمدی در طول دوره گلدهی آن می‌باشد، از همین رو می‌بایست تا آنجا که امکان‌پذیر است، فاصله دوره‌های آبیاری کم شود، خودداری یا فراموشی این روند سبب ضعیف شدن گل و ریزش آنها و نیز افت کیفیت محصول خواهد شد. معمولاً بر روی درختچه‌های گل‌محمدی هیچگونه پیدایشی برای شکلهی انجام نمی‌گیرد. گل‌کاران، انبوهی این گیاهان را نشانه توانمندی و گل‌دهی زیاد آن می‌دانند و از همین رو گهگاهی شاخه‌های اضافی و خشک آن را می‌زنند. کمبود نور یکی از عوامل کندی و ممانعت از رشد گیاه است. شدت نور در تابستان به بیشینه اندازه خود می‌رسد و در همین فصل است که بیشترین شمار گل‌محمدی (رز) تولید می‌شود. در زمستان که شدت نور پایین است از میزان تولید گل کاسته می‌شود. گل‌محمدی واکنش ویژه‌ای را نسبت به طول مدت روز (فتو پرئود) نشان نمی‌دهد. بیشتر وارته‌های گل‌محمدی در دمای ۲۱ درجه در روز و دمای ۱۵ درجه سانتیگراد در شب بهتر رشد می‌نمایند و کیفیت فرآورش گل‌های بدست آمده به شدت به این روند بستگی دارد. در دماهای پایین‌تر، رشد به آهستگی انجام می‌پذیرد و تولید گل‌ها کاهش پیدا می‌کند ولی دمای بالا، رشد و تولید گل انبوه‌تر است. رویهم‌رفته درختچه‌های گل‌محمدی از سال دوم به گل می‌نشینند و در ۳ یا ۴ سالگی میزان محصول آنها به بیشترین اندازه خود می‌رسد. از سال پنجم تا ششم، گل‌ها ریزتر گردیده و از دیدگاه میزان برداشت و کاربرد، دیگر اقتصادی نیستند و از همین رو آنها را کف‌بر می‌نمایند تا در سال آینده دوباره رشد جدید بنمایند. زمان و چگونگی برداشت محصول به جایگاه طبیعی و آب و هوایی هر پهنه (منطقه) بستگی خواهد داشت.

جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز

معمولاً در بیشتر مناطق کشور شور بودن منابع آب می‌تواند سطح زیر کشت و عملکرد محصولات کشاورزی بخصوص گل‌محمدی و زعفران در منطقه مورد نظر را تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین اطلاع از آستانه تحمل این گیاهان نسبت به شوری با هدف دستیابی به عملکرد مطلوب امری ضروری می‌باشد (کافی و همکاران، ۱۳۹۰). گیاه گل‌محمدی در خاک‌هایی با شوری کمتر از ۲ دسی‌زیمنس بر متر رشد بهتری دارد و می‌تواند تا شوری حدود ۴ را نیز تحمل کند. و همچنین به آهک بالای ۱۰٪ حساس می‌باشد (نظری برسری و همکاران). بنابراین بجز آب داده‌های مربوط به اقلیم و خاک نیز برای این گیاه باید مورد بررسی قرار بگیرد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نیازهای اقلیمی محصول مورد نظر

از اساسی‌ترین ویژگی‌های اقلیمی که تاثیر بر فعالیت‌های کشاورزی دارند، وضعیت آب و بارندگی می‌باشد. گل محمدی نسبت به شرایط محیطی سازگاری خوبی دارد. از بارزترین صفات گل محمدی سازگاری آن نسبت به خشکی است. روش آبیاری در کشت آبی روبه‌هم رفته ۵ بار و در فروردین و اردیبهشت یکبار می‌باشد (پرورش گل محمدی و گلاب، محسن کافی و همکاران). رطوبت نسبی ۷۰٪ به تشکیل اسانس کمک می‌کند، بارندگی در زمان غنچه‌دهی، باعث خسارت به گل و کاهش محتویات اسانس می‌شود. دوره آفتابی طولانی گل‌دهی را کم می‌کند، اما وجود دوره‌های گرم و خشک در طول گل‌دهی به سرعت محتویات اسانس را کم می‌کند. بادهای شدید از لحاظ فیزیکی به گل صدمه زده و بادهای سرد و خشک و گرم باعث کاهش اسانس گل می‌شود. همانطور که می‌دانیم آب از جمله عوامل موثر در تولید اقتصادی گل محسوب می‌شود. هرچند همانطور که گفته شد درختچه‌های گل محمدی به شرایط کم‌آبی بسیار مقاوم هستند. شواهد نشان می‌دهد که آبیاری گلستان‌ها در زمان غنچه‌دهی و گل‌دهی بسیار مهم است (مهدی عماد و همکاران، ۱۳۹۱).

نیازهای خاک و توپوگرافی

کشت ارقام مختلف گل محمدی در خاک‌های برخوردار از بافت سبک مانند خاک‌های شنی لومی نتایج بهتری را به همراه دارد (پری ۱۹۹۷، راندهاوا و موخوپاریا ۲۰۰۴). اگرچه انواع دیگر خاک‌ها هم مناسب گل سرخ هستند ولی این خاک‌ها با توجه به مواد معدنی آن برای این کار مناسب‌تر است. کاشت این گیاه در زمین‌های سنگین دارای بافت متوسط و در کوهپایه‌های دارای سنگریزه زیاد، سنگلاخی و فقیر نیز موفق بوده است. گلستان‌های موجود در ارتفاعات و شیب‌های شمالی در مجموع از نظر کمی و کیفی محصول بهتری تولید می‌کنند. در مناطق گرمسیری، کشت گل محمدی فقط در ارتفاعات بالاتر موفق‌تر بوده است. گیاه در ارتفاع ۱۶۰۰ متری تا بیش از ۲۳۰۰ متر نیز رشد خوبی دارد و مناطق تولید انبوه آن به طور عمده در ارتفاعات بیش از ۱۹۰۰ متر واقع است. اسانس گل‌ها در ارتفاعات بالاتر از کیفیت بیشتری برخوردارند.

مطالعات ستادی

به منظور انجام مطالعات با مراجعه به اداره منابع طبیعی استان کرمان و مرکز تحقیقات آب و خاک، اطلاعات مربوط به فیزیوگرافی، هیدرولوژی، هواشناسی و اقلیم، سیل‌خیزی منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری شد و همچنین مطالعات خاکشناسی در منطقه انجام شد. در مرحله بعد با بررسی تصاویر ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی و نقشه‌های توپوگرافی و بررسی گزارش‌های خاک موجود مرز واحدهای اراضی تعیین شد. با توجه به وسعت و تعداد واحدهای اراضی محل حداقل یک پروفیل خاک درون واحدهای مذکور تعیین شد. همچنین در ادامه با بررسی منابع مختلف نیازهای اکولوژیکی مربوط به گیاه گل محمدی جمع‌آوری شد و بر اساس ارتباط آنها با عملکرد درجه بندی شد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

مطالعات صحرائی

پس از مراجعه به صحرا و پیدا کردن محل پروفیل‌ها با GPS، پروفیل‌ها حفر شده مورد طبقه‌بندی و تشریح صحرائی قرار گرفتند. و از هر افق آنها حدود ۲ کیلوگرم نمونه خاک دست‌خورده برای تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی دقیق‌تر به آزمایشگاه انتقال داده شد.

مطالعات آزمایشگاهی: پس از هوا خشک نمودن و عبور نمونه‌ها از الک ۲ میلی متر، بافت خاک به روش هیدرومتر (Bouyoucos, 1951)، تخمین زده شد. EC و PH در عصاره اشباع خاک توسط دستگاه‌های هدایت‌سنج و پی اچ متر برقی (Richard, 1954)، آهک، گچ، مواد آلی در افق سطحی، Na به روش شعله‌سنجی، Ca، Mg محلول به روش کمپلکسومتری و تیتراسیون با EDTA (Lanyon and Heald, 1982)، تعیین گردید. سپس از طریق فرمول

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}}$$

مطالعات GIS: پس از دریافت تصاویر Google Earth مربوط به منطقه مورد مطالعه، ابتدا تصحیحات هندسی و رادیومتری بر روی آن انجام شد و عملیات بارزسازی تصویر بر روی آنها صورت می‌گیرد، در نهایت با طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر مذکور نقشه‌های واحدهای اراضی بدست می‌آید. واحدهای به دست آمده وارد GIS شده و نتایج آزمایشگاهی خاک از طریق GIS به هر واحد معرفی می‌شود، در نهایت نقشه‌ها و خصوصیات خاک و اراضی درون GIS تهیه شد.

مطالعات تناسب اراضی: مطالعات تناسب اراضی به دو روش پارامتریک (از روش ریشه دوم) و روی هم‌اندازی در GIS صورت می‌پذیرد. در روش پارامتریک خصوصیات اراضی برحسب درجه‌ی محدودیت خود بین ۰ تا ۱۰۰ درجه‌بندی می‌شوند و سپس از طریق فرمول $LI = R_{max} \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100}}$ یک شاخص برای هر واحد اراضی تعریف شد و براساس آن کلاس تناسب تعیین گردید. در روش GIS لایه‌های مربوط به خصوصیات خاک برحسب درجه‌ی اهمیت خود طبقه‌بندی مجدد شده و پس از روی هم‌اندازی اراضی مناسب و نامناسب مشخص شدند. در پایان نتایج به‌دست آمده مورد تفسیر قرار گرفت و پیشنهادهای لازم ارائه شد.

مکان‌یابی به روش‌های کیفی و کمی:

از روش پارامتریک^۲ برای تعیین کلاس‌های کیفی استفاده گردید (Sys et al., 1993). در این روش یک درجه‌بندی در مقیاس صفر تا ۱۰۰ به سطوح محدودیت نسبت داده می‌شود و با استفاده از یک رابطه ریاضی، شاخص نهایی اراضی بدست می‌آید. رابطه بین درجه محدودیت با کلاس تناسب اراضی در جدول (۳) آمده است.

² Parametric method

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۳- رابطه درجه محدودیت با کلاس‌های تناسب اراضی در روش پارامتریک (Sys et al., 1993)

درجه محدودیت	میزان محدودیت	شدت محدودیت	کلاس تناسب اراضی
۹۵-۱۰۰	بدون محدودیت	۰	S1
۸۵-۹۵	محدودیت کم	۱	S1
۶۰-۸۵	محدودیت متوسط	۲	S2
۴۰-۶۰	محدودیت شدید	۳	S3
۲۵-۴۰	محدودیت خیلی شدید (قابل اصلاح)	۴	N1
	محدودیت خیلی شدید (غیرقابل اصلاح)	۴	N2
۲۵-۰			

برای تلفیق درجات خصوصیات مختلف به روش پارامتریک می‌توانیم از معادله‌ی خیدیر^۳ (۱۹۶۸) ارائه داده است (ریشه دوم) به شکل زیر استفاده کرد:

$$I = R_{\min} \cdot \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \frac{D}{100} \times \dots}$$

(۳-۳)

که در این معادله فوق I شاخص اراضی، R_{\min} حداقل درجه بین خصوصیات مختلف و A، B، C، D و... درجات خصوصیات مختلف است. در دستورالعمل پارامتریک ارزیابی خصوصیات اراضی در دو دسته کلی خصوصیات آب و هوایی و خاک تقسیم می‌شوند. برای ترکیب درجات خصوصیات اقلیمی به روش پارامتریک می‌توان از معادله ریشه دوم استفاده کرد تا شاخص اقلیمی محاسبه گردد. به منظور ارزیابی نهایی، با ترکیب درجات مختلف، با استفاده از معادلات مربوط به شاخص اراضی تعیین می‌گردد. بعد از تعیین شاخص اراضی، بر اساس جدول (۳-۶) کلاس تناسب اراضی مشخص می‌گردد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۴- مقادیر شاخص اراضی در کلاش‌های تناسب اراضی (Sys et al., 1991)

کلاس تناسب	شاخص اراضی
S1: خیلی مناسب	۱۰۰-۷۵
S2: تناسب متوسط	۷۵-۵۰
S3: تناسب کم	۵۰-۲۵
N1: نامناسب در شرایط فعلی	۱۲,۵-۲۵
N2: نامناسب دائمی	۱۲,۵-۰

مکان یابی اراضی کاشت گل محمدی در محیط GIS:

پس از وارد کردن نتایج پارامترهای آزمایشگاهی و داده‌های جمع‌آوری شده مربوط به منطقه مورد مطالعه (میانگین وزنی برای گل محمدی تا دو برابر عمق ریشه یعنی ۱۰۰ سانتی‌متر برای هر یک از خصوصیات خاک با اعمال ضرایب وزنی جدول ۳-۹ محاسبه شد) و سایر داده‌های استخراج شده به محیط ArcGIS 10.3.1، نقشه‌های خصوصیات خاک شامل: واکنش خاک، قابلیت هدایت الکتریکی، درصد سدیم قابل جذب، درصد سنگریزه، آهک، و... به صورت رستری برای گل محمدی تهیه شد. در ابتدا با استفاده از میان‌یابی یا (Interpolation)، عوامل ذکر شده تبدیل به نقشه‌های سطحی شدند و کلاس‌بندی نقشه‌ها بر اساس نیازهای اکولوژیک انجام گرفت و در نهایت با تلفیق نقشه‌های کلاس‌بندی، نقشه نهایی تناسب اراضی برای گل محمدی در منطقه مورد مطالعه استخراج شد. در این پژوهش برای تهیه لایه‌های رستری از روش میان‌یابی^۴ IDW استفاده شد. روش‌های متعددی برای درون‌یابی یک متغیر ارائه شده‌اند که روش‌های چند ضلعی‌های تیسن و وزن دهی بر مبنای عکس فاصله (IDW) از جمله روش‌های مرسوم می‌باشند. به هر حال این روش‌ها به دلیل در نظر نگرفتن همبستگی بین داده‌ها و بهینه نبودن همبستگی و شکل همسایگی مورد استفاده، غالباً از دقت کافی برخوردار نمی‌باشند. نظریه زمین آماری شاخه‌ای از آمار کاربردی است که نقش موثری در تجزیه و تحلیل مشاهدات زمینی ایفا می‌کند. توسعه تئوری‌ها و تکنیک‌های زمین آمار در سال‌های اخیر تحولات زیادی در تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی در محیط GIS ایجاد کرده است. استفاده از آنالیزهای مبتنی بر تئوری‌های زمین آمار نواقص و محدودیت‌های مربوط به آمار کلاسیک را که غالباً زمینه توزیع تصادفی متغیرها و فرآیندها توسعه یافته‌اند، تا حد زیادی کاهش می‌دهد. درون‌یابی داده‌ها در تجزیه و تحلیل مکانی به کمک GIS از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. چرا که بسیاری از نقشه‌های مورد استفاده در عملیات GIS از طریق درون‌یابی تولید می‌شوند (Willmott, 1984). انتخاب این روش به دلیل تعداد نقاط کم نمونه‌برداری می‌باشد که دقت بالایی نسبت به سایر روش‌ها دارد (ادب و همکاران، ۱۳۸۷).

انتخاب این روش به دلیل تعداد نقاط کم نمونه‌برداری می‌باشد که دقت بالایی نسبت به سایر روش‌ها دارد (ادب و همکاران، ۱۳۸۷).

⁴ Inverse Distance Weighted

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۵- تعداد بخش‌ها و ضرائب وزنی برای خاک‌های با عمق مختلف برای گل محمدی (Sys et al., 191).

عمق	تعداد بخش مساوی	ضرائب وزنی
۰-۲۵	۱	۱/۷۵
۲۵-۵۰	۲	۱/۲۵
۵۰-۷۵	۳	۰/۷۵
۷۵-۱۰۰	۴	۰/۲۵

ارزیابی اقتصادی

روش‌های متفاوتی برای ارزیابی اقتصادی وجود دارند، که خیلی ساده می‌باشند. و باید در اولین گام به دو مورد مهم یعنی هزینه‌ها و درآمدها توجه کرد. هزینه‌ها شامل اقلامی هستند که مصرفشان باعث کم شدن درآمد کشاورز می‌شود. از نظر زمانی هزینه‌های اقتصادی به دو بخش تقسیم می‌شوند:

۱- **هزینه‌های ثابت**^۵: هزینه‌هایی که مربوط به افزودن یک منبع ثابت یا یک نهاده، هزینه‌های ثابت نامیده می‌شوند. در بلند مدت که نهاده‌های ثابت تغییر می‌کنند این هزینه‌ها نیز تغییر می‌کنند. اما در کوتاه مدت با تغییرات سطح تولید تغییر نمی‌کنند لذا این هزینه‌ها در کوتاه مدت غیرقابل کنترل هستند و بدون توجه به نهاده‌های مصرفی در سطح معینی قرار دارند.

۲- **هزینه‌های متغیر**^۶: هزینه‌هایی هستند که در یک دوره زمانی معین مدیر بر روی آنها نظارت دارد. و با اختیار مدیر می‌توانند کم و زیاد شوند. و اغلب با افزایش این هزینه‌ها تولید افزایش پیدا می‌کند. به عنوان مثال هزینه‌های مربوط به اقلام کود، کشت و کار، آماده‌سازی زمین، وجین و برداشت از جمله این هزینه‌ها هستند (ایوبی و جلالیان، ۱۳۹۴). در این مرحله از مطالعه آمار اقتصادی از مزرعه‌های مادون جمع‌آوری شده است. در آنالیز سود نسبت به هزینه، تمام سودآوری‌ها و هزینه‌ها محاسبه و نسبت آنها بدست می‌آید. هرگاه این نسبت بزرگتر از واحد باشد، استفاده از اراضی توجیه اقتصادی پیدا می‌کند. این نسبت در تعیین مرز بین کلاس‌های S3 و N قابل استفاده است. حدود کلاس‌های تناسب اراضی با مقادیر سود ناخالص (تفاوت بین درآمد و هزینه‌های متغیر). برای حد بالایی سود ناخالص، بیشترین سود ناخالص محاسبه شده در منطقه و برای حد پایینی، سود ناخالص معادل با کمترین میزان عملکرد ممکن در نظر گرفته شده است (ایوبی و جلالیان، ۱۳۹۳).

⁵ Fixed Costs

⁶ Variable Costs

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۶- حدود کلاس‌های اقتصادی برای تناسب اقتصادی اراضی (FAO, 1983)

کلاس اقتصادی	میزان سود ناخالص
S1	بیش از ۷۵ درصد حداکثر سود ناخالص
S2	بین ۵۰ تا ۷۵ درصد حداکثر سود ناخالص
S3	بین ۵۰ درصد حداکثر سود ناخالص و صفر
N	کمتر از صفر

جدول ۷- شاخص اقتصادی محدوده مورد مطالعه مادون (میلیون ریال)

فعالیت	ارزش کل	هزینه تولید	هزینه‌های سرمایه‌ای	ارزش خالص	ارزش افزوده	تعداد بهره بردار	متوسط
کشاورزی	۸۴۵۷	۲۸۱۹	۲۸۱۹	۵۶۳۸	۶۲۰۲	۹۴	۶۵/۹۸
دام‌داری	۹۲۹۸	۳۷۱۹/۲	۹۲۹/۸	۹۲۹/۸	۶۵۰۸/۶	۱۱۹	۵۴/۷

نتایج و بحث

مطالعات خاکشناسی و قابلیت اراضی دارای مجموعه‌ای از اهداف پایه به منظور ایجاد مبنا برای مطالعات سایر بخش‌ها و مجموعه‌ای از اهداف مستقل به شرح ذیل می‌باشد: تعیین رژیم رطوبتی و حرارتی محدوده مطالعاتی، شناسایی و تفکیک تیپ‌های اراضی، تعیین اجزاء واحدهای اراضی، تفکیک واحدهای خاک و حفر پروفیل، نمونه‌برداری، تعیین پروفیل شاهد و ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه، تعیین کلاس تناسب‌ها برای کاربری‌های مختلف و قابلیت اراضی، تعیین گروه‌های هیدرولوژیک و تهیه نقشه اصلاح کاربری. محدوده مطالعاتی از لحاظ تیپ‌بندی استاندارد اراضی ایران، دارای ۴ تیپ اراضی کوهستان، تپه، فلات و تراس فوقانی و اراضی متفرقه می‌باشد. پس از مطالعه و تفسیر عکس‌های هوایی و بازدیدهای منطقه‌ای در محدوده مطالعاتی ۱۷ پروفیل شاهد در هر یک از واحدهای خاک حفر و نمونه‌برداری از آنها صورت گرفته است. نتایج آزمایشگاهی مبین این مطلب است که خاک‌های منطقه از لحاظ خصوصیات فیزیکوشیمیایی مرتبط با آیتم‌های آزمایشگاهی، دارای محدودیت عمده‌ای نمی‌باشند. عمده‌ترین محدودیت‌های موجود در اراضی این منطقه اِپستی و بلندی و شیب، فرسایش، سنگ‌ریزه و قلوه‌سنگ و کم بودن عمق خاک و سنگلاخی بودن اراضی می‌باشد. نفوذپذیری منطقه خوب و ۹۹ درصد اراضی منطقه دارای گروه‌های هیدرولوژیکی B و A می‌باشند. ۴۷/۱۴ درصد از اراضی حوزه دارای کاربری مجاز و ۴۸/۶۲ درصد از اراضی دارای کاربری غیرمجاز می‌باشند و ۴/۲۴ درصد دارای استفاده کمتر از قابلیت می‌باشند. اراضی تیپ کوهستان دارای قابلیت جنگل، اراضی تیپ تپه دارای قابلیت مرتع و اراضی تیپ فلات و تراس فوقانی دارای قابلیت زراعت آبی و باغ می‌باشند. بر اساس روش Soil Taxonomy, 20014 غالب اراضی حوزه در رده اینسپتی سول و تنها یکی از اجزای واحدهای اراضی در رده انتی‌سول قرار می‌گیرند، که نشانگر تکامل پروفیلی ضعیف تا متوسط می‌باشد و آهک در تمامی پروفیل‌ها مشاهده می‌شود. اسیدیته خاک‌های منطقه در محدوده خنثی قرار دارد. رژیم حرارتی منطقه مزیک (Mesic Temperature Regime) و رژیم رطوبتی منطقه یوستیک (Ustic Temperature Regime) می‌باشد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۸- نیازهای اکولوژیکی گل محمدی

پارامتر	مناسب	متوسط	نامناسب	منبع
بافت خاک	Sandy Loam SandyClay Loam Silty Clay Loam	Loam	Clay Clay Loam SandyClay Loam	پرورش گل محمدی و تولید گلاب، محسن کافی و همکاران ۱۳۸۰
واکنش خاک (PH)	۶/۵-۷/۵	۷/۵-۸	>۸ <۶	پرورش گل محمدی و تولید گلاب، محسن کافی و همکاران ۱۳۸۰
میانگین دما (°C) در طول دوره رشد گیاه	۱۵-۲۰	۲۰-۳۵	>۳۵	گل محمدی، مهدی عماد و همکاران، ۱۳۹۱
ارتفاع (m)	۱۶۰۰-۲۳۰۰	۱۲۰۰-۱۶۰۰	<۱۲۰۰	گل محمدی، مهدی عماد و همکاران، ۱۳۹۱
قابلیت هدایت الکتریکی خاک (dS/m)	۰-۲	۲-۴	>۴	نظری برسری و همکاران، ۱۳۹۱
SAR	<۱۳	۱۳-۱۴	>۱۴	پیدایش و رده بندی خاک دکتر حق نیا و همکاران، ۱۳۷۵
بارندگی (mm)	>۱۵۰	۱۰۰-۱۵۰	<۱۰۰	پرورش گل محمدی و تولید گلاب، محسن کافی و همکاران ۱۳۸۰
عمق خاک	>۱/۵	۰/۵-۱/۵	<۰/۵	پرورش گل محمدی و تولید گلاب، محسن کافی و همکاران ۱۳۸۰
% شیب	۰-۸	۸-۲۵	>۲۵	کتابچه مطالعات تفصیلی اجرایی آبخیزداری ۱۳۸۹
% آهک	<۱۰	۱۰-۱۲	>۱۲	Soil Taxonomy 2014

روش انجام مطالعات: مطالعات خاک شناسی و ارزیابی منابع و قابلیت اراضی حوزه مادون بردسیر در سه مرحله به شرح زیر صورت گرفته است: ۱- مرحله جمع آوری و تفسیر اطلاعات مربوطه، ۲- مرحله انجام مطالعات صحرایی و بررسی های آزمایشگاهی، ۳- مرحله نتیجه گیری از مطالعات صحرایی و نتایج آزمایشگاهی. مرحله اول شامل جمع آوری و تهیه کلیه اطلاعات جزئی موجود در منطقه شامل گزارش ها و نقشه های خاک شناسی، زمین شناسی، گیاهان بومی و زراعی منطقه، وضعیت کشاورزی، آمار هواشناسی و اقلیمی، هیدرولوژی، ژئومورفولوژی، توپوگرافی، فرسایش و رسوب، اطلاعات مربوط به جاده ها و راه ها و سایر اطلاعاتی که می تواند در انجام مطالعات شناسایی خاک و ارزیابی اراضی مفید باشد. تعیین موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و مشخص نمودن حدود آن بر روی نقشه های توپوگرافی به مقیاسی ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰. تعیین راهنمای تصاویر ماهواره ای و پیاده نمودن حدود جغرافیایی منطقه بر روی راهنمای تصاویر ماهواره ای. بررسی و پردازش تصاویر ماهواره ای به وسیله رایانه و با کمک کلیه اطلاعات جمع آوری شده و تعیین مرز تیپ ها، واحدها و اجزاء واحدهای اراضی. بررسی در مورد چگونگی استفاده از اراضی در حال حاضر، پوشش گیاهی، فرسایش خاک، سیلگیری و آب ماندگی، آبراهه ها و غیره. تهیه نقشه تفسیری اولیه از روی تصاویر ماهواره ای پردازش شده. مرحله دوم شامل حضور در منطقه مورد مطالعه و تطبیق نقشه های تفسیری اولیه با منطقه و کنترل در اجزاء واحدهای اراضی. مشخص نمودن اجزاء واحدهای اراضی که احتمالاً در هنگام پردازش تصاویر ماهواره ای امکان تفکیک آنها نبوده است. تعیین محل دقیق حفر پروفیل ها در واحدهای اراضی. حفر، مطالعه و تشریح پروفیل ها در اجزاء واحدهای اراضی و انتخاب برخی از اجزاء واحدهای اراضی به عنوان شاهد و تهیه نمونه خاک از لایه های مختلف پروفیل های شاهد. تکمیل فرم های مخصوص تشریح پروفیل های خاک برای هر یک از پروفیل های حفر شده. بررسی وضعیت فرسایش خاک، نحوه استفاده از اراضی و همچنین نفوذ پذیری خاک و زمین لغزش و... در هر یک از اجزای واحدهای اراضی. مطالعه و بررسی در مورد نحوه تشکیل و پیدایش خاک های منطقه. تهیه فهرست تجزیه های فیزیکی و شیمیایی آزمایشگاهی مورد نیاز و ارسال نمونه های خاک به آزمایشگاه جهت

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

انجام آزمایش‌های لازم بر روی آنها. مرحله سوم شامل، تفسیر و پردازش مجدد تصاویر ماهواره‌ای با توجه به اطلاعاتی که در هنگام مطالعات صحرایی بر روی نقشه اولیه به عمل آمده است. رده‌بندی و تعیین مشخصات خاک‌ها با توجه به اطلاعات صحرایی و نتایج آزمایشگاهی خاک‌ها. تهیه نقشه‌های ارزیابی منابع و قابلیت اراضی، گروه‌های هیدرولوژیکی خاک‌ها، فرسایش‌پذیری خاک‌ها و... با توجه به مطالعات صحرایی، فرم‌های تکمیل شده تشریح پروفیل‌های خاک، نتایج تجزیه‌های آزمایشگاهی، نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، پوشش گیاهی و... و تهیه راهنماهای این نقشه‌ها.

جدول ۹- ویژگی‌های محاسبه شده برحسب پروفیل‌های حفر شده در منطقه

پروفیل	EC	PH	SP	Na قابل جذب (meq/l)	Ca+Mg محلول (meq/l)	SAR (meq/l)	بافت خاک	درصد سنگریزه	آهک	ماده آلی	%sand	%clay	%silt
A1	۱/۷۱	۷/۲	۲۴/۰۵	-/۵	۱۸	-/۱۶	sandy loam	۳۵	۹	-/۶۸	۶۶/۵	۴/۵	۲۹
A2	۱/۲۵	۷/۰۵	۲۶/۸۰	-/۴۳	۱۲/۸	-/۱۷	sandy loam	۵۰	۱۲		۶۸/۵	۲/۵	۲۹
A3	۱/۴۱	۷/۲۲	۲۴/۶۰	-/۴۸	۱۴	-/۱۸	sandy loam	۴۵	۱۶/۲۵		۶۶/۵	-/۵	۳۳
B1	۱/۷۸	۷/۸	۲۶/۸۲	-/۵۶	۱۸/۸	-/۱۸	sandy loam	.	۲۰	۱/۳۵	۶۰/۵	۱۲/۵	۲۷
B2	۱/۵۷	۸/۱	۲۹/۳۸	-/۵۷	۱۶/۴	-/۲۰	sandy loam	.	۲۱/۲۵		۵۲/۵	۸/۵	۳۹
B3	۱/۹۷	۷/۹	۳۱/۳۶	-/۴۵	۲۰/۸	-/۱۴	sandy loam	.	۲۳		۵۹/۵	۶/۵	۳۴
C1	۱/۳۴	۷/۴	۲۶/۷۰	-/۶۰	۱۴	-/۲۳	sandy loam	.	۱۰/۵	-/۸۱	۶۶/۵	۱۲/۵	۲۱
C2	۱/۲۲	۷/۳	۳۰/۶۳	-/۶۱	۱۲/۴	-/۲۴	sandy loam	.	۷		۶۴/۵	۱۳/۵	۲۲
C3	۱/۴۸	۱/۸	۲۸/۹۴	-/۵۳	۱۵/۲	-/۱۹	sandy loam	.	۷/۲۵		۶۶/۵	۱۰/۵	۲۳
D1	۲/۱۳	۷/۵	۲۷/۵۲	-/۶۵	۲۰/۸	-/۲۰	sandy loam	.	۳۱/۷۵	۱/۳۰	۶۲/۵	۸/۵	۲۹
D2	۲/۹۱	۸	۲۳/۱۰	-/۶۳	۲۲	-/۱۹	sandy loam	.	۳۱/۵		۶۰/۵	۱۰/۵	۲۹
D3	۱/۷۸	۸/۴	۳۱/۱۳	-/۶۶	۱۸/۸	-/۲۱	sandy loam	.	۳۲/۲۵		۶۰/۵	۱۰/۵	۲۹
E1	۱/۱۹	۷/۴	۲۹/۷۰	-/۵۷	۱۲/۴	-/۲۳	sandy loam	۲۵	۳/۵	-/۹۰	۶۴/۵	۱۴/۵	۲۱
E2	۱/۳۹	۸	۲۵/۷۲	-/۶۰	۱۴/۸	-/۲۲	sandy loam	۴۴	۲/۲۵		۶۲/۵	۱۲/۵	۲۵
E3	۱/۵۴	۸	۲۶/۳۴	-/۶۰	۱۶/۸	-/۲۰	sandy loam	۳۵	۵/۵		۶۴/۵	۱۳/۵	۲۲
F1	۱/۱۸	۷/۱	۲۷/۹۴	-/۵۴	۱۲/۸	-/۲۱	sandy loam	۶۶	۱۴/۵	۱/۱۰	۵۶/۵	۹/۵	۳۴
F2	۱/۱۹	۸/۴	۲۸/۱۲	-/۶۰	۱۲/۸	-/۲۴	sandy loam	۵۵	۱۳/۲۵		۶۲/۵	۱۰/۵	۲۷
F3	۱/۴۱	۸/۱	۲۶/۴۴	-/۶۰	۱۴/۸	-/۲۱	sandy loam	۵۸	۹		۵۹/۵	۱۰/۵	۳۰
G1	۱/۶۱	۷/۲	۲۶/۲۹	-/۵۴	۱۶/۴	-/۱۸	sandy loam	۶۰	۲۹	۱/۴۶	۶۴/۵	۱۲/۵	۲۳
G2	۱/۷۹	۷/۸	۲۳/۶۲	-/۶۰	۱۸	-/۱۹	sandy loam	۵۰	۲۹/۲۵		۶۲/۵	۱۴/۵	۲۳
G3	۱/۸۶	۷/۵	۲۸/۵۷	-/۶۱	۱۹/۲	-/۱۹	sandy loam	۳۸	۳۰/۷۵		۶۴/۵	۱۰/۵	۲۵
H1	۱/۴۲	۸/۴	۲۶/۰۴	-/۵۲	۱۴/۴	-/۱۹	sandy loam	.	۲۰/۲۵	-/۸۴	۶۰/۵	۱۶/۵	۲۳
H2	۱/۳۹	۸/۲	۲۷/۶۰	-/۴۸	۱۴/۸	-/۱۷	sandy loam	.	۲۱		۵۶/۵	۲۰/۵	۲۳
H3	۱/۷۸	۷/۹	۳۳/۴۳	-/۵۳	۱۴/۴	-/۲۰	sandy loam	.	۱۹/۵		۵۹/۵	۱۳/۵	۲۷
I1	۱/۷۴	۷/۹	۲۹/۳۱	-/۶۵	۱۸	-/۲۱	sandy loam	.	۲۳/۲۵	۱/۴۸	۶۶/۵	۱۲/۵	۲۱
I2	۱/۷۶	۸/۲	۲۷/۳۷	-/۶۶	۱۸	-/۲۲	sandy loam	.	۲۳/۵		۶۲/۵	۱۴/۵	۲۳
I3	۲/۰۷	۸/۵	۳۱/۵۱	-/۷۲	۲۱/۲	-/۲۲	sandy loam	.	۲۰		۶۳/۵	۱۲/۵	۲۴
J1	۱/۳۸	۷/۹	۲۸/۵۴	-/۵۷	۱۴/۴	-/۲۱	sandy loam	.	۱۰	۱/۲۲	۶۰/۵	۱۴/۵	۲۵
J2	۱/۴۶	۷/۹	۲۴/۴۸	-/۵۹	۱۵/۶	-/۲۱	sandy loam	۲۵	۱۴/۵		۵۹/۵	۱۰/۵	۳۰
J3	۱/۴۸	۸/۳	۳۳/۵۴	-/۵۸	۱۵/۲	-/۲۱	sandy loam	۳۵	۲۱		۶۴/۵	۱۰/۵	۲۵

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۹- ویژگی‌های محاسبه شده برحسب پروفیل‌های حفر شده در منطقه

پروفیل	%silt	%clay	%sand	ماده آلی	آهک	درصد سنگریزه	بافت خاک	SAR (meq/l)	Ca+Mg محلول (meq/l)	Na قابل جذب (meq/l)	SP	PH	EC	پروفیل
۱۹	۲۲/۵	۵۸/۵	۰/۸۳	۱۵	۴۴	sandy loam	۰/۱۸	۱۴/۸	۰/۵۰	۲۹/۳۰	۸/۱	۱/۴	K1	K
۲۵	۲۰/۵	۵۴/۵		۱۲	۰	sandy loam	۰/۱۹	۱۵/۲	۰/۵۲	۲۳/۸۴	۷/۲	۱/۴۹	K2	
۲۳	۲۳/۵	۵۳/۵		۱۴	۰	sandy loam	۰/۲۰	۱۵/۲	۰/۵۵	۲۴/۶۱	۷/۴	۱/۴۸	K3	
۱۹	۱۴/۵	۶۶/۵	۰/۷۷	۱۱	۰	sandy loam	۰/۱۷	۲۰/۴	۰/۵۶	۲۶/۰۶	۸/۱	۲/۰۸	L1	L
۲۶	۸/۵	۶۵/۵	۶۵/۵	۸/۲۵	۰	sandy loam	۰/۱۷	۲۳/۲	۰/۶۰	۲۳/۶۴	۷/۹	۲/۲۲	L2	
۲۲	۹/۵	۶۸/۵		۱۰/۲۵	۰	sandy loam	۰/۲۰	۱۸/۸	۰/۶۳	۲۶/۹۰	۷/۴	۱/۷۹	L3	
۲۳	۲۰/۵	۵۶/۵	۰/۱۰۰	۲۰/۷۵	۶۴	sandy loam	۰/۲۳	۱۴/۴	۰/۶۱	۲۶/۲۶	۷/۹	۱/۳۸	M1	M
۱۹	۲۰/۵	۶۰/۵		۱۹/۵	۵۴	sandy loam	۰/۲۲	۱۴/۴	۰/۶	۲۷/۶۴	۷/۶	۱/۳۵	M2	
۲۲	۱۷/۵	۶۰/۵		۱۸/۵	۵۱	sandy loam	۰/۲۳	۱۴/۸	۰/۶۳	۲۳/۶۴	۷/۱	۱/۳۹	M3	
۱۱	۲۲/۵	۶۶/۵	۱/۰۴	۱۴	۰	sandy loam	۰/۲۳	۱۲/۸	۰/۶۰	۲۶/۹۶	۷/۹	۱/۹۱	N1	N
۹	۲۴/۵	۶۶/۵		۱۶/۷۵	۰	sandy loam	۰/۲۱	۱۴	۰/۵۷	۳۰/۶۳	۷/۹	۱/۳۵	N2	
۸	۲۱/۵	۷۰/۵		۱۳/۲۵	۰	sandy loam	۰/۲۰	۱۸	۰/۶۱	۲۵/۲۵	۸/۱	۱/۷۴	N3	
۱۷	۱۴/۵	۶۸/۵	۰/۵۰	۱۳	۰	sandy loam	۰/۱۵	۲۸/۴	۰/۵۸	۲۴/۵۸	۸/۹	۲/۷۸	O1	O
۲۱	۱۲/۵	۶۶/۵		۱۱/۷۵	۰	sandy loam	۰/۱۵	۳۱/۲	۰/۶۱	۲۴/۱۹	۸/۳	۲/۹۸	O2	
۲۹	۱۲/۵	۵۸/۵		۱۴/۵	۰	sandy loam	۰/۱۷	۲۸/۸	۰/۶۶	۲۳/۷۶	۸/۱	۲/۷۵	O3	
۲۹	۴/۵	۶۶/۵	۱/۲۲	۲۲/۵	۴۲	sandy loam	۰/۲۱	۲۲	۰/۷	۲۷/۹۷	۸/۱	۲/۱۹	P1	P
۲۷	۶/۵	۶۶/۵		۲۳/۵	۰	sandy loam	۰/۲۰	۲۰/۸	۰/۶۶	۲۶/۵۷	۷/۵	۱/۹۵	P2	
۲۷	۴/۵	۶۸/۵		۲۰/۷۵	۰	sandy loam	۰/۱۸	۲۲/۸	۰/۶۳	۲۴/۶۱	۷/۹	۲/۱۸	P3	
۲۹	۸/۵	۶۲/۵	۱/۱۲	۱۱/۲۵	۰	sandy loam	۰/۱۵	۲۸/۴	۰/۶	۲۸/۴۸	۸/۴	۲/۷۹	Q1	Q
۲۵	۱۴/۵	۶۰/۵		۱۳/۵	۰	sandy loam	۰/۱۷	۲۶/۸	۰/۶۵	۲۵/۷۵	۸/۱	۲/۵۷	Q2	
۱۹	۱۸/۵	۶۲/۵		۱۰/۵	۰	sandy loam	۰/۱۵	۳۰	۰/۶۰	۲۴/۹۰	۸/۴	۲/۹۴	Q3	
۱۷	۱۴/۵	۶۸/۵	۰/۵۰	۱۳	۰	sandy loam	۰/۱۵	۲۸/۴	۰/۵۸	۲۴/۵۸	۸/۹	۲/۷۸	O1	O
۲۱	۱۲/۵	۶۶/۵		۱۱/۷۵	۰	sandy loam	۰/۱۵	۳۱/۲	۰/۶۱	۲۴/۱۹	۸/۳	۲/۹۸	O2	
۲۹	۱۲/۵	۵۸/۵		۱۴/۵	۰	sandy loam	۰/۱۷	۲۸/۸	۰/۶۶	۲۳/۷۶	۸/۱	۲/۷۵	O3	

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نتایج ویژگی‌های محاسبه شده برای گل محمدی

قابلیت هدایت الکتریکی

در ۱۷ پروفیل بررسی شده در منطقه مورد مطالعه نشان داده شد پروفیل A, B, C, E, F, G, H, I, J, K, M, N, بر طبق جدول (۳-۳) دارای کلاس تناسب مناسب می‌باشند، بنابراین می‌توان گفت در این نقاط گیاه گل محمدی با محدودیتی از نظر شوری مواجه نمی‌باشد. پروفیل‌های D, L, O, P, Q، در کلاس تناسب متوسط قرار می‌گیرند، بنابراین در این نقاط هم محدودیت چندانی از لحاظ شوری برای کشت گل محمدی وجود ندارد.

اسیدیته خاک

پروفیل A، دارای کلاس تناسب مناسب می‌باشد و هیچ محدودیتی برای کشت گل محمدی ندارد. پروفیل‌های B, C, D, E, F, G, K, L, M, N, P، دارای کلاس تناسب متوسط از نظر اسیدیته می‌باشند و محدودیت چندانی برای کشت گل محمدی ندارند. پروفیل‌های H, I, J, O, Q، در کلاس تناسب نامناسب قرار می‌گیرند که تا حدودی محدودیت از نظر اسیدیته برای کشت گل محمدی دارند.

نسبت جذب سدیم (SAR)

همه پروفیل‌ها A تا Q هیچ محدودیتی از لحاظ نسبت جذب سدیم برای کشت گیاه گل محمدی ندارند و در کلاس تناسب مناسب قرار می‌گیرند.

بافت خاک

از آنجا که بافت خاک همه پروفیل‌ها در محدوده‌ی شنی لوم قرار می‌گیرند، بنابراین از پروفیل A تا Q هیچ محدودیتی برای کشت گیاه گل محمدی وجود ندارد.

درصد ذرات درشت

از آنجا که هرچه محیط کشت گل محمدی درصد سنگریزه بیشتری داشته باشد باز هم محدودیتی ایجاد نمی‌کند و به دلیل اینکه ما کشت گل محمدی در منطقه به صورت مکانیزه نمی‌باشد بنابراین محدودیتی از لحاظ درصد سنگریزه نخواهیم داشت.

درصد مواد خنثی شده

در نقاط مطالعاتی C, E, L، هیچگونه محدودیتی از نظر میزان آهک برای کشت گل محمدی وجود ندارد و کلاس تناسب مناسب است. در پروفیل Q محدودیت جزئی وجود دارد و کلاس تناسب متوسط است، و در پروفیل‌های A, B, D, F, G, H, I, J, K, M, N, O, P، محدودیت تقریباً شدید از نظر میزان آهک وجود دارد و کلاس تناسب نامناسب می‌باشد، که در جول زیر (۱۰-۳) نشان داده شده است.

لازم به ذکر است که منطقه مورد مطالعه از نظر شیب، ارتفاع و دما هیچگونه محدودیتی ندارد و کلاس تناسب خیلی مناسب را دارا می‌باشد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۱۰- میانگین ویژگی‌های محاسبه شده در منطقه برای گل محمدی تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متر

شماره پروفیل	EC	PH	SP	Na قابل جذب (meq/l)	Ca+Mg محلول (meq/l)	SAR (meq/l)	بافت خاک	درصد سنگریزه	آهک	% sand	% clay	% silt
A	۱/۴۵	۷/۱۵	۲۵/۱۴	-/۴۷	۱۲/۹۳	-/۱۷۳	شنی لوم	۴۳/۳۳	۱۲/۴۱	۶۷/۱۶	۲/۵	۳۰/۳۳
B	۱/۷۷	۷/۹۳	۲۹/۱۸	-/۵۲	۱۸/۶۶	-/۱۷۵	شنی لوم	.	۲۱/۴۱	۵۷/۵	۹/۱۶	۳۳/۳۳
C	۱/۳۴	۷/۶	۲۸/۷۵	-/۵۸	۱۳/۸۶	-/۲۲۳	شنی لوم	.	۸/۲۵	۶۵/۸۳	۱۲/۱۶	۲۲
D	۲/۲۷	۷/۹۶	۲۷/۲۵	-/۶۴	۲۰/۵۳	-/۲۰۴	شنی لوم	.	۳۱/۸۳	۶۱/۱۶	۹/۸۳	۲۹
E	۱/۳۷	۷/۸	۲۷/۲۵	-/۵۸	۱۴/۵۳	-/۲۱۹	شنی لوم	۳۴/۶۶	۳/۷۵	۶۳/۸۳	۱۳/۵	۲۲/۶۶
F	۱/۲۶	۷/۸۶	۲۷/۵	-/۵۷	۱۳/۴۶	-/۲۲۴	شنی لوم	۵۹/۶۶	۱۲/۲۵	۵۹/۵	۱۰/۱۶	۳۰/۳۳
G	۱/۷۵	۷/۵	۲۶/۱۶	-/۵۸	۱۷/۸۶	-/۱۹۵	شنی لوم	۴۹/۳۳	۲۹/۶۶	۶۳/۸۳	۱۲/۵	۲۳/۶۶
H	۱/۴۵	۸/۱	۲۹/۰۲	-/۶۱	۱۴/۵۳	-/۱۹۱	شنی لوم	.	۲۵/۲۰	۵۸/۸۳	۱۶/۸۳	۲۴/۳۳
I	۱/۸۵	۸/۲	۲۹/۳۹	-/۶۷	۱۹/۰۶	-/۲۲۰	شنی لوم	.	۲۲/۲۵	۶۴/۱۶	۱۳/۱۶	۲۲/۶۶
J	۱/۴۴	۸/۰۳	۲۸/۸۵	-/۵۸	۱۵/۰۶	-/۲۱۲	شنی لوم	۲۰	۱۵/۱۶	۶۱/۵	۱۱/۸۳	۲۶/۶۶
K	۱/۴۵	۷/۵۶	۲۵/۹۱	-/۵۲	۱۵/۰۶	-/۱۹۲	شنی لوم	۱۴/۶۶	۱۳/۶۶	۵۵/۵	۲۲/۱۶	۲۲/۳۳
L	۲/۰۳	۷/۸	۲۵/۵۳	-/۵۹	۲۰/۸	-/۱۸۵	شنی لوم	.	۹/۸۳	۶۶/۸۳	۱۰/۸۳	۲۲/۳۳
M	۱/۳۷	۷/۵۳	۲۵/۸۴	-/۶۱	۱۴/۵۳	-/۲۲۸	شنی لوم	۵۶/۳۳	۱۹/۵۸	۴۰/۳۳	۱۹/۵	۲۱/۳۳
N	۱/۶۶	۷/۹۶	۲۷/۶۱	-/۵۹	۱۴/۹۳	-/۲۱۸	شنی لوم	.	۱۴/۷۵	۶۷/۸۳	۲۲/۸۳	۹/۳۳
O	۲/۸۳	۸/۴	۲۴/۱۷	-/۶۱	۲۹/۴۶	-/۱۶۱	شنی لوم	.	۱۳/۰۸	۶۴/۵	۱۳/۱۶	۲۲/۳۳
P	۲/۱۰	۷/۸	۲۶/۳۸	-/۶۶	۲۱/۸۶	-/۲۰۱	شنی لوم	۱۴	۲۲/۲۵	۶۷/۱۶	۵/۱۶	۲۷/۶۶
Q	۲/۷۶	۸/۳	۲۶/۳۷	-/۶۱	۲۸/۴	-/۱۶۳	شنی لوم	.	۱۱/۷۵	۶۱/۸۳	۱۳/۸۳	۲۴/۳۳

مکان‌یابی و تهیه نقشه‌های تناسب گل محمدی با استفاده از نرم‌افزار GIS

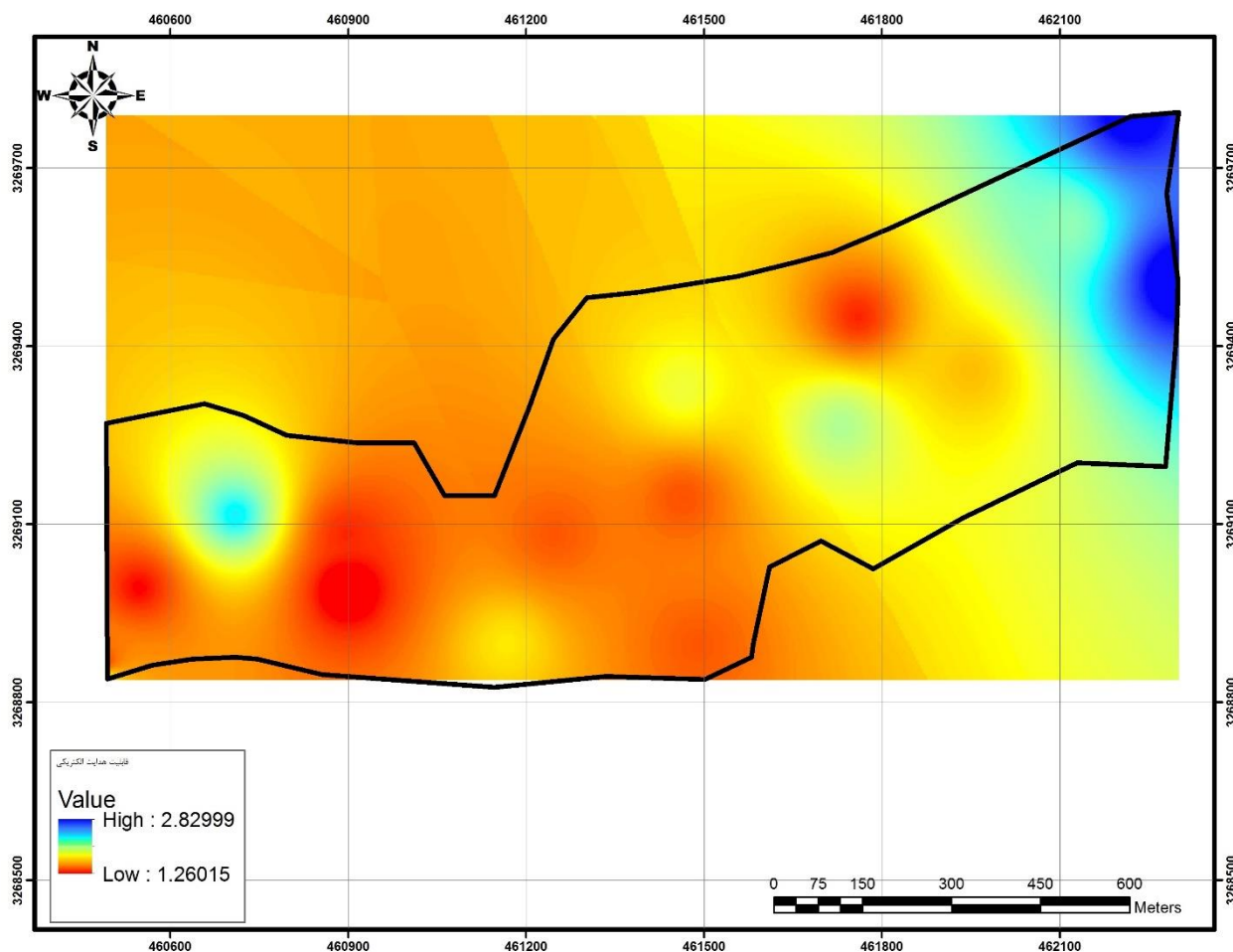
نقشه‌های ویژگی‌های خاک

برای تهیه این نقشه‌ها از روش میان‌یابی غیر زمین‌آماري استفاده شده است، و در راهنمای نقشه‌ها حد بالا و پایین میزان پارامتر مورد نظر با Low و High مشخص شده است.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

هدایت الکتریکی خاک

با توجه به نقشه رسم شده این ویژگی برای گل محمدی در کلاس تناسب اراضی مناسب و متوسط قرار می‌گیرد، و برای زعفران همه نقاط مطالعاتی در کلاس تناسب خیلی مناسب قرار می‌گیرند، و بنابراین منطقه مورد مطالعه محدودیتی از لحاظ کشت گل محمدی ندارد.

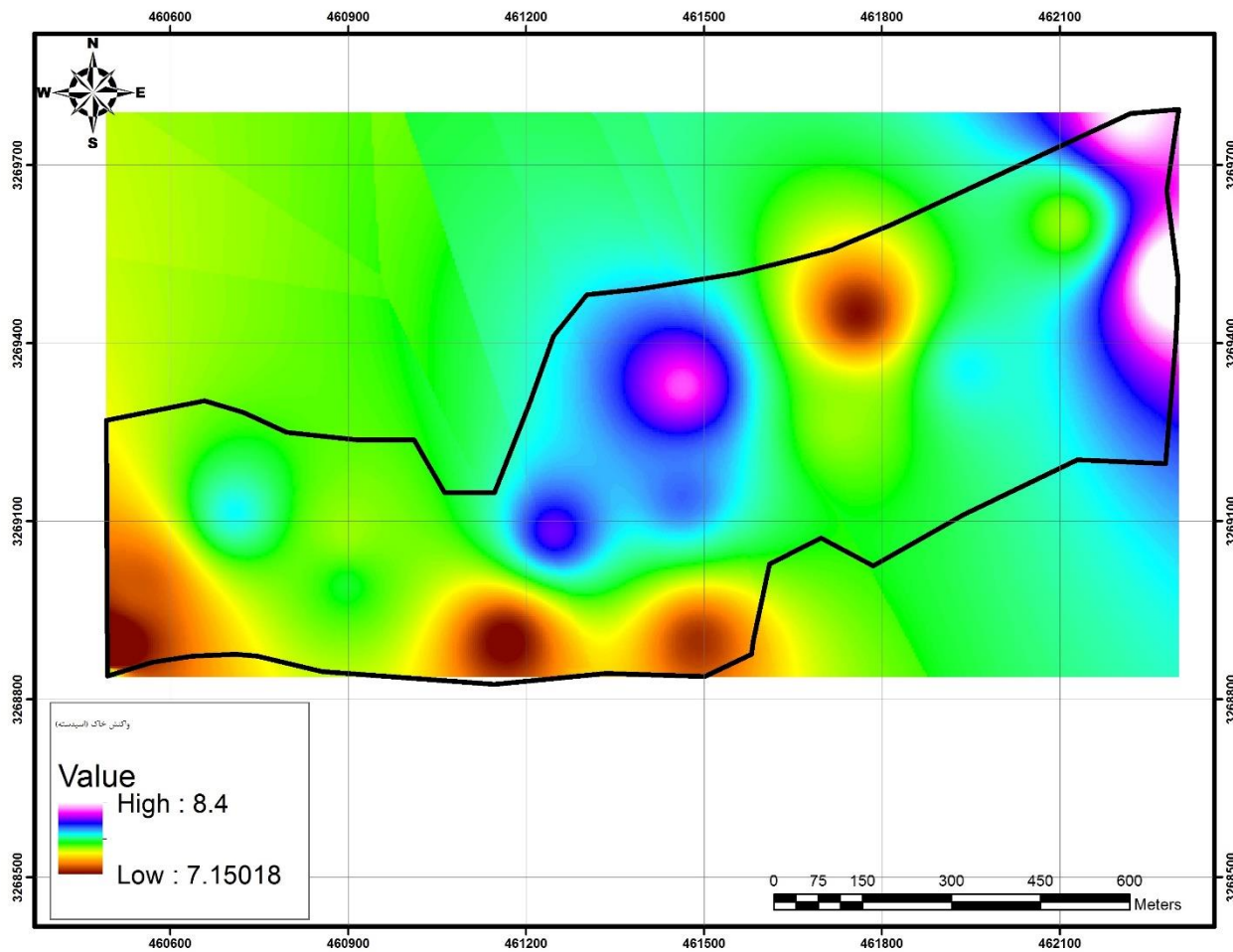


شکل ۲- نقشه هدایت الکتریکی خاک

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

واکنش خاک

با توجه به نقشه رسم شده، این ویژگی برای گل محمدی دارای کلاس تناسب مناسب و در بیشتر نقاط دارای محدودیت متوسط و در چند نقطه در چند نقطه محدود دارای کلاس تناسب نامناسب می باشد.

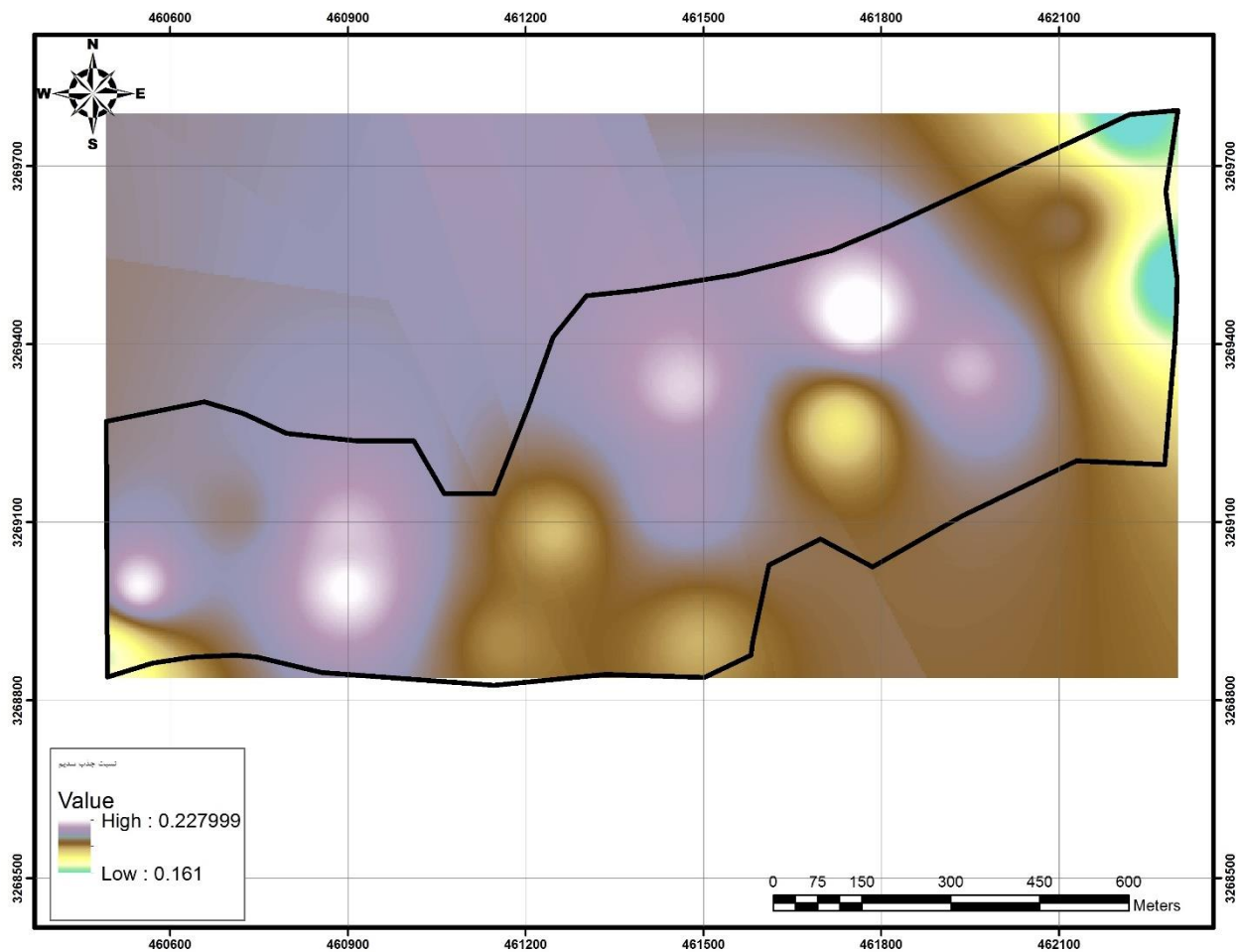


شکل ۳- نقشه واکنش خاک

نسبت جذب سدیم

با توجه به نقشه رسم شده، این ویژگی برای گل محمدی در کلاس تناسب مناسب، قرار می گیرد،

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

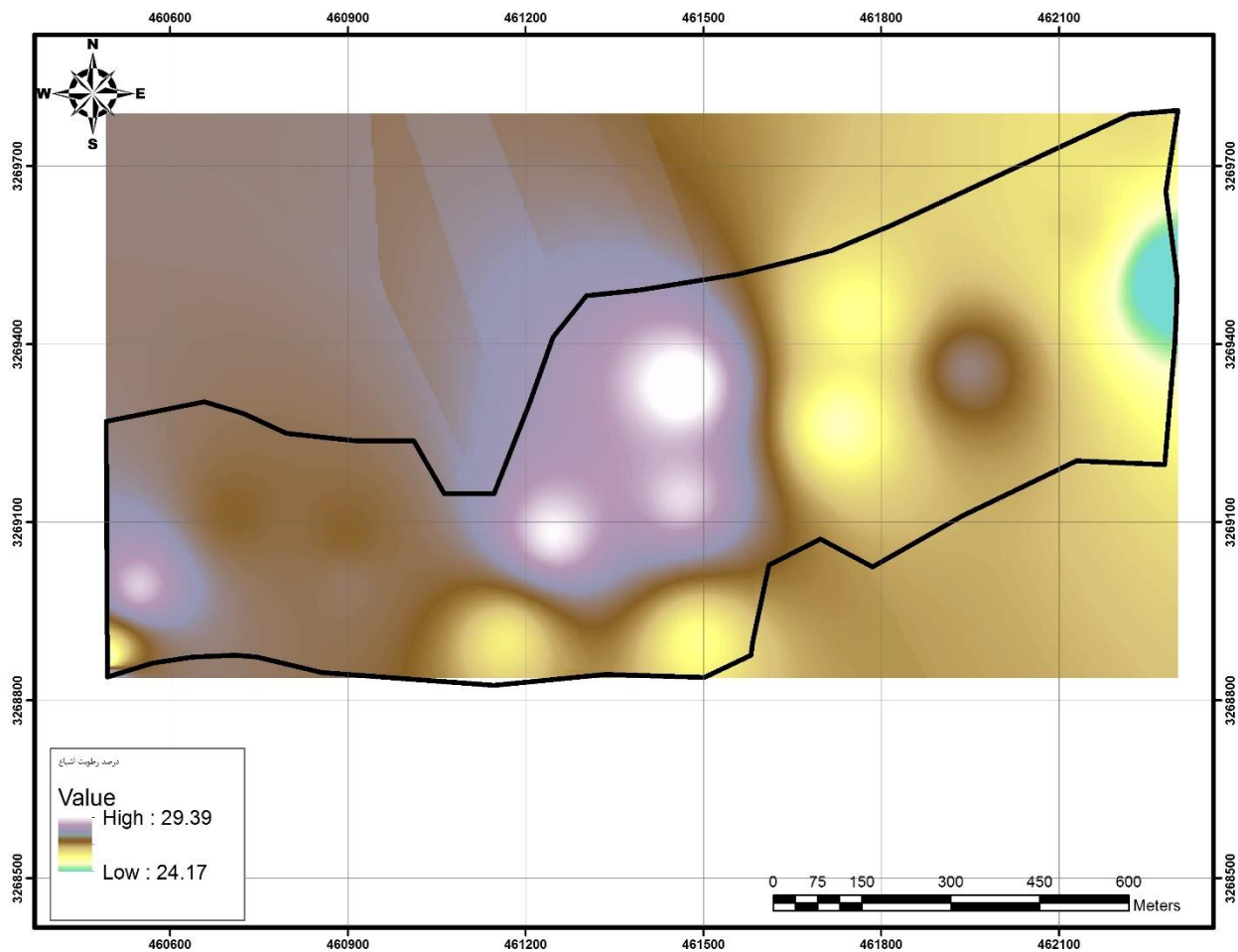


شکل ۴- نقشه نسبت جذب سدیم

درصد رطوبت اشباع

با توجه به نقشه رسم شده، این ویژگی با توجه به بافت خاک منطقه که شنی لوم می‌باشد و مناسب برای کشت محصول مورد نظر می‌باشد و در تناسب مناسب، قرار می‌گیرد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

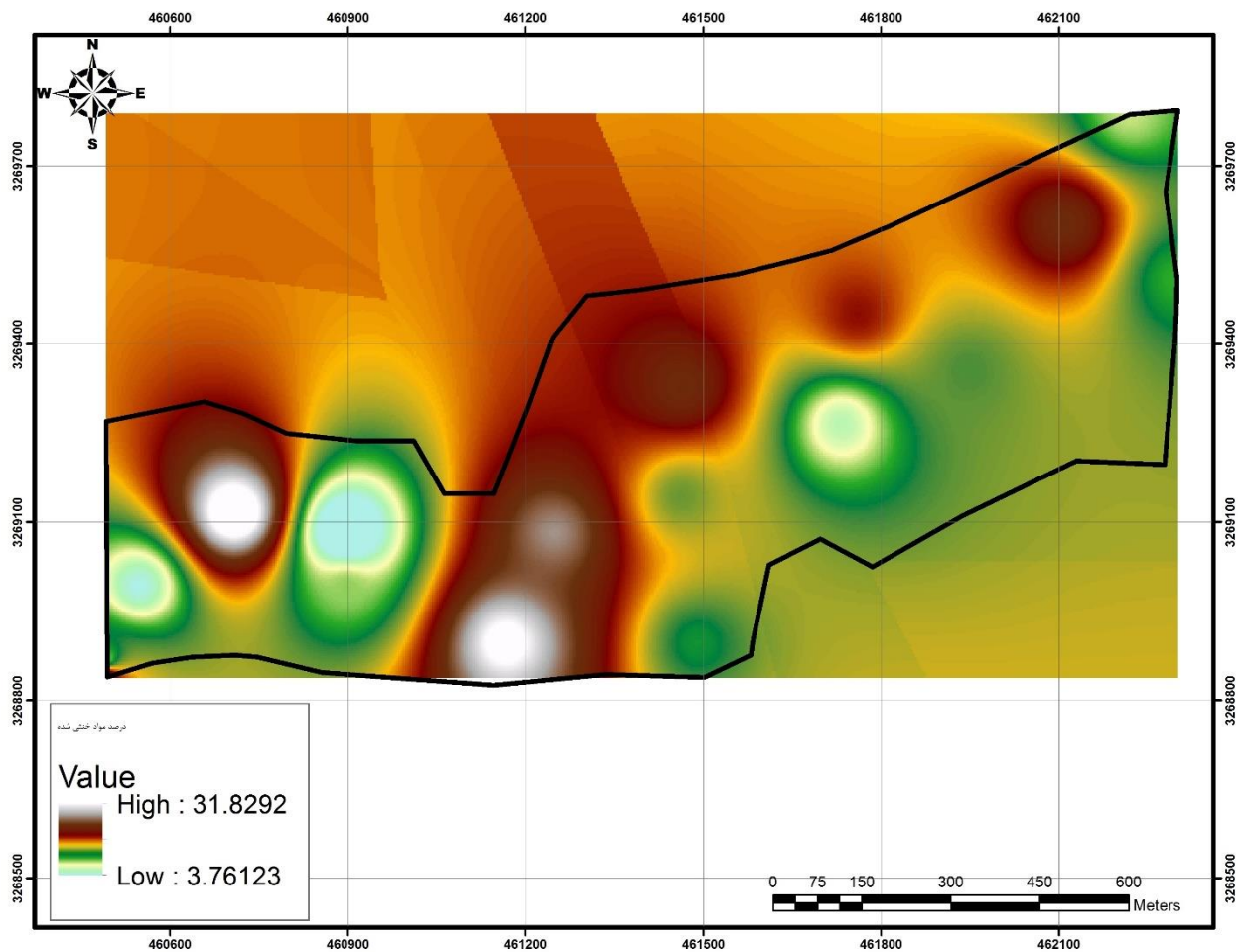


شکل ۵- درصد رطوبت اشباع

درصد مواد خنثی شده

با توجه به نقشه رسم شده این ویژگی برای گل محمدی در کلاس تناسب مناسب و متوسط و در نقاط بیشتری از منطقه مورد مطالعه در کلاس تناسب نامناسب قرار می‌گیرد.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

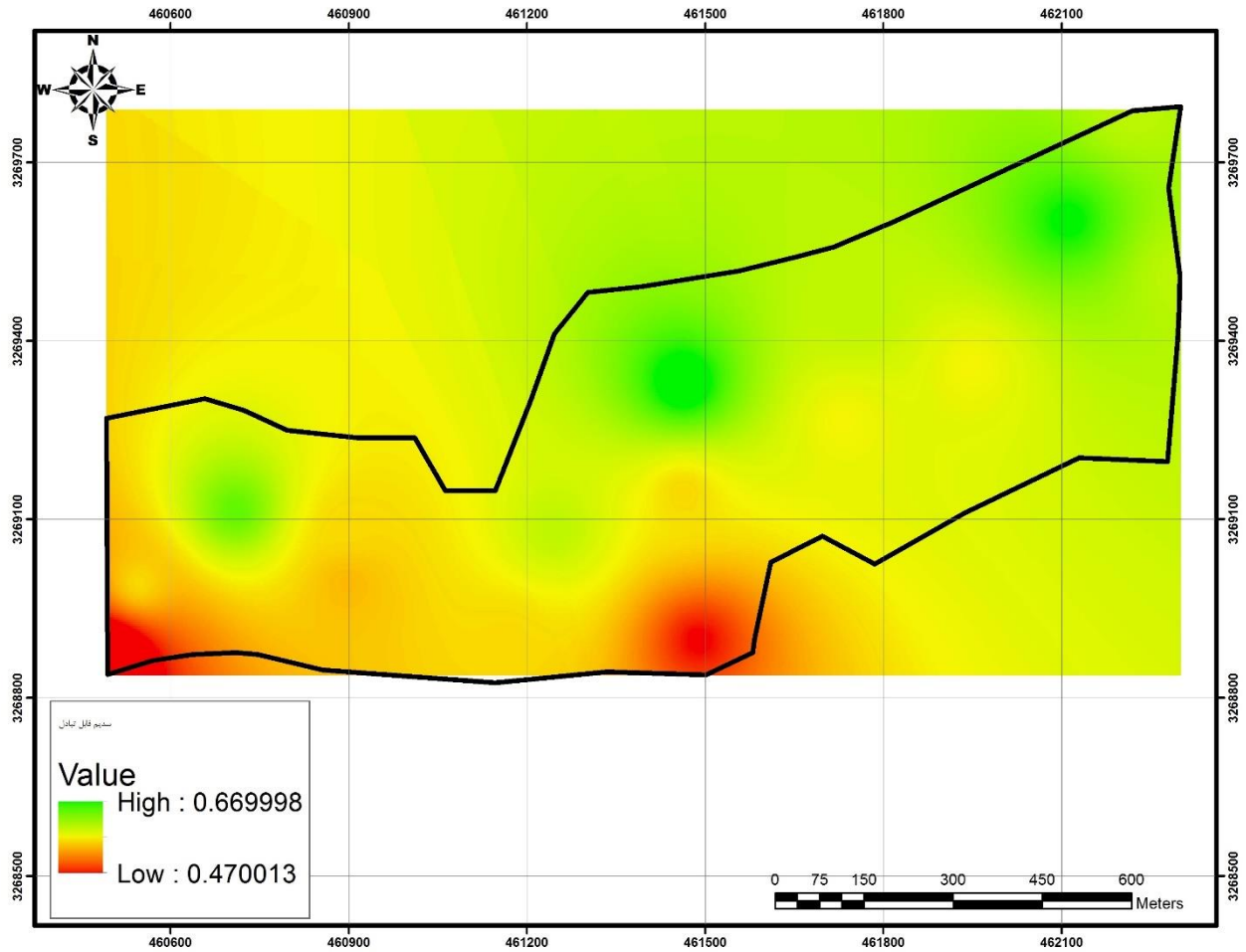


شکل ۶- درصد مواد خنثی شده

سدیم قابل جذب

با توجه به نقشه رسم شده، این ویژگی برای گل محمدی در کلاس تناسب مناسب، قرار می‌گیرد.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

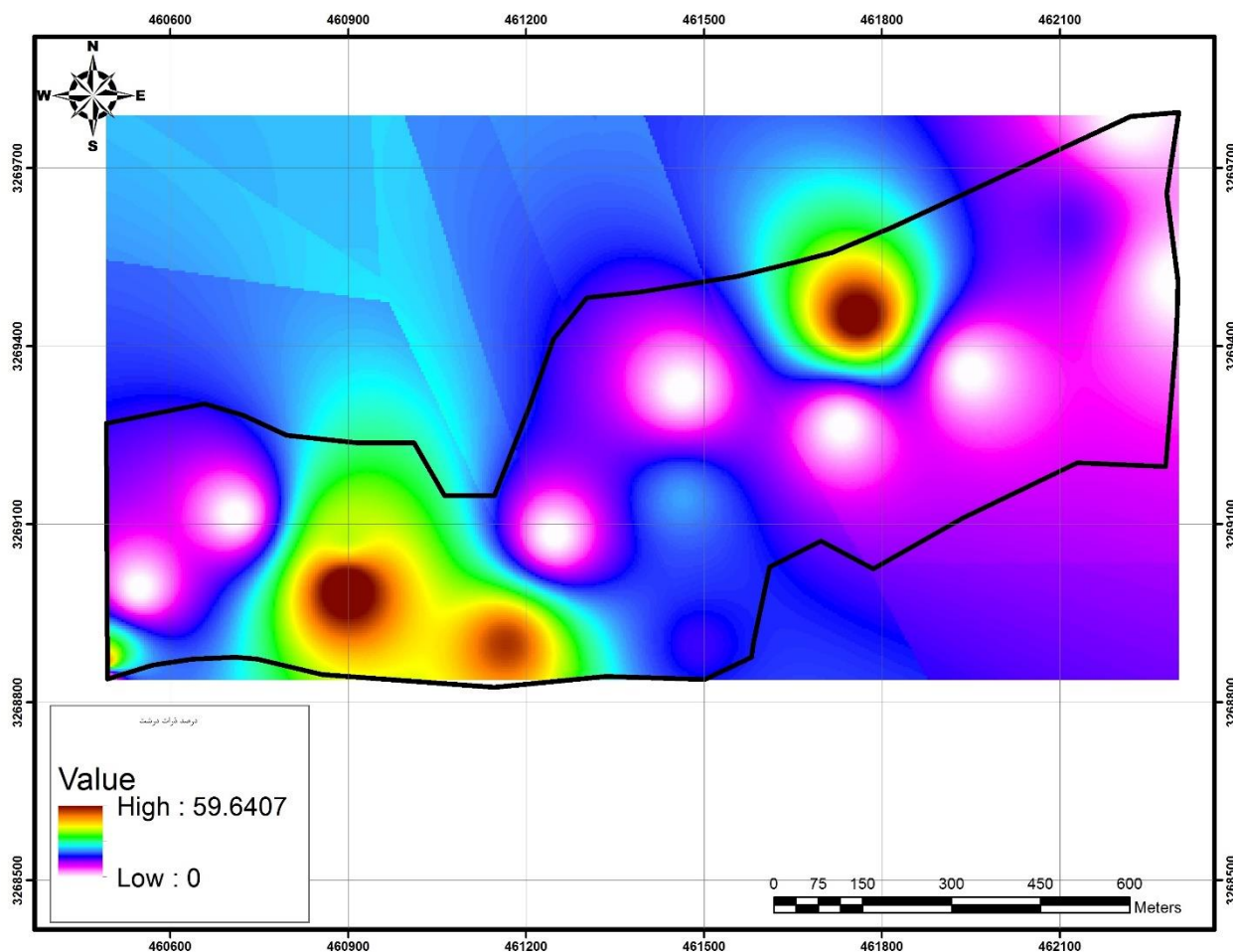


شکل ۷- سدیم قابل جذب

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

درصد ذرات درشت

با توجه به نقشه رسم شده، این ویژگی برای گل محمدی در کلاس تناسب مناسب قرار می‌گیرد.



شکل ۸- نقشه درصد ذرات درشت

نقشه‌های تناسب اراضی

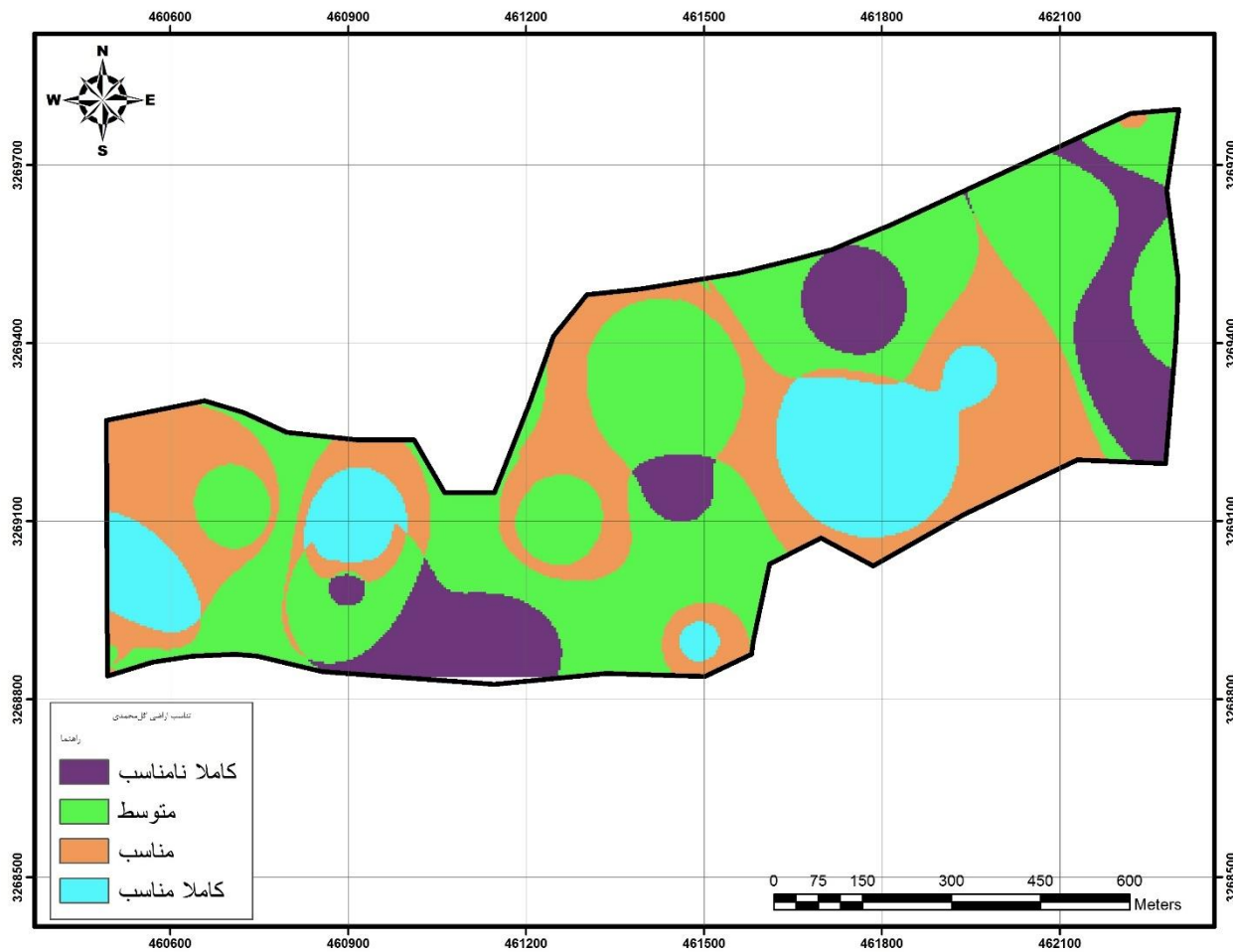
جمع بندی منابع و بررسی و تجزیه داده‌ها در کل تقسیم‌بندی عوامل محیطی به ویژگی‌هایی است که قابل فهم برای مخاطب باشد. و در نهایت ترکیب کردن آنها به صورتی که ارزیاب به پتانسیل و یا محدودیت آن منابع برای کاربری مورد نظر پی ببرد. در این پژوهش بعد از تهیه نقشه‌ها یک نقشه نهایی برای منطقه مورد مطالعه حاصل شد، و در نهایت سطح منطقه مورد مطالعه در سه کلاس تناسب اراضی که شامل، کاملاً مناسب، مناسب و متوسط جای گرفت.

نقشه تناسب اراضی گل محمدی

همانطور که در نقشه ۹ مشاهده می‌شود، می‌توان گفت اکثر این منطقه دارای سه کلاس کاملاً مناسب، متوسط و مناسب قرار گرفته است. هر هفت ویژگی خاک مورد بررسی در این منطقه بجز آهک در سه کلاس کاملاً مناسب، متوسط و مناسب قرار

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

گرفتند. که با توجه به نقشه‌های این منطقه و میزان محدودیت‌های بدست آمده از روش پارامتریک می‌توان گفت محدود کننده‌ترین عامل کشت گل محمدی در این منطقه آهک می‌باشد.



شکل ۹- نقشه تناسب اراضی گل محمدی

نتیجه‌گیری کلی

۱- به دلیل خشکسالی‌های اخیر و کمبود آب آبیاری و بارندگی‌ها در منطقه مورد مطالعه اتفاق افتاده و باعث شده برای آبیاری درختان میوه و مزارع موجود در منطقه از منابع آبهای زیرزمینی استفاده کنند و نتایج نشان داد که این گیاه عملکرد بالایی در این منطقه دارد و همچنین نزدیکی این منطقه به لاله‌زار که یکی از قطبهای تولید گل محمدی می‌باشد و پتانسیل بالای خاکهای این منطقه، کاشت این گیاه پیشنهاد می‌شود.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

- ۲- محاسبات حاصل از تناسب کیفی با روش پارامتریک و تطابق زیادی که با نتایج حاصل از تناسب کمی داشت حاکی از تشخیص صحیح پارامترهای مورد بررسی و انتخاب درست این محصول برای این منطقه است.
- ۳- بررسی‌ها نشان داد که عملکرد واقعی و پیش‌بینی شده در این منطقه تفاوت چندانی ندارند. با بررسی‌های انجام شده نشان داده شد که جایگزینی و کاشت این گیاه سودآوری و صرفه اقتصادی بالایی برای اهالی خواهد داشت.

پیشنهادها

- ۱- در این منطقه به دلیل قدیمی بودن و خشک شدن درختان میوه و مناسب بودن اراضی برای کشت گل محمدی جایگزینی این دو محصول پیشنهاد می‌شود.
- ۲- جدول نیازهای اکولوژیکی که در این پژوهش برای گل محمدی پیشنهاد شده به دلیل پژوهش‌های کم در این زمینه و نتایج محدود، پیشنهاد می‌شود در مناطق دیگری که این گیاه کشت می‌شود بررسی گردد تا در صورت قابل استفاده بودن این جدول به صورت مدون ارائه شده و کاستی‌های آن برطرف و تصحیح گردد.
- ۳- از آنجا که در حال حاضر، کاربری این منطقه مختص محصولات زراعی و درختان میوه می‌باشد، پیشنهاد می‌شود که با پژوهش‌های کاملتر در آینده در این منطقه مقایسه اقتصادی بین کاشت گیاه گل محمدی با محصولات فعلی صورت گیرد.

فهرست منابع

- اعتدالی، س. گیوی، ج. ۱۳۹۲. ارزیابی کیفی و اقتصادی تناسب اراضی برای نباتات زراعی مهم در منطقه شهرکرد با استفاده از برنامه ALES.
- دشتی، س. سبزقبایی، غ. هدایت زاده، ف. محسنی، ف. کاربردهای فناوری و سنجش از دور در ارزیابی و مدیریت محیط زیست، کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست.
- عاملی، ج. فاطمی، م. سید، ر. ۱۳۸۳. برآورد سطح و تهیه نقشه اراضی کشاورزی استان اصفهان با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعاتی جغرافیایی، سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان.
- یوسفی، ص. مرادی، ح. ر. حسین، ح. میرزایی، س. ۱۳۹۰. پایش تغییرات کاربری اراضی مریوان با استفاده از سنجنده‌های TM و ETM، ماهواره Land sat، کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال دوم، (شماره ۳)، ۹۷-۱۰۰.
- درویش صفت، ع. الف ۱۳۷۷. سنجش از دور، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- نشریه فنی شماره ۳۳۱، ارزیابی منابع و قابلیت اراضی گرمسار و ورامین، موسسه تحقیقات خاک و آب وزارت جهاد کشاورزی. ایوبی، ش. ۱۳۷۵. ارزیابی تناسب کیفی برای محصولات زراعی مهم منطقه برآن شمالی (اصفهان)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ضیائی، ع. ح. ۱۳۷۴. ارزیابی تناسب اراضی دشت وارنجان در استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز.
- موحدی نائینی، س. ع. ر. ۱۳۷۲. ارزیابی تناسب اراضی محصولات مهم زراعی منطقه گرگان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

فیضی زاده، ب. حاجی میر رحیمی، س. م. کاربرد داده‌های سنجش از دور در استخراج نقشه‌های کاربری اراضی. علوی پناه، س. ک. ۱۳۸۴، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران.

رحیمی، ع. دماوندی، ع. ا. جعفریان، و. بررسی کاربردهای سنجش از دور و ارزیابی و پایش تخریب سرزمین و بیابان زایی. اکبری، م.، و همکاران. ۱۳۸۹. ارزیابی و طبقه‌بندی بیابان زایی با فناوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. سرمدیان، ف. مروج، ک. محمودی، ش. ابراهیمی خمایی، م. ۱۳۸۲. مطالعه تناسب اراضی برای محصولات تحت آبیاری با استفاده از سنجش از دور (R.S) و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در منطقه ورامین. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۴. (شماره ۴).

سرمدیان، ف. فاتحی، ش. محمودی، ش. ۱۳۸۲. بررسی و تعیین تناسب کیفی اراضی برای محصولات فاریاب (گندم، جو، پنبه) در منطقه اشتهارد. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۵. (شماره ۳).

پیله‌فروش‌ها، پ. کریمی، م. طالعی، م. ۱۳۹۱. تعیین تناسب اراضی برای کشت محصولات کشاورزی با استفاده از GIS و سیستم‌های استنتاج‌گر فازی. مجله سنجش از دور و جی‌آی‌اس ایران. دانشگاه شهید بهشتی تهران. سال ششم. شماره یکم.

اعتدالی، س. گیوی، ج. ۱۳۹۱. ارزیابی کیفی و اقتصادی تناسب اراضی برای نباتات زراعی مهم در منطقه شهرکرد با استفاده از برنامه‌ی LIS. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۸. (شماره ۱).

کیانی فریز، م. زمانی، ذ. خلیفی، ا. فتاحی، ر. ۲۰۰۹. بررسی تنوع ژنتیکی گل محمدی با نشانگرهای RAPD و مورفولوژی. کامیابی، س. حبیبی نوخندان، م.، و روحی، ا. ر. ۱۳۹۳. ارزیابی تاثیر عوامل اقلیمی موثر بر کشت زعفران با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در دهستان‌های شهرستان رشتخوار. نشریه زراعت و فناوری زعفران، جلد ۲. (شماره ۱)، ۷۵-۹۰.

کاشانی، ع.، و همکاران ۱۳۹۰. بررسی روابط بین عملکرد گل و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گل محمدی. رزمجو، م.، و همکاران ۱۳۹۴. مکان‌یابی پهنه‌های مستعد کشت گل محمدی، ایستگاه تولید بذر گیاهان دارویی و صنعتی سراب. کافی، م. ۱۳۸۰. کتاب پرورش گل محمدی و تولید گلاب. طهوری، س. ه. کتاب دایره المعارف گیاهان دارویی.

- Elbarody, A.A. 2016. mapping and evaluating land suitability using a GIS based model. *Catena* 140 (2016): 96-104.
- Jian Zho, Gong. et al. 2012. Land suitability evaluation for development using a matter element model. *Land use policy* 29 (2012): 464– 472.
- yalew, S.G. van Griensven, A. van der zaag, p. 2016. A web-based GIS-MCDA framework agricultural suitability assessment. *Computers and electronics in agriculture* 128 (2016): 1.
- Al-Mashreki, M.H. Akhir, J.B., Abd Rahim, S. Desa, K. Lihan, T. Haider, A. 2011. Land suitability evaluation for sorghum crop in the Ibb Governorate, Republic of Yemen using remote sensing and GIS techniques. *Aust. J. Basic Appl. Sci.* 5: 359–368.
- Ashraf, S. Normohammad, B. 2011. Qualitative evaluation of land suitability for wheat in Northeast-Iran using FAO methods. *Indian J. Sci. Technol.* 4: 703–707.
- FAO, 2014. FAO GeoNetwork: Effective Soil Depth (cm) (GeoLayer). FAO, Rome, Italy.
- Hansen, M.C. Potapov, P.V. Moore, R. Hancher, M. Turubanova, S. Tyukavina, A. Thau, D. Stehman, S. Goetz, S. Loveland, T. 2013. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science* 342: 850–853.
- Khan, D. Samadder, S.R. 2015. A simplified multi-criteria evaluation model for landfill site ranking and selection based on AHP and GIS. *J. Environ. Eng. Landscape Manage.* 23: 267–278.
- Malczewski, J. 2006. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *Int. J. Geogr. Inform. Sci.* 20, 703–726.

- Agrell, P.J. Stam, A. Fischer, G.W. 2004. Interactive Multi-objective Agroecological Land Use Planning: The Bungoma Region in Kenya, *European Journal of Operational Research* 158, PP. 194-217.
- Aurbacher, J. Dabbert, S. 2011. Generating Crop Sequences in Land-use Models Using Maximum Entropy and Markov Chains, *Agricultural Systems* 104, PP. 470-479.
- Prakash, T.N. 2003. Land suitability analysis for agricultural crops: Fuzzy multi-criteria decision making approach. M.Sc. thesis in Geoinformation, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation.
- Rossiter, D.G. and Van Wambeke, A.R. 1997. ALES version 4.65, user's manual. Cornell University, Department of Soil, Crop & Atmospheric Sciences, Ithaca, NY USA. 280p.
- Tang H. 1993. Land suitability classification based on Fuzzy set theory and modeling of land production potential of maize and winter wheat in different zones of China. Ph.D thesis, University of Ghent. Ghent, Belgium. 241p.
- Harbararema, E. & K. G. Steiner. 1997. Soil suitability classification by farmer in southern Rwanda and a: *Geoderma*. 72: 75- 87.
- Storie & R. Earl. 1976. Sotrie index Rating. Division of Agriculture science university of California special publication 3203.
- F.A.O.1976. A framework for land evaluation. *Soils Bulletin* No 32, F.A.O. Rome, 72 PP.
- Halder, J. 2013. Land Suitability Assessment for Crop Cultivation by Using Remote Sensing and GIS. *Journal of Geography and Geology*, 5 (3): 65-74.

Abstract

Today, due to fast population growth, urban development & industrial zones extensions, the number of arable lands is decreasing. Therefore, recognition of productive, beneficial, stable & efficient agricultural lands is considerably important. Rose plant are two worthy products among other crops & play a significant role in changing socio-economic status of arid areas of Iran & world. The aim of this study is to specify suitable & prone areas to cultivate saffron & rose plans in Madoon region in Bardsir, Kerman province, Iran. This region has environmental & socio-economic potentials & these features can be examined using distance assessment & geographical information system. To conduct the research, first, the ecological requirements of these two plants were gathered. Then, using information about chemical & physical characteristics of the soil which were gathered randomly from 17 points, the maps of electrical conductivity, soil reaction, large grains percentage, saturated moisture percentage, percentage of neutralizable materials & exchangeable sodium were provided. The land suitability maps were converted to surface maps by two Sys methods & mediation method, in order to prepare region final map in Arc GIS 10.3 software. Furthermore, the ultimate map was created applying maps classification & integration. The studied points of the region were classified as moderate & suitable. Also, in all points, there was moderate climate restriction (temperature, height, precipitation). The grade of restriction for rose plants in this region is moderate. So, it is suggested to decrease this restriction by more irrigation & cultivating at lower heights. This investigation indicated that, there was no difference between achieved results of the two Sys & GIS methods. According to both methods, the suitability category was moderate. Consequently, after quality evaluation, we concluded that the region is prone to cultivation of rose plants & this activity has high economic profit for farmers.

Keywords: Land suitability evaluation, Geographic information system, Damask rose

مقایسه دو روش در تعیین تناسب اراضی برای کشت نخل خرما در منطقه جهرم استان فارس

مهناز اسکندری*^۱، علی زین‌الدینی^۱، میرناصر نویدی^۱

۱- استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*mahnazskandari@yahoo.com

چکیده

تعیین تناسب اراضی و اختصاص آن به بهترین کاربرد، از مهم‌ترین ارکان حفظ تولید پایدار در هر جامعه می‌باشد. هدف از این پژوهش، مقایسه دو نمونه از کارآمدترین روش‌های پیشنهادی برای تعیین تناسب خاک در کشت خرما بود. بدین منظور، ۱۲ نخلستان در شهرستان جهرم از استان فارس انتخاب شد. سپس با حفر خاک‌رخ، نمونه‌برداری از افق‌های مختلف خاک انجام و مورد آزمایش فیزیکی-شیمیایی قرار گرفت. متوسط مقدار عملکرد در هر نخلستان نیز بدست آمد. شاخص خاک با روش‌های وزن‌دهی با AHP و سپس جمع‌بندی آن‌ها و استفاده از جدول نیازهای رویشی خاک و زمین‌نما به روش FAO که در دستورالعمل Sys et al., (1991) پیشنهاد شده، محاسبه شد. مقایسه شاخص خاک با عملکرد واقعی هر نخلستان نشان داد که مقدار ضریب تبیین بدست آمده در روش‌های AHP و FAO، هر یک به ترتیب برابر با ۰/۴۸ و ۰/۷۵ است. بنابراین با وجود مزایای روش AHP که در پژوهش‌های بسیاری نشان داده شده، برخی کاستی‌ها مانند عدم قابلیت تعمیم مقدار وزن‌ها و نوع معیارهای انتخابی در این روش از مکانی به مکان دیگر، به چشم می‌خورد. درحالی‌که روش پیشنهادی (Sys et al., 1991) با ارائه جداول نیازهای رویشی می‌تواند در مقیاس ملی و حتی فراتر، به کار رود.

واژگان کلیدی: ارزیابی اراضی، خرما، شاخص خاک، عملکرد

مقدمه

ایران از کشورهای مهم تولیدکننده خرما می‌باشد و نه تنها دارای سابقه طولانی از این نظر است بلکه در حال حاضر نیز از لحاظ تولید خرما، رتبه دوم را در جهان به خود اختصاص داده است. بنابراین، کشت و تولید خرما در ایران هم از نظر ملی و هم برای ساکنان استان‌های تولیدکننده، دارای اهمیت ویژه‌ای است (زین‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۹). از دیگر سو، لازمه اختصاص اراضی مناسب به کشت و پرورش هر گیاه زراعی یا باغی مانند خرما، تعیین تناسب زمین برای کشت گیاه مورد نظر است. تناسب هر منطقه را پاره‌ای از خصوصیات مانند شرایط زمین، اقلیم، دسترسی به منابع آب کافی و باکیفیت، تعیین می‌کنند. یکی از موارد مهم در این میان، ویژگی‌های خاک است.

روش‌های چندی برای برآورد تناسب خاک در کشت هر گیاه تاکنون ارائه شده که از مهم‌ترین آن‌ها، روش (FAO 1976) می‌باشد. یکی از کارآمدترین روش‌های ارزیابی که برپایه روش فائو ارائه شده، دستورالعمل (Sys et al., 1991) است. در این روش، ویژگی‌های هر زمین با جدول نیازهای رویشی خاک و اراضی گیاه مورد نظر مقایسه و درجه‌بندی می‌شود. سپس با جمع‌بندی خصوصیات درجه‌بندی شده، شاخص خاک تعیین می‌گردد که نشان‌دهنده تناسب منطقه پیشنهادی از نظر ویژگی‌های خاک است. پژوهش‌های متعددی تاکنون در دنیا بر پایه این روش انجام شده که در همه آن‌ها روش‌های (FAO 1976) و (Sys et al., 1991) در برآورد تناسب زمین، کارآمد تشخیص داده شده است (e.g. Meena et al., 2014; Mathewos et al., 2018; Mwendwa et al., 2019).

هدفهین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

در دهه‌های اخیر، استفاده از سایر مدل‌های کاربردی مانند انواع مختلفی از مدل‌های هوشمند، تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره، فازی و سایر مدل‌های نوین در تعیین تناسب اراضی برای تیپ‌های مختلف بهره‌وری، مرسوم شده است. در اکثر موارد، مدل‌های پیشنهادی به همراه سامانه GIS برای نمایش نقشه‌های تناسب اراضی ارائه می‌شوند. در تمامی این پژوهش‌ها نیز چارچوب (1976) FAO به عنوان پایه تعیین تناسب اراضی به کار رفته است. در این میان، روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، یکی از پرکاربردترین موارد است. به عنوان مثال بیدادی و همکاران (۱۳۹۴)، در پهنه‌بندی نواحی مستعد کشت گندم دیم در حوضه آبخیز قره‌سو، فرهادیان عزیز و همکاران (۱۳۹۶) برای سنجش اراضی شهرستان گنبد کاووس در کشت دیم جو، (Kazemi et al., 2018) برای تعیین قابلیت تناسب اراضی کشاورزی استان گلستان در کشت دیم و (Tashayo et al., 2020) برای بررسی اراضی دشت مرودشت استان فارس در کشت گندم، از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و GIS برای بهره‌برده‌اند. روش AHP در تمامی این پژوهش‌ها، ابزاری کارآمد در تعیین تناسب اراضی برای گیاه مورد نظر معرفی شده است.

هدف از این پژوهش، سنجش کارایی دو روش FAO و AHP در تعیین تناسب اراضی برای کشت خرما در منطقه جهرم از استان فارس بود. به این منظور، از نتایج مطالعات پیشین انجام شده در این زمینه استفاده شد. به کمک آن‌ها، شاخص خاک به هر دو روش در منطقه مورد مطالعه بدست آمد و با مقدار واقعی عملکرد مقایسه شد.

مواد و روش‌ها

نخست، ۱۲ نخلستان که از نظر سطح مدیریت به‌باغی تقریباً مشابه باشند، در شهرستان جهرم از استان فارس، انتخاب شد. منطقه مورد نظر و باغات انتخابی از نظر شرایط اقلیمی و کمیت و کیفیت آب مورد نیاز برای کاشت خرما دارای محدودیت نبود. پس از انتخاب مناطق مورد مطالعه، اقدام به حفر خاک‌رخوا و تشریح آن‌ها به روش استاندارد ارائه شده در (USDA 2012) شد. به منظور انجام آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی، از هر افق خاک‌رخوا، نمونه‌های خاک تهیه و آزمایش شدند. آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی مورد نظر، مطابق دستورالعمل‌های استاندارد آزمایشگاهی نمونه‌ها انجام گردید. بافت خاک به روش هیدرومتر، واکنش خاک (pH) در گل اشباع با pH متر، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع توسط EC متر، کربن آلی به روش اکسایش تر، کربنات کلسیم معادل (CCE) به روش خنثی‌سازی با اسیدکلریدریک و تیترو با سود، گچ به روش استون، کلسیم محلول در عصاره اشباع خاک به روش کمپلکسومتری با حضور EDTA، سدیم و پتاسیم محلول در عصاره اشباع خاک با دستگاه فلیم فتومتر و پتاسیم قابل جذب به روش استات آمونیم ۱ مولار با pH=۷، اندازه‌گیری شدند (Pansu and Gautheyrou, 2006). مقدار متوسط عملکرد خرما نیز در هر یک از باغات، اندازه‌گیری شد. رقم خرما در باغات نمونه‌برداری شده، شاهانی بود.

پس از آنالیز نمونه‌ها، متوسط مقدار هر یک از ویژگی‌های خاک به روش ارائه شده در دستورالعمل (Sys et al., 1991) بدست آمد. سپس به کمک جدول نیازهای رویشی نخل خرما که توسط زین‌الدینی و همکاران (۱۳۹۹)، برای کاربرد در مطالعات تناسب اراضی در ایران پیشنهاد شده، مقدار شاخص خاک در ۱۲ باغ مورد نظر محاسبه شد. همچنین به کمک روش ارائه شده و وزن‌های پیشنهادی به روش AHP برای ویژگی‌های مختلف خاک که توسط دیالمی و همکاران (۱۳۹۶)، در تعیین تناسب اراضی برای کشت خرما در استان بوشهر بکار گرفته شده، شاخص خاک محاسبه گردید. در نهایت، شاخص خاک محاسبه شده به هر دو روش مورد ذکر، با مقدار واقعی عملکرد در ۱۲ نخلستان نمونه‌برداری شده مقایسه شد.

نتایج و بحث

هشت ویژگی مهم فیزیکی-شیمیایی خاک در نخلستان‌های مورد آزمایش و مقدار عملکرد هر باغ، در جدول ۱ ارائه شده است. حداکثر مقدار تولید در باغات نمونه، ۱۱۰۰۰ و حداقل آن‌ها ۶۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. همچنین، کمینه و بیشینه مقدار هدایت الکتریکی در نخلستان‌ها، به ترتیب ۱ و ۳/۴ دسی‌زیمنس بر متر بود. حدود هر یک از دیگر ویژگی‌های خاک که بر عملکرد خرما موثر است نیز در جدول ۱، نمایش داده شده است.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نمودار مقدار شاخص خاک محاسبه شده برای ۱۲ نخلستان به کمک جدول نیازهای رویشی نخل خرما (زین‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۹) و متوسط مقدار عملکرد در هر یک، در شکل ۱ ارائه شده است. با توجه به ضریب تبیین ارائه شده در شکل ۱، شاخص خاک بدست آمده می‌تواند ۷۵ درصد از تغییرات عملکرد را بیان نماید. بنابراین می‌توان اینگونه استنباط کرد که جدول نیازهای رویشی خاک و زمین نما که برای خرما ارائه شده (زین‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۹)، دقت قابل قبولی در برآورد شاخص کیفی خاک ارائه می‌دهد.

در مقابل به کمک وزن‌های ارائه شده در پژوهش دیالمی و همکاران (۱۳۹۶) به روش AHP، شاخص خاک برای ۱۲ نخلستان بدست آمد و در مقابل عملکرد واقعی هر یک قرار داده شد. شکل ۲ نشان می‌دهد که وزن‌های ارائه شده به روش AHP، کارایی لازم را در برآورد مقدار شاخص خاک نخلستان‌های نمونه چهارم نداشته است. وزن هر یک از متغیرهای شوری، درصد سدیم تبادل، بافت خاک، کربن آلی، آهک، واکنش خاک، پتاسیم و مقدار گچ به ترتیب برابر با ۰/۲۷، ۰/۱۷۷، ۰/۱۱۵، ۰/۰۸۹، ۰/۰۷۴، ۰/۰۵۵ و ۰/۰۴۱ در نظر گرفته شده است. بنابراین شوری خاک مهمترین عامل و مقدار گچ، کم اهمیت‌ترین ویژگی در نظر گرفته شده است. نگاهی به حدود متغیرهای ارائه شده در جدول ۱، نشان می‌دهد که این وزن‌دهی نه تنها برای بوشهر و رقم کبکاب، بلکه برای نخلستان‌های چهارم و رقم شاهانی کشت شده در آن‌ها نیز منطقی به نظر می‌رسد. تغییرات شوری نشان می‌دهد که می‌تواند به عنوان مهمترین عامل اثرگذار بر عملکرد در نظر گرفته شود. همچنین تغییرات اندک مقدار گچ موجود در خاک و حدود پایین آن، نشان از عدم تاثیرگذاری این ویژگی بر عملکرد دارد. نکته حائز اهمیت دیگر، وضعیت آهک موجود در خاک‌هاست که به نظر می‌رسد با این حدود بر مقدار عملکرد تاثیرگذار باشد. بنابراین وزن این متغیر با وزن بافت خاک، جابه‌جا شده و به عنوان سومین عامل مهم در سنجش عملکرد در نظر گرفته شد. با این وجود در وضعیت ضریب تبیین میان شاخص خاک هر یک از نخلستان‌ها با مقدار واقعی عملکرد (شکل ۲)، بهبودی مشاهده نگردید.

جدول ۱- وضعیت برخی از ویژگی‌های خاک و عملکرد خرما در ۱۲ نخلستان نمونه

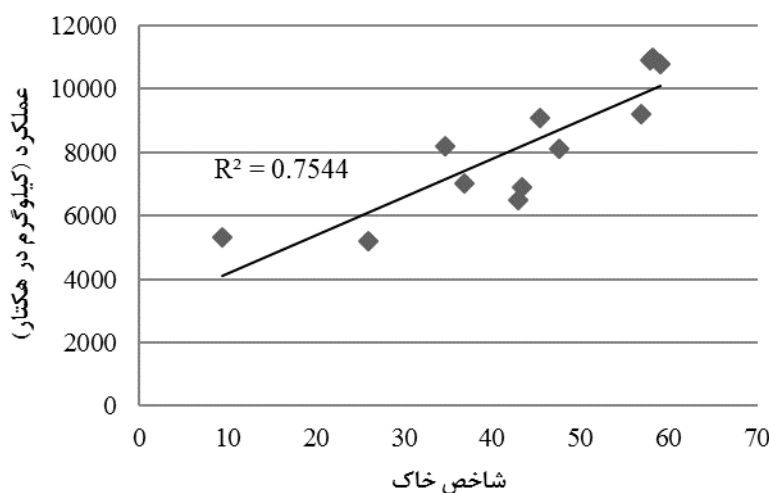
Texture	K ava. (mg/kg)	OC (%)	درصد گچ	درصد آهک	ESP	EC (dS/m)	pH	yield(kg/ha)	ردیف
SL	۳۵۲	۰/۶	۰/۸	۴۰/۰	۴/۵	۱/۲	۷/۷	۱۱۰۰۰	۱
SCL	۱۸۲	۰/۳	۰/۸	۴۰/۰	۶/۰	۲/۵	۷/۶	۱۰۹۰۰	۲
CL	۴۱۰	۰/۹	۱/۴	۴۹/۰	۷/۰	۳/۰	۷/۷	۹۱۰۰	۳
SL	۴۳۲	۱/۷	۱/۴	۵۵/۰	۵/۶	۲/۴	۷/۴	۶۵۰۰	۴
SCL	۱۵۶	۰/۵	۱/۲	۳۷/۰	۳/۰	۱/۲	۷/۸	۱۰۸۰۰	۵
SL	۱۰۶	۰/۷	۱/۲	۵۰/۰	۲/۵	۱/۰	۷/۹	۶۹۰۰	۶
LS	۴۲۲	۰/۵	۱/۲	۴۸/۰	۷/۰	۳/۴	۷/۶	۸۱۰۰	۷
L	۱۴۴	۰/۹	۱/۰	۵۵/۰	۲/۷	۱/۱	۸/۰	۸۲۰۰	۸
SL	۱۵۰	۱/۶	۰/۷	۴۶/۰	۳/۰	۱/۴	۷/۸	۹۲۰۰	۹
SL	۳۴۴	۱/۵	۰/۹	۵۷/۰	۲/۵	۱/۰	۷/۹	۷۰۰۰	۱۰
SL	۱۱۸	۰/۶	۰/۸	۸۰/۰	۳/۲	۱/۴	۷/۸	۵۳۰۰	۱۱
SL	۲۹۶	۱/۷	۰/۹	۶۴/۰	۱۴/۰	۶/۴	۷/۴	۵۲۰۰	۱۲

نتیجه‌گیری

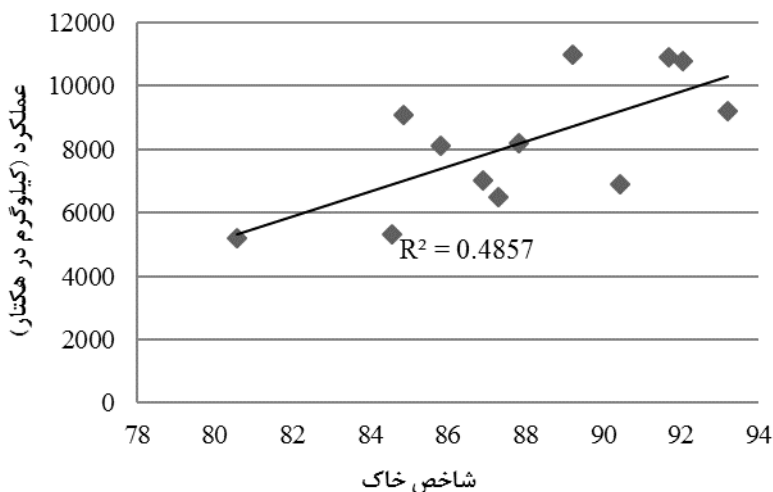
نتایج این پژوهش نشان داد هر چند روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بویژه تحلیل سلسله مراتبی در سال‌های اخیر به شکل موفقی در تعیین تناسب اراضی به کمک ویژگی‌های اراضی برای کشت گیاهان مختلف بکار رفته است، لیکن نمی‌توان به راحتی

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نتایج حاصله را در منطقه دیگری استفاده نمود. به عبارت دیگر، نتایج هر پژوهش و وزن‌های معیار بدست آمده بر پایه ویژگی‌های منطقه مورد پژوهش و رقم مورد کشت بوده و به مکانی دیگر، قابل تعمیم نیست. وزن‌های معیار و حتی نوع معیارها باید در هر مکان با توجه به ویژگی‌ها و شرایط حاکم بر منطقه تعیین شود. این مسأله باعث می‌شود که فراگیری کاربرد این روش، کمتر باشد. چراکه باید به متخصصان و افراد واجد شرایط برای نظرسنجی در انتخاب و وزن‌دهی به معیارها، دسترسی داشت. در مقابل، با داشتن پاره‌ای از ویژگی‌های اراضی می‌توان از جدول نیازهای رویشی خاک و زمین‌نما که برای کشت خرما در شرایط ایران اصلاح شده، کمک گرفت. با محاسبه شاخص خاک به کمک جدول نیازها (زین‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۹)، می‌توان برآوردی از مقدار عملکرد زمین بدست آورد. حاصلضرب شاخص خاک در تولید پتانسیل منطقه، مقدار تولید واقعی در هر زمین را پیش‌بینی می‌نماید. بدین ترتیب سود حاصل از کاربرد اراضی و مقدار فشار وارده بر زمین در راستای پایداری تولید نیز قابل پیش‌بینی می‌باشد.



شکل ۱- مقایسه مقدار عملکرد خرما با شاخص خاک به روش زین‌الدینی و همکاران (۱۳۹۹)



شکل ۲- مقایسه مقدار عملکرد خرما با شاخص خاک به روش دیالمی و همکاران (۱۳۹۶)

- بیدادی، م.ج. کامکار، ب. عبدی، ا. کاظمی، ح. (۱۳۹۴). ارزیابی تناسب اراضی جهت کشت گندم دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: حوزه قره‌سو). دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۵(۱): ۱۳۱-۱۴۳.
- دیالمی، ح. گیوی، ج. نادری خوراسگانی، م. احمدپور، م. (۱۳۹۶). ارزیابی تناسب اراضی برای کاشت نخل خرماي رقم کبکاب (Phoenix dactylifera L.cv Kabkob) در استان بوشهر با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). مدیریت خاک و تولید پایدار، ۷(۲): ۲۵-۴۵.
- زین‌الدینی، ع. سیدجلالی، ع.ر. نویدی، م.ن. اسکندری، م. سیدمحمدی، ج. دیالمی، ح. مقیمی، ا. پوزش شیرازی، م. (۱۳۹۹). تدوین جدول نیازهای رویشی خاک و زمین نما برای خرما به منظور استفاده در ارزیابی تناسب اراضی. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۷(۵): ۸۹-۱۰۷.
- فرهادیان عزیز، ش. کاظمی، ح. سلطانی، ا. (۱۳۹۶). ارزیابی تناسب اراضی شهرستان گنبد کاووس جهت کشت جو دیم با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی. تحقیقات غلات، ۷(۳): ۴۳۷-۴۵۰.
- FAO. (1976). A Framework for land evaluation. Soil Bulletin, 32. FAO, Rome. 72pp.
- Kazemi, H., and Akinci, H. (2018). A land use suitability model for rainfed farming by Multi-criteria Decision-making Analysis (MCDA) and Geographic Information System (GIS). Ecological Engineering, 116:1-6.
- Mathewos, M., Dananto, M., Erkossa, T., and Mulugeta, G. (2018). Parametric Land Suitability Assessment for Rainfed Agriculture: The Case of Bilate Alaba Sub-watershed, Southern Ethiopia. Agrotechnology, 7(2): 1-11.
- Meena, G.L., Singh, R.S., Meena, S., Meena, R.H. Meena, R.S. (2014). Assessment of land suitability for soybean (Glycine max) in Bundi district, Rajasthan. Agropedology, 24(02): 146-156.
- Mwendwa, S.M., Mbuvi, J.P., Kironchi, G. (2019). Land evaluation for crop production in Upper Kabete Campus field, University of Nairobi, Kenya. Chemical and Biological Technologies in Agriculture 6. Article number: 16. <https://doi.org/10.1186/s40538-019-0156-1>.
- Pansu, M. and Gautheryou, J. (2006). Handbook of Soil Analysis, Mineralogical, Organic and Inorganic Methods. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 993pp.
- Sys, C., Van Ranst, E. Debaveye, J. (1991). Land evaluation, Part I and II. General Administration for development cooperation, Brussels.
- Tashayo, B., Honarbakhsh, A., Akbari, M., Eftekhari, M. (2020). Land suitability assessment for maize farming using a GIS-AHP method for a semi-arid region, Iran. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 19: 332-338.
- USDA. (2012). Field Book for Describing and Sampling Soils. Version 3, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
- USDA. (2014). Kellogg Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 5. R. Burt and Soil Survey Staff (eds.). United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

Comparison of two methods in determining land suitability for Date palm cultivation in Jahrom of Fars province

Mahnaz Eskandari*¹, Ali Zeinadini¹, Mir Naser Navidi¹

¹Assistant Prof., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

*mahnazskandari@yahoo.com

Abstract

Determining land suitability and allocating it to the best use is one of the most important pillars of maintaining sustainable production in any society. The objective of this study was to compare the two most efficient methods proposed to determine soil suitability in date cultivation. For this purpose, 12 orchards in Jahrom city of Fars province were selected. Then, by digging profiles, they were sampled and physico-chemically tested. The average yield was also obtained in each orchard. Soil index was calculated by weighting methods with AHP and plant requirement table proposed in FAO method by Sys et al., (1991). Comparison of soil index with the actual yield of each orchard showed that the value of the coefficient of explanation obtained in AHP and FAO methods are equal to 0.48 and 0.75, respectively. Therefore, despite the advantages of the AHP method, which has been shown in many studies, some drawbacks, such as the inability to generalize the amount of weights and the type of criteria selected in this method, can be seen from one place to another. While the proposed FAO method can be applied by using the table of plant requirement in each region.

Keywords: Land valuation, dates, soil index, yield

خاک‌ورزی حفاظتی راهکاری برای حفاظت از خاک و پایداری تولید آفتابگردان در

شرایط دیم

زین‌العابدین شم‌آبادی^۱

عضو هیات علمی بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سمنان (شاهرود).
شاهرود- میدان امام رضا- کیلومتر ۳ جاده بسطام- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سمنان
(شاهرود). . تلفن: ۰۹۱۲۶۷۳۰۰۸۹

Email: zshamabadi@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر عملکرد آفتابگردان در منطقه دیم کالپوش شاهرود، این آزمایش بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار در ۴ تکرار در تناوب آفتابگردان- گندم اجرا شد. تیمارهای خاک‌ورزی؛ ۱- شخم با گاوآهن قلمی در بهار (T1)، ۲- شخم با گاوآهن برگرداندار در بهار (T2)، ۳- کم خاک‌ورزی با دیسک در بهار (T3)، ۴- شخم با گاوآهن بشقابی در بهار (T4) و ۵- شخم با گاوآهن قلمی در پاییز (T5) بودند. خاک‌ورزی ثانویه توسط دیسک و در فصل بهار انجام شد. عملیات کاشت آفتابگردان در سال اول اردیبهشت بعد از اعمال تیمارهای خاک‌ورزی انجام شد. عملیات برداشت آفتابگردان در مهر ماه انجام شد. نتایج نشان داد که از نظر درصد روغن، اسیدیته، ارتفاع بوته اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایش وجود نداشت. درصد رطوبت خاک در عمق ۰-۳۰ سانتیمتری، بین تیمارها اختلاف آماری کاملاً معنی‌دار ($P < 1\%$) وجود داشت و بیشترین و کمترین مقدار ذخیره رطوبت به ترتیب مربوط به تیمار T5 و T2 بود. اختلاف عملکرد آفتابگردان در سطح ۰.۱٪ بین تیمارهای آزمایش معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد از تیمار شخم با گاوآهن قلمی در پاییز (۱۱۷۲/۲۵ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار از تیمار شخم با گاوآهن برگرداندار (۷۵۳ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. از نظر درصد برگردانی خاک بین تیمارهای مختلف معنی‌دار (در سطح ۰.۱٪) وجود داشت، گاوآهن برگرداندار و دیسک به ترتیب بیشترین (۷۰٪) و کمترین (۳۰/۲۵٪) مقدار برگردانی خاک را دارا بودند. با توجه به حفظ رطوبت خاک و عملکرد آفتابگردان در تیمارهای مختلف، استفاده از کم‌خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی در پاییز برای منطقه کالپوش و مناطق با شرایط مشابه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: خاک‌ورزی، آفتابگردان، رطوبت خاک

مقدمه

خاک‌ورزی حفاظتی روشی از خاک‌ورزی است، که عملیات خاک‌ورزی کاهش یافته و یا اصولاً انجام نمی‌گیرد. در این روش‌ها پوششی از بقایای گیاهی (حداقل ۳۰ درصد سطح) بر روی سطح خاک باقی می‌ماند. سیستم خاک‌ورزی حفاظتی، حدود ۶۰ سال قبل در کانادا برای ممانعت از فرسایش خاک توسط دانشمندان این کشور توصیه شد (Xia- Bin et al., 2006).

افضلی و همکاران (۱۳۸۵) اثر خاک‌ورزی اولیه و ثانویه بر میزان پراکنش عمقی خاک سطحی مطالعه کردند. نتایج نشان داد، جهت حداقل برگردان نمودن خاک یا مواد موجود در سطح خاک مناسب‌ترین تیمار گاوآهن قلمی به تنهایی و یا همراه با دیسک آفست با زاویه بسته می‌باشد. استفاده از دیسک پس از گاوآهن قلمی سبب خردنمودن خاک و تسهیل قرار دادن دانه‌ها توسط کارنده خواهد گردید.

^۱ - عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سمنان (شاهرود)

فریبین و همکاران (Freebairn and Silburn, 2004) حفاظت خاک را در مناطق نیمه خشک مطالعه کردند. نتایج آزمایش را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد. حفظ بقایا همیشه ذخیره آب را در سال آیش افزایش می‌دهد. از تجربه کشاورزان در مطالعات تحقیقاتی روش های کاشت حفاظتی (کم خاک ورزی، بی خاک ورزی، حفظ بقایا) به طور وسیعی استفاده شده است. همه محققین در این موضوع اتفاق نظر دارند، که سیستم های خاک‌ورزی حفاظتی بهترین روش هستند و اختلاف نظر کمی در توصیه بخش کشاورزی دارند، گرچه برخی ادعا می‌کنند که در افزایش درآمد، ممکن است اندکی زیاده روی شده باشد.

آفتابگردان به شرایط خشکی کاملاً مقاوم نیست، با وجود این آفتابگردان دارای سیستم ریشه گسترده و افشان می‌باشد که می‌تواند رطوبت خاک را بیشتر از ذرت جذب کند. دوره های کوتاه خشک سالی عملکرد محصول آفتابگردان را ممکن است خیلی کاهش ندهد، زیرا در شب هنگام که تعرق کم است رشد محصول میتواند ادامه پیدا کند. دوره بحرانی عملکرد آفتابگردان ۲۰ روز قبل و بعد گلدهی می‌باشد (Schmidt, 1996).

۲. مواد و روش ها:

به منظور مطالعه اثر روش های خاک‌ورزی بر عملکرد کمی و کیفی آفتابگردان، این آزمایش بر اساس طرح بلوک های کامل تصادفی با ۵ تیمار در ۴ تکرار در تناوب آفتابگردان- گندم اجرا شد. تیمارهای خاک‌ورزی؛ ۱- شخم با گاوآهن قلمی در بهار + دیسک (T1)، ۲- شخم با گاوآهن برگرداندار در بهار + دیسک زنی (T2)، ۳- کم خاک‌ورزی با دیسک در بهار (T3)، ۴- شخم با گاوآهن بشقابی در بهار + دیسک زنی (T4) و ۵- شخم با گاوآهن قلمی در پاییز + دیسک زنی در بهار (T5). عمق کار در تیمارهای T1 و T2 ۱۷-۲۲ سانتیمتر، تیمار T4 و T5 ۲۵-۳۰ سانتیمتر و تیمار T3 (دو بار دیسک زنی) ۱۵-۱۲ سانتیمتر بود. عملیات کاشت آفتابگردان در اردیبهشت ۱۳۸۷ بعد از اعمال تیمارهای خاک‌ورزی انجام شد. میزان برگردانی خاک با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Anonymous, 1995):

$$F = \frac{W_p - W_e}{W_p} \times 100$$

(۱)

که F شاخص برگردانی خاک، W_p و W_e به ترتیب وزن علف های هرز یا بقایای محصول قبل و بعد از عملیات در واحد سطح است.

فاکتورهای کمی و کیفی شامل میانگین وزن دانه، وزن دانه در طبق و قطر طبق، درصد روغن، اندازه گیری شد. میزان رطوبت خاک پس از تلقیح در مرحله دانه بندی (R6) اندازه گیری و داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. میانگین صفات اندازه‌گیری شده به روش دانکن مورد مقایسه قرار گرفت.

۳. نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس پارامترهای مورد مطالعه در آزمایش در سال ۱۳۸۷ به شرح جدول زیر می‌باشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در سال ۱۳۸۷

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن دانه در طبق (گرم)	عملکرد (تن در هکتار)	میزان روغن (%)	رطوبت دانه (%)	رطوبت خاک (%)	شاخص برگردانی (%)
تکرار	۳	۵/۶۱	۱۷۲۳/۶۵	۰/۵۳	۱/۰۳	۲/۹۷	۱۹/۷۸
تیمار خاک‌ورزی	۴	۹۸/۶**	۱۰۸۵۶۶/۲۵**	۰/۸۴ NS	۰/۱۰ NS	۳/۱۶**	۹۷۴/۷**
خطا	۱۲	۱/۳۵	۲۴۸۸/۱۵	۴/۰۱	۰/۴۴	۰/۴۹۴	۱۱/۲
ضریب تغییرات (%)		۳/۸۷	۵/۲۴	۴/۱۴	۲۱/۴	۶/۶۸	۷/۳۸

NS: عدم اختلاف معنی دار * اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ ** اختلاف معنی دار در سطح ۱٪

جدول ۲ - نتایج میانگین وزن دانه در طبق، عملکرد دانه، درصد روغن، رطوبت دانه، رطوبت و شاخص برگردانی خاک

تیمار	وزن دانه در طبق (گرم)	عملکرد (تن در هکتار)	میزان روغن (%)	رطوبت دانه (%)	رطوبت خاک (%)	شاخص برگردانی (%)
شخم با گاوآهن قلمی در بهار (T1)	۳۳/۶۷b	۱۰۳۹/۵ab	a ۴۸/۸۸	۲/۹ a	۱۰/۸ab	۳۶/۵cd
شخم با گاوآهن برگرداندار در بهار (T2)	۲۴/۱۷d	۷۵۳bc	a ۴۸/۶۲	۳/۰۱ a	۹/۶۷b	۷۰a
کم خاک‌ورزی با دیسک در بهار (T3)	۲۲/۶۶d	۹۵۷/۵c	a ۴۸/۵۹	۳/۷۴ a	۱۰/۴ab	۳۰/۲۵d
شخم با گاوآهن بشقابی در بهار (T4)	۲۹/۳۴c	۸۳۹ab	a ۴۸/۳۵	۳/۰۲ a	۹/۸۷b	۵۰/۵b
شخم با گاوآهن قلمی در پاییز (T5)	۳۶/۲۸a	۱۱۷۲/۲۵a	a ۴۷/۶۸	۳/۷۸ a	۱۱/۹a	۳۹/۵c
ضریب تغییرات (%)	۳/۸۷	۵/۲۴	۴/۱۴	۲۱/۴	۶/۶۸	۷/۳۸

ارقام با حروف غیر مشترک اختلاف معنی دار آماری دارند

وزن دانه در طبق

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای خاک‌ورزی از نظر وزن دانه در طبق اختلاف بسیار معنی‌داری (در سطح ۰/۱) وجود داشت (جدول ۱). گاوآهن قلمی در پاییز و برگردان دار با متوسط ۳۶/۲۹ و ۲۴/۱۷ به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار وزن دانه در طبق را دارا بودند (جدول ۲).

قطر طبق

نتایج آزمایش نشان داد که بین تیمارهای خاک‌ورزی از نظر قطر طبق اختلاف معنی دار (در سطح ۰/۵) وجود داشت. گاوآهن قلمی و دیسک به ترتیب با متوسط ۱۶/۵ و ۱۳/۵۹ سانتیمتر بیشترین و کمترین مقدار قطر طبق را دارا بودند.

عملکرد دانه

عملکرد دانه در حقیقت عملکرد اقتصادی محسوب می‌شود. نتایج نشان داد که بین تیمارهای خاک‌ورزی از نظر عملکرد دانه، اختلاف بسیار معنی‌داری (در سطح ۰/۱) وجود داشت (جدول ۱). تیمار استفاده از گاوآهن قلمی در پاییز و برگرداندار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را در بین تیمارهای خاک‌ورزی دارا بودند (شکل ۳). عملکرد بیشتر در تیمار خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی مربوط به حفظ رطوبت خاک می‌باشد.

درصد رطوبت خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به رطوبت خاک در عمق شخم نشان داد که بین تیمارهای آزمایش اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری وجود داشت (جدول ۳). رطوبت بیشتر در خاک شخم خورده با گاوآهن قلمی مربوط به حفظ بقایای بیشتر در سطح می‌باشد، زیرا در شخم با گاوآهن قلمی در مقایسه با گاوآهن برگرداندار خاک کمتر برگردانده می‌شود و باقیمانده‌های گیاهی به زیر خاک برده نشده بلکه با خاک مخلوط شده یا در سطح خاک می‌ماند، بدین ترتیب با پوششی که در سطح خاک ایجاد می‌شود، درجه حرارت خاک کاهش می‌یابد و از تبخیر آب آن جلوگیری می‌شود.

شاخص برگردانی خاک

مطابق جدول شماره ۲ بین تیمارهای آزمایشی اختلاف کاملاً معنی داری از لحاظ شاخص برگردانی خاک وجود داشت. تیمار شخم با گاواهن برگرداندار با متوسط ۷۰ درصد برگردانی بیشترین مقدار این پارامتر را دارا بود و تیمارهای شخم با دیسک و گاواهن قلمی کمترین مقدار برگردانی خاک را دارا بودند (جدول ۲).

۴. نتیجه‌گیری

نظر به اینکه یکی از عوامل موثر در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی انجام عملیات خاک ورزی مناسب به موقع می‌باشد که این عملیات بایستی در شرایط مناسب رطوبتی و با توجه به حفظ منابع آبی و خاکی صورت پذیرد. با توجه به جدول شماره ۱ ملاحظه می‌شود اغلب صفات مهم مورد بررسی (وزن دانه در طبق، عملکرد محصول و رطوبت خاک) تحت تاثیر تیمارهای خاک‌ورزی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در تیمار کم‌خاک‌ورزی با گاواهن قلمی در پاییز صفات مذکور بالاترین مقدار را دارا بودند (جدول ۲) که احتمالاً شرایط برای رشد گیاه بهتر فراهم می‌گردد. همچنین با توجه به برگردانی کمتر خاک در تیمار گاواهن قلمی، بقایای گیاهی در سطح خاک حفظ می‌شود، بقایای گیاهی به زیر خاک برده نشده بلکه با خاک مخلوط شده یا در سطح خاک می‌مانند، بدین ترتیب با پوششی که در سطح خاک ایجاد می‌شود، درجه حرارت خاک کاهش می‌یابد و از تبخیر آب آن جلوگیری می‌شود. هر چه بقایای گیاهی بر روی زمین بیشتر بماند، فرسایش خاک به همان میزان بیشتر کاهش می‌یابد. از طرف دیگر چون حفظ رطوبت خاک در افزایش عملکرد محصول خیلی موثر است، بنابراین حفظ بقایا در سطح خاک می‌تواند موجب جلوگیری از تبخیر سطحی شده و بهبود ذخیره رطوبت شود. بنابراین در مقایسه با گاواهن برگرداندار، گاواهن قلمی موجب برگردانی کمتر خاک شده و مقاومت کششی آن در واحد عرض حدود نصف مقاومت کششی گاواهن برگرداندار است. استفاده از خاک‌ورزی حفاظتی با گاواهن قلمی ترجیحاً در فصل پاییز با توجه به مزایای آن بهترین گزینه برای خاک‌ورزی آفتابگردان دیم منطقه مورد مطالعه و مناطق با شرایط مشابه می‌باشد.

۵. فهرست منابع

- افضلی، م. ج.، بهرامی، ه.، شیخ داودی، م. ج. (۱۳۸۵). ارزیابی پراکنش عمقی خاک سطحی در عملیات مختلف خاک‌ورزی، چهارمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- Anonymous. (1995). RNAM Test Codes & Procedures for Farm Machinery. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Bangkok.
- Freebairn, D. M., Silburn, D.M. (2004). Soil conservation in Austrian semi arid tropics: Pathways to success, and new challenges. 13th international soil conservation organization conference.
- Schmidt, Walter H. (1996). Double Crop Sunflower Production. Ohio State University Extension Department of Horticulture and Crop Science.
- Xia-Bin, W., Dian-Xiong, C. Hoogmoed, W. B. Oenema., Perdok, U. D. (2006). Potential Effect of Conservation Tillage on Sustainable Land Use: A Review of Global Long-Term Studies. *Pedosphere*. 16 (5): 587-595.

Conservation tillage, Approach for soil protection and sustainability of sunflower production in rainfed conditions

Abstract

In order to study the effect of Conservation tillage on sunflower yield in wheat-sunflower rotation, this research was conducted in Kalpoush territory of Shahroud. The experimental design was RCBD with 4 replication and 5 treatments. Treatments were chisel plowing in spring (T1), moldboard plowing in spring (T2), reduced tillage with harrow disk (T3), disk ploughing in spring (T4) and chisel plowing in autumn (T5). Secondary tillage was conducted in spring. Sunflower (progress) planted at spring of 2008. Sunflower harvested at autumn of 2008. Results showed that oil percentage, oil acidity and seed moisture were not significant among treatments ($P < 5\%$). Soil moisture percent in 0-30cm depths was significant among treatments ($P < 1\%$). Maximum and minimum soil moisture content related to T5 & T2 respectively. Crop yield difference was significant among the treatments ($P < 1\%$). Maximum and minimum of crop yield was related to chisel plowing in autumn (T5) (1172/25 kg/ha) and moldboard plowing in spring (T2) (753 kg/ha) respectively. Soil inversion difference was significant among the treatments ($P < 1\%$). Maximum and minimum Soil inversion was related to T2 (70%) and T3 (30/35), respectively. Regarding soil moisture content maintain and crop yield among treatments, chisel plowing in autumn may be recommended for Kalpoush territory and similar conditions territories.

Keywords: Tillage, Sunflower, Soil moisture content

اثر بیوچار و چرخه های تر و خشک شدن بر مقاومت مکانیکی خاک

فاطمه زهرا عرب عامری^۱، وجیهه درستکار^۲، یاسر صفری^۲، محمدهادی موحد نژاد^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

(Fatemehzahra.arabameri@shahroodut.ac.ir)

۲- استادیار گروه آب و خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

چکیده: چرخه های تر و خشک شدن می تواند اثرات مثبت و منفی بر ویژگی های فیزیکی خاک از جمله مقاومت فروری ریشه داشته باشد. بقایای تازه گیاهی و بیوچار حاصل از آن از جمله مواد آلی بهبود دهنده شرایط فیزیکی و پایداری ساختمان خاک بوده که می تواند پیامد این چرخه ها را در خاک تحت تاثیر قرار دهد. در این پژوهش تاثیر چرخه های تر و خشک شدن و مواد آلی اصلاح کننده (بیوچار و بقایای گیاهی حاصل از برگ درختان چنار و کاج) بر مقاومت فروری خاک در چهار مکش (۱۰۰۰، ۵۰۰۰، ۱۰۰۰۰ و ۱۵۰۰۰۰) مورد مطالعه آزمایشگاهی قرار گرفته است. برای این منظور بیوچار و بقایای گیاهی در دو سطح صفر و ۲/۵ درصد و تیمار تر و خشک شدن در ۵ سطح شامل صفر، ۲، ۴ و ۸ چرخه و یک سطح دائما مرطوب اعمال شدند. نتایج نشان داد که افزودن بیوچار و بقایای گیاهی و اعمال چرخه ها باعث کاهش مقاومت فروری ریشه می شود. بیشترین کاهش مقاومت فروری در تیمار ۲ و ۴ چرخه مشاهده شد. به طور کلی می توان گفت که اعمال تعداد اندکی از چرخه های تر و خشک شدن باعث کاهش مقاومت فروری ریشه می شود اما اعمال پی در پی می تواند آثار مخربی را ایجاد کند.

واژگان کلیدی: بقایای گیاهی، ذغال زیستی، چرخه های خشک و مرطوب شدن، مقاومت فروری ریشه.

مقدمه: با توجه به اقلیم گرم و خشک ایران بروز چرخه های تر و خشک شدن در خاک در سال های اخیر افزایش یافته است. از آنجایی که چرخه های تر و خشک شدن روند خاکدانه سازی و افزایش پایداری ساختمان خاک، تنفس خاک، تغییرات جمعیت میکروبی و چرخه عناصر غذایی خاک را تحت تاثیر قرار می دهند، درک چگونگی تاثیر این چرخه ها بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک بسیار حائز اهمیت است (لکزیان و همکاران ۱۳۸۹). ساختمان خاک یکی از ویژگی های فیزیکی مهم خاک است که حاصل برهمکنش عامل های فیزیکی، زیستی و شیمیایی در خاک می باشد. هدایت هیدرولیکی، انتقال املاح و آلاینده ها، نفوذ آب به خاک و جذب، نگهداری و حرکت آب در خاک، تهویه، مقاومت مکانیکی و فرسایش پذیری خاک از جمله ویژگی های فیزیکی مهم هستند که تحت تاثیر مدیریت ساختمان خاک قرار می گیرند. همچنین ساختمان خاک با تعیین توزیع اندازه منافذ خاک بر حرکت و کارایی مصرف عناصر غذایی و در نتیجه بر حاصلخیزی خاک مؤثر می باشد. از سوی دیگر، توزیع اندازه منافذ به عنوان عاملی کلیدی در سکونت ریزجانداران خاک، بر کیفیت بیولوژیک خاک و چرخه های بیوشیمیایی مؤثر است. چرخه های تر و خشک شدن خاک یکی از پارامترهای مؤثر بر پایداری ساختمان خاک می باشد (Xu et al. 2017; Deneff et al. 2002). مطالعات گوناگون بیانگر اثرهای مثبت و منفی این چرخه ها بسته به شرایط محیطی مختلف است. نتایج برخی مطالعات گویای آن هستند که در خاک های بدون ساختمان، چرخه ها باعث ساختمان سازی می شود (Safadoust et al. 2016). مرطوب شدن خاک سبب هدایت عوامل سیمانی پایدارکننده بین ذرات خاک شده و خشک شدن مجدد خاک با تشبیت آرایش جدید ذرات در کنار یکدیگر به استحکام ساختمانی خاک کمک می نماید. از طرفی خشک شدن خاک با افزایش تنش مؤثر ناشی از مکش ماتریک در خاک به نزدیک شدن ذرات به یکدیگر کمک می کند. مقاومت فروری خاک (Q) یکی از انواع مقاومت های مکانیکی خاک است و بیانگر مقاومت خاک در برابر فروبردن یک جسم میله ای شکل به درون آن می باشد که تحت تاثیر بافت، چگالی ظاهری و میزان مواد آلی خاک قرار می گیرد. افزایش مقاومت فروری به علت

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

کاهش رشد طولی و گسترش ریشه سبب کاهش جذب آب و دسترسی به عناصر غذایی شده و رشد قسمت هوایی گیاه را کاهش می‌دهد (To and Key 2005). از سوی دیگر وجود انواع مختلف ترکیبات آلی در خاک بر اغلب ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک اثرات چشم‌گیری دارد. این مواد معمولاً موجب افزایش خاکدانه‌سازی و در نتیجه بهبود ساختمان خاک می‌شوند و می‌توانند تأثیر چرخه‌های تر و خشک شدن بر مقاومت فروروی خاک را متعادل سازند (خادمی جلگه نژاد و همکاران، ۱۳۹۸).

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از خاک سطحی (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر) مزرعه دانشکده کشاورزی شاهرود استفاده شد. با بافت خاک سیلتی‌لومی به روش پیپت (Soil Conservation Service, 1984)، کربن آلی خاک به روش سوزاندن تر (Walkley and Black, 1934) و پهاش و هدایت‌هیدرولیکی خاک در عصاره اشباع خاک اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک مورد بررسی.

کلاس بافت خاک	شن	رس	سیلت	شوری (ds/m)	پهاش	ماده آلی (%)
	درصد	درصد	درصد			
سیلتی لومی	۸	۳۲	۶۰	۹/۳۲	۷/۴۱	۰/۶۸

این پژوهش براساس آزمون فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور مستقل چرخه‌های خشک و مرطوب شدن در پنج سطح (صفر، ۲، ۴ و ۸ چرخه و دائماً مرطوب) و بقایای گیاهان حاصل از خزان درختان کاج و چنار در سه سطح صفر درصد، ۲/۵ درصد بقایای گیاهی و ۲/۵ درصد بیوچار حاصل از بقایا و در مجموع با ۱۵ تیمار و با سه تکرار انجام شد. خاک سطحی از مزرعه جمع‌آوری شده و پس از انتقال به آزمایشگاه هوا خشک شد و از الک هشت میلی‌متری عبور داده شد. در تیمارهای دارای بقایای گیاهی، خاک مورد مطالعه بر اساس نوع تیمار با ۲/۵ درصد بیوچار و یا بقایای ترکیب شده و در همه تیمارها رطوبت خاک به ۰/۸ ظرفیت مزرعه رسانده شد. سپس خاک هر تیمار به سیلندرهای پلاستیکی با قطر ۴ و ارتفاع ۳ سانتی‌متر با چگالی ظاهری ۱/۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب انتقال یافت. به منظور بازسازی نمونه‌های خاک، تأثیر بیشتر تیمارهای آلی بر ساختمان خاک و شبیه‌سازی شرایط طبیعی چرخه‌های خشک و مرطوب شدن در پنج سطح (صفر، ۲، ۴ و ۸ چرخه و دائماً مرطوب) اعمال شد. پس از پایان دوره انکوباسیون مقاومت فروروی خاک با ریزفروسنج مخروطی در مکش‌های ۱۰۰۰، ۵۰۰۰، ۱۰۰۰۰ و ۱۵۰۰۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

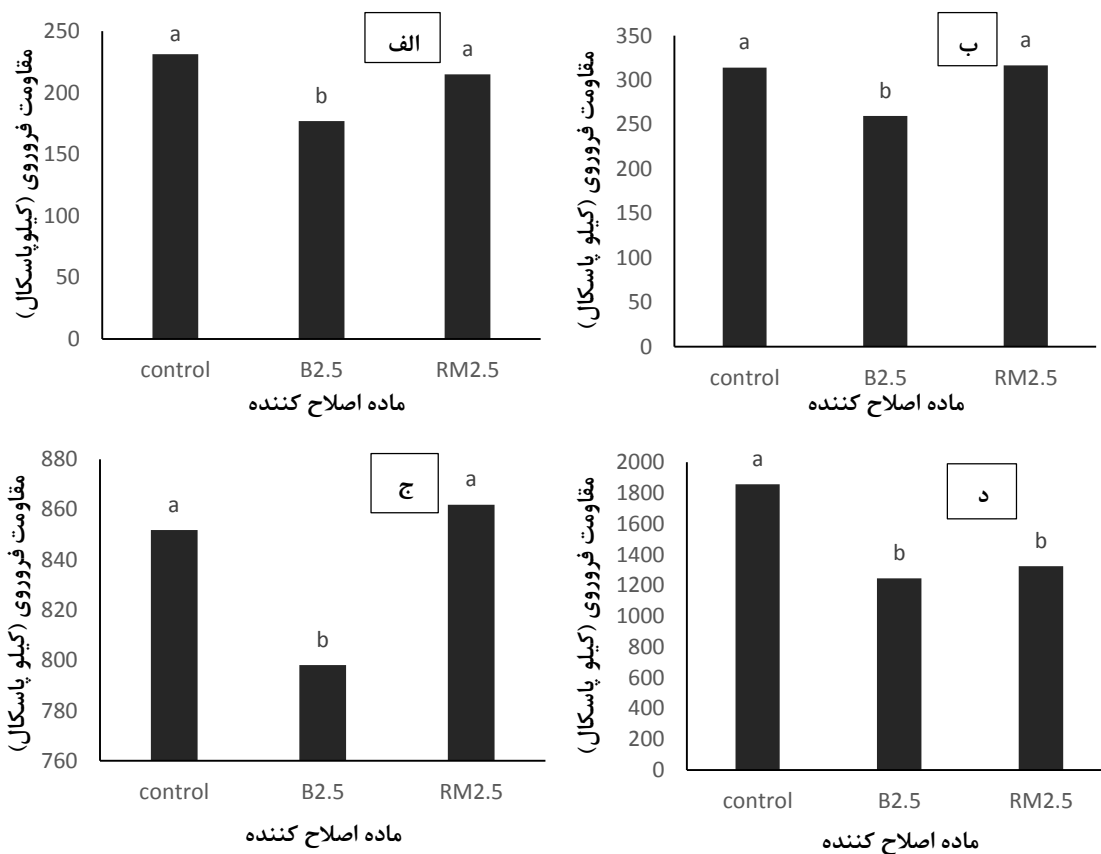
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی دو فاکتور ماده اصلاحی (A) و چرخه (WDC) بر مقاومت مکانیکی خاک در همه مکش‌های مورد مطالعه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

جدول ۲- اثرهای اصلی و متقابل مواد اصلاح کننده و چرخه‌های تر و خشک شدن بر مقاومت فروروی در مکش‌های مختلف

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییر
Q_{15000}	Q_{10000}	Q_{5000}	Q_{1000}		
۱۶۶۵۲۵۰**	۱۷۶۱۳/۹**	۱۵۵۴۳/۷**	۱۴۰۸۱/۱**	۲	ماده اصلاحی (A)
۶۵۲۱۲۱**	۳۱۱۰۸/۱**	۲۲۳۳۳/۹**	۲۱۱۱۷/۷**	۴	چرخه (WDC)
۴۹۴۷۷ns	۸۵۷/۸ns	۱۰۴۲/۳ns	۲۴۸۳/۶ns	۸	اثر متقابل (A×WDC)
۵۳۹۷۸	۵۸۳	۱۳۲۰	۱۲۱۰	۳۰	خطا
۱۵	۲/۸۹	۱۲/۴۸	۱۷/۷۵	-	ضریب تغییرات

***، **، * NS به ترتیب نشان‌دهنده‌ی معنی دار بودن نتایج در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم وجود اثر معنی دار می‌باشد.



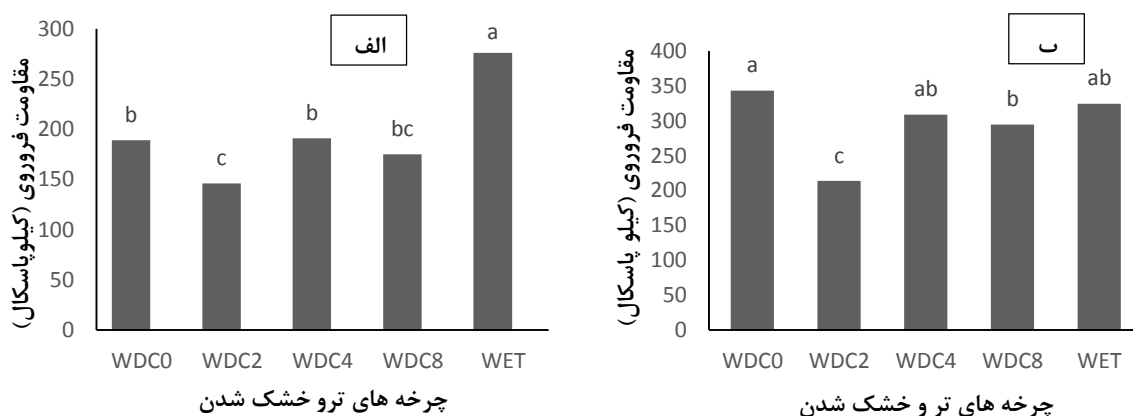
شکل ۱- اثر مواد اصلاح کننده بر مقاومت فروروی (الف) مکش ۱۰۰۰ سانتی‌متری، (ب) مکش ۵۰۰۰ سانتی‌متری، (ج) ۱۰۰۰۰ سانتی‌متری، (د) مکش ۱۵۰۰۰ سانتی‌متری.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

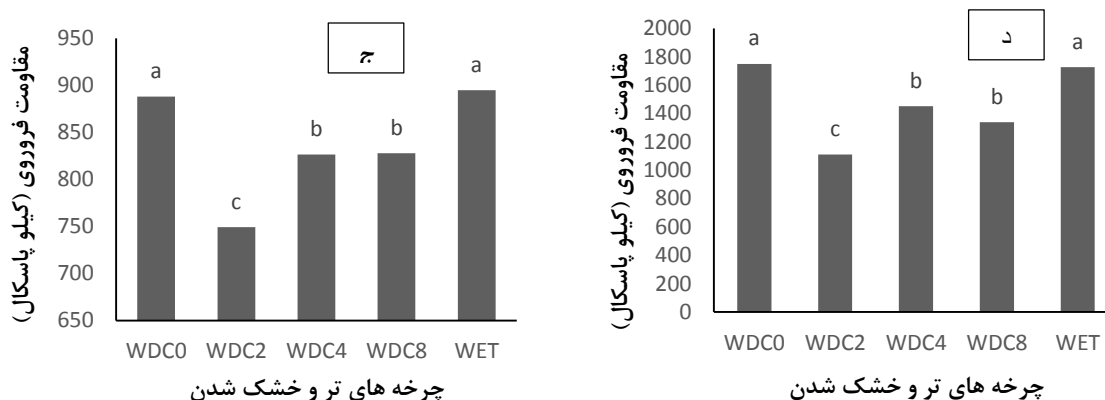
افزودن بیوچار به میزان ۲/۵ درصد باعث کاهش مقاومت فروروی خاک نسبت به تیمار شاهد در مکش‌های مورد مطالعه شده (شکل ۱). کاهش مقاومت خاک بر اثر افزودن بیوچار حاصل از بقایای گیاهی را می‌توان به آثار کوتاه مدت مواد آلی مانند پوک و سبک کردن خاک مرتبط دانست. مواد آلی در حال تجزیه یا تجزیه شده می‌تواند باعث کاهش تراکم‌پذیری و مقاومت خاک گردد این تاثیر ممکن است با آثار دراز مدت مواد آلی تفاوت داشته باشد که علت آن تغییر این مواد حتی پس از تجزیه است. نتایج گویای آن است که افزودن بقایای گیاهی به خاک تنها در مکش ۱۵۰۰۰ سانتیمتر سبب کاهش معنی‌دار مقاومت فروروی خاک شده است (شکل ۱). پژوهش‌های متعددی نیز کاهش مقاومت مکانیکی خاک تحت تاثیر افزودن مواد آلی به خاک را گزارش کرده‌اند. همچنین می‌توان گفت کاهش مقاومت فروروی خاک با افزودن بقایای گیاهی و بیوچار به بهبود پایداری ساختمان و افزایش ماده آلی خاک مرتبط است (Sur et al. 1993). Stock and Downes (2008) نیز مشاهده نمودند که با افزودن کمپوست به خاک، مقاومت فروروی خاک در دامنه مرطوب افزایش می‌یابد. در توجیه این پدیده می‌توان گفت بقایای گیاهی به علت گنجایش تبادل کاتیونی زیاد، سبب چسبندگی بیشتر ذرات خاک به یکدیگر شده و همین امر سبب افزایش مقاومت خاک شده است.

بررسی اثر اعمال چرخه‌های تر و خشک شدن بر میانگین مقاومت فروروی خاک نشان داد که اعمال ۲، ۴ و ۸ چرخه سبب کاهش مقاومت مکانیکی خاک نسبت به شرایط همیشه خشک و همیشه مرطوب شده است (شکل ۲). با این وجود در دامنه خشک (مکش ۱ و ۵ بار) تنها اثر اعمال تیمار ۲ چرخه معنی‌دار بوده است و با افزایش تعداد چرخه‌ها مقاومت فروروی افزایش یافته است.

Aldaood et al. (2014) گزارش کردند که افزایش تر و خشک شدن خاک سبب افزایش تولید خاکدانه می‌شود، اما تر و خشک شدن‌های متوالی، شکسته شدن خاکدانه‌های تولید شده را به دنبال خواهد داشت و سبب تخریب ساختمان خاک شده و مقاومت فروروی خاک را افزایش می‌دهد. Biolders et al. (2002) بیان داشتند که روند متفاوت تغییرات مقاومت فروروی خاک پس از اعمال تیمارهای مختلف، می‌تواند به دلیل اثر سایر ویژگی‌های ذاتی خاک مانند نیروهای چسبندگی و یا چگالی ظاهری باشد. همچنین افزایش تعداد چرخه‌های تر و خشک شدن سبب افزایش فشار هوای محبوس و آماس ناهماهنگ خاک در طی تر شدن گردیده و باعث متلاشی شدن ساختمان خاک شده و از سوی دیگر شکسته شدن خاکدانه‌های تولید شده را به دنبال خواهد داشت (Safadoust et al. 2016). به هر حال شناخت دلیل یا دلایل اصلی این تغییرات نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد.



هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۲- اثر چرخه های تر و خشک شدن بر مقاومت فروری الف) مکش ۱۰۰۰ سانتی متری، ب) مکش ۵۰۰۰ سانتی متری، ج) مکش ۱۰۰۰۰ سانتی متری، د) مکش ۱۵۰۰۰ سانتی متری

مقاومت فروری در چرخه دائما مرطوب و صفر چرخه (شکل ۲) و در تیمار شاهد (بدون ماده آلی) در مکش ۱۵۰۰۰ سانتی متر نزدیک به ۲ مگاپاسکال بوده است. پژوهش‌های گذشته محدودیت رشد و عدم توانایی رشد مناسب ریشه در خاک‌های با مقاومت بیش از ۲ مگاپاسکال را گزارش نموده‌اند (Krzic et al. 2000). افزوده شدن ماده آلی و اعمال چرخه‌های تر و خشک شدن نتوانسته مقاومت مکانیکی را در این مکش به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد و احتمال محدودیت رشد ریشه به لحاظ مقاومت مکانیکی خاک را کم نماید.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش گویای آن بود که افزودن بیوجار و اعمال چرخه‌ها سبب افزایش خاک‌دانه سازی و بهبود ساختمان خاک شده است که از این طریق، کاهش مقاومت فروری خاک را در پی دارد. به‌طور کلی می‌توان گفت که اعمال تعداد اندکی از چرخه‌های تر و خشک شدن باعث کاهش مقاومت فروری ریشه می‌شود اما اعمال پی در پی می‌تواند آثار مخربی را ایجاد کند. نظر به احتمال گسترش بیش از پیش چرخه‌های تر و خشک شدن در خاک‌های کشور به دلیل نوسانات اقلیمی و تغییر الگوی بارش، کاربرد بیوجار و بقایای گیاهی می‌تواند راهکاری سودمند در مدیریت خاک باشد.

منابع

خادمی جلگه نژاد، ا.، فکری، م.، محمود آبادی، م. ۱۳۹۸. اثر کاربرد بیوجار ضایعات مختلف پسته بر برخی ویژگی‌های حاصلخیزی یک خاک لومی. تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۰، شماره ۱، فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۸.
لکزیان، ا.، حلاج‌نیا، ا.، رحمانی، ح. ۱۳۸۹. تأثیر چرخه های متناوب خشک و مرطوب شدن خاک بر کربن آلی، فسفر و نیتروژن آلی و معدنی محلول. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) جلد ۲۴، شماره ۲، خرداد - تیر ۱۳۸۹، ص. ۲۴۳-۲۳۱.

Aldaood, A., Bouasker, M., and Al-Mukhtar, M. 2014. Impact of wetting–drying cycles on the microstructure and mechanical properties of lime-stabilized gypseous soils. *Engineering Geology*, 174: 11-21.
Bielders, C. L., K. Michels and A. Bationo. 2002. On–farm evaluation of ridging and residue management options in a Sahelian millet–cowpea intercrop. 1. Soil quality changes. *Soil Use Manage.* 18: 216–222.
Denef, K., Six, J., Merckx, R., and Paustian, K. 2002. Short-term effects of biological and physical forces on aggregate formation in soils with different clay mineralogy. *Plant and Soil*, 246: 185–200.
Krzic M., Fortin M.C. and A.A. Bomke. (2000). "Short-term responses of soil physical properties to corn tillageplanting systems in a humid maritime climate", *Soil and Till. Res.* 54: 171-178.

- Safadoust, A., 2016. Effects of the Number of Wetting-Drying Cycles on Structure Stability, Particle Size Distribution and Pore System of Soil. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 46: 759-767.
- Soil Conservation Service. 1984. Soil Survey Laboratory Methods and Procedure for Collecting Soil Samples. Soil Survey Investigations. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.
- Stock, O., and N. K. Downes. 2008. Effects of additions of organic matter on the penetration resistance of glacial till for the entire water tension range. *Soil Tillage Res.* 99: 191–201.
- Sur, H. S., Sidhu, A. S., Rachhpal, S., Agarwal, G. C. and Sandh, K. S. 1993. Long-term effect of green manure on soil physical properties and production potential in green manure-maize-wheat sequence. *Ann. Agri. Res.* 14: 125–131.
- To, J. and Kay, B.D. (2005) "Variation in penetrometer resistance with soil properties: the contribution of effective stress and implications for pedotransfer functions". *Geoderma.* 126: 261–276.
- Walkley, A. and I. A. Black. 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29–38.
- Xu, J., Tang, Y., and Zhou, J. 2017. Effect of drying–wetting cycles on aggregate breakdown for yellow–brown earths in karst areas. *Geoenvironmental Disasters*, 4: 1–13.

The influence of biochar and wetting and drying cycles on the soil penetration resistance

F.Z. Arabameri¹, V. Dorostkar², Y. Safari², M.H. Movahednejad²

1- MSc student of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology; Shahrood, Iran

2- Assistant professor, Water and Soil Department, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology; Shahrood, Iran

Abstract: The wetting and drying cycles can have positive effects on soil physical properties, particularly penetration resistance. Organic materials can also affect the outcome of these cycles on the soil. Plant residues and biochar improve soil physical condition and stability of soil structure and subsequently decrease soil penetration resistance. The impact of wetting and drying cycles and biochar and plant residues of sycamore and pine trees were investigated on soil penetration resistance in this research in 4 soil suction including (1, 5, 10, 15 bar). For this purpose, biochar and plant residues have been applied at two levels of zero and 2.5 percent with 5 wet and drying cycles treatments, including zero, 2, 4 and 8, the constantly wet condition. Results showed that applying biochar and plant residues and the wetting and drying cycles decreased penetration resistance. The greatest reduction in penetration resistance was observed in 2 and 4 wetting and drying cycles. Generally, it can be concluded that applying a limited number of wetting and drying cycles leads to a decrease in penetration resistance, but the high number of cycles may disrupt the soil physical condition.

Key words: Plant residues, Biological coal, Wetting and drying cycles, Root penetration resistance.

ارزیابی رواناب حوضه آبریز فومنت تحت تاثیر تغییر کاربری با استفاده از مدل SWAT

امیرمحمد قهرمانی^۱، افشین اشرفزاده^۲، مجید وظیفه‌دوست^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد منابع آب، دانشگاه گیلان، amirmohammadghahremani2@gmail.com

۲- دانشیار منابع آب، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، ashrafzadeh@guilan.ac.ir

۳- استادیار منابع آب، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، majid.vazifedoust@gmail.com

چکیده

در این تحقیق از مدل هیدرولوژیکی SWAT به منظور بررسی اثر تغییر کاربری و همچنین جهت شبیه سازی دبی ماهانه و بیلان آبی حوضه آبخیز فومنت واقع در استان گیلان طی بازه زمانی سال های ۲۰۰۷ تا ۲۰۲۰ استفاده گردید. در ابتدا مدل با استفاده از کاربری سال ۲۰۱۵ به عنوان کاربری مبنا کالیبره گردید سپس با وارد کردن کاربری سایر سال ها در مدل SWAT تاثیر تغییر کاربری بر روی میزان رواناب شبیه سازی شده مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج بدست آمده از تحلیل نقشه های کاربری سال های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳ نشان می دهد بیشترین تغییر کاربری موجود در منطقه مربوط به کاهش پوشش گیاهی و اراضی زراعی و کاهش جنگل ها، بوده است. همچنین نتایج حاصل از شبیه سازی مدل با بکارگیری نقشه های کاربری سال های ۲۰۱۵ و ۲۰۲۳ نشان می دهد میزان رواناب بطور کلی افزایش می یابد. در نهایت با توجه به نتایج حاصل از این پیش بینی ها می توان در جهت مدیریت درست حوضه آبخیز فومنت و اتخاذ تدابیر مدیریتی درست و متناسب با شرایط این حوضه آبخیز و جلوگیری از تغییرات نامناسب کاربری اراضی و کاهش خسارات ناشی از این تغییرات اقدام کرد.

واژگان کلیدی: تغییر کاربری، مدلسازی، حوضه فومنت

مقدمه

با استفاده از مدل های تغییرات کاربری اراضی می توان علت ها و پیامدهای تغییرات کاربری اراضی را برای درک بهتر عملکرد سیستم های کاربری اراضی، مدیریت کاربری اراضی و شناسایی نواحی حساس تجزیه و تحلیل کرد. همچنین با استفاده از این مدل ها می توان تغییرات پوشش اراضی را در آینده شناسایی کرد [Verburg et al., 2002]. مدل های تغییرات کاربری اراضی مبتنی بر نقشه های رستری بوده و از سه بخش شامل زیرمدل میزان تغییر، زیرمدل پتانسیل انتقال و زیرمدل تخصیص تغییر تشکیل می شوند. زیرمدل میزان تغییر، تغییرات مشاهده شده طی یک دوره زمانی خاص در پیکسل ها را ارزیابی می کند. احتمال تغییر کاربری از یک طبقه به طبقه ای دیگر در زیرمدل پتانسیل انتقال بررسی می شود و در نهایت تخصیص تغییر، وضعیت آبی را شبیه سازی می کند. یکی از مدل های مورد استفاده در مطالعات کاربری اراضی مدل CLUE است. CLUE یک مدل تخصصی است که قابلیت شبیه سازی کاربری اراضی برای آینده را دارا بوده و می توان سناریوهای مختلف را براساس تحلیل تجربی تناسب اراضی، تغییرات زمانی و مکانی مشاهده شده از کاربری اراضی و عوامل مؤثر بر کاربری اراضی در آن طراحی کرد. این مدل در دانشگاه واخنینگن هلند طراحی شده و محققین مختلفی در سراسر دنیا با استفاده از این مدل، کاربری اراضی را مورد تحلیل قرار داده اند [Verburg and Veldkamp, 2004]. شرستا و همکاران [Shrestha et al., 2018] با ترکیب مدل هیدرولوژیکی SWAT و مدل CLUE، تأثیر تغییرات اقلیمی و تغییر در کاربری اراضی را بر کمیت و میزان نیترات جریان خروجی از حوضه سانگ خرام در تایلند بررسی کردند. نتایج نشان داد تغییر کاربری اراضی می تواند موجب افزایش در آبدهی حوضه و کاهش در نیترات خروجی شود. وانگ و همکاران [Wang et al., 2018] با استفاده از مدل CLUE دو سناریوی محتمل برای تغییر کاربری اراضی در حوضه

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

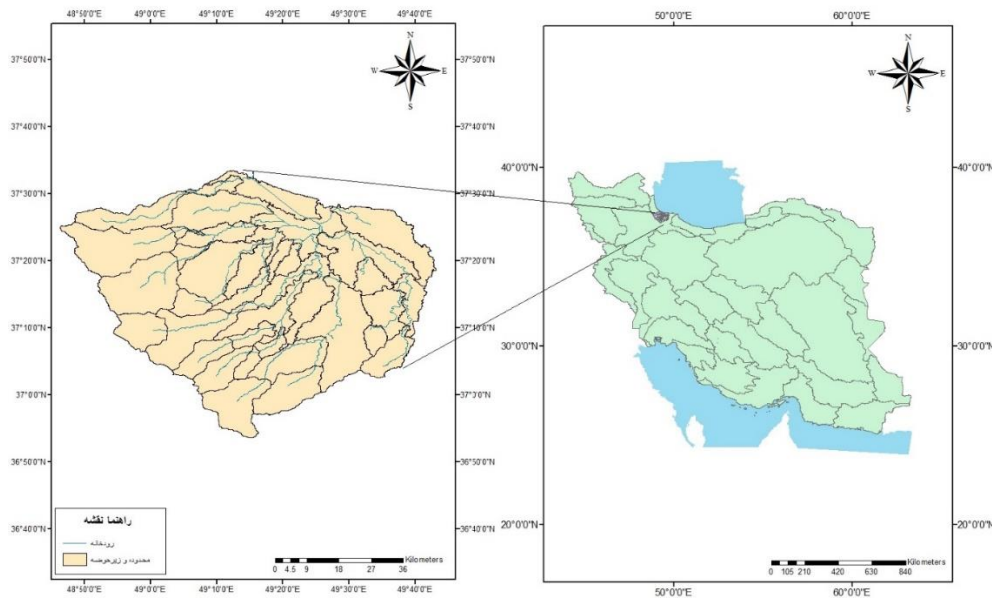
رودخانه شیانگشی در چین را شبیه‌سازی کرده و با استفاده از مدل SWAT، تأثیرات این دو سناریو بر هیدرولوژی حوضه را ارزیابی کردند. مدل CLUE مبتنی بر استفاده از تصاویر ماهواره‌ای است. کارایی تصاویر ماهواره‌ای در مطالعات مرتبط با کاربری اراضی و پوشش زمین، تغییرات جنگل و پوشش گیاهی، تغییرات اکوسیستم‌های مرطوب، تغییرات شهری، تغییرات متغیرهای اقلیمی و ارزیابی تغییرات محصولات زراعی در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است [Lu et al., 2004]. اولین گام در بررسی پاسخ هیدرولوژیک حوضه تحلیل کاربری اراضی می باشد و در گام بعد لازم است از مدل‌های شبیه‌ساز هیدرولوژیک استفاده شود. از جمله مدل‌های شبیه‌ساز پدیده‌های هیدرولوژیک در مقیاس حوضه، "ابزار ارزیابی آب و خاک" یا به اختصار SWAT است. مطالعات و بررسی‌های متعددی پیرامون ارزیابی اثرات تغییر کاربری اراضی بر هیدرولوژی حوضه‌ها با استفاده از مدل هیدرولوژیکی SWAT و تکنیک سنجش از دور صورت گرفته است. لی و همکاران در سال ۲۰۱۵ تجزیه و تحلیل سناریو برای منابع آب در پاسخ به تغییر کاربری زمین در حوضه رودخانه‌ها را مورد بررسی قرار دادند. در مرحله اول، سه سناریو کاربری زمین، با سطح مختلفی از نسبت مصرف آب (نسبت سطح پایین، متوسط و سطح بالایی از مصرف آب) ایجاد شدند. سپس الگوی مکانی کاربری زمین توسط سیستم دینامیکی زمین (DLS) شبیه سازی شد. نتایج نشان داد که زمین‌های جنگلی مرتع به همراه با افزایش نسبت مصرف آب گسترش خواهند یافت. با توسعه جنگل و مرتع، رواناب سطحی ممکن است به طور قابل توجه کاهش یابد. این نشان می دهد که تخصیص غیرمنطقی منابع آب می تواند تاثیر جهت پایداری منابع آب و مدیریت زمینی به هنگام مواجهه با تغییر کاربری زمین افزایش تقاضا برای منابع آب در حوضه رودخانه‌ها کمک خواهد کرد [Li et al., 2015]. غفاری و همکاران با استفاده از مدل SWAT به بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر میزان بار رسوب رودخانه زنجانرود پرداخته و بیان نمودند تغییر کاربری تاثیر قابل توجهی بر بار رسوب حوضه دارد به طوری که تغییر در کاربری اراضی اط سال ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۶ منجر به افزایش مقدار بار رسوب سالانه در حدود ۶۰ درصد شده است. همچنین در کاربری اراضی سال ۱۳۸۶ نسبت به سال ۱۳۴۶، ۵۲ درصد به مساحت زیر حوضه‌های دارای رسوب زیاد (۵-۱۲ تن بر هکتار) افزوده شده است که نشان دهنده ی اثر تغییر کاربری اراضی بر افزایش میزان رسوبدهی زیر حوضه‌ها می باشد [Ghafari et al., 2009]. در مطالعه حاضر در نظر است روند تغییرات کاربری اراضی در حوضه فومنات در استان گیلان با استفاده از مدل مارکوف و CA مارکوف بررسی شده و وضعیت آتی منطقه شبیه‌سازی شود. سپس با استفاده از مدل SWAT، تغییرات پاسخ درازمدت زیرحوضه‌ها به این تغییرات مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی فومنات در شمال ایران و در استان گیلان قرار دارد. این محدوده از شمال به تالاب انزلی و دریای خزر، از شرق به محدوده مطالعاتی آستانه- کوچصفهان، از جنوب و غرب به واسطه خط الراس ارتفاعات تالش با محدوده‌های مطالعاتی طارم-خلخال و تالش مجاورت پیدا می کند. این محدوده بین طول‌های شرقی ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۴۰ دقیقه و عرض شمالی ۳۷ درجه و ۳۴ دقیقه قرار گرفته است. وسعت محدوده مطالعاتی برابر ۳۸۲۸ کیلومتر مربع است که ۲۰۲۷ کیلومتر مربع (۵۳ درصد) آن را دشت و ۱۸۰۱ کیلومتر مربع (۴۷ درصد) را ارتفاعات تشکیل می دهند. ارتفاع بلندترین نقطه محدوده برابر ۳۱۵۰ متر و پست ترین نقطه برابر منهای ۲۶ متر می باشد. متوسط ارتفاع در بخش ارتفاعات برابر ۱۰۰۸ متر و در بخش دشت برابر ۶/۱۱ متر نسبت به دریای آزاد می باشد. رودخانه‌های محدوده مطالعاتی فومنات که از طریق تالاب انزلی به دریای خزر می پیوندند از غرب به شرق عبارت اند از: چافرود، بهمیر، خالکابی، پلنگ ور، ماسوله رودخان، گاز رودبار، پیش رودبار (شاخ رز)، پسیخان و پیر بازار (مجموع دو شاخه سیاهرود و گوهر رود) این رودخانه‌ها تماماً دارای جریان دائمی می باشند و از ارتفاعات جنوب غرب منطقه سرچشمه گرفته و در جهت شمال شرق جریان یافته و پس از عبور از دشت فومنات و مشروب نمودن اراضی آن به تالاب انزلی می ریزند.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

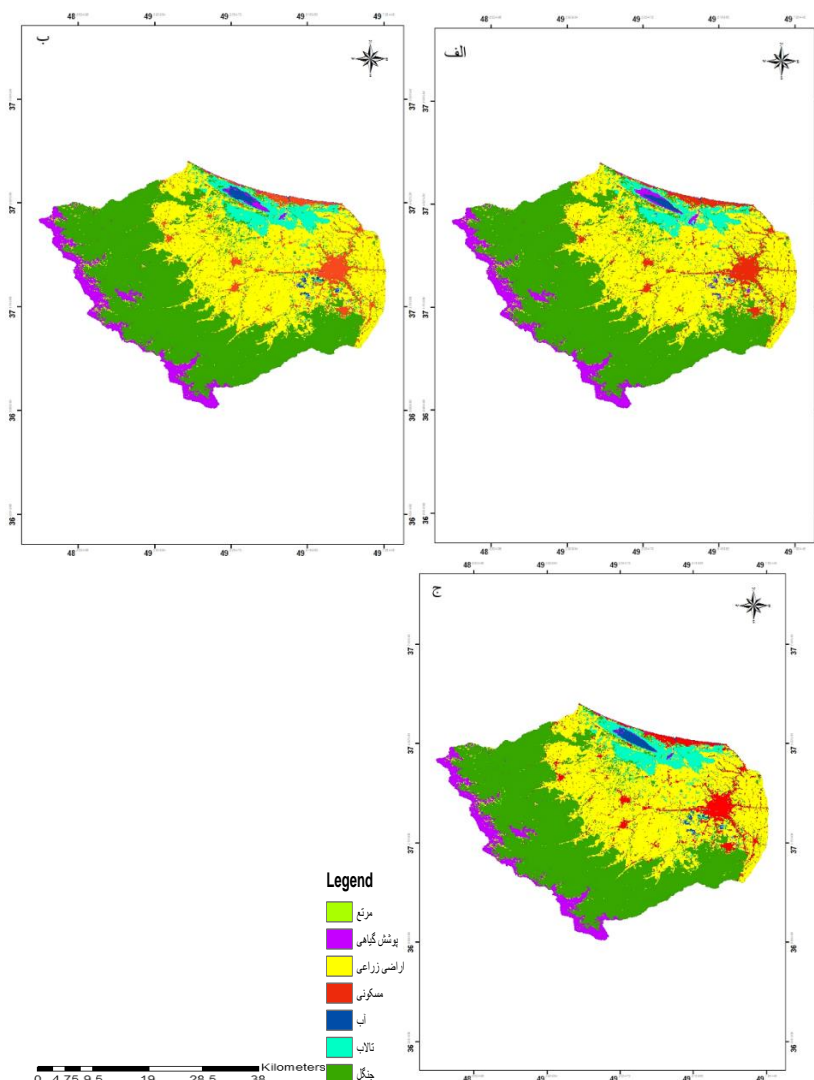
مدل هیدرولوژیک

مدل SWAT یک مدل جامع و کامل در مقیاس حوضه آبخیز می‌باشد. این مدل توسط سرویس پژوهشی کشاورزی ایالات متحده در جهت مدیریت جریان در شرایط مختلف برای حوضه‌های بزرگ مقیاس و کوچک مقیاس و همچنین پیچیده با در نظر گرفتن شرایط فیزیو گرافی حاکم بر منطقه و همچنین بهره‌گیری از نقشه کاربری اراضی، خاک و شرایط مختلف مدیریتی برای دوره‌های زمانی طولانی مدت و رخدادی ارائه گردیده است. کلمه SWAT مخفف Soil and Water Assessment tool این مدل، یک مدل نیمه توزیعی و مفهومی می‌باشد. با بازدهی بالا در جهت عملیات محاسباتی، رواناب، رسوب و غیره به تغییرات اقلیمی، پوشش گیاهی و سناریوهای مدیریتی و غیره حساس بوده و قادر به نمایان سازی این تغییرات بر پارامترهای جریان رسوب و آلودگی می‌باشد. این مدل بواسطه نرم افزار ArcGIS یا Qgis مورد استفاده می‌باشد. بخش‌های اصلی مدل شامل هیدرولوژی، گروه‌های واکنش هیدرولوژیک (HRU)، آب زیرزمینی، عناصر غذایی، آفت کش‌ها، مدیریت اراضی و روندیابی جریان می‌باشد. این مدل قادر بوده است حوضه را زیر حوضه‌ها و سپس به تعداد زیادی گروه‌های هیدرولوژیکی یا همون HRU تقسیم کند. کالیبراسیون مدل SWAT نیازمند بکارگیری از نرم افزار SWAT-CUP است که در این پژوهش از الگوریتم SUFI2 برای آنالیز حساسیت، واسنجی و اعتبارسنجی بهره گرفته شد. در این پژوهش از روش‌های ماسکینگام، شماره منحنی SCS و روش هارگریوز باتوجه به دقت بالاتر برای شبیه سازی استفاده گردید. با توجه به اهداف پژوهش اطلاعات‌های مورد نیاز برای مدل‌سازی در این نرم افزار به صورت زیر می‌باشند:

در این پژوهش برای بررسی تاثیر تغییر کاربری اراضی بر رواناب در حوضه آبخیز فومنتا، نقشه‌های کاربری اراضی با استفاده از نقشه‌های موجود در سایت Copernicus برای سال‌های ۲۰۱۵، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۹ در نرم افزار ArcGIS تهیه گردید، همچنین برای پیش بینی کاربری اراضی حوضه فومنتا از مدل مارکوف و مدل CA مارکوف برای سال ۲۰۲۳ استفاده شد. یکی از اطلاعات مهم در جهت شبیه سازی رواناب، رسوب حوضه آبخیز که از اطلاعات لازم در مدل SWAT هست نقشه خاک می‌باشد که شامل اطلاعات گسترده (بافت خاک، اسیدیته خاک، تعداد لایه‌های خاک، درصد رس، درصد شن و...) از خاکشناسی منطقه می‌باشد. در این مطالعه اطلاعات مورد نیاز خاکشناسی از نقشه خاک فائو استفاده شد. داده‌های هواشناسی مورد استفاده در این بررسی از سازمان هواشناسی کل کشور و سازمان آب منطقه‌ای جمع آوری گردید. این اطلاعات شامل داده‌های بارندگی، حداقل و حداکثر درجه حرارت هوا در پایه زمانی روزانه می‌باشد که مربوط به ایستگاه‌های داخل حوضه است. همچنین ایستگاه‌های هیدرومتری

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

سازمان آب، پیرسرا، قلعه رودخان، چمخال، بهدان، فوشه، مسجدپیش، مبارک آباد، طاسکوه، لاکان درحوضه آبخیز فومنات برای مشاهده تغییرات رواناب حوضه در طی دو دوره واسنجی و اعتبارسنجی انتخاب گردید.



شکل ۲- نقشه کاربری اراضی حوضه آبري فومنات در سال های ۲۰۱۵ (الف)، ۲۰۱۷ (ب) و ۲۰۱۹ (ج)

مدل تغییر کاربری اراضی

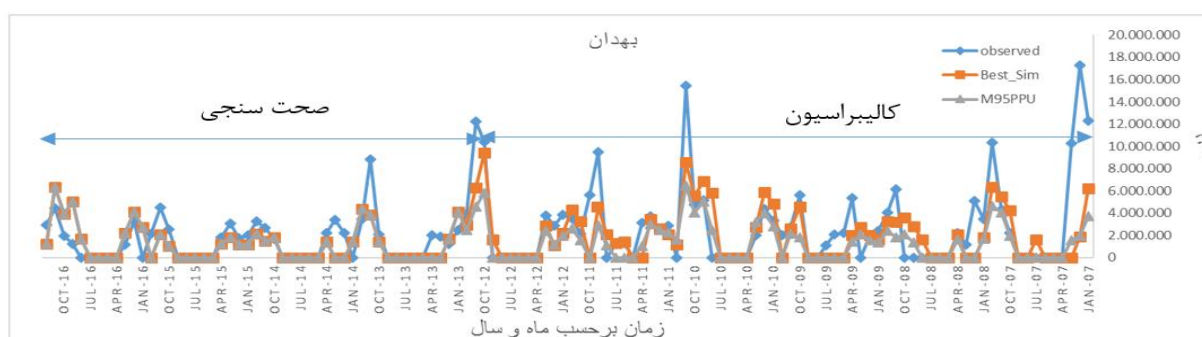
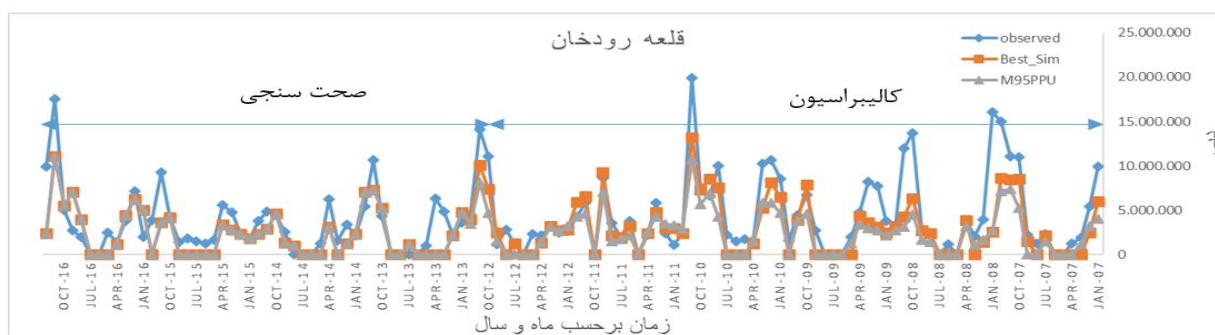
گروه های تحقیقاتی متعددی مدل های مختلف را برای استخراج و شبیه سازی تغییرات کاربری اراضی گسترش داده اند. تفاوت در مدل ها معمولاً به دلیل تفاوت در اهداف و وسعت منطقه مورد مطالعه است در میان مدل های دینامیکی برای مدلسازی تغییرات، مدل زنجیره مارکوف (مدل مورد استفاده در این پژوهش)، با توجه به انعطاف پذیری و سادگی در کاربرد و روابط نزدیک با داده های سنجش از دور و GIS، یکی از موثرترین روش ها در مدل سازی به شمار می آید [Fathizad et al., 2015]. برای اجرای آنالیز زنجیره مارکوف از دستور MARCOV CHAIN در نرم افزار TERRSET استفاده شد. این زنجیره برای تعیین احتمال تغییر به دو نقشه کاربری اراضی نیاز دارد. اولین نقشه به عنوان نقشه ی زمان t و نقشه دوم به عنوان نقشه زمان $t+1$ به زنجیره مارکوف معرفی شدند. سپس دو عدد که بیانگر فاصله زمانی بین دو نقشه کاربری اراضی و فاصله زمانی بین نقشه دوم و نقشه ای که شبیه سازی تغییرات برای آن سال انجام خواهد شد به مدل زنجیره مارکوف معرفی می شوند. روش زنجیره های مارکوف تصاویر پهنه بندی کاربری اراضی را تحلیل و یک خروجی به شکل ماتریس احتمالی تغییرات ارائه می دهد. زنجیره مارکوف یک ماتریس انتقال و یک

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

ماتریس مناطق انتقال و مجموعه ای از تصاویر احتمال شرطی با استفاده از آنالیز کیفی دو تصویر کاربری اراضی با دو زمان متفاوت ایجاد می نماید.

نتایج و بحث

کالیبراسون مدل SWAT برای دبی ماهانه در دوره ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۲ و نتایج صحت سنجی برای دبی در دوره ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۶ برای ایستگاه های هیدرومتری چمقال، طاسکوه، سازمان آب، مسجدپیش، لاکان، قلعه رودخان، پیرسرا، بهدان، فوشه و مبارک آباد انجام شد که به عنوان نمونه در شکل زیر نتایج مربوط به دو ایستگاه ارائه شده است. در مجموع با توجه به مقادیر ضرایب R^2 و NS نشان دهنده پیش بینی مناسب مدل در این مرحله است.



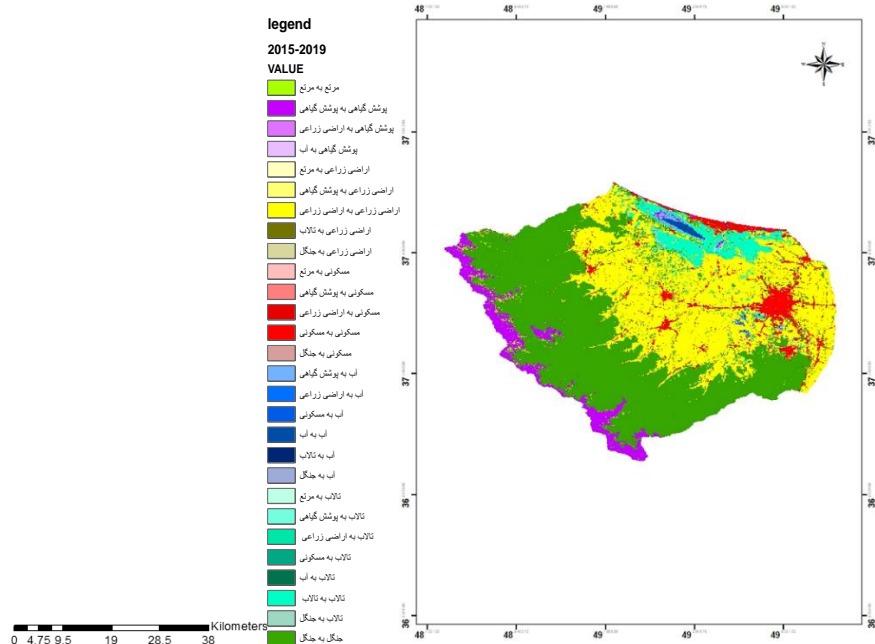
شکل ۳- مقایسه دبی برآورد شده و مشاهده شده در سه ایستگاه منتخب در دوره های واسنجی و صحت سنجی

در این مرحله مدل جهت اعتبارسنجی با استفاده از نقشه های کاربری اراضی سال های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۷، نقشه کاربری برای سال ۲۰۱۹ شبیه سازی شد و با نقشه واقعی سال ۲۰۱۹ بررسی شد. نتایج VALIDATE برای ضرایب KNO، KSTANDARD، KLOCATION، KLOCATIONSRATA نشان دهنده دقت بالای این مدل در شبیه سازی کاربری اراضی می باشد (جدول ۱). در شکل ۴ نیز تغییرات در کاربری های موجود در منطقه فومنات بین سال های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج اعتبارسنجی مدل زنجیره مارکف

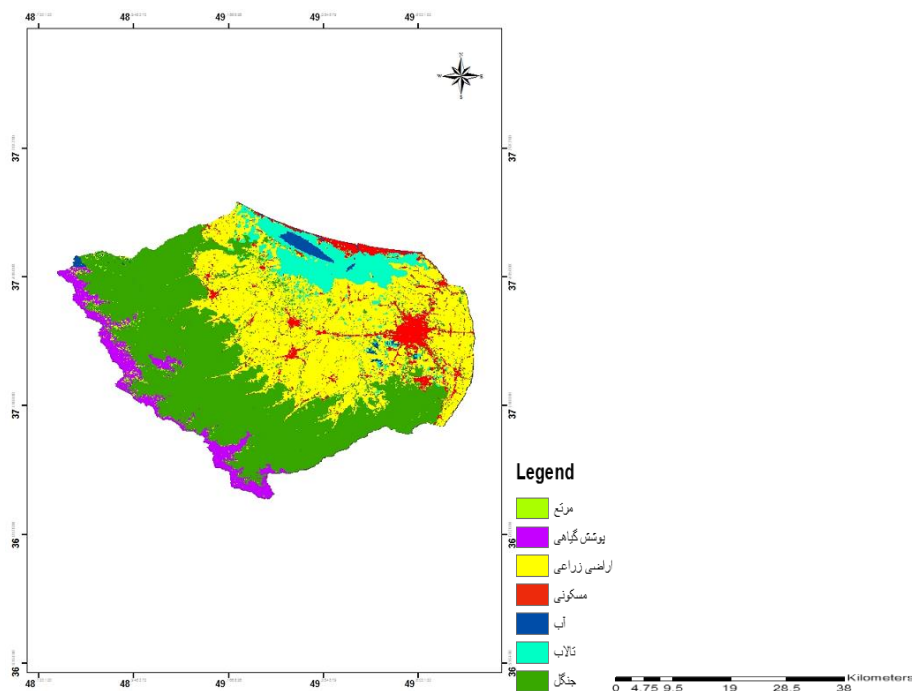
ردیف	ضرایب	مقادیر
۱	Kstandard	۰/۹۸۵۲
۲	Kno	۰/۹۸۸۰
۳	Klocation	۰/۹۹۲۵
۴	Klocationstrata	۰/۹۹۲۵

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۴- نتایج مربوط به تغییرات در کاربری اراضی به طور کلی بین سال های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹

آنالیز مدل زنجیره مارکوف برای هر یک از کاربری ها انجام شد و احتمال شرطی انتقال کاربری به کلاس کاربری دیگر برآورد شد. بر این اساس، طی دوره ۵ ساله ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۳ بیشترین کاهش را کاربری پوشش گیاهی با ۷/۶۴ درصد داشته، به گونه ای که ۶ درصد از این کاهش به نفع رشد آب بوده است. اراضی زراعی با ۳/۱۴ کاهش به گونه ای که ۲/۸۹ درصد به سمت WETLAND و اراضی جنگل با ۱/۹۳ درصد کاهش که بیشترین کاهش را به سمت کاربری WETLAND داشته است. در شکل ۵ نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده برای سال ۲۰۲۳ نمایش داده شده است.



شکل ۵- نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده برای سال ۲۰۲۳

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

نتیجه‌گیری

الگوهای پوشش و کاربری اراضی در پاسخ به فاکتورهای اقتصادی، اجتماعی و محیطی تغییر می‌کنند. به منظور اطلاع از میزان، توزیع مکانی و نوع تغییرات رخ داده در منابع در طول زمان، فرایند تعیین تغییرات مناسب ترین راهکار به شمار می‌آیند. آشکارسازی تغییرات رخ داده در منابع طبیعی اولین مرحله از درک علت و محل وقوع تغییرات منابع است. با استفاده از این اطلاعات محققان و پژوهشگران می‌توانند تصمیمات آگاهانه تری درباره حفاظت و استفاده پایدار منابع اتخاذ گردند. در این پژوهش تاثیر تغییر کاربری اراضی (با استفاده از نقشه سال های ۲۰۱۵، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۹ و مدل مارکوف و CA مارکوف) بر رواناب (با استفاده از مدل SWAT) در حوضه آبریز فومنتات بررسی شد. نتایج حاصل از بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر رواناب حوضه آبریز فومنتات بیانگر کاهش رواناب به صورت ماهانه است. کاهش مساحت اراضی زراعی و پوشش گیاهی و جنگل در آینده نزدیک یکی از دلایل این چالش مهم است. نتایج نشان می‌دهد در صورت ثابت ماندن تغییرات آب و هوایی این منطقه شاهد کاهش ۳/۱۴ درصدی از اراضی زراعی، ۷/۶۴ درصدی از پوشش گیاهی و ۱/۹۳ درصدی از جنگل تا سال ۲۰۲۳ نسبت به سال ۲۰۱۹ خواهد بود.

فهرست منابع

- Anand, J., A.K. Gosain and R. Khosa. 2018. Prediction of land use changes based on Land Change Modeler and attribution of changes in the water balance of Ganga basin to land use change using the SWAT model. *Science of the total environment* 644: 503-519.
- Croke, B., W. Merritt and A. Jakeman. 2004. A dynamic model for predicting hydrologic response to land cover changes in gauged and ungauged catchments. *Journal of Hydrology* 291(1-2): 115-131.
- Jordan, Y.C., A. Ghulam and R.B. Herrmann. 2012. Floodplain ecosystem response to climate variability and land-cover and land-use change in Lower Missouri River basin. *Landscape ecology* 27(6): 843-857.
- Lu, D., P. Mause, E. Brondizio and E. Moran. 2004. Change detection techniques. *International journal of remote sensing* 25(12): 2365-2401.
- Mango, L.M., A.M. Melesse, M.E. McClain, D. Gann and S. Setegn. 2011. Land use and climate change impacts on the hydrology of the upper Mara River Basin, Kenya: results of a modeling study to support better resource management. *Hydrology and Earth System Sciences* 15(7): 2245-2258.
- Palamuleni, L.G., P.M. Ndomba and H.J. Annegarn. 2011. Evaluating land cover change and its impact on hydrological regime in Upper Shire river catchment, Malawi. *Regional Environmental Change* 11(4): 845-855.
- Pumo, D., E. Arnone, A. Francipane, D. Caracciolo and L. Noto. 2017. Potential implications of climate change and urbanization on watershed hydrology. *Journal of Hydrology* 554: 80-99.
- Shrestha, S., B. Bhatta, M. Shrestha and P.K. Shrestha. 2018. Integrated assessment of the climate and land use change impact on hydrology and water quality in the Songkhram River Basin, Thailand. *Science of the Total Environment* 643: 1610-1622.
- Verburg, P.H. and A. Veldkamp. 2004. Projecting land use transitions at forest fringes in the Philippines at two spatial scales. *Landscape ecology* 19(1): 77-98.
- Verburg, P.H., W. Soepboer, A. Veldkamp, R. Limpiada, V. Espaldon and S.S. Mastura. 2002. Modeling the spatial dynamics of regional land use: the CLUE-S model. *Environmental management* 30(3): 391-405.
- Wang, Q., R. Liu, C. M. and L. Guo. 2018. Application of genetic algorithm to land use optimization for non-point source pollution control based on CLUE-S and SWAT. *Journal of Hydrology* 560: 86-96.
- Bailey, D., 2015. Using SWAT (Soil Water and Assessment Tool) to Evaluate Streamflow Hydrology in a Small Mountain Watershed in the Sierra Nevada, Ca. California State University, Northridge.
- Li, Z., X. Deng, F. Wu and S.S. Hasan. 2015. Scenario analysis for water resources in response to land use change in the middle and upper reaches of the Heihe River Basin. *Sustainability* 7(3): 3086-3108

بررسی اثرات فیزیکی و اکولوژیکی ناشی از لایروبی و استخراج شن و ماسه در سیستم‌های رودخانه‌ای

علیرضا رادخواه*، سهیل ایگدري

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

*نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: alirezaradkhah@ut.ac.ir

چکیده

استخراج شن و ماسه در سیستم‌های رودخانه‌ای یک پدیده نسبتاً رایج در سراسر جهان است، اما نگرانی‌های زیادی در مورد اثرات اکولوژیکی ناشی از این عملیات وجود دارد. با توجه به اهمیت اکولوژیکی رودخانه‌ها و توسعه و گسترش فعالیت‌های انسانی در این اکوسیستم‌ها، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات ناشی از لایروبی و استخراج شن و ماسه در رودخانه‌ها انجام شده است. به‌طور کلی، تأثیرات استخراج شن و ماسه در رودخانه‌ها را می‌توان در سه بخش مورد بررسی قرار داد که شامل اثرات فیزیکی، کیفیت آب و اثرات اکولوژیکی می‌باشد. در بخش اول، اثرات فیزیکی شامل ریزش حاشیه رودخانه‌ها و از بین رفتن سازه‌های مجاور، فرسایش در بخش بالادست در نتیجه افزایش شیب کانال و تغییر سرعت جریان و فرسایش در بخش پایین‌دست به دلیل افزایش ظرفیت حمل جریان، تغییرات الگوهای رسوب در پایین‌دست، و تغییر در بستر کانال است. در بخش دوم، فعالیت‌های استخراج و لایروبی ممکن است منجر به تخلیه بی‌رویه بار اضافی و نشت مواد شیمیایی/ سوخت به درون رودخانه شوند که این امر می‌تواند باعث کاهش کیفیت آب برای مصرف‌کنندگان پایین‌دست، افزایش هزینه تصفیه و مسمومیت آبزیان می‌شود. در بخش سوم، اثرات اکولوژیکی ناشی از فعالیت‌های لایروبی در رودخانه‌ها مطرح می‌شود که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به از دست دادن مستقیم زیستگاه، اختلال در توزیع گونه‌ها، کاهش نفوذ نور، کاهش تولید اولیه و کاهش فرصت‌های تغذیه‌ای برای موجودات آبی اشاره کرد.

واژگان کلیدی: سیستم‌های رودخانه‌ای، لایروبی، استخراج شن و ماسه، اثرات اکولوژیکی، ماهیان

مقدمه

رودخانه‌ها و نهرها اغلب از ویژگی‌های اصلی یک چشم‌انداز محسوب می‌شوند. با این حال، این اکوسیستم‌ها در واقع فقط حدود ۰/۱ درصد از سطح زمین را پوشش می‌دهند. شواهد تاریخی نشان می‌دهد که بسیاری از شهرها و تمدن‌های بشری در اطراف آب شیرین تأمین شده از رودخانه‌ها و نهرها ساخته شده‌اند (Radkhah et al., 2019; Parvaiz, 2021). بیشتر شهرهای بزرگ جهان در حاشیه رودخانه‌ها واقع شده‌اند و جوامع بشری از این اکوسیستم‌ها به‌عنوان منبع آب برای تهیه مواد غذایی، حمل و نقل، اقدامات دفاعی، منبع نیروگاه آبی و غیره استفاده می‌کنند (Lustig, 2021).

افزایش سریع شهرنشینی و ساخت پروژه‌های بزرگ زیربنایی باعث افزایش تقاضا برای مصالح ساختمانی در سطح جهانی شده است. برنامه محیط زیست سازمان ملل (UNEP, 2014) تخمین زده است که سالانه بین ۳۲ تا ۵۰ میلیارد تن شن و ماسه در سطح جهان با افزایش تقاضا، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، استخراج می‌شود (Schandl et al., 2016). رودخانه‌ها به دلایل زیادی منبع اصلی شن و ماسه هستند (Radkhah et al., 2020; 2021)، چرا که شهرها در نزدیکی رودخانه‌ها قرار دارند. بنابراین، هزینه‌های

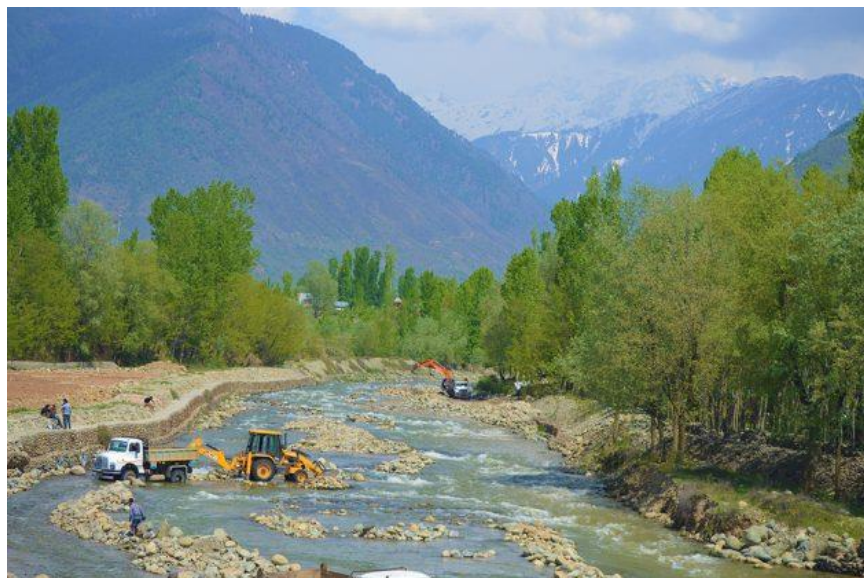
هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

حمل و نقل کم است. انرژی حاصل در رودخانه سنگ‌ها را به صورت شن و ماسه خرد می‌کند، بنابراین هزینه استخراج و تهیه مصالح ساختمانی را کاهش می‌دهد. از طرف دیگر، مواد تولید شده توسط رودخانه‌ها متشکل از مواد معدنی هستند و در مقایسه با موادی که از بیابان‌ها به دست می‌آیند، مناسب‌تر هستند. مجموع این موارد باعث شده است که طیف وسیعی از اکوسیستم‌های آبی به‌ویژه رودخانه‌ها تحت تاثیر لایروبی و برداشت شن و ماسه قرار گیرند (Paukert *et al.*, 2008). Paukert و همکاران بیان کردند که استخراج شن و ماسه در رودخانه‌ها و نهرها در سراسر جهان نسبتاً رایج است، اما نگرانی در مورد اثرات اکولوژیکی این عملیات وجود دارد. بر اساس گزارش صندوق جهانی حیات وحش (۲۰۱۸)، فعالیت‌های استخراج شن و ماسه یکی از فشارهای شناخته شده‌ای است که بر اکوسیستم‌های رودخانه‌ای تأثیر می‌گذارد و می‌تواند موجب کاهش سریع در تنوع زیستی آبیان شود (World Wildlife Fund, 2018).

با توجه به اهمیت اکولوژیکی رودخانه‌ها و توسعه و گسترش فعالیت‌های انسانی در این اکوسیستم‌ها، مطالعه حاضر با هدف مرور اثرات ناشی از لایروبی و استخراج شن و ماسه در رودخانه‌ها انجام شده است.

اثرات لایروبی و استخراج شن

هزاران سال است که از شن و ماسه در ساخت جاده‌ها و ساختمان‌ها استفاده می‌شود. امروزه تقاضا برای شن و ماسه همچنان افزایش یافته است (شکل ۱). کاهش شن و ماسه در اکوسیستم‌های رودخانه‌ای باعث افزایش عمق و بزرگ شدن دهانه رودخانه‌ها می‌شود. گسترش و توسعه این فعالیت‌های انسانی می‌تواند تهدیدی برای پُل‌ها، حاشیه رودخانه‌ها و سازه‌های مجاور باشد. شایان ذکر است که استحصال مداوم شن و ماسه از رودخانه‌ها می‌تواند تنوع بسیاری از موجودات آبی را نیز کاهش دهد که این مسئله از دیدگاه اکولوژیکی بسیار حائز اهمیت است (Radkhan *et al.*, 2020; 2021).



شکل ۱- عملیات لایروبی و استخراج شن و ماسه از یک رودخانه در کشمیر (اقتباس: Parvaiz, 2021)

اثرات فیزیکی

تعیین بودجه شن و ماسه برای یک جریان خاص به اطلاعات توپوگرافی، هیدرولوژیک و هیدرولیکی سایت نیاز دارد. این اطلاعات به‌منظور تعیین مقدار شن و ماسه قابل برداشت از منطقه بدون اینکه باعث ایجاد فرسایش یا تخریب بی‌مورد شود، استفاده می‌شود. استخراج شن و ماسه درون کانال یا نزدیک کانال بودجه رسوب را تغییر می‌دهد و ممکن است منجر به تغییرات اساسی در هیدرولیک کانال شود (شکل ۲). این مداخلات بسته به میزان و دفعات ایجاد اختلال، روش‌های استخراج، اندازه ذرات رسوب، ویژگی‌های پوشش

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

گیاهی و میزان و دفعات وقایع هیدرولوژیکی می‌تواند تأثیرات متفاوتی بر روی زیستگاه‌های آبی داشته باشد (SDSU, 2021). در شکل ۲ تصاویری از تأثیرات استخراج شن و ماسه در آبراه ارتباطی دریاچه پویانگ و رودخانه یانگ تسه در سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۱۳ نشان داده شده است.

پاسخ‌های زمانی و مکانی سیستم‌های رودخانه‌ای تابعی از آستانه‌های ژئومورفیک، بازخورد، تأخیر، اختلالات بالادست یا پایین دست و ویژگی‌های زمین‌شناسی/ فیزیوگرافیک است. برای به حداقل رساندن تأثیرات منفی استخراج شن و ماسه در رودخانه‌ها نیاز است که درک دقیقی از پاسخ کانال رودخانه به اختلالات ناشی این فعالیت‌های انسانی حاصل شود.



شکل ۲- تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۱۳ که تأثیرات استخراج شن و ماسه در آبراه ارتباطی دریاچه پویانگ چین و رودخانه یانگ تسه را نشان می‌دهد (Pearce, 2021).

کیفیت آب

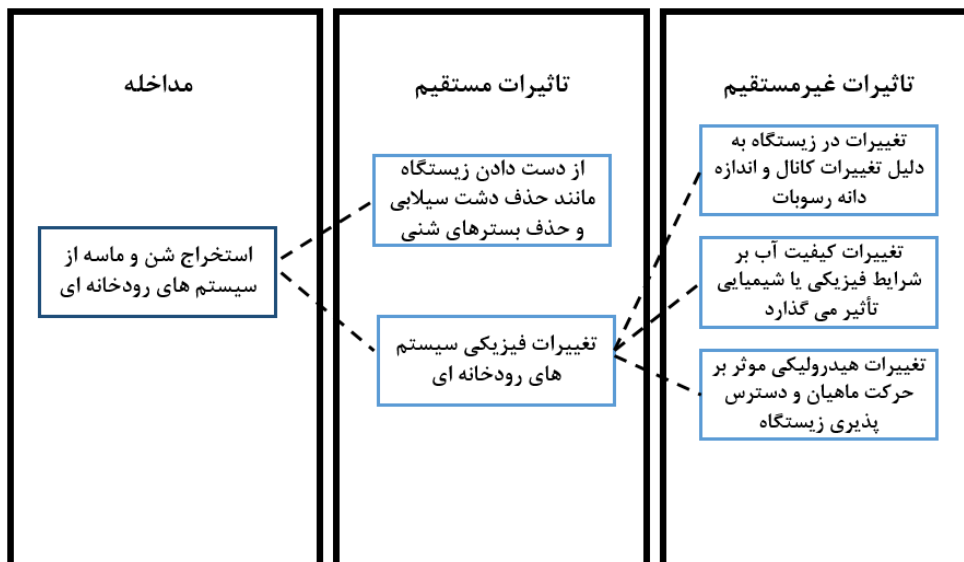
فعالیت‌های استخراج شن و ماسه روی کیفیت آب رودخانه تأثیر می‌گذارد. این اثرات شامل افزایش کدورت آب در کوتاه مدت در محل استخراج می‌شود که به دلیل احیای مجدد رسوبات و رهاسازی مواد معدنی اضافی و ذرات معلق آلی و همچنین، نشت مواد آلاینده از ماشین‌آلات حفاری و وسایل حمل و نقل صورت می‌گیرد (Radkhah *et al.*, 2021). افزایش فرسایش در بستر و حاشیه‌های رودخانه باعث افزایش مواد جامد معلق در آب می‌شود که این پدیده در محل استخراج و بخش‌های پایین دست رودخانه مشاهده می‌شود. وجود مواد جامد معلق ممکن است تأثیرات منفی بر مصرف‌کنندگان آب و اکوسیستم‌های آبی داشته باشد. به‌عنوان مثال، اگر چنانچه مصرف‌کنندگان آب در بخش‌های پایین دست منطقه استخراج، از آب رودخانه برای مصارف خانگی استفاده کنند، این تأثیر قابل توجه خواهد بود. همچنین، وجود مواد جامد معلق در آب می‌تواند هزینه‌های تصفیه آب را به میزان قابل توجهی افزایش دهد (SDSU, 2021).

اثرات اکولوژیکی

تأثیرات استخراج شن و ماسه بر روی رودخانه‌ها ممکن است مستقیم یا غیرمستقیم باشد (شکل ۳). تأثیرات مستقیم شامل اثراتی است که در آن استخراج ماده مستقیماً مسئول تأثیر روی اکوسیستم است. از جمله این تأثیرات می‌توان به حذف زیستگاه و دشت‌های سیلابی اشاره کرد. تأثیرات غیرمستقیم مربوط به تغییرات اکوسیستم است که به واسطه تغییرات فیزیکی ناشی از استخراج شن و ماسه در رودخانه‌ها ایجاد می‌شود. برای مثال، حذف مواد از یک رودخانه می‌تواند کانال، هیدرولیک رودخانه یا بودجه رسوب

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

را تغییر دهد که به نوبه خود می‌تواند توزیع زیستگاه‌ها و عملکرد اکوسیستم را تحت تاثیر قرار دهد. این نوع تأثیرات نسبت به استخراج شن و ماسه دشوار است، چرا که ممکن است در بازه‌های زمانی طولانی ظهور کند (Koehnken *et al.*, 2020). تغییرات ناشی از برداشت شن و ماسه از رودخانه‌ها ممکن است به تدریج ایجاد نشود و فقط ممکن است تغییرات محدودی برای یک دوره طولانی مشاهده شود، اما هنگامی که این تغییرات به یک آستانه خاص برسد، ممکن است سریع و غیرقابل برگشت باشد.



شکل ۳- مدل مفهومی ساده از تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم لایروبی شن و ماسه در اکوسیستم‌های آبی (برگرفته از: Koehnken *et al.*, 2020)

همه‌گونه‌ها برای اطمینان از بقای طولانی مدت به شرایط زیستگاهی خاصی نیاز دارند. گونه‌های بومی موجود در رودخانه‌ها با شرایط زیستگاهی که قبل از شروع تغییرات گسترده در انسان وجود داشت سازگاری دارند. در اکثر رودخانه‌ها، کیفیت زیستگاه به شدت با ثبات بستر و حاشیه کانال ارتباط دارد (Radkhan *et al.*, 2020). بررسی گزارش‌های مختلف نشان داده است که کانال‌های ناپایدار برای اکثر گونه‌های آبی مطلوب نیستند.

مهم‌ترین اثرات استخراج شن و ماسه بر زیستگاه‌های آبی تخریب بستر و رسوب‌گذاری است که می‌تواند تبعات قابل توجهی بر حیات آبیان داشته باشد. حرکت بسترهای ناپایدار منجر به رسوب‌گذاری در قسمت‌های پایین‌دست زیستگاه‌ها می‌شود. فاصله اثرگذاری به شدت استخراج، اندازه ذرات، میزان جریان آب و مورفولوژی کانال بستگی دارد. گسترش کانال باعث کم عمق شدن جریان آب شده و مانع حرکت ماهیان بین استخرها (pools) می‌شود. کانال‌ها به‌طور یکنواخت کم عمق‌تر می‌شوند، زیرا استخرهای عمیق از شن و ماسه‌ها و رسوبات دیگر پُر می‌شوند (Radkhan *et al.*, 2020). این پدیده از پیچیدگی زیستگاه، ساختار استخرها و تعداد ماهیان شکارگر و بزرگ می‌کاهد (Radkhan and Eagderi, 2020a, 2020b; SDSU, 2021).

بررسی منابع نشان داد که تخریب مناطق تخم‌ریزی (Harvey and Lisle, 1998) و دخالت در مسیرهای مهاجرت از جمله عواقب ناشی از استخراج شن و ماسه در رودخانه‌ها می‌باشد که با کاهش شدید جمعیت ماهیان بومی نیز در ارتباط است. استخراج شن و ماسه در رودخانه‌های آرنو-گارنو^۱ و ریب^۲ در اتیوپی (Mingist and Gebremedhin, 2016) باعث حذف توالی‌های ریفل (riffle) و

¹ Arno-Garno

² Ribb

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

منجر به جایگزینی گونه‌های لوتیک^۳ (آب جاری) توسط گونه‌های لنتیک^۴ (آب ساکن) شد (Freedman *et al.*, 2013). این تغییرات در کنار عوامل استرس‌زای دیگر، مانند احداث سدها منجر به تغییر در هیدرولیک رودخانه‌ها می‌شود (Paukert *et al.*, 2011) که این موضوع روی تنوع و فراوانی ماهیان تأثیر می‌گذارد. به‌عنوان مثال، کاهش تنوع و فراوانی ماهیان با تغییر ویژگی‌های هیدرولیک در رودخانه Czarny Dunajec در لهستان ارتباط داشت (Wyzga *et al.*, 2009). همچنین، تنوع و فراوانی گونه‌های ماهی به‌طور خطی با افزایش تغییرات عمق تعریف شد. در آلاسکا نیز جمعیت ماهیان بومی همراه با تغییرات شدید در کانال رودخانه که ناشی از استخراج شن و ماسه بود، حذف شدند (Koehnken *et al.*, 2020).

تأثیر لایروبی در توزیع و فراوانی ماهی‌ها در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است. نتایج نشان داد که ماهیان ساکن در سایت‌های لایروبی شده در رودخانه‌های برازوس، تگزاس و آرکانزاس (Wenger *et al.*, 2017) کاهش یافتند، در حالی که اختلافات کمی در رودخانه‌های تنسی و کالیفرنیا مشاهده شد (Harvey, 1986). در رودخانه کانزاس، لایروبی شن و ماسه منجر به فرسایش ساحل، تخریب بستر رودخانه و پهن شدن کانال شده و (به‌طور جزئی) در کاهش ماهیان بومی نقش داشت (Wenger *et al.*, 2017).

علی‌رغم ضرورت لایروبی برای توسعه صنعتی، تأثیرات بالقوه آن بر محیط زیست از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا عوامل استرس‌زای متعدد و مختلفی مرتبط با فعالیت‌های لایروبی ثبت شده است. از جمله این عوامل می‌توان به تنش رسوبات، انتشار آلاینده‌های سمی، حباب هیدرولیکی و آلودگی صوتی اشاره کرد (Reine and Clarke, 1998; Radkhah *et al.*, 2021). اگرچه عملیات لایروبی قابل توجهی در طیف وسیعی از محیط‌های آبی انجام شده است، اما همچنان دانش ما در مورد روابط بین فشارهای لایروبی و اثرات جمعی یا تعاملی آنها بر روی ماهیان هنوز اندک است. تاکنون، بررسی اثرات استرس‌زای ناشی از لایروبی بر ماهیان بیشتر روی مواجهه با رسوبات معلق متمرکز بوده است (Wenger *et al.*, 2017). با این حال، هنوز اثرات لایروبی به‌طور چندگانه و در جوانب مختلف بر روی ماهی‌ها بررسی نشده است. از آنجایی که ماهی‌ها از نظر اکولوژیکی، اقتصادی و فرهنگی از اجزای مهم همه محیط‌های آبی هستند و میلیون‌ها نفر برای تأمین غذا یا درآمد خود به این موجودات وابسته هستند، بنابراین لازم است که تحقیقات بیشتری در مورد تأثیرپذیری آنها از فعالیت‌های لایروبی در کشور انجام گیرد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، تأثیرات استخراج شن و ماسه در رودخانه‌ها را می‌توان در سه بخش مورد مطالعه قرار داد. الف) اثرات فیزیکی: استخراج در مقیاس وسیعی از رودخانه باعث تغییر در شکل بستر و کانال می‌شود که منجر به چندین اثر از جمله فرسایش بستر، افزایش شیب کانال و تغییر در مورفولوژی کانال می‌شود. این تأثیرات ممکن است باعث موارد زیر شود: (۱) کاهش و ریزش حاشیه رودخانه‌ها، (۲) از بین رفتن زمین‌ها یا سازه‌های مجاور، (۳) فرسایش در بخش بالادست در نتیجه افزایش شیب کانال و تغییر سرعت جریان و (۴) فرسایش در بخش پایین دست به دلیل افزایش ظرفیت حمل جریان، تغییرات الگوهای رسوب در پایین دست و تغییر در بستر کانال و نوع زیستگاه. ب) کیفیت آب: فعالیت‌های استخراج و لایروبی، تخلیه بی‌رویه بار اضافی و نشت مواد شیمیایی/ سوخت باعث کاهش کیفیت آب برای مصرف‌کنندگان پایین دست، افزایش هزینه تصفیه و مسمومیت آبزیان می‌شود. ج) اثرات اکولوژیکی: استخراج مواد که منجر به حذف بستر کانال، احیای مجدد رسوبات، پاکسازی پوشش گیاهی و انباشت مواد در رودخانه می‌شود، تأثیرات اکولوژیکی به همراه خواهد داشت. این تأثیرات ممکن است منجر به از دست دادن مستقیم زیستگاه، اختلال در توزیع گونه‌ها، کاهش نفوذ نور، کاهش تولید اولیه و کاهش فرصت‌های تغذیه‌ای شود (SDSU, 2021).

³ lotic

⁴ lentic

- Freedman, J., Carline, R., Stauffer, J. R., Jr. (2013). Gravel dredging alters diversity and structure of riverine fish assemblages. *Freshwater Biology*, 58, 261–274.
- Harvey, B.C. (1986). Effects of suction gold dredging on fish and invertebrates in two California streams. *North American Journal of Fisheries Management*, 6, 401–409.
- Harvey, B.C., Lisle, T. (1998). Effects of suction dredging on streams: A review and an evaluation strategy. *Fisheries Habitat*, 23(8), 8–17.
- Koehnken, L., Rintoul, M. S., Goichot, M., Tickner, D., Loftus, A., Acreman, M. C. (2020). Impacts of riverine sand mining on freshwater ecosystems: A review of the scientific evidence and guidance for future research. *River Research and Applications*, pp. 1–9. DOI: 10.1002/rra.3586
- Lustig, L.K. (2021). Britannica. River. <https://www.britannica.com/science/river>. Accessed 12 June 2021.
- Mingist, M., Gebremedhin, S. (2016). Could sand mining be a major threat for the declining endemic Labeobarbus species of Lake Tana, Ethiopia? *Singapore Journal of Tropical Geography*, 37, 195–208.
- Parvaiz, A. (2021). Inter Press Service. Kashmir Now Hotspot of Illegal Riverbed Mining. <http://www.ipsnews.net/2020/08/kashmir-now-hotspot-illegal-riverbed-mining>. Accessed 12 June 2021.
- Paukert, C., Schloesser, J., Fischer, J., Eitzmann, J., Pitts, K., Thornbrugh, D. (2008). Effect of Instream Sand Dredging on Fish Communities in the Kansas River USA: Current and Historical Perspectives. *Journal of Freshwater Ecology*, 23(4), 623–633. DOI: 10.1080/02705060.2008.9664250
- Pearce, F. (2021). The Hidden Environmental Toll of Mining the World's Sand. Yale Environment 360. Published at the Yale School of the Environment. <https://e360.yale.edu/features/the-hidden-environmental-toll-of-mining-the-worlds-sand>. Accessed 12 June 2021.
- Radkhah, A.R., Eagderi, S. (2020a). Book review: Hoey AS, Bonaldo RM (eds). 2018. Biology of parrotfishes, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 420 pp. ISBN-13: 978-1-4822-2401-6. *Ichthyological Research*, 67, 335–337. DOI: 10.1007/s10228-019-00727-4
- Radkhah, A.R., Eagderi, S. (2020b). Book review: Coral Reefs: Tourism, Conservation and Management, B. Prideaux, A. Pabel (Eds.), Routledge Publishing, Taylor & Francis Group (2018), (288 p. ISBN: 978-1-315-53732-0 (ebook)). *Biological Conservation*, 241, 108403. DOI: 10.1016/j.biocon.2019.108403
- Radkhah, A.R., Eagderi, S., Poorbagher, H. (2019). Book Review: Schmutz, S., Sendzimir, J.: Riverine Ecosystem Management: Science for Governing Towards a Sustainable Future (Aquatic Ecology Series). *Journal of Landscape Ecology*, 11(3).
- Radkhah, A.R., Eagderi, S., Poorbagher, H., Shams, Y. (2020). Investigation of fish fauna and environmental factors influencing biodiversity in the Zarineh River, Urmia Lake basin (West Azerbaijan Province). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 29(1), 81-91. (In Persian)
- Radkhah, A.R., Eagderi, S., Poorbagher, H. (2021). Identification of factors affecting the decline of the Caspian lamprey population (*Caspiomyzon wagneri* Kessler, 1870) and the need to adopt management-protection policies. Second National Conference on the Conservation of Iranian Endemic Fishes; with special reference to Fishes of the Caspian Sea Basin. University of Guilan and Iranian Society of Ichthyology. March 24, 2021. (In Persian)
- Reine, K. J., Clarke, D.G. (1998). Entrainment by hydraulic dredges – A review of potential impacts, Technical Note DOER-E1. U.S. Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS. pp. 1-14.
- Schandl, H., Fischer-Kowalski, M., West, J., Giljum, S., Dittrich, M., Eisenmenger, N., Fishman, T. (2016). Global Material Flows and Resource Productivity. Assessment Report for the UNEP International Resource Panel. Paris: UNEP.
- SDSU, 2021. San Diego State University. Impacts of sand mining. The Ojos Negros Research Group. Available at: http://threeissues.sdsu.edu/three_issues_sandminingfacts01.html. Accessed 15 June, 2021.
- UNEP. (2014). UNEP Global Environmental Alert Service. Sand, rarer than one thinks, Nairobi: UNEP.
- Wenger, A.S., Harvey, E., Wilson, S., Rawson, C., Newman, S. J., Clarke, D., ... Evans, R.D. (2017). A critical analysis of the direct effects of dredging on fish. *Fish and Fisheries*, 18(5), 967–985. DOI: 10.1111/faf.12218.
- Wyzga, B., Amirowicz, A., Radecki-Pawlik, A., Zawiejska, J. (2009). Hydromorphological conditions, potential fish habitats and the fish community in a mountain river subjected to variable human impacts, the Czarny Dunajec, Polish Carpathians. *River Research and Applications*, 25, 517–536.

A review of the physical and ecological effects of dredging and sand extraction on river systems

Ali Reza Radkhah*, Soheil Eagderi

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

*Corresponding author, E-mail: alirezaradkhah@ut.ac.ir

Abstract

Sand extraction from river systems is a relatively common phenomenon worldwide, but there are many concerns about the ecological impact of this operation. Due to the ecological importance of rivers and the development and expansion of human activities in these ecosystems, the present study was conducted to investigate the effects of dredging and sand extraction in rivers and to provide management solutions. In general, the effects of sand extraction in rivers can be examined in three sections, which include physical effects, water quality and ecological effects. In the first part, the physical effects include the loss of adjacent margins and structures, erosion in the upstream and downstream parts, and changes in the channel bed. In the second part, extraction and dredging activities lead to unauthorized discharge and leakage of chemicals/fuels, which are harmful to water consumers and, in addition, increases the cost of water treatment and the death of aquatic animals. In the third section, ecological effects are discussed, the most important of which are the direct loss of habitat, disruption of species distribution, reduced light penetration and reduced primary production.

Keywords: River systems, Dredging, Sand extraction, Ecological effects, Fish

اهمیت یکپارچه سازی نهادهای مدیریتی و اجرایی مرتبط با منابع طبیعی در ایران با تأکید بر

مدیریت جامع منابع طبیعی

عباس راهدان^۱، مریم محمدرضایی^۲

۱- دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشگاه تهران (abasrahdan2018@yahoo.com)

۲- دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (mrezaei501@yahoo.com)

چکیده

به منظور رشد و توسعه اقتصادی در هر کشور، وجود منابع طبیعی فراوان و بهره‌برداری اصولی در جهت توسعه پایدار، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. با توجه به اهمیتی که حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی و زیست‌بوم‌ها دارد، متأسفانه ساختار منسجم و کارآمدی برای مدیریت و نظارت بر آن وجود ندارد. توسعه پایدار به‌عنوان یک فرایند درحالی که لازمه بهبود و پیشرفت است، اساس بهبود وضعیت و رفع کاستی‌های اجتماعی و فرهنگی جوامع پیشرفته را فراهم می‌آورد. از این رو برای به دست آوردن پایداری در هر فعالیتی که نیاز به منابع و جایگزینی سریع و یکپارچه دارد، می‌بایست مدیریت کارآمد و واحدی وجود داشته باشد. تفاوت دیدگاه‌های مدیریتی و عدم هماهنگی و موازی کاری از جمله مهم‌ترین مشکلات نهادهای مرتبط با مدیریت منابع طبیعی کشور می‌باشد. لذا تشکیل یک وزارت منسجم و قدرتمندی در بخش منابع طبیعی کشور توسط متخصصان و نخبگان این رشته، می‌تواند بخش مهمی از مشکلات آن را در مدت کوتاهی حل و رفع نماید. در این مقاله سعی شده تا به ابعاد مختلف اهمیت بخش منابع طبیعی در ایران، تفاوت‌های مدیریتی آن با بخش کشاورزی و جایگاه آن در قوانین کشور پرداخته شود و در نهایت به توضیح و اهمیت مدیریت یکپارچه منابع طبیعی می‌پردازیم. با پیاده سازی مدیریت یکپارچه منابع طبیعی می‌توان به اهداف توسعه پایدار که شامل ارتقای سلامت اکوسیستم و ارتقای سطح معیشت بهره برداران و عدالت اجتماعی می‌باشد نزدیک شد.

واژگان کلیدی: رشد و توسعه اقتصادی، وزارت منابع طبیعی، توسعه پایدار، حفاظت از منابع طبیعی.

مقدمه

امروزه در کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران به طور عمیقی بر مفاهیم و اصول آبخیزداری با نگرش پایداری اقتصادی - اجتماعی تأکید می‌شود. کارشناسان برآنند تا با بررسی چالش‌های مهم مدیریت منابع طبیعی یک برنامه ملی و کلان در مدیریت منابع طبیعی ارائه نمایند. مدیریت منابع باید به صورت مدیریت علمی، ضمن توجه به مسائل اقتصادی اجتماعی، حفظ منابع آب و خاک، از علوم و تجربیات مختلف بهره‌گیری کند، بدون آن که نقش مردم از نظر دور بماند. برنامه‌های حفاظت از منابع طبیعی باید همسو با توسعه پایدار و با اعمال مدیریت مسئولانه بر منابع، علاوه بر نیازهای امروز به منافع آینده نیز توجه کند که در این راستا استفاده از دانش و اطلاعات فراهم آمده از طریق پژوهش‌های علمی و تلفیق آنها با علوم طبیعی، آموزش، فرهنگ، ارتباطات و علوم اجتماعی از اهمیت و حساسیت ویژه‌ای برخوردار است. پراکندگی و چندگونگی نهادها و دستگاه‌های برنامه ریز و تصمیم‌گیرنده و نبود گونه‌ای ساز و کار اجتماعی فعال برای انتقال داده‌های مدیریتی به پیکره جامعه بهره‌بردار و برعکس، دشواری بزرگی است که واپسروی منابع و مهاجرت پر دامنه مردم روستایی به ویژه نسل‌های جوان تر، از پیامدهای ناگوار آن بوده است. از این رو یافتن ساز و کاری که به طور همزمان رویکرد بازسازی نهاد قدرت و رویکرد سازماندهی جوامع بهره‌بردار از منابع را بر پایه ویژگی‌های امروزی در پی داشته باشد، ضروری می‌باشد (شیخ حسینی، ۱۳۹۴).

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

منابع طبیعی جایگاه غیر قابل انکاری در تأمین رفاه و آسایش جامعه ی بشری دارد. وجود ارزش های اقتصادی و زیست محیطی در منابع طبیعی، تکیه گاه مطمئنی برای برای تداوم بقای انسان و جانوران و تضمین کننده شکوفایی حیات و توسعه ی پایدار است. در کشور ما منابع طبیعی طی سالهای طولانی تنها به عنوان منبع تأمین علوفه، انرژی و اراضی مورد نیاز برای توسعه ی امور کشاورزی، صنعتی و شهر سازی تلقی شده و به طور پیوسته به منزله ی زیربنای توسعه ی اقتصادی و اجتماعی نقش اساسی داشته است. بررسی ها نشان می دهد که منابع طبیعی کشور با تهدیدها و چالش های متعددی روبه رو می باشد و سالانه شاهد کاهش سطح منابع طبیعی کشور هستیم (دبیری و پورهاشمی، ۱۳۸۹). از طرفی باید توجه داشت که هر شخصی امانت دار منابعی است که نسل های آینده بشر بدان نیاز دارد و نه تنها در برابر کسانی که در حال حاضر در پناه آنها زندگی می کنند، بلکه در برابر همه بشریت و برای همیشه متعهد است.

منابع طبیعی، منابع انسانی، سرمایه، خلاقیت و فناوری از عواملی هستند که نقش بسزایی در رشد و توسعه یک کشور دارند. مدیریت و بهره برداری صحیح از منابع طبیعی می تواند قدرت توسعه و زندگی بهتر را برای همگان داشته باشد. برای رشد و توسعه اقتصادی وجود منابع طبیعی فراوان و بهره برداری اصولی در جهت توسعه پایدار، امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. بدون انعطاف پذیری، نهادهای قدرتمند و ضمانت های معنی دار، بهره برداری از منابع طبیعی جوامع را فقیر و آسیب پذیر خواهد کرد. هر کشوری و جامعه باید رویکردی متفاوتی طراحی کنند تا اطمینان حاصل شود که ثروت طبیعی آن ها در حال توسعه است. با توجه به اهمیتی که حفاظت و بهره برداری از منابع طبیعی و زیست بوم ها دارد، متأسفانه ساختار منسجم و کارآمدی برای مدیریت و نظارت بر آن وجود ندارد. تفاوت دیدگاه های مدیریتی و عدم هماهنگی و موازی کاری از جمله مهم ترین مشکلات نهادهای مرتبط با مدیریت منابع طبیعی کشور می باشد (سلاجقه، ۱۳۹۶).

در این مقاله سعی شده تا به ابعاد مختلف اهمیت بخش منابع طبیعی در ایران، تفاوت های مدیریتی آن با بخش کشاورزی و جایگاه آن در قوانین کشور و مدیریت جامع منابع طبیعی به عنوان یکی از راه حل های اساسی رسیدن به پایداری منابع طبیعی می باشد، پرداخته شود.

۲- روش تحقیق

این مقاله که به روش کتابخانه ای تدوین شده است تلاش دارد به اهمیت منابع طبیعی و مدیریت آن در راستای توسعه پایدار بر اساس مدیریت جامع بپردازد. چالش های موجود در حوزه منابع طبیعی ایجاب می کند که به راهکارهای توسعه پایدار در این زمینه توجه ویژه ای شود. در واقع حفظ منابع طبیعی از ضروریات دستیابی به توسعه پایدار می باشد.

۲-۱- اهمیت منابع طبیعی و مدیریت منابع طبیعی در راستای توسعه پایدار

امروزه عمدتاً صحبت از توسعه پایدار می شود، شاید مقوله توسعه پایدار یک مفهوم آرمانی به نظر برسد، اما می توان از توسعه درخور صحبت نمود. توسعه درخور یعنی سه مقوله رشد اقتصادی، عدالت اجتماعی و حفظ بنیان های محیط زیستی و منابع طبیعی که بایستی به صورت هماهنگ در کنار هم باشند. توسعه پایدار به عنوان یک فرایند در حالی که لازمه بهبود و پیشرفت است، اساس بهبود وضعیت و رفع کاستی های اجتماعی و فرهنگی جوامع پیشرفته را فراهم می آورد از این رو برای به دست آوردن پایداری در هر فعالیتی که نیاز به منابع و جایگزینی سریع و یکپارچه دارد، می بایست مدیریت کارآمد و واحدی وجود داشته باشد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

چالش‌های موجود در حوزه منابع طبیعی ایجاب می‌کند که به راه کارهای توسعه پایدار در این زمینه توجه ویژه‌ای شود. مدیریت منابع طبیعی در راستای توسعه پایدار از اهمیت راه کارهاست.

در تدوین اصل توسعه پایدار، اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی، بنیان دقیق برنامه ریزی برای توسعه هماهنگ با محیط زیست را پایه گذاری کرد و تأکید کرد سیاست‌های توسعه باید با هدف محرومیت زدایی، بهبود کلی اوضاع اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، حمایت از تنوع گونه‌های زیستی و بقای جریان‌های اساسی اکولوژی و تقویت سیستم‌های حیات صورت پذیرد. دولت‌ها باید در جهت وضع مقررات منطبق با سیاست‌های توسعه و محیط زیست و منابع طبیعی ارشاد شوند و برای طرح‌های در دست اجرا، قوانین لازم را وضع و امکان اجرای عملی را فراهم نمایند (دبیری و همکاران، ۱۳۸۸). ناپایداری منابع طبیعی در سطح ملی و در سطح جوامع به ویژه جوامع و خانوارهای روستایی قابل بررسی است که هر کدام برنامه‌های مدیریتی خاص خود را می‌طلبند. در سطح ملی باید توجه داشت که وقتی مدیران از هزینه‌ی واقعی تخریب منابع و محیط زیست آگاهی کافی نداشته باشند مسئله‌ی سوء مدیریت منابع پایه پیش می‌آید و در نتیجه دامنه تخریب حادث می‌شود.

بر این اساس مدیریت پایدار منابع طبیعی بر چهار محور اساسی تکیه دارد:

۱- انگیزه‌های اقتصادی و اجتماعی تولید

۲- مدیریت جامعه در پروژه‌های محلی (مشارکت مردم)

۳- برنامه ریزی استفاده از سرزمین ایجاد و ترویج نظام‌های مناسب زراعی که موجب توقف تخریب اراضی شود (رسول، ۱۳۷۲).

هم‌چنین در سطح جوامع و خانوار باید گفت که از آنجایی که در اغلب کشورهای در حال توسعه در اثر رشد فزاینده‌ی جمعیت، توسعه‌ی غیر اصولی صنعت، گسترش بی‌رویه‌ی شهرها، تبدیل عرصه‌های منابع طبیعی، و فقدان برنامه ریزی مناسب، سطح این عرصه‌ها کاهش یافته، در خطر نابودی قرار گرفته است، مناسب‌ترین راه برای جلوگیری از رسیدن به این وضعیت، بهره‌برداری صحیح از منابع طبیعی با کمک اقشار مختلف جامعه به ویژه عرصه‌نشینان و روستاییان می‌باشد (عسگری مقدم، ۱۳۸۷).

۲-۲- تفاوت رویکردهای منابع طبیعی با کشاورزی

به‌طور کلی مقوله منابع طبیعی و محیط‌زیست از هم قابل تفکیک نیستند. هدف نهایی هر دو حفاظت از منابع طبیعی و بر اساس تعاریف اکولوژیک می‌باشد. جلوگیری از تخریب، حفاظت و احیا منابع حیاتی چون آب، خاک، پوشش گیاهی، هوا و موجودات زنده از اهداف مشترک هر دو مقوله است. در رابطه با مقوله کشاورزی و منابع طبیعی، منابع طبیعی به‌عنوان یک بانک است که هم باید سرمایه‌اش به لحاظ مطلوب حفظ شود و هم سودآوری‌اش عالی باشد تا بهره‌برداران بتوانند از آن استفاده کنند، بهره‌برداران هم تمام نوع بشر و موجودات زنده هستند. حالا اگر به‌صورت عام به منابع طبیعی نگاه کنیم، کل کره زمین از حوزه آبخیز تشکیل شده و کل کره زمین منابع طبیعی است.

ادبیاتی که در کشاورزی به کار می‌رود از لحاظ زمان، چه از لحاظ مکان و چه از لحاظ فرآیند و اهداف بهره‌برداری، در منابع طبیعی وجود ندارد. دیدگاه منابع طبیعی بر فرآیندها مبتنی بر توسعه پایدار در درازمدت است (UNEP, 2016). کشاورزی یک زیرمجموعه از منابع طبیعی محسوب شده یعنی در بخشی از طبیعت به‌صورت کنترل‌شده و در کوتاه‌مدت به تولید غذا می‌پردازد و در نهایت

هدفهین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

هدف کشاورزی تأمین امنیت غذایی و هدف منابع طبیعی تأمین امنیت حیاتی می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه هدف وزارت جهاد کشاورزی تولید است نه حفاظت بنابراین سازمان مرتبط با منابع طبیعی در این وزارتخانه (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری) به‌عنوان متولی حفاظت از عرصه‌ها نمی‌تواند زیرمجموعه‌ی وزارت جهاد کشاورزی باشد. عدم وجود قوانین مشخص و بالطبع آن مدیریت مناسب در راستای اجرای قانون، عدم تخصیص اعتبارات کافی، حضور افرادی غیرمتخصص در سازمان‌های متولی منابع طبیعی که علمی در زمینه این رشته ندارند، ازجمله مشکلات موجود در بخش منابع طبیعی در ایران می‌باشد (سلاجقه، ۱۳۹۶).

فائو در راستای تمرکز بر دستیابی به اهداف جهانی خود در خصوص امنیت غذایی، ریشه‌کنی فقر، مدیریت و بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی برنامه منسجم راهبردی بر چهار محور بیان می‌کند از جمله: مدیریت منسجم منابع آب‌و خاک با در نظر گرفتن تأثیرات زیست‌محیطی و تغییرات آب و هوایی، ایجاد مقاومت به‌منظور بهبود امنیت غذایی، تغذیه و سلامت غذا، کشاورزی خرد پایدار باهدف توسعه همه‌جانبه‌ی مبتنی بر رویکردهای کشاورزی سازگار با محیط‌زیست و روش‌شناسی اقلیم هوشمند و درنهایت استفاده بهینه از منابع از طریق ایجاد ظرفیت‌های مؤثر (گزارش FAO, 1998).

۲-۳- جایگاه و اهمیت منابع طبیعی در قوانین و برنامه‌های مدیریتی کشور

سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران در مورد منابع طبیعی بدین شرح می‌باشد:

- ۱) ایجاد عزم ملی بر احیای منابع طبیعی تجدیدشونده و توسعه پوشش گیاهی برای حفاظت و افزایش بهره‌وری مناسب و سرعت بخشیدن به روند تولید این منابع و ارتقاء بخشیدن به فرهنگ عمومی و جلب مشارکت مردم در این زمینه
- ۲) شناسایی و حفاظت منابع آب‌و خاک و ذخایر ژنتیکی گیاهی جانوری و بالا بردن غنای حیاتی خاک‌ها و بهره‌برداری بهینه بر اساس استعداد منابع و حمایت مؤثر از سرمایه‌گذاری در آن
- ۳) اصلاح نظام بهره‌برداری از منابع طبیعی و مهار عوامل ناپایداری این منابع و تلاش برای حفظ و توسعه آن
- ۴) گسترش تحقیقات کاربردی و فن‌آوری‌های زیست‌محیطی و ژنتیکی و اصلاح گونه‌های گیاهی و حیوانی متناسب با شرایط محیطی ایران و ایجاد پایگاه‌های اطلاعاتی و تقویت آموزش.

۲-۴- رویکرد کلی سند چشم‌انداز منابع طبیعی و آبخیزداری در افق ۱۴۰۴

دستیابی به پنج موضوع اصلی با استفاده از مدل شناخته شده (فشار، وضعیت، اثر، واکنش) صورت پذیرفته است که جهت تحقق آن از راهکارها و برنامه‌های اجرایی ذیل استفاده می‌گردد:

- ۱- اشاعه فرهنگ منابع طبیعی و اخلاق زیست محیطی
- ۲- سازگاری توسعه با استعدادهای بالقوه منابع طبیعی و حفظ تنوع زیستی
- ۳- حفاظت، احیاء، توسعه و بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی (جنگل، مرتع، آب و خاک)
- ۴- توانمندسازی ساختار منابع طبیعی و زیست محیطی استان

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

۵- نیل به اهداف کنوانسیون های زیست محیطی مقابله با بیابانزایی، تنوع زیستی و تغییر اقلیم (چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی).

۲-۵- جایگاه منابع طبیعی در افق ۱۴۰۴ (برنامه چهارم توسعه)

ماده ۵۶: دولت مکلف است در پایان سال اول برنامه، به منظور شکل دهی «منظومه آمار ملی و مکانی کشور» نسبت به تهیه برنامه ملی آمار مبتنی بر اصلاح و تقویت نهاد مدیریت اطلاعات و آمار ملی کشور، استانداردها، ضوابط، تولید و ارائه آمارهای مثبتی، تقویت و ایجاد پایگاه های اطلاعات آماری و اطلاع رسانی، ارتقای فرهنگ آماری، چگونگی تعامل دستگاه ها و راهبری، هماهنگی های لازم را انجام دهد و جهت اجرا و عملیاتی نمودن آن طی برنامه اقدام نماید.

۲-۶- مدیریت منابع طبیعی

مدیریت منابع طبیعی به مدیریت منابعی همچون زمین، آب، خاک، گیاهان و حیوانات اشاره دارد و تمرکز آن بر کیفیت زندگی نسل حاضر و نسل های آتی می باشد. مدیریت منابع طبیعی اندرکنش طبیعت و انسان ها را مورد نظر قرار داده و برنامه ریزی کاربری زمین، مدیریت آب، حفاظت از تنوع زیستی و صنایع پایدار آینده مانند کشاورزی، معدن، گردشگری، ماهیگیری و جنگلداری را در بر دارد. مدیریت منابع طبیعی با مفهوم توسعه پایدار نیز گره خورده است. توسعه پایدار یک مفهوم علمی متاخر است که پایه ای برای مدیریت جهانی پایدار زمین و حاکمیت زیست محیطی بمنظور حفظ منابع طبیعی به شکل متجانس ارائه شده است. مدیریت منابع طبیعی به طور ویژه بر درک فنی و علمی از منابع و زیست بوم و ظرفیت حمایتی این منابع تمرکز کرده است (Waddington and chuma, 2000).

۲-۶-۱- مدیریت منابع طبیعی یکپارچه

یک فرآیند مدیریت منابع طبیعی منطبق بر روش سیستمی، که شامل ابعاد مختلف استفاده از منابع طبیعی (بیوفیزیک، سیاسی- اجتماعی و اقتصاد می شود، همانطور که اهداف تولیدی تولید کنندگان و مصرف کنندگان مستقیم (به طور مثال امنیت غذایی، سوددهی، ریسک گریزی) را فراهم می کند، اهداف گسترده تری را نیز همچون کاهش فقر، رفاه نسل های آینده، حفظ محیط زیست) برآورده می کند. تمرکز این رویکرد بر پایداری است و همزمان تلاش می کند تا تمامی ذینفعان ممکن را از سطح برنامه ریزی هماهنگ کند تا به این طریق تعارضات احتمالی آینده را کاهش دهد. بنیان های مفهومی مدیریت یکپارچه منابع طبیعی در سال های اخیر توسط همگرا نمودن پژوهش ها در موضوعات متنوعی همچون کاربری اراضی پایدار، برنامه ریزی مشارکتی، مدیریت یکپارچه حوضه آبخیز و مدیریت تطبیقی بهبود یافته است. مدیریت یکپارچه منابع طبیعی به طور گسترده ای در کشورهای مختلف مورد استفاده قرار گرفته است و در عرصه مدیریت منطقه ای و جوامع محلی موفق ظاهر شده است.

۲-۶-۲- عناصر رویکرد مدیریت یکپارچه منابع طبیعی

برای توضیح بهتر INRM به معرفی ۷ عنصر اساسی INRM پرداخته می شود (نقشه راه پیاده سازی مدیریت یکپارچه منابع طبیعی، پروژه بین المللی حبله رود و منارید):

۱- مشارکت ذی نفعان:

هدفهین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

برای به تعادل رساندن موفقیت آمیز طیف وسیعی از اهداف ممکن، INRM باید مجموعه متنوعی از ذی نفعان که نشان دهنده طیف گسترده ای از عقاید و منافع موجود است را درگیر نماید. به این ترتیب تعامل بین ذی نفعان به احتمال زیاد مهم ترین عنصر INRM است و مشارکت ذینفعان گوناگون برای رسیدن به موفقیت در دراز مدت مورد نیاز است. عدم جمع آوری یک حوزه گسترده ای از ذی نفعان در نهایت به یک تعریف غیر قابل قبول و محدود از مسائل و مشکلات منجر می شود و به سیاست و مدیریت اقدامات اصلاحی کمک نمی کند. ذی نفعانی که باید اغلب درگیر شوند عبارتند از: دولت که مالک منابع است و یا توسعه را تنظیم می کند، شرکت های خصوصی که منابع را توسعه می دهند، جوامع بومی که حقوق منحصر به فرد منابع را دارند، جوامع محلی که به طور مثبت و منفی توسط توسعه منابع تحت تاثیر قرار می گیرند و گروه های عام المنفعه که نگرانی هایشان را برای مشکلات اجتماعی و زیست محیطی ابراز می کنند. یک روش مشارکتی به دنبال ایجاد درک و توافق نظر با وجود منافع و وابستگی های سیاسی است. استراتژی ها برای حمایت از کمیته همکاری ذی نفعان موفق شامل ارائه منابع لازم برای هماهنگی، ارتباطات، مدیریت، و جلسات، اطمینان دهنده بی طرفی و تصمیم گیری مبتنی بر اجماع اعضای کمیته ذینفعان است. تعامل موثر ذی نفعان همچنین سازنده سرمایه لازم اجتماعی و سیاسی برای اجرای استراتژی های مدیریت پیشنهاد شده توسط فرآیند برنامه ریزی INRM می باشد.

۲- اهداف صریح و شاخصها:

همانطور که گفته شد اهداف در فرآیند INRM باید بیانی از ارزش های جمعی ذی نفعان مرتبط باشند. دو نوع از اهداف با INRM مرتبط می باشند: ارزش های زیست محیطی و ارزش های انسانی.

ارزش های زیست محیطی همان ارزش هایی هستند که به عنوان ضرورت برای حفظ اکوسیستم سالم شناخته می شوند. که شامل منابعی مانند آب، خاک، منابع زنده شامل مجموعه ای کامل از گونه های بومی و فرآیندهای زیست محیطی سازنده، فرآیند های هیدرولیکی و چرخه مواد مغذی می شوند. ارزش های انسانی همان محصولات و خدماتی هستند که توسط اکوسیستم تولید شده و برای انسان ها مفید هستند. از این جمله می توان به منابع برداشت شده و استخراج شده و منافع اقتصادی مرتبطشان، فرصت های تفریحی، خدمات اکوسیستم مانند کنترل سیلاب و تنظیم آب و هوا و ارزش های معنوی اشاره کرد.

برای هدایت مدیریت، اهداف باید به شاخص های قابل اندازه گیری برای مشخص کردن اهداف کمی تبدیل شوند. علاوه بر مرتبط بودن با اهداف، شاخص ها می بایست به تغییرات زیست محیطی به منظور ارائه هشدار زود هنگام و فهم توسط تصمیم گیرندگان و عموم مردم حساس باشند. به منظور عملیاتی کردن هدف حفظ تنوع زیستی سه نوع از شاخص ها معمولاً به عنوان عناصر تنوع گونه ها استفاده می شوند: بازنمایی، گونه های کانونی و فرآیند های زیست محیطی.

۳- تجزیه و تحلیل توازن در INRM

به علت اهداف زیست محیطی و اجتماعی اقتصادی گوناگون و محدودیت های منابع طبیعی اجتناب ناپذیر است. اهداف متوازن به لحاظ نظری می توانند چشم انداز بزرگ و کافی را ایجاد کنند. با این حال دنبال کردن بیش از اندازه رشد اقتصادی یا حفاظت از محیط زیست ضرورتاً منجر به افت دیگر ارزش ها خواهد شد و تمامی شواهد حاکی از غیر ممکن بودن راه حل برد - برد می باشد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

تجزیه و تحلیل توازن یک مکانیزم شفاف از ارتباط توازن و استراتژی های کاربری زمین ارائه می دهد و در نتیجه انتخابی از استراتژی های مدیریت منابع طبیعی را که با اهداف INRM سازگار هستند در اختیار قرار می دهد.

۴- مدیریت تطبیق پذیر

با توجه به پیچیدگی سیستم های زیست محیطی و اجتماعی درگیر در INRM، تجزیه و تحلیل توازن ناچاراً به ظرفیتش برای مقایسه جایگزین گزینه های کاربری زمین محدود است. درک روابط میان این سیستم ها برای ارائه یک راهنمای روشن و مداوم در تصمیم گیری مدیریت منابع طبیعی کافی نمی باشد. با وجود این عدم قطعیت، تصمیم گیری های مدیریت منابع طبیعی باید گرفته شوند و این تصمیمات ارزش های اجتماعی اقتصادی و زیست محیطی را تحت تاثیر قرار می دهند. ادامه دادن وضع موجود سیاست های کاربری زمین خود یک تصمیم مدیریتی با عواقب بالقوه جدی است و در نتیجه انفعال تا بدست آوردن دانش بهتر و کافی تر استراتژی مناسبی نیست. یکی دیگر از چالش های عدم قطعیت در مدیریت این است که آزمایش های علمی مرسوم که سیستم های ساده را دستکاری می کنند برای فهم پیچیدگی سیستم مدیریت منابع طبیعی و تنوع اکوسیستم ها به میزان کافی مجهز نیستند. کسب دانش و انعطاف پذیری برای اعمال موفقیت آمیز INRM در حضور عدم قطعیت ها از طریق مدیریت تطبیق پذیر بدست می آید. مدیریت تطبیقی به عنوان یک استراتژی مدیریت در حضور عدم قطعیت ها و یک راه حل برای جلوگیری از شکست پژوهش ها از طریق کاهش عدم قطعیت های مدیریت منابع طبیعی می باشد. بر اساس این رویکرد، مدیریت و علم ادغام شده و دانشمندان و مدیران با یکدیگر همکاری می کنند تا اکوسیستم ها را به صورت تجربی اداره کنند.

۵- نظارت

در INRM، نظارت یک اندازه گیری مداوم و مکرر از اجزای یک اکوسیستم در طول زمان و فضا برای تشخیص تغییرات می باشد. نظارت حلقه ای از اطلاعات بازخوردی برای ارزیابی تاثیر مدیریت بر اکوسیستم را ارائه می دهد. با اطلاع رسانی وضعیت اکوسیستم به مردم، نظارت می تواند حمایت مورد نیاز برای تغییر شیوه های کاربری زمین موجود را ایجاد کند. پیش شرط های یک نظارت موفق شاخص ها و اهداف مدیریتی صریح و مشخص می باشد که برنامه نظارت پس از آن می تواند برای پیگیری روند شاخص ها و عوامل تنش زا طراحی شود. معمولاً نظارت بر مقیاس های بزرگ زمانی و مکانی نیاز است زیرا مشکلات زیست محیطی غالباً توسط فرآیندهای طولانی مدت در مقیاس های بزرگ فضایی مشخص می شوند. برای رسیدن به ثبات دراز مدت برنامه های نظارت، سودمند است که زیرواحد های سازمانی ایجاد شوند که تنها وظیفه آنها نظارت باشد.

۶- آستانه توسعه

تمرکز INRM در دستیابی به اهداف زیست محیطی و اجتماعی - اقتصادی نشان دهنده این است که توسعه باید در محدودیت های زیست محیطی محدود شود. ایجاد مقدار و نوع توسعه ای که با نگهداری تنوع زیستی و خدمات زیست محیطی هماهنگ باشد یک مسئله چالش بر انگیز در حوزه محیط زیست می باشد. اگر سطح پاسخ یک شاخص غیرخطی باشد، آستانه مناسب نقطه ایست در آن تغییرات کوچک در محرک های اصلی باعث تغییرات بزرگ در شاخص ها می شود. بدون شک پاسخ های غیر خطی و حالت های پایدار متعدد در اکوسیستم ها شایع می باشند. با این حال پیش بینی آستانه ها بین حالت های پایدار دشوار می باشد و ایجاد آنها ممکن است سال ها طول بکشد و اغلب ممکن است برای هر سایت خاص متفاوت باشد. در نتیجه آستانه های مشخص اغلب

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

برای شاخص‌ها در دسترس نمی‌باشند. در نبود آستانه مشخص، جایگزین مناسب ترکیب اطلاعات علمی در دسترس با داده‌های ورودی ذی‌نفعان با توجه به اینکه چه میزان تغییر قابل قبول است می‌باشد. شبیه‌سازی اخلاص گره‌های طبیعی یک رویکرد امید بخش دیگر برای ایجاد آستانه توسعه می‌باشد. بر اساس این رویکرد، الگوهای تحمیل شده توسط عوامل اخلاص گره طبیعی به عنوان یک قالب برای ایجاد سطح قابل قبولی از توسعه استفاده می‌شوند.

۷- منطقه بندی

در حالیکه آستانه توسعه می‌تواند تخریب ناشی از توسعه صنعتی در اکوسیستم‌ها را به حداقل برساند اکوسیستم‌ها به اندازه کافی نسبت به کاربری‌های زمینی که مناطق حفاظت شده لازم برای حفظ مجموعه کاملی از گونه‌های بومی و خدمات زیست محیطی را فراهم می‌کنند حساس هستند. منطقه بندی کاربری‌های زمین یک مکانیزم برای کاهش تقابل میان اقتصاد و محیط زیست در مقیاس منطقه‌ای فراهم می‌کند. منطقه بندی صراحتاً نشان می‌دهد که رسیدن به تمامی اهداف از طریق ایجاد کاربرد واحد از کاربری زمین امکان پذیر نمی‌باشد اندازه نسبی هر منطقه به اهداف فرآیند INRM بستگی دارد. تولید منابع بالا در کاربری‌های استفاده فشرده، کاهش تولید ناشی از کاربری‌های محافظت شده و اجرای آستانه توسعه در کاربری‌های چند منظوره را جبران می‌کند.

خروجی‌هایی که می‌توان با پیاده‌سازی نظام INRM انتظار داشت عبارتند از:

۱- ارتقای سلامت اکوسیستم

۲- ارتقای معیشت ساکنین

۳- توانمندسازی ساختارهای تشکیلاتی منابع طبیعی

۴- تأمین متعادل منافع ذینفعان

۵- افزایش آگاهی‌های عمومی

فقط نکته قابل توجه اینست که فرایندی پیاده‌سازی INRM فرایندی چرخشی و به صورت بهبود مستمر می‌باشد. یعنی هدف نزدیک شدن مرحله به مرحله به خروجی‌های مورد انتظار می‌باشد بنابراین در تعریف اهداف باید از بلند پروازی دوری شود و به جای آن اهداف کلان به هدف‌های کوچک قابل اندازه‌گیری و دستیابی تبدیل شوند تا با حرکتی پیوسته و ایجاد بهبودی مستمر به اهداف عالی تر هم دست یافت.

۲-۵-۳- مشکل مدیریت منابع طبیعی در ایران در مجموع:

با توجه به مطالب بیان شده منابع طبیعی در ایران از مشکلات زیر رنج می‌برد:

۱- عدم وجود سازمان یکپارچه و منظم به منظور مدیریت منابع طبیعی

۲- ادغام بخش کشاورزی و منابع طبیعی

۳- عدم آگاهی مردم کشاورزی بخصوص کشاورزان در زمینه اعمال تخریبی آنان در قبال محیط زیست

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

۴- تفکیک بخش منابع طبیعی و محیط زیست

نتیجه‌گیری

ساختار منابع طبیعی به واسطه ی فرهنگ و تاریخ طولانی مدت این سرزمین دستخوش تغییرات عمده ای در طول تاریخ شده است. در سده های مختلف روند نزولی و تخریب آن در عرصه ی منابع طبیعی کشور که شامل جنگل ها، مراتع مناطق استپی و بیابانی و نیمه بیابانی است ، شاهد بوده ایم .با توجه به اهمیتی که منابع طبیعی و زیست بوم ها در کشور ما دارند و در آینده نیز اهمیت بیشتری خواهند یافت، متأسفانه ساختار مناسبی برای مدیریت این اکوسیستم ها و زیست بوم ها نداریم. منابع طبیعی غنی موجود نیازمند ساختار تشکیلاتی منسجم قوی برای مدیریت این عرصه ها، حفاظت و بهره برداری از آنها است.

به منظور مدیریت بخش منابع طبیعی در ایران به ساختار و تشکیلاتی منسجم و کارآمد نیاز است که بیشتر تمرکز آن بر مدیریت، نظارت، حفاظت و احیاء باشد تا بتواند منطبق با نیازهای روز کشور به پیش بینی خطرات و بحران ها مطابق با اهداف برنامه های توسعه کشور بپردازد. فقدان چنین ساختار منسجم و کارآمدی باوجود مشکلات عدیده در این حوزه می تواند به توسعه ی بحران ها دامن زده و از طرفی قوانین مدیریتی و نظارتی نیز به خوبی اجرا نشود لذا تشکیل یک وزارت منسجم و قدرتمندی در بخش منابع طبیعی کشور توسط متخصصان و نخبگان این رشته، می تواند بخش مهمی از مشکلات آن را در مدت کوتاهی حل و رفع نماید. توجه به مدیریت جامع منابع طبیعی در بستر یک وزارت منسجم و قدرتمند می تواند بسیاری از مشکلات موجود در حوزه منابع طبیعی را حل کند و کشور را به سمت نیل به اهداف توسعه پایدار هدایت کند.

فهرست منابع

اتحادی، م، الیاسی، س و غریب، ج. (۱۳۸۹). الگوهای مناسب ترویجی راهکاری مناسب در جهت حفاظت از منابع طبیعی. مجموعه مقالات همایش ملی منابع طبیعی، آسیب ها و چالش ها، پژوهش های کاربردی، راهکارهای عملی. ایلام. ص ۱۴.

دبیری، ف، پورهشامی، ع. و روستا، ف. (۱۳۸۹). بررسی اصول و مفاهیم حقوق بین الملل محیط زیست با نگاهی به توسعه پایدار. نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره یازدهم. شماره ۳. صفحه ۲۲۵-۲۱۳.

رسول، ا. (۱۳۷۲). درباره مدیریت توسعه پایدار کشاورزی. نشریه اقتصاد کشاورزی و توسعه. شماره ۴. صفحه ۴۷-۳۲.

سلاجقه، ع. ، (۱۳۹۶). نشریه طبیعت ایران، جلد ۲ شماره ۲، خرداد و تیر ۹۶.

شیخ حسینی، ح. (۱۳۹۴). آب، خاک، مدیریت منابع طبیعی و آبخیزداری، شالوده توسعه پایدار، اولین کنگره ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار در بخشهای توسعه علم و فناوری، مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار، تهران.

عسگری مقدم، ز. (۱۳۸۷). نقش زلن در بیابان زدایی و توسعه پایدار منابع طبیعی. ماهنامه کشاورزی و غذا. شماره ۶۹. صفحه ۶۱-۵۸.

قانون برنامه پنج ساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران. (۱۴۰۰-۱۳۹۶).

مینایی، ص. (۱۳۸۹). بررسی عوامل روانشناختی بر دیدگاه متخصصان کشاورزی استان سمنان در زمینه کشاورزی پایدار.

نشریه طبیعت ایران. (۱۳۹۶). جلد ۲. شماره ۲. خرداد و تیر ۹۶.

نقشه راه پیاده سازی مدیریت یکپارچه منابع طبیعی، پروژه بین المللی حبله رود و منارید. (۱۳۹۲). دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان.

FAO. (1998). Integrating Conflict Management Considerations into National Policy Frameworks. Proceedings of a Satellite Meeting to the XI World Forestry Congress, 10-13 October 1997, Antalya, Turkey. Community Forestry/FTPP Conflict Management Series. Rome.

FAO. (1998). Integrating Conflict Management Considerations into National Policy Frameworks. Proceedings of a Satellite Meeting to the XI World Forestry Congress, 10-13 October 1997, Antalya, Turkey. Community Forestry/FTPP Conflict Management Series. Rome.

The importance of integrating management and executive institutions related to natural resources in Iran with emphasis on Integrated Natural Resources Management

Abas Rahdan¹, Maryam Mohammadrezaei²*

1- PhD student in Tehran university

2- PhD student in Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Abstract

In order for economic growth and development in any country, the existence of abundant natural resources and principled exploitation for sustainable development is necessary and inevitable. Given the importance of protecting and exploiting natural resources and ecosystems, unfortunately, there is no coherent and efficient structure for managing and monitoring it. Sustainable development as a process, while it is necessary for improvement and progress, provides the basis for improving the situation and eliminating the social and cultural shortcomings of advanced societies. Therefore, in order to achieve sustainability in any activity that needs resources and rapid and integrated replacement, efficient management and There is a unit. Differences in managerial views and lack of coordination and parallelism are among the most important problems of institutions related to the management of natural resources in the country. Therefore, the formation of a cohesive and powerful ministry in the country's natural resources sector by experts and elites in this field, can solve an important part of its problems in a short time. In this article, we have tried to deal with different aspects of the importance of the natural resources sector in Iran, its managerial differences with the agricultural sector and its place in the country's laws, and finally we will explain the importance of integrated natural resources management. By implementing integrated natural resource management, we can approach the goals of sustainable development, which include improving the health of the ecosystem and improving the living standards of users and social justice.

Keywords: Economic Growth and Development, Ministry of Natural Resources, Sustainable Development, Natural Resources Protection

بررسی و مروری بر استفاده از مواد ژئوتکستایل در کنترل فرسایش خاک

مریم محمدرضایی

دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (mrezaei501@yahoo.com)

چکیده

ژئوتکستایل طبیعی و مصنوعی با اشکال مختلف، اندازه، طبقه بندی و مشخصات فیزیکی ساخته شده است. کاربرد آنها در کنترل فرسایش خاک در دهه ۱۹۷۰ به دنبال تحقیق در زمینه استفاده از مواد نساجی مصنوعی در پروژه های مهندسی عمران می باشد. ژئوتکستایل ها به علت ویژگی های برجسته آنها (به عنوان مثال درصد پوشش، زبری ناشی از ژئوتکستایل، ظرفیت نگهداری آب) در کنترل فرسایش خاک از لحاظ قابلیت کنترل فرسایش آن به تقلید از پوشش گیاهی (به عنوان مثال درصد پوشش خاک، نگهداری رطوبت، زبری سهم در جریان دارد) بسیار موثر هستند. پژوهش حاضر به صورت توصیفی مروری به بررسی تاثیر ژئوتکستایل ها در فرسایش خاک پرداخته است. براین اساس مطالعات نشان داده اند که پوشش گیاهی می تواند میزان فرسایش را تا ۹۰ درصد کاهش دهد، اما استقرار پوشش گیاهی موثر دشوار است و ممکن است سال ها طول بکشد. خاک های موجود در معرض خطر فرسایش بالا هستند، لذا استفاده از ژئوتکستایل در این زمینه ضروری است. اصلاح میکرواقلیم با استفاده از ژئوتکستایل نیز باعث ایجاد و رشد پوشش گیاهی می شود. ادغام نتایج نشان می دهد که اثرات مثبت استفاده از ژئوتکستایل های بیولوژیکی، به عنوانی آنها را برای توسعه پایدار و حفاظت از خاک ارائه می دهد.

واژگان کلیدی: حفاظت خاک، زیست مهندسی خاک، ژئوتکستایل، کنترل فرسایش خاک.

مقدمه

مهندسی زیستی خاک به عنوان یک روش برای تثبیت شیب و کنترل فرسایش شناخته شده است، با توجه به اصول مهندسی و بیولوژیکی سنتی، با استفاده از پوشش زنده و مرده، همراه با مصالح ساختمانی. به طور معمول، پروژه های زیست مهندسی ارزان تر از مهندسی متداول است و در محیط های مختلف از جمله تثبیت کناره های جریان، دامنه های کنار جاده، بازسازی رودخانه، دامنه های تپه ای، پس مانده های معدنی و شیب های گالی استفاده شده است (Descheemaeker et al. 2006؛ Smets et al. 2009، Bezerra 2010). ژئوتکستایل های زیست محیطی به طور بالقوه دارای مواد زیست تخریب پذیر و سازگار با محیط زیست هستند که برای حفاظت خاک مفید هستند.

ژئوتکستایل ها به عنوان "پارچه های قابل نفوذ استفاده شده در ارتباط با خاک، پی، سنگ، زمین و یا هر ماده مرتبط با مهندسی ژئوتکنیک" (John, 1987) تعریف شده است. ژئوتکستایل های کنترل فرسایش از مواد طبیعی یا مصنوعی ساخته شده از جمله کف هندی (jute)، لیف نارگیل (coir)، الیاف برگ (sisal)، کاه و پوشال گندمیان (cereal straw)، برگ های نخل خرما (palm leaves)، پلی پروپیلن، پلی استر و پلی اتیلن ساخته شده اند (Rickson, 2006). با وجود ساخت و سازهای ژئوتکستایل در بازار تجاری، ژئوتکستایل ساخته شده از مواد ارگانیک در کنترل فرسایش و ایجاد پوشش گیاهی بسیار موثر است (Langford and Coleman, 1996).

ژئوتکستایل یا روکش های کنترل فرسایش می تواند برای کنترل رواناب و فرسایش دامنه های ساییده شده استفاده شود و به ایجاد گیاه کمک کند. مواد کنترل فرسایش (به شکل ژئوتکستایل) به منظور تقلید از پوشش گیاهی و پوشش زمین لازم در غیاب پوشش

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

گیاهی طبیعی است، از آنجا که در هر برنامه حفاظت از خاک، پوشش زمین یک عنصر ضروری است (Bissonnais et al., 2005). استفاده از ژئوتکستایل ها در کنترل فرسایش به اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰ پس از تحقیق در زمینه استفاده از مواد نساجی مصنوعی در پروژه های مهندسی عمران می پردازد، در حالیکه پارچه فیلتر برای جایگزینی استفاده از فیلتر های دانه ای استفاده می شود. این امر منجر به توسعه مواد و مطالعات دقیق تر در مورد کاربرد بالقوه در کنترل فرسایش خاک شد (Carroll et al., 1992).

ژئوتکستایل کنترل فرسایش در شکل شبکه های فرسایش کنترل و روکش ها برای حفاظت از سطوح خاک از فرسایش بادی و آب استفاده شده است. با کنترل فرسایش، این محصولات هم چنین توسعه گیاهان را تسریع می دهند و حتی در مواقع جریان متوسط می توانند مقاومت موقتاً به سرعت جریان نزدیک به m/s^3 را فراهم کنند (Theisen, 1992). مطالعات نشان داده اند که ژئوتکستایل ها همچنین می توانند پوشش گیاهی را افزایش دهند (که می تواند فرسایش را تا ۹۰٪ کاهش دهد)، آنها می توانند به طور معکوس ویژگی های کنترل فرسایش پوشش گیاهی مانند درصد پوشش خاک، نگهداشت آب، زبری بر جریان و نفوذ بهبود یافته خاک (Rickson et al., 2003) تقلید کنند.

(Sutherland and Ziegler, 1996) نشان داده است که الیاف طبیعی مانند مواد مصنوعی در کنترل فرسایش نیز موثر هستند. از این رو استفاده از ژئوتکستایل های طبیعی روش های ترجیحی است زیرا به ۱۰۰٪ قابلیت تجزیه پذیری زیست محیطی و پایبندی بیشتر به خاک دارند (Langford and Coleman, 1996).

ازین رو در پژوهش حاضر، هدف بررسی و مروری بر ژئوتکستایل ها، طبقه بندی آنها و نحوه تاثیر آنها بر فرسایش خاک و در نتیجه حفاظت آن است که در ادامه به تشریح مطالب پرداخته خواهد شد.

۲- مواد و روش

۲-۱- روش تحقیق

روش کار پژوهش، مروری - توصیفی است، که شامل گردآوری مطالعات در مورد ژئوتکستایل ها، با استفاده از مرور منابع و اسناد و اطلاعات کتابخانه ای مرتبط با آن است. بدین منظور جهت بررسی موضوع، ابتدا به تشریح و معرفی تاریخچه آنها، نحوه استفاده از آنها در زمینه های مختلف پرداخته شده است و سپس اهمیت آن تحت عنوان مورد بررسی، نقش و بیان ویژگی های آنها، همچنین طبقه بندی دو نوع طبیعی و مصنوعی آن بیان خواهد شد و در نهایت به بیان ارزیابی عملکرد ژئوتکستایل های کنترل فرسایش خاک به صورت کمی- کیفی و نتیجه گیری کلی این پژوهش پرداخته شده است.

۲-۱-۱- تاریخچه و اهمیت ژئوتکستایل

اولین استفاده از ژئوسنتتیک در کنترل فرسایش در اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰ شروع شد، زمانی که تحقیقات دانشگاه نشان داد که برخی از مواد منسوج مصنوعی می تواند برای جایگزینی فیلترهای دانه ریز استفاده شود. این محصولات از فرسایش ناشی از نفوذ آب های زیرزمینی، باران و رواناب سطحی و / یا حرکت موج جلوگیری می کنند.

معیار فیلتر در ابتدا براساس اندازه دانه ذرات نسبتاً یکنواخت با نفوذپذیری بالا بود. فرآیند تولید پارچه بافته شده (textile) که در آن زمان مورد استفاده قرار گرفت محدود بود اما هنوز کاملاً موفق بود. همانطور که استفاده از ژئوتکستایل گسترش یافت و شامل سایت هایی با انواع متفاوت و متنوع خاک بود، برخی از شکست ها شروع شد. این منجر به تعداد بیشتری از ژئوتکستایل های با اندازه ذرات و نفوذ پذیری متنوع (هر دو بافته شده و غیر بافته شده) در دسترس شد.

هفدهمین کنفرانس علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

مطالعات توسط گروه مهندسين/ ايستگاه آزمايشي آبراهه (Calhoun, 1972) منجر به توسعه احتمالي تصفيه پارچه و معيارهاي قوی برای استفاده در زیر حفاظت از زره پوش (آرمور) شد. هنگامی که با معیارهای مناسب انتخاب شده و به درستی نصب شده است، استفاده از ژئوتکستایل زیر سنگ (آرمور) زره پوش ثابت شده است تا حداقل به عنوان فیلترهای متراکم موثر باشد. هزینه های مواد و نصب اغلب پایین تر از فیلتر های دانه ای ریز است. ایجاد سیستم های بتن با استفاده از زره پوش متصل یا کابل اتصال اهمیت فرآیند کنترل فرسایش در زیر این سیستم ها را افزایش داد.

این سیستم های بتنی دارای مزایای زیبایی شناختی مختلف نسبت به ریپ ریپ، از جمله مزایای استفاده از آرمور یکسان و عدم اتصال بعد از ساخت و ساز هستند که این سیستم ها اغلب با پوشش گیاهی ترکیب شده است. کنترل فرسایش و حفاظت از فیلتر در زیر سیستم بلوک ضروری است برای محافظت در برابر خراشیدگی، درخشندگی و فرسایش شدید، که می تواند پیوستگی بلوک را ناسازگار یا مختل کند و احتمالاً به شکست های اصلی سیستم منجر شود. وزن بلوک معمولاً کمتر از ریپ ریپ است. در نتیجه، فشارهای نصب و فشار بار بیش از حد می تواند باعث آسیب نصب کمتر بر روی ژئوتکستایل نسبت به ریپ ریپ شود، زمانی که بلوک ها به طور مناسب قرار گیرند. معیار اندازه و نفوذپذیری پلاستیک ژئوتکستایل تحت سیستم های بتنی و ریپ ریپ شبیه است و فقط مقاومت کششی، قطع شدن، سوراخ شدن و مقاومت به پارگی بسته به برنامه کاربردی خاص و پوشش گیاهی استفاده شده دارد.

۲-۱-۲- نقش های مختلف ژئوتکستایل

ژئوتکستایل ها یک دسته از ژئوسینتتیک با نقش های اولیه و ویژگی های زیر است (منابع آموزشی IGS، توابع ژئوسنتتیک، ۲۰۱۰):
-جداسازی: ژئوتکستایل ها دو لایه خاکی را که دارای توزیع اندازه ذرات متفاوت هستند جدا می کنند. به عنوان مثال، ژئوتکستایل ها برای جلوگیری از نفوذ مواد پایه جاده به زیر خاک های زیرزمینی نرم، بنابراین حفظ ضخامت طراحی و یکپارچگی جاده استفاده می شود. جداسازها همچنین کمک می کنند تا خاک های زیرزمینی ریز دانه را از طریق پمپاژ به پایگاه های گرانشی نفوذ کنند.
-فیلتراسیون: ژئوتکستایل ها با شستشو از طریق خاک و حفظ ذرات خاک بالادست به شبیه فیلتر شن و ماسه عمل می کنند. به عنوان مثال، ژئوتکستایل ها برای جلوگیری از مهاجرت خاک به دانه یا لوله های زهکشی در حالی که جریان از طریق سیستم نگهداری می شود، استفاده می شود. ژئوتکستایل ها نیز در زیر سیستم های حفاظتی ساحلی و رودخانه ها برای جلوگیری فرسایش خاک استفاده می شود.

-زهکشی: ژئوتکستایل ها به عنوان یک تخلیه برای حمل سیالات از طریق خاکهای کمتر نفوذ پذیر عمل می کنند. به عنوان مثال، ژئوتکستایل ها برای از بین بردن فشار آب منفذ در پایه سد های جاده مورد استفاده قرار می گیرند. برای جریان های بالاتر، تخلیه های ژئوکامپوزیتی توسعه یافته است. این مواد به عنوان تخلیه لبه های پیاده رو، تخلیه ی ردیاب شیب، و تخلیه دیواره های محکم و نگهدارنده استفاده شده است. PVD ها برای تسریع تحکیم خاک های پایه ی نرم سفت و سخت در زیر خاکی ها و پر کردن پیش بارگذاری شده اند.

-تقویت: ژئوتکستایل ها به عنوان یک عنصر تقویت کننده در یک توده خاک عمل می کنند و یا در ترکیب با خاک برای تولید یک کامپوزیت است که دارای خواص قدرت و تغییر شکل در خاک غیرقابل تقویت است. به عنوان مثال، ژئوتکستایل ها برای اضافه کردن استحکام کششی به یک توده خاک برای ایجاد تغییرات عمودی یا نزدیک به عمودی در درجه (دیوارهای خاک تقویت شده) استفاده می شود. ژئوتکستایل ها نیز برای پر کردن حفره هایی که ممکن است در زیر لایه های گرانشی باربری (جاده ها و راه آهن) و یا زیر سیستم های پوشش در برنامه های کاربردی دفع زباله استفاده شوند، مورد استفاده قرار گیرد.

-کنترل فرسایش: ژئوتکستایل ها باعث کاهش فرسایش خاک ناشی از اثر بارندگی و رواناب آب سطحی می شود. به عنوان مثال، روکش های ژئوسنتتیک موقت و روکش های ژئوسنتتیک سبک وزن روی سطوح خاک در معرض آفتاب بر روی شیب قرار می گیرند. برای حذف ذرات معلق آب روان مملو از رسوب، از نرده های گل و لای ژئوتکستایل استفاده می شود. برخی از حصیرهای فرسایشی با استفاده از الیاف چوبی زیست تخریب پذیر و زیست توده مرتبط تولید می شوند.

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

۲-۱-۳- طبقه بندی ژئوتکستایل

به طور کلی، ژئوتکستایل ها به محصولات طبیعی و مصنوعی طبقه بندی می شوند. ژئوتکستایل های طبیعی زیست تخریب پذیر هستند و به همین دلیل موقت هستند و بسته به نوع مواد، حدود ۲ تا ۵ سال طول می کشد. از سوی دیگر، ژئوتکستایل مصنوعی از مواد پلیمری ساخته شده است و به دلیل عدم تجزیه پذیری آنها نسبتا دائمی است. آنها می توانند حدود ۲۰ سال یا بیشتر ادامه یابند (Moore, et al., 2003).



شکل ۱- انواع ژئوتکستایل های طبیعی - مصنوعی

۲-۱-۳-۱- ژئوتکستایل طبیعی

ژئوتکستایل های طبیعی مانند الیاف سخت و زیر (coir) و کنف هندی (jute) رطوبت را جذب می کنند و در مناطق بارش باران کم و شرایطی که ایجاد گیاهان طولانی مدت طول می کشد، و دامنه های حساس در برابر فرسایش را ترک می کنند، مناسب است. هنگامی که آنها را تجزیه می کنند، آنها مالچ های آلی را تشکیل می دهند و این به نوبه خود به سرعت در ایجاد گیاه کمک می کند. ژئوتکستایل های مختلف دارای نرخ های مختلف تخریب هستند و این میزان بستگی به شرایط محل دارد (Multigeo, 2013). اثر بخشی ژئوتکستایل های طبیعی در کنترل فرسایش موقت است که با گذشت زمان این مواد یا تخریب زیستی (bio-degrade) و یا تخریب عکس (photo-degrade) از آنها از مواد طبیعی گیاهی (Rickson, 1995) ساخته شده است. به عبارت دیگر، ژئوتکستایل های طبیعی عمدتا به طور موقت جلوگیری از کنترل فرسایش ایجاد و توسعه پوشش کامل پوشش گیاهی را دارند. با این حال، طبق مطالعات بسیاری، آنها در کنترل فرسایش بیشتر از هم تایان مصنوعی خود به دلیل درصد پوشش بالاتر آنها، جذب بیشتر آب و بهتر بودن پوشش و همچنین افزایش تماس با سطح خاک در زیر موثر هستند (Bhattacharyya et al., 2010a).

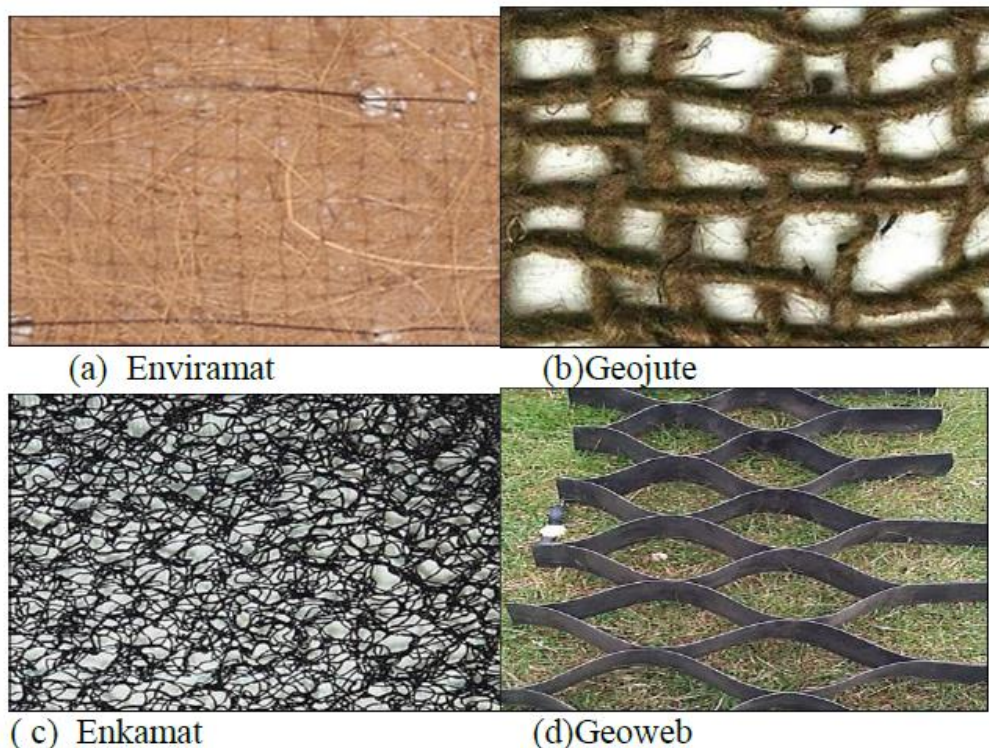
۲-۱-۳-۲- ژئوتکستایل مصنوعی

ژئوتکستایل مصنوعی، از مصالح پلیمری مصنوعی (از جمله پلی اتیلن با چگالی بالا) تولید می شود. آنها می توانند برای حفاظت دائمی در برابر فرسایش استفاده شوند زیرا آنها زیست تخریب و یا تخریب عکس (به ویژه هنگام اثرات تخریب نور خورشید از طریق افزودن کربن سیاه در فرایند تولید) (Rickson, 1995) انجام نمی دهند. بازار تجاری به وسیله ژئوتکستایل های مصنوعی تحت سلطه قرار می گیرد و به دلیل ترکیب آنها می تواند بیش از ۲۵ سال طول بکشد، در مقایسه با عمر ۲-۵ ساله ژئوتکستایل های طبیعی (Bhattacharyya et al., 2010b). با ایجاد پوشش گیاهی در محل، می توان گفت که این مواد از کار بیفتند. نگرانی های مربوط به دخالت آنها در نگهداری سایت (مثلا چیدن پوشش گیاهی (چمن زنی)) و اینکه آیا در طولانی مدت باعث آلودگی خاک می شود، مطرح شده است.

۲-۱-۴- طبقه بندی و انواع ژئوتکستایل کنترل فرسایش

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

ژئوتکستایل کنترل فرسایش از مواد طبیعی و مصنوعی با اشکال مختلف، اندازه ها و خصوصیات فیزیکی ساخته شده است (شکل ۲). این محصولات به چهار گروه تقسیم می شوند: بیونس (Bionets)، بیوماتها (Biomats)، ژئوسل ها (Geocells) و ژئومات ها (Geomats). (Rickson, 2000). شکل های زیر نمونه هایی برای هر طبقه بندی به عنوان مورد استفاده در این مطالعه آورده شده است. Biomats (به عنوان مثال Enviramat)، ساخته شده از الیاف مواد طبیعی با هم توسط دو لایه مش با وزن سبک و یا لایه های ساخته شده از مواد طبیعی یا مصنوعی می باشد. بیونتس (به عنوان مثال Geojute) از الیاف طبیعی از کنف هندی یا الیاف (سخت و زیر: لیف نارگیل) که به مش بافته شده متصل هستند، ساخته شده است. Geomats (به عنوان مثال Enkamat) و Geocells (به عنوان مثال Geoweb) هر دو محصولات سه بعدی ساخته شده از مواد مصنوعی هستند، اما ساختار آنها متفاوت است. Geocells ساختارهای شانه عسلی: با آرایش شش گوشه خانه ای (honey-comb) هستند که توسط چسباندن با هم نوارهای غیر ژئوتکستایل غیر بافته یا اکستروژن پلی اتیلن با چگالی بالا تولید می شوند. ژئومات ها همچنین غیر بافته است، اما از رشته (تار: لیف) یا فیبرهای با ضخامت حدود ۲۰ میلی متر ساخته شده است، که بین شبکه های سبک وزن و یا تولید شده به عنوان رشته های به طور تصادفی توزیع شده، قرار گرفته است.



شکل ۲- طبقه بندی های ژئوتکستایل (Rickson, 2013).

۲-۱-۵- ارزیابی عملکرد ژئوتکستایل های کنترل فرسایش خاک

شدت بارش، شدت خاک، نوع خاک و خصوصیات فیزیکی مواد ژئوتکستایل، عوامل اصلی تاثیر گذاری این مواد در کنترل فرسایش می باشند (Rickson, 2000). ژئوتکستایل ها از برگ های نخل خرما برای کنترل فرسایش فوری و افزایش باروری خاک و همچنین محتوای مواد آلی آن است. آنها بسیار مقرون به صرفه و ساده برای تولید هستند، زیرا مواد خام به راحتی در دسترس هستند. هنگامی که برای استفاده در کنترل فرسایش بر روی سایت در انگلستان استفاده می شود، این مواد رسوبات را به میزان قابل توجهی

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

در مقایسه با میدان های کنترل خاک لخت کاهش دادند (Davies et al., 2006). مطالعه ای که حاوی سه ژئوتکستایل فیبر طبیعی و یک کنترل خاک لخت بود، با شبیه سازی رواناب و جریان متمرکز در یک فلوم خاک با شیب متفاوت انجام شد. نتایج بدست آمده نشان می دهد که استفاده از این مواد به طور متوسط ۶۰٪ کاهش میزان فرسایش را نشان می دهد (Smets et al., 2009).

عملکرد ژئوتکستایل در کنترل فرسایش به صورت کمی (مطالعه کم) و کیفی (در اغلب موارد) مورد ارزیابی قرار گرفته است. ارزیابی کیفی عملکرد ژئوتکستایل معمولاً در فیلد (شکل ۳) یا از رسوبات در آزمایشات آزمایشگاهی یا آزمایشگاه فیلد (شکل ۴) بیشتر مطالعات در زمینه ارزیابی عملکرد ژئوتکستایل (Theisen, 1992؛ Mitchel et al., 2003؛ Davies et al., 2006؛ Foltz, 2009 and؛ Copeland؛ Smets and Poesen, 2009؛ Alvarez-Mozos et al., 2013؛ Bhattacharyya et al., 2010a, 2010b, 2011) براساس مشاهدات فیلد یا داده های آزمایشگاهی است. به رغم مطالعات مختلف انجام شده برای ارزیابی عملکرد ژئوتکستایل کنترل فرسایش، استفاده از روش های کاملاً کمی برای اندازه گیری اثرات بر میزان فرسایش استفاده شده است. این به رغم طیف وسیعی از کاربردها و دوره طولانی استفاده از ژئوتکستایل است. با این حال، روش های کاملاً کیفی، وقت گیر و گران است.

ارزیابی کمی با استفاده از مدل های پیش بینی فرسایش (Ayuba, 2013) ثابت کرده است که کارآمدتر، سریع تر و کم هزینه تر است. به این ترتیب، عملکرد محصولات حتی قبل از اینکه محصول در واقع در این زمینه نصب شود، ثابت شده است. این روش شامل استفاده از مدل های پیش بینی فرسایش برای محاسبه نرخ های پیش بینی شده تلفات خاک با استفاده از خواص ژئوتکستایل به عنوان بخشی از پارامترهای ورودی و سپس همبستگی این نتایج با داده مشاهده شده از مطالعات میدانی در شرایط مشابه آب و هوا و خاک می باشد. در این کار، استفاده از مدل پیشنهادی (Morgan et al., 1984) و تجدید نظر شده (Morgan, 2001) مدل پیش بینی فرسایش مورگان، مورگان و فینی (MMF) برای ارزیابی عملکرد چهار طبقه بندی مواد ژئوتکستایل مورد استفاده در کنترل فرسایش می باشد.



شکل ۳- geotextile نصب شده قبل از (سمت چپ) و پس از (راست) رشد پوشش گیاهی. (Rickson, 2013).

هفدهمین کنگره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



شکل ۴- تصویر کاربرد ژئوتکستایل ها در سایت پروژه با پوشش گیاهی

۳- نتیجه گیری

استفاده از روش های مهار هدر رفت خاک و کاهش روان آب همیشه مد نظر محققین مختلف در سرتاسر دنیا بوده است. این بررسی نشان می دهد که ژئوتکستایل ها دارای قابلیت های بالایی در کنترل فرسایش خاک می باشند که هم به صورت موقت (استفاده از ژئوتکستایل های طبیعی) و هم به صورت دائمی (استفاده از مواد ژئوتکستایل مصنوعی) اقدامات کنترل فرسایش می کنند. آنها (بخصوص ژئوتکستایل های طبیعی) برای تولید بسیار ساده هستند و بسیار مقرون به صرفه هستند زیرا مواد خام به راحتی در دسترس هستند. ژئوتکستایل مصنوعی نیز به دلیل طول عمرشان تا ۲۵ سال بسیار موثر هستند و در بازار بیشتر از محصولات طبیعی تسلط دارند. مواد اولیه آنها که پلی اتیلن با چگالی بالا هستند (یک محصول نفتی) در این کشور به راحتی قابل دسترسی است. با این وجود تولید آنها به همان اندازه ساده از ژئوتکستایل طبیعی نیست.

ژئوتکستایل برای نصب در فیلد آسان می باشد و عملکرد آنها در کنترل فرسایش می تواند با استفاده از روش های مختلف ساده، قابل اعتماد و مقرون به صرفه مورد ارزیابی قرار گیرد. اثربخشی را می توان پیش بینی کرد حتی قبل از نصب و یا مشاهده، در حالی که محصولات در حال حاضر نصب شده در فیلد در جایی که در آن ژئوتکستایل ها مورد نیاز هستند. ژئوتکستایل یا روکش های کنترل فرسایش می توانند برای کنترل رواناب و فرسایش از دامنه های تخریب شده و همچنین تقویت گیاه و افزایش رشد از طریق اصلاح محلی هوای میکرواقلیم (رطوبت خاک، درجه حرارت، و غیره) استفاده شوند.

ژئوتکستایل دارای ویژگی های برجسته (به عنوان مثال درصد پوشش، ظرفیت نگهداری آب، زبری ناشی از ژئوتکستایل، وزن مرطوب ژئوتکستایل و توانایی آن در افزایش عمق جریان زمین)، که سبب تقسیم پوشش گیاهی و بیشتر ویژگی های کنترل فرسایش (نظیر حفظ آب، نفوذ، پوشش دهی خاک و زبری به جریان می انجامد). پوشش گیاهی موثر که موجب کاهش ۹۰ درصدی فرسایش می شود، ایجاد کند - می تواند سال ها طول بکشد و خاک های معلق که به شدت تخریب می کنند، مستعد ابتلا به خطر فرسایش بالا هستند. لذا استفاده از ژئوتکستایل در این زمینه ضروری است.

منابع

Abu- Hamdeh, N., Abo- Qudais, S. and Othman, A. (2006). "Effect of soil aggregate size on infiltration and erosion characteristics", European Journal of Soil Science, vol. 57, no. 5, pp. 609-616.

هفدهمین کنفره علوم خاک ایران و چهارمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه

Álvarez-Mozos, J., Abad, E., Giménez, R., Campo, M. A., Goñi, M., Arive, M., Casalf, J., Díez, J. and Diego, I. (2013). "Evaluation of erosion control geotextiles on steep slopes. Part 1: Effects on runoff and soil loss", *Catena*.

Bezerra JFR, Guerra AJT, Fullen MA, Teles T (2010) Soil bioengineering applied to soil erosion in Saõ Lu's City, Brazil. In human impact on Gully Erosion, 5th international symposium on Gully Erosion, 2010, Lublin. Human impact on Gully Erosion, 2010.

Bissonnais, Le., Cerdan, Y., Lecomte, O., Benkhadra, V., Souchère, H., and Martin, P. (2005). "Variability of soil surface characteristics influencing runoff and interrill erosion". *Catena*, vol. 62, no. 2, pp. 111-124.

Bhattacharyya, R., Fullen, M. A., Davies, K. and Booth, C. A. (2010a). "Use of palm-mat geotextiles for rain splash erosion control". *Geomorphology*, vol. 119, no. 1-2, pp. 52-61.

Bhattacharyya, R., Smets, T., Fullen, M.A., Poesen and Booth, C.A. (2010b). "Effectiveness of geotextiles in reducing runoff and soil loss: a synthesis". *Catena*, vol. 81, pp. 184-195.

Calhoun, C. C. (1972). Development of design criteria and acceptance specifications for plastic filter cloths. Report no. AEWES-72-7, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.

Carroll Jr, R., Rodencal, J. and Collin, J. (1992). "Geosynthetics in erosion control—the principles", *Geotextiles and Geomembranes*, vol. 11, no. 4, pp. 523-534.

Davies, K., Fullen, M. A. and Booth, C. A. (2006). "A pilot project on the potential contribution of palm- mat geotextiles to soil conservation", *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 31, no. 5, pp. 561-569.

Descheemaeker K, Nyssen J, Poesen J, Raes D, Haile M, Muys B, Deckers S. (2006). Runoff on slopes with restoring vegetation: a case study from the Tigray highlands, Ethiopia. *J Hydrol* 331:219–241.

Foltz, R. B. and Copeland, N. S. (2009). "Evaluating the efficacy of wood shreds for mitigating erosion", *Journal of environmental management*, vol. 90, no. 2, pp. 779-785.

John, M.W.M. (1987). *Geotextiles*. Blackie and Son, Glasgow.

IGS Educational Resource, *Geosynthetics Functions*. (2010). International Geosynthetics Society.

Langford, R.L., Coleman, M.J. (1996). Biodegradable erosion control blankets prove effective on Iowa wildlife refuge. XXVII International Erosion Control Association, Proceedings of Conference, Seattle, USA, pp. 13–20.

Mitchell, D. J., Barton, A., Fullen, M. A., Hocking, T. J., Zhi, W. B. and Yi, Z. (2003). "Field studies of the effects of jute geotextiles on runoff and erosion in Shropshire, UK", *Soil Use and Management*, vol. 19, no. 2, pp. 182- 184.

Moore, H. M., Fox, H. R., & Elliott, S. (2003). *Land reclamation: Extending the Boundaries*, A. A. Balkema, Exton (PA).

Morgan, R.P.C., Morgan, D.D.V. and Finney, H.J. (1984). "A predictive model for the assessment of soil erosion risk". *Journal of Agricultural Engineering Research* 30: 245– 53.

Morgan, R.P.C. (2001). "A simple approach to soil loss prediction: a revised Morgan–Morgan– Finney model". *Catena* 44: 305–22.

Multigeo. (2013). *Geotextiles: The Fabric of Erosion Control*. www.multigeo.com.

Rickson, R.J. (1995). Simulated vegetation and geotextiles. In: Morgan, R.P.C. and Rickson, R.J. (eds.), *Slope stabilization and erosion control: a bioengineering approach*. E and FN Spon, London.

Rickson R. J. (2000). *The use of geotextiles for soil erosion control*. PhD thesis, Cranfield University.

Rickson, R. J., Moore, H. M., Fox, H. R., & Elliott, S. (2003). Geotextiles in land reclamation: applications for erosion control and vegetation establishment. In Proceedings, 7th International Conference of the International Affiliation of Land Reclamationists. Runcorn, UK Balkema (pp. 305-314).

Rickson, J. (2013). "Innovative methods of soil erosion control". Presentation to the Royal Society of Chemistry, 21st January, 2013.

Smets, T. and Poesen, J. (2009). "Impacts of soil tillage on the effectiveness of biological geotextiles in reducing runoff and interrill erosion", *Soil and Tillage Research*, vol. 103, no. 2, pp. 356-363.

Smets, T., Poesen, J., Langhans, C., Knapen, A. and Fullen, M. A. (2009). "Concentrated flow erosion rates reduced through biological geotextiles", *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 34, no. 4, pp. 493-502.

Sutherland, R.A., Ziegler, A.D. (1996). Geotextile effectiveness in reducing interrill runoff and sediment flux. *International Erosion Control Association Proceedings of Conference, International Erosion Control Association, Atlanta, USA, vol. XXVI, 1995, pp. 359-370.*

Theisen, M. S. (1992). "The role of geosynthetics in erosion and sediment control: An overview", *Geotextiles and Geomembranes*, vol. 11, no. 4-6, pp. 535-550.

Investigation and review of the use of geotextiles in soil erosion control

Maryam Mohammadrezaei

PhD student in Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Abstract

Natural and artificial geotextiles are made with different shapes, sizes, classifications and physical characteristics. Their application in soil erosion control in the 1970s followed research into the use of synthetic textiles in civil engineering projects. Geotextiles due to their salient features (eg coating percentage, geotextile roughness, water holding capacity) in soil erosion control in terms of erosion control ability to mimic vegetation (eg soil cover percentage, moisture retention, Roughness is ongoing) are very effective. The present study is a descriptive review of the effect of geotextiles on soil erosion. Accordingly, studies have shown that vegetation can reduce erosion rates by up to 90%, but establishing effective vegetation is difficult and may take years. Existing soils are at high risk of erosion, so the use of geotextiles in this area is essential. Microclimate modification using geotextiles also creates and grows vegetation. The integration of the results shows that the positive effects of the use of biological geotextiles, as they provide for sustainable development and soil protection.

Keywords: Soil protection, soil bioengineering, geotextiles, soil erosion control.

شورورزی و جلوگیری از فرسایش بادی در جنوب شرقی دریاچه ارومیه

ساغر چاخرلو^{۱*}، علی اصغر جعفرزاده^۲

* دکترای پیدایش، رده‌بندی و ارزیابی خاک، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تبریز، saghar.chakherloo@yahoo.com

^۲ استاد پیدایش، رده‌بندی و ارزیابی خاک، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تبریز

چکیده

روند خشکی دریاچه ارومیه باعث خروج از آب زمین‌های اشباع از آب شده و در نتیجه وسعت خشکی‌ها افزایش یافته و به پیدایش پهنه‌های خشکی شور به همراه مقادیر بسیار زیادی نمک در اطراف دریاچه منجر گردیده است. لزوم بهره‌گیری از پتانسیل گیاهان شورزی در حل بحران رو به رشد شوری در این منطقه خشک و نیمه‌خشک بسیار حائز اهمیت است. هدف از انجام این تحقیق بررسی بوته‌کاری جنوب‌شرقی دریاچه به جهت شورورزی و جلوگیری از فرسایش بادی می‌باشد. در سال اول معیار انتخاب مناطق جهت بوته‌کاری براساس وجود نمکا و شن‌های روان موجود در محل بوده که بر این اساس روستاهای سه شهرستان عجب شیر و آذر شهر و بناب برای این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند. در سال دوم جهت برآورد هدایت الکتریکی خاک مناطق بوته‌کاری شده در سال قبل، نمونه‌ها با مختصات ثبت شده در دستگاه مکان‌یاب جغرافیایی (GPS) از عمق ۰-۱۰ سانتی‌متری تهیه و جهت اندازه‌گیری هدایت الکتریکی به آزمایشگاه انتقال داده شدند. نقشه شوری خاک مناطق مورد مطالعه در محیط نرم‌افزار ترسیم گردید. نتایج نشان داد که کاشت گیاهان شورپسند در منطقه نه تنها می‌تواند به عنوان مانعی در برابر باد و جلوگیری از فرسایش بادی استفاده گردد بلکه در کم کردن شوری خاک منطقه نیز تاثیر بسزایی دارند.

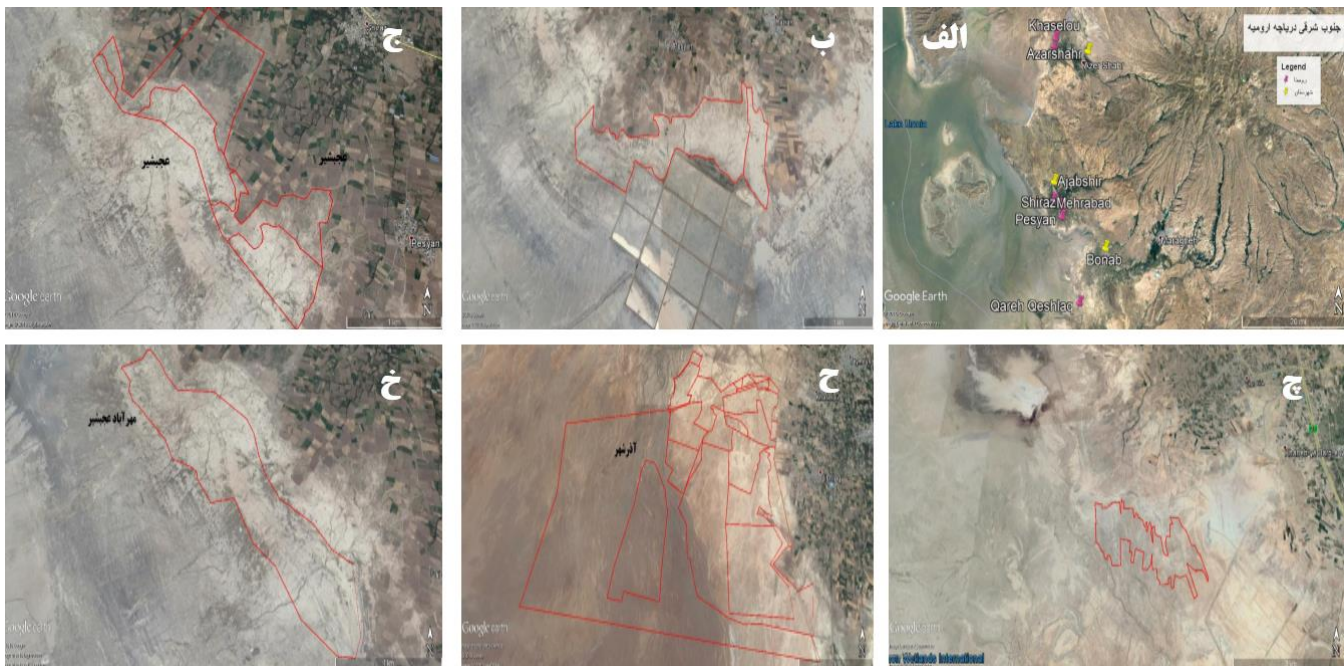
کلمات کلیدی: دریاچه ارومیه، بوته‌کاری، شوری خاک

مقدمه

دریاچه ارومیه بزرگترین و شورترین دریاچه دائمی ایران و یکی از دریاچه‌های فوق اشباع از نمک دنیا است که از این نظر با دریاچه بزرگ نمک آمریکا شباهت دارد (Alipour, 2006). از نظر آب و هوایی جز مناطق نیمه‌خشک و خشک سرد محسوب می‌شود. طی چند دهه اخیر بر اثر خشکسالی‌ها و اجرای طرح‌های عمرانی نظیر احداث بزرگراه و سدهای متعدد که همزمان به وقوع پیوسته اند، زمینه تبخیر بیش از پیش آب دریاچه فراهم گردیده است. در نتیجه خطوط ساحلی و نواحی پیرامون نیز دست خوش تغییرات قابل ملاحظه ای شده است (بی‌نام ۱۳۹۴). روند خشکی دریاچه باعث خروج از آب زمین‌های اشباع از آب شده و به پیدایش پهنه‌های خشکی شور به همراه مقادیر بسیار زیادی نمک در اطراف دریاچه منجر گردیده است. بر اساس تعریف، خاک شور به خاکی گفته می‌شود که قابلیت هدایت الکتریکی عصاره ی اشباع آن بیش از چهار دسی‌زیمنس بر متر باشد (Munns, & Tester, 2008). شوری یک بحران جدی در کشاورزی است که به دلیل تبخیر بالا و همچنین کاهش نرخ نزولات جوی در مناطق خشک و نیمه‌خشک با سرعت بیشتری رو به افزایش است. لزوم بهره‌گیری از پتانسیل گیاهان شورزی در حل بحران رو به رشد شوری در این منطقه خشک و نیمه‌خشک ایران بسیار حائز اهمیت است. املاح دریاچه توسط جریان‌های بادی به زمین‌های اطراف منتقل و احتمال تشدید فرسایش بادی افزایش می‌یابد. بدین ترتیب این رخدادها موجب تغییر پتانسیل تولید و کاربری اراضی گردیده و در مواردی نیز این زمین‌ها را بدون استفاده نموده است (خانی و منافی، ۱۳۹۴). باد به عنوان یکی از محرک‌های اصلی فرسایش خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک، ذرات خاک را حمل کرده و منجر به فرسایش بادی در این اراضی می‌شود. از جمله مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی برونزدهای حاصل از پس‌روی دریاچه ارومیه بوده که احتمال می‌رود با خشک شدن دریاچه ارومیه و افزایش رسوبات، شدت آن در منطقه افزایش یابد.

هدف از انجام این تحقیق بررسی بوته کاری در شرق و جنوب شرقی دریاچه ارومیه به جهت شورورزی و جلوگیری از فرسایش بادی می‌باشد.
مواد و روش‌ها

این تحقیق طی دو سال انجام گرفت. در سال اول در مرحله مقدماتی، مطالعاتی در مورد کلیات منطقه مورد مطالعه انجام گرفت. معیار انتخاب مناطق جهت بوته‌کاری براساس وجود نیبا و شن‌های روان موجود در محل بود که بر این اساس روستاهای سه شهرستان عجب شیر و آذر شهر و بناب تحت عملیات بوته‌کاری قرار گرفتند (طرح ستاد احیای دریاچه ارومیه) (شکل ۱). در سال دوم جهت اندازه‌گیری هدایت الکتریکی خاک مناطق بوته‌کاری شده، نمونه‌ها با مختصات ثبت شده در دستگاه مکان‌یاب جغرافیایی (GPS) از عمق ۰-۱۰ سانتی‌متری تهیه و جهت اندازه‌گیری هدایت الکتریکی به آزمایشگاه انتقال داده شدند. هدایت الکتریکی خاک‌ها توسط دستگاه EC سنج، اندازه‌گیری شدند. همچنین تمامی نقاط نمونه‌برداری وارد شده به GPS همراه با مختصات طول و عرض جغرافیایی وارد محیط نرم افزار Arc Map 10.3.5 گردیده و روی تصویر DEM قرار گرفته و مناطق مورد مطالعه برش داده شدند. سپس با الحاق ویژگی هدایت الکتریکی خاک به بانک اطلاعاتی لایه، نقاط نمونه‌برداری شده ارزش‌گذاری گردیدند. برای محاسبه هدایت الکتریکی خاک بین دو نقطه نمونه‌برداری شده از کریجینگ (kriging) استفاده و در نهایت نقشه شوری خاک مناطق مورد مطالعه در محیط نرم افزار ترسیم گردید.



شکل ۱- الف: تصویر کلی دریاچه و مشخص شدن مناطق مورد پژوهش، نواحی اجرای عملیات بوته کاری به ترتیب: ب: روستاهای پسیان و رازیان (منطقه عجب شیر)، ج: روستاهای شیراز، مهرآباد و پسیان (منطقه عجب شیر)، چ: روستای قره قشلاق (منطقه بناب)، ح: روستاهای خاصلو و قشلاق (منطقه آذرشهر)، خ: روستای مهرآباد (منطقه عجب شیر)

نتایج و بحث

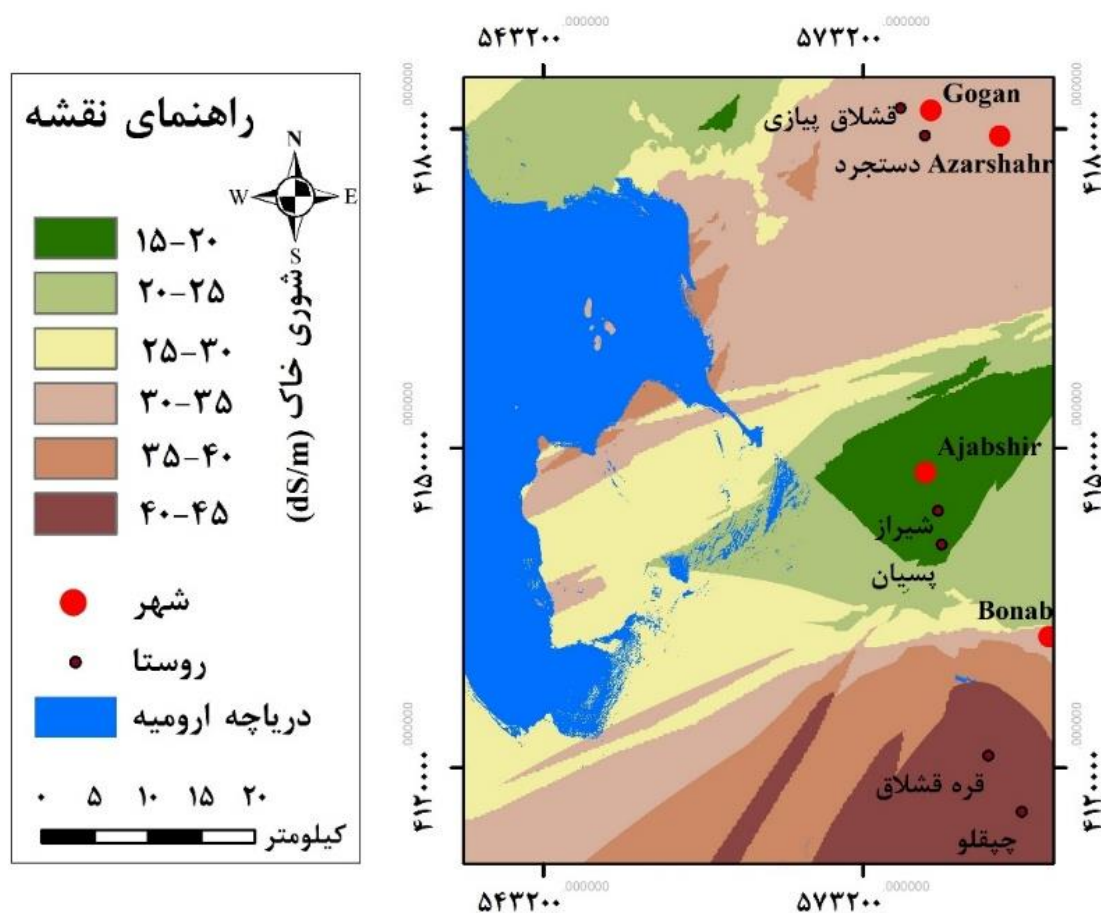
در جدول زیر حجم عملیات بوته کاری انجام گرفته در محل قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۱- توزیع عملیات بوته کاری بین شهرستان ها و روستاهای مختلف در سال ۹۵

ردیف	شهرستان	روستا	حجم عملیاتی (هکتار)
۱	عجب شیر	مهرآباد	۵۷۵
۲	آذرشهر	قشلاق پیازی	۳۰۰
۳	بناب	قره قشلاق	۳۰۰
			۱۱۷۵

حجم کل بوته کاری در منطقه ۱۸۰۰ هکتار بوده است که با توجه به جدول ۱ که حجم پیشرفت عملیات ۱۱۷۵ هکتار می باشد می توان نتیجه گرفت که درصد پیشرفت بوته کاری در کل ۶۵ درصد بوده است.

در سال دوم پژوهش هدایت الکتریکی نمونه های خاک برداشت شده از محل تعیین و مطابق با آنها نقشه هدایت الکتریکی برا منطقه بدست آمد. شکل ۲



شکل ۲- نقشه شوری خاک جنوب شرقی دریاچه ارومیه

نتیجه گیری

باتوجه به نقشه هدایت الکتریکی می توان اینگونه بیان داشت که در منطقه عجب شیر حجم بوته کاری بالا باعث شده است که هدایت الکتریکی در این محل کمتر از مناطق دیگر برآورد گردید. با کاشت گیاهان شورپسند در منطقه علاوه بر اینکه می توان به عنوان مانعی در برابر باد و جلوگیری از فرسایش بادی استفاده کرد بلکه همچنین در روند کاهش شوری خاک منطقه نیز تاثیر بسزایی دارند.

فهرست منابع

- ۱- بی نام. ۱۳۹۴. مدیریت و نظارت بر انجام عملیات اجرایی مقابله با فرسایش بادی و گرد و غبار در حاشیه دریاچه ارومیه، شرکت گروه مشارکت ارس، تبریز.
- ۲- خانی م، منافی ش، ۱۳۹۴. تغییرات خاکهای پیرامون دریاچه ارومیه: ویژگی های فیزیکوشیمیایی و کانی شناسی. نشریه پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۳۰، شماره ۱، صفحه های ۸۱ تا ۹۴
- ۳- ستاد احیای دریاچه ارومیه. ۱۳۹۷. گزارش ارزیابی میزان تطابق عملیات در دست اقدام توسط اداره کل منابع طبیعی آذربایجان شرقی در جهت شناسایی کانون های تولید ریزگرد و تثبیت آنها. کارگروه فرهنگی، محیط زیست و منابع طبیعی. جلد اول
- 4- Alipour S. Hydro geochemistry of seasonal variation of Urmia Salt Lake. Iran, Saline System, 2: 1-19, 2006.
- 5- Munns, R., & Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biol., 59, 651-681.

Salinity and prevention of wind erosion in the southeast of Lake Urmia

Saghar Chakherlou^{1*}, Ali Asghar Jafarzadeh²

¹PhD in Soil Genesis, Classification and Evaluation, Soil Science Department, University of Tabriz, saghar.chakherloo@yahoo.com

²Professor of Soil Genesis, Classification and Evaluation, Soil Science Department, University of Tabriz

Abstract

The drought process of Urmia Lake caused the saturation of the water to drain out of the water and, as a result, the extent of the droughts increased, resulting in the creation of saline arid zones with large amounts of salt around the lake. It is important to exploit the potential of thrush plants in resolving the growing salinity crisis in this arid and semi-arid region. The purpose of this study was to investigate plantation in the southeast of the lake for salinization and to prevent wind erosion. In the first year, the selection criteria for planting was based on the presence of Nebka and the sands available in the area. In the second year, to estimate the soil electrical conductivity of the planted areas in the previous year, the specimens were recorded with a GPS coordinate of 0-10 cm depth and measured for electrical conductivity to Lab were transferred. The Soil salinity map of the study areas was plotted in the software environment. In addition to planting salty plants in the area, they can be used as a barrier against wind and to prevent wind erosion, but also to reduce the salinity of the soil.

Keywords: Urmia Lake, Bush, Soil salinity