



کشت گیاه روناس به عنوان روشی موثر و کارا در اصلاح یک خاک شور - سدیمی

نجمه مظلوم، رضا خراسانی، امیر فتوت، یوسف هاشمی نژاد

گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

مقدمه

اصلاح خاکهای شور-سدیمی علاوه بر به کارگیری روشهای هزینهر شیمیایی، از طریق کشت برخی گونه های خاص گیاهی نیز امکانپذیر است (قدیر و همکاران، ۲۰۰۷). استفاده از روشهای شیمیایی مانند کاربرد اسیدسولفوریک و گچ، پیشینههای طولانی برای اصلاح این خاکها دارد، اما به مراتب هزینهر است و گاهی برای بعضی کشاورزان قابل دسترس نیست. برخی گیاهان با به کار بردن مکانیسمهای مختلفی در منطقه ریشه همچون افزایش فشار جزئی دیاکسیدکربن در منطقه ریشه، آزادسازی پروتون و سایر تراوشات ریشه و جذب املاح و سدیمسبب افزایش حلالیت کلسیت، آزادسازی کلسیمو در نتیجه کاهش غلظت سدیم در خاک میشوند. از جمله گیاهان موثر در اصلاح خاکهای شور-سدیمی آهکی، میتوان به گیاه سسبانيا^۱، کلارگراس^۲ و یونجه^۳ اشاره کرد (بارتا و همکاران، ۱۹۹۷). به طور عمده، این گیاهان دارای توانایی تولید زیستوده زیاد، تحمل به شوری و سدیمی بودن خاک و نیز تحمل به غرقاب شدن مقطعی هستند (کاتور و همکاران، ۲۰۰۲). در این تحقیق در کنار اصلاحگرهای شیمیایی گچ و اسید سولفوریک و نیز برخی گیاهان به کار رفته در گیاهپالایی خاکهای شور-سدیمی (سسبانيا و مرغ)، کشت گیاه روناس جهت بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، مورد ارزیابی قرار گرفته است. روناس یک گیاه علفی چندساله، بومی مناطق شرق میانه و از محدود گیاهان زراعی است که سازگاری بسیار خوبی با آب و خاک شور دارد. روناس میتواند در خاکهای شور با EC بیشتر از 15 dS m^{-1} و با شوری آب آبیاری بیش از $8/5 \text{ dS m}^{-1}$ رشد کند (دشتکیان، ۲۰۰۰). این گیاه در شمال غربی، مرکز و جنوب ایران و به طور اساسی در استان یزد که منطقههای خشک و بیابانی با منابع آب محدود و شور است کشت میشود.

مواد و روشها

این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با آرایش کرتهاى خرد شده با ۷ تیمار، سه تکرار و دو عمق در ستونهایی پلی اتیلنی با ارتفاع ۳۵ سانتیمتر از یک خاک شور - سدیمی آهکدار انجام شد. تیمارهای شیمیایی شامل گچ (CaSO_4) در دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز گچی و اسید سولفوریک به میزان اکیوالانی برابر با نیاز گچی و تیمارهای گیاهی شامل گیاهان سسبانيا، روناس و مرغ بودند. پس از ضد عفونی و خراشدهی پوسته خارجی بذور سسبانيا و روناس و جوانه زنی، این جوانه ها به ستونهای خاک منتقل شدند. در مورد گیاه مرغ ریزوم جوتهدار آن در ستونها کشت شد. برای این آزمایش یک تیمار شاهد نیز بدون اضافه کردن ماده شیمیایی

¹*Sesbaniaacuelata*

²*Leptochloafusca*

³*Medicago sativa*



و یا کشت گیاه در نظر گرفته شد. پس از گذشتن ۲ ماه از زمان اعمال تیمارهای شیمیایی و ۵ ماه و نیم از زمان کشت گیاهان، همه تیمارها از جمله تیمار شاهد به طور مجزا با ۴۱ لیتر آب لوله‌کشی ($EC = 0.56 dSm^{-1}$) و $SAR = 1/36$ در ۸ مرحله و به مدت یک ماه و به طور یکسان آبخوبی شدند. برای به دست آوردن مقدار آب مورد نیاز آبخوبی، EC آب زهکش در هر دوره آبخوبی اندازه‌گیری می‌شد. پس از رسیدن به EC حدود $4 dSm^{-1}$ و ثابت شدن آن آبخوبی متوقف گردید. پس از اتمام دوره‌ی آبخوبی از هر ستون خاک و از دو عمق ۱۵-۳۰ سانتیمتری سطح خاک یک نمونه جهت اندازه‌گیری خصوصیات شیمیایی و فیزیکی به آزمایشگاه منتقل شد. pH گل اشباع و EC عصاره اشباع خاک، کلیسم و منیزیم محلول به روش تیتراسیون با EDTA 0.01 نرمال، سدیم محلول با دستگاه فلایمفتومتر اندازه‌گیری شدند. بافت به روش هیدرومتری، کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون با سود 0.25 نرمال، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش پولمیو و رودز (1977) اندازه‌گیری و ESP, SAR و نیاز گچی نیز محاسبه شدند. برای به دست آوردن ضریب هدایت هیدرویکی اشباع (K_s) ارتفاع ثابتی از آب روی ستون خاک حفظ شد و مقدار زهکش خروجی در مدت زمان مشخص اندازه‌گیری شد و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$K_s = \frac{Q\Delta\Psi}{A\Delta z} \quad [1]$$

که در این معادله Q حجم آب جمع آوری شده در بازه زمانی مشخص (cm^3)، A سطح مقطع هر ستون خاک (cm^2)، t زمان (hr)، z طول ستون خاک (cm) و Ψ پتانسیل ماتریک (cm) است. MWD (میانگین وزنی قطر خاکدانه)، به روش ون بول (۱۹۴۹) با استفاده از وزن خاکدانه‌های حفظ شده در سری الکهای $0.2, 0.5, 1, 2$ و ۴ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. نتایج دست‌باز استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگینها با آزمون چنددامنه‌ای دانکندر سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند

نتایج و بحث

برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش در جدول ۱ آمده است.

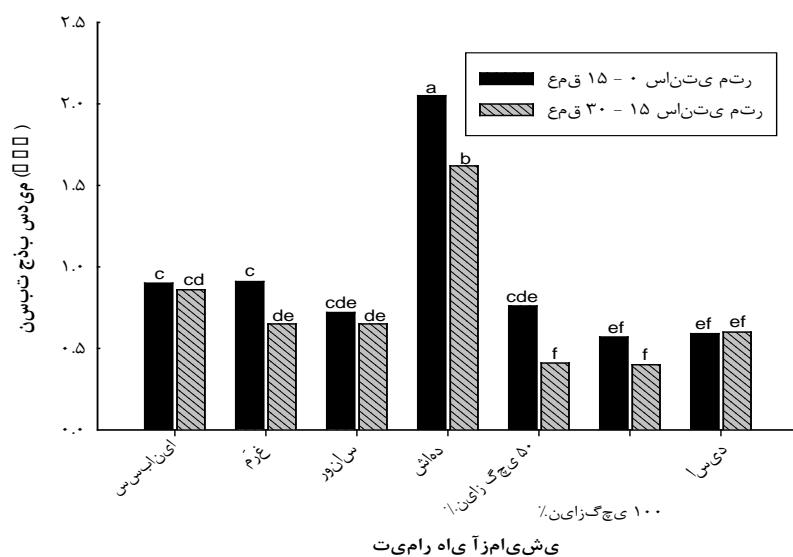
جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اولیه

ESP	SAR	pHs	ECe	کربنات کلسیم معادل	CEC	Ca+Mg محلول	Na محلول	کلاس بافتی
			$dS m^{-1}$	%	$cmol_c Kg^{-1}$		$Meq L^{-1}$	
۲۴/۸	۲۳/۸	۷/۷	۱۲/۸	۱۵/۱۵	۸	۴۵	۱۱۲/۹	Sandy clay loam

پس از آبخوبی ستونهای خاک، در تمامی تیمارهای شیمیایی و گیاهی مقدار SAR در هر دو عمق خاک کاهش پیدا کرد (شکل ۱). در این تحقیق تیمارهای گیاهی به طور میانگین سبب کاهش ۵۹ درصدی SAR نسبت به تیمار شاهد شدند. از این میان گیاه روناس با کاهش ۶۵ درصدی SAR نسبت به شاهد موثرترین گیاه در اصلاح



خاک بوده است. کاهش EC خاک مستقل از نوع تیمار بوده و صرفاً زیر تاثیر آبخوئی قرار داشت. همه تیمارهای مورد آزمایش سبب کاهش EC خاک اولیه تا مقدار 4 dSm^{-1} گردیدند.



شکل ۱- مقادیر مربوط به نسبت جذب سدیم (SAR) در تیمارهای آزمایشی بعد از آبخوئی (ستون- هایدرا ایر و فلا تینمشر کدر سطح طمینان ۹۵ درصد اختلافاً ماریمعنی دار بیا یکدیگر ندارند.)

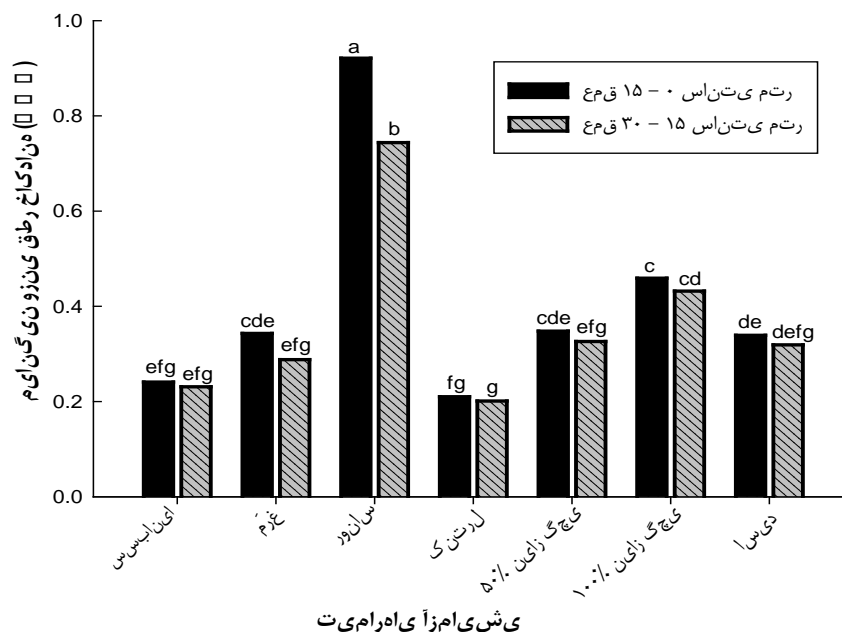
داده‌های مربوط به اثر تیمارهای مختلف بر هدایت هیدرولیکی خاک در جدول ۲ نشان داده شده است. به طور میانگین مقدار K_s مربوط به تیمارهای گیاهی ۸۲٪ و K_s مربوط به تیمارهای شیمیایی ۷۶٪ بیشتر از K_s در تیمار شاهد است. گیاه روناس با ۸۸ درصد افزایش K_s نسبت به شاهد اثر گذارترین تیمار در میان تیمارهای گیاهی و شیمیایی است و کمترین میزان K_s مربوط به تیمار شاهد است.

جدول ۲- مقادیر مربوط به K_s بعد از آبخوئی

تیمارهای آزمایشی	هدایت هیدرولیکی اشباع (K_s) cm s^{-1}
سببانی	$11/1 \times 10^{-5}$ (b)
مرغ	$10/9 \times 10^{-5}$ (b)
روناس	$20/5 \times 10^{-5}$ (a)
نیاز گچی ۵۰٪	$9/6 \times 10^{-5}$ (b)
نیاز گچی ۱۰۰٪	$10/1 \times 10^{-5}$ (b)
اسید سولفوریک	$11/0 \times 10^{-5}$ (b)
شاهد	$2/4 \times 10^{-5}$ (c)



افزایش مقدار K_s میتواند مربوط به بهبود شرایط خاک از طریق افزایش پایداری خاک و تخلخل بعد از رشد گیاه باشد. مقادیر مربوط به MDW تیمارهای مختلف در شکل ۲ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود MDW در مورد تیمار رونس دارای بیشترین مقدار است که از نظر آماری با دیگر تیمارها تفاوت معنی داری دارد و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد است. مقدار زیاد MDW در تیمار گیاه رونس میتواند به دلیل بیشترین مقدار آبشویی سدیم از خاک و همین طور نقش ریشه ها در اتصال ذرات خاک و حفظ خاکدانهها باشد. نایاک و همکاران نیز در سال ۲۰۰۸ نشان دادند که افزودن گچ به خاک شور سدیمی و آبشویی خاک سبب افزایش معنی دار MDW می گردد.



شکل ۲- مقادیر مربوط به MWD بعد از آبشویی

منابع

1. Qadir M, OSTER JD, Schubert S, Noble AD, and Sahrawat KL, 2007. Phytoremediation of sodic and saline-sodic soils. *Advance in Agronomy* 96: 198-247.
2. Batra L, Kumar A, Manna MC, Chhabra R, 1997. Microbiological and chemical amelioration of alkaline soil by growing Karnal grass and gypsum application. *Experimental Agriculture* 33: 389-97.
3. Kaur B, Gupta SR, and Singh G, 2002 Bioamelioration of a sodic soil by silvopastoral systems in northwestern India. *Agroforestry Systems* 54:13-20.
4. Nayak AK, Sharma DK, Mishra VK, Minhas PS. and Verma, CL, 2008. Reclamation of saline-sodic soil under a rice-wheat system by horizontal surface flushing. *Soil Use and Management* 24:337-343.



5. Polemio M, and Rhoades JD 1977. Determining cation exchange capacity: A new procedure for calcareous and gypsiferous soils. Soil Science Society of America Journal 41:524-528.
6. Dashtakian, K., 2000. Effect of salinity level and type on growth and chemical composition of madder. M.Sc.thesis. Shiraz University.



بررسی رابطه بین مقدار کربن آلی خاک و ویژگی های فیزیکی خاک در تیپ های جنگلی متفاوت

زهرا فهیم^۱، محمدا میر دلاور^۲، احمد گلچین^۳، آذر علیمردانی^۴

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.
- ۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.
- ۳- استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.
- ۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.

مقدمه

در میان خصوصیات خاک ماده آلی خاک مهم ترین مولفه اکوسیستم های خاکی است و هر تغییر در فراوانی ترکیب آن اثرات اساسی روی تعداد زیادی از فرآیندهایی که در هر اکوسیستم رخ می دهد، دارد (Batjes, 1996). ماده آلی خاک به عنوان عامل مهمی در تشکیل خاکدانه و پایداری آن شناخته می شود. پایداری خاکدانه ها معمولاً به توانایی خاکدانه ها در حفظ ساختار و رویارویی با تنش های مکانیکی اطلاق می شود (Pikul et al., 2007). از سوی دیگر ماده آلی به دلیل چگالی کم خود، باعث کاهش چگالی ظاهری خاک (BD) شده و به علت حالت اسفنجی موجب افزایش تخلخل و گنجایش نگهداری رطوبت به ویژه در خاک های شنی و سبک می گردد. هر چه خاکی از ماده آلی غنی تر باشد، چگالی ظاهری آن کمتر است (ملکوئی، ۱۳۷۵).

مواد و روشها

جنگل خیرودکنار واقع در استان مازندران و در فاصله ۷ کیلومتری شرق نوشهر بین ۲۷' ۳۶° تا ۴۰' ۳۶° عرض شمالی و ۳۲' ۵۱° تا ۴۳' ۵۱° طول شرقی قرار دارد. میزان بارندگی سالیانه منطقه ۱۳۵۴/۵ میلی متر است، رژیم رطوبتی خاک یودیک و رژیم حرارتی خاک در ارتفاعات صفر تا ۳۵۰ متر از سطح دریا ترمیک و در ارتفاعات ۷۰۰ تا ۱۰۵۰ متری از سطح دریا مزیک و میانگین دمای سالیانه ۱۵/۹ درجه سانتیگراد می باشد. مهمترین بخش پوشش گیاهی این ناحیه شامل درختان جنگلی است. جوامع گیاهی با تیپ های گیاهی تفکیک شده در جنگل خیرودکنار شامل جوامع راشستان، جامعه بلوط - ممرزستان، جامعه انجیلی - ممرزستان، جامعه نمدار - شمشادستان و جامعه افراستان می باشد که نیمرخ های حفر شده در این مطالعه در ۳ تیپ جنگلی راش - ممرزستان، بلوط - ممرزستان و انجیلی - ممرزستان قرار گرفته اند.

برای انجام نمونه برداری ابتدا با توجه به مطالعات موجود در خصوص جوامع و پوشش جنگلی نسبت به حفر نیمرخ و مطالعه خصوصیات مورفولوژیکی در هر یک از جوامع اقدام گردید. نمونه های مقاطع مطالعه شده و نمونه های سطحی به آزمایشگاه ارسال گردید. کربن آلی به روش سوزاندن تر و مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه با استفاده از روش الک تر بدست آمد (SSS, 2004). چگالی ظاهری به روش کلوخه (جعفری حقیقی، ۱۳۸۲) محاسبه گردید.



نتایج و بحث

در نیمرخ‌های حفر شده مشاهده شد که با افزایش عمق، کربن آلی خاک کاهش یافت. متوسط مقدار کربن در افق ۵۷/۹۵A درصد بیشتر از متوسط مقدار کربن آلی در افق‌های تحتانی بود. پاکت و لال (۲۰۰۵) مشاهده کردند که توزیع مقدار کربن آلی به طور معنی‌داری با عمق نیمرخ تغییر کرد به طوری که بیشترین مقدار کربن آلی در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر بود. کاراواکا و همکاران (۲۰۰۴) ضخامت این عمق را ۲۰ سانتی‌متر گزارش کردند.

کربن آلی خاک در افق‌های B1 و B2 با تیپ جنگلی در سطح آماری ۵ درصد ارتباط معنی‌داری را نشان داد. بیشترین مقدار کربن آلی در افق A در تیپ انجیلی-ممرز با ۷/۸۹ درصد کربن آلی بود که به ترتیب ۳/۴ و ۲۱/۸ درصد بیشتر از تیپ جنگلی راش-ممرز و بلوط-ممرز محاسبه شد. در افق‌های معدنی B1 و B2 کربن آلی در تیپ راش-ممرز به ترتیب ۲۷/۳ و ۱۰/۱ درصد بیشتر از تیپ انجیلی-ممرز و ۵۵/۵ و ۳۰/۷ درصد بیشتر از تیپ بلوط-ممرز بود. اما بطور متوسط در افق‌های معدنی و آلی تیپ راش-ممرز با مقدار ۴/۶۸ درصد کربن دارای بیشترین مقدار کربن آلی بود (شکل A-۱). طبق اظهارات فیشر و بینکلی (۲۰۰۰) اساساً شدت تجزیه مواد آلی در وهله نخست به فعالیت میکروارگانیزم‌ها و به تبع آن عوامل متعددی از جمله شرایط آب و هوایی و به خصوص مقدار بارندگی و درجه حرارت محیط و علاوه بر آن به گونه‌های درختی که در یک منطقه رویش دارند مربوط می‌گردد. هانتوریا و همکاران (۱۹۹۹) به نقل از دای و هوانگ (۲۰۰۶) اظهار کردند که نوع پوشش گیاهی و توپوگرافی بر روی مقدار کربن آلی خاک تأثیر می‌گذارند.

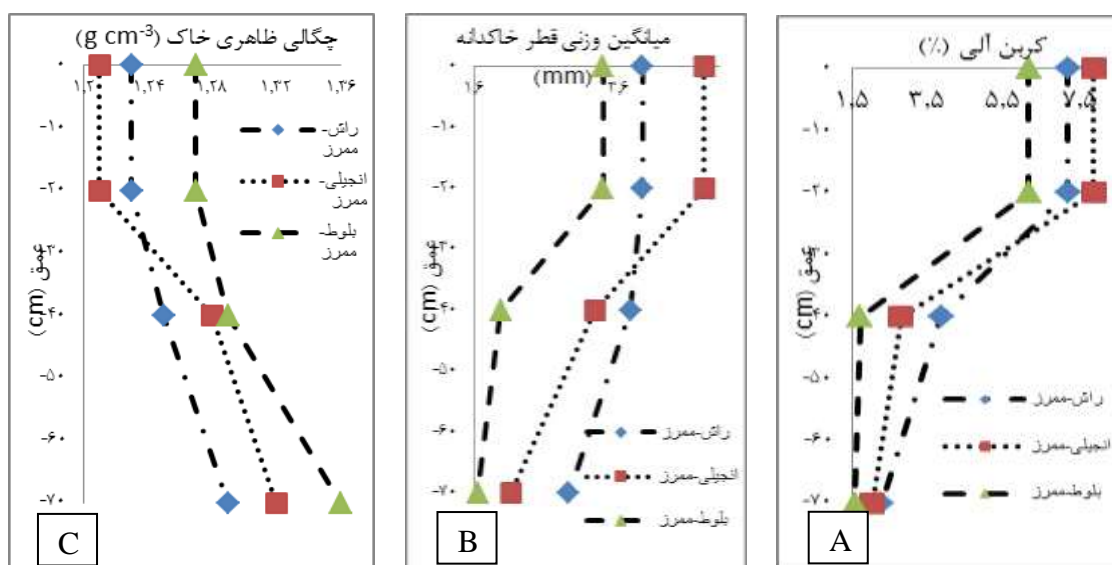
خاکدانه سازی و پایداری خاکدانه‌ها به طور قابل توجهی تحت تأثیر عمق نیمرخ خاک، مقدار کربن آلی افق‌ها و نوع تیپ جنگلی قرار داشت. مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه با افزایش عمق نیمرخ خاک (شکل B-۱) و کاهش درصد کربن آلی کاهش نشان داد (شکل A-۲). کاراواکا و همکاران (۲۰۰۴) و عمادی و همکاران (۲۰۰۹) همبستگی مثبتی بین مقدار کربن آلی و پایداری خاکدانه گزارش کردند. بر اساس پژوهش‌های دینل و همکاران (۱۹۹۷)، ماده آلی با پوشاندن سطح خاکدانه‌ها، سرعت مرطوب شدن آن‌ها را کاهش داده و از آن‌ها در برابر پدیده فروپاشی در آب محافظت می‌کند. فرانزلوبرز (۲۰۰۲) نیز نشان داد که افزودن ماده آلی به خاک باعث افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه در دو عمق ۰-۳ و ۱۲-۶ سانتیمتر شد و رابطه بین کربن آلی خاک و میانگین وزنی قطر خاکدانه یک رابطه غیر خطی بود.

میانگین وزنی قطر خاکدانه در تیپ‌های جنگلی متفاوت در افق B1 و B2 در سطح ۵ درصد از لحاظ آماری معنی‌دار شد. در افق A میانگین وزنی قطر خاکدانه در تیپ انجیلی-ممرز با مقدار ۴/۷۹ میلی‌متر به ترتیب ۱/۲۲ و ۱/۴۱ برابر بیشتر از تیپ‌های راش-ممرز و بلوط-ممرز بود. تیپ راش-ممرز در افق‌های B1 و B2 بیشترین میانگین وزنی قطر خاکدانه را داشت. متوسط وزنی قطر خاکدانه در افق B1 در سه تیپ راش-ممرز، انجیلی-ممرز و بلوط-ممرز به ترتیب ۳/۷۷، ۲/۲۷ و ۱/۶۶ میلی‌متر بود که در تیپ راش-ممرز ۳۹/۸۷ درصد بیشتر از تیپ انجیلی-ممرز و ۵۰/۷۴ درصد بیشتر از تیپ بلوط-ممرز بود. در افق B2 میانگین وزنی قطر خاکدانه در تیپ راش-ممرز به ترتیب ۲۷/۴۹ و ۳۲/۳ درصد بیشتر از این مقدار در تیپ‌های انجیلی-ممرز و بلوط ممرز بود.



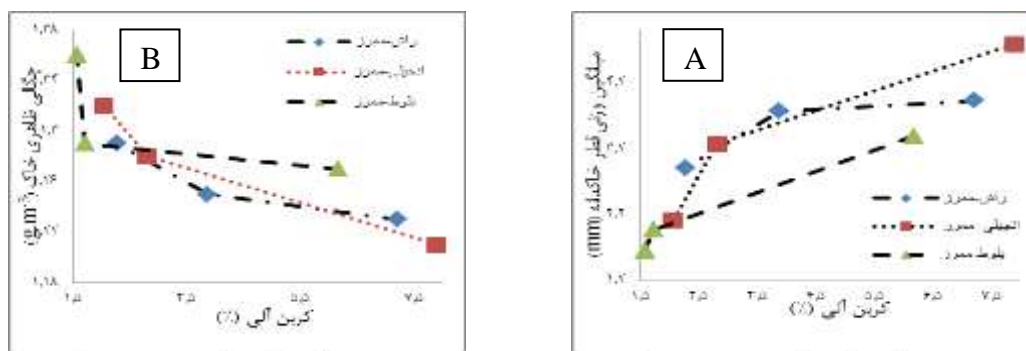
ماده آلی به تدریج ساختمان فیزیکی با تخلخل بیشتر را سبب شده و در نتیجه جرم معینی از خاک در حجم بیشتری تظاهر می‌نماید؛ به طوری که در خاک‌های آلی چگالی ظاهری تا حدود ۰/۱ مگا گرم بر متر مکعب کاهش می‌یابد (غازان شاهی، ۱۳۷۸). چگالی ظاهری خاک با افزایش عمق افزایش نشان داده است که این تغییر می‌تواند به دلیل کاهش کربن آلی با عمق باشد (شکل ۱-C) همچنین در خاک‌های جنگلی فعالیت بیشتر ریزجانداران سبب افزایش حفرات شده و لاشبرگ‌ها و بقایای گیاهی جمع شده در سطح خاک بکر از فشرده شدن خاک در اثر اصابت قطرات باران به خاک جلوگیری می‌کند. پاگت و لال (۲۰۰۵) نیز در مطالعه خود در یک خاک مالی سول در اوهایو افزایش مقدار چگالی ظاهری خاک را با افزایش عمق نیمرخ گزارش کردند.

تغییرات چگالی ظاهری خاک در افق سطحی A نسبت به تیپ جنگلی معنی‌دار شده به طوری که بیشترین مقدار آن در تیپ جنگلی بلوط-ممرز با مقدار ۱/۲۷ و کمترین مقدار آن در تیپ انجیلی-ممرز با مقدار ۱/۲۱ مشاهده شد. در این افق مقدار کربن آلی در تیپ بلوط-ممرز ۲۱/۸ درصد کمتر از مقدار کربن در تیپ انجیلی-ممرز بود که می‌توان این افزایش چگالی ظاهری در تیپ بلوط-ممرز را به مقدار کربن آلی آن نسبت داد. با توجه به مقدار کربن آلی در هر تیپ جنگلی و همچنین ارتفاع می‌توان اظهار کرد که با افزایش مقدار کربن آلی، چگالی ظاهری خاک کاهش یافت. همان‌طور که در شکل ۲-B دیده می‌شود چگالی ظاهری خاک با کاهش مقدار کربن آلی با افزایش عمق نیمرخ خاک کاهش داشت.



شکل ۱- نمودار تغییرات A- مقدار کربن آلی، B- میانگین وزنی قطر خاکدانه، C- چگالی ظاهری خاک با عمق در

تیپ‌های جنگلی متفاوت



شکل ۲- نمودار تغییرات A- میانگین وزنی قطر خاکدانه و B- چگالی ظاهری خاک با تغییرات کربن آلی در تیپ‌های جنگلی متفاوت

منابع

جعفری حقیقی م، ۱۳۸۲. روش‌های تجزیه خاک. انتشارات ندای ضحی. تهران.
غازان شاهی ج، ۱۳۸۷. خاک و روابط آن در کشاورزی. انتشارات کارنو تهران، تهران.
ملکوتی، م، ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی، چاپ اول.

Batjes NH, 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil science* 47: 151-163.

Caravaca F, Lax A and Albaladejo J, 2004. Aggregate stability and carbon characteristics of particle- size fractions in cultivated and forested soils of semiarid Spain. *Soil and Tillage Research* 83-90.

Dai W and Huang Y, 2006. Relation of soil organic matter concentration to climate and altitude in zonal soils of Chin. *Catena* 65: 87- 94.

Dinel H, Righi D, Hardy M and Jambu P, 1997. Neutral lipids and structural stability of physically degraded soils. *Agrochimica* 41: 97-108.

Emadi M, Baghernejad M and Memarian HR, 2009. Effect of land use change on soil fertility characteristics within water-stable aggregates of two cultivated soils in Northern Iran. *Land Use Policy* 26: 452-457.

Fisher RF, Binkley D, 2000. *Ecology and Management of Forest Soils*. (Third edition). John Wiley and Sons. INC, 489 pp.

Franzluebbers AJ, 2002. Water infiltration and soil structure related to organic matter and is stratification with depth. *Soil Tillage Research* 66: 197-205.

Hantoria C, Rodriguez-Murillo JC and Saa A, 1999. Relationships between soil organic carbon and site characteristics in peninsular Spain. *Soil Science Society of America Journal* 63: 614-621.

Phkul JL, Osborne Sh, Ellsbory M and Riedell W, 2007. Particulate organic matter and water stable aggregation of soil under contrasting management. *Soil and Water Management and Conservation* 71: 766-776.

Puget P and Lal R, 2005. Soil organic carbon and nitrogen in a Mollisol in central Ohio as affected by tillage and land use. *Soil and Tillage Research* 80: 201-21.

Soil Survey Staff. 2004. *Soil Survey Laboratory Method Manual*. Soil Survey Investigation Report No. 42, Version 30.



بررسی اثر توپوگرافی و نوع پوشش جنگلی بر مقدار ذخیره کربن آلی و ازت کل در اجزا معدنی خاک

زهرا فهیم^۱، محمدمیر دلاور^۲، احمد گلچین^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.

۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

۳- استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

مقدمه

در میان خصوصیات خاک ماده آلی خاک مهم‌ترین مولفه اکوسیستم‌های خاکی است و هر تغییری در فراوانی ترکیب آن اثرات اساسی بر روی ویژگی‌های زیادی از فرآیندهایی که در هر اکوسیستم رخ می‌دهد خواهد داشت (Batjes, 1996). هوموس بخشی از ماده آلی خاک است که توسط ریزجانداران به اندازه‌ای مورد تجزیه قرار گرفته، که منشا آن مشخص نیست و به شکل نسبتاً پایدار تبدیل شده است (Christensen, 2004). خاک به عنوان منبع یا مخزنی برای کربن اتمسفری می‌تواند با مهار تولید دی اکسید کربن از پدیده گلخانه‌ای جلوگیری کند (Lal, 2007). توریون و همکاران (۲۰۰۹)، با مطالعه بر روی تاثیر متوسط سالانه بارندگی بر روی تجمع کربن آلی خاک در جنگل‌های بلوط مشاهده کردند که تجمع کربن آلی خاک و تشکیل کربن آلی خاک بروی خصوصیات فیزیکی خاک نیز اثر می‌گذارد. یک ارتباط قوی و مستقیم بین خاکدانه‌های خاک و غلظت SOC وجود داشت. افزایش میزان کربن آلی خاک باعث افزایش خاکدانه‌های خاک شده و این خاکدانه‌ها از کربن آلی محافظت کرده و سرعت تجزیه آن را کاهش می‌دهند.

مواد و روش‌ها

جنگل خیرودکنار واقع در استان مازندران و در فاصله ۷ کیلومتری شرق نوشهر بین $27^{\circ} 36'$ تا $40^{\circ} 36'$ عرض شمالی و $32^{\circ} 51'$ تا $43^{\circ} 51'$ طول شرقی قرار دارد. جوامع جنگلی تفکیک شده شامل جامعه راشستان، جامعه بلوط- ممرزستان، جامعه انجیلی- ممرزستان، جامعه نمدار- شمشادستان و جامعه افراستان می‌باشد. به منظور نمونه‌برداری از خاک ابتدا با توجه به مطالعات موجود در خصوص جوامع جنگلی و تغییرات از ارتفاع صفر تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا با فاصله ۱۰۰ متر نسبت به حفر پروفیل و مطالعه ویژگی‌های مورفولوژیکی در هر یک از جوامع اقدام گردید. حتی الامکان سعی گردید پروفیل‌های مطالعه شده در یک جهت قرار گرفته تا تأثیر جهت شیب برای همه آنها یکسان باشد. نمونه‌های مقاطع مطالعه شده و نمونه‌های سطحی جمع‌آوری شده به آزمایشگاه ارسال شدند. تفکیک ترکیبات آلی- معدنی اولیه (ذرات هم اندازه شن، سیلت و رس)، با استفاده از دستگاه فراصوت به مدت ۷ دقیقه بر روی ۳۰ گرم خاکدانه در اندازه $4/75$ تا ۶ میلی‌متر انجام شد. سپس سوسپانسیون مورد نظر، از الک 0.53 / میلی‌متر عبور داده شد تا ذرات شن و مواد آلی ذره ای (POM) از آن جدا گردد. با توجه به قانون استوکز از روش رسوب و سیفون برای جداسازی ذرات رس از سیلت استفاده گردید (Bronick & Lal, 2005). پس از تفکیک فیزیکی ماده آلی خاک، کربن به روش اکسیداسیون مرطوب و ازت آلی به روش هضم در اسید در ذرات هم اندازه رس، سیلت و شن اندازه‌گیری شد.

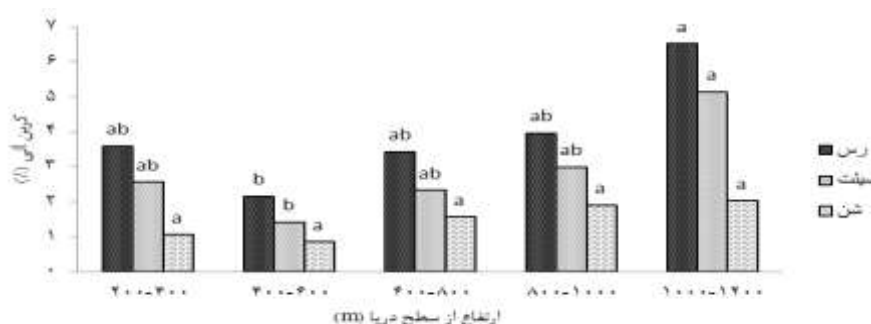


نتیجه گیری

اثر ارتفاع، تیپ جنگلی و عمق بر کربن آلی پیوند یافته با ذرات اولیه خاک در ذرات رس و سیلت در سطح آماری ۵ درصد معنی دار شد. ذرات هم اندازه رس، بیشترین و ذرات هم اندازه شن، کمترین درصد کربن آلی را داشتند. بالا بودن درصد کربن آلی رس نسبت به سیلت و شن به دلیل کم بودن تهویه و ریز بودن خلل و فرج ذرات رس خاک و در نتیجه تجزیه کمتر ماده آلی می باشد. از طرف دیگر به علت بالا بودن سطح ویژه رس ها، ماده آلی جذب آنها شده و از طرف دیگر آنزیم های تجزیه کننده میکروبی را نیز جذب و غیرفعال می کنند، در نتیجه درصد کربن پیوند یافته با ذرات رس بیشتر از سیلت و شن می باشد، این نتایج با نتایج بالابان و پلنت (۲۰۰۴) در خصوص ذخیره کربن در خاک های سیلتی نتایج مشابه این نتایج را گزارش کردند. کریستنسن (۱۹۹۶)، گزارش کرد که با افزایش سطح ویژه ذرات، میزان جذب سطحی نیز افزایش می یابد. از این رو در خاک رسی، میزان جذب و تثبیت مواد آلی افزایش یافته به طوری که با افزایش درصد رس، درصد ماده آلی خاک نیز افزایش یافته است.

تغییرات ارتفاعی اثر معنی داری بر کربن آلی پیوند یافته با ذرات رس و سیلت داشته (شکل ۱). به طوری که مقدار کربن آلی در ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ متر و در افق های A و B2 بیشترین مقدار را در هر دو جزء رس و سیلت داشته است. پایین ترین مقدار کربن آلی نیز در ارتفاع ۴۰۰ تا ۶۰۰ متر مشاهده شد. دلیل پایین تر بودن مقدار کربن آلی در ارتفاع ۴۰۰ تا ۶۰۰ متر به نوع خاک مربوط می شود. به طوری که در ارتفاعات ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ متر خاک ها شامل خاک های آلفی سول با افق آرچلیک خیلی ضخیم و عمیق و خاک در ناحیه ارتفاعات ۴۰۰ تا ۶۰۰ متر از نوع مالی سول می باشد.

درصد کربن آلی در بخش رس در افق B1 و در بخش سیلت در افق B2 نسبت به تیپ جنگلی معنی دار شد. بیشترین و کمترین مقدار کربن آلی در افق های معدنی در بخش رس به ترتیب در تیپ جنگلی راش - ممرز با مقدار ۱/۹۳ درصد و در تیپ بلوط - ممرز با مقدار ۰/۸۹ درصد مشاهده شد.

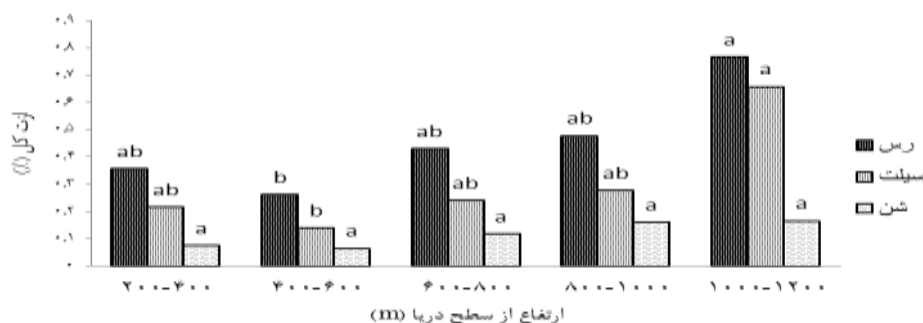


شکل ۱- مقدار کربن آلی افق A در ذرات اولیه خاک در ارتفاع های مختلف

اثر تغییرات عمق و ارتفاع بر درصد نیتروژن کل بخش رس، سیلت و شن در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد. به طوری که روند تغییرات نیتروژن کل پیوند یافته با ذرات اولیه خاک در شیب ارتفاعی و تغییرات عمق مشابه تغییرات کربن بود. بیشترین درصد نیتروژن کل در ذرات هم اندازه رس و در ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ متر (۰/۷۶۵)



درصد) و کمترین مقدار آن در ارتفاع ۴۰۰ تا ۶۰۰ متر از سطح دریا (۰/۰۴۲) در افق‌های زیرین در بخش شن دیده شد (شکل ۲). به طور کلی درصد نیتروژن کل رس بیشتر از سیلت و شن بدست آمد. بونیتو و همکاران (۲۰۰۳) در نتایج تحقیق خود که در یک جنگل پهن برگ در آمریکا انجام دادند اظهار داشتند که ارتفاع از سطح دریا بر مقدار معدنی شدن ازت تاثیر بسیار مهم و معنی‌داری داشته، آنها بیشترین مقدار نیتروژن معدنی را در ارتفاع ۱۵۰۰ متر گزارش نمودند.



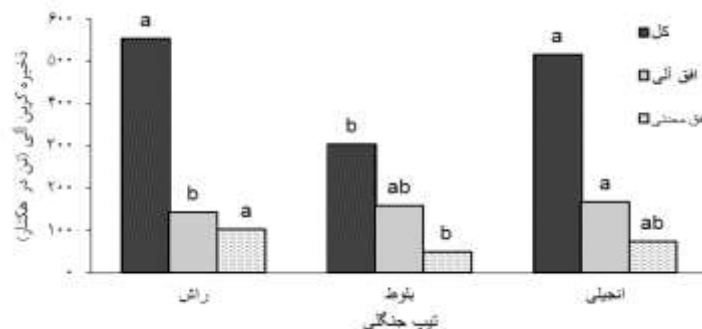
شکل ۲- مقدار ازت آلی افق A در ذرات اولیه خاک در ارتفاع‌های مختلف

به طور کلی نسبت C/N در ذرات هم اندازه رس کمتر از ذرات هم اندازه سیلت و شن بود. با افزایش عمق این نسبت در ذرات اولیه کاهش یافت. بسیاری از پژوهش‌ها نشان می‌دهند که بین مقادیر کربن و نیتروژن خاک با نوع بقایای اضافی رابطه قوی وجود دارد و نسبت کربن به نیتروژن (C/N)، فاکتور مناسبی برای تخمین شدت تجزیه ماده آلی است (Havlin et al., 1990). بر اساس گزارش کریستنسن (۲۰۰۴)، ذرات رس نیتروژن بیشتری نسبت به کربن دارند، این در حالی است که در ذرات هم اندازه سیلت این روند بر عکس بوده و مقدار نیتروژن در این جزء از کربن، بیشتر است. نسبت C/N در ذرات خاک نسبت به تیپ گیاهی معنی‌دار نشد، اما نسبت به ارتفاع از سطح دریا در افق A و در بخش رس و سیلت معنی‌دار شد. نتایج نشان داد که که بیشترین مقدار C/N در بخش رس، سیلت و شن در ارتفاع ۲۰۰ تا ۴۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. آلیسون و جاسترو (۲۰۰۶) نیز در بررسی درصد کربن، نیتروژن و نسبت C/N در ذرات سیلت و رس به نتایج مشابهی رسیدند، آنها اظهار داشتند که نسبت C/N در ذرات هم اندازه رس ۱۰/۲ و در ذرات هم اندازه سیلت ۱۱/۷ می‌باشد. ماده آلی همراه با ذرات هم اندازه شن نسبت C/N بسیار بیشتر از ذرات رس و سیلت بود.

اختلاف معنی‌داری در مقدار ظرفیت ذخیره کربن در تیپ‌های جنگلی مورد مطالعه وجود داشت. مقدار ذخیره کربن در افق‌های آلی در تیپ جنگلی انجیلی- ممرز بیشترین مقدار و در تیپ راش- ممرز کمترین بوده است این در حالی است که در افق‌های معدنی تیپ راش بیشترین مقدار ذخیره کربن مشاهده شده است (شکل ۳). مقدار کل ذخیره کربن (آلی + معدنی) در خاک‌های تحت پوشش راش- ممرز بیشتر از انجیلی و بلوط بوده است. بر اساس مطالعات مورفولوژیکی و نتایج آزمایشگاهی خاک‌های مطالعه شده در جامعه انجیلی- ممرز در رده مالی سول و خاک‌های جوامع راش- ممرز و بلوط- ممرز در رده آلفی سول طبقه‌بندی شده‌اند. بالا بودن میزان کربن آلی در افق سطحی در جامعه انجیلی- ممرز ارتباط مستقیم با تجمع ماده آلی در افق مولیک در این



خاک‌ها دارد، این در حالی است که در جوامع راش- ممرز و بلوط-ممرز تشکیل کمپلکس بین رس و هوموس انتقالی از افق‌های رویین باعث افزایش میزان کربن آلی اندازه‌گیری شده در این تیپ جنگلی شده است،



شکل ۳- مقدار ذخیره کربن آلی در افق‌های آلی و معدنی تیپ‌های جنگلی مورد مطالعه

منابع

- Allison SD and Jastrow JD, 2006. Activities of extracellular enzymes in physically isolated fractions of restored grassland soils. *Soil Biology and Biochemistry* 38: 3245-3256.
- Balabane M and Plante AF, 2004. Aggregation and carbon storage in silty soil using physical fractionation techniques. *European Journal Soil Science* 55: 415- 427.
- Batjes NH, 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world, *European Journal Soil Science* 47: 151-163.
- Bonito GM, Coleman DC, Haines BL and Cabera ML, 2003. Can nitrogen budgets explain differences in soil nitrogen mineralization rates of forest stands along an elevation gradient?. *Forest Ecology and Management* 176: 563-574.
- Bronick GL and Lal R, 2005. Manuring and rotation effect on soil organic carbon concentration for different aggregate size fractions on two soils northeastern Ohio, USA. *Soil and Tillage Research* 81: 239-252.
- Christensen BT, 1996a. Carbon in primary and organo-mineral complexes. In: Strure and Organic Matter Storage in Agricultural Soil. Carter MR and Stewart BA. (Eds). *Adv. Soil Science*. CRC Lewis Publishers, Boca Raton FL 97-165.
- Christensen BT, 2004. Physical fractionation of soil and structural and function complexity in organic matter turn over. *European Journal Soil Science* 52: 345-353.
- Havlin JL, Kissel DL, Maddox LD, Classen MM and Long JH, 1990. Crop rotation and tillage effects on soil carbon and nitrogen *Soil Science Society American journal* 54: 448-452.
- Lal R. 2007. Soil science and the carbon civilization. *Soil Science Society American journal* 71: 1425- 1437.
- Turrion MB, Schneider K and Gallardo JF, 2009. Carbon accumulation in umbrisols under *Quercus Pyrenaica* forests: effect of bedrock and annual precipitation. *Catena* 79: 1-8.



بررسی رابطه خصوصیات خاک و پراکنش گونه‌های گیاهی با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

زهرا فهیم^۱، محمدمیر دلاور^۲

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.

۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.

مقدمه

اکوسیستم‌های جنگلی به دلیل شرایط خاص فیزیکی و محیطی حاکم بر آن‌ها به شدت تحت تأثیر عوامل تشکیل دهنده اکوسیستم قرار دارند، بنابراین شناخت روابط موجود بین این عوامل تأثیر به‌سزایی در مدیریت و برنامه‌ریزی دارد که این مهم جز با بررسی روابط بین گونه‌های گیاهی و عوامل مؤثر در استقرار آنها حاصل نخواهد شد (FAO, 2007). از بین عوامل محیطی، خاک یکی از مهم‌ترین عواملی است که در پراکنش و تراکم پوشش گیاهی نقش عمده‌ای دارد. در واقع خصوصیات خاک برآیند اثرات دیگر عوامل محیطی در طول زمان هستند. همبستگی شدید و ارتباط تنگاتنگ بین پوشش گیاهی و خاک به گونه‌ای است که تغییر در وضعیت هر کدام، تأثیر شدیدی بر دیگر کارکردهای اکوسیستم می‌گذارد (Diaz-pines et al., 2011). سرمیدان و جعفری (۱۳۸۰) و صالحی و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که ماده آلی عامل اصلی ایجاد و تشکیل ساختمان خاک بوده و نقش مهمی در پراکنش گونه‌های درختی بازی می‌کند. باروج (۲۰۰۵) نیز عوامل حاصلخیزی خاک را مهم‌ترین ویژگی خاک در تفکیک تیپ‌های گیاهی بیان نمودند. با توجه به موارد مذکور می‌توان بیان کرد که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک هر کدام به نحوی در استقرار، رشد و پراکنش گونه‌های گیاهی نقش دارند. هدف اصلی این تحقیق بررسی روابط پوشش گیاهی با خصوصیات خاک و تعیین مهم‌ترین خصوصیات خاکی مؤثر در تفکیک تیپ‌های رویشی منطقه می‌باشد تا سرانجام بتوان با شناخت روابط حاکم و تعمیم نتایج حاصل در مناطق مشابه، راه حل‌های معقولی در زمینه اصلاح و توسعه جنگل ارائه داد.

مواد و روش‌ها

جنگل خیرودکنار واقع در استان مازندران و در فاصله ۷ کیلومتری شرق نوشهر بین $27^{\circ} 36'$ تا $40^{\circ} 36'$ عرض شمالی و $32^{\circ} 51'$ تا $43^{\circ} 51'$ طول شرقی قرار دارد. مقدار بارندگی سالیانه منطقه $1354/5$ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه $15/9$ درجه سانتیگراد می‌باشد. جوامع گیاهی با تیپ‌های گیاهی تفکیک شده در جنگل خیرودکنار نوشهر شامل جامعه راشستان، جامعه بلوط- ممرزستان، جامعه انجیلی- ممرزستان، جامعه نمدار- شمشادستان و جامعه افراستان می‌باشد.

به منظور مطالعه خاک و جمع‌آوری نمونه‌های لازم از ارتفاع ۱۸ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا با توجه به نوع پوشش و تغییرات ارتفاع (هر ۱۰۰ متر) به حفر پروفیل و جمع‌آوری نمونه‌های سطحی خاک اقدام گردید. نمونه‌های جمع‌آوری شده به آزمایشگاه ارسال و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آنها شامل بافت خاک، واکنش خاک، هدایت الکتریکی، آهک، مواد آلی، وزن مخصوص ظاهری، میانگین وزنی قطر خاکدانه اندازه‌گیری گردید (SSS, 2004).



پس از انجام آزمایشات، مهم‌ترین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خاک در تجزیه و تحلیل آماری به‌کار گرفته شدند. جهت تجزیه و تحلیل‌های آماری از دو روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی یا PCA با کمک نرم افزار PC-ORD و روش تجزیه واریانس ANOVA استفاده گردید.

نتایج

با توجه به جدول ۱ که نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی را برای خصوصیات خاک در ۳ رویشگاه مختلف نشان می‌دهد، مؤلفه اصلی اول و دوم به ترتیب ۳۰/۹ درصد و ۲۳/۳ درصد از تغییرات پوشش گیاهی را توجیه می‌کنند. با توجه به همبستگی متغیرها با مؤلفه‌ها، مؤلفه اصلی اول شامل خصوصیتی از قبیل مقدار کربن آلی خاک، میانگین وزنی قطر خاکدانه و دانسیته توده خاک و مؤلفه دوم شامل خصوصیتی از قبیل درصد رس و درصد سیلت خاک هستند و با این خصوصیات همبستگی بالایی دارند. با توجه به این‌که مؤلفه اول تقریباً ۴۰ درصد از تغییرات را توجیه می‌کند، بنابراین در منطقه مورد مطالعه مهم‌ترین عامل تفکیک تیپ‌های رویشی درصد کربن آلی خاک و خصوصیات وابسته به آن است (جدول ۲).

جدول ۱- مقادیر برخی از مهم‌ترین خروجی‌های حاصل از اجرای روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

درصد واریانس و مقادیر ویژه برای محورهای ۱ تا ۹			
محورها	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی	مقدار ویژه
۱	۳۰/۹	۳۰/۹	۴/۲
۲	۲۳/۳	۵۴/۲	۳/۲۵
۳	۱۴/۶	۶۸/۸	۲/۰۴
۴	۱۱/۷	۸۰/۵	۱/۶۴

جدول ۲- مقادیر بردارهای ویژه برای محورهای ۱ و ۲ در مورد خصوصیات خاک

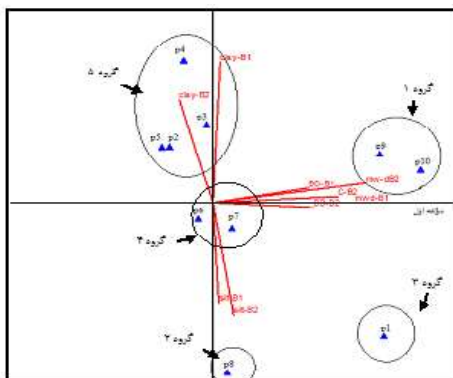
خصوصیات خاک	خصوصیات افق اول		خصوصیات افق دوم	
	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه اول	مؤلفه دوم
واکنش خاک	۰/۰۲۹۳	-۰/۰۲۱۷	۰/۰۶۰۶	۰/۰۸۴۱
درصد رس	۰/۰۹۵۰	-۰/۵۰۳۶	۰/۲۱۱۱	۰/۴۳۳۱
درصد سیلت	۰/۰۸۴۴	-۰/۴۲۵۷	۰/۱۶۵۵	-۰/۴۵۰۰
درصد کربن آلی	۰/۲۳۴۳	۰/۱۴۳۸	۰/۴۰۵۹	۰/۱۰۵۰
میانگین وزنی قطر خاکدانه	۰/۴۳۲۵	-۰/۰۱۳۱	۰/۴۴۸۰	۰/۱۸۵۶
دانسیته توده خاک	۰/۳۵۵۱	۰/۱۶۲۸	۰/۳۶۴۴	-۰/۰۹۲۳
رس قابل انتشار	۰/۰۱۹۷	-۰/۰۳۶۴	۰/۰۲۲۳	۰/۰۲۵۱

شکل ۱ پراکنش رویشگاه‌های مختلف را بر اساس خصوصیات خاک بررسی شده در این تحقیق نشان می‌دهد. بر این اساس می‌توان بیان نمود که تغییرپذیری این عوامل بدین معنی است که در نقاط مختلف منطقه مورد مطالعه خاک‌هایی با خصوصیات خیلی متفاوت وجود داشته و اختلاف و تغییرات این خصوصیات در بین این مناطق و خاک‌ها معنی‌دار است.

الف) گروه ۱: رویشگاه تیپ راش-ممرز را تشکیل می‌دهد. این تیپ بر روی اراضی کوهستانی نم‌خانه و در ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ متر قرار دارد. با توجه به وضعیت این رویشگاه نسبت به تیپ‌های دیگر در نمودار رسته‌بندی، حضور این گونه با افزایش مقدار کربن آلی خاک رابطه مستقیم و قوی دارد.



بیشترین مقدار کربن آلی و میانگین وزنی قطر خاکدانه در دو افق اول و دوم مربوط به این گروه است که به ترتیب مقدار کربن آلی بین ۴/۶ تا ۷/۵ درصد و مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه بین ۳/۶ تا ۴/۶ میلی متر تغییر می کنند. متوسط مقدار دانسیته توده خاک محاسبه شده برای این گروه ۱/۲۸ است که کمترین مقدار دانسیته بدست آمده در بین گروه های مختلف است.



شکل ۱- نمودار پراکنش نیمرخ های مطالعه شده در ارتباط با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

ب) گروه ۲: شامل تیپ رویشی بلوط-ممرز است که روی اراضی کوهستانی نم‌خانه و در ارتفاع ۱۱۰۰ متر از سطح دریا مشاهده می شوند. این گروه تحت تأثیر بافت خاک بوده و حضور گونه های موجود در این گروه با افزایش درصد سیلت خاک و کاهش درصد رس خاک رابطه مستقیم دارد.

ج) گروه ۳: این گروه شامل تیپ انجیلی-ممرز است. با توجه به وضعیت رویشگاه این تیپ درختی که در ربع چهارم محورهای مختصات قرار دارد، حضور گونه مذکور با مقدار کربن آلی خاک رابطه مستقیم دارد، ولی رابطه آن با کاهش درصد رس خاک قوی تر است.

مقدار کربن آلی، مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه و مقدار دانسیته توده خاک در این تیپ رویشی به ترتیب ۲/۸ درصد، ۳/۱ میلی متر و ۱/۳۷ گرم بر سانتی متر مکعب است. مقدار سیلت در این گروه ۳۲/۵ درصد است که بیشتر از مقدار درصد سیلت در گروه ۱ بوده و این نشان دهنده رابطه قوی تر این گروه با افزایش درصد سیلت است.

گروه ۴: شامل تیپ رویشی راش-ممرز است. با توجه به وضعیت رویشگاه های این تیپ در نمودار رسته بندی که تقریباً در نزدیک محل تقاطع محورهای مختصات قرار گرفته اند می توان گفت که ظهور این گونه در این ارتفاع از سطح دریا کمتر تحت تأثیر خصوصیات خاک بودند. تیپ راش-ممرز در این ارتفاع (۷۰۰ تا ۸۵۰ متر) با افزایش درصد کربن آلی خاک و کاهش درصد رس رابطه ضعیف تری دارد. دلیل تفکیک تیپ راش-ممرز به دو گروه ۱ و ۴ را می توان ارتفاع از سطح دریا بیان کرد. خواستگاه این تیپ در منطقه مطالعاتی در ارتفاعات ۹۰۰ تا ۱۴۰۰ متر از سطح دریا است (متاجی، ۱۳۸۲)

گروه ۵: شامل رویشگاه های بلوط-ممرز و انجیلی-ممرز است. با توجه به موقعیت این گروه در شکل ۱، می توان چنین نتیجه گرفت که پیدایش این گروه با افزایش درصد رس و سنگین شدن بافت خاک همبستگی شدید دارد و همبستگی ضعیفی با درصد کربن آلی خاک نشان می دهد.



نتایج مطالعه کوچ (۲۰۰۸) در جنگل‌های خانیکان با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که اولین محور با متغیرهای حاصلخیزی و دومین محور با متغیرهای فیزیکی خاک بالاترین همبستگی را دارا می‌باشند. فیشر و بینکلی (۲۰۰۰) بافت خاک را اساسی‌ترین ویژگی فیزیکی که تأثیر بسیار زیادی در افتراق پوشش‌های گیاهی در یک اکوسیستم دارد، می‌دانند. اختلاف نتایج (در برخی موارد) را می‌توان این نکته دانست که ظهور و استقرار گونه‌های مختلف درختی و شکل‌گیری یک تیپ و ترکیب درختی به عوامل متعددی از جمله عوامل آب و هوایی، شدت و مقدار نور، خصوصیات خاک، عوامل زنده متعدد، شرایط توپوگرافی و بسیاری از عوامل دیگر بستگی دارد (Diaz-pines et al., 2011).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج بدست آمده مشخص می‌گردد که تعدادی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و نوع خاک‌ها در نقاط مختلف منطقه مورد مطالعه تغییر پذیری قابل توجهی نشان می‌دهند. بر اساس نتایج حاصل از اجرای روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی از میان خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک درصد کربن آلی خاک، میانگین وزنی قطر خاکدانه، دانسیته توده خاک، درصد رس و درصد سیلت در افق‌های سطحی و زیرین از مهم‌ترین و معنی‌دارترین خصوصیات قابل تغییر در بین نیمرخ‌های حفر شده در منطقه بودند که تأثیر معنی‌داری بر روی پیدایش گونه‌های درختی مختلف در منطقه داشتند.

منابع

- سرمدبان، ف. و جعفری، م.، ۱۳۸۰. بررسی خاک‌های جنگلی ایستگاه تحقیقاتی- آموزشی دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران (خبرودکنار-نوشهر). مجله منابع طبیعی ایران، ویژه‌نامه سال ۱۳۸۰، ۱۰۳ صفحه.
- متاجی، الف.، ۱۳۸۲. طبقه‌بندی رویشگاه بر اساس جوامع گیاهی، ساختار توده و وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک در جنگل‌های طبیعی. رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی.
- Baruch Z, 2005. Vegetation- environment relationships and classification of the seasonal savannas in Venezuela. *Journal of Flora* 200: 49-64.
- Diaz-Pinés E, Rubio R, Van Miegroet H, Montes Fand Benito M, 2011. Does tree species composition control soil organic carbon pools in Mediterranean mountain forests?. *Forest Ecology and Management* 261 (12): 2177- 2255.
- FAO, 2007. State of the world's forests. FAO, Rome.
- Fisher RF and Binkley D, 2000. Ecology and Management of Forest Soils. (Third edition). John Wiley and Sons. INC, 489 pp.
- Kooch Y, Jalilvand H, Bahmanyar MA and Pormajidi B, 2008. The use of principal component analysis in studying physical, chemical and biological soil properties in southern Caspian forests. *Pakistan. Journal Biological Sciences* 11 (3): 366- 372.
- salehi A, Zahedi amiri GH, Burslem DFRP and Swaine MD, 2007. Relationships between tree species composition, soil properties and topographic factors in a temperate deciduous forest in northern Iran. *Asian Journal of plant sciences* 6 (3): 455- 462.
- Soil Survey Staff, 2010. Key to soil taxonomy, 11th ed, USDA, Natural Resource Conservation Service, Washington, DC.



احتیاط در مصرف بی رویه کودهای فسفوری در خاک های سبک و ارزیابی نتایج بر تولید محصولات جالیزی و حفظ پایداری خاک

جواد سرحدی^۱، مهری شریف^۲

۱- عضو هیئت علمی خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت و کهنوج

۲- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت و کهنوج

مقدمه

فسفر یکی از عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاهان به حساب می آید. این عنصر نقش منحصر بفردی در ذخیره و انتقال انرژی دارد و کمبود آن باعث کاهش عملکرد می گردد (سالاردینی، ۱۳۷۰، Fohse *et al.*, 1991., Antinio and Mellanno, 1996). حرکت فسفر بسوی ریشه اصولاً توسط پخشیدگی صورت می گیرد و جزء کوچکی از فسفر داده شده به خاک در سال اول توسط گیاه بازیافت می شود و بخش عمده آن در خاک تجمع می یابد که به آن فسفر باقیمانده گفته می شود که بتدریج می تواند مورد استفاده قرار گیرد بطوریکه در بعضی خاکها پس از یکبار مصرف کودهای فسفر تا چند سال نیاز به کاربرد مجدد آنها نیست و در صورت اضافه کردن فسفر، گیاه یا عکس العمل نشان نمی دهد و یا واکنش گیاه قابل توجه نیست (سالاردینی و مجتهدی، ۱۳۶۷، قنبری، ۱۳۷۱). با توجه به نقش حیاتی این عنصر در رشد گیاهان لازم است مقدار کافی از فسفر در اختیار گیاه گذاشته شود و از طرفی مصرف مداوم کودهای فسفردار منجر به تجمع مقادیر قابل توجه فسفر در بعضی از خاکها می شود که هم از لحاظ اقتصادی و هم از لحاظ خودپرووری آبهای سطحی و ایجاد کمبود عناصر غذایی کم مصرف کاتیونی مخصوصاً روی و آهن در محصولات دارای اهمیت ویژه ای است (Bremner, 1965., George and Louchli, 1985., Pasicha *et al.*, 1986., Loganathan and Sutton, 1987). این تحقیق جهت بررسی تأثیر مقادیر مختلف فسفر بر کمیت و کیفیت محصول خیار در اراضی با بافت سبک و متوسط صورت گرفت. تحقیقات نشان داده است که در خاک های سبک به علت پایین بودن ظرفیت جذب سطحی فسفر باید حد بحرانی این عنصر بجای ۱۵ پی پی ام (برای خاکهای متوسط) حدود ۱۰ پی پی ام در نظر گرفته شود ضمن این که خاک های منطقه از نظر ماده آلی که نقش مثبتی بر قابلیت استفاده ی آهن و روی برای گیاه دارد، ضعیف می باشند (سرحدی، ۱۳۷۷، Challa and Roman, 1984). بر اساس همین نظریه و نیز با توجه به اینکه اراضی سبک منطقه جیرفت و کهنوج زیر کشت محصولات جالیزی بخصوص خیار و هندوانه قرار می گیرد و کشاورزان کودهای فسفره را بدون در نظر گرفتن حد بحرانی این عنصر، به مقداری که برای خاکهای با بافت متوسط لازم است، مصرف می نمایند که این باعث کاهش عملکرد و پایین آمدن کیفیت میوه از نظر عناصر مفیدی نظیر آهن و روی می شود. این تحقیق جهت روشن کردن موضوع در دو منطقه جیرفت و کهنوج بر روی محصول خیارسیز انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش به صورت بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار بر روی محصول خیارسیز در خاک های با بافت متفاوت صورت گرفت (جدول ۱). تیمارهای این تحقیق شامل پنج سطح ۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۵۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات در هکتار بود. سیستم کشت مثل عرف محل بود و سایر عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک به



خاک اضافه گشت. پس از پایان آزمایش میزان عملکرد، غلظت روی و آهن میوه خیارسبز اندازه گیری شد و اعداد خام مورد تجزیه آماری قرار گرفت.

جدول ۱. برخی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد آزمایش قبل از کاشت

خصوصیات	واحد	خاک عنبرآباد	خاک جهاد آباد
بافت	-	لوم	شن لومی
پ هاش	-	8.2	8.1
فسفر	mg/kg	6.8	3
پتاسیم	mg/kg	230	133
شوری	ds/m	2.1	0.85

* ارقامی که در هر ستون در یک حرف مشترک هستند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی داری ندارد.

نتایج

نتایج مربوط به اثر فسفر بر عملکرد خیارسبز در جدول ۲ نشان داده شده است. مقایسه میانگین عملکرد خیارسبز (جدول ۲) نشان می دهد که در خاک عنبرآباد با افزایش سطوح کودهای فسفره تا سطح ۲۵۰ کیلوگرم عملکرد نسبت به شاهد افزایش معنی داری دارد و در سطوح بالاتر کاهش می یابد؛ همچنین در خاک جهادآباد که سبک تر است عملکرد تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار افزایش یافته و در سطوح بالاتر به شدت کاهش یافته است که این امر به دلیل افزایش فسفر محلول و کاهش ظرفیت جذب سطحی فسفر در این خاک می باشد و این روند کاهش در هر دو خاک در سال بعد شدیدتر می باشد. بنظر می رسد در خاک هایی که مقدار شن زیاد است، مقدار ذرات کلوئیدی (معدنی و آلی) ناچیز می باشد، لذا افزایش فسفر به خاک باعث افزایش سریع غلظت این عنصر در محلول خاک شده که علاوه بر اینکه جذب عناصر کم مصرف از جمله آهن و روی توسط گیاه را با اشکال مواجه می نماید گاهی باعث افزایش شوری محلول خاک می شود که این امر نهایتاً منجر به کاهش رشد گیاه در اثر مسمومیت فسفر و شوری ناشی از غلظت بالای آن گشته و علاوه بر صدمه به گیاه، باعث مسموم شدن خاک و کاهش قدرت تولید آن می گردد.



جدول ۲. تأثیر سطوح فسفر بر عملکرد خیارسیز در خاک عنبرآباد و جهادآباد

عملکرد در خاک		عملکرد در خاک		سطح	تیمار
جهادآباد (ton/ha)		عنبرآباد (ton/ha)		(kg/h	
سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	a)	
7.2 d	13.7 c	11.3 d	16.9 c*	0	
22 a	19.1 ab	21.1 ab	24.7 b	100	
19.1 ab	21.5 ab	22.5 a	25.6 ab	200	سوپر
16.8 b	22.7 a	19.4 ab	27.7 a	250	فسفات
10.7 c	18.1 b	14.7 c	25.2 ab	300	تریپل

* ارقامی که در هر ستون در یک حرف مشترک هستند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی داری ندارد. همچنین تأثیر سطوح کود فسفره بر غلظت آهن و روی میوه خیارسیز در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳. تأثیر سطوح فسفر بر غلظت آهن و روی در میوه خیارسیز در خاک عنبرآباد

غلظت روی		غلظت آهن (ppm)		سطح	تیمار
(ppm)		(ppm)		(ton	
سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	/ha)	
19 c	26 b	84 ab	107 ab*	0	
35 a	41 a	96 a	115 a	100	
28 ab	40 a	88 ab	103 ab	200	سوپر
23 b	30 b	69 b	100 b	250	فسفات
19 c	30 b	53 c	87 c	300	تریپل

* ارقامی که در هر ستون در یک حرف مشترک هستند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند. مقایسه میانگین غلظت ها نشان می دهد که غلظت روی و آهن در میوه با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار نسبت به شاهد افزایش یافته و با افزایش سطوح کود فسفره غلظت این دو عنصر کاهش می یابد که در سال دوم آزمایش این روند کاهش شدیدتر است. از آنجایی که غلظت مناسب این دو عنصر در جیره غذایی انسان بسیار مهم و نقش زیادی در سلامتی مصرف کننده دارند، بر مصرف محصولات حاوی این عناصر توصیه شده است که محصولات سبزی و صیفی از فرآورده های مهم در این رابطه می باشد. بنابراین مصرف بی رویه کودهای فسفره، علاوه بر آلودگی خاک و آب و کاهش عملکرد، باعث کاهش غلظت بعضی از عناصر



ریزمغذی بخصوص آهن و روی در محصولات کشاورزی می شود و این در حالی است که وجود کافی این دو عنصر در محصولات کشاورزی جهت سلامتی مصرف کننده از اهمیت زیادی برخوردار می باشد.

منابع مورد استفاده:

- ۱- سالاردینی ع.ا. و م مجتهدی، ۱۳۶۷. اصول تغذیه گیاه (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- سالاردینی ع.ا، ۱۳۷۰. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- سرحدی، ج.، ۱۳۷۷. تأثیر فسفر و ماده آلی بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت در سه خاک آهکی جیرفت و کهنوج. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.
- ۴- قنبری، ع.، ۱۳۷۱. ارزیابی گلخانه ای و آزمایشگاهی چندین عصاره گیر جهت تعیین فسفر قابل استفاده در بعضی از خاک های آهکی مهم استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.
- 5- Antinio, P and Mellanno, D. 1996. Evaluation of optimum and above optimum phosphorus supplies for corn by analysis of plant parts. Agron. J. 88: 376- 380.
- 6- Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. P. 1149-1178. In: C. A. Black (ed.) Methods of soil analysis. Am. Soc. Agron, Madison, WI.
- 7- Challa, Q and Roman, K. V. 1984. Organic matter metal iron complex stability studies under different PH and thermal. J. Indian Soc. Soil Sci.32:230-234.
- 8- Fohse, D., Classen, N and Jungk A, 1991. Phosphorous efficiency of plants. II. significance of root radius, root hairs and cation-anion balance for phosphorous influx in seven plant species. plant soil.132:261-262.
- 9- George, C and Louchli A. 1985. Phosphorous efficiency and phosphate – iron interaction in maize. Agron. J. 77:399-403.
- 10- Loganthan, G and Sutton, P. M. 1987. Phosphorous fraction and availability in soils formed on different geological deposits in the Nigena. Soil. Sci. 143:16-24.
- 11- Pasicha. V., Baddesha, S and Aulakh, M. S. 1986. Rates of growth of corn in four different soils as influenced by phosphorous. Soil Sci. 143- 144.



ارزیابی اراضی نامناسب کشاورزی با استفاده از مدل های Sierra 2 و Sierra برای گونه های جنگلی و مرتعی در راستای توسعه مدیریت پایدار اراضی

مسلم ثروتی^۱، علی اصغر جعفرزاده^۲، محمدعلی قربانی^۳، فرزین شهبازی^۴، ناصر دواتگر^۵

- ۱- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه تبریز
- ۲- استاد گروه علوم خاک دانشگاه تبریز
- ۳- دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه تبریز
- ۴- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه تبریز
- ۵- استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات برنج کشور

مقدمه

در فرآیند برنامه ریزی استفاده از اراضی، مهم ترین مسئله ارتباط اراضی با انواع استفاده های ممکنه است. ارتباط مزبور در این برنامه ریزی توسط ارزیابی اراضی برقرار می شود. در این راستا مدل ها به عنوان شکل ساده شده ای از واقعیت هستند که در قالب برنامه های رایانه ای، میزان تناسب و نوع تیپ بهره وری را در واحدهای مختلف اراضی با استفاده از خصوصیات اراضی تعیین می کنند (دلاروزا و همکاران ۱۹۹۲). در سال ۱۹۹۰ سیستم تصمیم گیری میکرولیز به عنوان مجموعه ای از روش های ارزیابی کیفی اراضی، بر مبنای سیستم اروپایی و مدیترانه ای، تحت نظر کشورهای اتحادیه اروپا برنامه نویسی شده و در سال های اخیر به عنوان یک ابزار مفید برای تصمیم گیری در دامنه وسیعی در جهت مدیریت پایدار خاکها و اراضی بکار رفته است. لازم به ذکر است که این مدل در نواحی مختلف سویل اسپانیا و اسنچی شده است (دلاروزا و همکاران ۲۰۰۴). در این سیستم ۱۲ مدل، در دو بخش تناسب اراضی و حساسیت به تخریب-پذیری وجود دارند. مدل های Marisma, Albero, Sierra, Almagra, Cervatana, Terraza برای تناسب اراضی و مدل های Alcor, Aljarafe, Arenal, Impel ERO, Raizal, Pantanal برای حساسیت به تخریب پذیری اراضی ابداع شده اند. استفاده از اطلاعات خاک های مختلف به عنوان محور اصلی در تصمیم گیری های مربوط به پایداری و مدیریت اراضی کشاورزی بر اساس زیر برنامه های مختلف میکرولیز می باشد (دلاروزا ۱۹۹۲). مدل Sierra یکی از مدل های سیستم میکرولیز بوده بر اساس مقایسه نیازهای ادا فولوژیکی ۲۲ گونه جنگلی و ویژگی های واحد اراضی مورد مطالعه، مناسب ترین گونه های مرتبط با هر واحد اراضی را معرفی می نماید. ویژگی های بیوفیزیکی ارزیابی شده در این مدل شامل ویژگی های خاکی، اقلیمی و مکانی است (دلاروزا ۲۰۰۴). با این توضیحات اگر منطقه مساعد برای احداث جنگل نباشد، ناچار از مدل Sierra 2 که فقط به زبان اسپانیایی در دسترس می باشد می توان به توسعه بوته های مناسب برای واحدهای اراضی فوق الذکر جهت جلوگیری از تخریب خاک و تبدیل از اراضی بحرانی و غیر مستعد به اراضی مستعد در آینده اشاره نمود (نوربرتو و همکاران ۲۰۰۸). شهبازی و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعات خود در منطقه اهر با استفاده از سیستم میکرولیز گزارش کردند که فقط ۱۲ درصد از اراضی منطقه مناسب برای احداث جنگل بر اساس مدل Sierra می باشد. هدف از این تحقیق ارزیابی اراضی نامساعد کشاورزی برای گونه های جنگلی و بوته ای جهت جلوگیری از تخریب و فرسایش خاک در راستای مدیریت پایدار اراضی و خاکها با استفاده از مدل های Sierra 2 و Sierra می باشد.



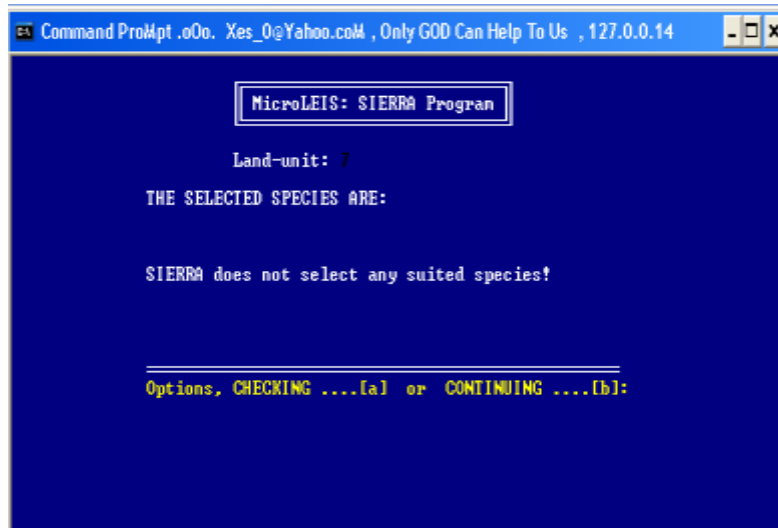
مواد و روش‌ها

منطقه خواجه در استان آذربایجان شرقی (شمال شرق تبریز) واقع شده و در زمره اراضی حاشیه‌ای مسیر رودخانه آجی چای محسوب می‌گردد و بطور میانگین ۱۵۰۰ متر ارتفاع دارد. این منطقه از نظر مختصات جغرافیایی بین $38^{\circ} 11' 30''$ تا $38^{\circ} 11' 30''$ عرض شمالی و $46^{\circ} 37' 30''$ تا $46^{\circ} 44' 30''$ طول شرقی قرار دارد. خاک‌های این منطقه دارای رژیم رطوبتی Aridic border to Xeric و رژیم حرارتی Mesic بوده و براساس کلید رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰) در رده‌های انتی‌سول و اربیدی‌سول قرار گرفتند.

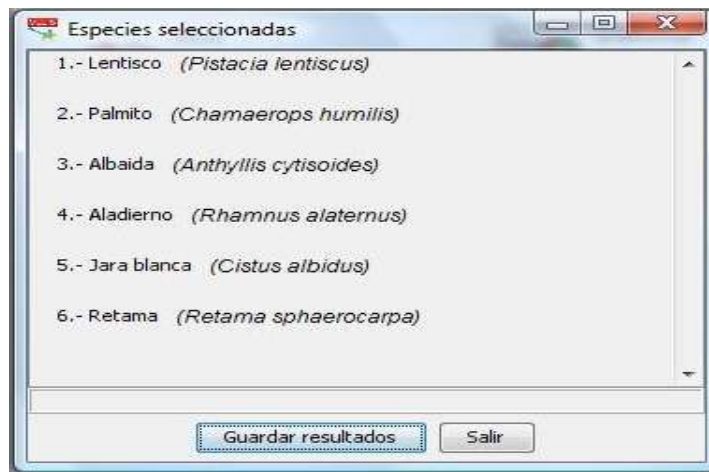
جهت نیل به اهداف مورد نظر تعداد ۸۰ خاکرخ بر اساس نقاط تعیین شده در روی نقشه به روش شبکه‌بندی در هشت ترانسکت و به ابعاد $1 \times 2 \times 2$ متر حفر و تشریح آنها با استفاده از روش نقشه برداری امریکا (بی‌نام ۲۰۰۲) انجام گردید و از هر افق نمونه‌برداری و به آزمایشگاه منتقل می‌گردید. بعد از انتخاب خاکرخ‌های شاهد که از روی برگه تشریح خاکرخ‌ها صورت پذیرفت. بر روی ۲۶ خاکرخ شاهد که نماینده هر واحد نقشه است، آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی با استفاده از روش‌های استاندارد صورت پذیرفت. سپس با استفاده از داده‌های اقلیمی و ویژگی‌های واحدهای اراضی ارزیابی تناسب اراضی برای منطقه مطالعاتی با استفاده از سیستم میکرولیز انجام گردید. با توجه به الگوریتم سیستم میکرولیز، ابتدا محدودیت‌های اقلیمی با استفاده از مدل Terraza بر اساس ویژگی‌های تشعشع خورشیدی، دما، محدودیت رطوبت و خطر یخبندان محاسبه و کلاس بیوفیزیکی نهایی بدست آمد. پس از محاسبه محدودیت اقلیمی، اراضی مستعد از اراضی نامناسب بر اساس پتانسیل اراضی با استفاده از مدل Cervatana تفکیک شد. این مدل بر اساس فاکتورهای موقعیت مکانی (شیب)، خاک شامل عمق موثر، کلاس بافت، مقدار ذرات درشت‌تر از شن، کلاس زهکشی و شوری برای عمق صفر تا ۵۰ سانتی‌متر، خطر فرسایش بر اساس معادله جهانی فرسایش، محدودیت بیواقلیمی که قبلاً از مدل Terraza بدست آمده به کلاس‌های اراضی با استعداد عالی S_1 ، اراضی با استعداد خوب S_2 ، اراضی با استعداد بحرانی S_3 و اراضی نامستعد N دسته‌بندی می‌شود. برای ارزیابی اراضی غیر مستعد برای حفاظت خاک و ایجاد مدیریت پایدار، از مدل Sierra در توسعه جنگل و Sierra 2 در توسعه مرتع استفاده گردید (شهپازی ۱۳۸۷، جعفرزاده و همکاران ۲۰۰۹). در این مدل عرض جغرافیایی، میانگین حداقل و حداکثر درجه حرارت، ارتفاع از سطح دریا، میزان بارندگی سالانه، نوع لندفرم، بافت خاک، عمق خاک و pH به عنوان ورودی وارد مدل گردید، تا اینکه بر اساس مقایسه بین نیازهای گونه‌ها و خصوصیات واحد اراضی مورد نظر، گونه مناسب معرفی گردد.

نتایج و بحث

از ۲۶ واحد اراضی جداشده، ۹ واحد اراضی برای ایجاد کشاورزی نامناسب می‌باشد. بنابراین با استفاده از مدل Sierra ارزیابی اراضی برای توسعه جنگل صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که هیچ کدام از واحدهای اراضی مزکور برای توسعه جنگل مناسب نبودند. شکل ۱ شمائی از خروجی این مدل را نشان می‌دهد. با این توضیحات که منطقه مساعد برای احداث جنگل نمی‌باشد، ناچاراً از مدل Sierra 2 (نوربرتو و همکاران ۲۰۰۸) که فقط به زبان اسپانیایی در دسترس است، به توسعه بوته‌های مناسب برای واحدهای اراضی که با استفاده از مدل Cervatana در کلاس N و S_3 قرار گرفتند، اقدام گردید. شکل ۲، شمائی از خروجی مدل را برای واحد اراضی ۳ با استفاده از مدل Sierra 2 نشان می‌دهد.



شکل ۱- شمائی از خروجی مدل Sierra برای واحد ۷



شکل ۲- شمائی از خروجی مدل Sierra 2 برای واحد ۳

نتایج موید این است که ۵ گونه بوته‌ای ارائه شده در جدول ۱ و شکل ۳ با توجه به شرایط منطقه مطالعاتی مناسب می‌باشد. در این جدول واحدهائی که برای بوته مورد نظر مناسب هستند با علامت * نشان داده شده است.

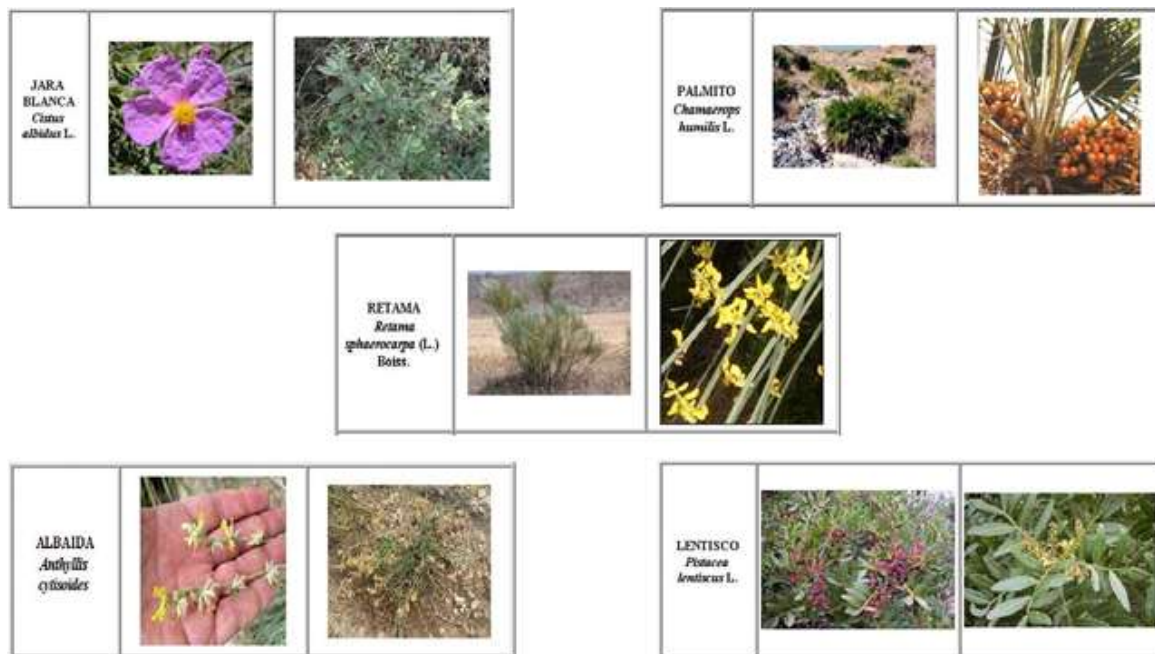
جدول ۱- نتایج ارزیابی مدل Sierra 2 برای منطقه مطالعاتی

واحد گونه	۳	۴	۶	۷	۱۶	۱۷	۲۰	۲۱	۲۴
Pistacia Lentiscus	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Chamaerops Humilis	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Anthyllis Cytisoides	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cistus Albidus	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Retama Sphaerocarpa	*	*	*	*	*	*	*	*	*

چنانچه ملاحظه می‌شود برخی از گونه‌های ارائه شده در جدول ۱، برای واحدهای خاصی توصیه شده است، به نظر می‌رسد بافت سبک واحدهای ۴، ۱۶ و ۲۱ برای بوته‌های *Chamaerops Humilis* و *Anthyllis Cytisoides* و تفاوت



در میزان شوری واحدهای ۴، ۶ و ۷ برای بوته‌های *Cistus Albidus* و *Retama sphaerocarpa* منابع توصیه توسط مدل Sierra 2 شده است. برای سایر واحدها همه گونه‌های ارائه شده در جدول ۱ قابل توصیه هستند.



شکل ۳- تصاویر گونه‌های بوته‌ای مناسب توصیه شده توسط مدل Sierra 2 در منطقه مطالعاتی

منابع

شهبازی، ف.، ۱۳۸۷. بررسی کاربرد سیستم تصمیم‌گیری میکرولیز به عنوان روشی نوین در ارزیابی تناسب اراضی (مطالعه موردی: بخشی از اراضی جنوب شهرستان اهر). رساله دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

Anonymous, 2002. Field Book for Describing and Sampling Soils. United State Department of Agriculture, National Soil Survey Center. Natural Resources Conservation Service.

De la Rosa D, Moreno JA, Garcia LV and Almorza J, 1992. MicroLEIS: A microcomputer-based Mediterranean land evaluation information system. Soil Use & Management 8: 89-96.

De la Rosa D, Mayol F, Diaz-Pereira E, Fernandez M and De la Rosa DJ, 2004. A land evaluation decision support system (MicroLEIS DSS) for agricultural soil protection. Environmental Modeling and Software 19: 929-942.

Jafarzadeh A A, Shahbazi F and Shahbazi M R, 2009. Suitability evaluation of some specific crops in Souma area (Iran), using Cervatana and Almagra models, Biologia, Section Botany 64/3: 541-545.

Norberto H, Anaya-Romero M, Diaz-Pereira E, De la Rosa D, 2008. A neural network model to predict the distribution of mediterranean shrub species for converting arable marginal land in seminatural habitat. Elsevier, Environmental Modeling and Software 23: 1375-1380.

Shahbazi F, Jafarzadeh AA, Sarmadian F, Neyshaboury MR, Oustan Sh, Anaya-Romero M, Lojo L and De la Rosa D, 2008. Land capability evaluation and climate change impact in semi-arid and mediterranean areas using MicroLEIS DSS. Pp. 216-217, Ambientalia, 3rd Congress of Climate Change and Sustainable Development. Huelva, Spain.



The effect of different tillage and cover crops on soil mechanical properties

Lotfollah Abdollahi^{1,2*} and Lars J. Munkholm¹

¹Department of Agroecology, Aarhus University, Research Centre Foulum, P.O. Box 50, DK-8830

² Faculty of Agriculture, Payame Noor University, Golestan Blvd., Ahwaz, Iran

Introduction

The need for sustainable management strategies to maintain and improve soil quality and enhance agricultural production has been stressed by many in the light of an increasing world population and climate change (Lal, 2009). In recent years the concept of conservation agriculture has been promoted (by e.g. FAO) as an integrated management tool to meet the challenges of the future. The conservation agriculture concept includes conservation tillage, diverse rotations, residue management and cover crops as key elements. Many studies have assessed the impact of the different elements individually, but few studies have quantified the effect of combining e.g. conservation tillage with cover crops. Using conservation tillage such as direct drilling is universally accepted as a way of protecting soil against structural degradation and erosion (Reeves et al., 2005). It has widely been observed that tillage treatments have influenced soil physical quality (Sainju et al., 2003). Optimized use of cover crops may alleviate problems with soil compaction and thereby reduce the need for intensive tillage (Stirzaker and White, 1995). Our study examined the effect of different tillage treatments including direct drilling (D), harrowing to a depth of 8-10 cm (H) and moldboard plowing to a depth of 20 cm (MP) in combination with cover crop use (fodder radish, *Raphanus sativus* L.) on soil physical properties of a sandy loam soil in a long-term field trial in Denmark. We hypothesized that the cover crop will reduce the need for intensive tillage.

Materials and methods

The experiment was a split-plot in three replications with two factors: tillage as main plot and cover crop as subplots. A chisel coulter was used in the H and D treatments and a traditional Nordsten seed drill was used in the MP treatment. Each tillage plot consisted of two 3-m wide tillage bands of 72.2 m length. The gross area of each sub-plot was 13.7*3 m. Paired subplots with (+CC) or without (-CC) a fodder radish (*Raphanus sativus* L.) cover crop were used for this study. The main crop was spring barley (*Hordeum vulgare* L.). Fodder radish was sown every year during the experimental period (2007-2011) in spring barley by the surface broadcasting of seeds, two weeks before harvesting of spring barley.

In the spring of 2012 an in-field measurement program was carried out at soil moisture content near field capacity. A drop-shatter test was performed as described by Schjønning et al. (2002). In short, 72 undisturbed soil cubes were collected from the 10-20 cm layer and dropped from 75 cm height into a metal box. Soil fragmentation was quantified as the mean weight diameter (MWD) of the aggregate size distribution from sieves with apertures of 2, 4, 8, 16 and 32 mm. Topsoil structural quality (VESS) was assessed in the field using the visual soil structure evaluation method according to Ball et al. (2007). In short, considering the aggregation, root growth and porosity, the topsoil (0-20 cm) is evaluated and graded on a scale from Sq1 to Sq5 where Sq1 is the best. The average of two evaluations per subplot (18 plots*2 points=36 points) was used for statistical analysis. Soil penetration resistance (PR) was measured to a depth of 60 cm using an automated cone penetrometer (Olsen, 1988). The measurements were performed at field-capacity soil water content. Ten measurements were performed in each subplot.

Results and discussion

The effect of tillage treatments on soil friability (MWD) was significant (Figure 1a). Plowing (MP) gave the smallest MWD (best friability) of the tillage treatments. There was no significant difference between D and H treatments in this experiment. Cover crop did not significantly affect the MWD. The



interaction between the cover crop and tillage treatments was significant, i.e. cover crop reduced the MWD for D and tended to increase the MWD for MP and H.

The VESS results revealed a significant effect of tillage treatments on soil structural quality (Figure 1b). The best structural quality effect of the tillage treatments ($Sq=1.4$) was found for MP, but fair to good structural quality ($Sq<3$) was also found for H and D. This indicates that the soil was favorable for agricultural purposes for all tillage treatments (Ball et al., 2007). This is consistent with the results achieved by Munkholm et al. (2013) for a Canadian silt loam soil. Ball et al. (2007), who developed the VESS method partly in the same field, also found a significant effect from tillage systems on Sq values. They also reported the best VESS score for MP ($Sq=1.1$). However, their results showed a significantly poorer VESS score for D ($Sq=3.1$) compared to H ($Sq=2.1$). Our results indicate that soil structure had improved in D from 2006 (Ball et al., 2007 sampling) to 2012 (this paper). The effect of cover crop treatments on soil structural quality was not clear from the VESS scores (Figure 1b).

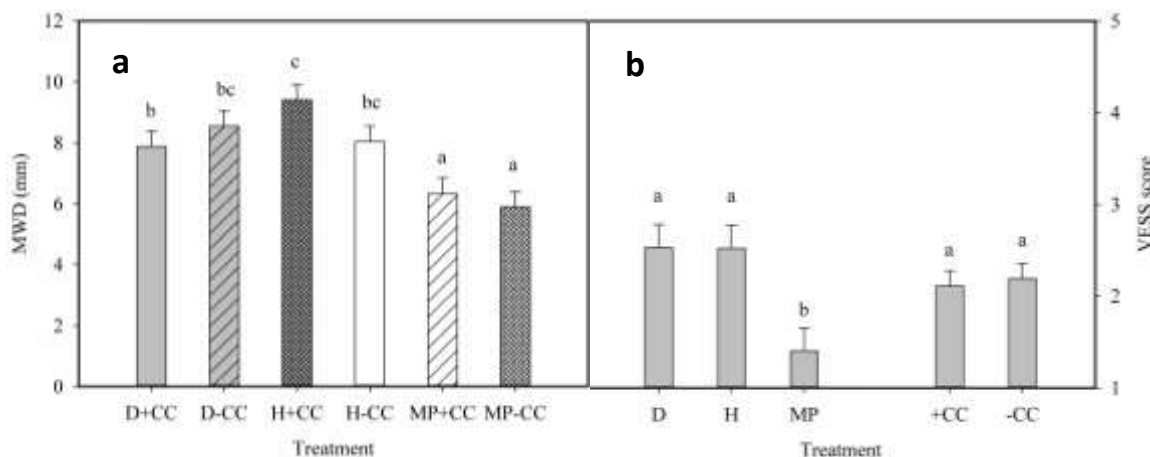


Fig. 1. Effects of different treatments on the Mean Weight Diameter (MWD) (a) and visual evaluation of soil structure (VESS) (b). The bars on the columns indicate standard error. The bars labeled with identical letters are not significantly different ($p=0.05$).

For both tillage and cover crop treatments, the PR increased gradually and reached critical values ≥ 1.5 MPa in the plow pan zone at around 30 cm depth (Figure 2).

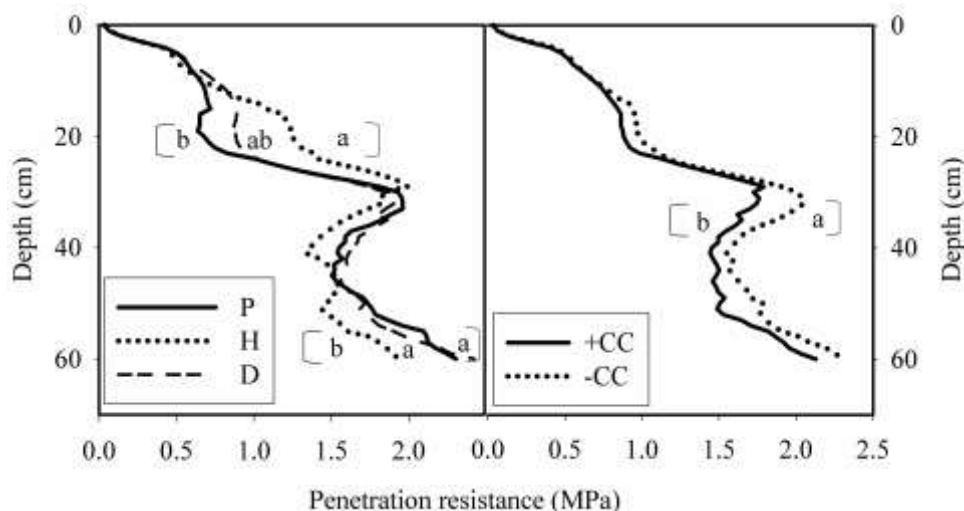


Fig. 2. Penetration resistance (geometric means) determined at water content near field capacity for different tillage and cover crop treatments to a depth of 60 cm. Letters show the significant differences at specified depth intervals. Brackets show depth intervals significantly affected by the tillage and cover crop treatments.

There was a significant effect of tillage on PR at 18-23 cm and 55-60 cm depth. At 18-23 cm, PR increased in the order $MP \leq D \leq H$ with average values of 0.71, 0.90 and 1.28 MPa, respectively. At



lower depths (55-60 cm) the results were the reverse, and H (1.80 MPa) had a significantly lower PR than MP (2.18 MPa) and D (2.14 MPa). Cover crop decreased PR significantly ($p=0.055$) at 32-38 cm depth (Figure 2) (1.62 and 1.85 MPa for +CC and -CC, respectively). The penetration resistance data supported the VESS data of better structural quality in the topsoil (0-20 cm) with MP (Figure 2). The PR data also showed a prominent plow pan at c. 20-40 cm depth for all the treatments. The cover crop tended to reduce PR in the soil profile and significantly lowered PR at 32-38 cm depth (plow pan region) across tillage treatments. This implies that Brassica cover crops have the potential to alleviate soil compaction in the subsoil due to bio-pore formation and stimulation of the natural soil structure formation.

The MWD correlated negatively with macroporosity (Figure 3, Data from: Abdollahi et al. Submitted), indicating that soil structural porosity controls the fragmentation behavior and strength of bulk soil. Hallett et al. (1995) also found that pre-existing structural pore spaces strongly affected soil fragmentation.

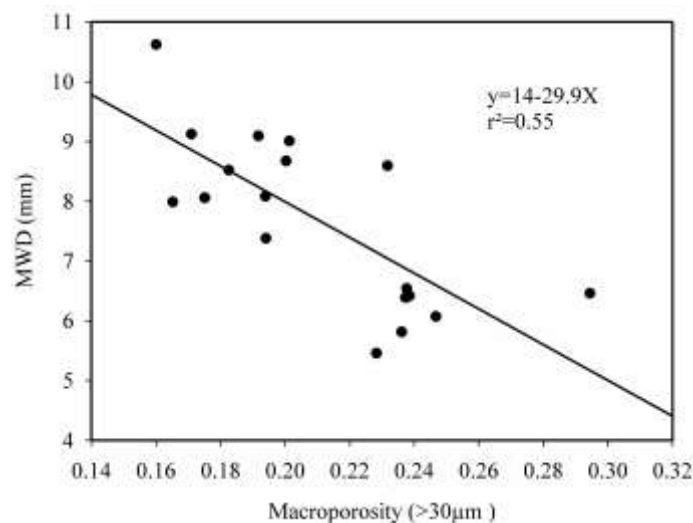


Fig. 3. The correlation between Mean Weight Diameter (MWD) determined from the size distribution of aggregates following a drop-shatter test and macroporosity (>30 μm).

A significant correlation between MWD and VESS scores (Figure 4) is considered an indication of the suitability of VESS for soil structure evaluation. Munkholm et al. (2013) also found a good agreement between MWD and VESS for a study using soil from a long-term Canadian rotation and tillage experiment on silt loam. Visible porosity is a key parameter when performing the VESS test (Ball et al., 2007) and thus indirectly confirms the importance of structural porosity for soil structural quality.

The interaction between tillage and cover crop treatments observed from the drop-shatter test (MWD) (Figure 1a) was revealed by a positive effect of cover crop on direct drilling (i.e. lower MWD/higher friability) and a negative effect on harrowing (although not significant in either case). This supports the idea that the negative effects of direct drilling on soil physical properties might be alleviated when combined with a cover crop (fodder radish in this experiment). Chen and Weil (2011) also suggested using fodder radish to alleviate compaction-induced problems in a no-till system of maize cropping. The negative effect of cover crop on the friability with the H treatment could not be explained by existing information.

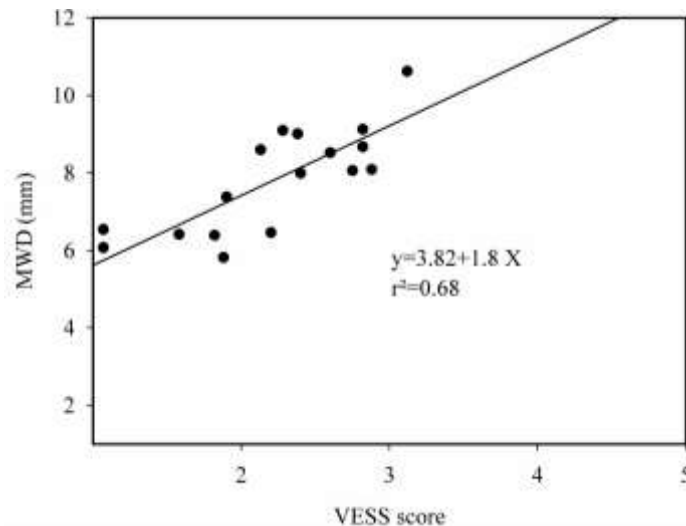


Fig. 4. The correlation between Mean Weight Diameter (MWD) determined from the size distribution of aggregates following a drop-shatter test and visual evaluation of soil structure (VESS).

References

- Abdollahi, L., J.L. Munkholm and A. Garbout, Submitted. The effect of different tillage and cover crops on soil quality: Part II: Pore characteristics.
- Ball, B.C., Batey, T., Munkholm, L.J., 2007. Field assessment of soil structural quality – a development of the Peerlkamp test. *Soil Use and Management* 23, 329-337.
- Chen, G., Weil, R.R., 2011. Root growth and yield of maize as affected by soil compaction and cover crops. *Soil and Tillage Research* 117, 17-27.
- FAO, <http://www.fao.org/ag/ca/>. Conservation Agriculture.
- Hallett, P.D., Dexter, A.R., Seville, J.P.K., 1995. Identification of pre-existing cracks on soil fracture surfaces using dye. *Soil and Tillage Research* 33, 163-184.
- Lal, R., 2009. Soils and food sufficiency. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 29, 113-133.
- Munkholm, L.J., Heck, R.J., Deen, B., 2013. Long-term rotation and tillage effects on soil structure and crop yield. *Soil and Tillage Research* 127, 85-91.
- Olsen, H.J., 1988. Technology showcase electronic penetrometer for field tests. *Journal of Terramechanics* 25, 287-293.
- Reeves, D.W., Ronald, F., Jorge, D., 2005. Winter cover crops, *Encyclopedia of Soil Science*, Second Edition. CRC Press.
- Sainju, U.M., Whitehead, W.F., Singh, B.R., 2003. Cover crops and nitrogen fertilization effects on soil aggregation and carbon and nitrogen pools. *Canadian journal of soil science* 83, 155-165.
- Schjøning, P., Elmholt, S., Munkholm, L.J., Debosz, K., 2002. Soil quality aspects of humid sandy loams as influenced by organic and conventional long-term management. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 88, 195-214.
- Stirzaker, R., White, I., 1995. Amelioration of soil compaction by a cover-crop for no-tillage lettuce production. *Australian Journal of Agricultural Research* 46, 553-568.



ارزیابی و طبقه بندی وضعیت کنونی شوری زایی در حوضه کاشان به کمک روش فائو

- یونپ

سید مرتضی ابطحی^۱

۱- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

مقدمه

بیابان زایی از جمله فرایندهایی است که با شتابی فزاینده و در مقیاس فرا منطقه ای، کارایی سرزمین ها را کاسته و بر دامنه کیفی و کمی آلودگی های زیست محیطی می افزاید. چنین جریان کاهنده ای، آن هم در سپیده دم هزاره سوم میلادی که شمار ساکنان زمین از مرز ۶ میلیارد نفر نیز گذر کرده است، برنامه ریزان و نخبگان جهانی را در حوزه مدیریت توسعه، با چالش بزرگی به نام قحطی و سوء تغذیه روبرو ساخته است. به همین دلیل سازمان ملل، بیابان زایی را به طور رسمی در رده مهمترین دشواری های عصر حاضر طبقه بندی کرده است. استعداد بارآوری اراضی بر اثر بیابان زایی به سرعت رو به کاهش است که در پی آن توان تولیدی یک متر زمین قابل کشت نیز به همان نسبت سیر نزولی خود را طی خواهد کرد. مطابق برآوردهای سازمانهای بین المللی، سالانه حدود ۱۴ میلیارد تن از توان جهانی تولید محصول، بر اثر فرسودگی محیطی (تخریب سرزمین، فرسایش خاک و...) از دست می رود. در یک ارزیابی تخمین زده می شود در طول نیم قرن اخیر، تخریب سرزمین در هیات سر فرایند اصلی به نام های تخریب خاک در سرزمین های مرطوب و سرد (نزدیک به یک میلیارد هکتار)، جریان های گوناگون تخریب سرزمین های خشک (۳/۶ میلیارد هکتار) و جنگل زدایی یا تخریب جنگل های مناطق مرطوب گرمسیری (۴۲۷ میلیارد هکتار)، در مجموع حدود ۵ میلیارد هکتار یا ۳۸/۵ درصد سرزمین های جهان را با افت بارآوری یا کاهش توان تولید مواجه ساخته است. لذا شناخت کیفیت دقیق پراکنش و شیوه های مهار و زدودن بیابان زایی از جمله اهداف و رسالت های سازمان ملل متحد است که تحقق آن به نهاد های زیر حوضه محیط زیست خویش، واگذار کرده است. بنابراین روش موقت ارزیابی و تهیه نقشه بیابان زایی، نخستین بار در سال ۱۹۸۴ توسط دو نهاد وابسته به سازمان ملل متحد، یعنی سازمان خوار وبار کشاورزی (FAO) و برنامه محیط زیست ملل متحد تدوین و معرفی شد. در روش مذکور، تنها به فرایند های شاخص و مهم تخریب، که در سطوحی وسیع رخ می دهند و بر شرایط زندگی موجودات تاثیر می گذارند، پرداخته شده است. طراحان روش، هفت فرایند طبیعی را به عنوان شناسه جریان بیابان زایی تعیین و معرفی کردند که عبارتند از:

- ۱- زوال پوشش گیاهی
- ۲- فرسایش آبی
- ۳- فرسایش بادی
- ۴- شوره زایی (شور شدن خاک)
- ۵- کاهش مواد آلی خاک
- ۶- تشکیل سله و فشرده شدن خاک
- ۷- تجمع مواد سمی برای گیاهان و حیوانات در خاک.

در این مقاله وضعیت کنونی شوری زایی خاک در حوضه کاشان به کمک این روش بررسی و نقشه های مربوطه ترسیم شده است.



مواد و روشها

حوضه کاشان با کد ۱-۳-۷ جاماب در شرق حوضه آبخیز دریاچه نمک با کد ۱-۷ واقع شده است. این حوضه نیمی از شهرستان قم، بیش از ۸۰ درصد وسعت شهرستان های کاشان، آران و بیدگل و قسمتی از شهرستان نطنز و گرمسار را فرا گرفته است. حداکثر ارتفاع این حوزه ۳۵۸۸ (کوه کرکس) در ارتفاعات جنوبی و حداقل آن ۸۰۰ متر در دریاچه نمک و کل مساحت آن ۱۶۰۰۰۰۰ هکتار می باشد. شامل دو دشت کاشان با مساحت ۳۹۰۰۰۰ هکتار و دشت دریاچه نمک با مساحت ۸۴۰۰۰۰ هکتار است. تعدادی رودخانه با مساحت آبریز کم از دامنه های شمالی رشته کوه کرکس سرچشمه گرفته و به سمت دشت کاشان و دریاچه نمک جریان پیدا می کند. با توجه به کمبود شدید بارندگی در این ارتفاعات، این رودخانه ها عموماً "آبدهی بسیار کمی داشته و بجز موارد سیل های استثنائی تمام آب آنها در حوضه آبریز و کوهپایه به مصرف آبیاری و نفوذ به سفره آب زیر زمینی می رسد. نحوه ارزیابی و طبقه بندی در جدول ۱ آمده است.

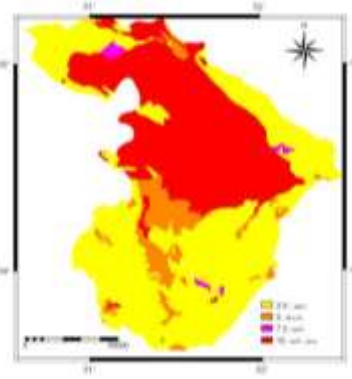
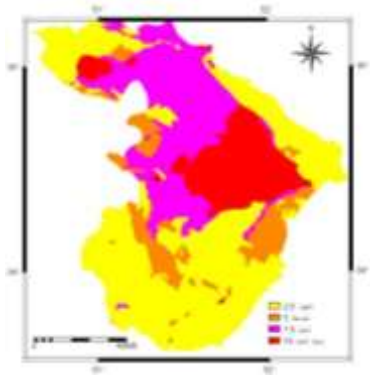
جدول ۱- نحوه ارزیابی و طبقه بندی شوری زایی از منظر وضعیت کنونی

بسیار شدید (۱۰)	شدید (۷/۵)	متوسط (۵)	ناچیز (۲/۵)	درجه و وزن بیابان زایی عامل بیابان زایی
بیش از ۵۰٪ اراضی را لکه های نمکی یا لایه های پف کرده شور تشکیل می دهند.	لکه های نمکی با وسعتی بین ۲۰ تا ۵۰ درصد روی سطح خاک قابل مشاهده است.	وجود لکه های نمک روی سطح خاک با وسعت ۵ تا ۲۰ درصد از کل وسعت واحد کاری.	سطح خاک فاقد املاح نمکی یا با املاحی کمتر از ۵٪ نسبت به کل وسعت واحد کاری.	۱- شرایط ریخت شناختی (مورفولوژیک)
> ۱۶	۸-۱۶	۴-۸	< ۴	۲- میزان هدایت الکتریکی (میلی موس بر سانتی-متر)
< ۱۰۰	۱۰۰-۲۰۰	۲۰۰-۳۰۰	> ۲۰۰	۳- تولید فعلی علوفه مرتعی (کیلوگرم در هکتار)

روش های برآورد شاخص های وضع موجود: شرایط مورفولوژیک و درصد وسعت اراضی مبتلا شده، با مطالعات میدانی و پردازش تصاویر ماهواره ای تعیین شد. شاخص EC از نقشه های خاکشناسی و شوری موجود استخراج گردید. تولید فعلی علوفه مرتعی از طریق مطالعات صحرایی و نقشه های پوشش گیاهی موجود تهیه شد.

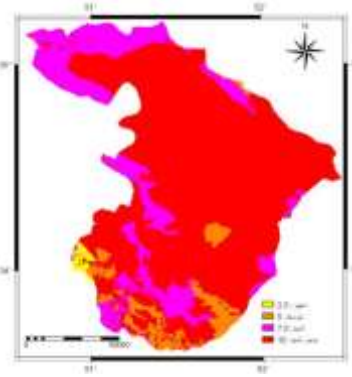
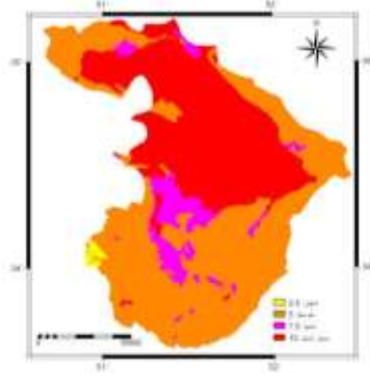
نتایج و بحث

نقشه های شرایط ریخت شناختی (مورفولوژیک)، میزان هدایت الکتریکی و تولید علوفه های مرتعی در محیط الویس (اشکال ۱ تا ۳) تهیه شد و نقشه نهایی بیابان زایی از منظر وضعیت کنونی از طریق میانگین هندسی نقشه های فوق تهیه شد (شکل ۴).



شکل ۲- نقشه درجه بیابان زایی تحت عامل شرایط ریخت شناسی حوضه کاشان

شکل ۱- نقشه درجه بیابان زایی تحت عامل میزان هدایت الکتریکی (EC) حوضه کاشان



شکل ۴- نقشه بیابان زایی از منظر وضعیت کنونی حوضه کاشان

شکل ۳- نقشه درجه بیابان زایی تحت عامل تولید علوفه مرعی حوضه کاشان

مساحت هر یک از طبقات بیابان زایی محاسبه شد (جدول ۲). همانگونه که ملاحظه می شود بیشترین مساحت به طبقه شوری متوسط و پس از آن به طبقه شوری بسیار شدید اختصاص دارد.

جدول ۲- مساحت کلاس های شوری زایی از منظر وضعیت کنونی (هکتار)

درجه بیابان زایی	ناچیز	متوسط	شدید	بسیار شدید
مساحت (هکتار)	۹۹۵۶	۸۱۵۹۸۴	۱۱۴۳۳۲	۵۹۹۷۷۶
درصد	۰/۶	۵۳	۷/۴	۳۹

این نتایج گویای حاکمیت شرایط بحرانی بر وضعیت منابع خاک حوضه کاشان است. لذا توسعه پایدار در این منطقه در گرو اعمال مدیریتی جامع و فراگیر جهت پیشگیری و در نهایت احیا و بهبود شرایط موجود می باشد.



منابع

- ابطحی، س. م. ۱۳۷۸: بررسی روند بیابان‌زایی (تخریب اراضی) در دشت کاشان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
- رفیعی امام، عمار. ۱۳۸۲: بررسی بیابان‌زایی دشت ورامین با تکیه بر مسایل آب و خاک. کرج. دانشنامه برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۶۷ صفحه.
- علوی پناه، سید کاظم. ۱۳۸۲: کاربرد سنجش از دور در علوم زمین. تهران. انتشارات دانشگاه تهران. ۵۴۰ صفحه.
- مشکوه، محمد علی. ۱۳۷۷. روشی موقت برای ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی (ترجمه). انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. شماره انتشار: ۱۹۷. ۱۰۴ صفحه.
- ملکوتی، محمد جواد و مهدی همایی. ۱۳۷۳: حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک؛ مشکلات و راه‌حلهای تهران. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۵۵۰ صفحه.
- Babaev, A. G.; N. G. Kharin and N. S. Orlovsky. 1993: Assessment and Mapping of Desertification Processes a Methodological Guide. Ashgabad. Academy of sciences of Turkmenistan, Desert Research Institute. 45 + 20 p.
- FAO.1995. Agriculture towards the year 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Lal, R., Sobecki, T. M., Iivari, T., and J. M. Kimble. 2003. Soil degradation in the United States extent, severity, and trend. Lewis publication, USA.
- Marshall, T.J. ; J.W. Holmes and C. W. Rose. 1999: Soil Physics. Cambridge University Press, 453p.



تأثیر بسترهای مختلف بر رشد و زادآوری کرم خاکی *Eisenia fetida*

یاسمین میری^۱، رویا محمودیه چمپیری^۲ و محسن دانشمند وزیری^۳

۱. مدرس زراعت موسسه آموزش عالی علمی-کاربردی جهاد کشاورزی (مرکز آموزش اصفهان)
۲. مدرس زراعت موسسه آموزش عالی علمی-کاربردی جهاد کشاورزی (مرکز آموزش اصفهان)
۳. مدرس ماشین های کشاورزی موسسه آموزش عالی علمی-کاربردی جهاد کشاورزی (مرکز آموزش اصفهان)

مقدمه

تأمین ماده آلی خاک باعث بهبود حاصلخیزی و تقویت بیولوژی خاک می‌گردد. تولید و مصرف ورمی کمپوست یکی از چندین راهکار امیدبخشی است که توسط محققین جهت جبران کمبود ماده آلی خاک از یک سو و مصرف کارآتر ضایعات کشاورزی و پسماندهای خانگی از سوی دیگر، مورد توجه و توصیه بوده است. این فرایند می‌بایست به بهترین نحو و با سرعت بیشتر از آنچه که تجزیه این ضایعات به عوامل طبیعی سپرده می‌شوند و در راستای افزایش سلامتی محیط زیست صورت گیرد. ورمی کمپوست مواد حاصل از بستر پرورش کرم خاکی است که پس از دفع شدن از سیستم گوارشی کرم در محیط باقی می‌ماند، از این رو ماده بجا مانده مجموعه‌ای از فضولات کرم به همراه مواد آلی تجزیه شده و نیز اجساد کرم‌ها است که برای گیاه ارزش غذایی فراوانی دارد. فرآورده‌ای که ورمی کمپوست خوانده می‌شود از لحاظ کیفی، ماده‌ای آلی با pH تنظیم شده، سرشار از مواد هیومیک و عناصر غذایی قابل جذب برای گیاه و دارای انواع ویتامین‌ها، هورمون‌های محرک رشد گیاه و آنزیم‌های مختلف می‌باشد. کود ورمی کمپوست از جمله کودهای آلی پوسیده و تجزیه شده است که حاوی بسیاری از عناصر قابل جذب شامل ازت، فسفر، پتاسیم، سدیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی و منگنز می‌باشد [۲]. کرم‌های دخیل در تولید ورمی کمپوست از شاخه Annelididis رده Oligochaeta خانواده Lumbricidae جنس Eisenia گونه Foetida می‌باشند [۵]. کرم‌های خاکی، جانورانی بسیار سودآورند، از این رو آگاهی از بیولوژی کرم‌های خاکی موجب استفاده بهتر از آن‌ها در کشاورزی مدرن، برنامه‌های کنترل آلاینده‌ها و غیره می‌گردد. کرم‌های خاکی به عنوان معرف‌های بیولوژیکی در حاصلخیزی خاک نامیده شده‌اند. آن‌ها، عاملی در تنظیم جمعیت مناسب باکتری‌ها، قارچ‌ها، اکتینومیست‌ها، پروتوزوا، حشرات، عنکبوت‌ها، هزارپایان و بسیاری از ریز موجودات خاک محسوب می‌شوند [۷]. افزایش مواد مغذی در نتیجه‌ی معدنی شدن مواد آلی و ذخیره‌سازی که حاصل نقش فزاینده بیوکاتالیکی کرم‌های خاکی موجود در کود ورمی کمپوست است در کار تجزیه، حفظ و پایدارسازی محیط مؤثر است. فعالیت کرم‌های خاکی به کیفیت و نوع تغذیه [۱۲]، رطوبت، دما و دیگر فاکتورهای محیطی [۹] وابسته است. تحقیقات گسترده‌ای به منظور شناخت و بهینه‌سازی فاکتورهای مؤثر در رشد و نمو کرم‌های خاکی انجام شده است [۹]. بطوری که برای برخی عوامل تأثیرگذار و ضروری نظیر دما و رطوبت گستره مشخصی را برای انواع گونه‌های کرم‌های خاکی تعیین کرده‌اند [۱۰]. اما علاوه بر این عوامل شناخته شده، فاکتورهای زیاد دیگری هم وجود دارند که می‌توانند در افزایش بیوماس کرم‌های خاکی و فعالیت آنها تأثیرگذار باشند. ترکمانی و علیخانی (۱۳۷۸) با مقایسه بسترهای کود گاوی، مرغی و گوسفندی اعلام کردند که ورمی کمپوست حاصل از کود مرغی دارای مقادیر بیشتری از عناصر منیزیم، فسفر، روی و مس بوده و از قابلیت هدایت الکتریکی پایین تری برخوردار است. در حالیکه ورمی کمپوست کود گاوی دارای بیشترین پتاسیم و



آهن، ورمی کمپوست گوسفندی حاوی بیشترین مقدار درصد کربن آلی، مقدار کلسیم و سدیم در دو کود گاوی و گوسفندی تقریباً مشابه و بیشتر از کود مرغی گزارش شد [۱]. عبادی و همکاران (۱۳۸۴) تکثیر و پرورش کرم خاکی *Eisenia fetida* را بر روی ضایعات و بقایای مختلف کشاورزی (تفاله گوجه فرنگی، ضایعات سیب زمینی، تفاله جو، باگاس، خاک اره و خاک) در مخلوط با کود حیوانی در سطوح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ به همراه شاهد (کود حیوانی) مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی نشان داد که بین تیمارها و سطوح فاکتورها اختلاف معنی دار ($P < 0.0001$) از نظر نسبت بازدهی و تکثیر وجود دارد و بیشترین نسبت افزایش وزن در تیمار خاک اره در سطح ۲۵٪ برابر با 3.20 ± 69.48 و بیشترین نسبت میزان تکثیر در تیمار گوجه فرنگی در سطح ۷۵٪ برابر با 8.75 ± 74 به دست آمد. کمترین نسبت بازدهی و تکثیر (به ترتیب 1.09 ± 6.64 و 0.89 ± 3.85) در تیمار تفاله جو دیده شد [۴].

در این مطالعه تأثیر مواد غذایی مختلف به عنوان بستر بر روی رشد و تولید مثل کرمهای خاکی *Eisenia foetida* در رطوبت و دمای ثابت در شرایط آزمایشگاه بررسی شد

مواد و روشها

به منظور بررسی میزان تکثیر و افزایش وزن کرمهای خاکی *Eisenia foetida* تحت تأثیر انواع بسترهای غذایی، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه خاکشناسی مرکز آموزش جهاد کشاورزی اصفهان انجام گرفت. پلات ها عبارت بودند از ۱۵ سبده میوه به ابعاد 30×40 سانتی متر با محتوای ۵ کیلوگرم مواد غذایی (طبق تیمار) و ۳۰ گرم کرم (بالغ با وزن متوسط). جهت جلوگیری از فرار کرم ها از منافذ سبدها سبدهای سبدها با توری پارچه‌ای پوشانده شد. سبدها در درجه حرارت ۲۵ و رطوبت نسبی ۷۵ درصد [۳]. به مدت ۳ ماه تحت مراقبت قرار گرفتند. پس از سپری شدن دوره، کرمها از بسترها جدا سازی و شمارش و وزن شدند. جهت توزین از ترازوی دیجیتال ۱٪ استفاده شد. تیمارها عبارت بودند از ۵۰٪ کود گاوی (۵۰ درصد رطوبت) + ۵۰٪ خاکبرگ، ۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ کاه و کلش گندم، ۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ پودر یونجه خشک، ۵۰٪ کود گاوی + ۵۰٪ پسماند سبزیجات (سبزیجات خانگی مانند گشنیز، جعفری، شنبلیله و که بصورت تر با تقریباً ۷۵٪ رطوبت مصرف شدند) و ۱۰۰٪ کود گاوی به عنوان شاهد. نسبت‌های یاد شده بصورت وزنی اعمال شدند. جهت آنالیز داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها از نرم افزار SAS استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها به روش LSD انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

- تأثیر بسترهای مختلف بر بیومس و تعداد کرمهای خاکی

باتوجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تأثیر بسترها بر بیومس و تعداد کرمها بسیار معنی دار بود (جداول ۱ و ۲). میزان وزن و تعداد کرمها در بستر کود گاوی خالص با بستر مخلوط کود گاوی با کاه و کلش گندم و پسماند سبزیجات تفاوت معنی داری با همدیگر نداشتند. تیمار بستر مخلوط کود گاوی با خاکبرگ و پودر یونجه نتوانستند افزایش معنی داری در میزان وزن و تعداد کرمها داشته باشند. کود دامی خالص بخاطر بالا بودن میزان نیتروژن، بیشترین بیوماس ($3.3/33$ گرم) و تعداد کرم (345)، و مخلوط کود گاوی با خاکبرگ کمترین وزن ($1.09/43$ گرم)



و تعداد کرم‌ها (۱۶۳/۶۶) را باعث شدند. ایوان و گیلد (۱۹۴۸) گزارش کردند که کرم‌هایی که در محیط‌هایی با مواد دارای نیتروژن بالا زندگی می‌کنند سریعتر رشد کرده، زادآوری بیشتری دارند [۱۱]. به نظر قیصری و همکاران (۱۳۸۸) سبزیجاتی از نوع شاهی، ریحان، کاهو، کلم و دیگر انواع سبزی بصورت مخلوط، غذای مناسبی برای کرم خاکی *Eisenia foetida* نمی‌باشند. بخصوص اینکه این ترکیبات نیم یا بیش از نیمی از وزن بستر را تشکیل دهند. این موضوع را به وجود مواد شیمیایی، اسانس‌ها و ترکیبات غذایی خاص موجود در ضایعات سبزیجات، آزاد شدن مواد آلی فرار، اسیدهای آلی مضر و گازهای سمی در طی مرحله تجزیه اولیه، متعفن و گندیده شدن سریع سبزیجات و ایجاد شرایط بی‌هوای بسترها نسبت دادند [۶]. این درحالیست که در آزمایش حاضر حضور ترکیبی از سبزیجات با نسبت ۵۰ درصد وزنی بستر، از نظر تاثیر بر بیومس و تعداد کرم‌ها نتیجه ای معادل کود گاوی خالص داشت. با توجه به اینکه گندم محصولی است که بدلیل دارا بودن از ارقام سازگار تقریباً در هر آب و هوایی قابلیت کشت و تولید را دارد، همواره کلش گندم به عنوان یک منبع غذایی ارزان برای کرم‌های خاکی در دسترس می‌باشد. ضایعات سبزیجات نیز با توجه به حمل، نگهداری و توزیع نامناسب این دسته از محصولات، در میداین میوه و تره بار و نیز زباله تر منازل قابل دسترس می‌باشد از این رو بهره گرفتن از تکنولوژی ورمی‌کمپوستینگ می‌تواند منجر به بازچرخ اقتصادی و سازگار با سلامت محیط زیست ترکیبات آلی و مواد معدنی این دسته ضایعات گردد.

جدول ۱- آنالیز واریانس اثر بسترهای مختلف بر بیومس کرم‌ها

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	f شاخص
تیمار	۴	۸۱۰۸۵/۵۹	۲۰۲۷۱/۳۹	۶/۹۵**
خطای آزمایش	۱۰	۲۹۱۴۹/۴۳	۲۹۱۴/۹۴	

** : معنی دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۲- آنالیز واریانس اثر بسترهای مختلف بر تعداد کرم‌ها

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	f شاخص
تیمار	۴	۱۰۹۷۹۴/۹۳	۲۷۴۴۸/۷۳	۶/۴۹**
خطای آزمایش	۱۰	۴۲۷۶۲	۴۲۷۶/۲	

** : معنی دار در سطح احتمال ۱٪

جدول (۳) مقایسه میانگین بیومس و تعداد کرم‌ها در بسترهای مختلف

تیمارها	وزن کل کرم‌ها (گرم)	تعداد کرم‌ها
شاهد (کود گاوی)	۳۰۳/۳۳a	۳۴۵a
کود گاوی + خاکبرگ	۱۰۹/۴۳b	۱۶۳/۶۶b
کود گاوی + کاه و کلش گندم	۲۹۶/۸۳a	۳۰۳a
کود گاوی + پودر یونجه	۲۰۲/۶۶ab	۱۲۶/۶۶b
کود گاوی + پسماند سبزیجات	۲۷۷ a	۲۹۶/۳۳a

اختلاف بین هر دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار نیست.



منابع:

۱. ترکمانی ن. و علیخانی ح. 1387. مقایسه ورمی کمپوست حاصل از کودهای گاوی، گوسفندی و مرغی در رطوبت‌های مختلف. سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی، دانشگاه آزاد واحد خوراسگان
۲. رحیمیان م. و فتاحی فر ل. ۱۳۸۷. "ورمی کمپوست"، (نشریه ترویجی) انتشارات جهاد کشاورزی اصفهان.
۳. شکرالهی الف. ۱۳۸۳. کرم، کود خاک (ورمی کمپوست)، سازمان جهاد کشاورزی مدیریت ترویج و مشارکت مردمی واحد برنامه‌ریزی رسانه‌های ترویجی.
۴. عبادی ز، کورنگ بهشتی م، محمدی گل تپه الف و احدی الف ح. ۱۳۸۴. بررسی امکان پرورش کرم خاکی (*Eisenia fetida*) و تولید ورمی کمپوست با استفاده از ضایعات مختلف کشاورزی. دانش کشاورزی ۱۵(۳): ص ۹۹-۱۰۸.
۵. علیخانی ح. ۱۳۸۵. پرورش کرم‌های مولد ورمی کمپوست و کشاورزی پایدار، (ترجمه) انتشارات آبیژ.
۶. قیصری س، دانش ش، موسوی م. و جواد عابدین طریقه ج. ۱۳۸۸. بررسی پتانسیل استفاده از فرایند تولید ورمی کومپوست برای ضایعات سبزیجات میادین تره بار. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۶(۲) ص ۲۱۲-۱۸۱.
۷. واحدی ع. ۱۳۸۵. روش‌های تولید عوامل کنترل بیولوژیک آفات گیاهی، کودهای زیستی و ورمی کمپوست (ترجمه)، انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه.
8. Angel. L., Ceballos. O., Faragoso. C. and Bron. G.G. 2004. Influence of food quality, soil moisture and the earthworm *Pontoscolex corethrurus* on growth and reproduction of the tropical earthworm *Balonteodrilus pearsei*. Pedobiol.,1-10
9. Biradar. V.R., Amoji. S.D., Shagoti. U.M. and Biradar. P.m. 1999. Seasonal variation in growth and reproduction of the arthworms *Perionyx exceavatus* (oligochaeta: Megascolecidae) Biol. Fertil.Soil.28,389-392
10. Dminguez. J., Edwards. CA. and Webster. M. 2000. Vermicomposting of sewage sludge: effect of bulking materials on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia anderei*. Pedobiologia.44, 24-32
11. Evans. A.C. and Guild. W.J.Mc.L.1948. Studies on the relationships between earthworms and soil fertility. V.Field population. Ann. Appl. Biol.35,485-493
12. Lee. K.E. 1985. Earthworms: their ecology and relationships with soil and lanel use. Academic Press, Sydney



ارزیابی اثر فاکتورهای خاکی و اقلیمی بر توزیع مکانی پتاسیم قابل استفاده در اراضی زراعی استان گیلان

فهیمة خرمی زاده^۱، ناصر دواتگر^۲ و محمدمهدی طهرانی^۳

^۱ کارشناس ارشد، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان Email: khoramizadefahime@yahoo.com

^۲ استادیار پژوهش، گروه خاکشناسی، مؤسسه تحقیقات برنج کشور Email: n_davatgar@yahoo.com

^۳ استادیار پژوهش، گروه خاکشناسی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب کرج Email: mtehrani2000@yahoo.com

چکیده

کشاورزی پایدار و دستیابی به مدل مناسب جهت مصرف صحیح نهاده‌های کشاورزی به منظور دستیابی به حداکثر بازده و حداقل هزینه‌ها، نیازمند تعیین دقیق الگوی پراکندگی و توزیع عناصر غذایی در اراضی مورد کشت می‌باشد، بنابراین تعیین وضعیت توزیع عنصر پتاسیم در خاک به عنوان یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه، کارآمدترین روش در استراتژی مدیریت خاص منطقه‌ای کود و استفاده صحیح از کودهای پتاسه می‌باشد. این مطالعه به منظور تعیین شاخصه‌های تغییرات مکانی پتاسیم قابل استفاده و تعیین تاثیر پارامتر اقلیمی بارندگی بر میزان این عنصر در خاک‌های کشاورزی استان گیلان انجام شد. نتایج نشان داد که تغییرات مکانی این عنصر تحت کنترل هم‌زمان عامل‌های ذاتی مانند اجزاء خاک و پارامترهای اقلیمی مانند میزان بارندگی قرار دارد. بارندگی سبب شستشوی پتاسیم قابل استفاده شده و یکی از عوامل اثر گذار در توزیع پتاسیم در منطقه مورد مطالعه است. پراکنش مکانی پتاسیم قابل استفاده نشان داد که مناطقی با میزان بارش زیاد، میزان پتاسیم قابل استفاده کمتری داشتند.

کلمات کلیدی

پتاسیم قابل استفاده، تغییرات مکانی، کریجینگ، روش وزن دهی عکس فاصله، سیستم اطلاعات جغرافیایی

مقدمه

کشاورزی خاص منطقه‌ای بهترین روش مدیریتی برای اطمینان از حفظ ذخایر محیطی برای دستیابی به کشاورزی پایدار است (گوپتا و همکاران، ۱۹۹۷). تعیین توزیع مکانی پتاسیم قابل استفاده بسیار با اهمیت است، زیرا پتاسیم دومین عنصر پر مصرف در تغذیه گیاهان است (برناردی و همکاران، ۲۰۰۲). پک و ملستد (۱۹۷۳) بیان کردند وجود تغییرات فصلی نتایج آنالیز خاک، تحت تاثیر فاکتورهای است که بر جذب عناصر غذایی توسط گیاه تاثیر گذار است. در خاک‌ها به طور کلی با افزایش درصد شن به دلیل کاهش سایت‌های قابل تبادل، منافذ درشت و زهکشی بالا، آبشویی پتاسیم زیاد است (جلیلی و راول، ۱۹۹۹). این مطالعه به هدف تشخیص تغییرات مکانی پتاسیم قابل جذب و تاثیر پارامترهای خاکی (درصد شن) و فاکتورهای اقلیمی مانند بارندگی در خاک‌های کشاورزی استان گیلان انجام شد.



مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه، اراضی کشاورزی استان گیلان در محدوده $51^{\circ}0' - 49^{\circ}0'$ طول جغرافیایی شرقی و $39^{\circ}0' - 36^{\circ}0'$ عرض جغرافیایی شمالی می‌باشد. در این مطالعه از ۹۷۵ نقطه از خاک‌های سطحی در شبکه 2×2 کیلومتر نمونه برداری انجام شد (شکل ۱). پتاسیم قابل استفاده خاک‌ها با استفاده از استات آمونیوم یک نرمال و بافت خاک به روش هیدرومتری اندازه گیری شدند. آمار توصیفی برای هر متغیر محاسبه گردید. پس از حذف داده‌های پرت، تبعیت داده‌ها از توزیع فراوانی نرمال بررسی گردید. ضریب همبستگی خطی بین پتاسیم قابل استفاده خاک، درصد شن و میزان بارندگی تعیین گردید. از نیم‌تغییرنما برای ارزیابی درجه پیوستگی مکانی پتاسیم قابل دسترس استفاده شد.

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (Z(x_i) - Z(x_i + h))^2 \quad [1]$$

که در آن $\hat{\gamma}(h)$: نیم‌واریانس برای N جفت متغیر $Z(x_i)$ و $Z(x_i + h)$ است که با فاصله h از هم جدا شده‌اند. پس از محاسبه نیم‌تغییرنمای تجربی، بهترین مدل‌های نیم‌تغییرنما بر پایه حداکثر ضریب تبیین (R^2) و حداقل مجموع مربعات باقیمانده (RSS) انتخاب گردید. روش وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) برای بررسی پراکنش مکانی بارندگی مورد استفاده قرار گرفت. برای آنالیزهای آمار مکانی از نرم افزار GS^+ (version 5.1) و برای پهنه‌بندی متغیرها از ArcGIS(9.2) استفاده شد.

بحث و نتایج

آماره‌های توصیفی برای خواص مطالعه شده خاک در جدول (۱) نشان داده شده است. غلظت پتاسیم قابل استفاده در منطقه مورد مطالعه در دامنه $2/9$ تا 480 میلی گرم در کیلوگرم قرار داشت و به طور میانگین 137 میلی گرم در کیلوگرم بود. ضریب تغییرات (CV) که معیاری از تغییرپذیری نسبی است برای متغیرهای پتاسیم قابل دسترس و درصد شن به ترتیب $63/1$ و $40/9$ درصد بود که در گروه متغیرهای با ضریب حداکثر تغییرپذیری قرار می‌گیرند.

جدول ۱- آمار توصیفی ویژگی های مورد مطالعه

خواص خاک	واحد	میانگین	میانه	دامنه	انحراف معیار	چولگی	کشیدهی	ضریب تغییرات (%)
پتاسیم قابل استفاده	($mgkg^{-1}$)	۱۳۷	۱۱۲/۷	۲/۹-۴۸۰	۸۶/۵	$1/6^*$	۲/۷	۶۳/۱
شن	(%)	۳۳/۳	۳۰	۹-۸۶	۱۳/۶	$1/1^*$	۱/۲	۴۰/۹
بارش سالیانه	mm	۱۲۳۰	۱۴۵۰	۲۲۴-۱۷۹۵	۶۹۰/۵	-۱/۶	۳/۱	۵۶/۱

*: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

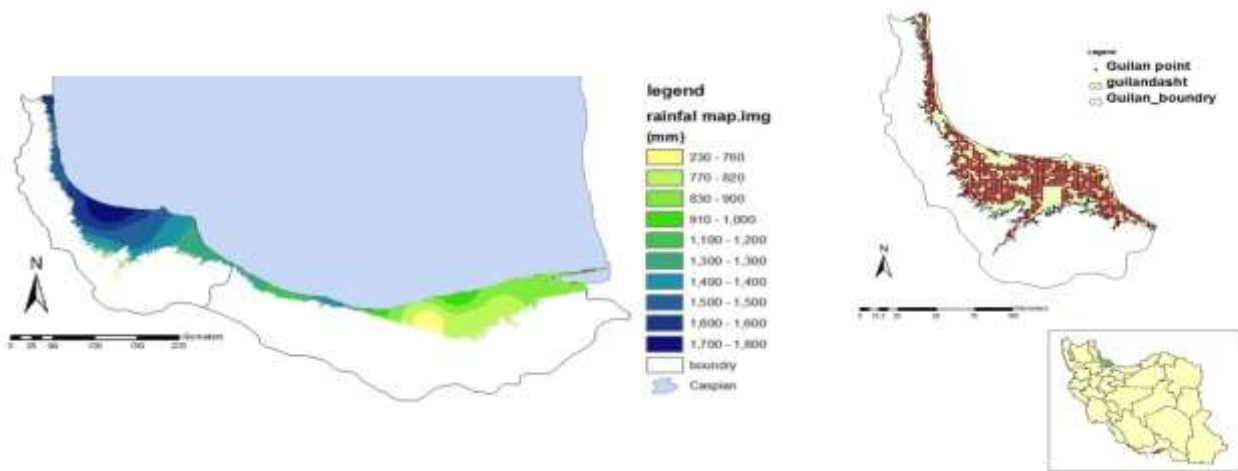
مؤلفه‌های ساختار مکانی پتاسیم قابل استفاده و درصد شن در جدول (۲) نشان داده شده است. به منظور پهنه‌بندی بارش در منطقه با توجه به تعداد کم ایستگاه‌ها، روش IDW جهت درون‌یابی مورد استفاده قرار گرفت و نقشه بارش برای نوار شمالی کشور تهیه گردید (شکل ۲). بررسی نقشه پراکندهی پتاسیم نشان می‌دهد که میزان

پتاسیم قابل دسترس در اراضی واقع در نیمه غربی منطقه مورد مطالعه کمتر از نیمه شرقی آن بود. پتاسیم قابل استفاده در بخش غربی استان در محدوده (۶۰ تا ۱۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم) قرار داشت (شکل ۳- الف) که بر اساس طبقه بندی وان راجی (۱۹۸۵)، جز مناطق با مقدار متوسط پتاسیم ارزیابی می گردد. این منطقه تقریباً منطبق با مناطق پر باران استان بوده و بارندگی در این ناحیه بیشتر از ۱۵۰۰ میلی متر ارزیابی شده است (شکل ۲). به علاوه میزان درصد شن در این بخش از استان بیشتر از ۳۵ درصد بود (شکل ۳- ب). در بخش شرقی استان میزان پتاسیم بیشتر از ۱۲۰ میلی گرم در کیلوگرم بود که به عنوان مناطق با میزان پتاسیم بالا شناخته شد. در مقایسه با نقشه پراکنش بارش (شکل ۲) و درصد شن (شکل ۳- ب) در می یابیم این مناطق دارای درصد شن کم (کمتر از ۳۰ درصد) و بارش در محدوده ۹۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی متر هستند.

جدول ۲- مولفه های مدل های برازش داده شده بر نیم تغییرنمای خواص مورد مطالعه

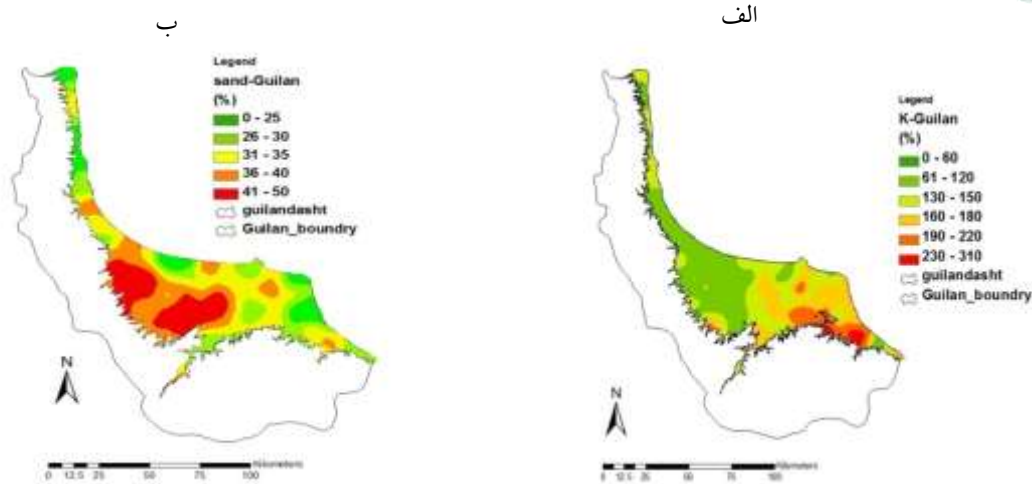
متغیر	مدل	R ²	RSS	A ₀	C ₀ /C+C ₀ ×100	C+C ₀	C ₀	ساختار مکانی
پتاسیم	کروی	۰/۶۳	۵/۴×۱۰ ^{-۳}	۳۹۰۰۰	۸۵/۱۰	۰/۴۷	۰/۴	ضعیف
شن	کروی	۰/۶۸	۲/۸×۱۰ ^{-۳}	۲۴۰۰۰	۷۵	۰/۱۶	۰/۱۲	متوسط

C₀ واریانس قطعه ای، C + C₀; آستانه، A₀; دامنه، RSS; مجموع مربعات باقی مانده



شکل ۱- موقعیت مکانی نقاط نمونه برداری نوار شمالی کشور

شکل ۲- نقشه پراکنش بارندگی در



شکل ۳- الف: نقشه توزیع مکانی پتاسیم قابل استفاده و ب: درصد شن در اراضی تحت کشت استان گیلان

نتیجه گیری

توزیع مکانی پتاسیم در اراضی مورد مطالعه یکنواخت نبوده، لذا باید از طریق شناسایی تغییرات خاک و کاربرد منطقه‌ای این عنصر، علاوه بر حفاظت محیط زیست و آب‌های زیر زمینی از آلودگی‌های ناشی از مصرف بی رویه کود، سبب افزایش راندمان مصرف نهاده‌های کود و کاهش هزینه‌های جاری گردید. به علاوه در مدیریت مصرف کود پتاسه بر حسب نیاز گیاه، باید عوامل اقلیمی مانند بارندگی در نظر گرفته شود چراکه میزان بارش بر میزان دسترسی به این عنصر اثر گذار بوده و در مطالعه حاضر مناطق با میزان پتاسیم بالا نسبت به سایر مناطق، تحت تاثیر بارش کمتری بودند.

فهرست منابع

Bernardi ACC, Machado PLOA and Silva CA, 2002. Fertilidade do solo e demanda por nutrient no Brasil. In: Manzatto CV, Freitas Junior E and PeresJRR (Eds.), *Uso agrícola dos solos brasileiros*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos 61-77.

Gupta RK, Mostaghimi S, McClellan PW, Alexy MM and Brann DE, 1997. Spatial variability and sampling strategies for NO₃-N, P, and K determinations for site – specific farming. *Journal of American Society of Agricultural Engineers* 40(2): 337-343.

Jalali Mand Rowell DL, 1999. The effect of cation exchange capacity, source of calcium and rate of potassium application on the leaching of K in a sandy soil. P307. In: Johnstone, A. E. and Maibaum, W. (Eds.), *Balanced Fertilization and Crop Response to Potassium*. IPI, Basel, Switzerland.

Peck TR, and Melsted SW, 1973. Field sampling for soil testing. In: Walsh LM, Beacon JD (eds.): *Soil testing and plant analysis*. SSSA, Madison, USA 67-75.

Raj BV, Silva NMD, Bataglia OC, Quaggio, JA, HiroceR, Cantarella H, Bellinazzi JR, Dechen AR and Trani PE, 1985. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. *Boletim Técnico*. Campinas: Instituto Agrônomo, 107p.



آموزش کشاورزان ، شاه کلید انتقال دانش روز در مدیریت پایدار منابع خاک برای رسیدن به توسعه پایدار با تاکید بر سه مشکل اساسی در بخش کشاورزی

ژاله کریمی نژاد^۱، نوراله دقیقی^۲

۱- کارشناس جهاد کشاورزی .

۲- کارشناس ارشد سازه های آبی- مدیر امور اجرایی سازمان آب و برق خوزستان.

مقدمه

بطور کلی ترویج کشاورزی یک فعالیت آموزشی است که دانش و مهارت‌های توسعه یافته موسسات تحقیقاتی را به جوامع روستایی معرفی می کند. بدیهی است بالا بردن سطح دانش روستاییان باعث رشد سطح تولید کشاورزی می شود. در نتیجه ثروت بیشتر و به نوبه خود رفاه و سعادت فزون تری ایجاد می نماید. در این فعالیت ها کمک به کشاورز جدا از کمک به خانواده او نمی تواند باشد، و منافع این واحدهای کوچک اجتماعی منافع ملی را تامین می نماید. در ترویج کشاورزی روش های مورد استفاده مبتنی بر اصل کمک به مردم برای کمک به خودشان می باشد. در راستای نیل به توسعه کشاورزی، ترویج کشاورزی یکی از ملزومات گذر از کشاورزی سنتی به صنعتی است . تحقیقات کشاورزی نیز می باید مدام ترویج را از لحاظ ایده های نوو نوآوری ها تغذیه کنند و لزوماً تحقیق و ترویج در خدمت کشاورز باشد تا بتوان در مسیر رسیدن به توسعه گام برداشت . تحقیقات نیز نشان می دهند که یکی از دلایل ضعیف ماندن پیوند بین تحقیق و ترویج غفلت از کشاورزان است . بدین سان است که سه عنصر تحقیق، ترویج و کشاورز در کنار یکدیگر جای می گیرند به گونه ای هریک بدون دیگری نمی تواند موثر واقع شود. رسیدن به اهداف توسعه پایدار بدون آموزش کشاورزان قطعاً محقق نخواهد شد .

مواد و روشها

اصولاً وظایف اساسی ترویج کشاورزی به شرح ذیل است :

(الف): شناخت موقعیت کشاورزی، مسایل، آداب و سنن حاکم بر آن

(ب): شناخت امکانات و منابع بالفعل و بالقوه مناطق روستایی

(ج): کمک به کشاورزان در بازشناسی مسایل و مشکلات موجود

(د): کمک به کشاورزان در اولویت دادن به مسایل منطقه

(هـ): تهیه و تنظیم برنامه آموزشی - ترویجی

(و): ترویج روشهای نوین کشاورزی و تنفیذ یافته های علمی مناسب منطقه

(ز): ارزیابی نتیجه فعالیت های ترویجی

(ح): مطالعه در شناخت روشهای سنتی و متداول کشاورزی و بسط و توسعه نقاط قوت و رفع نقاط ضعف آن

با آموزش اصول علمی و کاربرد آن

(ط): ارتباط با موسسات آموزشی به منظور یاری در برنامه ریزی آموزش کشاورزی هر منطقه



- (ی) : انعکاس مسائل کشاورزی به مراجع تحقیقاتی و ارزیابی آموزش های لازم به بهره برداران
- (ق) : تقویت حس تعاون و همکاری در بین روستاییان
- (ر) : همکاری و هماهنگی با سایر دستگاههای فعال در بخش تشکیلات جهت آموزش کشاورزان
- (ش) : آموزش و تجهیز نیروی فنی ترویج به آخرین اطلاعات و معلومات روز در زمینه های فنی مورد نیاز و بازآموزی روشهای جدید برنامه ریزی
- (ت) : استفاده از امکانات رسانه های گروهی از قبیل رادیو و تلویزیون و توسعه چاپ و تکثیر نشریات ترویجی و تهیه فیلم های آموزشی
- (ک) : شناساندن رسالت ترویج و نقش آموزشهای ترویجی در توسعه کشاورزی به جامعه، کشاورزان و دستگاههای اجرایی دولتی
- ذیلا دو نمونه از فعالیت های نادرست کشاورزان که سبب تخریب منابع خاک و تاثیر منفی کمی و کیفی آن می گردد ، قید می شود و سپس روش مدرسه در مزرعه به عنوان شیوه آموزشی مناسب برای رسیدن به اهداف توسعه پایدار و رفع این مشکلات پیشنهاد می گردد .

۱- سوزاندن کاه و کلش

هر ساله پس از برداشت گندم و جو به منظور آماده سازی زمین زراعی برای کشتهای تابستانه ، کشاورزان اقدام به سوزاندن بقایای گیاهی می کنند . این شیوه نادرست روز به روز ابعاد وسیعتری می یابد و حتی مزارعی که در تابستان آیش می مانند سوزانده می شوند .

آسان شدن و تسریع تهیه زمین برای کشت بعدی ، حاصلخیزی موقتی و افزایش بعضی از عناصر غذایی مانند کلسیم ، پتاسیم ، روی، و مس در اثر آزاد شدن از کاه و کلش سوخته کنترل بعضی از آفات و علفهای هرز کشاورزان را ترغیب به سوزاندن می کنند اثرات مفید آتش زدن موقتی است و در دراز مدت زیان بسیاری به ابعاد مختلف تولید اقتصادی و زیست محیطی به کشاورزان مملکت و جامعه جهانی وارد می شود . از جمله تشدید فرسایش خاک و ...

پس باید آموزش های لازم در خصوص توسعه پایدار در بخش کشاورزی کشاورزی به کشاورزان ارائه گردد . که البته نوع شیوه نیز بسیار مهم است . کشاورزی پایدار به مدیریت صحیح منابع کشاورزی اطلاق می گردد که در جهت رفع نیازهای در حال تغییر بشر به کار برده شود و در عین حال منابع طبیعی و نیز کیفیت محیط زیست را حفظ کرده و حتی بهبود بخشد.

۲ - آلودگی خاک ها و آب ها به وسیله سموم دفع آفات و کودهای شیمیایی و نتایج این آلودگی

ها

در میان عوامل آلوده کننده ی محیط زیست، سموم دفع آفات و سپس کودهای شیمیایی از همه مهم تر و خطرناکترند . آفت کش ها موادی شیمیایی مصنوعی هستند که برای از بین بردن حشرات(حشره کش ها)



، کنه ها (کنه کش ها)، علف های هرز (علف کش ها) ، قارچ ها (قارچ کش ها) ، موش های صحرائی و خانگی و سایر چونندگان (جونده کش ها) ، به کار می روند.

تصورات اولیه از آفت کش ها تماماً نادرست از آب در آمده اند، در حقیقت یک آفت کش از هر نوع که باشد تغییراتی در محیط زیست می دهد و روی مجموعه محیط زیست اثر می گذارد.

مدرسه در مزرعه شیوه تاثیر گذار آموزش به کشاورزان

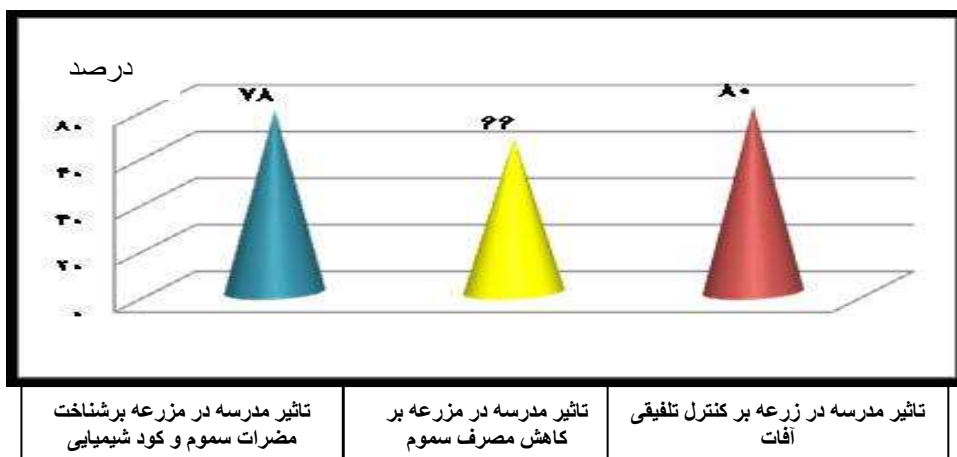
مدرسه در مزرعه یک فرآیند پژوهش کاربردی با تکیه بر اصل کلیدی مشارکت و یادگیری مزرعه ای است. در این روش بهره برداران در قالب آموزش مشارکتی کشاورزان مدار آموزش می بینند و در جریان این آموزش ها با نحوه مشاهده ، یادداشت برداری از جزئیات کار و چگونگی انجام آزمایشهای ساده و تغییر و تحلیل نتایج حاصل از یافته ها بر مبنای تجزیه و تحلیل کشت بوم آشنا می شوند. آموزشهای ارائه شده در قالب مدرسه در مزرعه براساس ارتقاء سطح مهارت تحلیلی و قدرت تفکر انتقادی بهره برداران است تا بتوانند تصمیم های بهتری اتخاذ نمایند. این شیوه بین المللی و مشارکتی بوده و هیچ آموزشگری ندارد بلکه خود طبیعت نقش آموزشگر را بازی می کند . ولی فردی به نام تسهیلگر هدایت گروه را به عهده دارد .این روش طی ۱۰ تا ۱۴ جلسه در یک فصل زراعی در خود مزرعه اجرا می شودو لازم است حد اقل ۳ سال تکرار شود تا کشاورزان را کاملا خبره نماید. در این شیوه تاکید اصلی بر مدیریت پایدار خاکهاست. انتقال یافته های تحقیقاتی و ترکیب آن با دانش بومی در این شیوه کاربرد دارد .

انتظار نهایی از این پروژه ، توسعه از طریق کشاورز به کشاورز است . در این مرحله آرمانی ، دولت نقش حمایت و هدایت کننده را داراست .

نتایج و بحث اثربخشی روش مشارکتی مدرسه در مزرعه

مطابق یک طرح مطالعاتی اثر بخشی این پروژه آموزشی از دیدگاه بهره برداران به شرح ذیل می باشد :

- ۱- ۸۲ درصد از پاسخگویان (بهره برداران) اذعان داشته اند که شرکت در جلسات مدرسه در مزرعه و ارتباط با تسهیلگر باعث افزایش مهارت و سطح دانش آنها در حد زیادی شده است .
- ۲- ۶۳ درصد پاسخگویان معتقدند که شرکت در جلسات سایت باعث حل مشکل تولیدی آنها شده است
- ۳- ۶۵ درصد کشاورزان مطالب ارائه شده را به صورت عملی به کار بسته اند .
- ۴- ۸۰ درصد کشاورزان شیوه مدرسه در مزرعه را در یادگیری مبارزه تلفیقی آفات و کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی موثر دانسته اند .
- ۵- ۶۶ درصد پاسخگویان ، شرکت در جلسات سایت را باعث استفاده کمتر از سموم شیمیایی دانسته اند .
- ۶- ۷۸ درصد پاسخ گویان معتقدند تاثیر روش مدرسه در مزرعه در آشنایی با مضرات مصرف بی رویه سموم و کودهای شیمیایی خیلی زیاد تا زیاد بوده است .





نمودار ۱ - درصدی از کشاورزان که روش مدرسه در مزرعه را روش آموزشی مناسبی دانسته اند .

منابع

۱. بررسی اثربخشی مهارت های ارتباطی در روش مدرسه در مزرعه. ۱۳۸۷. مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره) کرج.
۲. مضرات مواد شیمیایی ، مزایا و نحوه تولید محصول سالم . ۱۳۸۶. انتشارات سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان .
۳. کودهای بیولوژیک . ۱۳۸۶. انتشارات سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان .
۴. راهنمای تسهیل گران برای اجرای مدرسه در مزرعه . ۱۳۸۵. حیدری ، حسین . جلد اول .
۵. راهنمای تسهیل گران برای اجرای مدرسه در مزرعه . ۱۳۸۵. حیدری ، حسین . جلد دوم .
۶. گزارشات واصله از مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان ها .



بهبودی خاک‌های شور و سدیمی در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران

محمدکیا کیانیان^۱، فاطمه چشم‌براه^۲، فهیمه رسولی^۳

۱- عضو هیئت علمی دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان (m_kianian@sun.semnan.ac.ir)؛ تلفن: ۰۹۱۱۳۲۶۵۶۱

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی دانشگاه یزد

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مناطق خشک و بیابانی دانشگاه سمنان

مقدمه

نقشه‌ی خاک جهان - تهیه شده توسط یونسکو- نشان می‌دهد که مناطق زیست اقلیمی بسیار خشک، خشک، نیمه خشک و نیمه مرطوب، یک سوم سطح خشکی جهان را در بر گرفته و حدود ۱۴ درصد جمعیت در آن زندگی می‌کنند (کیانیان، ۱۳۸۷). مناطق خشک به مناطقی گفته می‌شود که میزان باران سالانه آنها معمولاً کمتر از ۵۰ سانتیمتر است. به علت عدم شسته شدن طبیعی مواد در این موارد، مقدار کاتیون‌های بازی این خاکها زیاد است. در بعضی از افق‌های این خاکها تجمع کربنات کلسیم به مقدار زیاد صورت گرفته و هر قدر مقدار بارندگی کمتر باشد، این لایه کربناتی نزدیکتر به سطح خاک قرار دارد. پ.ا.چ این خاکها بالاست. خاک بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک سرشار از املاح محلول است که منشا متفاوتی دارد. تجمع املاح در خاک، تاثیر عمده‌ای بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی رس و هوموس داشته، کمیت و کیفیت جامعه نباتی عالی و پست خاک را تعیین می‌کند. اغلب وجود املاح سدیم موجب انتشار ذرات رس و هوموس شده، لایه یا افق بسیار متراکمی در زیر خاک تشکیل می‌شود، که مانع عبور آب و هوا به ریشه نباتات می‌شود. همچنین خواص شیمیایی و فیزیکی خاک‌های شور منعکس کننده میزان نوع نمک موجود در خاک است. از نظر آرمانی میزان و نوع نمک موجود در خاک را باید از راه تجزیه محلول خاک که در شرایط رطوبت مزرعه بدست آمده است، تعیین نمود. در روش‌های استاندارد آزمایشگاهی، خاک را با آب مقطر اشباع کرده و سپس عصاره آنرا برای تجزیه شیمیایی استخراج می‌کنند. این عصاره اشباع حدوداً همان خصوصیات محلول خاک در شرایط اشباع (مزرعه) را خواهد داشت.

درباره خاکهای شور و قلیا مطالعات فراوانی در کشورهای مختلف صورت گرفته و سازمان بین‌المللی یونسکو نیز از سال ۱۹۵۲ مطالب جالبی در این موارد منتشر کرده است. رسوب املاح در خاکهای مختلف با نوع خاصی از پستی و بلندی همراه است و به طور کلی زمینهای شور و قلیا همیشه در نقاط پست مانند دلتا، تراسهای رودخانه‌ای و دریاچه‌ای وجود دارند و سفره آب زیرزمینی در این مناطق نیز چندان عمیق نیست. بر اساس آخرین آمار منتشر شده، بیش از ۱۷۰ درصد زمین‌های ایران به نوعی تحت تاثیر شوری قرار دارند و متأسفانه طبق مشاهدات عینی، این رقم هر سال افزایش می‌یابد (کریم پور، ۱۳۸۷). زمین‌های کشاورزی به دلیل آبیاری با آبهای شور و بی توجهی به خصوصیات آنها در مدتی کوتاه، در معرض پیشروی قرار دارند. شوری در زمین‌های کشاورزی تا حدی پیشروی می‌کند که کشاورزان به ناچار زمین‌ها را رها می‌کنند. در زمین‌های رها شده نه فعالیت کشاورزی به سادگی میسر است و نه گیاهان مرتعی می‌روند.

بررسی تاریخچه کشاورزی در جهان نشان می‌دهد که بدون در نظر گرفتن موازنه نمک آب و خاک و احداث زهکش‌ها، کشاورزی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک، پایدار نمی‌باشد. مدت زمانی که سیستم کشاورزی بدون زهکشی کافی پایدار می‌ماند تابع هیدروژئولوژی منطقه و مدیریت آب می‌باشد. تجمع نمک به



خاک و منطقه رشد ریشه بستگی دارد. مدیریت کشاورزی پایدار به علت محدودیت های اقتصادی، کافی نبودن آموزش مدیریت صحیح و قوانین لازم در مورد بهره وری از آب، آب بها و اثرات زیست محیطی آبیاری محدود گردیده است. در املاح موجود در خاک، فشار اسمزی محلول خاک را افزایش داده، بدین ترتیب قدرت جذب آب را توسط گیاهان کاهش می دهند (جعفری، ۱۳۶۸). از طرفی تعادل یونی را به هم زده و در بعضی مواد مانند املاح بر برای گیاهان سمی هستند. محصول گیاهان مزروعی در مناطق شور قلیایی ناچیز و کمیت و کیفیت محصول نیز قابل توجه نیست. این گیاهان در مقابل امراض و آفات نیز مقاومت کمتری دارند. از روی ترکیب عصاره اشباع، خاکها را به ۳ گروه، شور، سدیمی و شورسدیمی طبقه بندی می کنند، که معیارهای عمده ای که معمولاً برای این طبقه بندی بکاربرده می شوند عبارتند از: میزان شوری عصاره اشباع که بوسیله دستگاه EC سنج در دمای C25 اندازه گیری می شود. نسبت جذب سطحی سدیم (SAR) که مقدار آن با میزان یون Na^+ در فاز تبادل، یعنی درصد سدیم تبدلی (ESP) در ارتباط است. مثلاً اگر SAR مساوی با ۱۳ باشد آنگاه ESP مساوی با ۱۵ خواهد شد (جدول ۱).

جدول ۱- ویژگی های شیمیایی خاک های شور، سدیمی و سدیمی شور

PH	ESP	EC(ds/m)	خاک
< ۸/۵	< ۱۵	> ۴	شور
> ۸/۵	> ۱۵	< ۴	سدیمی (غیرشور)
< ۸/۵	> ۱۵	> ۴	شور و سدیمی

معیار بر مبنای عصاره اشباع در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد است.

مواد و روشها

این تحقیق بر اساس تجربیات و تحقیقات اینجانب و مرور منابع صورت گرفته است.

نتایج و بحث

بهسازی خاکهای شور و مخصوصاً سدیمی مسئله تکراری و رقابت انگیزی است (جعفری، ۱۳۶۸). بسیاری از کارهای اولیه ماهیت آزمون و خطا را داشته و چون اصول بهسازی به ویژه در مورد خاکهای سدیمی به درستی تفهیم نشده بود. با این همه در مدت ۳۰ سال گذشته با پیدایش مدل سازی کامپیوتری که در پیش بینی سودمند بودن روشهای مختلف بهسازی مؤثر بود، پیشرفتهای زیاد حاصل شده است. بهسازی خاکهای شور مستلزم آبشویی کافی با آب برخوردار از کیفیت بالاست تا نمک های قابل حل اضافی از منطقه ریشه خارج شود و در این میان عوامل باز دارنده ای هم وجود دارد که می توان به کافی نبودن راه کشی به علت سطح ایستابی بالا، کافی نبودن عرضه آب آبشویی با کیفیت بالا، هزینه آب و غیره از جمله این عوامل می باشند. عملیات اولیه بهسازی مشتمل بر آبشویی به وسیله انباشتن آب در سطح خاک است. یک قانون کلی می گوید عمق آب نفوذ یافته هر اندازه باشد ۸۰ درصد نمک قابل حل در همان اندازه از عمق خاک خارج می شود. اگر عمق بهسازی را



یک متر در نظر بگیریم و اگر بخواهیم ۸۰ درصد نمکهای قابل حل را خارج کنیم باید آنقدر آب روی خاک انباشته کنیم تا به عمق یک متر به داخل خاک نفوذ کند. برای خارج کردن ۸۰ درصد نمکهای باقیمانده بار دیگر باید تا یک متر عمق خاک آب در داخل زمین نفوذ کند. این فرآیند گرچه موثر است نسبت به استفاده از آب وقت گیر و غیر کار آمد نیز هست. استفاده از مالچ و دیگر مدیریت رویه ای برای تسریع در آبشویی نمک: حرکت آب و نمک قابل حل در سراسر خاک فرآیند پویایی است. هنگامی که آب کافی برای آبشویی به کار رود، حرکت نهایی پایاب آب و نمک را به همراه خواهد داشت. با خشک شدن سطح خاک و مصرف آب توسط گیاه جهت حرکت آب به طرف نقطه مصرف آب خواهد بود. با تعرق یا تبخیر آب، بیشتر نمک قابل حل در خاک باقی می ماند تا متعاقباً دوباره به وسیله آب حرکت داده شود. هر عملی که بتواند از طریق کاهش تبخیر یا افزایش نفوذ سطحی آب حرکت روبه بالای آب و نمک را به قدری موثر کاهش دهند، مفید خواهد بود، که در خاکهای شور به سهولت با بارندگی زمستانی بهسازی می شوند، آبشویی به روش بارانی نیز در خاکی که مالچ در آن به کار گرفته شده موثر است. روش های مدیریتی کشاورزی در خاک های شور (Kianian, M.k., 2009)، یکی از این روش های مدیریتی توزیع (پخش) نمک ها در سرتاسر خاک است تا غلظت نمک در ناحیه ریشه به حد سمیت برای گیاه نرسد. کم کردن فاصله آبیاری اول و دوم و آبیاری با حجم زیاد، جهت خارج کردن نمک از ناحیه ریشه گیاهان یکی دیگر از راه های مدیریتی موفق در خاک های شور است. به شرط اینکه در زمان تهیه زمین با استفاده از زیرشکن (Sub Solider)، شخم عمیق و شکستن لایه های غیرقابل نفوذ ایجاد شده در خاک اقدام کرد. با افزایش مواد آلی به خاک موجبات بهبود کیفیت خاکدانه، تهویه خاک و نفوذپذیری خاک را بیشتر کرده تا اثرات شوری بر خاک را کاهش داد. همچنین مواد آلی با بالا بردن ظرفیت نگهداری خاک خسارت ناشی از شوری خاک را کاهش می دهد. مصرف گچ باعث خارج شدن سدیم از خاک شده و در نتیجه شوری خاک کم می شود. مصرف گوگرد آلی جهت کاهش PH (اسیدیته) خاک نیز بکار می رود.

نتیجه گیری

معمولاً برای جلوگیری از اثرات زیان آور خاکهای شور و قلیایی به سه طریق مختلف با این خاکها رفتار می شود: روش اول از میان بردن این نمکها است. روش دوم تبدیل نمکهای مضر به نمکهای کم ضررتر می باشد. روش سوم را می توان کنترل نامید (Kianian, 2009). در دو روش اول هدف دفع نمکها و یا تغییر و تبدیل آنها است، در حالی که در روش سوم نحوه اداره خاک و عملیات کشاورزی را طوری تنظیم می کنند که نمک به طور یکنواخت در تمام خاک پخش شده و از تمرکز غلظت زیاد نمک در یک نقطه جلوگیری شود. عملیات صحیح آبیاری در مدیریت خاکهای شور و سدیمی اهمیت دارد (Kianian, 2009). برای مثال در آبیاری جوی و پشته ای معمولاً مقدار زیادی آب اضافه بر نیاز گیاهان زراعی در اختیار خاک قرار می گیرد. این آب اضافی سبب آبشویی نمک اضافی از منطقه ریشه گیاه می شود. هر چند حرکت آب در وهله اول نمکها را به میان ردیفها، یعنی آنجا که گیاهان به طور سنتی کشت می شوند می برد. در مقابل، در روش آبیاری قطره ای آب اضافه بر نیاز گیاهان می تواند مصرف نشود و بنابراین هیچگونه آبشویی انجام نمی شود (کیانیان، ۱۳۸۷). از این رو تجمع نمک در خاکهایی که با روش قطره ای آبیاری می شوند ممکن است به تدریج به یک مسئله جدی تبدیل شوند هر چند اگر قطره چکانها در محل صحیح قرار گیرند نمک ابتدا به طرف منطقه ریشه حرکت می



کند. صرف نظر از اینکه چه روش آبیاری به کار برده شود هر اندازه غلظت نمک در آب آبیاری بیشتر باشد مدیریت صحیح آبیاری بحرانی تر خواهد شد (کیانیان، ۱۳۸۷). گچ ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) برای سالیان دراز با موفقیت‌های متفاوت به عنوان منبع Ca برای جانشین شده Na در کمپلکس تبادل خاک و در نتیجه در بهسازی خاک‌های سدیمی مورد بهره برداری قرار گرفته است. گچ افزوده شده به سطح خاک معمولاً سرعت نفوذ سطحی را افزایش داده و خاک‌های سدیمی را اصلاح می کند، اما این فرآیند ممکن است به کندی انجام شود، زیرا گچ به آهستگی وارد بافت خاک می شود. روشهای دیگری که برای بهسازی خاک‌های شور و سدیمی به کار می روند عبارتند از: آبشویی با آب بسیار شور، مخلوط کردن عمیق خاک‌های سدیمی به منظور بهسازی، استفاده از سولفوریک اسید در بهسازی خاک‌های سدیمی و غیره می باشد.

منابع

- ۱- کیانیان، م.ک.، ۱۳۸۷. مدیریت خاک های مشکل دار در بوم نظام‌های خشک. انتشارات راه تهران
- ۲- کریم‌پور، م. و کیانیان، م.ک.، ۱۳۸۷. مبانی خاک ها. انتشارات دانشگاه تهران.
- 3- Kianian M.k., 2009. Investigation of Soil Physico-Chemical Properties in Playa's Wetlands (Case Study, Daryache-Namak). Pp. 1-14. Desert Journal, Tehran university, Iran.
- ۴- جعفری، م.، ۱۳۶۸. بررسی رابطه عوامل شوری و پوشش گیاهی و اثرات شوری در ترکیبات معدنی گیاهان غالب کویر دامغان. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.



استفاده از تصاویر سنجنده LISS-III در استخراج نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: بخشی از اراضی آبیک)

فریدون سرمیدان^۱، عباس طاعتی^۱

۱- به ترتیب استاد و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران

مقدمه

امروزه بیش از هر زمان دیگر، مردم کشورهای مختلف جهان برای بهزیستی و بهروزی، نیازمند بهره برداری کامل از تمام امکانات طبیعی کشور خود هستند. برای نیل به این مقصود لازم است همه زمین ها اعم از نزدیکترین یا دورترین نقاط، کاملاً شناسایی و ارزیابی شود تا بدین وسیله عوامل نخستین زندگی از قبیل آب، غذا، پوشاک، مسکن و انرژی لازم برای مصرف جمعیت فزاینده کشورها فراهم آید. سیستم‌های ماهواره ای بشر را در شناسایی منابع طبیعی کشورها در اقصی نقاط جهان یاری می کند. (علیزاده ربیعی، ۱۳۸۵) همچنین داده‌های ماهواره‌ای یکی از منابع مهم تهیه اطلاعات برای سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است که از آن برای مدیریت پایدار و برنامه ریزی سرزمین در این سامانه استفاده می شود. این داده‌ها می توانند نقشه های کاربری اراضی را دائماً به هنگام کرده به طوری که قدمت متوسط اطلاعات از یک دهه به سال و ماه کاهش یابد در حال حاضر به دلیل رشد روز افزون جمعیت بشر باعث تغییرات گسترده‌ای در کاربریهای مختلف ایجاد شده است ، به طوری که از سطح اراضی کشاورزی کاسته شده و سطح مناطق مسکونی افزایش پیدا کرده است و این یکی از بزرگترین مشکلاتی است که توسعه کشاورزی را مورد تهدید قرار داده است. از طرفی اطلاعات و آمار موجود بسیار قدیمی هستند و یا به لحاظ تهیه این آمار و اطلاعات با روشهای قدیمی از دقت خوبی برخوردار نیستند، بنابر این تهیه آمار و اطلاعات دقیق و به روز از کاربریهای مختلف اراضی هر منطقه‌ای نیاز مبرم و یکی از ابزارهای مهم توسعه پایدار و مدیریت محیط زیست می‌باشد. داده‌های سنجش از دور بهترین وسیله برای استخراج کاربری های اراضی شناخته شده است و در این رابطه تحقیقات متعددی انجام شده است که به اختصار به برخی از آنها اشاره می شود. (احمد و کواگان، ۲۰۱۲) از سنجنده TM ماهواره لندست ۵ برای تهیه نقشه کاربری اراضی در مالزی پرداخته و از روش الگوریتم حداکثر شباهت اقدام به تهیه نقشه کاربری اراضی در ۱۱ کلاس نمودند. (شفاپور و همکاران، ۲۰۱۳) مقایسه‌ای بین الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی را در تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی در منطقه سلانکور به کار بردند و نتیجه گرفتند که الگوریتم K-NN نسبت به الگوریتم‌های SVM و DT دارای صحت بالاتری در تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه داشت. هدف از انجام این تحقیق استخراج نقشه کاربری اراضی بخشی از اراضی آبیک قزوین با استفاده از تصاویر سنجنده LISS-III برای رسیدن به توسعه و مدیریت پایدار می‌باشد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه بخشی از اراضی آبیک استان قزوین می باشد که در محدوده نصف النهارهای $33^{\circ} 16'$ تا $50^{\circ} 21' 50''$ طول شرقی و مدارهای $35^{\circ} 59' 05''$ تا $36^{\circ} 08' 39''$ عرض شمالی قرار دارد. وسعت



منطقه مورد مطالعه ۱۶۶۱۸ هکتار می باشد. شرایط طبیعی، تنوع آب و هوایی، نوع رسوبات و ترکیبات خاک شرایط مناسبی را برای کشت انواع محصولات کشاورزی در این منطقه فراهم آورده است. در این تحقیق از تصاویر سنجنده LISS-III ماهواره IRS-1D مربوط به تاریخ ۲۶ خرداد ۱۳۸۵ استفاده شد. جدول ۱ مشخصات این ماهواره را نشان می دهد.

جدول ۱- مشخصات ماهواره IRS-1D

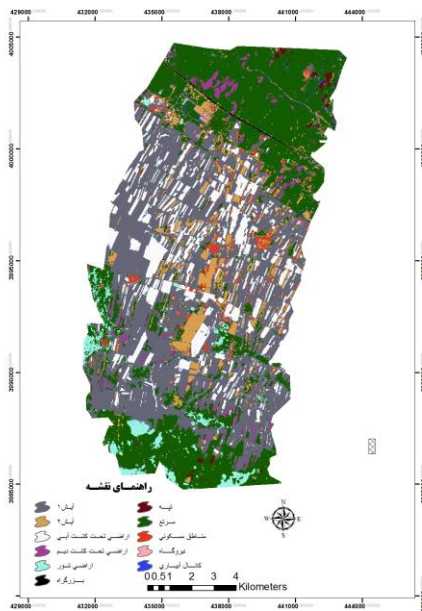
ماهواره	تاریخ پرتاب	سنجنده	نوع	تعداد باند	عرض	
					تفکیک (متر)	چاروب (کیلومتر)
IRS-1D	۱۹۹۷	LISS-III	Multispectral	۳	۲۳٫۵	۱۴۰
		PAN	Panchromatic	۱	۵٫۸	۲۳

همچنین برای تجزیه و تحلیل تصویر ماهواره‌ای از نرم افزارهای Arc GIS 9.3 و ERDAS Imaging 9.1 و برای برداشت نقاط از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) استفاده شد. قبل از اینکه داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده قرار گیرند باید در مرحله پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای، تصحیحات هندسی و رادیومتری بر روی داده‌ها صورت گیرد. در این تحقیق برای رفع خطای هندسی تصاویر، یک تصویر زمین مرجع شده را که قبلاً مورد تطابق هندسی قرار گرفته بود به عنوان مبنا قرار داده و از طریق تطابق هندسی تصویر به تصویر و با در نظر گرفتن تعدادی نقاط کنترل، تصحیح هندسی صورت گرفت. همچنین به علت اینکه تصاویر مورد استفاده دارای هیچگونه خطای اتمسفری نبودند بنابر این تصحیح اتمسفری بر روی تصاویر اعمال نگردید. مرحله بعد پردازش تصاویر ماهواره‌ای، طبقه‌بندی تصاویر است که معمولاً طبقه‌بندی، هدف نهایی خیلی از مفسران در روند پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای است. روش‌های مختلفی برای طبقه‌بندی تصاویر موجود می‌باشد که در این تحقیق از الگوریتم حداکثر شباهت طبقه‌بندی نظارت شده استفاده شد. این الگوریتم یکی از دقیقترین روش‌های طبقه‌بندی می‌باشد. (لیلسند، ۱۹۹۴) این الگوریتم بر مبنای احتمالات پایه‌ریزی شده و از لحاظ آماری، منطق قویتری به همراه دارد. بر اساس خوارزمیک آن، مقدار درصد احتمال تعلق هر پیکسل به هر طبقه محاسبه می‌شوند و هر پیکسل بر اساس بیشترین میزان احتمال به یک طبقه اختصاص پیدا می‌کند. برای اجرای صحیح این روش، طبقه‌ها باید از یک توزیع نرمال برخوردار باشند. برای تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از بازبندی‌های میدانی و دستگاه موقعیت‌یاب جهانی نمونه‌های تعلیمی برای هر کاربری در هر منطقه تهیه گردید. نمونه‌های تعلیمی به دو دسته تقسیم‌بندی شدند، یک دسته جهت استفاده در طبقه بندی و دسته دوم جهت بررسی صحت طبقه‌بندی استفاده شد. همچنین در این تحقیق از ماتریس خطا که از متداولترین روش برای بیان ارزیابی صحت می‌باشد استفاده شد که توافق بین نقشه‌های به دست آمده و داده‌های مرجع را با محاسبه صحت کلی و ضریب کاپا و ... بررسی می‌کند. (لو و همکاران، ۲۰۰۴)

نتایج و بحث

پس از انجام پردازش‌های فوق، نقشه کاربری اراضی توسط الگوریتم حداکثر شباهت انجام، و کلاس‌های کاربری اراضی (اراضی تحت کشت آبی، آیش ۱، آیش ۲، بزرگراه، تپه، اراضی دیم، کانال آب، مرتع، مناطق مسکونی، نیروگاه و اراضی شور) استخراج گردید. شکل ۱ نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه را نشان

می‌دهد. مساحت هر یک از کلاسهای کاربری در جدول ۲ آمده است، طبق اطلاعات مندرج در جدول، کل اراضی مورد مطالعه ۱۶۶۱۸ هکتار می‌باشد که کاربری مرتع با ۶۵۹۶٫۹۱ هکتار معادل ۳۹٫۶۹ درصد بیشترین سطح از منطقه را به خود اختصاص داده است.



شکل ۱- نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه

جدول ۲- مساحت کلاسهای کاربریهای مختلف در منطقه مورد مطالعه

نام کاربری	مساحت (هکتار)	درصد
آبشار تحت کشت آبی	۱۸۶۲٫۵۳	۱۱٫۲
آبشار ۱	۵۵۶۹٫۰۲	۳۳٫۵۱
آبشار ۲	۱۰۸۸٫۲۹	۶٫۵۴
بزرگراه	۲۵٫۵۸	۰٫۱۵
تپه	۹۲۶۵	۰٫۵۵
ارضای دیم	۴۳۵٫۸۱	۲٫۶۲
کانال آب	۸۴٫۳۳	۰٫۵
مرتع	۶۵۹۶٫۹۱	۳۹٫۶۹
مناطق مسکونی	۳۱۲٫۸۶	۱٫۸۸
نیروگاه	۶٫۴۱	۰٫۰۳۸
ارضای شور	۵۴۳٫۹۸	۳٫۲۷



ارزیابی صحت نقشه تهیه شده نشان داد که صحت کلی و ضریب کاپا برای نقشه کاربری منطقه به ترتیب ۸۶٫۶۷٪ و ۰٫۸۲ می‌باشد. صحت هر یک از کلاس‌های کاربری در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- ارزیابی صحت نقشه کاربری‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه

نام کاربری	اراضی تحت کشت آبی	آبش ۱	آبش ۲	بزرگراه	پهنه	اراضی دیم	کانال آب	مرتع	مناطق مسکونی	نیروگاه	اراضی شور
صحت تولید کننده (درصد)	۳۳٫۳۳	۱۰۰	۷۱٫۴۳	۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰
صحت کاربر (درصد)	۱۰۰	۸۱٫۸۲	۸۳٫۳۳	۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۵٫۷۱	۰	۰	۰

داده‌های سنجش از دور از قابلیت بالایی برای تهیه نقشه‌های پوشش و کاربری اراضی برخوردارند. به روز بودن داده‌ها امکان مطالعه تغییرات محیطی را فراهم می‌آورند که این خود امتیازی بزرگ محسوب می‌شود که امکان مدیریت اصولی و برنامه‌ریزی محیط زیست جهت استفاده از منابع را فراهم می‌آورد. همچنین آگاهی از نوع و درصد کاربری‌های مختلف به عنوان یک پارامتر مدیریتی می‌تواند برنامه‌ریزان بخش‌های مختلف اجرائی را در مدیریت و توسعه همه‌جانبه یاری نماید. در این تحقیق از داده‌های سنجنده LISS-III ماهواره IRS-1D برای تهیه نقشه کاربری اراضی بخشی از اراضی آبیگ استفاده شد و نقشه کاربری اراضی با روش طبقه‌بندی نظارت شده و الگوریتم حداکثر شباهت با صحت کلی ۸۶٫۶۷ درصد تهیه شد. که نشان دهنده این است که از دقت بالایی برخوردار است. و تصاویر این سنجنده اطلاعات و جزئیات دقیقی را از پدیده‌های سطح زمین فراهم می‌آورد و با توجه به دسترسی نسبتاً آسان کاربران، این تصاویر می‌توانند به عنوان منبع مناسبی در تهیه نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی نقاط مختلف استفاده شوند.

منابع

۱. علیزاده ربیعی، حسن ۱۳۸۵، سنجش از دور (اصول و کاربردها)، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).

- Ahmad, A.SH., Quegan, 2012. Analysis of Maximum Likelihood Classification Technique on Landsat 5 TM Satellite Data of Tropical Land Covers. IEEE International Conferace on Control System. Computing and Engineering. 23-25 Nov. Malaysia
- Lillsand, T.M., Kiefer, R.W., 1994. Remote sensing and image interpretation. New York. John Willy and Sons
- Lu, D., P. Mausel. E. Brondizio and E. Moran. 2004. Change Detection Techniques. Int. J. Remote Sensing. 2365-2407



5.Shafapour,M. B.,Pradhan and M.Jebu, 2013. A comparative assessment between object and pixel-based classification approaches for land use/land cover mapping using SPOT 5 imagery.Geocarto International.Taylor & Francis



کارائی طیفهای بازتابشی خاک (VIS-NIR) به منظور ارزیابی سریع تأثیرات روشهای مدیریت بر کیفیت خاک

محمد صادق عسکری^۱، نیکولاس هلدن^۲، ابراهیم عرفان^۳
۱. دانشجوی دکتری دانشگاه دوپلین، ۲. استاد دانشگاه دوپلین، ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه رامین

مقدمه

روشهای مدیریتی اعمال شده بر منابع خاک و اراضی می تواند تاثیر زیادی بر کیفیت خاک در ارتباط با افزایش یا کاهش بهره وری از منابع خاک و همینطور حفاظت از محیط زیست داشته باشد (Ogle et al., 2012). از این رو بهبود و حفاظت از کیفیت خاک و همینطور جلوگیری از تخریب و فرسایش اراضی از اهمیت بالایی برخوردار بوده بخصوص در ارتباط با مدیریت پایدار منابع خاک (Bone et al., 2010). روشهای متداول برای اندازه گیری و ارزشیابی فاکتورهای کیفیت خاک که اصولاً براساس اندازه گیری های آزمایشگاهی و میدانی بوده، نیازمند به دانش تئوری، وقت و هزینه زیادی می باشند (Guimaraes et al., 2011). بنابراین توسعه یک روش سریع و دقیق به منظور ارزیابی کمی کیفیت خاک که توانایی و حساسیت لازم برای تشخیص اثرات روشهای مدیریتی بر کیفیت خاک را داشته باشد، می تواند ابزار بسیار سودمندی برای مدیران اراضی و محققان فراهم کند (Askari et al., 2013). در دو دهه اخیر بررسی های طیف سنجی جهت اندازه گیری خصوصیات خاک، قابلیت بالای این روش برای اندازه گیری برخی از خصوصیات اساسی مرتبط با کیفیت خاک را نشان می دهد از این رو استفاده از طیفهای بازتابشی خاک می تواند روشی ارزان با قابلیت تولید مجدد سریع برای ارزیابی چند منظوره کیفیت خاک فراهم کند (Cécillon et al., 2011) و می تواند به عنوان یک روش سودمند به مدیران اراضی به منظور اتخاذ تصمیمات بهتر در ارتباط با اعمال سیستمهای مدیریتی صحیح و به موقع بر منابع خاک، کمک کند. در این تحقیق تاثیر روشهای مدیریتی در اراضی کشاورزی و مراتع کشور ایرلند بر کیفیت خاک با استفاده از طیفهای بازتابشی (VIS-NIR) مورد بررسی قرار گرفت و اهداف این تحقیق عبارتند از: توسعه شاخصهای کیفیت خاک برای اراضی کشاورزی و مراتع، ارزیابی تاثیر سیستمهای مدیریتی بر کیفیت خاک و بررسی قابلیت طیفهای بازتابشی خاک جهت ارزیابی سریع کیفیت خاک.

مواد و روشها

منطقه مورد تحقیق شامل ۴۰ سایت در کشور ایرلند بین عرضهای جغرافیایی $52^{\circ}8' N$ و $54^{\circ}19' N$ و طولهای جغرافیایی $6^{\circ}24' W$ و $8^{\circ}17' W$ قرار دارد. (متوسط دمای روزانه در زمستان ۴ تا ۸ درجه سانتی گراد و در تابستان ۱۲ تا ۱۶ درجه سانتی گراد با متوسط بارندگی سالیانه ۷۵۰ تا ۱۰۰۰ میلی متر). ۲۰ سایت در اراضی کشاورزی با سیستمهای مدیریتی شخم متداول در مقایسه با شخم حداقل و تک محصولی در مقایسه با چند محصولی و ۲۰ سایت در مراتع با تراکم مدیریتی مختلف انتخاب شد. اطلاعات مدیریتی لازم طی مصاحبه های جداگانه با کشاورزان و مدیران اراضی برای هر سایت جمع آوری گردید. در هر سایت یک پلات ۳۰ متر



مکعبی با جهت گیری تصادفی انتخاب و در هر پلات ۵ ساب-پلات در قطر پلات اصلی بصورت تصادفی برای جمع آوری نمونه های خاک (در کل ۲۰۰ نمونه) و اندازه گیریهای میدانی انتخاب شد. ارزیابی بصری شرایط خاک در هر ساب-پلات به منظور طبقه بندی کلی کیفیت خاک بر طبق روش ارزیابی کیفی خاک که با جزئیات کامل توسط Askari et al. (2013) شرح داده شده است، صورت گرفت. بیست خصوصیت خاک که در مقالات چاپ شده به عنوان شاخصهای مناسبی جهت ارزیابی کیفیت خاک معرفی شده اند، توسط روشهای استاندارد در مدت زمان مطالعات میدانی و در آزمایشگاه اندازه گیری شد. طیفهای بازتابشی نمونه های خاک با استفاده از یک فاس اسپکترومتر ۶۵۰۰ (Foss NIR-VIS systems) در طول موجهای ۴۰۰ تا ۲۴۹۸ نانومتر با کانتراست ۲ نانومتر اندازه گیری شد. پارامترهای اندازه گیری شده مورد نیاز به منظور ایجاد اندکس های کیفیت خاک بر اساس آنالیزهای آماری انجام شده بین کلاسهای کیفی خاک، انتخاب و به عنوان کل پارامترهای لازم و مرتبط با کیفیت خاک در اراضی کشاورزی و مراتع معرفی گردید. حداقل داده های مورد نیاز در هر دو کاربری بر اساس آنالیزهای چند معیاره، مشخص و چهار ایندکس کیفیت خاک بر اساس معادلات خطی و غیر خطی، و روشهای تلفیقی وزنی و ساده تعیین گردید. در اراضی کشاورزی روشهای مدیریتی به چهار کلاس شخم متداول، شخم حداقل، مزارع تک محصولی و چند محصولی تفکیک گردید و در مراتع سه کلاس تراکم مدیریتی کم، متوسط و زیاد تعیین گردید با استفاده از روش K-means cluster و اطلاعات مدیریتی از جمله نوع مزارع، تناوب زمانی بذر پاشی، تعداد و نوع دامها و روشهای مدیریت چرا و برداشت علوفه. با بهره گیری از اندکسهای کیفیت خاک تاثیر روشهای مدیریتی بر روی کیفیت و شرایط خاک بررسی گردید. در نهایت به منظور ایجاد روشی سریع برای ارزیابی کیفیت خاک، طیفهای اندازه گیری شده از نمونه های خاک برای مدل کردن کیفیت خاک مورد استفاده قرار گرفت. مدلهای طیفی اندکسهای کیفیت خاک با به کارگیری روش partial least-squares regression تعیین و با استفاده از پارامترهای آماری مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

ارزیابی بصری کیفیت خاک و فاکتورهای کمی اندازه گیری شده در ارتباط با کیفیت خاک نشان داد که بطور کلی روشهای مدیریتی اعمال شده در اراضی کشاورزی در ایرلند تاثیر مخربی بر کیفیت خاک و کاهش بهره برداری از آن ندارند ولی در مجموع تاثیر روشهای مدیریتی با استفاده از هر دو روش کیفی (Askari et al., 2013) و اندکس های کیفیت خاک (جدول ۱) قابل تفکیک و تشخیص است. کیفیت و شرایط خاک در روش کشت با حداقل شخم با تناوب چند محصول تا حدی از شرایط مناسب تری برخوردار است. طبقه بندی تراکم مدیریتی در مراتع نشان داد پارامترهای اندازه گیری شده دارای شرایط نامناسب تری در کلاسهای با تراکم بیشتر مدیریتی هستند که نشان دهنده تاثیر مخرب افزایش تراکم فعالیتهای مدیریتی بر مراتع ایرلند است (McCarthy et al., 2011). پایداری ساختمان خاک، وزن مخصوص خاک، مقدار کربن آلی و کربن کل، نسبت کربن به نیتروژن، پتاسیم و ظرفیت تبادل کاتیونی به عنوان پارامترهای خاک موثر در ارزیابی کیفیت خاک در مراتع ایرلند و نفوذ پذیری، پایداری ساختمان، مقدار نیتروژن کل، نسبت نیتروژن به کربن و مقدار منیزیم به عنوان پارامترهای موثر در اراضی کشاورزی در این کشور تشخیص داده شد. از بین پارامترهای موثر در ارزیابی کیفیت خاک، مقدار کربن خاک، وزن مخصوص، پایداری ساختمان و نسبت کربن به نیتروژن در مراتع و مقدار



نیتروژن، منیزیم و پایداری ساختمان در اراضی کشاورزی به عنوان حداقل پارامترهای مورد نیاز برای ارزیابی کیفیت خاک تعیین گردید بر اساس آنالیزهای آماری به منظور کاهش تکرار داده های مرتبط.

جدول ۱- مقایسه میانگین بین روشهای مدیریتی

اندکسهای کیفیت خاک در مراتع

مقایسه تراکم مدیریتی	اندکس ۱		اندکس ۲		اندکس ۳		اندکس ۴	
	MD	P-value	MD	P-value	MD	P-value	MD	P-value
کم VS متوسط	۰/۰۲۹	۰/۰۹۳	۰/۰۳۹	۰/۰۲۹	۰/۰۷۰	۰/۰۲۰	۰/۰۷۸	۰/۰۰۹
کم VS زیاد	۰/۰۷۱	۰/۰۰۰	۰/۰۷۶	۰/۰۰۰	۰/۱۸۰	۰/۰۰۰	۰/۱۷۸	۰/۰۰۰
متوسط VS زیاد	۰/۰۴۲	۰/۰۲۲	۰/۰۳۷	۰/۰۴۷	۰/۱۱۱	۰/۰۰۱	۰/۱۰۰	۰/۰۰۲

اندکسهای کیفیت خاک در اراضی کشاورزی

مقایسه روشهای مدیریتی	اندکس ۱		اندکس ۲		اندکس ۳		اندکس ۴	
	MD	P-value	MD	P-value	MD	P-value	MD	P-value
شخم متداول VS شخم حداقل	۰/۰۵۵	۰/۰۴۰	۰/۰۵۹	۰/۰۲۹	۰/۰۶۱	۰/۰۶۱	۰/۰۶۳	۰/۰۵۰
تک محصولی VS چند محصولی	۰/۰۸۷	۰/۰۰۳	۰/۰۸۶	۰/۰۰۵	۰/۰۸۳	۰/۰۱۰	۰/۰۷۷	۰/۰۱۷

MD، تفاوت میانگین

جدول ۲- نتایج آنالیزهای طیفی اندکس های کیفیت خاک

	اندکس	تعداد متغیرهای پنهان	RPD	R ²	RMSE
مراتع	۱	۹	۲/۲۹	۰/۸۲	۰/۰۳
	۲	۹	۲/۲۹	۰/۸۴	۰/۰۳
	۳	۸	۲/۵۰	۰/۸۴	۰/۰۵
	۴	۹	۲/۵۹	۰/۸۵	۰/۰۵
اراضی کشاورزی	۱	۱۲	۲/۴۹	۰/۸۸	۰/۰۵
	۲	۱۲	۲/۴۵	۰/۸۸	۰/۰۵
	۳	۱۰	۲/۷۰	۰/۸۸	۰/۰۶
	۴	۱۰	۲/۶۳	۰/۸۷	۰/۰۶



هر چهار اندکس تعیین شده با روشهای مختلف به منظور ارزیابی کیفیت خاک، قابلیت بالای جهت تشخیص تاثیر روشهای مدیریتی بر کیفیت خاک در هر دو کاربری داشتند بخصوص در تفکیک تاثیر اراضی تک محصولی و چند محصولی و همینطور تراکم های مدیریتی بالا در مراتع (جدول ۱). طیفهای بازتابشی خاک در محدوده VIS-NIR توانایی بسیار خوبی برای تخمین اندکسهای کیفیت خاک نشان دادند (جدول ۲). استفاده از طیفهای بازتابشی خاک می تواند روشی سریع، ارزان و بدون نیاز به اندازه گیری های زمان بر آزمایشگاهی و میدانی فراهم کند. این تحقیق نوید آینده امید بخشی را در بهره گیری از طیفهای خاک برای ارزیابی کمی و مستقیم کیفیت خاک بر اساس اندکسهای ترکیبی چند منظوره دارد.

منابع

- Askari, M.S., Cui, J., Holden, N.M., 2013. The visual evaluation of soil structure under arable management. *Soil and Tillage Research* 134: 1-10.
- Bone, J., Head, M., Barraclough, D., Archer, M., Scheib, C., Flight, D., Voulvoulis, N., 2010. Soil quality assessment under emerging regulatory requirements. *Environment International* 36: 609-622.
- Cécillon, L., Barthès, B.G., Gomez, C., Ertlen, D., Genot, V., Hedde, M., Stevens, A., Brun, J.J., 2009. Assessment and monitoring of soil quality using near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *European Journal of Soil Science* 60: 770-784.
- Guimaraes, R.M.L., Ball, B.C., Tormena, C.A., 2011. Improvements in the visual evaluation of soil structure. *Soil Use and Management* 27: 395-403.
- McCarthy, B., Pierce, K.M., Delaby, L., Brennan, A., Horan, B., 2012. The effect of stocking rate and calving date on reproductive performance, body state, and metabolic and health parameters of Holstein-Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95: 1337-1348.
- Ogle, S.M., Swan, A., Paustian, K., 2012. No-till management impacts on crop productivity, carbon input and soil carbon sequestration. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 149: 37-49.



تعیین پتانسیل تعدادی از میکروارگانسیم های بومی خاک شور به عنوان باکتری محرک رشد و نقش آنها در کاهش اثرات تنش شوری در یونجه

علی مرادی^۱، امید یونسی^۲

۱- هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج

۲- دکتری زراعت دانشگاه تهران

مقدمه

شوری خاک‌های زراعی و آب آبیاری را می‌توان جزء مهمترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان زراعی در اغلب نقاط جهان از جمله ایران دانست یونجه یکی از مهمترین و با کیفیت‌ترین گیاهان علوفه‌ای است که در میان گیاهان زراعی از جایگاه ویژه برخوردار است. گزارش منتشر شده در رابطه با تحمل به شوری در یونجه نشان می‌دهد که این گیاه از نظر مقاومت به شوری در گروه گیاهان نیمه متحمل قرار دارد (Mass and Hoffman, 1997).

در حال حاضر، تقویت زیستی بذر با به کارگیری باکتری‌های افزایش دهنده رشد گیاه از جمله کارآمدترین روش‌های پرایمینگ بذر بوده و در حال جایگزینی تدریجی با تیمارهای شیمیایی می‌باشد. باکتری‌های افزایش دهنده رشد گیاه از طریق سازوکارهای متفاوت بر شاخص‌های مختلف رشد تأثیر می‌گذارند. از جمله این سازوکارها می‌توان به تولید و ترشح تنظیم کننده‌های رشد مثل اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، سیتوکینین‌ها، تثبیت نیتروژن، توان حل‌کنندگی فسفات‌های نامحلول و سایر عناصر غذایی اشاره کرد.

عمده باکتری‌های محرک رشد گیاه که استفاده از آنها در تحقیقات سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته به جنس‌های آزوسپریلیوم، ازتوباکتر، سودوموناس و ریزوبیوم مربوط می‌باشند (Yasari and Patwardhan, 2007). این مطالعات به طور عمده شامل اثرات تیمار بذری این میکروارگانسیم‌ها بر عملکرد و اجزای آن است، به طوری که با بررسی تأثیر سویه‌های مختلف آزوسپریلوم نشان داده شد که این باکتری‌ها می‌توانند مقاومت گندم را به شوری افزایش داده و در نهایت عملکرد گیاه را نسبت به شاهد افزایش دهند (Saatovich, 2006). در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شد که باکتری‌های محرک رشد گیاه باعث افزایش رشد گیاهان و گسترش ریشه آنها می‌شوند. در یک بررسی گلخانه‌ای مشاهده گردید که پاسخ ذرت به پیش تیمار باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و فسفر در بیشتر شاخص‌های رشد مثبت بوده است (Wue et al. 2005). همچنین گزارش کردند که در نتیجه پیش تیمار باکتریایی ازتوباکتر، عملکرد برنج به طور معنی داری افزایش یافت (Piao et al. 2005). بر این اساس تحقیق حاضر سعی بر آن دارد تا اثرات باکتری‌های افزایش دهنده رشد و قارچ میکوریزایی را بر گره‌بندی و وضعیت عناصر غذایی یونجه در شرایط تنش شوری مورد ارزیابی قرار دهد.



مواد و روش‌ها

آزمون مزرعه‌ای در پاییز ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی انارستان واقع در شهرستان قم اجرا گردید. بر اساس نتایج حاصل از بررسی خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک، شوری خاک مزرعه تحقیقاتی برابر $8/62$ دسی‌زیمنس بر متر و شوری آب برابر $10/49$ دسی‌زیمنس بود. خاک دارای بافت متوسط تا سبک (لومی شنی) و نفوذپذیری آب در خاک بعلاوه کمی میزان درصد رس نسبتاً سریع بود. خاک از نظر مواد غذایی اصلی گیاه مانند فسفر و پتاسیم قابل جذب فقیر بود.

آزمایش بصورت فاکتوریل دو عاملی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل دو رقم یونجه (بمی و یزدی) و یازده پیش‌تیمار مختلف باکتریایی و میکوریزا بود. سطوح پیش-تیمار زیستی شامل شاهد (بدون باکتری)، ازتوباکتر، آزوسپریلیوم، سودوموناس، ریزوبیوم و قارچ میکوریزا بصورت منفرد و بصورت تلفیق دوتایی ریزوبیوم با هر یک از جنس‌های باکتریایی و میکوریزا و نیز تلفیقی از کلیه تیمارهای زیستی مورد ارزیابی بود که در مجموع یازده سطح پیش‌تیمار مختلف زیستی را تشکیل داد.

برای انجام کشت مزرعه‌ای بذور یونجه (بمی و یزدی) بذور پس از اعمال هر یک از تیمارهای باکتریایی برای کشت به مزرعه انتقال داده شدند. هر کرت آزمایشی به مساحت 12 مترمربع و در ابعاد 3 متر \times 4 متر و شامل 5 ردیف کشت بود. بذور تلقیح شده بلافاصله پس از قرارگیری در ردیف کاشت با خاک پوشانده شدند. آبیاری با بهره‌گیری از چاه آبیاری منطقه با EC برابر با $10/49$ بطور هفتگی انجام گردید. جهت اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه، نمونه‌برداری با رعایت اثر حاشیه از بخش میانی و در مرحله گلدهی صورت پذیرفت. در پایان آزمایش صفات ارتفاع بوته، گره‌بندی، وزن خشک ریشه و شاخساره، غلظت نیتروژن، فسفر، سدیم و پتاسیم مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان نیتروژن از روش کج‌دال (پن و اسمیت، ۲۰۰۲)، سدیم و پتاسیم بر اساس روش فلایم فتومتر (راین و همکاران، ۲۰۰۱)، میزان فسفر نمونه‌ها از روش کالریمتری زرد مولیبدو - وانادات (غازان شاهی، ۱۳۸۵) اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات با استفاده از نرم‌افزار *MSTATC* انجام گردید. مقایسه میانگین هر صفت با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح 5% درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از این تحقیق تأثیر منفی تنش شوری را بر فرایند گره‌بندی نشان داد به نحوی که در هیچ یک از تیمارهای زیستی تشکیل گره مشاهده نگردید. به نظر می‌رسد شوری بطور مستقیم اثرات منفی خود را بر فرایند تلقیح و تشکیل گره بر روی ریشه گیاه میزبان اعمال می‌نماید. به کارگیری تمامی پیش‌تیمارهای زیستی منجر به افزایش ارتفاع بوته نسبت به شاهد (عدم تلقیح) گردید. در میان پیش‌تیمارهای زیستی، پیش‌تیمارهای دوتایی و پیش‌تیمار تلفیقی بیشترین نقش را در افزایش ارتفاع بوته ارقام مورد ارزیابی داشتند. پیش‌تیمار منفرد میکوریزا و تیمار همزمان ریزوبیوم و میکوریزا تأثیر یکسانی بر ارتفاع بوته داشتند. اثر رقم بر صفات مذکور معنی‌دار بود و رقم بمی از ارتفاع بوته بالاتری برخوردار بود.

مقایسه میانگین سطوح پیش‌تیمار زیستی نشان داد که بیشترین میانگین وزن خشک شاخساره به تیمارهای دو-تایی ریزوبیوم - سودوموناس، ریزوبیوم - ازتوباکتر، تیمار منفرد سودوموناس و تیمار تلفیقی تعلق داشت.



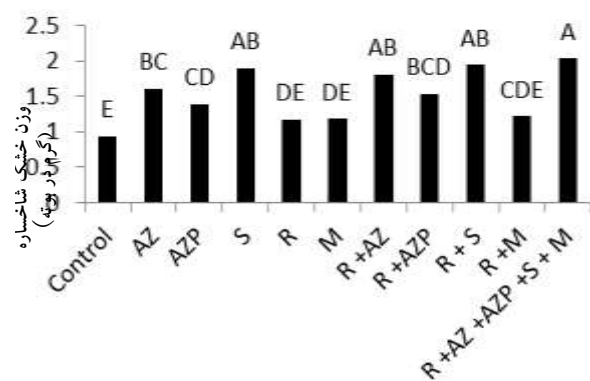
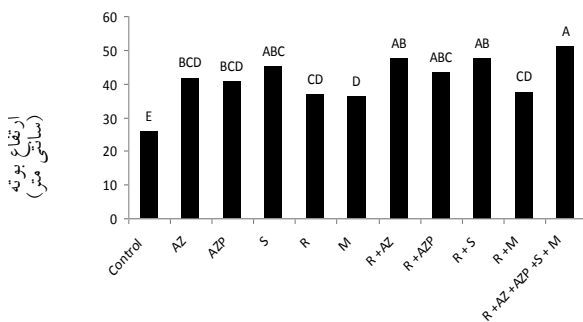
بیشترین وزن خشک ریشه نیز در تیمار تلفیقی زیستی و تیمار دوتایی ریزوبیوم - سودوموناس مشاهده گردید. مقایسه میانگین سطوح اثر متقابل تنش و رقم، برتری رقم بمی را در مواجهه با شرایط تنش به لحاظ صفت وزن خشک ریشه نسبت به رقم یزدی نشان داد.

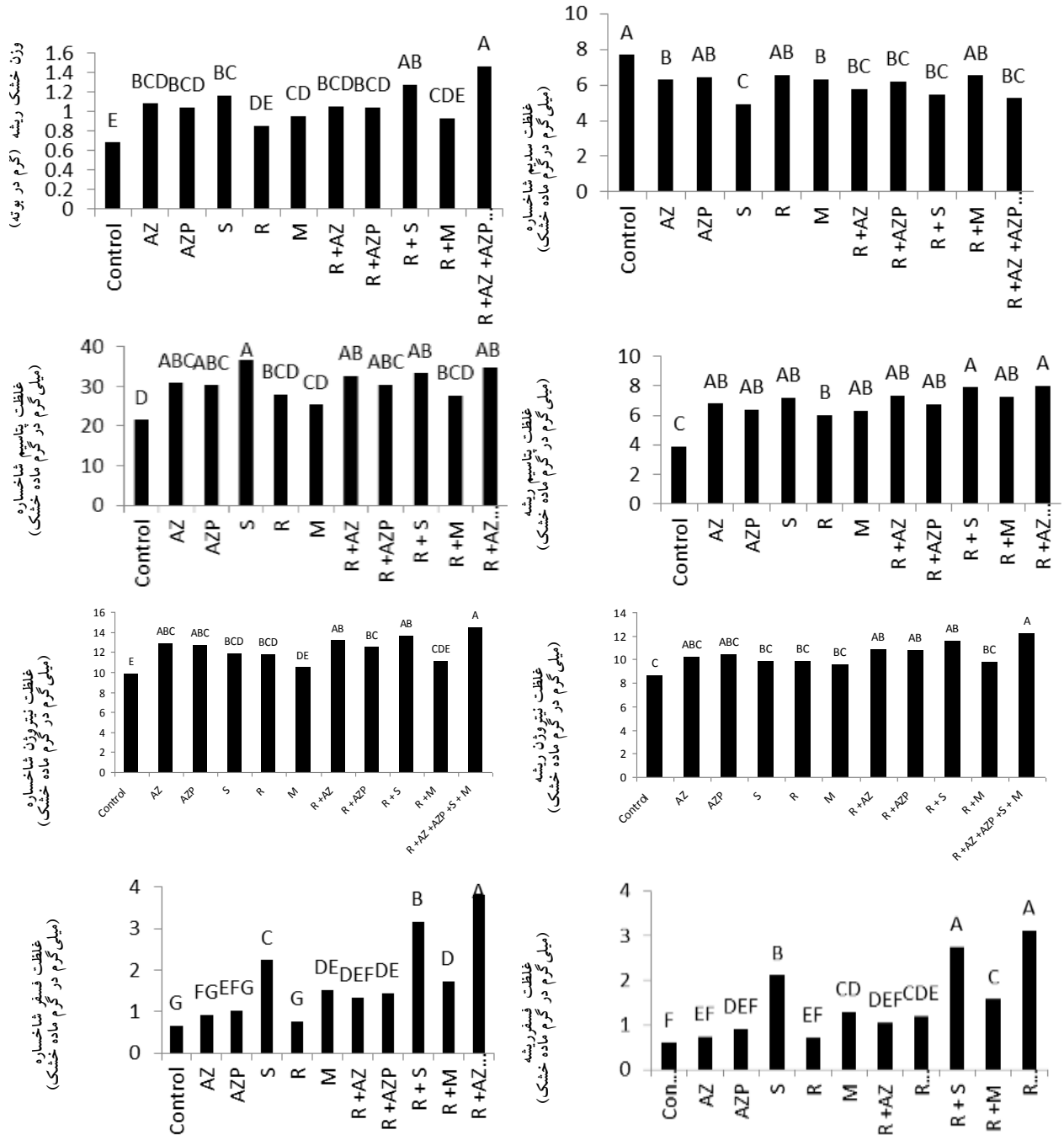
میان تیمارهای مختلف باکتریایی از نظر غلظت سدیم شاخساره تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. بیشترین غلظت یون سدیم شاخساره در تیمار شاهد (عدم تلقیح) و کمترین آن در تیمار تلفیقی و تیمار منفرد سودوموناس بدست آمد. تیمار دوتایی مایکوریزا - ریزوبیوم و تیمارهای منفرد آزوسپریلیوم و ریزوبیوم به لحاظ غلظت یون سدیم شاخساره کمترین نقش را در کاهش تجمع سدیم داشتند. رقم بمی از غلظت سدیم کمتری نسبت به رقم یزدی برخوردار بود.

مقایسه میانگین سطوح پیش تیمار باکتریایی نشان داد که بیشترین غلظت پتاسیم شاخساره به تیمار منفرد سودوموناس، دوتایی سودوموناس - ریزوبیوم، ازتوباکتر - ریزوبیوم و تیمار تلفیقی تعلق داشت. تیمار دوتایی سودوموناس - ریزوبیوم و تیمار تلفیقی بالاترین غلظت پتاسیم ریشه را نشان دادند.

اعمال پیش تیمار باکتریایی تأثیر بسزایی در غلظت نیتروژن ریشه و شاخساره داشت. پیش تیمار دوتایی ریزوبیوم - سودوموناس و تیمار تلفیقی بیشترین غلظت نیتروژن ریشه و شاخساره را برخوردار بودند. مقایسه میانگین سطوح پیش تیمار باکتریایی مبین آن است که بیشترین غلظت فسفر در تیمارهای تلفیقی، تیمار ریزوبیوم - سودوموناس و تیمار منفرد سودوموناس بدست آمد. تیمارهای آزوسپریلیوم، ازتوباکتر و ریزوبیوم نتوانست تغییراتی چندانی در غلظت فسفر ریشه و شاخساره نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) ایجاد کند. به کارگیری تیمار مایکوریزا چه بصورت منفرد و یا همراه با ریزوبیوم نیز موجب بهبود وضعیت فسفر گردید.

مشاهده نتایج جدول تجزیه واریانس بیانگر آن است که اختلاف عملکرد بیولوژیک در بین ارقام مورد ارزیابی با اطمینان ۹۵ درصد معنی دار بود و رقم بمی از عملکرد بیولوژیک بالاتری نسبت به رقم یزدی برخوردار بود. با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها بالاترین عملکرد بیولوژیک در تیمارهای دوتایی ریزوبیوم - سودوموناس، تیمار تلفیقی و نیز تیمار منفرد سودوموناس بدست آمد. در میان تیمارهای باکتریایی تیمار شاهد (عدم تلقیح) از کمترین عملکرد نسبت به دیگر تیمارهای باکتریایی برخوردار بود که این امر را می‌توان ناشی از کاهش در میزان رشد تیمار شاهد در مقایسه با سایر تیمارها در شرایط تنش شوری دانست.





منابع

غازان شاهی، ج. ۱۳۸۵. آنالیز خاک و گیاه (ترجمه). انتشارات آبیژ.

Glick BR, Penrose D and Wendo M (2001) Bacterial promotion of plant growth. *Biotech. Adv.* 19: 135-138.

Mass EV and Hoffman GJ (1977) Crop salt tolerance –current assessment. *Irrigat. Drain. Eng.* 103: 115-134.



Piao Z, Cui Z, Yin B, Hu J, Zhou C, Xie G, Su B and Yin S (2005) Changes in acetylene reduction activities and effects of inoculated rhizosphere nitrogen-fixing bacteria on rice. *Biol. Fertil. Soils*. 41: 371-378.

Ryan J., Estefan G., Rashid A. (2001). *Soil and analysis laboratory manual*. ICARDA, pp: 172.

Saatovich SZ (2006) Azospirilli of Uzbekistan soils and their influence on growth and development of wheat plants. *Plant and Soil*. 283: 137-145.

Wue SC, Cao ZH, Li ZG, Cheung KC and Wong MH (2005) Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*. 125: 155-166.

Yasari E and Patwardhan IS (2007) Effects of Azotobacter and Azospirillum inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of Canola. *ASI. J. Plant Sci*. 6: 77-82.



کارایی میکروارگانسیم‌هایی محرک رشد در شرایط خاک و آب شور بر استقرار و رشد یونجه

علی مرادی^۱، امید یونسی^۲

۱- هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج

۲- دکتری زراعت دانشگاه تهران

مقدمه

گیاهان زراعی اغلب در معرض عوامل محدود کننده محیطی نظیر شوری خاک و کمبود آب آبیاری قرار دارند که با ایجاد محدودیت در آب قابل استفاده گیاه کلیه فرایندهای متابولیسی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Grover et al., 2001). تنش شوری و کمبود آب همواره رابطه مستقیم و غیرقابل تفکیکی با یکدیگر دارند. در گیاهان مواجه با شوری علاوه بر تأثیر اسمزی تنش شوری که همانند تنش خشکی باعث برهم خوردن روابط آبی گیاه می‌شود، اثر اختصاصی تنش شوری نیز مطرح است که بصورت تأثیر یون‌ها روی متابولیسم سلولی و در برخی موارد سمیت ناشی از تجمع یون‌ها خودنمایی می‌کند (Xiong et al., 2002).

یونجه گیاهی علوفه‌ای از خانواده لگومینوز بوده و از جایگاه ویژه‌ای در میان گیاهان زراعی برخوردار است. یونجه به عنوان یک گیاه نیمه مقاوم به شوری شناخته می‌شود (Mass and Hoffman, 1977). با این وجود مرحله استقرار اولیه این گیاه حساسیت بالایی را نسبت به شوری نشان می‌دهد (Parida and Das, 2005).

روش‌های تقویت بذر نظیر پرایمینگ یا پیش تیمار بذور از جمله روش‌های کارآمد در جهت افزایش سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی سبز شدن و نیز افزایش مقاومت در برابر شرایط نامساعد محیطی می‌باشد (Rashid et al., 2005). تیمارهای آماده‌سازی بذر یکی از آسانترین و در عین حال کارآمدترین راه‌های بهبود استقرار گیاهچه محسوب می‌شود (Nascimento, 2003). در میان روش‌های گوناگون پیش تیمار بذر، پیش تیمار باکتریایی بذر با استفاده از باکترهای

محرک رشد گیاه یکی از بهترین این روش‌ها بوده و در حال جایگزینی تدریجی با تیمارهای شیمیایی می‌باشند. غالب تحقیقات انجام شده در زمینه محرک‌های رشد گیاهی، بر تأثیر آنها بر عملکرد و اجزاء آن تمرکز دارد و کمتر به نقش آنها بر ظهور گیاهچه و استقرار اولیه آن پرداخته شده است. این در حالی است که در اندک تحقیقات انجام گرفته، تأثیر مثبت پیش تیمار باکتریایی و میکوریزا در بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی و استقرار بهتر گیاهچه گزارش شده است. بر این اساس تحقیق حاضر سعی بر آن دارد تا اثرات باکتری‌های افزاینده رشد و قارچ میکوریزا را بر ظهور اولیه، استقرار گیاهچه و نیز رشد یونجه در شرایط تنش شوری را مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر پیش تیمار باکتریایی و قارچ میکوریزا بر ظهور اولیه گیاهچه و عملکرد یونجه در شرایط تنش شوری بصورت آزمون گلخانه‌ای در گلخانه گروه زراعت و اصلاح نباتات در تابستان ۱۳۹۰ اجرا گردید. آزمایش



سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران فن آوری های نوین در علوم خاک

بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح تنش شوری شامل شاهد (بدون تنش) (S_0)، 60 (S_1) و 120 (S_2) میلی مولار نمک کلرید سدیم و یازده پیش تیمار مختلف باکتریایی و میکوریزا بود. سطوح پیش تیمار زیستی شامل شاهد (بدون باکتری)، ازتوباکتر، آزوسپریلیوم، سودوموناس، ریزوبیوم و قارچ میکوریزا بصورت منفرد و بصورت تلفیق دوتایی ریزوبیوم با هریک از جنس های باکتریایی و میکوریزا و نیز تلفیقی از کلیه تیمارهای زیستی مورد ارزیابی بود که در مجموع یازده سطح پیش تیمار مختلف زیستی را تشکیل داد. برای اجرای آزمایش تعداد ۱۵ بذر از هریک از دو رقم یونجه پس از ضدعفونی و اعمال تیمار باکتریایی مورد نظر در گلدان های سفالی کشت شدند. بازدید گلدان ها بطور روزانه انجام شده و تعداد گیاهچه های ظاهر شده تا ۱۴ روز پس از کاشت روزانه یادداشت گردید. سپس ظهور اولیه گیاهچه ها ۶ روز پس از کاشت و درصد ظهور نهایی گیاهچه ها ۱۴ روز پس از کاشت محاسبه گردید. متوسط زمان ظهور گیاهچه با استفاده از رابطه زیر تعیین گردید (Orchard, 1977):

$$MET = \sum f_i x_i / F$$

در این رابطه MET = متوسط زمان لازم برای ظهور گیاهچه f_i = تعداد گیاهچه ظاهر شده در روز i ، x_i = تعداد روز تا شمارش i ام و F = حداکثر تعداد گیاهچه های ظاهر شده می باشد. سرعت ظهور گیاهچه با در نظر گرفتن تاریخ نخستین آبیاری به عنوان تاریخ کاشت و با استفاده از رابطه زیر تعیین گردید (Orchard, 1977):

$$SER = FEP/D$$

در این رابطه SER = سرعت ظهور گیاهچه، FEP = درصد ظهور نهایی گیاهچه و D = تعداد روز از کاشت تا پایان یادداشت برداری می باشد. سرعت ظهور جمعی گیاهچه با استفاده از رابطه زیر مشخص گردید (Orchard, 1977):

$$CER = \sum F/D$$

در این رابطه CER = سرعت ظهور جمعی گیاهچه، F = تعداد گیاهچه شمارش شده می باشد. پس از استقرار کامل، بوته ها تنک شده و ۷ بوته در هر گلدان حفظ شد. در پایان دوره آزمایش (شش هفته پس از کاشت) ارتفاع بوته ها در هر گلدان و هر تیمار آزمایشی اندازه گیری شد. سپس بوته ها بطور کامل از گلدان ها خارج و به دو بخش شاخساره و ریشه تقسیم شدند و وزن خشک هر بخش با قرار دادن در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد و توزین با ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم تعیین شد. در پایان آزمایش تجزیه و تحلیل داده های حاصل از اندازه گیری صفات با استفاده از نرم افزار $MSTATC$ انجام گردید. مقایسه میانگین هر صفت با کمک آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ظهور گیاهچه

مقایسه میانگین سطوح شوری کاهش معنی دار ظهور گیاهچه را همزمان با اعمال تنش شوری نشان داد که به پایین ترین میزان خود در سطح شوری S_2 رسید. پیش تیمار باکتریایی سودوموناس بیشترین نقش را در افزایش ظهور اولیه و ظهور نهایی گیاهچه داشت (جدول). در میان تیمارهای زیستی، پیش تیمارهای تلفیقی از وضعیت مطلوبی به لحاظ ظهور اولیه و



سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران فن آوری های نوین در علوم خاک

نهایی گیاهچه برخوردار بودند. تیمارهای تلفیقی می‌توانند امکان برقراری رابطه هم‌افزایی را فراهم نمایند که نتیجه آن افزایش اثرات مفید تیمارهای زیستی بر رشد گیاه می‌باشد (Bashan and Holguin, 1997).

سرعت ظهور گیاهچه

اعمال تنش شوری منجر به کاهش صفات مذکور نسبت به شرایط آبیاری نرمال گردید. مقایسه میانگین سطوح پیش تیمار باکتریایی به لحاظ سرعت ظهور گیاهچه نقش مؤثر پیش تیمارهای باکتریایی سودوموناس را در بهبود صفت مذکور نشان داد. همچنین ارقام مورد ارزیابی در حضور تیمارهای دوتایی سودوموناس و ریزوبیوم، ریزوبیوم و مایکوریزا و نیز تیمار تلفیقی از سرعت ظهور گیاهچه بالاتری نسبت به دیگر تیمارها برخوردار بودند (جدول).

ارتفاع بوته

مقایسه سطوح تنش با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد که با افزایش شدت تنش شوری از ارتفاع بوته ارقام مورد ارزیابی به میزان قابل توجهی کاسته شد. بررسی اثرات سطوح پیش تیمار باکتریایی و میکوریزا بر ارتفاع بوته نشان داد که بین سطوح پیش تیمار زیستی از لحاظ این صفت اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود دارد. به کارگیری تمامی پیش تیمارهای زیستی منجر به افزایش ارتفاع بوته نسبت به شاهد گردید (جدول). در میان پیش تیمارهای زیستی، پیش تیمار دوتایی ریزوبیوم و ازتوباکتر و پیش تیمار تلفیقی بیشترین نقش را در افزایش ارتفاع بوته ارقام مورد ارزیابی داشتند. در تأیید نتایج این آزمایش Dileep et al. (2001) نشان دادند که تیمارهای تلفیقی باکتریایی نقش مؤثری در افزایش وزن خشک گیاهچه نمود داشت.

وزن خشک ریشه و شاخساره

شوری باعث کاهش وزن خشک ریشه و شاخساره ارقام مورد ارزیابی گردید و تحت تأثیر تنش کاهش چشمگیری را نشان داد. مقایسه میانگین سطوح پیش تیمار زیستی نشان داد که بیشترین میانگین وزن خشک شاخساره به تیمارهای دوتایی ریزوبیوم و سودوموناس، ریزوبیوم و ازتوباکتر و تیمار تلفیقی تعلق داشت (جدول). همچنین بیشترین وزن خشک ریشه نیز در تیمار تلفیقی زیستی مشاهده گردید. به کارگیری قارچ میکوریزا منجر به بهبود وزن خشک شاخساره و به‌ویژه ریشه نسبت به شاهد گردید.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق به نظر می‌رسد که پیش تیمارهای باکتریایی و میکوریزا می‌تواند عاملی مؤثر در جهت بهبود ظهور اولیه و استقرار گیاهچه و نیز عملکرد نهایی محصول در شرایط تنش شوری باشد. در این آزمایش تفاوت معنی‌داری میان ارقام مورد ارزیابی در اغلب صفات مشاهده نگردید. با این وجود رقم بمی از وزن خشک شاخساره و ریشه بالاتری برخوردار بود. در میان تیمارهای زیستی، باکتری سودوموناس و تیمارهای تلفیقی نقش مؤثرتری در بهبود صفات مورد ارزیابی در شرایط تنش داشتند. بدیهی است که در شرایط تنش شوری خاک‌های ایران این موضوع دارای اهمیت بالایی است.

جدول ۱ - اثرات متقابل شوری و پیش تیمار باکتریایی بر صفات مورد ارزیابی. (حروف مخفف: AZ: ازتوباکتر، AZP: آزوسپریلیوم، S: سودوموناس، R: ریزوبیوم)

پیش تیمار											
AZ+AZP+S +R+M	R+M	R+S	R+AZP	R+AZ	M	R	S	AZP	AZ	شاهد	
۹۷/۷۸AB	۹۸/۸۹AB	۱۰۰ A	۹۳/۳۳ABC	۹۲/۲۲ABCD	۹۵/۵۵AB	۹۵/۵۵AB	۹۸/۸۹AB	۹۳/۳۳ABC	۹۵/۵۵AB	۸۲/۲۲EFGH	درصد ظهور نهایی گیاهچه
۱۲/۴۱ABC	۱۳/۹۵ A	۱۲/۹۶AB	۱۱/۰۲CDE	۱۱/۷۷BCD	۱۳/۸۲A	۱۱/۷۷ BCD	۱۳/۰۸ AB	۱۲/۷۶AB	۱۲/۲۲ABC	۸/۰۲HIJKL	سرعت ظهور گیاهچه
۳/۳۹A	۳/۲۴AB	۳/۲AB	۲/۹۹ BCDE	۳ BCDE	۳/۱۸AB	۳/۰۶BCD	۳/۲۹AB	۳/۱۷AB	۳/۱۵ ABC	۲/۲۱HI	سرعت ظهور تجمعی گیاهچه
۸۴/۴۴CDEF	۸۳/۳۳DEFG	۸۳/۳۳DEFG	۷۲/۲۲IJ	۶۷/۷۸IJKL	۷۰IJK	۷۵/۵۶FGHI	۸۸/۸۹BCDE	۷۴/۴۴GHIJ	۷۳/۳۳HIJ	۶۷/۷۸IJKL	درصد ظهور نهایی گیاهچه
۱۰/۲ DEF	۸/۵۹FGHIJ	۹/۶VEFGH	۷/۷۸IJKLM	۸/۰۱HIJKL	۷/۵JKLM	۸/۲۳GHIJKL	۹/۸۱ EFG	۹/۵۱ EFGHI	۸/۴۹GHIJK	۶/۶۱LMNO	سرعت ظهور گیاهچه
۲/۸۱ DEF	۲/۵۸FG	۲/۵۹FG	۲/۲۴HI	۲/۰۷ IJ	۲/۳۹ GH	۲/۴GH	۲/۸۷CDEF	۲/۷۵EF	۲/۳۹GH	۱/۷KLM	سرعت ظهور تجمعی گیاهچه
۷۱/۱۱IJK	۷۰IJK	۶۵/۵۶IJKL	۵۲/۲۲MNO	۵۰NO	۶۴/۴۴JKL	۵۰NO	۸۲/۲۲EFGH	۵۸/۸۹LMN	۶۱/۱۱KLM	۴۶/۶۷O	درصد ظهور نهایی گیاهچه
۷/۹۲ HIJKL	۷/۴۳JKLMN	۷/۵۳ JKLM	۵/۳۷ OP	۵/۷۲ NOP	۶/۹۳JKLMNO	۶/۱ MNO	۸/۱۵GHIJKL	۶/۵۹ LMNO	۶/۷۴KLMNO	۴/۲۱ P	سرعت ظهور گیاهچه
۲/۰۶۲ IJ	۱/۹۸ IJK	۱/۸۹ JKL	۱/۴۳ MN	۱/۳۶ N	۱/۷۷ KL	۱/۳۸N	۲/۷۲۳EF	۱/۶۳۸ LMN	۱/۹۱ JKL	۱/۰۵۷O	سرعت ظهور تجمعی گیاهچه

برای هر صفت حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

منابع

1. Bashan, Y., Holguin, G. 1997. Azospirillum-plant relationships: environmental and physiological advances. *Can. J. Microbiol.* 43, 103-121.
2. Dileep Kumar, S. B., Berggren, I., Martensson, A. M. 2001. Potential for improving pea production by coinoculation with Fluorescent Pseudomonas and Rhizobium. *Plant and Soil*, 229, 25-34.
3. Grover, A., Kapoor, A., Satya Lakshmi, O., Agarwal, S., Sahi, CS., Dubey, H. 2001. Understanding molecular alphabets of the plant abiotic stress responses. *Current Science*. Vol. 80, No. 2:206-216
4. Nascimento, W.M. 2003. Muskmelon seed germination and seedling development in response to seed priming. *Scientica Agricola*, 60, 71-75.
5. Orchard, T. 1977. Estimating the parameters of plant seedling emergence. *Seed Sci. Technol.* 5, 61-69.
6. Parida, A. K. & Das, A. B. 2005. Salt tolerance and salinity effect on plants: Review. *Ecotox. Environ. Safety*. 60, 324-349.
7. Rashid, A., Harris, D., Hollington, P. A., Rafiq, M. 2005. Improving the yield of mungbean (Vinga radiate) in the North West Frontier Province of Pakistan using seed priming. *Experimental Agriculture*, 40 (2), 223- 224
8. Xiong, L., Schumaker, K. S., Zhu, J. K. 2002. Cell signaling during cold, drought, and salt stress. *The Plant Cell*, 165-183.



تأثیر سطوح مختلف اسید هومیک و زمان خوابانیدن بر میزان آهن در دو خاک آهکی و اسیدی

بهناز برزگر^۱، احمد گلچین^۲، سعید شفیعی^۳

۱- دانشجوی کارشناس ارشد دانشگاه زنجان

۲- استاد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

۳- دانشجوی دکتری خاکشناسی، دانشگاه زنجان.

مقدمه

در بسیاری از خاک‌های کشاورزی دنیا و ایران کمبود آهن گزارش شده است. مقدار آهن قابل استفاده در اغلب خاک‌ها به‌ویژه خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک، به دلیل pH بالا، درصد بالای آهن، کمبود ماده آلی و مصرف بیش از حد کودهای فسفره در حد پایینی قرار دارد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). استفاده از کودهای آلی علاوه بر تعدیل زیان‌های ناشی از کمبود ماده آلی خاک، سبب کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌گردد. یکی از کودهای آلی، اسید هومیک است. اسید هومیک ماکرومولکول و یکی از انواع مواد هومیکی است. این ماکرومولکول، پلی‌الکترولیتی است که وزن مولکولی بالایی دارد و گستره‌ای تا ده هزار دالتون را در بر می‌گیرد. از یک اسکلت کربنی با درجه بالایی از ویژگی آروماتیکی برخوردار است که درصد قابل توجهی از آن را گروه‌های عاملی اکسیژن‌دار تشکیل می‌دهد (Stevenson, 1994). Ayuso و همکاران (۱۹۹۶) افزایش جذب آهن و عناصر کم مصرف را توسط گیاهان در حضور ترکیبات هومیکی گزارش کردند. سماوات (۱۳۸۴) گزارش کرد کاربرد اسید هومیک میزان آهن و منگنز قابل جذب را در خاک نسبت به شاهد افزایش داد و مقدار آن در اولین مرحله نمونه برداری بیشتر از مراحل بعدی بود. Macowiak و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند اسید هومیک بر فراهمی عناصر غذایی کم مصرف از طریق تشکیل کلات تأثیر می‌گذارد و مقدار این عناصر را در خاک می‌تواند افزایش و یا کاهش دهد. Garcia-Mina و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند مواد هومیک خاصیت کلات‌کنندگی فوق‌العاده‌ای دارند و در جلوگیری از شست‌وشوی عناصر کم مصرف از خاک بسیار توانا می‌باشند. تأثیر اسید هومیک بر فراهمی آهن بسته به ترکیب شیمیایی اسید هومیک، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک متفاوت خواهد بود. لذا هدف از این پژوهش بررسی تأثیر سطوح مختلف اسید هومیک بر میزان آهن قابل جذب در دو خاک آهکی و اسیدی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور تأثیر سطوح مختلف اسید هومیک بر میزان آهن قابل جذب در دو خاک آهکی و اسیدی، دو آزمایش گلدانی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و هر کدام با ۱۶ تیمار و سه تکرار در آزمایشگاه گروه خاک‌شناسی دانشگاه زنجان اجرا شد. برای این منظور نمونه‌های ۵ کیلوگرمی از هر یک از خاک‌های آهکی و اسیدی پس از تیمار شدن با سطوح کربن آلی (صفر = C_0 ، $C_1=0/25$ ، $C_2=0/5$ ، $C_3=1$ درصد) از منبع اسید هومیک در رطوبت ظرفیت مزرعه به مدت دو ماه خوابانیده شد و سپس در بازه زمانی ۱۵ روزه ($T_1=15$ ، $T_2=30$ ،



از گلدان‌ها نمونه برداری گردید و غلظت آهن قابل جذب به روش عصاره‌گیری با DTPA ($T_1=45$, $T_2=60$) اندازه‌گیری شد (توللی و سمنازی، ۱۳۸۱). در جدول ۱ و ۲ خصوصیات خاک آهکی، اسیدی و اسید هومیک مصرفی گزارش شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک آهکی و اسیدی مورد مطالعه

Cu	Mn	Zn	Fe	K	P	N	OC	EC	pH	بافت خاک	نوع خاک
(mg/kg)						(%)	(%)	(dS/m)			
۰/۹۸	۱/۳۶	۰/۳	۱/۸۲	۲۳۵	۷/۱۸	۰/۰۴	۰/۶۶	۱/۰۳	۷/۷۵	رسی	آهکی
۵/۱	۳۰/۱۱	۶/۴	۸۸/۸۹	۱۰۰	۴/۳۶	۰/۱۷	۲/۶۷	۰/۳۱	۴/۷۸	رسی	اسیدی

جدول ۲- خصوصیات اسید هومیک مصرفی

Fe	K	P	N	OC	EC	pH	
(mg/kg)	(%)				(dS/m)		
۱۰۹۷	۲/۱۱	۱/۰۱	۲/۱۸	۲۳	۱۱/۱	۹/۲	اسید هومیک

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کاربرد سطوح مختلف اسید هومیک و گذشت زمان بر میزان آهن قابل جذب در دو خاک آهکی و اسیدی، معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس سطوح مختلف اسید هومیک و زمان خوابانیدن بر میزان آهن قابل جذب در دو خاک آهکی و اسیدی

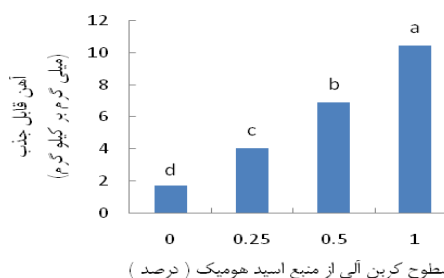
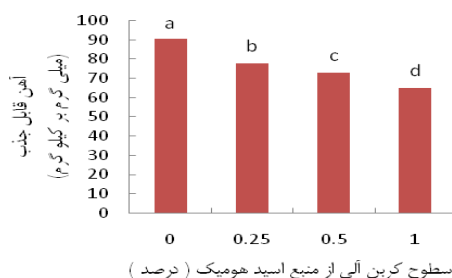
میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
DTPA-Fe خاک اسیدی	DTPA-Fe خاک آهکی		
۱۳۸۶/۷۱۴۲**	۱۷۰/۸۵۴۲**	۳	سطوح اسید هومیک
۲۵۱/۷۰۹۲**	۳/۷۳۴۱*	۳	زمان
۵۵/۰۲۰۷**	۰/۶۱۳۸ ^{NS}	۹	سطوح اسید هومیک × زمان
۳۰۶/۵۶۲۴	۱۳/۲۷۳۰	۳۲	خطای آزمایشی

**، * و NS به ترتیب معنی‌دار در سطح یک درصد، پنج درصد و عدم معنی‌داری است.

کاربرد سطوح مختلف اسید هومیک میزان آهن قابل جذب در خاک آهکی را به‌طور معنی‌داری (در سطح ۱٪) افزایش داد (جدول ۳). بیشترین میزان آهن قابل جذب از مصرف یک درصد کربن آلی از منبع اسید هومیک و کمترین میزان آن از تیمار شاهد (عدم مصرف اسید هومیک) بدست آمد (شکل ۱). اسید هومیک دارای خاصیت کلات‌کنندگی می‌باشد و با آهن تشکیل کمپلکس می‌دهد و انحلال ترکیبات آهن و در نتیجه قابلیت جذب آهن

را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر، حضور اسید هومیک در خاک باعث افزایش جمعیت ریز جانداران خاک می‌گردد که باعث افزایش تولید ترکیبات کلات کننده آهن از قبیل سیدرفورها می‌گردد. سیدرفورها تمایل زیادی برای کمپلکس شدن با آهن و عناصری مثل روی و منگنز دارند و این عناصر را به شکل محلول در خاک نگه داشته و قابلیت جذب آن را افزایش می‌دهند (Varnini and Pinton, 2005). Abu Nukta و Parkinson (۲۰۰۷) نیز نشان دادند با کاربرد اسید هومیک در خاک مقدار آهن، روی، منگنز و مس پس از گذشت دو ماه از شروع آزمایش افزایش قابل ملاحظه‌ای یافت.

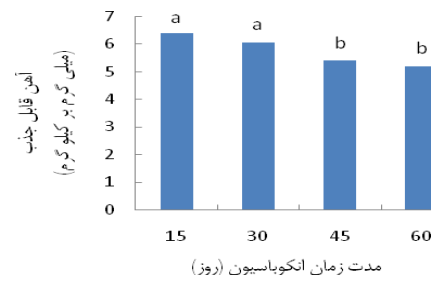
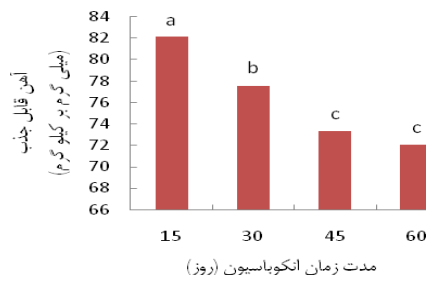
کاربرد سطوح مختلف اسید هومیک میزان آهن قابل جذب در خاک اسیدی را به‌طور معنی داری (در سطح ۱٪) کاهش داد (جدول ۳). بیشترین میزان آهن قابل جذب از تیمار شاهد (عدم مصرف اسید هومیک) و کمترین میزان آهن از مصرف یک درصد کربن آلی از منبع اسید هومیک بدست آمد (شکل ۲). به دلیل بیش بود آهن در خاک اسیدی، گروه‌های فعال هیدروکسیل، فنوکسیل و کربوکسیل موجود در اسید هومیک باعث جذب زیادی آهن شده و از این طریق غلظت آن را در آب خاک کاهش می‌دهد. از طرفی اسید هومیک باعث بالا رفتن pH خاک اسیدی می‌شود، در تحقیقی Lindsay (۱۹۹۲) گزارش نمود با افزایش pH خاک، حلالیت آهن در خاک کاهش می‌یابد.



شکل ۲- اثر سطوح اسید هومیک بر میزان آهن قابل جذب در خاک اسیدی

شکل ۱- اثر سطوح اسید هومیک بر میزان آهن قابل جذب در خاک آهکی

گذشت زمان میزان آهن قابل جذب را در خاک آهکی و اسیدی به‌طور معنی داری کاهش داد (جدول ۳). بیشترین میزان آهن قابل جذب در هر دو نوع خاک در ۱۵ روز اول نمونه برداری و کمترین میزان آن در مرحله آخر نمونه برداری، پس از گذشت دو ماه از شروع آزمایش بدست آمد (شکل ۳ و ۴). تحقیقات مختلف نشان داد خواباندن خاک با مواد هومیکی در کوتاه مدت اثرات افزایشی در فراهمی عناصر غذایی کم مصرف داشته و سپس با گذشت زمان از غلظت آن‌ها کاهش یافت (Lee and Bartlett, 1976).



شکل 4- اثر گذشت زمان بر میزان آهن قابل جذب در خاک اسیدی

شکل 3- اثر گذشت زمان بر میزان آهن قابل جذب در خاک آهکی

اثر متقابل کاربرد سطوح مختلف اسید هومیک و گذشت زمان بر میزان آهن قابل جذب در خاک آهکی معنی‌دار نبود اما در خاک اسیدی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین مقدار آهن قابل جذب در خاک اسیدی از عدم مصرف اسید هومیک و در بازه زمانی ۱۵ روزه و کمترین میزان آهن قابل جذب از مصرف یک درصد کربن آلی از منبع اسید هومیک و بازه زمانی ۶۰ روز به دست آمد (جدول ۴).

جدول ۴- اثر متقابل اسید هومیک و گذشت زمان بر میزان آهن قابل جذب خاک اسیدی

آهن قابل جذب خاک اسیدی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	تیمار	آهن قابل جذب خاک اسیدی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	تیمار
۸۱/۲۲۳cb	C ₂ T ₁	90/898a	C ₀ T ₁
۷۳/۶۰۳fe	C ₂ T ₂	۹۰/۳۵۳a	C ₀ T ₂
۶۷/۲۷۳g	C ₂ T ₃	۹۰/۰۱۳a	C ₀ T ₃
۶۸/۱۹۷.fc	C ₂ T ₄	۹۰/۷۰۰a	C ₀ T ₄
۷۵/۱۱۳ed	C ₃ T ₁	۸۴/۲۲۳b	C ₁ T ₁
۶۹/۳۴۷fg	C ₃ T ₂	۷۷/۷۹۰.ced	C ₁ T ₂
۵۸/۰۵۳h	C ₃ T ₃	۸۰/۰۹۷cbd	C ₁ T ₃
۵۵/۸۶۳h	C ₃ T ₄	۷۷/۳۰۳ced	C ₁ T ₄

در هر ستون اعدادی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند از لحاظ آماری معنی‌دار نیستند.

منابع

- ۱- توللی ح و سمنانی ا، ۱۳۸۱. روش‌های تجزیه خاک‌ها، گیاهان، آب‌ها و کودها (ترجمه). انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. اهواز. ایران.
- ۲- سماوات، س، ۱۳۸۴. بررسی میزان اسید هومیک در مواد آلی مختلف و تأثیر اسید هومیک کمپوست پسماندهای شهری بر برخی خصوصیات خاک. صفحه‌های ۶۶۴ تا ۶۶۵. دهمین کنگره علوم خاک ایران. کرج.
- ۳- ملکوتی م ج و طهرانی م م، ۱۳۷۸. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی (عناصر خرد با تأثیر کلان). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.



- ٤- Abu Nukta F and Parkinson R, 2007. Effect of humic substances on micronutrients availability in soils. *Damas. Univ. Agri. Sci. J.* 21(2): 163-178.
- ٥- Ayuso M, Harn'ndez T, Garcia C and Pascual JA, 1996. Stimulation of barley growth and nutrient absorption by humic substance originating from various organic materials. *Biosource Technol.* 57: 251-257.
- ٦- Garcia-Mina JM, Antolin MC and Snchez-Diaz M, 2004. Metal-humic complexes and plant micronutrient uptake. *Plant and Soli.* 258(1): 57-68.
- ٧- Lee YS and Bartlett RJ, 1976. Stimulation of plant growth by humic substances. *Soil Sci. Am. J.* 40: 876-879.
- ٨- Lindsay WL, 1992. *Chemical Equilibria in Soils.* John Wiley and Sons, New York.
- ٩- Mackowiak CL, Grossl PR and Bugbee BG, 2001. Beneficial effect of humic acid on micronutrient availability to wheat. *Soil Sci. AM. J.* 65: 1744-1750.
- ١٠- Stevenson FJ, (1994). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction.* John Wiley and Sons, New York. USA.
- ١١- Varanini Z and Pinton R, 2005. Plant-soil relationship: role of humic substance in iron nutrition. pp. ١٥٣-١٦٨. In: Barton LL and Abadia J (eds.), *Iron Nutrition in plant and Rizhospheric Microorganisms*, Springer.



اثر رهاسازی کشت دیم بر ذخیره و پویایی برخی اجزای فسفر خاک‌های مرتعی در مناطق نیمه خشک، کرسنک (استان چهارمحال و بختیاری)

سحر سبحانی ندری^۱، فایز رئیسی گهروی^۲، علیرضا حسین پور^۲، سروش سالک گیلانی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۲- استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۳- دانشجوی دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

مقدمه

تغییر کاربری زمین و پوشش گیاهی در طول تاریخ در ابتدا به علت رشد جمعیت صورت گرفته و پیشرفت فن‌آوری و فرصت‌های اقتصادی باعث دخالت انسان به‌طور مشخص در تغییر تعداد زیادی از اکوسیستم‌ها شده است. رهاسازی اراضی کشاورزی و یا تبدیل اراضی کشاورزی به مرتعی در اکوسیستم‌های مرتعی پدیده‌ای است که همواره در اغلب نقاط جهان رخ می‌دهد. خاک مراتع به دلیل دارا بودن مواد آلی نسبتاً زیاد و ساختمان مناسب همواره مورد توجه کشاورزان بوده است. رهاسازی اراضی کشاورزی یکی از مهم‌ترین تغییرات کاربری اراضی در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد و پیوسته صورت می‌گیرد (لسچن و همکاران، ۲۰۰۸).

رهاسازی کشاورزی در عرصه‌های طبیعی ممکن است پیامدهایی داشته باشد که مهم‌ترین آن‌ها شامل احیا و برگشت مجدد پوشش طبیعی گیاهی و ورود تدریجی به مرحله توالی ثانویه، افزایش نفوذپذیری خاک، کاهش رواناب سطحی و در نتیجه افزایش ظرفیت نگهداری آب و به دنبال آن کاهش فرسایش، ترمیم و بازیابی خاک همراه با چرخه عناصر غذایی و افزایش تنوع بیولوژیکی می‌باشد (تریمیل، ۱۹۹۰).

گانی و همکاران (۱۹۹۴) عنوان کردند که اقلیم و توپوگرافی از عوامل موثر بر شکل‌های مختلف فسفر خاک، و حتی از مهم‌ترین و موثرترین فاکتورهای موثر در حرکت، انتقال و پراکنش فسفر در خاک می‌باشند. دوفنگ و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش کردند که بر اثر رهاسازی زمین‌های کشاورزی، فسفر قابل تبادل در لایه‌های ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری کاهش یافت، ولی مقدار ماده آلی، نیتروژن کل، فسفر کل و پتاسیم کل افزایش نشان دادند.

فسفر (P) به دلیل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی متفاوت خاک‌های مناطق مختلف، به صورت ترکیبات شیمیایی متنوع در خاک وجود دارد (آلن و همکاران، ۲۰۰۷). شناخت شکل‌های گوناگون فسفر در خاک و تعیین مقدار (pool) هر یک از آن‌ها، می‌تواند ضمن کمک به درک فرایندهای ژنتیکی و تکامل خاک، در ارزیابی وضعیت حاصل‌خیزی خاک نیز مورد استفاده قرار گیرد.

از آنجایی که دسترسی گیاهان به فسفر در مراتع، تنها بستگی به چرخه فسفر بومی خاک دارد و بر خلاف اراضی کشاورزی، شرایط کوددهی جهت رفع کمبود فسفر فراهم نمی‌باشد، بررسی تغییر و تحولات میکروبی فسفر آلی و تأثیر رهاسازی اراضی کشاورزی بر اجزای فسفر خاک حائز اهمیت می‌باشد. همچنین با تعیین مقادیر و توزیع اجزای فسفر در خاک می‌توان روش مدیریت مناسب اراضی را جهت افزایش قابلیت استفاده فسفر برای گیاهان پیشنهاد نمود.



مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه این تحقیق در مراتع طبیعی کرسنک از توابع بخش بن در شهرستان شهرکرد واقع در شمال استان چهارمحال و بختیاری با ارتفاع متوسط ۲۶۰۰ متر از سطح دریا و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی می‌باشد. در این منطقه میانگین بارندگی و دمای سالانه به ترتیب ۵۶۰ میلی‌متر و ۱۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این منطقه دارای اقلیم نیمه خشک و توپوگرافی شیب‌دار، با پوشش گیاهی غالب مرتعی بوده و ماده مادری در تمام کاربری‌ها یکسان می‌باشد. در این منطقه ۵ نوع کاربری اراضی در دو جهت شیب شمالی و جنوبی از دو عمق ۰-۱۵ و ۲۰-۳۵ سانتی‌متری در سه تکرار به شرح زیر انتخاب شده است: ۱- کشاورزی دائم (PA)، ۲- مرتع دائم (PR)، ۳- اراضی کشاورزی با زمان رهاسازی ۳ تا ۵ سال (A_1)، ۴- اراضی کشاورزی با زمان رهاسازی ۱۰ تا ۱۵ سال (A_2)، ۵- اراضی کشاورزی با زمان رهاسازی بیش از ۲۵ سال (A_3)

برای سه تکرار هر تیمار، ۵ نمونه منفرد از هر عمق خاک تهیه و پس از اختلاط کامل، یک نمونه مرکب تهیه شد. تعداد کل نمونه‌های مرکب جمع‌آوری شده جمعاً ۶۰ نمونه مرکب (۵ کاربری \times ۲ جهت شیب \times ۲ عمق \times ۳ تکرار) است که جامعه آماری این تحقیق را تشکیل می‌دهند. نمونه‌ها ابتدا هواخشک شده و سپس از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. اشکال مختلف فسفر از جمله فسفر قابل استفاده به روش اولسن و سامرز (۱۹۸۲)، فسفر آلی به روش سوزاندن (والکر و آدامز، ۱۹۵۸)، فسفر کل به روش هضم در اسید (آندرسون و اینگرام، ۱۹۹۳) و فسفر غیر آلی از تفاضل فسفر کل و فسفر آلی برآورد گردید. تجزیه و تحلیل تک متغیره داده‌ها با استفاده از جدول تجزیه واریانس سه طرفه (ANOVA) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال آماری ۵٪ بررسی شد.

نتایج و بحث

نتایج موجود در جدول ۱ نشان می‌دهد تغییر کاربری از کشاورزی به مرتع سبب افزایش معنی‌دار فسفر کل خاک می‌باشد. این افزایش در شیب شمالی نسبت به شیب جنوبی به طور معنی‌داری بیشتر است. یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر این افزایش را می‌توان مربوط به تغییر در پوشش گیاهی دانست. در کاربری کشاورزی مقادیر زیادی از فسفر خاک توسط گیاهان جذب شده و با برداشت محصول از محیط خارج می‌شود. اما در کاربری مرتع به دلیل عدم خروج پوشش گیاهی از منطقه و برگشت دوباره بقایای گیاهی به خاک، فسفر در خاک باقی مانده و کاهش نمی‌یابد. همچنین افزایش زمان رهاسازی سبب بهبود و ترمیم پوشش بومی منطقه شده و بر میزان فسفر خاک افزوده می‌شود. به عبارتی میزان فسفر کل خاک در مراتع قدیمی‌تر بیشتر از مراتع جدید می‌باشد.

میزان فسفر آلی با رهاسازی اراضی کشاورزی و تبدیل اراضی به مرتع افزایش معنی‌دار نشان داده است. این افزایش در شیب شمالی به طور معنی‌داری بیشتر از شیب جنوبی می‌باشد. میزان فسفر آلی در کاربری کشاورزی دائم ۹۰/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده که در اثر رهاسازی کشت و کار و تبدیل اراضی کشاورزی به مرتع ۷۳٪ افزایش یافته و در کاربری مرتع دائم به ۱۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم رسیده است. سالمون و همکاران (۲۰۰۲) میزان کاهش فسفر آلی را در اثر تغییر کاربری و شخم خاک ۶۵٪ گزارش کردند.



تغییر در پوشش گیاهی یکی از مهم‌ترین دلایل افزایش فسفر آلی خاک می‌باشد. اگرچه در اراضی کشاورزی پوشش گیاهی متراکم مستقر می‌باشد، اما با برداشت محصول میزان بسیار زیادی از ماده آلی (قسمت‌های هوایی گیاه) از محیط خارج شده و به خاک باز نمی‌گردد. عدم برداشت قسمت‌های هوایی گیاهان در اراضی مرتعی و بازگشت آن‌ها به خاک سبب افزایش ماده آلی خاک و به تبع آن فسفر آلی که قسمتی از ماده آلی می‌باشد، می‌گردد. عدم کشت و کار و استفاده از ادوات کشاورزی در اراضی مرتعی از قرار گرفتن فسفر آلی در معرض تجزیه بیولوژیکی جلوگیری نموده و سبب افزایش میزان فسفر آلی در مراتع می‌گردد.

میزان فسفر غیر آلی با رهاسازی اراضی کشاورزی و تبدیل اراضی به مرتع به طور معنی‌دار افزایش یافته است. این افزایش در شیب شمالی نسبت به شیب جنوبی به طور معنی‌دار افزایش نشان می‌دهد. از دلایل افزایش فسفر معدنی خاک می‌توان به افزایش میزان رس در اثر تبدیل اراضی کشاورزی به مرتع اشاره کرد. سالومون و همکاران (۲۰۰۲) جزء رس را دارای بیشترین مقدار فرم‌های معدنی فسفر می‌دانند. آن‌ها اظهار می‌دارند با کاهش اندازه ذرات خاک مقدار نسبی فسفر معدنی نیز افزایش می‌یابد که علت آن سطح ویژه بیشتر در ذرات ریزتر است.

جدول ۱- نتایج مقایسه میانگین‌های اثر کاربری در شیب‌های شمالی و جنوبی بر اجزای مختلف فسفر خاک (n=6)

کاربری	P _t	P _o	P _i	AP
mg kg ⁻¹				
شیب شمالی				
(PA)	۳۶۵ ^e (۴/۲۹)	۹۰/۳ ^c (۰/۸۶)	۲۷۵ ^e (۳/۴۳)	۱۸/۳ ^{bc} (۱/۳۷)
(A ₁)	۴۰۷ ^d (۳/۶۴)	۹۸/۶ ^d (۰/۷۳)	۳۰۸ ^d (۲/۹۱)	۲۶/۶ ^a (۱/۵۵)
(A ₂)	۴۸۰ ^c (۳/۹۷)	۱۱۰ ^c (۰/۷۹)	۳۷۰ ^c (۳/۱۷)	۱۹/۶ ^b (۱/۲۳)
(A ₃)	۵۴۰ ^b (۵/۹۳)	۱۱۹ ^b (۰/۷۷)	۴۲۱ ^b (۵/۱۹)	۱۵/۱ ^{cd} (۱/۲۹)
(PR)	۶۴۱ ^a (۳/۳۳)	۱۲۳ ^a (۰/۹۳)	۵۱۷ ^a (۲/۵۷)	۱۲/۷ ^d (۱/۳۹)
میانگین	۴۸۷(۱۸/۲۴)	۱۰۸(۲/۳۵)	۳۷۸(۱۶/۰)	۱۸/۵(۱/۰۵)
شیب جنوبی				
(PA)	۳۳۹ ^e (۳/۱۶)	۸۳/۹ ^d (۱/۰۵)	۲۵۵ ^e (۲/۱۴)	۱۴/۸ ^{ab} (۱/۸۴)
(A ₁)	۳۶۸ ^d (۳/۲۷)	۸۹/۳ ^c (۱/۴۸)	۲۷۹ ^d (۲/۰۰)	۱۹/۰ ^a (۱/۹۱)
(A ₂)	۴۵۰ ^c (۳/۹۶)	۱۰۰ ^b (۱/۸۹)	۳۵۰ ^c (۲/۱۷)	۱۴/۵ ^{ab} (۲/۰۵)
(A ₃)	۵۰۳ ^b (۴/۵۶)	۱۱۰ ^a (۱/۶۳)	۳۹۳ ^b (۲/۹۵)	۱۱/۸ ^b (۱/۶۸)
(PR)	۵۷۶ ^a (۳/۳۵)	۱۱۳ ^a (۱/۶۲)	۴۶۳ ^a (۱/۷۳)	۱۰/۵ ^b (۱/۶۱)
میانگین	۴۴۷(۱۶/۲)	۹۹/۳(۲/۲۰)	۳۴۸(۱۴/۱)	۱۴/۱(۰/۹۳)

حروف مختلف در هر شیب برای میانگین‌ها، تفاوت معنی‌دار حاصل از آزمون مقایسه میانگین دانکن در سطح ۰/۰۵ را بین کاربری‌ها نشان می‌دهد.

اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد می‌باشند.



نتایج نشان می‌دهد میزان فسفر قابل استفاده در کاربری ۳-۵ سال رهاسازی بیشترین مقدار و در کاربری مرتع دائم کمترین مقدار می‌باشد. همچنین مقدار فسفر قابل استفاده در شیب شمالی به طور معنی‌داری بیشتر از شیب جنوبی می‌باشد. در مطالعات انجام شده توسط نیک‌نهاد و همکاران (۱۳۹۰) نیز میزان فسفر قابل استفاده در خاک زراعی نسبت به فسفر قابل استفاده خاک مرتعی افزایش معنی‌دار نشان داده است. با توقف کشت و کار و عدم استفاده از ادوات کشاورزی شرایط محیطی مناسب جهت فعالیت میکروبی فراهم شده و میزان زیادی از فسفر خاک در اختیار ریزجانداران قرار گرفته، به شکل آلی در آمده و از دسترس گیاه خارج می‌شود. از آنجاییکه در کاربری ۳-۵ سال رهاشده پوشش گیاهی مرتعی به میزان ناچیز می‌باشد، برداشت فسفر از خاک توسط گیاهان نیز بسیار کم صورت گرفته و تجمع فسفر قابل استفاده در خاک مشاهده می‌شود. اما با گذشت زمان و احیای پوشش گیاهی مرتعی، برداشت و جذب فسفر توسط گیاهان افزایش یافته و از میزان فسفر قابل استفاده خاک کاسته می‌شود.

منابع

۱. نیک‌نهاد قرماخر، ح. و مارامایی م.، ۱۳۹۰. مطالعه اثرات تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد اول، شماره ۲. صفحه‌های ۸۱ تا ۹۶.
2. Allen V. Barker and David J. 2007. Handbook of Plant Nutrition. CRC Press-Taylor and Francis Group.
3. Anderson J.M. and Ingram J.S.I. 1993. Tropical Soil Biology and Fertility: a Handbook of Methods. (2nd ed). C.A.B International.
4. Bremner J.M. and Mulvaney C.S. 1982. Nitrogen-total. In: A. L. Page R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds), Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, pp, 595-624.
5. Du Feng, Shao Hong-Bo. Shan Lun. Liang Zong-Suo. and Shao Ming. 2007. Secondary succession and its effects on soil moisture and nutrition in abandoned old-fields of hilly region of Loess Plateau, China. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 58: 278-285.
6. Ghani A, Rajan S S S, Lee A. 1994. Enhancement of phosphate rock solubility through biological process. Soil Biology and Biochemistry, 26: 127-136.
7. Hajabbasi, M. A., Jalalian, A., and Karimzadeh, H. R., 1997, "Deforestation effects on soil physical and chemical properties, Lordegan, Iran", Plant Soil., Vol. 190, pp. 301-308.
8. Lesschen J.P. Cammeraat L.H. Kooijman A.M. and van Wesemael B. 2008. Development of spatial heterogeneity in vegetation and soil properties after land abandonment in a semi-arid ecosystem. Journal of Arid Environments 72:2082-2092.
9. Nardi, S., Cocheri, G., and Dell Agnola, G. 1996. Biological activity of humus, P 361-406. In: Piccolo, A. (ed.), Humic Substances in Terrestrial Ecosystems. Elsevier, Amsterdam.
10. Olsen S.R. and Sommers L.E. 1982. Phosphorus. In: A. L. Page R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds), Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, pp. 403-430.
11. Solomon, D. and J. Leman, T. Momo, F. Fritzsche and W. Zech. 2002. Phosphorus from and dynamics as influenced by land use changes in the sub-humid Ethiopian highlands. Geoderma 105: 21-48.
12. Trimble S.W. 1990. Geomorphic effects of vegetation cover and management: some time and space considerations in prediction of erosion and sediment yield. In: J.B. Thornes (Ed.), Vegetation and Erosion Processes and Environments. Wiley, New York, pp. 55-66.
13. Walker, T, W. and A. F. R. Adams. 1958. Studies on soil matter :influence of phosphorus content pf parent materials on accumulation of carbon. nitrogen, sulfur. And organic phosphorus in grassland soils. Soil Science Society 85:307-318.



ارزیابی کیفیت و پایداری خاک به روش رتبه‌بندی تجمعی در برخی از خاک‌های استان خوزستان

سیروس جعفری^۱، فاطمه رضائی^۲، بیژن خلیلی‌مقدم^۳، افشین صلواتی^۴

۱- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۳- استادیار گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

مقدمه

با توجه به اهمیت خاک در ارتباط با تأمین غذای جمعیت رو به رشد جهان، شناخت کلیه خصوصیات کیفیت خاک اعم از فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و مینرالوژیکی مهم می‌باشد. از طرفی ارتباط قوی بین کشاورزی پایدار و کیفیت خاک وجود دارد. بخشی از ناپایداری سیستم کشاورزی به دلیل کاهش کیفیت خاک در طول زمان می‌باشد، بر همین اساس، انتخاب نوع عملیات مدیریتی و بهره‌برداری از اراضی باید با در نظر گرفتن حفظ کیفیت خاک انجام گیرد (لال و همکاران، ۱۹۹۹). گومز و همکاران (۱۹۹۶) چارچوبی را برای سنجش پایداری سیستم‌های کشاورزی در مقیاس مزرعه بر اساس کمی نمودن شاخص‌های کیفیت خاک ارائه نمودند. شاخص‌های کیفیت خاک شامل ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری از خاک است که منعکس‌کننده‌ی حاصلخیزی خاک یا عملکردهای زیست‌محیطی هستند و برای مشخص نمودن کاهش، ثبات و یا بهبود وضعیت پایداری خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده از شاخص‌ها به جای ویژگی‌های خاک برای کمی کردن کیفیت خاک مفید است زیرا شاخص‌ها نمایانگر اثرات تجمعی ویژگی‌های خاک با در نظر گرفتن مقدار وزنی هر ویژگی با توجه به نقشی که در کیفیت خاک دارند، می‌باشند (سینگ و خرا، ۲۰۰۹). وقتی پارامترهای تعیین کننده کیفیت خاک در محدوده بهینه قرار داشته باشند، عملکرد محصول در زمین‌های کشاورزی به بیشترین مقدار می‌رسد و تخریب خاک و محیط زیست کاهش می‌یابد (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به اهمیت کیفیت خاک در ارزیابی تخریب یا بهبود اراضی، در این تحقیق روش رتبه‌بندی تجمعی برای ارزیابی شاخص‌های کیفیت خاک در تعدادی از خاک‌های کشاورزی استان خوزستان بررسی شد.

مواد و روش‌ها

۱۵۵ نمونه‌ی خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری از پروفیل خاک در کشت و صنعت‌های امیر کبیر (۴۰ نمونه)، کارون (۳۵ نمونه)، هفت‌تپه (۴۰ نمونه) و دعبل خزاعی (۴۰ نمونه) به صورت تصادفی برداشته شد. این خاک‌ها، در راسته‌های اریدی سول و اینسپتی سولز قرار داشتند (Soil Survey Staff, ۲۰۱۰). قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک‌ها (ECe)، واکنش خاک (pH) در گل اشباع، نسبت سدیم جذب سطحی شده، میزان کربن آلی (روش والکلی و بلک)، بافت خاک (روش هیدرومتر)، میزان رطوبت قابل استفاده گیاه و جرم مخصوص ظاهری (روش کلوخه و پوشش دادن با پارافین)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) به روش الک تر، مقدار تخلخل تهویه‌ای (Fa) و رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای نسبی (RFC) اندازه‌گیری شد. علاوه بر این هدایت هیدرولیکی



اشباع در نمونه‌های دست‌نخورده خاک پس از اشباع تدریجی استوانه‌ها از بخش زیرین به وسیله محلول کلرید کلسیم ۰/۰۱ به روش آزمایشگاهی بار ثابت، اندازه‌گیری شد. برای تعیین حدود بحرانی در روش رتبه‌بندی تجمی از حدود پیشنهادی لال (۱۹۹۴) استفاده شد (جدول ۱). این حدود بحرانی بر اساس محدودیت در تولید محصول ارائه شده و دامنه‌ی بدون محدودیت تا محدودیت شدید را شامل شده و از مقیاس ۱ تا ۵ برای فاکتور وزنی نسبی استفاده می‌شود (شوکلای و همکاران، ۲۰۰۴). حد پایینی یعنی عدد یک برای هر ویژگی خاک نمایانگر بدون محدودیت (کیفیت عالی خاک) و حد بالایی یعنی عدد ۵ نشان‌دهنده محدودیت شدید می‌باشد. شاخص پایداری (جدول ۲) بر اساس رتبه تجمی (CR) هر خاک از خیلی پایدار ($CR < 20$) تا پایدار ($CR > 40$) توسط لال (۱۹۹۴) پیشنهاد شده است. در این روش که توسط شوکلای و همکاران (۲۰۰۴) ارائه شده است سطوح بحرانی ویژگی‌ها با در نظر گرفتن فاکتور وزنی برای ارزیابی پایداری کاربری زمین تعیین می‌شوند.

نتایج و بحث

حدود بحرانی و فاکتور وزنی نسبی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در روش رتبه تجمی در جدول ۱ ارائه شده است. جدول ۱ در ایجاد محدودیت در مناطق خشک و نیمه‌خشک شناخته شده است، اما به کمک روش رتبه تجمی، می‌توان پایدار یا غیرپایدار بودن منابع خاک را ارزیابی نمود، همچنین ممکن است برآیند ویژگی‌های این مناطق (جدول ۱) منجر به پایداری منابع خاک شوند.

جدول ۱- حدود بحرانی و فاکتور وزنی نسبی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک در روش رتبه بندی بحرانی

محدودیت	RWF	Bd(Mg/m ³)	بافت	ECE(dS/m)	pHe	RFC
بدون محدودیت	۱	$1/3 <$	L	$3 <$	۶-۷	۰/۶-۰/۷
محدودیت کم	۲	$1/3-1/4$	SiL, Si, SiCL	۳-۵	۵/۸-۶ و ۷-۴/۷	۰/۵-۰/۶ و ۰/۷-۰/۷۵
محدودیت متوسط	۳	$1/4-1/5$	CL, SL	۵-۷	۵/۴-۵/۸ و ۷/۴-۷/۸	۰/۵-۰/۴ و ۰/۷۵-۰/۸
محدودیت زیاد	۴	$1/5-1/6$	SiC, LS	۷-۱۰	۵/۰-۵/۴ ۷/۸-۸/۲	۰/۴-۰/۳۵ و ۰/۸-۰/۹
محدودیت شدید	۵	$1/6 <$	C, S	$10 <$	۵/۰ > و ۸/۲ <	۰/۳۵ > و ۰/۹ <

ادامه جدول ۱- حدود بحرانی و فاکتور وزنی نسبی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک در روش رتبه بندی بحرانی

محدودیت	RWF	Fa(cm ³ /cm ³)	AWC(cm ³ /cm ³)	OC(Mg/ha)	Ks(cm/h)	MWD(mm)
بدون محدودیت	۱	$20 <$	> 0.30	< 3	> 2	$> 2/5$
محدودیت کم	۲	$0/18-0/20$	$0/20-0/30$	۳-۵	۰/۲-۲	۲-۲/۵
محدودیت متوسط	۳	$0/15-0/18$	$0/08-0/20$	7-5	۰/۰۲-۰/۲	۱-۲
محدودیت زیاد	۴	$0/10-0/15$	$0/02-0/08$	۷-۱۰	۰/۰۰۲-۰/۰۲	۰/۵-۱
محدودیت شدید	۵	$0/10 >$	$0/02 >$	> 10	$< 0/002$	$< 0/5$

وضعیت پایداری خاک بر اساس شاخص رتبه تجمی چهار کشت و صنعت دعبل‌خزایی، امیرکبیر، کارون و هفت‌تپه که از فاکتور وزنی نسبی ۱۰ ویژگی محاسبه شده است، در جدول ۲ آورده شده است. در کشت و صنعت



دقبل‌خزایی مقدار CR بدست آمده در ۳۵ نمونه (۸۷/۵ درصد) بین ۳۰-۴۰ بوده که نشان‌دهنده نامناسب بودن کاربری کشاورزی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد و این اراضی را می‌توان برای کاربری دیگر مثل مرتع استفاده نمود. در ۴ نمونه (۱۰ درصد) CR بین ۲۵-۳۰ است که با اضافه کردن نهاده‌های بیشتر (استفاده از کودهای بیولوژیک، کاهش عملیات شخم و خاکورزی، تناوب در کشت، افزایش مواد مغذی خاک، افزایش مواد آلی، جلوگیری از فشردگی و تراکم خاک با کاهش جرم مخصوص ظاهری، افزایش قدرت بافری خاک و مقابله با تغییرات اسیدیته خاک، کاهش اثرات محیطی منفی مثل اثر حشره‌کش و فلزات سنگین و ...) پایدار خواهد بود. تنها در ۱ نمونه (۴ درصد) CR بین ۲۰-۲۵ بوده که نشان‌دهنده وضعیت پایدار خاک است. در کشت و صنعت امیرکبیر مقدار CR بدست آمده در ۲۲ نمونه (۵۵ درصد) بین ۳۰-۴۰ و در ۱۸ نمونه (۴۵ درصد) بین ۲۵-۳۰ بوده است. در کشت و صنعت کارون مقدار CR بدست آمده در ۲۱ نمونه (۶۰ درصد) بین ۳۰-۴۰ و در ۱۴ نمونه (۴۰ درصد) بین ۲۵-۳۰ و در کشت و صنعت هفت‌تپه مقدار CR بدست آمده در ۱۸ نمونه (۴۵ درصد) بین ۳۰-۴۰ و در ۲۲ نمونه (۵۵ درصد) بین ۲۵-۳۰ بود. میانگین مقادیر CR در ۱۵۵ نمونه خاک ۳۰ بود که نشان‌دهنده نامناسب بودن کاربری کشاورزی در مناطق مورد مطالعه می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که در ۴ کشت و صنعت هیچ یک از نمونه‌ها وضعیت خیلی پایدار و ناپایدار نداشته‌اند. بیشتر نمونه‌ها دارای RWF، ۳ و ۴ بوده که با مدیریت صحیح و استفاده از اراضی برای سایر کاربری‌های کشاورزی و غیره، باعث کاهش CR و افزایش پایداری خاک می‌شود.

جدول ۲- پایداری خاک براساس شاخص رتبه‌بندی تجمعی با توجه به ۱۰ ویژگی خاک

وضعیت پایداری	RWF	CR
خیلی پایدار (HS)	۱	<۲۰
پایدار (S)	۲	۲۰-۲۵
پایدار با اضافه کردن نهاده‌های بیشتر (SWHI)	۳	۲۵-۳۰
پایدار برای کاربری دیگر (SWALU)	۴	۳۰-۴۰
ناپایدار (US)	۵	>۴۰

چنین به نظر می‌رسد چون در روش رتبه‌بندی تجمعی از پارامترهای بیشتر و مؤثرتری برای ارزیابی کیفیت خاک استفاده شده است، استفاده از این روش برای بررسی کیفیت خاک و تولید محصول حداکثر در کاربری کشاورزی مفید است. از سوی دیگر با تعیین فاکتور وزنی نسبی می‌توان تمام ویژگی‌ها را با جزئیات بیشتر مورد بررسی قرار داد و مشخص نمود که کدام پارامتر یا پارامترها سبب غیرپایدار بودن و تخریب منابع خاک و کاهش تولید محصول می‌شوند، و با شناخت آن‌ها می‌توان با عمل مدیریت مناسب در دراز مدت و با در نظر گرفتن شرایط زیست‌محیطی شرایط را برای پایداری منابع خاک فراهم نمود.



منابع

- 1) Gomez AA, Kelly DES, Syers JK, and Coughlan KJ, 1996. Measuring sustainability of agricultural systems at farm level. Pp. 401-410. In: Doran J.W.
- 2) Islam, KR, and Weil RR, 2000. Soil quality indicator properties in mid-Atlantic soils as influenced by conservation management. *Soil Water Conserv.* 54: 69–78.
- 3) Lal R, 1994. *Soil Methods and guidelines for Sustainable use of soil and waterresources in the tropics.* Soil Management Support System, USDA,-NRCS.Washington, DC.
- 4) Lal R, Mokma D, and Lowery B, 1999. Relation between soil quality and erosion, In: Lal, R., (eds.). *Soil Quality and Soil Erosion*, 39-56. Soil and Water Conservation Society and CRC Press, Boca Raton.
- 5) Reynolds WD, Drury CF, Tan CS, Fox CA, and Yang XM, 2009. Use of indicators and pore volumefunction characteristics to quantify soil physical quality. *Geoderma* 152: 252-263.
Shukla MK, Lal R, and Ebinger M, 2004. Soil quality indicators for reclaimed mine soils in southeastern Ohio. *Soil Sci* 169:133–142.
- 6) Singh MJ, and Khera KL, 2009. Physical indicators of soil quality in relation to soil erodibility under different land uses. *Arid Land Research and Management*, 23:152-167.
- 7) Soil survey staff. 2010. *Key to soil taxonomy.* ۱۱th edition. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.



افزایش کارآیی پالایش سبز خاک آلوده به سرب و کادمیم به کمک ریزجانداران خاک

محمد رحمانیان^۱، حبیب خداوردی لو^۲، میرحسن رسولی صدقیانی^۲ و یونس رضایی دانش^۳

۱- دانشجوی دکتری خاکشناسی، دانشگاه شهرکرد Email; M.rahmanian10@yahoo.com

۲- استادیار خاکشناسی گروه علوم خاک، دانشگاه ارومیه

۳- استادیار گروه گیاه پزشکی، دانشگاه ارومیه

مقدمه

امروزه آلودگی محیط زیست با به مخاطره انداختن سلامت جهانی به یکی از معضلات مهم پیش روی جامعه ی بشری تبدیل شده است (Ali et al., 2013). آلودگی های زیست محیطی از مهم ترین عوامل مؤثر در تخریب و تنزل کیفیت بیوسفر و اجزای آن محسوب می شوند و در این میان فلزات سنگین از نقطه نظرهای بیولوژیکی، اکولوژیکی و سلامتی بشر حائز اهمیت ویژه ای هستند (Doelsch et al., 2006). در چند دهه گذشته آلودگی انسان پدید فلزات سنگین در اثر فعالیت های معدنی، ذوب فلزات، تیمار کردن خاک های کشاورزی با مواد شیمیایی کشاورزی، فاضلابها و غیره، به گونه ای نگران کننده افزایش یافته است. مشکلات ناشی از آلودگی خاک، بر زندگی حیوانات، بهداشت، انهدام و اختلال در اکوسیستم های طبیعی به روشنی درک شده است (He et al., 2005). صرف نظر از منشأ فلزات در خاک، مقدار زیاد این فلزات می تواند به کاهش کیفیت خاک، عملکرد گیاهان و کیفیت محصولات کشاورزی منجر شود (Yang et al., 2002). از جمله این فلزات خطرناک کادمیم و سرب هستند که عملکرد بیولوژیکی حیاتی ندارند و حتی در غلظت های کم برای موجودات زنده بسیار سمی هستند. از آنجا که فلزات سنگین در خاک تجزیه نمی شوند، بنابراین برای پاکسازی خاک های آلوده به این عناصر باید فلزات سنگین از خاک خارج شوند. تاکنون، فناوری هایی چند برای زدودن آلودگی فلزات سنگین از خاک، آب و رسوبات ایجاد شده اند. گواینکه این روش ها در شرایطی ویژه کامیاب بوده اند، کاستی های چشمگیری دارند. مهمتر اینکه، هزینه ی فناوری های موجود برای پالایش محیط زیست می تواند بسیار گزاف بوده (Cunningham et al., 1995) و در پایان موجب آلودگی بخش دیگری از محیط زیست گردند. لذا، پژوهشگران در صدد یافتن راه حلی مطمئن برای پالایش فلزات سنگین هستند که افزون بر رفع آلودگی، کم هزینه بوده و اثرات جنبی آن سلامت محیط را به خطر نیندازد. بدین ترتیب از منابع بیولوژیک جهت پاکسازی نقاط آلوده به انواع آلاینده ها کمک گرفته شد. در این روش از قابلیت گیاهانی که دارای توانایی بالقوه در جذب و تجمع فلزات سنگین می باشند، جهت پاکسازی و زدودن آلاینده ها از خاک استفاده می شود (Pivetz, 2001). این روش ویژگی های بیولوژیک و ساختار خاک را حفظ می کند. این فناوری نسبتاً کم هزینه و سازگار با محیط زیست می باشد (Yang et al., 2002). واکنش های بین گیاهان و میکروارگانیسم های مفید ریزوسفر می تواند تولید زیست توده و بردباری گیاه به فلزات سنگین را افزایش دهد و لذا جزء مهمی از سیستم پالایش سبز به شمار می رود. هدف از این تحقیق، بررسی نقش ریزجانداران خاک در پالایش سبز خاک آلوده به فلزات سرب و کادمیم به وسیله بیدگیاه بود.



مواد و روش‌ها

بیدگیاه در تعدادی گلدان حاوی خاک با بافت Clay loam آلوده شده به سرب با سطوح ۱۵۰، ۴۰۰، ۸۰۰، ۱۵۰۰ و کادمیم با سطوح ۵، ۲۰، ۶۰، ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم در شرایط گلخانه کشت گردید. پس از بررسی جمعیت ریزجانداران در خاک بومی مناطق آلوده، مقداری معین از این خاک به عنوان پیش ماده دارای سویه‌های بومی ریزجانداران در مناطق آلوده به فلزات سنگین به خاک آلوده شده به سطوح مختلف سرب و کادمیم افزوده شد تا نقش آنها در پالایش سبزی فلزات مورد نظر بررسی گردد. برای اینکه تیمارهای تلقیح شده با جمعیت میکروبی با تیمارهای همتای خود که به جمعیت میکروبی آلوده نشده‌اند قابل مقایسه باشند، به همین مقدار نیز از خاک بومی مناطق آلوده استریل شده و به تیمارهای بدون تلقیح با جمعیت میکروبی افزوده شد. برای تیمارهای مختلف، نمونه‌های شاهد نیز تهیه گردید. در پایان فصل رشد گیاه روئیده بر خاک آلوده برداشت شد. نمونه‌های گیاهی برداشت شده با آب مقطر شستشو گردید و پس از قرار دادن به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۵ درجه در آن وزن شدند. نمونه‌ها برای آزمایشات بعدی آسیاب شدند. در این پژوهش از روش اکسیداسیون تر برای اندازه گیری کادمیم و سرب کل از گیاه استفاده شد (Gupta, 2000). سرب و کادمیم کل خاک با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه گیری شد (Soon and Abboud, 1993; United states Environmental Protection Agency, 1986; Gupta, 2000).

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه (خاک تهیه شده که از ترکیب خاک ۱ و خاک ۲ بدست آمده است) در جدول زیر نشان داده شده است. بر پایه‌ی نتایج جدول (۱)، خاک بکار رفته در این پژوهش، خاکی با کلاس بافتی لوم رسی، غیرشور، آهکی و با واکنش قلیایی ضعیف بود که به طور طبیعی مقداری کادمیم و سرب در خود داشت. با توجه به حدود مجاز غلظت فلزات در خاک (Cariny, 1995)، غلظت کادمیم در خاک استفاده شده در پژوهش از حد مجاز بیشتر بود (جدول ۱).

جدول ۱- برخی ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

ویژگی‌ها	ویژگی‌ها	ویژگی‌ها	ویژگی‌ها
۱۰/۱	کربنات کلسیم معادل (%)	۲۸	رس (%)
۶/۸۲	کادمیم کل (mg kg^{-1})	۲۴	شن (%)
۲۲/۶۵	سرب کل (mg kg^{-1})	۴۸	سیلت (%)
۱۲/۷۵	روی کل (mg kg^{-1})	Clay loam	کلاس بافتی
۳۰/۶۱	مس کل (mg kg^{-1})	۷/۵	pH
۴۲۲/۸۶	منگنز کل (mg kg^{-1})	۲/۶	ماده آلی (%)
۳۷۷/۹۴	آهن کل (mg kg^{-1})	۱	هدایت الکتریکی (dSm^{-1})
		۲۴/۷	ظرفیت تبادل کاتیونی (cmolckg^{-1})



مقدار سرب و کادمیم جذب شده به وسیله بیدگیاه در تیمارهای فاقد ریزجانداران و تیمارهای دارای ریزجانداران خاک در جداول ۲ و ۳ آمده است.

جدول ۲. کادمیم جذب شده به وسیله بیدگیاه در تیمارهای فاقد و دارای ریزجانداران خاک

کادمیم اضافه شده به خاک (mg/kg)	کادمیم استخراج شده از خاک به وسیله بیدگیاه (mg/kg)	فاقد ریزجانداران خاک	دارای ریزجانداران خاک
۰	۴/۲۸	۶/۴۳	
۵	۸/۶۵	۷/۴۹	
۲۰	۱۱/۳۶	۱۰/۶۲	
۶۰	۱۳/۳۶	۱۲/۳۲	
۱۰۰	۲۳/۶۹	۲۰/۲	

جدول ۳. سرب جذب شده به وسیله بیدگیاه در تیمارهای فاقد و دارای ریزجانداران خاک

سرب اضافه شده به خاک (mg/kg)	سرب استخراج شده از خاک به وسیله بیدگیاه (mg/kg)	فاقد ریزجانداران خاک	دارای ریزجانداران خاک
۰	۷۱/۸۲	۷۱/۸۴	
۱۵۰	۷۹/۷۵	۷۸/۳۶	
۴۰۰	۸۲/۱۲	۸۸/۷۵	
۸۰۰	۹۵/۲۹	۸۶/۹۷	
۱۵۰۰	۱۰۶/۸۶	۱۰۸/۹۳	

جدول‌های ۲ و ۳ روند تغییرات جذب سرب یا کادمیم از خاک توسط بیدگیاه را در مقادیر مختلف سرب یا کادمیم در شرایط عدم تلقیح و با تلقیح خاک با ریزجانداران سازگار با تنش آلودگی نشان می‌دهد. در تیمارهای شاهد، که فلزی به خاک افزوده نشده است، گیاه مقداری چشمگیر از عناصر را از خاک جذب کرد، که این مقدار در مورد سرب بیشتر از کادمیم بود. با افزایش غلظت کادمیم در خاک، کادمیم جذب شده از خاک توسط بیدگیاه افزایش یافت (جدول ۲). نتایج مشابه توسط شماری از پژوهشگران گزارش شده است (Li et al., 2007; Sheng et al., 2008). نتایج این مطالعه نشان داد که جذب سرب یا کادمیم از خاک توسط گیاه مورد مطالعه در سطوح مختلف آلودگی سربی یا کادمیمی در شرایط عدم تلقیح و با تلقیح خاک با ریزجانداران سازگار با تنش آلودگی تفاوتی معنی‌دار داشت. سرب جذب شده توسط گیاه در شرایط عدم تلقیح خاک با ریزجانداران سازگار با تنش آلودگی بیشتر از تیماری بود که در آن خاک با ریزجانداران خاک تلقیح شده بود. کادمیم جذب شده توسط



گیاه در شرایط تلقیح خاک با ریزجانداران سازگار با تنش آلودگی بیشتر از تیمارهای مشابه در شرایط عدم تلقیح خاک با ریزجانداران خاک بود.

بر اساس مطالعات پیشین ریزجانداران خاک تاثیراتی متفاوت بر جذب فلزات سنگین دارند. نوع ریزجانداران خاک می‌تواند تاثیراتی متفاوت بر جذب و انتقال فلزات سنگین داشته باشد (Kaldorf et al., 1999). دیاز و همکاران جذب فلزات سرب و روی توسط گیاه *Legeum spartum L.* را در سطوح مختلف آلودگی این فلزات در خاک بررسی کردند. نتایج این بررسی نشان داد که در غلظت‌های پایین گیاهان همزیست با قارچ ریشه‌ها، غلظت بیشتری از سرب و روی داشتند، در حالی که در غلظت‌های بالا، غلظت این فلزات در گیاهان تلقیح شده با *G. mosseae* کمتر از تیمارهای شاهد بود (Diaz et al., 1996). در این مطالعه گیاهان تلقیح شده با *G. macrocarpum* غلظت یکسان و یا حتی بیشتر از تیمارهای شاهد داشتند.

منابع

- Ali H, Khan E and Sajad MA, 2013. Phytoremediation of heavy metals-Concepts and applications. *Chemosphere* 91:869-881.
- Doelsch E, Macary HS and Kerchove VV, 2006. Sources of very high heavy metal content in soils of volcanic island (La Re´union). *Journal of Geochemical Exploration* 88: 194–197.
- Cariny T, 1995. The re-use of contaminated land. John Wiley and Sons Ltd. Publisher.
- Cunningham SD, Berti WR and Huang JW, 1995. Phytoremediation of contaminated soils. *Trends Biotechnology* 13:393-397.
- Diaz G, Azcon-Aguilar C and Honrubia M, 1996. Influence of arbuscular mycorrhiza on heavy metal (Zn and Pb) uptake and growth of *Lygedum spartum* and *Anthyllis cytisoides*. *Plant and Soil* 180: 241-249.
- Gupta PK, 2000. Soil, plant, water and fertilizer analysis. Agrobios, New Delhi, India.
- He ZL, Yang XE and Stoffella PJ, 2005. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *J. Trace Elem. Med. Biol* 19(2-3): 125-140.
- Kaldorf M, Kuhn AJ, Schroder WH, Hildebrandt U and Bothe H, 1999. Selective element deposits in maize colonized by a heavy metal tolerance conferring arbuscular mycorrhizal fungus. *J. Plant Physiol* 154: 718–728.
- Li WC, Ye ZH and Wong MH, 2007. Effects of bacteria on enhanced metal uptake of the Cd/Zn hyperaccumulating plant, *Sedum alfredii*. *J. Exp Bot* 58: 4173–4182.
- Pivetz BC, 2001. Phytoremediation of contaminated soil and ground water at hazardous waste sites. Office of Research and Development, US-EPA, EPA/540/S-01/500.
- Sheng XF, Xia JJ, Jiang CY, He LY and Qian M, 2008. Characterization of heavy metal-resistant endophytic bacteria from rape (*Brassica napus*) roots and their potential in promoting the growth and lead accumulation of rape. *Environ Pollut* 156: 1164–1170.
- Soon YR and Abboud S, 1993. Cadmium, Chromium, Lead and Nickel. pp. 101-108. In: Carter MR (ed.) *Soil Sampling and Methods of Soil Analysis*. Lewis Publishers.
- United States Environmental Protection Agency. 1986. Acid digestion of sediment, sludge and soils. In: *Test methods for evaluating solid wastes*. EPA SW-846. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Yang XE, Long XX, Ni WZ and Fu CX, 2002. *Sedum alfredii* H: a new Zn hyperaccumulating plant first found in china. *China Sci. Bull* 47(19): 1634-1637.



بررسی تاثیر سیستم های مختلف خاکورزی در کشت سویا بر میزان مواد آلی و تنفس میکروبی خاک در استان گلستان

مریم سبطی، حمیدرضا صادق نژاد

به ترتیب محقق و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

مقدمه:

سوزاندن بقایای گیاهی و از بین بردن مواد آلی ضمن در معرض گذاشتن خاک در مقابل فرسایش باعث افزایش مقدار آب مصرفی و تبخیر رطوبت موجود در خاک می گردد. این امر علاوه بر افزایش هزینه های عملیات زراعی، تاخیر در کاشت و کاهش سرعت سبز شدن را به همراه خواهد داشت. بی خاکورزی و کشت مستقیم بذر بر روی بقایای گیاهی قبلی می تواند جوانه زنی و رشد اولیه گیاه را تسریع بخشد و مواد آلی موجود در لایه سطحی خاک را افزایش دهد. همچنین یکی از مهمترین ارکان سلامت خاک وجود و فعالیت جامعه میکروبی خاک می باشد. ریز جانداران خاک به عنوان بخش زنده آن، کمتر از یک درصد حجم خاک را به خود اختصاص می دهند فعالیت متابولیکی ریز جانداران خاک برای تداوم چرخه مواد آلی ضروری است (Lupwayi et al, 2010). خاکورزی نیز یکی از عواملی است که به طور مستقیم و غیر مستقیم فعالیت جامعه میکروبی خاک را تحت تاثیر قرار می دهد. رایت و همکاران (۲۰۰۷) در آزمایش خود نشان دادند که کاربرد سیستم کم خاکورزی باعث بهبود درصد کربن آلی خاک و افزایش جامعه میکروبی خاک میگردد. از طرفی شخم عمیق تبادل هوا را تشدید کرده و باعث تحریک تجزیه مواد آلی شده که سبب انتشار گاز کربنیک از خاک به محیط می شود. کاهش عملیات خاک ورزی ضمن کاهش تردد ماشینهای کشاورزی، باعث کاهش خروج گاز کربنیک از داخل خاک می شود (Dahiya et al, 2007). بنابراین خاک ورزی های پایدار و روشهای نوین می تواند سهم جدی در کاهش اثرات گلخانه ای داشته باشد. روشهای خاک ورزی معمولا در حرارت خاک، استحکام ساختمانی خاک، ظرفیت نگهداری آب، وزن مخصوص ظاهری، فعالیت کرم های خاکی، نفوذپذیری آب در خاک، کربن آلی، نیتروژن و تبادل کلسیم، منیزیم، فسفر و روی تاثیر گذار هستند و در رشد و توزیع ریشه و حاصلخیزی خاک نیز موثرند (Barzegar et al, 2004). در نتیجه اولین مرحله در اتخاذ تصمیم برای مدیریت تولید پایدار، تشخیص الگوهای مربوط به روش های خاک ورزی است که معرفی سیستم های خاک ورزی و کاشت به عنوان روشهای کاربردی، می تواند در کشاورزی مدرن از اهمیت بسیاری برخوردار باشد.

مواد و روشها:



با توجه به نقش مهم عملیات خاکورزی در خصوصیات خاک در این طرح ۳ نوع روش خاکورزی شامل خاکورزی مرسوم (دیسک)، بی خاکورزی و کم خاکورزی با خاک ورز مرکب، در قالب چهار تیمار و چهار تکرار و با استفاده از طرح بلوک کامل تصادفی بر روی مقدار ماده آلی و تنفس میکروبی خاک در یکی از ایستگاه های تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان از سال ۱۳۹۱ شروع و پس از دو سال مورد بررسی قرار گرفت. برای اطمینان از تاثیر بقایا، روش های خاک ورزی مذکور بر روی بقایای گندم سال قبل و سپس تناوب محصول سویا، گندم و سویا به مدت دو سال اجرا گردید که تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از:

T1: بی خاک ورزی با خطی کار
T2: بی خاک ورزی با ردیف کار

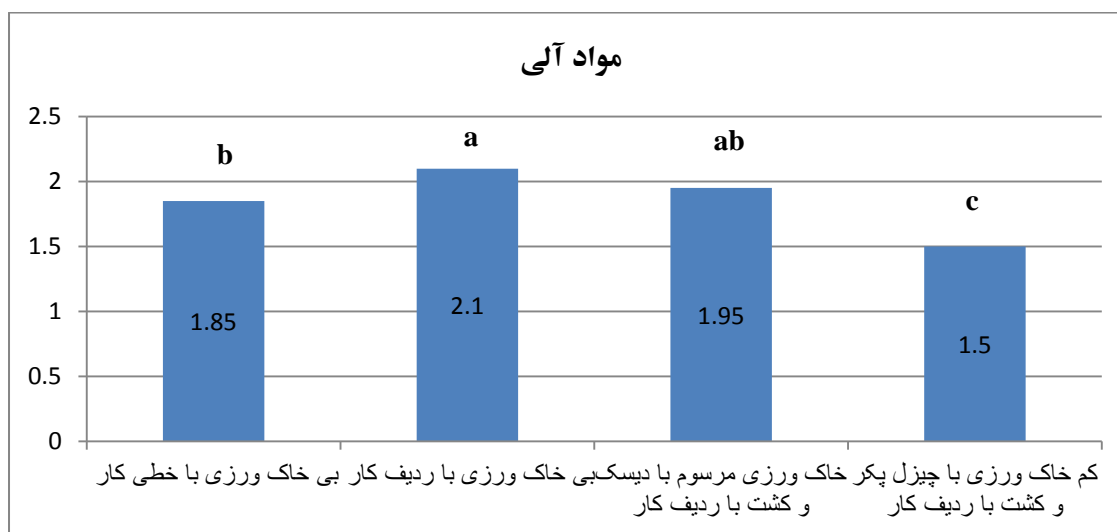
T3: خاک ورزی مرسوم با دیسک و کشت با ردیف کار
T4: کم خاک ورزی با چپزل پکر و کشت با ردیف کار
ردیف کار بی خاک ورز دارای چهار واحد کارنده با پیش بر های مدور صاف بود که که شکاف نازکی را در خاک ایجاد کرده و شیاربازکن های دو بشقابی مورب محل استقرار بذرا باز کرده و پوشاننده های مورب چرخی روی بذرا با خاک پوشش می دادند. برای خطی کار بی خاک ورز نیز، پیش برهای مضرس مدور به همراه شیاربازکن های دو بشقابی و پوشاننده لاستیکی سبک چرخی استفاده شد که درپچه های خروج بذر به صورت دودرمیان بسته شد تا فواصل ۵۱ سانیمتر برای هرردیف ایجاد گردد. یک خاک ورز مرکب با شاخه های مورب زیرشکنی منضم به یک غلتک کلوخ شکن نیز به کار گرفته شد و از دیسک و ردیف کار متداول نیز برای روش مرسوم استفاده گردید. به میزان حدود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود ماکرو با نسبت های ۱۵٪ پتاس، ۸٪ فسفر و ۱۵٪ ازت به همراه کاشت در بی خاک ورزی ها و به همراه دیسک زدن در سایر تیمارها در شروع عملیات استفاده گردید و رقم سویای کتول (DPX) با قوه نامیه ۹۰٪ و به مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار کاشته شد. جهت اندازه گیری تنفس میکروبی خاک معادل ۱۰ گرم خاک خشک، خاک مرطوب بر اساس میزان رطوبت خاکها برای هر تیمار از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری خاک گرفته شد. برای اندازه گیری میزان مواد آلی خاک، از همان خاک نمونه برداری شده جهت اندازه گیری تنفس میکروبی استفاده گردید.

نتایج و بحث:

با استفاده از برنامه های آماری SAS و آنالیز داده ها، نتایج بدست آمده نشان دهنده اختلاف معنی دارداشتن بین روش های خاک ورزی از نظر میزان ماده آلی خاک بود. مقایسه میانگین ماده آلی خاک نشان داد که بی خاکورزی با ردیف کار مخصوص آن در مقایسه با سایر روش های خاکورزی در سطح بالاتری قرار دارد اگرچه این تیمار با تیمار روش مرسوم از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارد اما با روش کم خاک ورزی با چپزل پکر که باعث کاهش معنی دار میزان ماده آلی خاک شده بود اختلاف زیادی داشت. تجزیه ماده آلی در خاک یک فرآیند هوازی است و هر چه شدت و عمق شخم بیشتر باشد در نتیجه ماده آلی بیشتر در معرض اکسیژن هوا قرار گرفته و بیشتر و سریعتر تجزیه می شود بنابراین این کاهش بهم زدن خاک باعث حفاظت ماده آلی خاک می گردد. کربن آلی با پوشش گیاهی

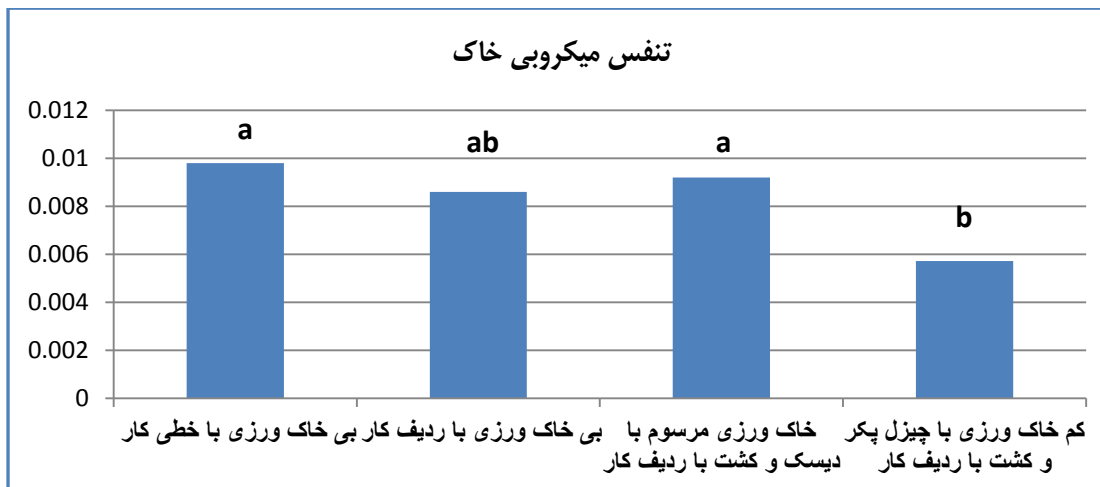


رابطه مستقیم دارد. در شرایط بدون عملیات خاک ورزی و کشت مستقیم، بقایای گیاهی به صورت پوششی بر روی سطح خاک قرار گرفته و در صورت مداومت استفاده از این روش در طی چندین سال، زمان نسبتاً طولانی برای تجزیه آن لازم است از طرف دیگر عدم مخلوط شدن با خاک، سرعت تجزیه را کاهش داده و به این خاطر برای چنین روش‌هایی توصیه می‌گردد که در سال‌های اولیه از کود ازته بیشتری استفاده گردد. در لایه سطحی خاک که فقط عملیات دیسک انجام می‌گیرد به علت اختلاط بقایا با خاک، بقایا در این لایه باقیمانده و به مرور تجزیه می‌گردد در نتیجه میزان مواد آلی به مقدار مناسبی خواهد بود اما با خراش دادن عمقی خاک توسط چیزل پکر و در معرض گذاشتن لایه عمقی خاک در مقابل هوا، شدت تهویه افزایش یافته و ماده آلی خاک کاهش پیدا می‌کند.



شکل ۱- تاثیر روشهای مختلف خاکورزی بر میزان مواد آلی خاک

همچنین از مقایسه میانگین میزان تنفس میکروبی خاک در تیمارهای مختلف نتیجه گرفته شد که بین تیمارهای بی‌خاکورزی با ردیف کار و خطی کار و روش مرسوم از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود ندارد اما از نظر عددی میزان تنفس میکروبی خاک در تیمار خاکورزی با خطی کار در بالاترین سطح قرار دارد. در این پارامتر اندازه‌گیری شده نیز تیمار چیزل پکر در پایین‌ترین سطح آماری قرار دارد. وجود بقایای گیاهی در خاک می‌تواند با افزایش ماده آلی خاک، ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی آن را بهبود بخشد. علاوه بر این افزایش فعالیت تنفسی در خاک می‌تواند سرعت چرخه عناصر غذایی را افزایش دهد. به طور کلی افزایش بقایای گیاهی موجب افزایش معنی دار فعالیت میکروبی در خاک می‌گردد و همراه با افزایش سرعت و میزان تنفس (معدنی شدن کربن)، زیست توده میکروبی خاک نیز افزایش معنی دار پیدا می‌کند. اضافه کردن بقایای گیاهی به خاک با ماده آلی پایین همواره فعالیت تنفس خاک را تحریک می‌کند.



شکل ۲- تاثیر روشهای مختلف خاک‌ورزی بر میزان تنفس میکروبی خاک

منابع

1. Barzegar, A.R., Mossavi, M.H., Asoodar, M.A. and S.J. Herbert. 2004. Root mass distribution of winter wheat as influenced by different tillage system in semi-arid region. *Journal of Agronomy*. 3(3):223-228.
2. Dahiya, R., Ingwersen, J., Streck, T. 2007. The effect of mulching and tillage on the water and temperature regimes of a loess soil. *Experimental findings and modeling. Soil and Tillage Research*. 96: 52-63.
3. Lupwayi N.Z., Brandt S.A., Harker K.N., O'Donovan J.T., Clayton G.W., and Turkington T.K. 2010. Contrasting soil microbial responses to fertilizers and herbicides in a canola-barley rotation. *Soil Biology and Biochemistry*, 54: 1-8.
- ۴- بلور، ا.، عسگری، ح.، و کیانی ف.، ۱۳۹۰. بررسی تاثیر سیستم های مختلف خاک‌ورزی بر برخی خصوصیات بیولوژیکی خاک (مطالعه موردی: اراضی کشاورزی شهرستان کلاله- استان گلستان). اولین کنگره ملی علوم و فناوریهای نوین کشاورزی، زنجان. دانشگاه زنجان.
- ۵- دستفال، م.، ایزدی، م. و یزدان پناه م.، ۱۳۸۸. بررسی نقش خاک ورزی حفاظتی به عنوان راهکاری برای مدیریت آب در شرایط خشکسالی. چهارمین همایش منطقه ای ایده های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)، دانشکده کشاورزی.
- ۶- محمدی، خ.، حیدری، غ.، جواهری، م. و آقا علیخانی م.، ۱۳۹۱. تاثیر سیستم های مختلف خاک‌ورزی و کوددهی بر توده میکروبی و فعالیت آنزیمی خاک در زراعت آفتابگردان. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۶، شماره ۱. صفحه های ۱۰۴ تا ۱۱۳.



اثر کوتاه مدت روش‌های مختلف خاکورزی بر توزیع کربن در خاکدانه‌های یک خاک آهکی

ویدا کبیری سامانی^۱، فایز رئیسی گهروی^۲، محمدعلی قضاوی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۲- استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۳- استادیار گروه ماشین‌آلات کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد خوراسگان

مقدمه

مدیریت خاک از اجزای اصلی کشاورزی پایدار و خاکورزی از ضروری‌ترین بخش‌های این مدیریت محسوب می‌شود. ماده آلی خاک یکی از ویژگی‌های بسیار مهم خاک می‌باشد که تحت تاثیر خاکورزی قرار می‌گیرد، اما این ترکیب حیاتی بسیار ناهمگن است و عکس‌العمل آن به شیوه‌های مختلف خاکورزی در کوتاه مدت قابل اندازه‌گیری نیست (سیکس و همکاران، ۲۰۰۰). از این رو تفکیک فیزیکی خاک بر اساس اجزای اندازه خاکدانه‌ها یک روش و ابزار مفید برای ارزیابی تغییرات ماده آلی و مکانیسم‌های ترسیب کربن در خاک می‌باشد (آلوارو-فیونتس و همکاران، ۲۰۰۸). مطالعات زیادی نشان می‌دهند که ذخایر کربن آلی به‌طور یکسان و یک‌اندازه در خاکدانه‌ها توزیع نشده‌اند و معمولاً خاکدانه‌های ماکرو دارای کربن بیشتری در مقایسه با خاکدانه‌های میکرو هستند و اینکه کربن خاکدانه‌های ماکرو نسبت به خاکدانه‌های میکرو ناپایدارتر است (سیکس و همکاران، ۲۰۰۰). اغلب خاکورزی، به‌ویژه خاکورزی شدید و پیوسته دراز مدت، موجب شکسته شدن خاکدانه‌های ماکرو و آزاد شدن ماده آلی آن‌ها می‌گردد و از این رو در طولانی مدت باعث کاهش ماده آلی خاک می‌شود. کاهش ماده آلی خاک به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه خشکی مانند شرایط ایران که میزان مواد آلی خاک اندک است، بسیار اهمیت دارد. برزگر و همکاران (۲۰۰۳) گزارش نمودند که روش‌های خاکورزی رایج (گاواهن برگرداندار به همراه هرس بشقابی) که اغلب توسط کشاورزان در ایران استفاده می‌شود، باعث تخریب و افزایش فرسایش خاک می‌گردند. از طرفی روش‌های خاکورزی حفاظتی به عنوان یک راهکار مناسب برای بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، افزایش ذخیره آب پروفیل خاک و تولید محصول در مناطق نیمه خشک ایران پیشنهاد می‌شود. با این وجود به نظر می‌رسد اثرات شیوه‌های مختلف خاکورزی بر خصوصیات خاک مکان محور (Site-specific) باشد (جوادی و همکاران، ۲۰۰۹). این تحقیق به منظور ارزیابی اثرات کوتاه مدت روش‌های مختلف خاکورزی از جمله خاکورزی رایج و حفاظتی بر غلظت و درصد توزیع کربن آلی در خاکدانه‌های ماکرو و میکرو در یک خاک آهکی واقع در استان چهارمحال و بختیاری اجرا گردید.

مواد و روشها

این پژوهش از سال ۱۳۸۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد آغاز شده است. تناوب زراعی در این مزرعه از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۰ به صورت شبدر، جو، آیش، شبدر-جو، آیش، جو و آیش بود. بقایای محصول و شبدر به



عنوان کود سبز پس از هر بار کشت به خاک برگردانده شدند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با استفاده از ۴ گاواهن مختلف شامل گاواهن‌های برگرداندار و بشقابی به عنوان خاکورزی رایج و گاواهن‌های قلمی و دوار به عنوان خاکورزی حفاظتی در سه تکرار اجرا گردید. از هر تکرار سه نمونه منفرد از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر در بهار ۱۳۸۷، پاییز ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰ برداشت و با یکدیگر مخلوط گردید. نمونه‌ها از الک ۴ میلی‌متر عبور داده شدند و سپس خاکدانه‌های ماکرو (<0.25 میلی‌متر) و میکرو ($0.053-0.25$ میلی‌متر) توسط ۵ سری الک دوار جدا و کربن موجود در خاکدانه‌ها و کربن کل خاک به روش واکلی بلک تعیین گردید. مشاهدات حاصل از این تحقیق به صورت آزمایش مرکب تجزیه و تحلیل گردیدند و اختلاف بین میانگین تیمارها به روش Fisher's LSD در سطح احتمال ۵ درصد ارزیابی شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس جدول (۱) نشان می‌دهد که اثر اصلی خاکورزی بر غلظت کربن خاکدانه‌های ماکرو (بر حسب گرم بر کیلوگرم خاک) در سطح احتمال ۰/۰۱ و غلظت کربن خاکدانه‌های میکرو (بر حسب گرم بر کیلوگرم خاک) در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار است. در حالی که خاکورزی با ۴ گاواهن مختلف اثر معنی‌دار بر میزان کربن آلی کل خاک نداشت ($P > 0.05$). همچنین نتایج (جدول ۱) حاکی است که اثر اصلی سال بر غلظت کربن کل خاک و خاکدانه‌های ماکرو و میکرو معنی‌دار است ($p < 0.001$). داده‌های این تحقیق نشان می‌دهد غلظت کربن خاکدانه‌های ماکرو در خاکورزی حفاظتی با گاواهن‌های قلمی و دوار به ترتیب ۲۶/۱ و ۲۴/۸ درصد بیشتر از خاکورزی با گاواهن برگرداندار و ۲۵/۷ و ۲۴/۵ درصد بیشتر از خاکورزی با گاواهن بشقابی بود (جدول ۲). در حالی که غلظت کربن خاکدانه‌های میکرو در خاکورزی رایج با گاواهن‌های برگرداندار و بشقابی ۷/۸۷ درصد بیشتر از خاکورزی با گاواهن قلمی و ۸/۴۳ درصد بیشتر از خاکورزی با گاواهن دوار بود. از سوی دیگر نتایج نشان می‌دهد که غلظت کربن کل خاک در سال ۱۳۹۰ نسبت به سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ به ترتیب ۲۷/۴ و ۴ درصد افزایش یافت و در سال ۱۳۸۸ نیز نسبت به سال ۱۳۸۷ افزایشی معادل ۲۲/۴ درصد مشاهده گردید. غلظت کربن خاکدانه‌های ماکرو در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰ به ترتیب ۱۳/۲۷ و ۱۵/۹۲ درصد نسبت به سال ۱۳۸۷ افزایش نشان داد. کربن خاکدانه‌های میکرو نیز روندی مشابه کربن خاکدانه‌های ماکرو اما با مقادیر کمتر داشت و در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰ به ترتیب ۱۱/۸ و ۱۳/۱ درصد نسبت به سال ۱۳۸۷ افزایش یافت. برگشت و افزودن بقایای گیاهی و شبدر به عنوان کود سبز به خاک طی سال‌های مختلف آزمایش سبب افزایش کربن کل خاک و کربن خاکدانه‌های ماکرو و میکرو گردیده است. همچنین نتایج (جدول ۲) حاکی است که درصد توزیع کربن در خاکدانه‌های ماکرو در خاکورزی حفاظتی با گاواهن‌های قلمی و دوار به ترتیب ۱۰/۴ و ۱۰/۲ درصد بیشتر از خاکورزی با گاواهن برگرداندار و ۱۰/۲ و ۱۰ درصد بیشتر از خاکورزی با گاواهن بشقابی بود. این در حالی بود که درصد توزیع کربن خاکدانه‌های میکرو در خاکورزی با گاواهن‌های برگرداندار و بشقابی به ترتیب ۲۳/۴ و ۲۳ درصد بیشتر از خاکورزی با گاواهن قلمی و ۲۲/۹ و ۲۲/۶ درصد بیشتر از خاکورزی با گاواهن دوار بود. درصد توزیع کربن در خاکدانه‌های ماکرو و میکرو در هر سه سال آزمایش مشابه یکدیگر بود به عبارت دیگر درصد توزیع کربن خاکدانه‌ها تحت تاثیر سال قرار نگرفت.



جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر خاکورزی و سال آزمایش بر غلظت کربن کل خاک و غلظت و درصد توزیع کربن در خاکدانه‌های ماکرو و میکرو

Micro	Macro	Micro	Macro	Total	df	منبع تغییر
(%)	(%)	(g/kg soil)	(g/kg soil)	(g/kg soil)		
۱/۰۲ ^{ns}	۱/۰۲ ^{ns}	۰/۱۶۴ ^{***}	۰/۹۹۷ ^{***}	۹/۱۷ ^{***}	۲	سال
۰/۴۵۶	۰/۴۵۶	۰/۰۰۷	۰/۰۱۳۸	۰/۰۳۱	۶	بلوک در سال
۱۲۹ ^{***}	۱۲۹ ^{***}	۰/۰۵۲ ^{**}	۲/۱۰ ^{***}	۰/۱۰۳ ^{ns}	۳	خاکورزی
۰/۱۷۹ ^{ns}	۰/۱۷۹ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۳۵ ^{ns}	۰/۰۵۷ ^{ns}	۶	خاکورزی×سال
۰/۵۳	۰/۵۳	۰/۰۰۷	۰/۰۲۵	۰/۰۷۶	۱۸	خطای آزمایش
۲/۲۶	۱/۰۷	۵/۰۱	۴/۲۴	۳/۹۵		(%) CV
۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۸۱	۰/۹۵	۰/۹۳		R ² مدل

Macro: خاکدانه‌های با اندازه $0/25$ میلی‌متر و Micro: خاکدانه‌های با اندازه $0/25 - 0/53$ میلی‌متر

جدول ۲- اثر روش‌های گوناگون خاکورزی (نوع گاواهن) بر غلظت و درصد توزیع کربن در خاکدانه‌های ماکرو و میکرو طی سه سال آزمایش

Micro	Macro	Micro	Macro	Total	نوع گاواهن/سال
(%)	(%)	(g/kg soil)	(g/kg soil)	(g/kg soil)	
۳۵/۴ ^a (۰/۲۶)	۶۴/۶ ^b (۰/۲۶)	۱/۸۰ ^a (۰/۰۵)	۳/۳۰ ^b (۰/۱۰)	۶/۹۷ ^a (۰/۲۳)	برگرداندار
۳۵/۳ ^a (۰/۱۹)	۶۴/۷ ^b (۰/۱۹)	۱/۸۰ ^a (۰/۰۴)	۳/۳۱ ^b (۰/۰۸)	۶/۹۳ ^a (۰/۲۶)	بشقابی
۲۸/۸ ^b (۰/۲۵)	۷۱/۲ ^a (۰/۲۵)	۱/۶۶ ^b (۰/۰۳)	۴/۱۲ ^a (۰/۰۸)	۷/۰۰ ^a (۰/۲۸)	دوار
۲۸/۷ ^b (۰/۲۰)	۷۱/۳ ^a (۰/۲۰)	۱/۶۷ ^b (۰/۰۴)	۴/۱۶ ^a (۰/۱۱)	۷/۱۷ ^a (۰/۲۷)	قلمی
۳۲/۴ ^a (۱/۰۲)	۶۷/۶ ^a (۱/۰۲)	۱/۶۰ ^b (۰/۰۱)	۳/۳۹ ^b (۰/۱۴)	۶/۰۲ ^c (۰/۰۴)	۱۳۸۷
۳۱/۹ ^a (۱/۰۰)	۶۸/۱ ^a (۱/۰۰)	۱/۷۹ ^a (۰/۰۴)	۳/۸۴ ^a (۰/۱۱)	۷/۳۷ ^b (۰/۰۹)	۱۳۸۸
۳۱/۸ ^a (۰/۹۸)	۶۸/۲ ^a (۰/۹۸)	۱/۸۱ ^a (۰/۰۳)	۳/۹۳ ^a (۰/۱۴)	۷/۶۷ ^a (۰/۰۷)	۱۳۹۰

Macro: خاکدانه‌های با اندازه $0/25$ میلی‌متر و Micro: خاکدانه‌های با اندازه $0/25 - 0/53$ میلی‌متر

با توجه به نتایج به دست آمده چنین استنباط می‌شود که در خاکورزی رایج و شدید توسط گاواهن‌های برگرداندار و بشقابی، کربن خاکدانه‌های ماکرو بر اثر تخریب مکانیکی تخلیه می‌گردد و وارد خاکدانه‌های میکرو که بر اثر شکستگی خاکدانه‌های ماکرو در خاکورزی رایج تعداد بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند، می‌شوند. چن و



همکاران (۲۰۰۹) نیز در مطالعه‌ای گزارش نمودند که روش‌های خاکورزی کم‌عمق و بدون خاکورزی نسبت به خاکورزی رایج دارای کربن آلی بیشتر در خاکدانه‌های با اندازه ۲-۲۵/۰ میلی‌متر (خاکدانه‌های ماکرو) در هر دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر بودند. همچنین با توجه به داده‌های مقایسه میانگین جدول (۲) مشاهده شد که مقادیر کربن خاکدانه‌های ماکرو در تمام مدیریت‌های خاکورزی بیشتر از خاکدانه‌های میکرو بود. این نتیجه با مفهوم سلسله مراتبی خاکدانه‌سازی مبنی بر این که خاکدانه‌های ماکرو در مقایسه با خاکدانه‌های میکرو غنی از کربن هستند مطابقت دارد. افزایش میزان کربن با افزایش اندازه خاکدانه به دلیل تشکیل خاکدانه‌های ماکرو از خاکدانه‌های میکرو و وجود عوامل چسبنده می‌باشد (سیکس و همکاران، ۲۰۰۰). بنابر این شکستن خاکدانه‌های ماکرو سبب آزاد شدن ماده آلی ناپایدار و افزایش قابلیت دسترسی آن برای تجزیه میکروبی می‌گردد. معمولاً خاکدانه‌های میکرو به کمک عوامل چسبنده زودگذر شامل پلی‌ساکاریدهای گیاهی و میکروبی و عوامل موقت شامل ریشه و ریشه‌های قارچی به هم متصل می‌شوند و تشکیل خاکدانه‌های ماکرو را می‌دهند (تیزدال و اودز، ۱۹۸۲). پس از این رو خاکورزی سبب آزاد شدن این گونه مواد آلی و تحریک تجزیه آن‌ها می‌گردد. افزایش شدت خاکورزی نیز منجر به اتلاف خاکدانه‌های غنی از کربن و تشکیل خاکدانه‌های میکرو فقیر از کربن می‌گردد. به طور خلاصه، نتایج این پژوهش نشان داد اگر چه ماده آلی خاک کل بر اثر خاکورزی کوتاه مدت تغییر نمی‌یابد، اجزای آن در خاکدانه‌های ماکرو و میکرو تغییر می‌یابند و بنابراین عکس العمل آن‌ها در کوتاه مدت قابل مشاهده و اندازه‌گیری می‌باشد. به عبارت ساده تر، خاکورزی سنتی و رایج اثر بر ماده آلی خاک کل نداشت، اما سبب کاهش کربن خاکدانه‌های ماکرو و انتقال آن به خاکدانه‌های میکرو می‌گردد.

منابع

- 1-Alvaro-Funtes J, Lopez MV, Cantero-Martinez C and Arrue JL, 2008. Tillage effects on soil organic carbon fractions in Mediterranean dryland agroecosystems. *Soil Science Society of America Journal* 72: 541-547.
- 2-Barzegar AR, Asoodar MA, Khadish A, Hashemi AM and Herbrt SJ, 2003. Soil physical characteristics and chickpea yield response to tillage treatments. *Soil and Tillage Research* 71: 49-57.
- 3-Chen H, Hou R, Gong Y, Li H, Fan M and Kuzyakov Y, 2009. Effect of 11 years of conservation tillage on soil organic matter fractions in wheat monoculture in Loess Plateau of China. *Soil and Tillage Research* 106: 85-94.
- 4-Javadi A, Rahmati M.H and Tabatabaeefar A, 2009. Sustainable tillage methods for irrigated wheat production in different regions of Iran. *Soil and Tillage Research* 104: 143-149.
- 5-Six J, Elliot ET and Paustian K, 2000. Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. *Soil Biology and Biochemistry* 32: 2099-2103.
- 6-Tisdall J.M and Oades J.M, 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science* 33: 141-163.



ارزیابی تاثیر کاربری‌های مختلف روی برخی از مهم‌ترین شاخص‌های کیفیت خاک در منطقه‌ی فومن (استان گیلان)

مأنده دانش‌یار¹، محمود شعبانپور شهرستانی¹، عاطفه صوری²

1- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم خاک دانشگاه گیلان

2- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه گیلان

مقدمه

یکی از راه‌های ایجاد تعادل میان جمعیت رو به رشد و تولید مواد غذایی برای رفع نیازهای فزاینده جوامع بشری، گسترش فعالیت‌های کشاورزی از طریق افزایش تولید در این بخش می‌باشد. چنانچه این فعالیت‌ها در بخش کشاورزی بر پایه شناخت ناکافی از ظرفیت تولیدی خاک صورت گیرد، در درازمدت کاهش شدید توان تولیدی و کیفیت خاک را به همراه خواهد داشت (آغاسی و همکاران، 2011). طبق تعریف کیفیت خاک ظرفیت نوع ویژه‌ای از خاک برای کاربرد آن در زیست‌بوم‌های طبیعی و مدیریت شده است، به گونه‌ای که علاوه بر پایدار نگه‌داشتن تولیدات گیاهی و جانوری منجر به حفظ و افزایش کیفیت آب و هوا شده و در نهایت سلامت انسان و سکونت‌گاهش را حمایت کند. کیفیت خاک از مهم‌ترین عوامل مورد بررسی در ارزیابی مدیریت خاک و پایداری قلمرو زیستی به شمار می‌رود (کارلن و همکاران، 1997). بررسی تاثیر نوع کاربری اراضی بر نحوه عملکرد خاک در طبیعت، از طریق ارزیابی شاخص‌های کیفیت خاک صورت می‌گیرد. تحقیقات نشان می‌دهد تغییراتی که پس از اجرای عملیات زراعی در منطقه‌ای صورت می‌گیرد می‌تواند منجر به کاهش ماده آلی (جیانگ و همکاران، 2006)، کاهش تنفس میکروبی (بانانومی، 2011) و کاهش پایداری خاکدانه (کلیک، 2005) گردد. از آنجایی که شاخص‌های کیفیت خاک و مقادیر آنها با توجه به اهداف تحقیق و شرایط منطقه‌ای متفاوت می‌باشند، تحقیق حاضر با هدف بررسی شاخص‌های کیفیت خاک در کاربری‌های رایج در بخشی از اراضی شهرستان فومن، واقع در استان گیلان انجام شد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه بخشی از اراضی شهرستان فومن، دارای طول شرقی 49 درجه و 16 دقیقه و 29 ثانیه و عرض شمالی 37 درجه و 10 دقیقه و 14 ثانیه واقع در غرب استان گیلان می‌باشد. میانگین بارش سالانه منطقه 1275 میلی‌متر و میانگین دمای سالانه آن 15/7 درجه سانتی‌گراد است. با توجه به اهداف این پژوهش سه کاربری رایج منطقه شامل شالیزار، چای و باغ انتخاب گردید. به منظور خنثی کردن اثرات اقلیمی و فیزیوگرافی، هر سه کاربری کاملاً نزدیک به هم انتخاب شدند. نمونه‌برداری در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در دو عمق 0-15 سانتی‌متری و 15-30 سانتی‌متری صورت پذیرفت و خصوصیات مورد نظر به روش‌های مرسوم آزمایشگاهی اندازه‌گیری شدند (9 و 10). پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها در محیط نرم‌افزاری Excel، آنالیزهای آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه‌ی 9/0 انجام شد. مقایسه‌ی میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.



نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین خصوصیات اندازه‌گیری شده در کاربری‌های مورد مطالعه در جدول‌های 1 و 2 ارائه شده است.

جدول 1- مقایسه میانگین شاخص‌های کیفیت خاک در عمق 0-15 سانتی‌متری

جرم مخصوص ظاهری (gr.cm^{-3})	میانگین وزنی قطر خاکدانه (mm)	تنفس میکروبی ($\text{mg CO}_2.\text{gr soil.day}^{-1}$)	ظرفیت تبادل کاتیونی ($\text{Cmol}_c.\text{Kg}^{-1}$)	نیترژن کل (%)	ماده آلی (%)	کاربری
1/34 ^a	1/97 ^b	0/33 ^b	28/27 ^b	0/17 ^b	3/51 ^b	چای
1/31 ^a	2/53 ^a	0/44 ^a	30/93 ^a	0/24 ^a	4/04 ^a	باغ
1/28 ^a	1/61 ^c	0/25 ^c	19/69 ^c	0/14 ^b	3/15 ^b	شالیزار

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

جدول 2- مقایسه میانگین شاخص‌های کیفیت خاک در عمق 15-30 سانتی‌متری

جرم مخصوص ظاهری (gr.cm^{-3})	میانگین وزنی قطر خاکدانه (mm)	تنفس میکروبی ($\text{mg CO}_2.\text{gr soil.day}^{-1}$)	ظرفیت تبادل کاتیونی ($\text{Cmol}_c.\text{Kg}^{-1}$)	نیترژن کل (%)	ماده آلی (%)	کاربری
1/47 ^b	0/78 ^b	0/23 ^b	21/71 ^b	0/07 ^b	1/69 ^b	چای
1/35 ^c	1/001 ^a	0/33 ^a	24/77 ^a	0/14 ^a	2/86 ^a	باغ
1/55 ^a	0/52 ^c	0/15 ^c	15/60 ^c	0/05 ^c	0/86 ^c	شالیزار

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

بالتر بودن درصد ماده آلی و نیترژن در کاربری باغ نسبت به دو کاربری دیگر ناشی از پایدار بودن وضعیت خاک از نظر عملیات زراعی و خاک‌ورزی و هم‌چنین وجود پوشش گیاهی دائمی در این کاربری می‌باشد. علاوه بر این خارج کردن بخش عمده‌ی ماده خشک تولیدی از مزارع چای و شالیزار به صورت محصول و به ویژه خارج کردن و سوزاندن بقایای گیاهی پس از برداشت که در شالیزارهای شمال ایران رایج است از دیگر عوامل کم‌تر بودن این دو پارامتر در این کاربری‌ها نسبت به باغ می‌باشد. با توجه به وجود شرایط غرقاب در کشت برنج و کند شدن اکسیداسیون ماده آلی انتظار می‌رود تجمع ماده آلی در شالیزار بیش‌تر از چای باشد، در اراضی شالیزاری در هر فصل کشت ساختمان خاک سطحی طی عملیات خاک‌ورزی به طور کامل تخریب می‌گردد، در صورتی‌که در اراضی زیر کشت چای به هم خوردگی خاک اغلب در اثر کشت بوته‌های جدید به جای بوته‌های پیر اتفاق می‌افتد، این شرایط (خاک‌ورزی کم‌تر) ممکن است سبب شود هدر رفت ماده آلی خاک در اراضی شالیزاری بیش‌تر از چای اتفاق افتد.

همان‌طور که در جدول‌های 1 و 2 مشاهده می‌شود در هر دو عمق مورد بررسی بیش‌ترین مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی در کاربری باغ که دارای بیش‌ترین ماده آلی است مشاهده گردیده است. ظرفیت تبادل کاتیونی خاک یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کیفیت خاک است. این پارامتر معمولاً تابع مقدار ماده آلی، مقدار و نوع رس خاک است. گاجری و همکاران (2002) معتقدند از آنجایی که ترکیب کانی‌شناسی رس در طول دوره‌های کوتاه مدت



تغییر چندانی نمی‌کند، لذا به نظر می‌رسد سهم ماده آلی در تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی اهمیت بیش‌تری دارد.

بر اساس این تحقیق بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار تنفس میکروبی به ترتیب در باغ و شالیزار مشاهده گردید (جدول 1 و 2). علت این اختلافات نتیجه بازتاب تغییرات مقدار ماده آلی خاک است. تنفس میکروبی شاخصی از معدنی شدن کربن آلی خاک است و در خاک‌هایی بیش‌ترین مقدار را دارد که کربن آلی آن حداکثر است (خادمی و خیر، 1383). به عبارت دیگر تولید بیوماس بیش‌تر و به دنبال آن تجمع بیش‌تر مقدار ماده آلی در خاک باغ روی جمعیت میکروبی خاک تأثیر گذاشته، در نتیجه پتانسیل میکروبی خاک را افزایش می‌دهد. در مطالعه‌ای مشابه بانانومی (2011) با مطالعه شاخص‌های کیفیت خاک در کاربری‌های مختلف در ایتالیا، افزایش تنفس میکروبی در کاربری باغ را نسبت به اراضی زراعی که هر ساله در آنها عملیات خاک‌ورزی انجام می‌گیرد، گزارش کرده است.

در هر دو عمق مورد مطالعه میانگین وزنی قطر خاکدانه در کاربری باغ به طور معنی‌داری بیش‌تر از دو کاربری دیگر است. میانگین وزنی قطر خاکدانه به عنوان معیاری برای ارزیابی پایداری خاکدانه‌ها استفاده می‌شود که متاثر از نوع کاربری اراضی است. پایداری خاکدانه بیش از هر عامل دیگر تابعی از ماده آلی خاک است که نقش آن به هم چسباندن ذرات خاک به یکدیگر و تشکیل خاکدانه‌های مقاوم می‌باشد (کاودیر و همکاران، 2004). همچنین خاک‌ورزی در شالیزار و چای سبب می‌شود خاکدانه‌ها پس از خرد شدن فرصت کافی برای چسبیدن مجدد را نداشته باشند که در نهایت منجر به کاهش خاکدانه‌های درشت‌تر یا به عبارتی کاهش پایداری خاکدانه‌ها می‌شود.

از نظر مقدار جرم مخصوص ظاهری کاربری‌ها در عمق 0-15 سانتی‌متری تغییرات معنی‌داری نشان نمی‌دهند (جدول 1)، اما در عمق 15-30 سانتی‌متری این پارامتر در کاربری شالیزار به طور معنی‌داری بیش‌تر از دو کاربری دیگر است (جدول 2) که می‌تواند ناشی از کم‌تر بودن درصد ماده آلی و پایداری خاکدانه‌ها باشد. به طور کلی نتایج نشان‌دهنده این است که کاربری اراضی و نحوه مدیریت خاک می‌تواند منجر به تغییرات معنی‌داری در خصوصیات کلیدی خاک شود. همان‌طور که مشاهده گردید ماده آلی نقش بسیار مهمی در حساسیت خاک به فاکتورهای تخریب ایفا می‌کند. ذخایر ماده آلی در خاک، تحت تأثیر عملیات زراعی و کشت و کار قرار می‌گیرند، بنابراین حفاظت از ماده آلی منجر به بهبود بسیاری از خصوصیات خاک از جمله پایداری خاکدانه‌ها می‌شود. در بین سه کاربری مورد بررسی، کاربری باغ وضعیت بهتری از نظر شاخص‌های کیفیت خاک نشان می‌دهد. وجود پوشش گیاهی خوب و متراکم، پایدار بودن وضعیت خاک از نظر کشت و زرع و اضافه شدن ماده آلی به صورت بقایای گیاهی و کودهای دامی توسط کشاورز به خاک در این کاربری باعث شده که ورودی مواد آلی از خروجی آن بیش‌تر باشد که خود توانسته سبب بهبود بسیاری از خصوصیات خاک نسبت به دو کاربری دیگر شود. بنابراین می‌توان بیان نمود، با توجه به اینکه سرعت فرایندهای تخریبی در طبیعت بسیار سریع‌تر از فرایندهای خاک‌سازی است، نحوه استفاده از منابع دیرتجدید شونده‌ای مانند خاک باید با توجه پتانسیل هر منطقه انجام گیرد، در غیر این صورت بازدهی اراضی نه تنها به تدریج کاهش می‌یابد، بلکه در درازمدت به طور کامل از دست خواهد رفت.



منابع

- 1- خادمی، ح. و خیر ح.، 1383. تغییرپذیری برخی از خصوصیات کیفی خاک سطحی در مقیاس زمین‌نما در اراضی مرتعی اطراف شهرستان سمیرم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال 8، شماره 2، صفحه‌های 59 تا 73.
- 2- Aghasi B, Jalalian A and Honarjoo N, 2011. Decline in soil quality as a result of land use change in Ghareh Aghaj watershed of Semiron, Isfahan, Iran. African Journal of Agriculture Research 6(4): 992-997.
- 3- Bonanomi G, D'Ascoli R, Antignani V, Capodilupo M, Cozzolino L, Marzaioli R, Puopolo G, Rutigliano FA, Scelza R, Scotti R, Rao MA and Zoina A, 2011. Assessing soil quality under intensive cultivation and tree orchards in southern Italy. Applied Soil Ecology 47: 184-194.
- 4- 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: 270-277.
- 5- Gajri PR, Arora VK and Prihar SS, 2002. Tillage for sustainable cropping. Food products press, New York. USA. pp. 196.
- 6- Jiang YJ, Yuan DX and Zhang C, 2006. Impact of land use change on soil properties in a typical karst agricultural region of southwest china: a case study of Xiaojiang watershed, Yunan. Environmental Geology 50: 911-918.
- 7- Karlen DL, Mausbach MJ, Doran JW, Cline RG, Harris RF and Schuman GE, 1997. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation. Soil Science Society of America Journal 61: 4-10.
- 8- Kavdir Y, Ozcan H, Ekinci H and Yigini Y, 2004. The influence of clay content, organic carbon and land use types on soil aggregate stability and tensile strength. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 28: 155-162.
- 9- Klute A, 1986. Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
- 10- Sparks D, 1996. Methods of Soil Analysis, Part 3. Chemical Methods. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.



بررسی میزان نیترات در خاک و گیاه مزارع کاهوی استان خوزستان

علیرضا جعفرزادى^۱، سعید سعادت^۱، حامد رضایی^۲

۱- عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۲- اعضای هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

مقدمه

امروزه وجود آلاینده‌های مختلف از جمله نیترات در خاک‌ها و گیاهان سبب ایجاد مشکلات زیست محیطی فراوانی شده است. عواملی متعدد از جمله مصرف کودهای شیمیایی، وجود برخی کارخانجات و اثرات سوء زیست محیطی آنها و نیز مواد مادری خاک باعث افزایش آلودگی در محصولات کشاورزی به ویژه سبزیجات و کاهو شده است. لورنز (۱۹۷۸) بیشترین مقدار نیترات مجاز در سبزی‌های مختلف شامل گوجه‌فرنگی ۲۰۰، خیار ۳۰۰، کلم قمری ۱۷۰۰ و کاهوپبیچ ۳۶۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر گزارش نمود. ویرا و همکاران (۲۰۰۷) حداکثر مقدار مجاز نیترات در اسفناج را ۲۵۰۰-۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر و برای کاهو ۴۵۰۰-۳۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر گزارش کرده‌اند. همچنین، این حدود مجاز توسط استاندارد کمیسیون اروپا در اسفناج ۲۵۰۰-۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر و در کاهو ۴۵۰۰-۳۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر گزارش شده است. شهلائی و همکاران (۲۰۰۷) حدمجاز نیترات در تربچه را ۱۴۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر ذکر کرده‌اند. اخیراً نشان داده شده است، قسمت عمده جذب روزانه نیترات در بدن انسان از طریق مصرف سبزی‌ها صورت می‌گیرد (مقدار نیترات مجاز برای هر کیلوگرم وزن بدن انسان ۵ میلی‌گرم گزارش شده است). سوسین و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی نیترات و نیتريت میوه و سبزیجات را در اسلوونی بررسی نمودند. ایشان ۹۲۴ نمونه از ۱۴ محصول متفاوت کشاورزی (سیب زمینی، کاهو، سیب، هویج، ذرت، کلم، انگور، هلو، انواع لوبیا سبز، غلات، گلابی، خیار، توت فرنگی و گوجه) را بررسی نمودند. نتایج نشان داد، بیشترین غلظت نیترات به ترتیب در کاهو (۱۰۷۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، کلم (۸۸۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، انواع لوبیاهای سبز (۲۹۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و هویج (۲۶۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، سیب زمینی (۱۵۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، ذرت (۱۲۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، توت فرنگی (۹۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، خیار (۹۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و غلات (۴۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) می‌باشد. مهمترین عامل محیطی مؤثر در تجمع نیترات در گیاه، میزان نیترات در دسترس گیاه است. کاربرد بیش از حد کودهای نیتراتی، بویژه در یک نوبت باعث افزایش میزان نیترات در دسترس گیاه و در نهایت میزان نیترات موجود در بافت‌های گیاه می‌شود. با توجه به سطح زیر کشت کاهو در خوزستان و اهمیت آن در زنجیره غذایی، شناخت، تعیین میزان آلاینده نیترات و مناطق آلوده، نقشی مهم در تولید محصول سالم خواهد داشت.

مواد و روشها

به منظور بررسی میزان نیترات در اراضی مزارع کاهوی استان خوزستان، نمونه‌های خاک و گیاه به صورت تصادفی و دارای مختصات جغرافیایی با استفاده از دستگاه GPS برداشت گردید. ابتدا سطح زیرکشت کاهو در



مناطق مختلف استان مشخص گردید و سپس حداقل از هر سی و پنج هکتار یک نمونه خاک و گیاه تهیه شد. مهمترین مناطق عمده کشت کاهو در استان شامل مناطق دزفول، شوش، حمیدیه، دشت آزادگان و ملاثانی بود. با توجه به میزان سطح کشت کاهو در مناطق مختلف تعداد نمونه‌های خاک و آب تعیین شد. از مناطق دزفول، شوش، حمیدیه، دشت آزادگان و ملاثانی به ترتیب تعداد، ۲۶، ۱۴، ۸، ۲ و ۲ نمونه جفتی خاک و گیاه تهیه شد. نمونه‌های خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری به صورت تصادفی و مرکب نمونه‌برداری شدند. نمونه‌های خاک و گیاه به آزمایشگاه منتقل و جهت انجام آزمایشهای مختلف آماده شدند. برای اندازه‌گیری غلظت نترات از روش کالریمتری (روش دی آزو) استفاده شد (امامی، ۱۳۷۵).

نتایج و بحث

بررسی‌ها نشان داد در تولید کاهو در مناطق مختلف مورد مطالعه در استان خوزستان عمدتاً از کودهای شیمیایی نیتروژنی و فسفوری استفاده شده است. بیشترین میزان مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنی تا حدود ۲۰۰۰ کیلوگرم و بیشترین مقدار مصرف کودهای فسفوری به میزان ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. سایر کودهای شیمیایی نظیر کودهای ریزمغذی و پتاسیم در مناطق محدودی استفاده گردیده است. همچنین، در تمامی مناطق کودهای دامی از منابع حیوانی و مرغی در کشت کاهو استفاده شده است. دامنه مصرف این کودها بین ۲ تا ۲۰ تن در هکتار متغیر است.

بررسی نتایج نشان داد، مدیریت مناسب و صحیحی از نظر کاربرد، زمان و نوع کودهای شیمیایی و دامی در مزارع کاهو وجود ندارد. این موضوع، سبب ایجاد تفاوت معنی‌داری در میزان غلظت نترات در خاک و گیاه شده است.

نتایج آماره‌های حاصل از اندازه‌گیری میزان نترات در خاک و گیاه در جدول ۱ آورده شده است. بر این اساس، میزان نترات در خاک‌های مورد مطالعه دارای میانگین ۶۱/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بود. این غلظت بیش از سه برابر حد مجاز (۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) است.

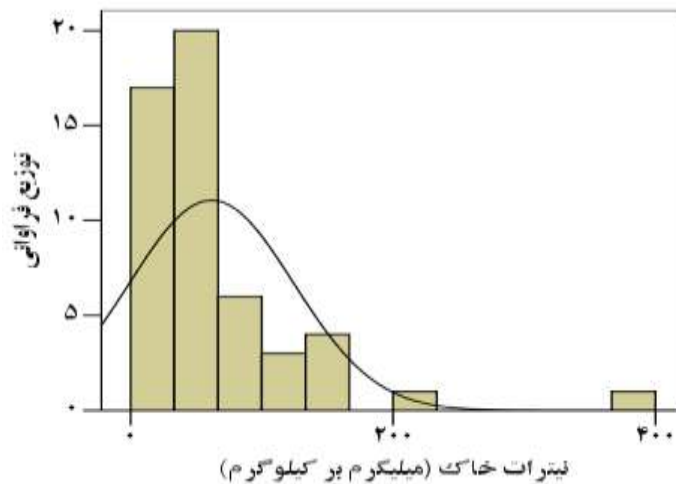
جدول ۱- برخی آماره‌های توصیفی و غلظت نترات در منطقه مورد مطالعه

متغیر	نترات خاک	نترات کاهو
میانگین	۶۱/۷	۲۰۱۰/۲
انحراف معیار	۶۲/۴۵	۸۷۸/۱
حداکثر	۳۸۶/۴	۳۷۵۵
حداقل	۸/۴	۴۷۴
چولگی	۳/۱۷	۰/۲۲
کشیدگی	۱۳/۸۵	-۰/۸۴

به منظور تعیین وضعیت نترات در خاک‌های مورد مطالعه، نتایج توزیع فراوانی نترات خاک در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج حاصل نشان داد، توزیع نترات خاک از روند نرمال در مناطق مورد مطالعه پیروی نموده و

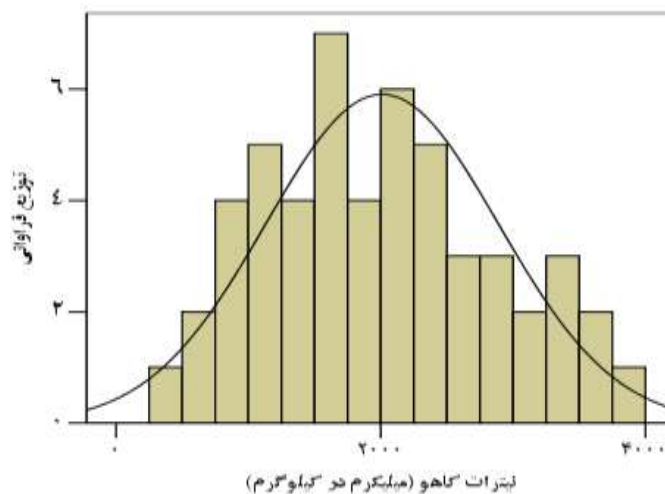


دارای چولگی مثبت است. این موضوع بیانگر مدیریت اعمال شده بر خاکهای مورد مطالعه می‌باشد. با توجه نتایج حاصل، بیش از ۸۰ درصد خاک‌های مورد مطالعه دارای غلظتی بیشتر از ۲۰ میلی‌گرم نیترات در کیلوگرم خاک می‌باشند. بررسی در این خصوص نشان داد که در ۲۰ درصد خاکهای مورد مطالعه میزان غلظت نیترات از ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشتر می‌باشد. مقایسه میانگین میزان غلظت نیترات در نمونه‌های خاک در مناطق مورد مطالعه با استفاده از روش دانکن انجام شد. نتایج حاصل نشان داد بین میانگین غلظت نیترات خاک در مناطق مختلف از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($p < 0.05$). بر این اساس میزان غلظت نیترات در خاک مزارع تحت کشت کاهو نامناسب بوده و نیاز به مدیریت مناسب در این خصوص می‌باشد.



شکل ۱- توزیع فراوانی نیترات خاک‌های مورد مطالعه

بررسی نتایج حاصل (جدول ۱) نشان داد که میانگین غلظت نیترات کاهو در مزارع مورد مطالعه به میزان ۲۰۱۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. نتایج توزیع فراوانی نیترات کاهو در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- توزیع فراوانی نیترات در نمونه‌های کاهو در مناطق مورد مطالعه



نتایج نشان داد توزیع غلظت نیترات در مزارع مورد مطالعه دارای روندی نرمال بوده و بیانگر جذب نرمال نیترات بوسیله گیاه است. بر این اساس، حدود ۸۵ درصد گیاهان مورد مطالعه دارای غلظت نیترات بیشتر از ۱۰۰۰ میلی-گرم در کیلوگرم می‌باشند. مقایسه میانگین میزان غلظت نیترات در نمونه‌های گیاهی در مناطق مورد مطالعه با استفاده از روش دانکن انجام شد. نتایج حاصل نشان داد، بین میانگین غلظت نیترات گیاه در مناطق مختلف از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود نداشت ($p < 0.05$). مقایسه نیترات موجود در خاک و گیاه حاکی از این است که غلظت این آلاینده در خاک و گیاه از روندی مشابه تبعیت نمی‌نماید.

منابع

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه (جلد اول)، نشریه شماره ۹۸۲، نشر موسسه تحقیقات خاک و آب.

Lorenz, O. A. 1978. Potential nitrate level in edible plants parts, in: Nitrogen in the environment, Edited by Nielsen D.R – and J.G.Macdonald, 201-219, Academic press, New York.

Shahlaei A. Alemzadeh Ansari and Farideh Sedighie Dehkordie. 2007. Evaluation of Nitrate Content of Iran Southern (Ahvaz) Vegetables During Winter and Spring. Asian Journal of Plant Sciences 6(8):1197-1203.

Susin J, Kmecl V and Gregorcic A. 2006. A survey of nitrate and nitrite content of fruit and vegetables grown in Slovenia during 1996-2002., Food Additives and Contaminants. 390-385:(4)23.

Wiera, S., Andrzej C.Zotnowski, Katarzyna Przekwas. 2007. Effects of various fertilization systems on the dynamics of nitrate concentration in potato tubers after harvest and during storage. Polish Journal of Natural Sciences, Vol 22(1): 15-22.



بررسی کاربرد آب فاضلاب بر سلامت خاک و محصول گندم

علیرضا جعفرزادی^۱، سید محمد هادی موسوی فضل^۱، مریم جوادزاده^۲

۱- اعضای هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۲- کارشناس بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

مقدمه

یکی از مشکلات کنونی و آینده جامعه بشری تامین آب کافی و با کیفیت مناسب است. این مشکل در مناطق خشک و نیمه خشک بدلیل کمبود نزولات جوی، محدودیت بیشتری را از نظر کشت و کار در بسیاری از مناطق ایجاد کرده است. بنابراین، با توجه به وضعیت آب و هوایی کشور و بحران کمبود آب، استفاده از آبهای غیرمتمعار نظیر فاضلاب شهری یکی از راهکارهای مقابله با این مشکل است (قنبری و همکاران، ۱۳۸۵، چن و همکاران، ۲۰۰۸). در بسیاری از مناطق استفاده از آب فاضلاب به عنوان آب آبیاری استفاده می شود. آبیاری با فاضلاب تصفیه نشده برای مدت طولانی بسته به منشاء فاضلاب می تواند منجر به افزایش فلزات سنگین و در نتیجه کاهش کیفیت خاک شود. به همین جهت، تصفیه فاضلاب قبل از استفاده برای آبیاری توصیه می شود (توز، ۲۰۰۶). آلودگی آب و خاک به فلزات سنگین، ضمن کاهش عملکرد و کیفیت محصول، پایداری تولید کشاورزی و سلامت افراد جامعه را با خطر مواجه می کند (ثواقبی و ملکوتی، ۱۳۷۹). هیچ گونه تغییری را در خصوصیات بیولوژیکی و بیوشیمیایی خاک تحت آبیاری با فاضلاب خانگی تصفیه شده بعد از سه سال مشاهده نکردند. در حالی که چن و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که فعالیت های آنزیمی خاک آبیاری شده با فاضلاب تصفیه شده شهری طی مدت ده سال افزایش یافته است. مدیریت خاک اثر مهمی بر فعالیت های بیولوژیکی خاک دارند به طوری که بیوماس میکروبی و فعالیت آنزیمی، نسبت به کشت حساس هستند. در نتیجه، پارامترهای بیولوژیکی خاک بطور قابل ملاحظه ای سبب بهبود کیفیت خاک می شوند (ریفالدی و همکاران، ۲۰۰۲). با توجه به اهمیت موضوع، تاثیر کاربرد فاضلاب تصفیه شده شهری بر وضعیت سلامت میکروبی خاک و محصول در استان خوزستان انجام شد.

مواد و روشها

این پژوهش، با هدف بررسی کاربرد آب فاضلاب بر سلامت خاک و محصول گندم، در یک طرح بلوک های کامل تصادفی با ۵ تیمار و سه تکرار در ایستگاه اهواز اجراء شد. تیمارهای آزمایشی عبارتند از آبیاری کامل به- همراه مصرف کود نیتروژنی (۱۰۰ درصد) با آب معمولی (T1)، آبیاری ۷۵ درصد با آب معمولی و ۲۵ درصد با آب فاضلاب (T2)، آبیاری ۵۰ درصد با آب معمولی و ۵۰ درصد با آب فاضلاب (T3)، آبیاری ۲۵ درصد با آب معمولی و ۷۵ درصد با آب فاضلاب (T4)، آبیاری کامل (۱۰۰ درصد) با آب فاضلاب. زمان آبیاری بر اساس پایش وزنی رطوبت، انجام شد. آب فاضلاب مورد نیاز از تصفیه خانه فاضلاب اهواز تامین و بوسیله تانکر به محل اجرای آزمایش حمل و در مخزنی که به این منظور آماده گردیده است ذخیره گردید. میزان مصرف آب به وسیله کنتور تنظیم و مصرف شد. این آزمایش بر روی گندم (رقم چمران) و در خاک های آهکی منطقه بررسی شد. در ابتدا



به منظور تجزیه خاک اولیه، نمونه‌هایی از خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری سطح خاک تهیه شد. همچنین، از آب فاضلاب و آب معمولی نمونه‌برداری و میزان غلظت عناصر و برخی خصوصیات مورد مطالعه بر اساس روش‌های موجود اندازه‌گیری شد. در نمونه‌های خاک غلظت کادمیم قابل جذب در خاک با استفاده DTPA و غلظت کل کادمیم خاک و غلظت کادمیم گیاه اندازه‌گیری شد. همچنین آلودگی میکروبی با استفاده از روش شمارش کلنی روی محیط‌های کشت تلقیح شده با خاک‌های تیمار شده با آب فاضلاب و مقایسه جمعیت میکروبی با تیمار شاهد محاسبه شد.

نتایج و بحث

به منظور ارزیابی کیفیت آب معمولی و فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری از استانداردهای پیشنهادی سازمان خوار و بار جهانی استفاده گردید. بر اساس این استانداردها کیفیت فاضلاب تصفیه شده دارای شوری آب بیش از حد مجاز بود. این موضوع می‌تواند بروز تنش شوری و مسمومیت گیاهان حساس به شوری را در پی داشته باشد. نتایج حاصل نشان داد، پهاش فاضلاب در محدوده مجاز قرار داشت. همچنین، غلظت یون کلرید، عناصر کم مصرف و سنگین نیز در فاضلاب بیش از حد استاندارد تعیین شده بود. بنابراین، احتمالاً تجمع این عناصر در خاک در دراز مدت بر اثر کاربرد آب فاضلاب باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین بر اساس استاندارد ذکر شده در آب معمولی، غلظت عناصر کم مصرف و سنگین به جز منگنز بیشتر از حد مجاز تعیین شده، اندازه‌گیری گردید. مقایسه نتایج تجزیه آب فاضلاب و معمولی نشان داد که غلظت مواد غذایی و فلزات سنگین در فاضلاب بیشتر از آب معمولی می‌باشد.

نتایج برخی آماره‌های توصیفی شامل میانگین، دامنه، حداقل، حداکثر، چولگی، کشیدگی، واریانس و انحراف معیار ویژگی‌های کادمیم کل و قابل جذب خاک در زمان برداشت گندم در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی مربوط به خاک پس

از اعمال تیمارها در زمان برداشت گندم

Cd_{DTPA}	Cd_{total}	متغیر
$\mu g kg^{-1}$	$mg kg^{-1}$	
۰/۰۶۶	۱/۴۵	میانگین
۰/۰۴۴	۰/۱۱	انحراف معیار
۰/۱۶	۰/۳۸	دامنه
۰/۰۲	۱/۲۵	حداقل
۰/۱۹	۱/۶۳	حداکثر

نتایج حاصل نشان داد، غلظت کادمیم کل در خاک از وضعیت نرمال پیروی کرد. کادمیم کل خاک در ۹۵ درصد تجزیه‌های انجام شده کمتر از ۱/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. همچنین، نتایج حاصل نشان داد که میانگین غلظت کادمیم قابل جذب گیاه در طول مدت اجرای آزمایش نسبت به خاک اولیه اندکی کاهش یافته است. این موضوع احتمالاً مربوط به آبسویی خاک و تا حدی برداشت بوسيله گیاه باشد. نتایج حاصل نشان داد، غلظت



کادمیم قابل جذب در خاک اولیه به میزان 0.072 میکروگرم بر کیلوگرم خاک تعیین شد. همچنین، میزان این عنصر در فاضلاب و آب معمولی به ترتیب به میزان $4/72$ و $1/01$ میکروگرم بر لیتر تعیین شد. بر اساس نتایج شکل میانگین غلظت کادمیم قابل جذب در هر مرحله کاربرد نسبت به غلظت اولیه خاک افزایشی نداشت. همچنین، نتایج نشان داد، میانگین غلظت کادمیم در دانه گندم کمتر از حد مجاز بوده و بین تیمارهای مورد مطالعه از نظر آماری اختلاف معنی دار مشاهده نشد. این نتایج با میزان تجمع عناصر سنگین در خاک منطقه برخوردار اصفهان که به مدت ۷ سال با فاضلاب آبیاری شده‌اند خاک افزایش معنی داری نداشته است، همخوانی داشت. همچنین، در پژوهشی، تاثیر آبیاری با فاضلاب بر تجمع برخی از عناصر در خاک و گیاه در مدت ۸ سال را نشان داد. در این پژوهش، مقدار آهن و منیزیم در گیاه ذرت در مزارع آبیاری شده با فاضلاب بیشتر بود. بر این اساس، غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های خاک و گیاه در مزارع آبیاری شده با فاضلاب کمی بیشتر از مزارع آبیاری شده با آب چاه بود. اما محدودیتی از نظر میزان تجمع عناصر سنگین در آبیاری این گیاهان با فاضلاب مشاهده نشد. بررسی‌های انجام شده نشانگر افزایش غلظت عناصر سنگین، در منابع آب زیرزمینی در مناطق جنوبی و جنوب شرقی شیراز در حدی بیش از حد مجاز برای استفاده در آبیاری می‌باشد.

به منظور بررسی تاثیر کاربرد آب فاضلاب بر جمعیت میکروبی خاک، در محیط‌های کشت، تعداد این میکروارگانیسم در خاک‌های تیمار شده با آب فاضلاب (100 درصد فاضلاب)، تیمار 50 درصد آب و 50 درصد فاضلاب و تیمار شاهد شمارش شد. نتایج حاصل از این شمارش در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲- تعداد میکروارگانیسم شمارش شده در برخی تیمارهای مورد مطالعه (CFU I-1)

تیمار	ساقه‌دهی	خوشه‌دهی	گلدهی	رسیدگی
T1*	7×10^5	6×10^5	5×10^6	5×10^6
T3	8×10^5	8×10^7	6×10^7	6×10^7
T5	8×10^6	8×10^7	6×10^8	6×10^7

*: T1: شاهد؛ T3: 50 درصد آب معمولی به همراه 50 درصد آب فاضلاب؛ T5: 100 درصد آب فاضلاب

بر این اساس، مشخص شد که جمعیت میکروارگانیسم در تیمار T3 نسبت به تیمار شاهد، و تیمار T5 نسبت به تیمار T3 بالاتر بود. این موضوع به دلیل تفاوت جمعیت موجود در تیمارهای مورد مطالعه است. به عبارت بهتر در تیمار T5 جمعیت میکروبی به مراتب بیشتر از سایر تیمارهاست. همچنین، نتایج نشان داد جمعیت میکروبی در تیمار 50 درصد نسبت به شاهد افزایش قابل توجهی داشته است، در حالی که این افزایش جمعیت در تیمار 100 نسبت به تیمار 50 درصد دیده نمی‌شود. این موضوع نشان دهنده محدودیت خاک از نظر رشد میکروارگانیسم‌ها و رقابت بین آنها در منابع موجود در خاک است.

بر این اساس، کاربرد تیمارهای مورد مطالعه بر میزان غلظت کادمیم خاک و دانه نشان داد، بین تیمارهای مورد مطالعه تفاوت معنی داری مشاهده نشد. جمعیت میکروارگانیسم‌ها در تیمارهای مختلف حاکی از افزایش تعداد با مصرف آب فاضلاب تا حد 50 درصد بوده ولی در تیمارهای با درصد فاضلاب بیشتر به دلیل ایجاد محدودیت برای این میکروارگانیسم‌ها رشد آنها کاهش یافت. در نهایت با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش کاربرد آب



فاضلاب همراه با آب معمولی در شرایطی که محدودیت منابع آبی وجود داشته باشد، می‌تواند به‌عنوان منبع آبی جایگزین و مناسب مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

ثواقبی، غر؛ ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۹. اثرات روی و کادمیوم بر غلظت عناصر و ترکیب شیمیایی دانه گندم. مجله آب و خاک، ویژه نامه کشاورزی پایدار، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران. ۱۲(۹): ۵۴-۶۵.

قنبری، ا؛ عابدی کوپایی، ج؛ طایی سمیرمی، ج. ۱۳۸۵. اثر آبیاری با فاضلاب تصفیه شده شهری روی عملکرد و کیفیت گندم و برخی ویژگی‌های خاک منطقه سیستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴: ۵۹-۷۴.

Chen W, Wu L, Frankenberger WT, Chang AC. 2008. Soil enzyme activities of long-term reclaimed wastewater-irrigated soils. *Environment Quality Journal*, 37: 36- 42.

Riffaldi R, Saviozzi A, Levi-Minzi R, Cardelli R. 2002. Biochemical properties of a Mediterranean soil as affected by long-term crop management systems. *Soil Tillage Research Journal*, 67: 109-114.

Toze S. 2006. Reuse of effluent water - benefits and risks. *Agricultural Water Management*, 80:147-159.



اثر موقعیت زمین نما بر هدر روی نیتروژن در اراضی تحت کشت گندم دیم زاگرس مرکزی

عبدالمحمد محنت کش^۱ مهدی قیصری^۲ و شمس الله ایوبی^۳

- ۱- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری
- ۲- استادیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
- ۳- دانشیار گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

در ایران هر سال حدود ۴ میلیون هکتار به کشت گندم دیم اختصاص می‌یابد. سطح زیادی از این اراضی در مناطق تپه‌ماهوری زاگرس مرکزی که دارای شرایط مناسب برای کشت گندم دیم است، واقع شده است. به طور کلی، کشاورزان در این اراضی تپه‌ماهوری، کود نیتروژنی را به طور سنتی بدون در نظر گرفتن موقعیت شیب مصرف می‌نمایند. این در حالی است که، تقریباً تمام این تپه‌ها به آبراهه‌ها منتهی شده و با توجه به این که این مناطق مهم‌ترین حوزه‌های آبخیز کشور بوده و منابع آب از آنها سرچشمه می‌گیرد، مدیریت مصرف نیتروژن در جهت جلوگیری از آلودگی آب و خاک و حفظ محیط زیست بسیار مهم است.

در اراضی ناهموار، توپوگرافی مهم‌ترین عامل کنترل کننده توزیع مجدد آب، ماده آلی، عناصر غذایی، ترکیب بافتی خاک و دیگر خواص موثر خاک بر رشد گیاه در یک مزرعه می‌باشد. از آنجا که مواد مغذی در لایه‌های سطحی خاک متمرکز شده است، از دست دادن یا هدر روی مواد مغذی از جنبه‌های مهم فرسایش سطحی است. خان و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که میزان رواناب، تلفات خاک و مواد مغذی در موقعیت‌های بالاتر شیب در مقایسه با وسط شیب و پایین شیب بیشتر بوده است. بر اساس نتایج به دست آمده از گاو و همکاران (۲۰۱۱) پراکنش بسیاری از خصوصیات شیمیایی خاک (pH، مواد آلی، نیتروژن، فسفر، کلسیم و منیزیم) با اثرات متقابل توپوگرافی و استفاده از اراضی (شیوه‌های مدیریت) در ارتباط است.

بهره‌وری گیاه در استفاده از نیتروژن در اندام هوایی به چند عامل از جمله: زمان مصرف، میزان نیتروژن مصرفی، بارش و دیگر متغیرهای مربوط به آب و هوا بستگی دارد (Alcoz et al., 1993). هدر روی نیتروژن و انتقال آن به محیط زیست به یک نگرانی عمده تبدیل شده است (Marino et al., 2004). برای به دست آوردن بازده و سود بالا، مدیریت صحیح نیتروژن در گندم ضروری است. علاوه بر این، از نقطه نظر اقتصادی، کاهش هزینه‌های ورودی مهم است. در عین حال، با توجه به آبشویی و نفوذ نیترات که پی‌آمد مصرف نیتروژن است، کاهش مصرف نیتروژن، خطر آلودگی را کاهش خواهد داد. یکی از راه‌های کاهش هدر روی نیتروژن می‌تواند تقسیط مصرف باشد. الکز و همکاران (۱۹۹۳) نشان دادند که افزایش تعداد دفعات کود دهی (تقسیط)، عملکرد دانه و راندمان جذب ازت در گندم زمستانه را افزایش داده و کارایی جذب نیتروژن را بیشتر کرده است.

با توجه به اینکه حدود ۶۲ درصد از زمین‌های تحت کشت گندم در ایران در شرایط دیم و در اراضی تپه‌ماهوری کشت می‌گردند، و از سوی دیگر، کودهای نیتروژنی مهم‌ترین کود مصرفی در مزارع دیم است، اهداف این تحقیق شامل بررسی میزان جذب نیتروژن توسط گندم دیم در موقعیت‌های مختلف شیب و بررسی پراکنش نیتروژن خاک در موقعیت‌های مختلف شیب بود.



مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

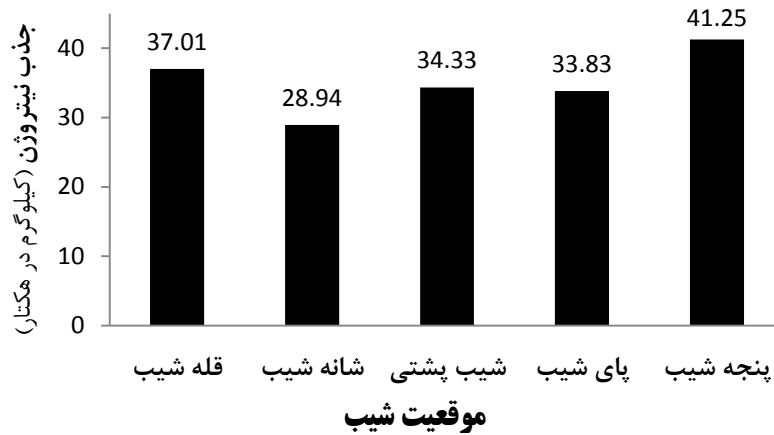
منطقه مورد مطالعه بین $32^{\circ} 20'$ تا $32^{\circ} 40'$ عرض شمالی و 50° و 50° تا 35° و 50° طول شرقی در موقعیت غرب منطقه مرکزی ایران واقع شده است. متوسط ارتفاع این منطقه حدود ۲۴۰۰ متر از سطح دریا و زمین‌نمای آن تپه ماهوری است. منطقه مورد مطالعه یکی از مهم‌ترین حوزه‌های آبخیز مناطق مرکزی و جنوب ایران است. متوسط سالیانه بارندگی ۱۴۰۰ میلی‌متر و توزیع بارندگی در طی سال غیر یکنواخت بوده و بیشترین مقدار بارندگی در ماه‌های زمستان (به صورت برف) و در پاییز و بهار (به صورت باران) می‌بارد. متوسط سالیانه دمای هوا $9/4$ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این منطقه به عنوان یکی از مهم‌ترین مناطق نیمه خشک ایران بوده و بیش از ۵۰ سال است که الگوی کشت منطقه گندم دیم زمستانه و آیش در یک تناوب دو ساله می‌باشد. مزرعه‌های گندم دیم بر روی تپه‌هایی با شیب جانبی ۱۰ تا ۲۰ درصد قرار دارند و خاک‌ورزی معمول یک شخم نیمه عمیق پاییزه قبل از کاشت می‌باشد. ۲۱ مزرعه آزمایشی در سطح ۱۶۵۰۰ هکتار انتخاب شد. مزرعه‌های آزمایشی تپه‌هایی بودند که پنج موقعیت شیب شامل قله شیب، شانه شیب، شیب پشتی، پای شیب و پنجه شیب را دارا بودند. برای هر تپه درجه و جهت شیب غالب با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM) تعیین گردید. در هر مزرعه آزمایشی ۵ نقطه مطالعاتی به گونه‌ای انتخاب شد که هر نقطه مطالعاتی در یکی از موقعیت‌های شیب قرار گرفته باشد. بنابراین در کل آزمایش تعداد ۱۰۰ نقطه مطالعاتی انتخاب و موقعیت آنها بوسیله GPS ثبت گردید. خاک‌ها در موقعیت‌های مختلف شیب در این منطقه متنوع و با توجه به خصوصیات مرفولوژیکی و فیزیکوشیمیایی عمدتاً در سه رده خاک انتی سول، اینسپی سول و ورتی سول (بر اساس کلید رده‌بندی خاک ۲۰۱۰) قرار دارند. کشت گندم توسط کشاورزان و در تمام مزارع با استفاده از بذر رقم سرداری بود. مصرف کودهای شیمیایی براساس عرف معمول زارعین منطقه و محدود به کودهای نیتروژنه و فسفره بود. به طوری که در زمان کاشت ۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۵۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار و در اوایل بهار فقط ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار توزیع گردید. کودهای مصرفی در سطح خاک و به طور یکنواخت در تمام موقعیت‌های شیب پخش گردید. نیاز آبی گندم در طول فصل رشد از طریق بارش‌های جوی تأمین و هیچ‌گونه آبیاری انجام نشد. در زمان رسیدگی محصول در هر یک از ۱۰۰ نقطه مورد مطالعه توسط کادر 1×1 متر نمونه کامل گیاه گندم از سطح خاک با سه تکرار برداشت گردید و وزن خشک زیست توده، دانه و کاه تعیین گردید. هم‌زمان با برداشت گیاه، ۱۰۰ نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری در نقاط مورد مطالعه تهیه گردید. به منظور کاهش تغییرات جزئی، هر نمونه خاک ترکیبی از سه نمونه از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک بود که در یک دایره به شعاع ۲ متری گرفته شد. درصد نیتروژن کل خاک و درصد نیتروژن جذب شده در گیاه در هر نقطه مطالعاتی اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

متوسط مقادیر نیتروژن جذب شده (درصد نیتروژن گیاه \times عملکرد) توسط زیست توده هوایی گندم در موقعیت‌های مختلف شیب (شکل ۱) نشان داد که پایین‌ترین و بالاترین مقادیر نیتروژن جذب شده به ترتیب مربوط به شانه شیب (۲۸/۹۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و پنجه شیب (۴۱/۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بود. فیز و

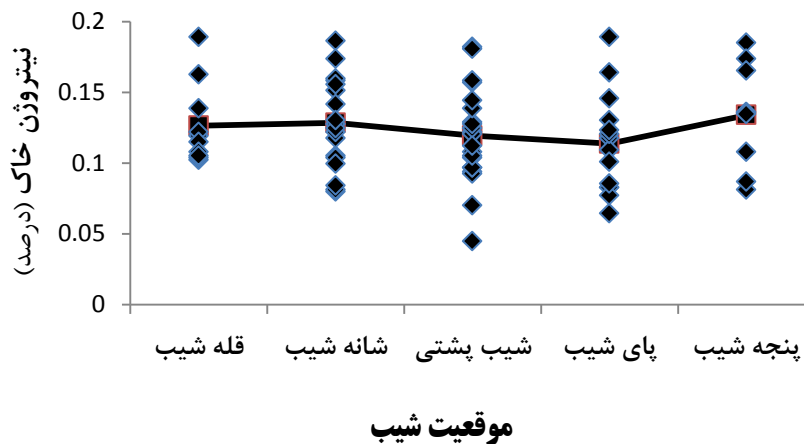


همکاران (۱۹۹۵) بر این باورند که راندمان جذب نیتروژن با تغییر موقعیت زمین‌نما، تغییر می‌کند، و این تغییرات احتمالاً به دلیل مقادیر متفاوت هدر روی نیتروژن در طول یک شیب رخ می‌دهد.



شکل ۱- تغییرات مقدار نیتروژن جذب شده توسط گندم در موقعیت‌های مختلف شیب

متوسط نیتروژن کل خاک پس از برداشت محصول (نیتروژن باقی‌مانده خاک) در هر موقعیت شیب همراه با تنوع بود (شکل ۲)، به طوری که مقدار نیتروژن در موقعیت پای شیب حداقل (۱۱۴/۰ درصد)، و در موقعیت پنجه شیب حداکثر (۱۳۴/۰ درصد) بود.



شکل ۲- تغییرات میزان نیتروژن خاک در موقعیت‌های مختلف شیب

با وجود غلظت و جذب بیشتر نیتروژن در موقعیت پنجه شیب، نیتروژن باقی‌مانده خاک در این موقعیت بیش از این مقدار در دیگر موقعیت‌ها و بیش از نیاز گندم بود. با توجه به فرم نیتراتی نیتروژن باقی‌مانده در این موقعیت شیب، این مقادیر نیتروژن در طول پاییز، زمستان و بهار (در سال آیش) مستعد برای آبشویی است. از طرفی مقدار نیتروژن هدر رفته توسط آب نفوذی به غلظت نیترات در خاک بستگی دارد که این غلظت نیترات خود به شدت تحت تاثیر روش‌های مصرف خاکی نیتروژن و مدیریت است. با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه (با ۱۴۰۰ میلی‌متر بارش) در پاییز و زمستان که هم دما و هم رشد گیاه پایین است آب‌مازاد (زهکشی) وجود دارد. از سوی دیگر، در موقعیت انتهای شیب در این اراضی، معمولاً خاک‌های ورتی‌سول وجود دارند که رس غالب در



این خاک‌ها معمولاً اسمکتایت است (Sharifi, 2011). با وجود این خاک‌ها و وجود درز و شکاف در این خاک‌ها، حرکت عمودی آب دو تا پنج برابر و حتی تا بیست برابر برای خاک‌های با درز و شکاف درشت، بیشتر می‌شود (Sidle & Kardos, 1979). از طرف دیگر بر اساس تحقیقات انجام شده، تجمع بیشتر نیترات در خاک باعث هدر روی بیشتر آن خواهد شد (Roth & Fox, 1990; Bundy & Malone, 1988; Sidle & Kardos, 1979). با توجه به مطالب ارائه شده، خطر هدر روی نیتروژن و از طرفی آلودگی خاک و آب‌های سطحی و زیر زمینی در منطقه مورد مطالعه به عنوان منطقه نمونه تپه‌ماهوری برای زاگرس مرکزی بالا بوده و مدیریت مصرف نیتروژن در این منطقه و مناطق مشابه، نیاز به توجه ویژه دارد. به منظور کاهش هدر روی نیتروژن برخی شیوه‌های مدیریتی توصیه می‌گردد: (I) با توجه به این که نیتروژن باقی مانده خاک در تمام موقعیت‌ها بیش از نیاز گندم بود، استفاده کمتر از کود نیتروژن در تمام موقعیت‌های تپه، (II) به دلیل حرکت رو به پایین نیتروژن و از طرفی بیشتر بودن نیتروژن باقی مانده خاک در موقعیت پنجه شیب، استفاده کمتر از کود نیتروژن در این موقعیت. بنابراین، کشاورزان نباید در تمام موقعیت‌های تپه به طور مساوی کود نیتروژن مصرف نمایند، (III) تقسیم مقدار کود نیتروژن در چند زمان مناسب، با این روش، افزایش بهره‌وری جذب نیتروژن و کاهش نیتروژن باقی مانده خاک اتفاق خواهد افتاد، و در نهایت، (IV) استفاده از کود آلی در مزرعه‌ها، با این روش، تعادل عناصر غذایی در خاک بوجود آمده و گیاه نیز می‌تواند ترکیبات غذایی خود را به طور مناسب جذب نماید.

منابع

- Alcoz, M.M., Hons, F.M., and Haby, V.A. 1993. Nitrogen fertilization timing effect on wheat production, nitrogen uptake efficiency, and residual soil nitrogen. *Agron. J.* 85:1198-1203.
- Bundy, L.G., and Malone, E.S. 1988. Effect of residual profile nitrate on corn response to applied nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52:1377-1383.
- Fiez, T.E., Pan, W.L., and Miller, B.C. 1995. Nitrogen efficiency analysis of winter wheat among landscape positions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59:1666-1671.
- Guo, P.T., Wu, W., Liu, H.B., and Li, M.F. 2011. Effects of land use and topographical attributes on soil properties in an agricultural landscape. *Soil Research*, CSIRO PUBLISHING, <http://dx.doi.org/10.1071/SR11134>.
- Khan, F., Naeem W. M., and Bhatti A.U. 2007. Effect of soil steepness and wheat crop on soil, runoff and nutrient losses in eroded land of Malakand agency, NWFP, Pakistan. *Sarhad J. Agric.* 23:101-106.
- Marino, M.A., Mazzanti, A., Silvia G.A., Gastal, F., Echeverria, H.E., and Andrade, F. 2004. Nitrogen dilution curves and nitrogen use efficiency during winter-spring growth of annual ryegrass. *Agron. J.* 96:601-607.
- Roth, G.W., and Fox, R.H. 1990. Soil nitrate accumulation following nitrogen-fertilized corn in Pennsylvania. *J. Environ. Qual.* 19:243-248.
- Sharifi, J. 2011. Study of some physicochemical, micromorphological, and mineralogical properties of soil on the three slope positions in Chelgerd region, Chaharmahal and Bakhtiari province, Iran. M.Sc. thesis, Guilan university. 100 pp. (In Persian).
- Sidle, R.C., and Kardos, L.T. 1979. Nitrate leaching in a sludge-treated forest soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43:278-282.



تغییرات عملکرد گندم و برخی ویژگی‌های خاک تحت تاثیر برهمکنش سامانه های خاکورزی و تنش کم آبیاری

مهدی زارعی^۱، سید عبدالرضا کاظمینی^۲ و محمد جعفر بحرانی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز ۲ و ۳- بترتیب دانشیار و استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

مقدمه

در راستای تامین غذای جمعیت روز افزون دنیا، مدیریت پایدار منابع و کاربرد فناوری مناسب در ارتباط با بهره وری از منابع خاک و آب باید به گونه ای باشد که اهداف کشاورزی پایدار تحقق یابد. پژوهشگران از مدیریت مطلوب ماده آلی در خاک، به عنوان قلب کشاورزی پایدار نام می برند (Triplett and Dick, 2008). حفظ و نگهداری پسمان های گیاهی در سطح خاک موجب کاهش فرسایش بادی و آبی خاک می شود که یا به صورت مستقیم از طریق کاهش نیروی فیزیکی آب و باد و یا به صورت غیر مستقیم از طریق بهبود ساختمان خاک و افزایش ماده آلی خاک صورت می گیرد (Alijani et al., 2012). در مناطق خشک و نیمه خشک، گندم برای اینکه بتواند عملکرد مناسبی داشته باشد، بایستی بتواند دوره های کم آبی را در طول دوره رشد خود تحمل کند (Gebbing et al., 1999). با وجود دستاوردهای مهم در جهت درک واکنش های فیزیولوژیک و مولکولی گندم به کمبود آب، هنوز فاصله ی بزرگی بین عملکرد آن در شرایط مطلوب و تنش آبی وجود دارد. لذا، نیاز به کاربرد یک راهبرد مدیریتی مانند استفاده از سامانه های خاکورزی و حفظ بقایای گیاهی روی سطح خاک به منظور حفظ رطوبت خاک از طریق کاهش هدر روی آب به وسیله تبخیر انکار ناپذیر به نظر می رسد. براین اساس پژوهش حاضر با هدف تعیین اثرات سامانه های خاکورزی و تنش کم آبیاری بر عملکرد دانه گندم و اجزای عملکرد آن و همچنین برخی ویژگی های خاک در منطقه باجگاه، شیراز طراحی و اجرا شد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تاثیر سامانه های خاکورزی و تنش کم آبیاری بر عملکرد گندم و ویژگی های خاک، مطالعه ای در دو سال زراعی ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (طول جغرافیایی $52^{\circ}46'$ شرقی و عرض جغرافیایی $29^{\circ}7'$ شمالی و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا) طراحی و اجرا شد. پژوهش به صورت کرت های یک بار خرد شده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی انجام شد. تیمارها شامل سامانه های خاکورزی (رایج، کاهش یافته و بدون خاکورزی) در کرت های اصلی و تنش آبی (آبیاری معمولی، اعمال تنش های ملایم، متوسط و شدید) در کرت های فرعی در چهار تکرار بود. تیمار های رژیم آبیاری در مزرعه به صورت آبیاری در حد ظرفیت مزرعه (FC) تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک دانه (بدون تنش (شاهد)، قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن تا پایان فصل رشد (تنش شدید)، قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله تا پایان فصل رشد (تنش متوسط) و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه تا پایان فصل رشد (تنش ملایم) اعمال شدند. جهت انجام آزمایش از قطعه زمینی که سال پیش زیر کشت گندم رقم شیراز بود، تیمارهای بدون خاکورزی، خاکورزی



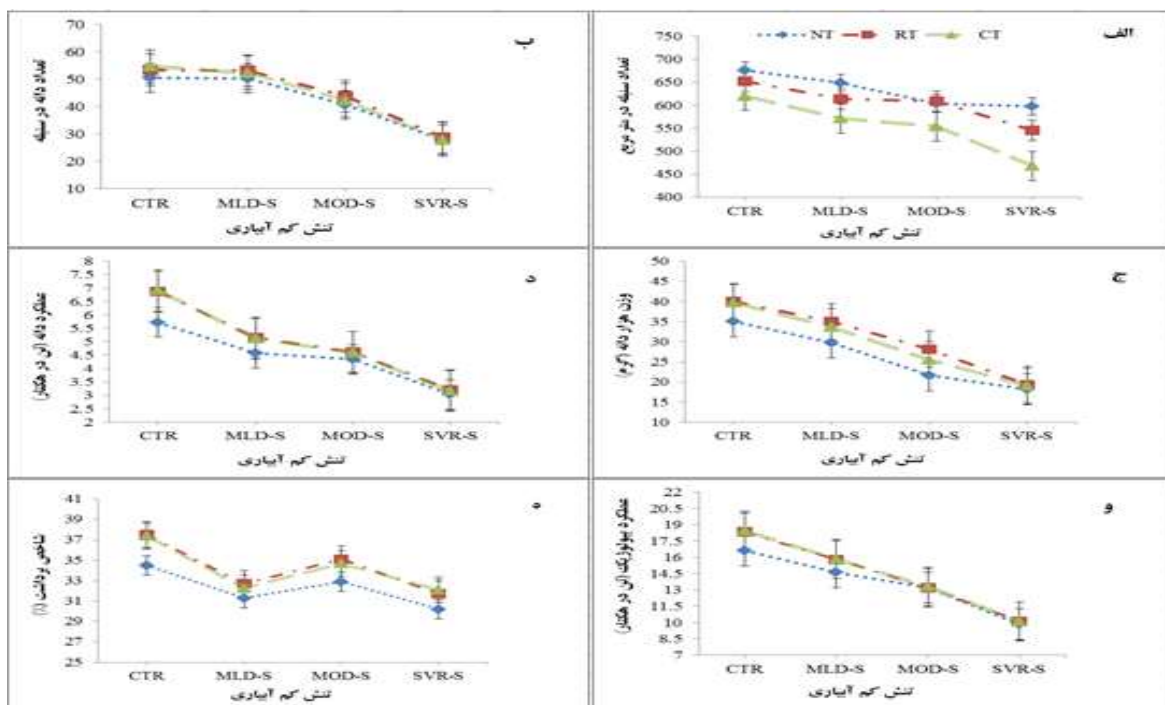
کاهش یافته (استفاده از گاوآهن مرکب) و خاکورزی رایج (گاو آهن برگرداندار + ۱ دیسک جهت خرد کردن کلوخه‌ها) استفاده شد. سپس با کمک بذرکار گندم بر اساس میزان ۲۰۰ کیلوگرم بذر گندم رقم شیراز کشت انجام شد. آبیاری با شلنگ انجام و حجم آب با استفاده از کنتور اندازه گیری شد. در انتهای دوره رشد برای تعیین اجزای عملکرد دانه (تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه) تعداد ۵ بوته به صورت تصادفی انتخاب شد و سپس میانگین آن‌ها محاسبه گردید. برای تعیین عملکردهای بیولوژیک و دانه از وسط هر کرت، مساحت یک مترمربع انتخاب و بوته‌ها از نزدیکی سطح زمین برداشت گردیده و به گلخانه منتقل شدند. سپس عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت محاسبه شد. ماده آلی خاک و نسبت کربن به نیتروژن با نمونه برداری از عمق‌های ۰ تا ۱۰ و ۱۰ تا ۳۰ سانتی متری تعیین گردید. داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به اینکه اثر سال و برهمکنش سال با تیمارها معنی دار نشد، لذا از میانگین دو سال برای مقایسات میانگین استفاده شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵٪ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تنش کم آبیاری تأثیرات معنی داری بر عملکرد دانه و اجزای آن داشت. با افزایش شدت تنش تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت کاهش یافت. این کاهش معنی داری در همه تیمارهای سامانه‌های خاکورزی مشاهده شد (شکل ۱). با این وجود تفاوت‌هایی بین پاسخ اجزای عملکرد به تنش خشکی وجود داشت.

با افزایش شدت تنش تعداد سنبله در متر مربع در تمام تیمارهای خاکورزی کاهش یافت. در هر مرحله از اعمال تنش آبی با تغییر سامانه خاکورزی از حالت رایج به کاهش یافته و بدون خاکورزی، تعداد سنبله در متر مربع افزایش یافت که بیشتر به دلیل افزایش تعداد پنجه بردار در بوته می باشد (شکل ۱الف). که با نتایج ریگر و همکاران (Rieger et al., 2008) مطابقت داشت. قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن و ظهور سنبله، تعداد دانه در سنبله را به صورت معنی داری به میزان ۴۶/۶٪ و ۲۰٪ کاهش داد، در حالی که تفاوت معنی داری میان تیمار شاهد با قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه وجود نداشت. با تغییر سامانه خاکورزی از حالت رایج به بدون خاکورزی تعداد دانه در سنبله به صورت معنی داری کاهش یافت، ولی در مقایسه با خاکورزی کاهش یافته تفاوت معنی دار نداشت. (شکل ۱ب). کاهش تعداد دانه در سنبله در تیمار بدون خاکورزی و خاکورزی کاهش یافته نسبت به رایج احتمالاً به علت افزایش تعداد پنجه در بوته در هر دو تیمار خاکورزی است که باعث افزایش رقابت درون بوته‌ای و در نتیجه کاهش باروری گلچه‌ها شده و بنابراین تعداد دانه در بوته کاهش یافته است (Wang et al., 2001). با افزایش تنش آبی، کاهش وزن هزار دانه در تمام تیمارهای خاکورزی مشاهده شد. افزایش شدت تنش از تیمار شاهد به تنش شدید موجب کاهش معنی دار عملکرد دانه نیز گردید. بیشترین کاهش معنی دار در وزن هزار دانه و عملکرد دانه در تیمار بدون خاکورزی مشاهده شد، در حالی که تحت شرایط بدون تنش با تغییر سامانه خاکورزی از حالت رایج به کاهش یافته تفاوت معنی داری بین عملکرد دانه مشاهده نشد و این در حالی است که بهره‌وری تولید از آب در سامانه خاکورزی کاهش یافته بیشتر می باشد (شکل ۱ج و ۱د). نتایج ما با نتایج علیجانی و همکاران (Alijani et al., 2012)، مطابقت دارد.

عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نیز با اولین سطح تنش خشکی، کاهش معنی داری پیدا کرد. در شرایط آبیاری مطلوب (شاهد) بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار خاکورزی کاهش یافته می باشد که تفاوت معنی داری با خاکورزی رایج نداشت. در همه شرایط کمترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار بدون خاکورزی بود (شکل ۱). کمترین عملکرد و اجزای عملکرد در اکثر شرایط نیز در تیمار بدون خاکورزی که دارای مقادیر زیاد بقایا بر روی سطح خاک داشت، به دست آمد. ریبرگر و همکاران (Rieger et al. 2008) بیان کردند که بقایای سنگین محصولات فاریاب بر روی سطح خاک وزن هزار دانه و عملکرد دانه را به دلیل استقرار ضعیف، شیوع بیماری ها و غیرمتحرک شدن نیتروژن کاهش می دهد. اگرچه تنش کم آبیاری سبب کاهش معنی دار شاخص برداشت در همه تیمارهای خاکورزی شد، ولی بیشترین کاهش مربوط به تیمار بدون خاکورزی (۱۹/۴۶) درصد مشاهده شد، در حالی که دو سامانه خاکورزی دیگر تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۱).



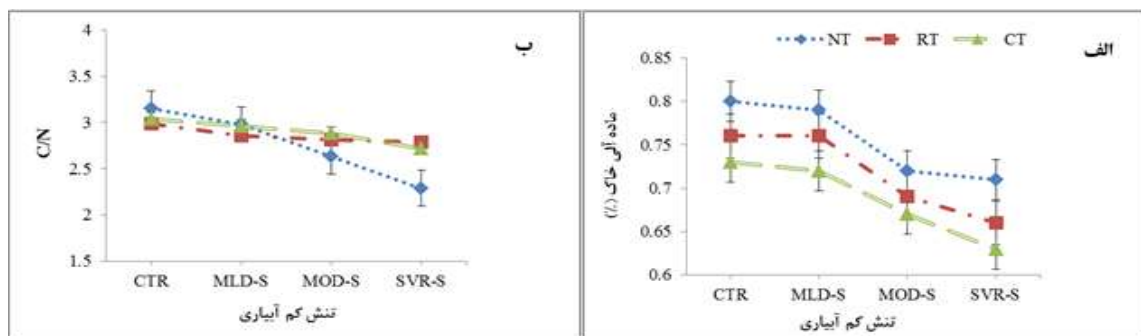
شکل ۱. تاثیر سامانه های خاکورزی (بدون خاکورزی (NT)، خاکورزی کاهش یافته (RT) و خاکورزی رایج (CT)) بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحت تاثیر تنش کم آبیاری (بدون تنش (CTR)، تنش ملایم (MLD-S)، تنش متوسط (MOD-S) و تنش شدید (SVR-S)) (میانگین دو سال)

نتایج ویژگی های خاک نیز نشان داد که تفاوت معنی داری بین سامانه های خاکورزی از نظر کربن آلی خاک و نسبت کربن به ازت وجود داشت (شکل ۲). تفاوت بین سامانه های خاکورزی از نظر ماده آلی خاک بیشتر از نسبت کربن به ازت بود. تنش خشکی موجب کاهش معنی دار ماده آلی خاک شد (شکل الف)، در حالی که تاثیر معنی داری بر نسبت کربن به ازت نداشت (شکل ب). این نتایج در مورد افزایش ماده آلی خاک تحت تاثیر حفظ بقایا در سامانه های خاکورزی با نتایج پژوهشگران قبلی مطابقت داشت (Bahrani et al., 2007; Kazemeini et al., 2010; Alijani et al., 2012). کاظمینی و همکاران (Kazemeini et al., 2010) گزارش



کردند که بقایای گندم در اثر تجزیه می تواند موجب بازگشت مقادیر قابل توجهی از نیتروژن به خاک گردد، و در نتیجه موجب افزایش ماده آلی خاک گردد. بیشتر بودن ماده آلی خاک یکی از دلایل ثبات عملکرد در طولانی مدت در سیستم های خاکورزی حفاظتی است (Triplett and Dick, 2008).

به عنوان جمع بندی نتایج نشان داد که تنش کم آبیاری موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین ماده آلی خاک گردید. خاکورزی کاهش یافته نسبت به رایج می تواند با مصرف آب کمتر عملکردی معادل خاکورزی رایج داشته و همچنین از نظر صرفه جویی در زمان و هزینه سامانه خاکورزی کاهش یافته نسبت به رایج سودمندتر می باشد.



شکل ۲. تاثیر سامانه های خاکورزی (بدون خاکورزی (NT)، خاکورزی کاهش یافته (RT) و خاکورزی رایج (CT)) بر کربن آلی خاک و نسبت کربن به نیتروژن تحت تاثیر تنش کم آبیاری (بدون تنش (CTR)، تنش ملایم (MLD-S)، تنش متوسط (MOD-S) و تنش شدید (SVR-S)) (میانگین دو سال)

منابع

1. Alijani K, Bahrani MJ, Kazemeini SA, 2012. Short-term responses of soil and wheat yield to tillage, corn residue management and nitrogen fertilization. Soil and Tillage Research 124: 78-82.
2. Bahrani MJ, Raufat MH, Ghadiri H, 2007. Influence of wheat residue management on irrigated corn grain production in a reduced tillage system. Soil and Tillage Research 94: 305-309.
3. Gebbing T, Schnyder H, Kuhbauch W, 1999. The utilization of pre-anthesis reserves in grain filling of wheat. Plant Cell & Environment 22: 851-858.
4. Kazemeini SA, Hamzehzarghani H, Edalat M, 2010. The impact of nitrogen and organic matter on winter canola seed yield and yield components. Australian Journal of Crop Science 4: 335-342.
5. Rieger S, Richner W, Streit B, Frossard E, Liedgens M, 2008. Growth, yield and yield components of winter wheat and the effects of tillage intensity, preceding crops, and N fertilization. European Journal of Agronomy 28: 405-411.
6. Triplett GB, Dick WA, 2008. No-tillage crop production: a revolution in agriculture. Agronomy Journal 100: 153-165.
7. Wang ZM, AL, Wei and DM, Zheng, 2001. Photosynthetic characteristic of non-leaf organs of winter wheat cultivar differing in ear type and their relationship with grain mass per ear. Photosynthetic 39: 239-244.



بررسی نحوه توزیع ماده آلی افزوده شده در اجزاء اندازهای خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک

سارا سرتیبی، احمد حیدری

گروه علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران

مقدمه

مواد آلی خاک تاثیر ذاتی بر روی تولید محصول و خصوصیات خاک داشته است (استونسون، ۱۹۹۹). تحقیقات متعددی در مورد نحوه توزیع مواد آلی ورودی به خاک در اجزاء اندازهای و اجزاء چگالیهای مختلف صورت گرفته است تا بتواند روند تغییرات و جابجایی مواد آلی در خاک را نشان دهد (لیفلد، ۲۰۰۵). استخراج فرکشن‌های مواد آلی خاک یک رویکرد طولانی مدت برای روشن شدن نقش کلیدی مواد آلی خاک در فرآیند خاک است (اوسط، ۱۳۸۸). نتایج بدست آمده در بررسی اوسط و همکاران (۱۳۸۸) نشان داد که محتوای کربن آلی خاک با کاهش اندازه ذرات افزایش یافته و در اجزاء اندازهای کوچکتر از ۲۵۰ میکرومتر به حداکثر مقدار خود میرسد.

نحوه توزیع مواد آلی در فرکشن‌های فیزیکی خاک می‌تواند توسط تخریب ساختمان خاک و به دنبال آن جداسازی فرکشن‌ها براساس اندازه و چگالی بررسی و ارزیابی شود. اعمال این روش‌ها راهی برای درک ارتباط مواد آلی با اجزاء معدنی و همچنین معماری سه بعدی آن‌ها که مسئول عملکرد و دینامیک مواد آلی خاک است، می‌باشد (اوسط، ۱۳۸۸). نتایج بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که با افزایش سطح ماده آلی میزان کربن آلی نیز در سطوح مختلف افزایش یافته است. همچنین میزان کربن آلی با ریزتر شدن اندازه خاکدانها افزایش می‌یابد.

از این رو هدف از انجام این تحقیق بررسی نحوه توزیع کربن آلی ورودی در اجزاء اندازهای خاک و همچنین بررسی قابلیت تعدادی از خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک در حفظ و تثبیت کربن در خاک می‌باشد.

مواد و روشها

این تحقیق در قالب طرح آماری فاکتوریل برای دو دوره زمانی سه و هفت ماهه طراحی و اجرا شد و نتایج به دست آمده توسط نرم افزار آماری SAS و Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از تشریح و ثبت اطلاعات ژئومورفولوژیکی و کاربری اراضی ۱۰ خاکرخ و نمونه‌برداری از آنها تجزیه‌های اولیه انجام و بر اساس میزان مواد آلی و سایر خصوصیات مشخصه به دست آمده از خاکرخها، پنج نمونه خاک سطحی (۲۰ سانتیمتر فوقانی) از مناطق دارای اقلیمهای خشک و نیمه خشک (رژیمهای رطوبتی- حرارتی خاک: اریدیک-ترمیک و زیریک-مزیک) برای این مطالعه انتخاب شدند.

پس از انتخاب نمونههای خاک، کلش گندم پودر شده و عبور داده شده از الک ۰/۵ میلیمتری، به میزان ۰ (شاهد)، ۱، ۲ و ۳ درصد با نمونههای خاک مخلوط، و با اعمال سه تکرار و دو تیمار زمانی سه و هفت ماهه و در مجموع ۱۲۰ گلدان تهیه و اعمال شد. گلدانها به مدت ۳ و ۷ ماه در دمای آزمایشگاه و در رطوبت ۸۰ درصد



ظرفیت زراعی نگهداری شدند. کنترل رطوبت به روش وزنی و هر ۳ روز یکبار و نوسانات دمایی با استفاده از دماسنج اندازه‌گیری شدند. جزء به جزء کردن فیزیکی خاکهای تیمار شده با سطوح مختلف ماده آلی در زمانهای ۳ و ۷ ماهه انجام و به شش کلاس اندازه‌های بزرگتر از ۴، ۲-۴، ۲-۵، ۰/۵-۰/۲۵، ۰/۲۵-۰/۰۵۳ و کمتر از ۰/۰۵۳ میلی‌متر تفکیک گردید و بعد میزان کربن آلی در هر جز اندازه‌های به روش والکلی بلک اندازه گیری شدند تا میزان ذخیره کربن در هر جزء اندازه‌های بدست آید

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و موقعیت جغرافیایی و رژیم رطوبتی و حرارتی خاکهای مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

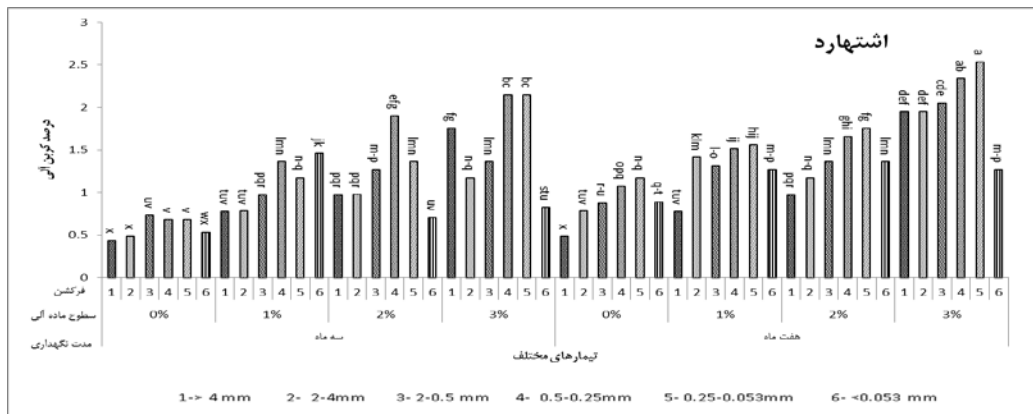
جدول ۱- موقعیت جغرافیایی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه

خاک	موقعیت جغرافیایی		رژیم رطوبتی- حرارتی خاک	Sand	Silt	Clay	CaCO ₃	OC	pH	EC dS/m	CEC cmol+/kg	ρb gr/cm ³
	طول	عرض										
سرزیارت	۵۱° ۸' ۵"	۳۵° ۵۵' ۵۱"	Xeric - Mesic	۳۴	۳۷	۲۹	۱۰/۶	۲/۲۷	۷/۹	۰/۸۱	۱۷/۸۴	۱/۱۹
خور	۵۱° ۹' ۳۴"	۳۵° ۵۵' ۱۶"	Xeric- Mesic	۴۱	۳۰	۲۹	۱۱/۶	۴/۰۴	۸/۹	۰/۹۱	۲۱/۲	۱/۰۶
بوتانیک	۵۰° ۵۹' ۹۳"	۳۵° ۴۳' ۴۲"	Aridic- Thermic	۲۶	۴۹	۲۵	۳/۴	۲/۶۵	۷/۱	1	۲۰/۶۳	۱/۱۴
مراغه	۶۳° ۳۶' ۰۲"	۴۱° ۳۳' ۹۵"	Xeric- Mesic	۵۸	۲۳	۱۹	۱/۵	۱/۶	۷/۶	۰/۹۹	۱۹/۶۸	۱/۱۶
اشتهارد	۵۰° ۲۳' ۶۴"	۳۵° ۴۴' ۲۶"	Aridic- Thermic	۲۰	۳۵	۴۳	۳/۴	۰/۵۱	۸	۵۸/۲	۱۰/۹۵	۱/۲۵

ماده آلی افزوده شده به خاک در خاکهای مختلف توزیع یکنواختی در اجزا اندازه ای پیدا نمی کند. بسته به خصوصیات کانی شناسی، فیزیکی و شیمیایی خاکها روند توزیع ماده آلی در اجزاء بسیار متفاوت است. در اینجا نمونه خاک اشتهارد و خور برای مقایسه آورده شده‌اند. از روی شکل ۱ مشخص میشود که بیشترین میزان ذخیره سازی در اجزاء اندازه ای خاک در دوره سه و هفت ماهه در سطح سه درصد ماده آلی مشاهده میشود. نتایج نشان میدهد که ماده آلی افزوده شده به خاک عمدتاً در اجزای اندازه ای کوچکتر از ۰/۵ میلی‌متر ذخیره شده است. در ماه هفتم و در سطوح مختلف ماده آلی با کاهش اندازه ذرات میزان کربن آلی آنها نسبت به ماه سوم افزایش مییابد و در جزء اندازه‌های ۰/۲۵ - ۰/۰۵۳ میلی‌متر بیشترین ذخیره کربن آلی صورت میگیرد که در سطح سه درصد این جزء اندازه‌های حداکثر ذخیره کربن مشاهده شده است. اوسط و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که میزان کربن آلی با ریزتر شدن اندازه خاکدانها افزایش مییابد. نتیجه به دست آمده برای توزیع کربن در اجزاء اندازه‌های در ماه هفتم هم نشان میدهد که گرچه بیشترین مقدار کربن آلی به اجزاء کوچکتر از ۰/۲۵ میلی‌متر انتقال یافته است ولی توزیع کربن آلی در اجزاء اندازه‌های مختلف یکنواختتر بوده و اختلاف آنها با هم کم شده است. این نتیجه نشان‌دهنده نقش بخش نرم خاک (اجزاء رس و سیلت) در ذخیره کربن آلی در خاک است. همچنین مشاهده میشود بیشترین میزان تثبیت کربن در ماه سوم

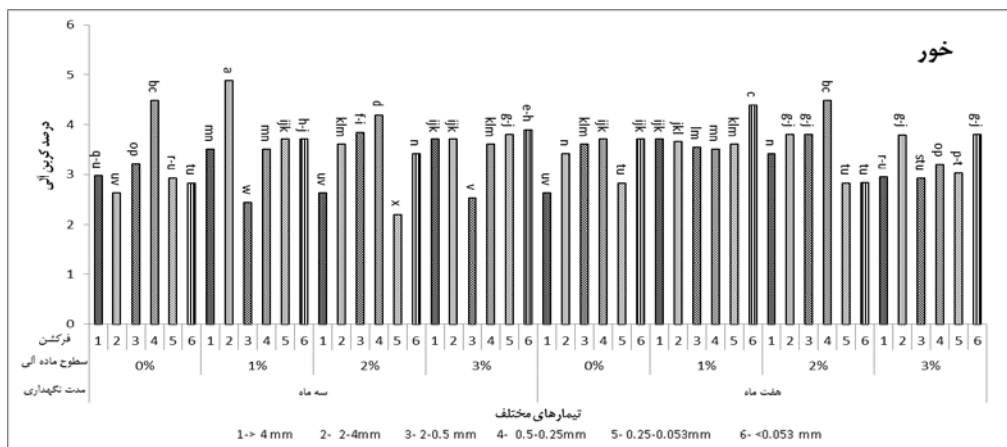


بوده و اختلاف قابل توجهی با هفت ماه نداشته است که بیانگر این است که سرعت تثبیت در سه ماه بیشتر بوده است (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه میزان کربن آلی ذخیره شده در اجزاء اندازه‌های مختلف خاک شور منطقه اشتهارد

مقایسه نتایج نشان می‌دهد که در خاک خور و با داشتن خصوصیات اندیک، در بازه زمانی سه و هفت ماهه تقریباً روند یکنواختی بین سطوح مختلف ماده آلی و اجزاء اندازه‌های دیده می‌شود. در ماه سوم و در سطح صفر درصد ماده آلی میزان کربن آلی در جزء اندازه‌های $0/5-0/25$ حداکثر ذخیره را دارد. با افزایش ماده آلی در سطح یک درصد میزان کربن آلی در جزء اندازه‌های $4-2$ میلیمتر بیشتر شده و همچنین بر میزان کربن آلی جزء اندازه $0/5-0/25$ ای $0/25-0/053$ میلیمتر و کوچکتر از $0/053$ میلیمتر نیز افزوده شده است. در سطح دو درصد ماده آلی میزان کربن آلی در جزء اندازه‌های $0/5-0/25$ میلیمتر بیشتر شده است. در اثر گذشت زمان و در ماه هفتم در سطوح صفر و یک درصد تقریباً در تمام جزء اندازه‌ها افزایش ذخیره کربن در آنها مشاهده شده است و در سطح یک و سه درصد ماده آلی بیشترین میزان کربن آلی را جزء اندازه‌های کوچکتر از $0/053$ میلیمتر داشته است (شکل ۲).



شکل ۲. مقایسه میزان کربن آلی ذخیره شده در اجزاء اندازه‌های مختلف خاک اندیسول منطقه خور



در کل میتوان گفت در این خاک و با توجه به داشتن خصوصیات اندیک تقریباً تمامی جزء اندازه‌های این خاک قادر به نگهداری و ذخیره کربن میباشند و اختلاف شدیدی در میزان ذخیره سازی در یک جزء خاص دیده نمی شود. این موضوع موید آن است که در این خاکها هم امکان تشکیل کمپلکسهای رس و مواد آلی وجود دارد و هم امکان تشکیل کمپلکسهای هوموس با کاتیونهای فلزی دیده میشود و علاوه بر آن قابلیت اتصال خاکدانه‌های کوچک به یکدیگر و تشکیل خاکدانه‌های درشتتر توسط مواد آلی فراهم میباشد.

منابع

- اوسط، مریم، ۱۳۸۸. تغییرات میزان کربن آلی خاک در اثر تغییر کاربری اراضی در محدوده مرکزی شهرستان کرج، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، گروه مهندسی علوم خاک.
- Stevenson, F. J., Cole, M. A. 1999. Cycles of Soil: Carbon, Nitrogen, Phosphorous, Sulfur and Micronutrients. Second Edition. Wiley & Sons Inc, Tronto, Canada.
- Leifeld, J. Ingrid kogel - knabner, 2005. Soil organic matter fractions as early indicators for carbon stock changes under differentt land-use? Geoderma 124: 143-155.



تأثیر تغییر کاربری اراضی از مرتع به دیمزار بر فسفر خاک (مطالعه موردی: بخشی از اراضی روانسر)

معصومه رحیمی دهچراغی^{۱*}، رضا عرفانزاده^۲، حامد جنیدی جعفری^۳
^{۱*} دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس،
^۲ استادیار گروه مرتعداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس
^۳ استادیار گروه مرتعداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان

مقدمه

کاربری اراضی به چگونگی استفاده از زمین اطلاق می‌شود. مرتع و زراعت دو نوع استفاده از اراضی به شمار می‌روند؛ که همواره از سطح یکی کاسته و به سطح دیگری افزوده شده است (کردوانی، ۱۳۸۸). در صورتی که این تغییر کاربری‌ها آثار منفی طبیعی، اقتصادی، سیاسی، علمی یا فرهنگی به دنبال داشته باشند؛ بایستی از انجام آن ممانعت به عمل آید. این تغییر کاربری‌ها به نوبه خود خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند. خاک یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های جوامع گیاهی است که نگهداری آن نیازمند مدیریت صحیح است. مطالعه کیفیت خاک یکی از روش‌های مهم ارزیابی وضعیت اراضی کشاورزی و منابع طبیعی به شمار می‌رود که می‌تواند منعکس کننده اثرات مدیریت اعمال شده بر آن باشد. در اکوسیستم‌های طبیعی فرآیند اصلی تخریب خاک تحت تأثیر فرسایش آبی، بادی، کاهش سطح آب زیرزمینی و زوال پوشش گیاهی قرار دارد که ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی و عناصر مغذی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند. فسفر یکی از عناصر حیاتی برای زندگی ارگانیسم‌های طبیعی (ترکیب موجودات زنده) می‌باشد که در تمام فرایندهای بیوشیمیایی، در ترکیبات انرژی‌زا و در مکانیسم‌های انتقال انرژی دخالت دارد. ترکیبات فسفاتی نسبتاً غیر محلولند و بنابراین به راحتی از پروفیل خاک شسته نمی‌شوند. نگرانی جهانی در رابطه با انرژی و هزینه‌های لازم برای استخراج سنگ فسفات و انتقال آن به کارخانه، همچنین ساخت کودهای مختلف و حمل آنها به مزارع و مصرف آنها برای محصولات، فسفر را در زمینه حاصلخیزی خاک بسیار مهم ساخته است. این مسئله برای تعداد زیادی از کشورهایی که بدون سنگ فسفات می‌باشند، بسیار مهم و جدی است. استخراج کانی‌های فسفردار و پخش کود فسفردار در اراضی به علت محدود بودن منابع فسفر، پایدار نیست و آینده تولید این کود با مشکل روبروست. هر چند نقش فسفر از دیرباز در کیفیت خاک شناخته شده؛ معذالک اطلاعات منتشر شده چندانی درباره تأثیر تغییر کاربری اراضی بر این عنصر حیاتی وجود ندارد. بدین منظور مراتع شهرستان روانسر با توجه به واقع شدن در منطقه نیمه استپی و تبدیل زیاد کاربری از مرتع به کشت دیم جهت بررسی و مطالعه انتخاب، و تأثیر تغییر جوامع گیاهی از مرتع به دیمزار روی فسفر خاک بررسی شد. با توجه به این که در این منطقه طی دهه‌های اخیر تغییر کاربری از جنگل‌ها و مراتع طبیعی به اراضی دیمزار به شدت در حال وقوع می‌باشد و تحقیق خاصی در منطقه حاضر در این رابطه انجام نگرفته بود لذا جهت کمی‌سازی و بررسی موضوع، تأثیر تغییر کاربری زمین‌های مرتعی به کشت دیم بر عنصر فسفر مورد بررسی قرار گرفت. تا بتوان با درک صحیحی از واکنش خاک به توابع محدود کننده اکوسیستم مانند کاربری اراضی، اثر تغییر کاربری اراضی بر فسفر خاک را مشخص کرده و توصیه‌های مدیریتی لازم ارائه گردد.



مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه بخشی از اراضی شهرستان روانسر در دامنه غربی سلسله جبال زاگرس قرار دارد. قسمت عمده ای از این شهرستان را مراتع و زمین های زراعی تشکیل داده و اقتصاد ساکنین منطقه اصولاً بر استفاده از آنها وابسته است. دیم کاری در بسیاری از مناطقی که خاک فرسوده و شسته نشده انجام شده در نتیجه رستنی های طبیعی نابود شده اند و یا عمیقاً تغییر کرده اند و علف های هرز و مزاحم جانشین آنها گردیده است. عمده دامداران روستایی از مراتع طبیعی جهت چرای دام ها استفاده می نمایند. مرتع و دیم زار مورد مطالعه در حوزه آبریز روانسر در حد فاصل مختصات جغرافیایی ۳۴ درجه و ۴۷ دقیقه الی ۳۴ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۲۹ دقیقه الی ۴۶ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی قرار دارند. ارتفاع منطقه مورد مطالعه ۱۶۷۱-۱۳۹۸ متر از سطح دریا، شیب متوسط ۲۰-۱۰ درصد و جهت غالب شمالی می باشد. طبق آمار ایستگاه های هواشناسی روانسر، طبق فرمول آمبرژه، اقلیم نیمه مرطوب بوده و کوهستانی است. این منطقه با متوسط بارش سالیانه ۶۰۰ میلی متر و متوسط دمای سالیانه ۱۸/۲ درجه سانتی گراد به لحاظ پوشش گیاهی و اقلیم، جزء مراتع میان بند کشور محسوب می شود. (خالدی، ۱۳۸۴). طبق مشاهدات عینی، بخش اعظم حوزه های لیل و روانسر را مراتع و زمین های زراعی تشکیل داده و اقتصاد ساکنین اصولاً بر استفاده از آنها وابسته است. به طور کلی اقتصاد روستائیان متکی به دام و کشاورزی می باشد. کشاورزی آنها به دو دسته آبی و دیم تفکیک می شود. کشت دیم بدون آبیاری بوده و در آن از سموم و کودها استفاده نمی شود. در منطقه مرتع و دیمزاری که قبلاً کاربری مرتع داشته و توسط روستائیان به زیر کشت و شخم رفته است به عنوان تیمارهای مطالعاتی انتخاب شدند. دو ترانسکت به طول ۱۰۰ متر موازی و عمود بر شیب در مستقر شده و در طول هر ترانسکت ۱۰ پلات یک متر مربعی استقرار یافت. نمونه های خاک از عمق ۰-۱۵ سانتی متری برداشت و خشک گردید. سپس در آزمایشگاه فسفر به روش اولسن اندازه گیری شد (Olsen و همکاران، ۱۹۸۲). پس از جمع آوری داده ها آنها را در نرم افزار Excel به عنوان بانک اطلاعاتی ذخیره نموده، سپس پس از اطمینان یافتن از نرمال بودن داده ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف وهمگن بودن آنها با آزمون لون، به منظور تجزیه و تحلیل و مقایسه داده ها، از آزمون تی مستقل استفاده شد.

نتایج

نتایج نشان داد که تبدیل کاربری از مرتع به کشت دیم باعث کاهش فسفر خاک به میزان ۳۹ درصد شد ($p < 0.01$). (جدول شماره ۱).

جدول ۱ مقایسه فسفر خاک دو کاربری در حوزه روانسر

t	اشتباه معیار	میانگین	درجه آزادی	تیمار
۰/۰۴**	۲/۳۹	۱۷/۹۵	۴	مرتع
	۱/۴۶	۱۰/۹۲		دیمزار



نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تغییر کاربری اراضی مرتعی و نهایتاً تغییر جوامع گیاهی در مرتع سبب تغییر و تحولات عمده در خاک گشت و سبب کاهش ۳۹ درصدی میزان فسفر شد. همان طور که عباسلو و همکاران (۱۳۸۵) اثر تکامل خاک و تغییر کاربری اراضی بر شکل‌های مختلف فسفر در یک ردیف پستی و بلندی در استان مازندران را مورد بررسی قرار دادند و به نتایج مشابه با این تحقیق رسیدند. بایستی به این نکته نیز اشاره کرد که کود دهی در این منطقه در اراضی کشاورزی آبی صورت می‌گیرد و در دیم‌زارها عملاً کود فسفاته‌ای به خاک اضافه نمی‌شود، البته با این صراحت نمی‌توان کاهش مواد آلی خاک را به تغییر کاربری اراضی نسبت داد. زمانی که زمین کشت می‌شود خاک تا عمق بیش از ۳۰ سانتی متر با تراکتور جابجا می‌شود. پس احتمال اینکه ماده آلی سطحی به عمق منتقل شده باشد، وجود دارد. این درحالی است که در مرتع شخم انجام نمی‌شود. بنابراین بایستی به توزیع و دستکاری خاک و تغییر مواد آلی نیز توجه شود. لذا توصیه می‌شود این مطالعه در سال‌های مختلف پایش شده و در عمق‌های بیشتری بررسی گردد. استفاده از ماشین‌های کشاورزی همچون تراکتور جهت شخم دیم‌زار سبب مخلوط شدن خاک سطحی و تحتانی شده و سبب خورد شدن خاکدانه‌های خاک می‌گردد. و این امر می‌تواند بر فسفر خاک تاثیر گذاشته باشد. از آنجایی که فعالیت‌های کاربری نادرست و تغییر کاربری اراضی و مدیریت بدون شناخت کافی از محیط خاک در طول سالیان متمادی انجام شده باعث اختلال و کاهش توانایی خاک شده است. بنابراین ضمن تاکید بر حساسیت مواد آلی خاک به تغییر کاربری و ارزیابی آن در فعالیت‌های مدیریتی، پیشنهاد می‌گردد که در انجام تغییر کاربری مراتع طبیعی، محتاطانه رفتار شود تا سبب کاهش کیفیت خاک نگردد.

منابع

- ۱- خالدی، ش.، ۱۳۸۴. بررسی هیدرو اقلیم حوضه آبریز رودخانه روانسر در استان کرمانشاه، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، جلد پنجم، صفحه‌های ۲۴ تا ۳۹.
- ۲- کردوانی پ، ۱۳۸۸. مراتع مسائل و راه حل‌های آن در ایران. موسسه انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- عباسلو، ح. فاضلی، س. معماریان، ح. ادهمی، اثر تکامل خاک و تغییر کاربری اراضی بر شکل‌های مختلف فسفر در یک ردیف پستی و بلندی در استان مازندران، چکیده مقاله‌های همایش خاک، محیط زیست و توسعه پایدار. دانشگاه تهران، تهران.

4- Olsen S.R., Sommers L.E., 1982. Methods of Soil Analysis, Soil Science Society of America.



تأثیر سطوح مختلف اسید هومیک و زمان خوابانیدن بر پایداری ساختمان در دو خاک آهکی و اسیدی

بهناز برزگر^۱، احمد گلچین^۲

۱- دانشجوی کارشناس ارشد دانشگاه زنجان، ۲- استاد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

مقدمه

پایداری خاکدانه‌ها، میزان مقاومت آن‌ها در برابر گسیخته شدن توسط نیروهای مرتبط با آب را نشان داده و قدرت تولید خاک، مقاومت آن به فرسایش و میزان تخریب خاک را تعیین می‌کند (Six et al., 2000). حفظ و نگهداری پایداری خاکدانه‌ها برای حفظ قدرت تولید خاک، کاهش تخریب و فرسایش خاک و همچنین کاهش آلودگی محیط زیست ضروری است. مواد آلی با پیوند دادن ذرات خاک، افزایش آبریزی خاکدانه‌ها، تشدید فعالیت میکروبی و رشد ریشه، ساختمان و پایداری خاکدانه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Onweremadu et al., 2007). یکی از کودهای آلی، اسید هومیک است. اسید هومیک، یک پلی‌مر طبیعی است که از گردهم‌آیی مولکول‌های ناهمگن ماده آلی شامل قندها، اسیدهای آلی، ترکیبات آروماتیک و آلیفاتیک با وزن مولکولی چند صد دالتون به وجود آمده است (Myneni et al., 1999). این اسید دارای گروه‌های جانبی فنلی، کربوکسیلی، متوکسی و آمینی است که خاصیت اسیدی آن‌ها توسط گروه‌های عاملی $COOH$ و OH تشدید می‌گردد (Alvarez-Puebla et al., 2005). ویژگی منحصر به فرد اسید هومیک، ماهیت مقاوم ساختار شیمیایی آن نسبت به تجزیه میکروبی است (Simpson et al., 2002). محققان مختلف (Chaney and Swift, 1986; Fortun et al., 1989; Piccolo et al., 1997; Six et al., 2000) نشان دادند که مواد هومیکی استخراج شده از منابع مختلف باعث بهبود پایداری خاکدانه‌ها شد. در ایران، مطالعات انجام شده در زمینه تأثیر مصرف اسید هومیک بر روی پایداری خاکدانه‌ها بسیار ناچیز است به همین دلیل هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر سطوح مختلف اسید هومیک و زمان خوابانیدن بر روی پایداری ساختمان در دو خاک آهکی و اسیدی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف اسید هومیک و زمان خوابانیدن بر روی پایداری ساختمان در دو خاک آهکی و اسیدی، دو آزمایش گلدانی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و هر کدام با ۱۶ تیمار و سه تکرار در آزمایشگاه گروه خاک‌شناسی دانشگاه زنجان اجرا شد. برای این منظور نمونه‌های ۵ کیلوگرمی از هر یک از خاک‌های آهکی و اسیدی پس از تیمار شدن با سطوح کربن آلی (صفر = C_0 ، $C_1=0/25$ ، $C_2=0/5$ و $C_3=1$ درصد) از منبع اسید هومیک در رطوبت ظرفیت مزرعه به مدت دو ماه خوابانیده شد و سپس در بازه‌های زمانی ۱۵ روزه ($T_1=15$ ، $T_2=30$ ، $T_3=45$ و $T_4=60$) از گلدان‌ها نمونه برداری گردید و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (Mean Weight Diameter) با استفاده از روش الک مرطوب اندازه‌گیری شد (بای‌بوردی، ۱۳۸۲). قطر الک-



های مورد استفاده برای الک کردن در آب به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۰۶، ۱، ۲، ۴ و ۶ میلی متر بود و ویژگی های خاک - های اسیدی و آهکی و اسید هومیک مصرفی در جداول ۱ و ۲ گزارش شده است.

جدول ۱- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک های آهکی و اسیدی مورد مطالعه

<i>K</i>	<i>P</i>	<i>N</i>	<i>OC</i>	<i>MWD</i>	<i>EC</i>	<i>pH</i>	بافت خاک	نوع خاک
قابل جذب				(mm)	(dS/m)			
mg/kg		%						
۲۳۵	۷/۱۸	۰/۰۴	۰/۶۶	۰/۳۳	۱/۰۳	۷/۷۵	رسی	آهکی
۱۰۰	۴/۳۶	۰/۱۷	۲/۶۷	۰/۳۹	۰/۳۱	۴/۷۸	رسی	اسیدی

جدول ۲- برخی از ویژگی های اسید هومیک مصرفی

<i>K</i>	<i>P</i>	<i>N</i>	<i>OC</i>	<i>EC</i>	<i>pH</i>	
		%		(dS/m)		
۲/۱۱	۱/۰۱	۲/۱۸	۲۳	۱۱/۱	۹/۲	اسید هومیک

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که کاربرد سطوح مختلف اسید هومیک و گذشت زمان بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها (*MWD*) در دو خاک آهکی و اسیدی، معنی دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف اسید هومیک و زمان خواباندن بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها در دو خاک آهکی و اسیدی

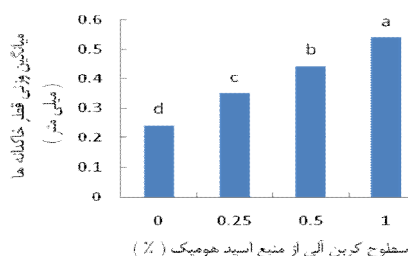
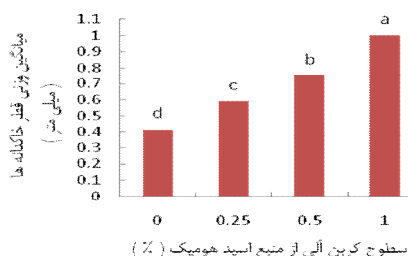
میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
<i>MWD</i>	<i>MWD</i>		
خاک اسیدی	خاک آهکی		
۰/۷۴۳۸**	۰/۱۹۴۸**	۳	سطوح اسید هومیک
۰/۰۲۷۲**	۰/۰۰۴۵**	۳	زمان
۰/۰۰۷۷**	۰/۰۰۲۵**	۹	سطوح اسید هومیک × زمان
۰/۰۴۲۸	۰/۰۱۳۴	۳۲	خطای آزمایشی

** معنی دار در سطح یک درصد است.

تأثیر سطوح مختلف اسید هومیک بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ها (*MWD*) در هر دو نوع خاک آهکی و اسیدی در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین میانگین وزنی قطر خاکدانه ها در هر دو نوع خاک آهکی و اسیدی از مصرف یک درصد کربن آلی از منبع اسید هومیک و کمترین میزان آن از تیمار شاهد (عدم مصرف اسید هومیک) بدست آمد (شکل ۱ و ۲). *Imbufe* و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی اثر اسید هومیک را در دو نوع خاک سدیمی و اسیدی مورد بررسی قرار دادند نتایج تحقیق آن ها نشان داد که کاربرد اسید هومیک در هر دو نوع خاک، اثر مثبت و معنی داری (در سطح یک درصد) بر روی پایداری خاکدانه ها داشت. هنگامی که اسید هومیک در تماس با خاک قرار می گیرد، گروه های عاملی اسید هومیک به ویژه کربوکسیل، به سرعت با کاتیون-



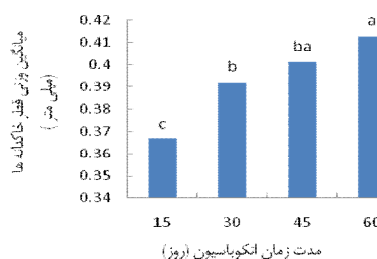
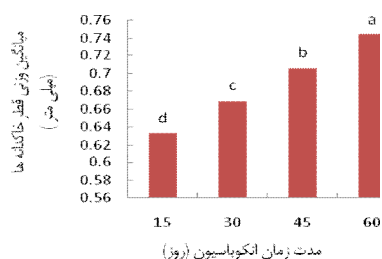
های چند ظرفیتی موجود در سطح رس تشکیل کمپلکس می‌دهد که منجر به ایجاد پیوند بین رس و اسید هومیک شده و پایداری خاکدانه‌ها افزایش می‌یابد. از طرفی گروه‌های عاملی و اجزای آبریز اسید هومیک تشکیل یک پوشش دافع آب، بر روی خاکدانه‌ها می‌دهد که مانع نفوذ آب به داخل خاکدانه‌ها و تورم و خرد شدن آن‌ها می‌شود. از دلایل دیگر افزایش پایداری خاکدانه‌ها، تشدید فعالیت میکروبی به‌خصوص قارچ‌ها در اثر مصرف اسید هومیک می‌باشد. *Fillip and Beilek* (۲۰۰۲) نشان دادند با افزایش مواد هومیکی خاک جمعیت باکتری‌ها، قارچ‌ها و بیومس میکروبی افزایش یافت، آن‌ها اظهار داشتند در حضور اسید هومیک جمعیت میکروارگانیزم‌های خاک چشم‌گیر بود.



شکل ۲- اثر سطوح اسید هومیک بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در خاک اسیدی

شکل ۱- اثر سطوح اسید هومیک بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در خاک آهکی

با گذشت زمان میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در خاک‌های آهکی و اسیدی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳). بیشترین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در هر دو نوع خاک در ۶۰ روزه پایانی آزمایش و کمترین میزان آن در ۱۵ روزه اول آزمایش بدست آمد (شکل ۳ و ۴). با گذشت زمان، فعالیت میکروارگانیزم‌ها در اثر مصرف اسید هومیک بالا رفت و در نتیجه ترشحات آن‌ها، پایداری خاکدانه‌ها افزایش یافت.



شکل ۴- میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در بازه‌های زمانی مختلف در خاک اسیدی

شکل ۳- میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در بازه‌های زمانی مختلف در خاک آهکی

اثر متقابل کاربرد سطوح مختلف اسید هومیک و گذشت زمان بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در خاک آهکی و اسیدی معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها از مصرف یک درصد کربن آلی از منبع



اسید هومیک و در بازه زمانی ۶۰ روزه و کمترین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها از عدم مصرف اسید هومیک و بازه زمانی ۶۰ روزه بدست آمد (جدول ۴).

جدول ۴- اثر متقابل اسید هومیک و گذشت زمان بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در خاک آهکی و

اسیدی

تیمار	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در خاک آهکی (میلی‌متر)	تیمار	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در خاک اسیدی (میلی‌متر)
C_0T_1	۰/۲۶۶۶۷ i	C_0T_1	۰/۴۳۳۳۳ h
C_0T_2	۰/۲۵۶۶۷ ji	C_0T_2	۰/۴۲۶۶۷ h
C_0T_3	۰/۲۳۰۰۰ jk	C_0T_3	۰/۴۰۳۳۳ h
C_0T_4	۰/۲۱۳۳۳ k	C_0T_4	۰/۳۸۳۳۳ h
C_1T_1	۰/۳۱۰۰۰ h	C_1T_1	۰/۵۲۶۶۷h
C_1T_2	۰/۳۴۶۶۷ g	C_1T_2	۰/۵۷۰۰۰ gh
C_1T_3	۰/۳۷۶۶۷ fg	C_1T_3	۰/۶۱۳۳۳ gf
C_1T_4	۰/۳۶۰۰۰ g	C_1T_4	۰/۶۵۳۳۳ f
C_2T_1	۰/۴۰۰۰۰ fe	C_2T_1	۰/۶۷۶۶۷ ef
C_2T_2	۰/۴۳۰۰۰ de	C_2T_2	۰/۷۲۰۰۰ d
C_2T_3	۰/۴۶۰۰۰ dc	C_2T_3	۰/۷۵۰۰۰ d
C_2T_4	۰/۴۸۰۰۰ c	C_2T_4	۰/۸۵۳۳۳ c
C_3T_1	۰/۴۹۰۰۰ c	C_3T_1	۰/۸۹۶۶۷c
C_3T_2	۰/۵۵۳۳۳ b	C_3T_2	۰/۹۵۶۶۷ b
C_3T_3	۰/۵۵۳۳۳ ba	C_3T_3	۱/۰۵۳۳۳a
C_3T_4	۰/۵۸۰۰۰ a	C_3T_4	۱/۰۸۶۶۷ a

در هر ستون اعدادی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند از لحاظ آماری معنی‌دار نیستند.

منابع

- ۱- بای‌بوردی، م، ۱۳۸۲. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه تهران. ۶۷۱ صفحه.
- 2- Alvarez-Puebla PA, Goulet PJG and Garrido jj, 2005. Characterization of the porous structure of different humic fractions. *Colloids Surf.* 256: 129-135.
- 3- Chaney K, Swift RS, 1986. Studies on aggregate stability: II. The effect of humic substances on the stability of re-formed aggregates. *J. Soil Sci.* 37: 337-343.
- 4- Filip Z and Bielek P, 2002. Susceptibility of humic acid from soils with various contents of metal to microbial utilization and transformation. *Biol. Fertil. Soils* 36: 426-433.
- 5- Fortun A, Fortun C, Ortega C, 1989. Effect of farmyard manure and its humic fraction on the aggregate of a sandy-loam soil. *J. Soil Sci.* 40: 293-298.
- 6- Imbufe AU, Patti AF, Burrow D, Surapaneni A, Jackson WR, Milner AD, (2005). Effect of potassium humates on aggregate stability of two soils from Victorica, Australia. *Geoderma J.* 125: 321-330.
- 7- Myneni SGB, Brown JT, Meyer-Ilse W and Martinez GA, 1999. Unearthing the structure of humic substances. *Imaging of Humic Substance Macromolecular Structures. Water and Soils Science* 286: 1335-1337.
- 8- Onweremadu EU, Onyia VA and Anikwe MAN, 2007. Carbon and nitrogen distribution in water-stable aggregates under two tillage techniques in Fluvisols of Owerri area, southeastern Nigeria. *Soil and Tillage Research* 97: 195-206.
- 9- Piccolo A, Pietramellara G, Mbagwu JSC, 1997. Use of humic substances as soil conditioners to increase aggregate stability. *Geoderma* 75: 267-277.
- 10- Six J, Elliott ET, Paustian K, 2000. Soil structure and soil organic matter: II. A normalized stability index and the effect of mineralogy. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 1042-1049



بررسی میزان شکل های آهن در خاک و ارتباط آن با برخی ویژگی های خاک و آهن گیاه (کاهو) با نگرش تولید محصول سالم

مریم جوادزاده^۱ - علیرضا جعفرنژادی^۲ - سید محمد هادی موسوی فضل^۲
۱- محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۲- اعضاء هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

مقدمه

از مهم ترین منابع موجود در محیط زیست که در برابر سایر منابع از اهمیت بیشتری برخوردار هستند، منابع خاک و آب می باشند که مدیریت های نامناسب در بهره برداری از آنها موجب تخریب و از بین رفتن آنها گردیده است. راه تولید محصولات سالم و عاری از آلاینده ها، از مصرف بهینه کود می گذرد. یعنی باید مصرف کود را در کشور بهینه و مطابق با برداشت گیاه نمود تا امکان تولید محصولات کشاورزی سالم با سهولت بیشتری فراهم گردد. بی گمان یکی از اصول اولیه تولید پایدار، ارتقاء کیفی خاک از بعد حاصلخیزی و برگرداندن مجدد عناصر غذایی جذب شده توسط گیاهان به خاک می باشد که متأسفانه در برنامه کودی کشور نادیده گرفته شده است. مهم ترین این مشکلات می توان به افزایش غلظت آلاینده ها در منابع آب، هوا و خاک در اثر مصرف بی رویه کودهای شیمیایی و عدم توازن و تعادل موجود بین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در خاک را نام برد. بنابراین، کشاورزی متمرکز و فعالیت های صنعتی در بسیاری از مناطق باعث کاهش کیفیت خاک و آب و تخریب منابع گردیده است.

حدود ۴۰ درصد جمعیت جهان از کمبود عناصر کم مصرف بویژه آهن و روی در رنج می باشند. دلیل اصلی کمبود توأم آهن و روی در بدن یا کم خونی ایرانی مصرف زیاد غلات حاوی آهن و روی کم در جیره غذایی است.

اتار و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی که در خاکهای استان خوزستان انجام دادند، گزارش کردند که آهن قابل جذب در شمال و شرق مناطق مورد مطالعه دارای توزیع بیشتری می باشد (۲).

در ایران نیز با توجه به آهکی بودن خاک های کشور و pH قلیایی، کمی مواد آلی و بی کربناتی بودن آب های آبیاری، کمبود عناصر کم مصرف در خاک های زیر کشت غلات، مشکلی جدی می باشد. شرایطی که موجب افزایش محلولیت آهن خاک می شود عبارتند از: تهویه خاک، افزایش کودهای آلی و سبز، عدم مصرف آب های حاوی بی کربنات و مصرف کودهای حاوی آهن (۱).

ایوب و خرمالی (۲۰۰۷) در بررسی که در مزارع هند انجام دادند، گزارش کردند که اسیدیته خاک تاثیر بسیار زیادی بر توزیع و پراکندگی آهن و روی در خاک دارد (۳). گو و تانگ (۲۰۰۷) پراکندگی ریزمغذی ها را در مزارع گانژونگ بررسی کردند و آنها نشان دادند که توزیع آهن قابل جذب ارتباط مستقیمی با میزان رطوبت خاک دارد (۴).



مواد و روشها

به منظور بررسی میزان آهن در اراضی مزارع کاهوی استان خوزستان، نمونه‌های خاک و گیاه به صورت تصادفی و دارای مختصات جغرافیایی با استفاده از دستگاه GPS برداشت گردید. ابتدا سطح زیرکشت کاهو در مناطق مختلف استان مشخص گردید و سپس حداقل از هر سی و پنج هکتار یک نمونه خاک و گیاه تهیه شد. مهمترین مناطق عمده کشت کاهو در استان شامل مناطق دزفول، شوش، حمیدیه، دشت‌آزادگان و ملاثانی بود. با توجه به میزان سطح کشت کاهو در مناطق مختلف تعداد نمونه‌های خاک و آب تعیین شد. از مناطق دزفول، شوش، حمیدیه، دشت‌آزادگان و ملاثانی به ترتیب تعداد، ۲۶، ۱۴، ۸، ۲ و ۲ نمونه جفتی خاک و گیاه تهیه شد. نمونه‌های خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری به صورت تصادفی و مرکب نمونه‌برداری شدند. نمونه‌های خاک و گیاه به آزمایشگاه منتقل و جهت انجام آزمایش آماده شدند. برای انجام این تحقیق اندازه‌گیری مقدار کربن آلی به روش والکی بلک، آهن کل به روش سه اسیدی و آهن قابل جذب در خاک با عصاره‌گیری DTPA و اندازه‌گیری آهن کل در گیاه (خاکستر خشک) و با استفاده از دستگاه اتمیک انجام شد. همچنین، تجزیه و تحلیل آماری نتایج حاصل و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

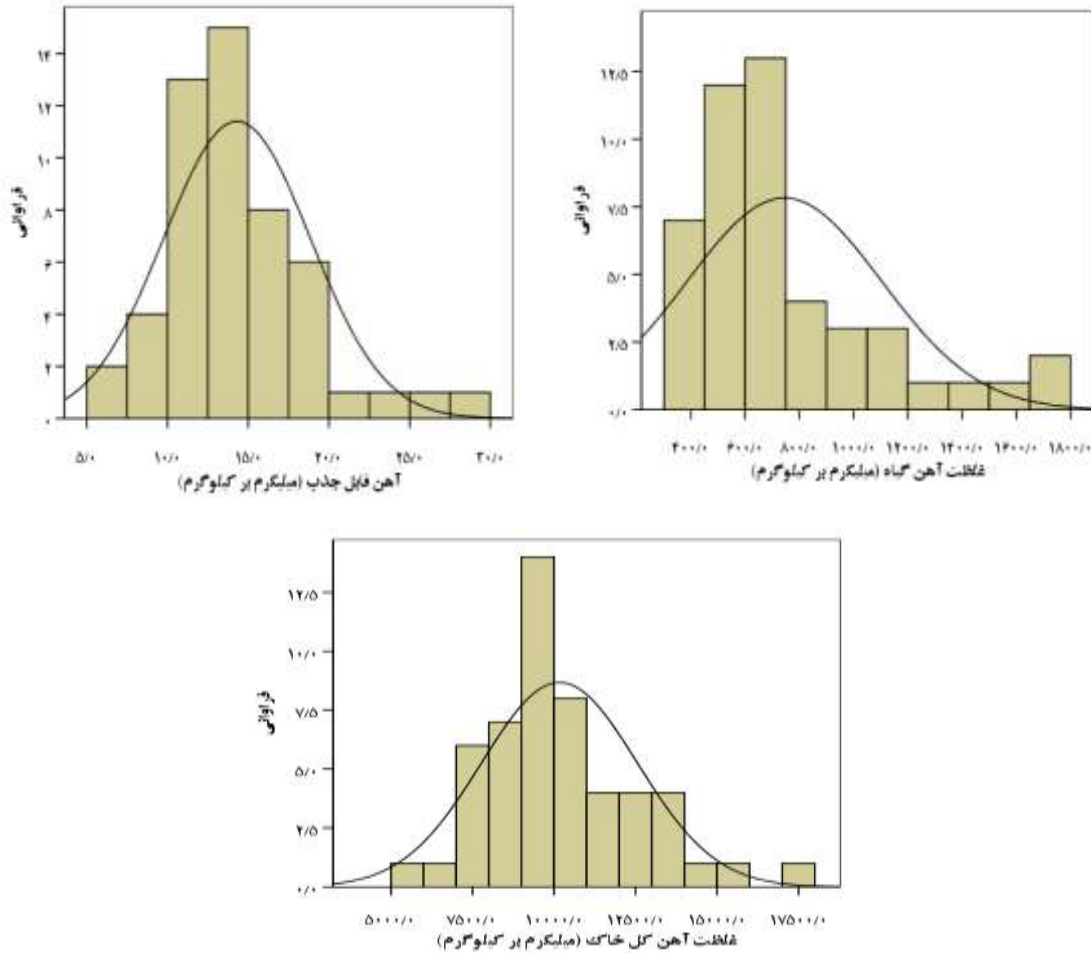
نتایج و بحث

نتایج آماری حاصل از تجزیه و تحلیل غلظت اشکال آهن و برخی ویژگی‌های خاک و غلظت آهن گیاه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی آماره‌های توصیفی ویژگی‌های خاک و گیاه در منطقه مورد مطالعه

متغیر	آهن کل خاک	آهن قابل جذب	آهن گیاه	په‌هاش	شوری	کربن آلی
		mg kg^{-1}			dS/m	%
میانگین	۱۰۱۶۵/۲	۱۴/۳	۷۴۴/۴	۷/۸	۴/۴	۰/۶۴
حداکثر	۱۷۹۶۶/۰	۲۹/۶۱	۱۷۵۷	۸/۱	۲۰	۱/۲۳
چولگی	۱/۳۹	۱/۱۲	۰/۸۲	-۱/۷۶	۲/۲	۰/۷۶

نتایج نشان داد، شوری و کربن آلی خاک‌های منطقه مورد مطالعه، در حد مطلوب و از نظر میزان آهن قابل جذب بیشتر از ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم تعیین شد. بررسی میانگین آهن کل خاک حاکی از بالا بودن ذخیره آهن کل خاک می‌باشد. در حالی که میانگین میزان آهن گیاه با توجه به وضعیت آهن کل و قابل جذب مطلوب نمی‌باشد. بررسی وضعیت فراوانی غلظت آهن قابل جذب و گیاه در خاک‌های منطقه در شکل ۱ نشان داده شده است. بر این اساس، وضعیت آهن قابل جذب خاک از روند نرمالی در پیروی نموده است در حالی وضعیت آهن گیاه نسبت به آهن قابل جذب، روند تقریباً متفاوتی داشت. نتایج نشان داد، میزان آهن قابل جذب در ۸۰ درصد خاک‌ها بیشتر از ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و مقدار آهن گیاه در ۶۰ درصد گیاهان بیشتر از ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم تعیین شد در حالی که میزان آهن کل موجود در خاک‌های منطقه مورد مطالعه در ۸۰ درصد از خاک‌ها بیشتر از ۸۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک اندازه‌گیری شد (شکل ۱).



شکل ۱- فراوانی غلظت آهن در خاک (کل و قابل جذب) و گیاه در خاک-

بررسی مقایسه میانگین غلظت آهن خاک (کل و قابل جذب) و گیاه با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد (جدول ۲)

جدول ۲- مقایسه میانگین غلظت آهن خاک (کل و قابل جذب) و گیاه در مناطق مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن

منطقه	ویژگی	آهن کل خاک	آهن قابل جذب	آهن گیاه
mg kg^{-1}				
حمیدیه	۸۸۵۳ab	۱۵/۹ a	۵۳۱/۲b	
دشت آزادگان	۸۷۴۶ ab	۱۱/۷ a	۴۸۹/۰b	
ملاثانی	۶۵۵۷ b	۱۰/۹ a	۵۳۰/۰b	
دزفول	۱۰۰۰۰ ab	۱۳/۵ a	۶۲۴/۲b	
شوش	۱۱۴۶۰a	۱۵/۶ a	۱۰۸۶/۵a	



بررسی نتایج حاصل نشان داد، مقدار آهن کل در مناطق مختلف از نظر آماری تفاوت معنی داری داشت (جدول ۲) بر این اساس، بیشترین مقدار آهن کل در منطقه شوش، و کمترین غلظت در منطقه حمیدیه اندازه گیری شد. تغییرات میزان آهن قابل جذب در مناطق مورد مطالعه از نظر آماری اختلافی را نشان ندادند. بیشترین میزان آهن قابل جذب در مناطق حمیدیه و شوش و کمترین مقدار در منطقه ملائانی بدست آمد. بررسی میزان آهن کل و آهن قابل جذب نشان داد، رابطه ای بین مقدار کل آهن در خاک و مقدار آهن قابل جذب وجود ندارد. این موضوع نشان دهنده این مطلب است که فازهای کنترل کننده مقدار کل آهن با مقدار آهن قابل جذب متفاوت است. بررسی میزان آهن گیاه نشان داد، تفاوت معنی داری بین غلظت این عنصر در گیاهان مناطق مورد مطالعه وجود داشت. بر این اساس، بیشترین غلظت آهن گیاه در منطقه شوش و کمترین مقدار آهن در منطقه حمیدیه اندازه گیری شد. سایر مناطق از این نظر اختلاف آماری معنی داری نشان دادند. دقت در نتایج نشان داد که وجود آهن قابل جذب در خاک به مفهوم جذب آهن کافی بوسیله گیاه نیست. همچنین بیشترین بودن غلظت آهن کل نیز دلیلی بر بیشتر بودن میزان آهن قابل جذب نخواهد بود. بررسی نتایج عوامل خاکی موثر بر میزان غلظت آهن گیاه نشان داد که در این مطالعه از بین ویژگیهای مورد بررسی مقدار غلظت آهن کل رابطه مثبت و شوری ارتباط منفی معنی داری را با آهن گیاه نشان داد. همچنین، مقدار آهن قابل جذب تحت تاثیر کربن آلی و آهن کل موجود در خاک می باشد. بر این اساس، مدیریت خاک ها از نظر پایش میزان شوری و مواد آلی نقش مهمی را در میزان غلظت آهن قابل جذب در خاک و گیاه دارد.

بنابراین با توجه به نقش های بسیار با اهمیتی که آهن در بدن انسان دارد و همچنین جهت رعایت یک رژیم غذایی متوازن که حاوی غذاهای غنی از آهن باشد بایستی مدیریتی صحیح بر میزان عناصر ریزمغذی از جمله آهن در خاک و گیاه صورت گیرد.

منابع

- 1) سالاردینی، ع.ا. ۱۳۸۴. حاصلخیزی خاک، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۴۳۴ ص.
- 2) Attar, M., 2012. Spatial Variability of Iron and Zinc Concentrations in the Soils of Wheat Farms. *Advances in Environmental Biology*, 6(5): 1620-1625.
- 3) Ayoubi, Sh., and A. Jalalian, 2007. Land evaluation (agriculture and natural resources). Sanati Isfahan University Press, Iran, p: 397.
- 4) Gao, Y.M. and Y.A. Tong, 2007. Spatial variability and distribution of five soil micro-elements content in farmland of Guanzhong Plain. *Jornal of Northwest A & F University (Natural Science Edition)*. 53: 121-127.



اثر تنظیم کننده‌های رشد بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در گندم در سطوح متفاوت خشکی خاک

ندا وهبی^۱، یحیی امام^۲

۱- کارشناس ارشد زراعت دانشگاه شیراز

۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

مقدمه

غلات مهمترین گیاهان زراعی کره زمین و تامین کننده ۷۰ درصد غذای مردم جهان می‌باشد (امام، ۱۳۹۰). گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهمترین گیاهان زراعی در دنیا است که در حدود ۲۳۰ میلیون هکتار از زمین‌های کشاورزی جهان به کشت آن اختصاص یافته است که نیمی از این سطح از تنش خشکی رنج می‌برد (Li et al., 2012). گندم در شرایط متنوع از نظر رطوبت و درجه حرارت کشت می‌شود. این گیاه که غله مهم نواحی خنک معتدله می‌باشد، بطور گسترده در مناطقی کشت می‌شود که در معرض تنش‌های مکرر خشکی هستند. کشور ایران از نظر اقلیمی در زمره مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود (امام، ۱۳۹۰). خشکی بعنوان فقدان یا کمبود نزولات و به عبارتی کمبود رطوبت در محیط ریشه تعریف می‌شود که موجب آسیب رسیدن به محصول می‌شود و میزان خسارت وارده تابع نوع گیاه، ظرفیت نگهداری آب، خاک و شرایط جوی موثر بر میزان تبخیر تفرق می‌باشد (Kramer, 1983). تنظیم کننده‌های رشد می‌توانند بخشی از اثرات منفی خشکی خاک را تعدیل نمایند. پژوهش حاضر به منظور مطالعه تاثیر تنظیم کننده‌های رشد کلرمکوات کلرید، سالیسیلیک اسید و جاسمونیک اسید بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان گندم رقم روشن در شرایط خشکی خاک طراحی و اجرا گردید.

مواد و روشها

به منظور بررسی اثر تنظیم کننده‌های رشد کلرمکوات کلرید (CCC)، سالیسیلیک اسید (SA) و جاسمونیک اسید (JA)، بر گیاه گندم رقم روشن، در دو شرایط آبیاری مطلوب (شاهد) و تنش خشکی در سه سطح ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی خاک (به ترتیب تنش ملایم، متوسط، شدید)، آزمایشی به صورت فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در گلخانه و آزمایشگاه بخش زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز اجرا گردید. گلدان‌های پلاستیکی ۵ لیتری، با نسبت ۱:۲:۱ از خاک برگ، خاک باجگاه و ماسه بادی پر شد. تعداد ۱۰ عدد بذر گندم رقم روشن کاشته شد و پس از تنک کردن در مرحله دو برگ، به ۵ گیاه در هر گلدان رسید. تا مرحله ساقه رفتن آبیاری گلدان‌ها به روش وزنی و تا رسیدن به ظرفیت زراعی انجام گرفت. تنش خشکی و تنظیم کننده‌های رشد در مرحله ساقه رفتن اعمال شد. بوته‌های گندم با تنظیم کننده‌های رشد کلرمکوات کلرید با غلظت ۱۹ میلی مولار، سالیسیلیک اسید با غلظت ۱ میلی مولار و جاسمونیک اسید با غلظت ۰/۱ میلی مولار به صورت کاربرد شاخساره‌ای تیمار شدند. پس از نمونه برداری برگ از برگ پرچم در ۱۰ روز پس از گلدهی، اندازه‌گیری آنزیم‌های آنتی اکسیدانی صورت گرفت. ارزیابی میزان فعالیت آنزیم کاتالاز با روش (Dhindsa et al. 1981)،



پراکسیداز با روش (Chance and Maehly, 1995)، آسکوربیک پراکسیداز با روش (Nacano and Asada, 1981) و سوپر اکسید دیسموتاز با روش (Beauchamp and Fridovich, 1971)، به کمک دستگاه اسپکتروفوتومتر صورت گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

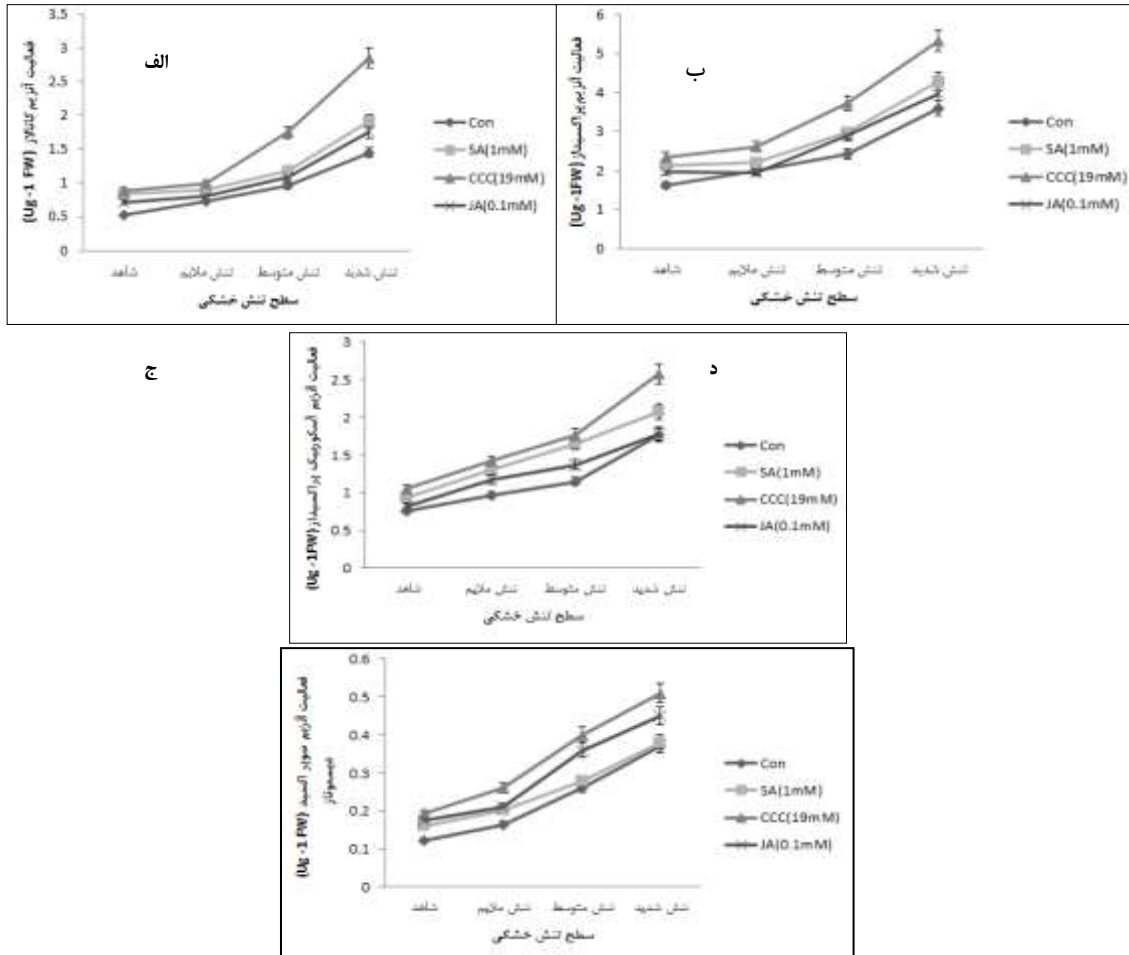
نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر تنش خشکی و تنظیم کننده‌های رشد بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی کاتالاز و پراکسیداز در سطح احتمال ۱ درصد و بر فعالیت آنزیم‌های آسکوربیک پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار گردید (جدول ۱). سطوح تنش خشکی، فعالیت تمامی آنزیم‌های آنتی اکسیدان را افزایش داد. پژوهشگران افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان کاتالاز، پراکسیداز، آسکوربیک پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز در اثر خشکی خاک را گزارش کرده‌اند (Amjad et al., 2011). تنش خشکی سبب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز، پراکسیداز، آسکوربیک پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز گردید به طوری که بیشترین مقدار آن‌ها در بالاترین سطح تنش خشکی مشاهده شد (شکل ۱- الف، ب، ج، د).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تنش خشکی و تنظیم کننده‌های رشد بر آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز، آسکوروبات پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز گندم رقم روشن

میانگین مربعات		درجه آزادی			منابع تغییر
سوپر اکسید دیسموتاز	آسکوربیک پراکسیداز	پراکسیداز	کاتالاز		
۰/۲۳۳**	۳/۷**	۱۷/۳۱*	۵/۱۳۳*	۳	تنش خشکی (S)
۰/۰۳۹**	۰/۹۷۲**	۳/۴۵*	۱/۴۳۱*	۳	تنظیم کننده رشد (P)
۰/۰۰۲۳ ^{ns}	۰/۰۶۸ ^{ns}	۰/۲۳۳ ^{ns}	۰/۲۲۱**	۹	P×S
۰/۰۰۰۹۵	۰/۰۳۹	۰/۱۳۲	۰/۰۳۶	۴۸	خطا

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطوح ۱ و ۵ درصد

تنظیم کننده‌های رشد سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان شدند و بدین ترتیب اثرات منفی خشکی خاک را تعدیل نمودند. بیشترین تاثیر بر روی میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی از تیمار کلرمکوات کلرید حاصل شد. (Pirasteh Anosheh et al., 2012) نیز نشان داد که فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان کاتالاز، پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز در گندم تحت شرایط تنش خشکی با کاربرد کلرمکوات کلرید و سالیسیلیک اسید افزایش یافت و میزان فعالیت این آنزیم‌ها در تیمار با کلرمکوات کلرید نسبت به سالیسیلیک اسید بیشتر بود و افزایش فعالیت این آنزیم‌ها تحت شرایط تنش سبب تعدیل اثرات منفی تنش خشکی گردید. اثر گذاری سالیسیلیک اسید بر روی فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربیک پراکسیداز در سطوح خشکی مختلف، بیشتر از جاسمونیک اسید بود (شکل ۱- الف، ب، ج).



شکل ۱- تاثیر تنظیم کننده‌های رشد بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان برگ در شرایط متفاوت خشکی. میانگین‌های دارای همپوشانی براساس خطای استاندارد تفاوت معنی داری ندارند.

(Choudhury and Panda, 2004) نیز افزایش آنزیم آسکوربیک پراکسیداز را با کاربرد سالیسیلیک اسید گزارش نمودند. فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز تحت تیمار با جاسمونیک اسید از سالیسیلیک اسید بیشتر بود (شکل ۱-د). پژوهشگران افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربیک پراکسیداز و خصوصا سوپر اکسید دیسموتاز را در اثر کاربرد متیل جاسمونات در شرایط تنش خشکی گزارش نمودند (Anjum et al., 2011). نتایج این پژوهش نشان داد که خشکی خاک سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان کاتالاز، پراکسیداز، آسکوربیک پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز گردید. تیمار تنظیم کننده‌های رشد سبب افزودن بر فعالیت این آنزیم‌ها در شرایط تنش و تعدیل اثرات منفی تنش خشکی شدند. موثرترین تنظیم کننده رشد، کلرمکوات کلرید با بیشترین اثر گذاری بر فعالیت این آنزیم‌ها بود.



منابع

۱. امام، ی. ۱۳۹۰. زراعت غلات (چاپ چهارم). انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۹۰ ص.
2. Amjad H, Noreen B, Javad A and Nayyer I, 2011. Differential changes in antioxidants, proteases, and lipid peroxidation in flag leaves of wheat genotypes under different levels of water deficit conditions. *Plant Physiology* 49: 178-185.
3. Anjum SA, Wang L, Farooq M, Khan I, and Xue L, 2011. Methyl Jasmonate-Induced Alteration in Lipid Peroxidation, Antioxidative Defence System and Yield in Soybean Under Drought. *Journal of Agronomy and Crop Science* 197: 296-301.
4. Beauchamp C, and Fridovich I, 1971. Superoxide dismutases: Improved assays and an assay predictable to acrylamide gels. *Anal. Biochemistry* 44: 276-282.
5. Chance B, and Maehly AC, 1995. Assay of catalase and peroxidase. In: S. P. Culowic, and N. O. Kaplan (eds). *Methods in enzymology*. Vol. 2. Academic Press. Inc. New York. pp764-765.
6. Choudhury S, Panda SK, 2004. Role of salicylic acid in regulating cadmium induced oxidative stress in *Oryza sativa* L. roots. *Bulg. J. Plant Physiology* 30: 95-110.
7. Dhindsa RA, Plumb-Dhindsa P, Thorpe TA, 1981. Leaf senescence correlated with increased permeability and lipid peroxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. *J. experimental Botany* 126: 93-101.
8. Kramer PJ, 1983. *Water Relation of Plants*. New York. Academic press. ISBN 0-12-425040-8. 489 pp.
9. Li p, Chen J, and Wu P, 2012. Evaluation of Grain Yield and Three Physiological Traits in 30 Spring Wheat Genotypes across Three Irrigation Regimes. *Crop Science* 52: 1-12.
10. Nakano Y, and Asada K, 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant Cell Physiology* 22: 867-880.
11. Pirasteh-Anosheh H, Emam Y, Ashraf M, and Foolad MR, 2012. Exogenous application of salicylic acid and chlormequat chloride alleviates negative effects of drought stress in wheat. *Adv. Stud Biology* 11: 501-520.





تاثیر ضایعات کارخانه چرم، بیوجار و پتاسیم بر میزان عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک

فرشته نبوی نیا^۱، حجت امامی^۲، علیرضا آستارایی^۳، امیر لکزیان^۴

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد f_mhn@yahoo.com
- ۲- استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد hemami@um.ac.ir
- ۳- دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد astaraei@um.ac.ir
- ۴- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد alakzian@yahoo.com

مقدمه

امروزه صنعت چرم نقش قابل توجهی در اقتصاد جهانی دارد و در آن پوست حیوانات را به شکل ماده پایدار فیزیکی و شیمیایی درآورده و محصولاتی را برای برآورد احتیاجات انسان تولید می کند (اوزگونی و همکاران، ۲۰۰۷). انواع مختلف زباله از نظر کیفی و کمی، که در طول تبدیل پوست به چرم در هزاران کارخانه از بدوی گرفته تا مدرن در سراسر دنیا ایجاد می شود، اثرات منفی بر محیط زیست می گذارند (کوپربند، ۲۰۰۲). مواد زائد مشکل عمده‌ای برای این صنعت هم از نظر مقدار و هم از نظر تنوعشان هستند. مقدار زیادی مواد زائد قابل استفاده مجدد در طی صنعت چرم سازی تولید می شود. بازیافت این مواد و استفاده از آنها به عنوان مواد خام در صنایع مختلف و حتی تولید کود آلی امکان پذیر است (تیلور و همکاران، ۱۹۹۸). در مواد زائد جامد میزان زیادی پروتئین به عنوان ترکیب اصلی چرم یافت شده است (کاناگاراچ و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین این تحقیق به منظور بررسی تاثیر ضایعات کارخانه چرم و بیوجار بر افزایش میزان عناصر غذایی خاک انجام شد.

مواد و روشها

این آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی با آرایش فاکتوریل در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل فاکتور اول، ضایعات کارخانه چرم سازی در سه سطح صفر (w0)، ۲/۵ (w2.5) و ۵ (w5) درصد، فاکتور دوم، بیوجار تولید شده از چوب در دمای ۵۰۰ تا ۵۵۰ درجه سانتی گراد در دو سطح صفر (b0)، ۲/۵ (b2.5) تن در هکتار و فاکتور سوم پتاسیم در سه سطح صفر (k0)، ۵۰ (k50) و ۱۰۰ (k100) کیلوگرم در هکتار با استفاده از نمک سولفات پتاسیم بود. قبل از انجام آزمایش از خاک مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (با بافت شن لومی) نمونه برداری و میزان عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندازه گیری شد و متناسب با نیاز گیاه، عناصر غذایی به خاک هر تیمار اضافه شد. بعد از اعمال تیمارها و به منظور رسیدن به تعادل، گلدان ها به مدت ۴۵ روز در شرایط رطوبتی مناسب (ظرفیت زراعی) نگهداری شدند. سپس گیاه تربچه در شرایط گلخانه کشت شد و بعد از دو ماه برداشت گردید. نیتروژن کل به روش کج‌لدال اندازه گیری شد (بیچ و همکاران، ۱۹۸۲). فسفر قابل استفاده به وسیله بی کربنات سدیم (روش اولسن) عصاره گیری شد و توسط اسپکتروفتومتر مدل WAP اندازه گیری شد (ریچارد، ۱۹۵۴). پتاسیم قابل استفاده خاک هم با دستگاه فلیم فتومتر (مدل Jenway)



اندازه گیری شد (پیچ و همکاران، ۱۹۸۲). در پایان تجزیه آماری داده‌های حاصل از آزمایش و مقایسات میانگین با استفاده از نرم افزار JUMP4 انجام شد.

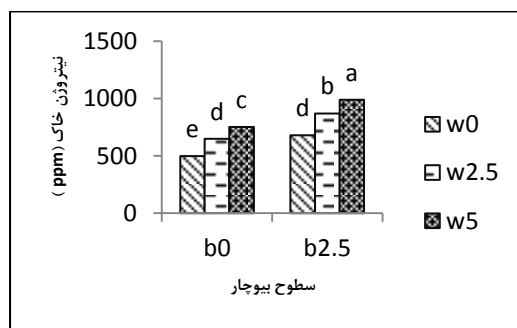
جدول ۱) ویژگی‌های خاک و ضایعات مورد استفاده در این تحقیق

ویژگی‌های ضایعات (ppm)					ویژگی‌های خاک (%)				
Zn	Fe	Cu	K	P	N	بافت	رس	سیلت	شن
۱۳/۷۵	۳۵۵/۳۳	۳۲/۹۱	۳۹۲/۸۵	۱۵۶۰/۱۶	۱۷۱۱۵	شن لومی	۱۳/۱۲	۱۶/۶۶	۷۰/۲۲

نتایج و بحث

تأثیر ضایعات، بیوچار و پتاسیم بر میزان نیتروژن خاک

طبق نتایج به دست آمده، ضایعات باعث افزایش نیتروژن خاک شدند (شکل ۱). چرا که این مواد حاوی مقدار زیاد نیتروژن بوده و با افزایش سطح، تفاوت معنی داری با شاهد ایجاد کردند. بیشترین تفاوت مربوط به سطح حداکثر (w5) حدود ۴۷ درصد و پس از آن تیمار ۲/۵ درصد (w2.5) حدود ۲۸ درصد بود. افزودن بیوچار به خاک نیز باعث افزایش ۳۳ درصدی در نیتروژن خاک شد، که این به دلیل مقدار نیتروژن موجود در بیوچار می باشد که جذب خاک شده است. استفاده توأم این دو ماده (ضایعات و بیوچار) باعث افزایش نیتروژن خاک شد، بطوریکه تیمار حداکثر هر دو (w5b2.5) بیشترین تاثیر را داشت (۹۸ درصد) چراکه بیوچار همراه با یک کود آلی تاثیر بیشتری بر افزایش عناصر غذایی خاک دارد نسبت به زمانی که به تنهایی استفاده می شود. صدقیانی و سپهر (۱۳۹۰) نیز با کاربرد ضایعات در خاک اظهار داشتند که میزان جذب عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در ذرت و آفتابگردان به طور معنی داری بیشتر از شاهد بود. لوئک و همکاران (۲۰۰۴) نیز پیشنهاد کردند که به منظور بهبود قابلیت جذب نیتروژن برای گیاه، مواد آلی حداقل سه ماه قبل از کشت به خاک اضافه گردد. پتاسیم نیز هیچگونه تغییری در میزان نیتروژن خاک ایجاد نکرد.



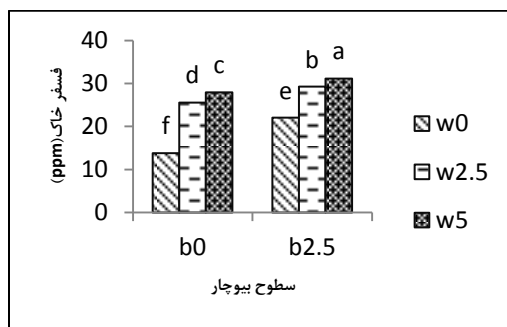
شکل ۱- مقایسه نیتروژن خاک در اثر افزودن بیوچار و ضایعات

تأثیر ضایعات، بیوچار و پتاسیم بر میزان فسفر خاک

نتایج حاصل از افزودن ضایعات به خاک نشان داد که تیمار w5 بیشترین تاثیر را در افزایش فسفر خاک داشته (۶۴ درصد) و بعد از آن تیمار w2.5 هم با تیمار شاهد تفاوت معنی داری داشته و باعث افزایش ۵۳



درصدی فسفر خاک گردیده است. بیوچار نیز باتوجه به مقداری فسفر که در آن اندازه گیری شد، باعث افزایش ۲۲ درصدی در فسفر خاک گردید. با اضافه کردن این دو ماده، افزایش صعودی در میزان فسفر خاک مشاهده شد (شکل ۲). چرا که بیوچار به دلیل داشتن سطوح تبادل زیادی می تواند منجر به افزایش نگهداری عناصر غذایی در خاک شود و چنانچه به صورت ترکیب با یک کود آلی استفاده شود، کارایی استفاده از عناصر غذایی در خاک را افزایش می دهد. همانطور که در شکل هم پیداست، با افزایش سطح ضایعات و بیوچار، میزان فسفر خاک افزایش یافته است بطوریکه تاثیر سطح حداکثر ضایعات و سطح حداکثر بیوچار (w5b2.5)، بیشترین افزایش فسفر (۱۲۶ درصد) را در خاک داشته اند. مطالعات زیادی نشان داده اند که مواد آلی و ترکیبات حاصل از تجزیه مواد آلی می توانند تثبیت فسفر در خاک ها را کاهش دهند. لیسکی و لمب (۲۰۰۳) دلیل این تفاوت را اسیدهای آلی آزاد شده از مواد آلی عنوان کرده اند، که مانع جذب سطحی فسفر در خاک شده و موجب افزایش جذب آن توسط گیاه می گردند. برخی محققین نیز عنوان کرده اند که مواد آلی، فسفر قابل دسترس گیاهان را افزایش می دهد (بار و بلاک، ۱۹۹۲؛ خان و چنر، ۱۹۷۲). همانطور که اشاره شد بسیاری از تحقیقات دلالت بر افزایش قابلیت جذب فسفر در حضور مواد آلی دارند. تولید اسید کربنیک از گاز کربنیک تولید شده طی تجزیه مواد آلی در خاک و آب موجود، تشکیل ترکیبات فسفر هومیک که با سهولت بیشتر جذب گیاه می شوند، جایگزینی یون هومات به جای فسفات های جذب سطحی شده و آزادسازی یون فسفات، رقابت ترکیبات آلی با یون فسفات برای مکان های جذبی بر سطح ذرات کربنات کلسیم و پوشیده شدن سطوح رس ها و ذرات اکسیدهای آهن و آلومینیوم توسط مواد آلی که ظرفیت جذب فسفات را کاهش می دهد، برخی از دلایل احتمالی این امر ذکر شده اند (ملکوئی، ۱۳۷۳). پتاسیم هم تاثیری بر فسفر خاک نداشت.

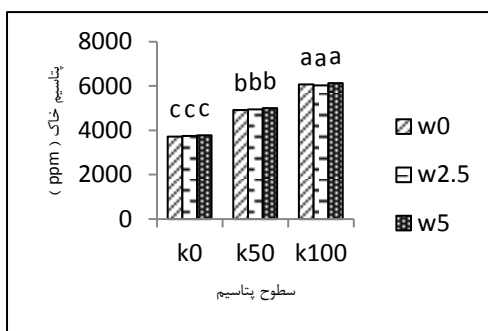


شکل ۲- مقایسه فسفر خاک در اثر افزودن بیوچار و ضایعات

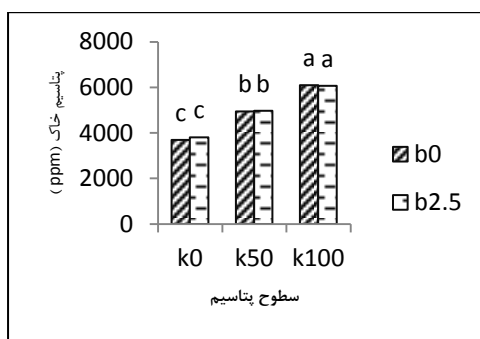
تاثیر تیمارها بر میزان پتاسیم خاک

نتایج حاصل از افزودن پتاسیم به خاک نشان داد که تیمار حداکثر پتاسیم (k100) باعث افزایش ۶۲ درصدی پتاسیم خاک شد و بعد از آن تیمار k50 هم ۳۲ درصد افزایش نسبت به شاهد نشان داد. استفاده توأم ضایعات و پتاسیم باعث ایجاد تفاوت معنی دار تیمارها با شاهد گردید که بیشترین سطح مربوط به تیمارهای حداکثر پتاسیم به همراه سه سطح ضایعات بود که البته ضایعات به دلیل میزان کم پتاسیم آن، تاثیر معنی داری نداشته و هر سه سطح آن در کنار سطح حداکثر پتاسیم افزایش میانگین ۶۲ درصد ایجاد کردند (شکل ۳). در مورد سطوح دیگر هم همین روند تکرار شد. بدین ترتیب می توان گفت ضایعات نقشی در افزایش پتاسیم خاک نداشته و پتاسیم در سطح حداکثر (k100) بیشترین تاثیر را داشته است. افزودن توأم پتاسیم و بیوچار باعث ایجاد تفاوت معنی داری

در پتاسیم خاک نسبت به تیمار شاهد شد(شکل ۴). که بیشترین افزایش مربوط به تیمار حداکثر پتاسیم به همراه هردو سطح بیوجار (b0k100 , b2.5k100) بود (۶۴ درصد). بیوجار به دلیل میزان کم پتاسیم آن، تاثیر چندانی در تیمارها ایجاد نکرد و این تفاوت مربوط به تیمار پتاسیم بوده است.



شکل ۳- مقایسه پتاسیم خاک در اثر افزودن پتاسیم و ضایعات



شکل ۴- مقایسه پتاسیم خاک در اثر افزودن بیوجار و پتاسیم

منابع

- صدقیانی، م. و سپهر، ا. ۱۳۹۰. تاثیر کاربرد لجن فاضلاب و کودهای دامی در معدنی شدن نیتروژن و خصوصیات رایزوسفری گیاهان ذرت و آفتابگردان. آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵ (۲): ۳۲۷-۳۳۷

- ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاک های مناطق خشک (مشکلات و راه حل ها) انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

- Baure, A. and. Black, A.L. 1992. Organic carbon effects on available water. Soil Science Society of America Journal, 56: 248-254.
- Cooperband, L. Wisconsin, M. 2002. Building Soil Organic Matter with Organic Amendments. Center for Integrated Agricultural Systems (CIAS), College of Agricultural and Life Sciences, University of Wisconsin-Madison. Pp. 1-13.
- Kanagaraj, J. Velapan, K. C. Chandra Babu, N. K. Sadulla, S. 2006. Solid Wastes Generation in the Leather Industry and Its Utilization for Cleaner Environment. J. of scientific and industrial research. 65: 541-548.



- Khan, S.V. and Schnitzer, M. 1972. Permanganate oxidation of humic acids, fulvic acids, and humans, Extracted Ah horizons of black chernozem and black solonchok and black solonchok soil. Can. Journal Soil Science, 52(1):43-57.
- Laboski, C.A.M. and Lamb, J.A. 2003. Changes in soil test phosphorus concentration after application of manure or fertilizer. Soil Society of America Journal, 67: 554.
- Loecke, T.D., Liebman, M., Cambardella, C.A., Richard, T.L. 2004. Corn response to composting and time of application of solid swine manure. Agronomica Journal, 96: 214- 223.
- Ozgunay, H., Colak, S., Mutlu, M.M., and Akyuz, F. 2007. Characterization of Leather Industry Wastes. J.of Environ. Stud. 16(6): 867-873.
- Page, A.L., R.H. and Keeney, D.R. 1982. Methods of soil analysis, part2, chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soil. USDA. Agriculture. Hand Book. No. 60.
- Taylor, M.M., Cabeza, L.F., Dimaio, G.L., Brown, E.M., Marmer, W.N., Carrio, R., Celma, P.J., and Cot, J. 1998. Processing of Leather Waste: Pilot Scale Studies on Chrome Shavings. Part I. Isolation and Characterization of Protein Products and Separation of Chrome Cake. JALCA. 93 (3): 61.



بررسی اثر کشاورزی متداول در مقایسه با کشاورزی پایدار بر روی نفوذ پذیری خاک

محمد مهرعلیان*^۱، مریم داغستانی^۲، مهدی طاهری^۳

۱- *دانشگاه آزاداسلامی، واحد ابهر، گروه مدیریت کشاورزی، ابهر، ایران

۲- دانشگاه آزاداسلامی، واحد ابهر، گروه مدیریت کشاورزی، استاریار،، ایران

۳- دانشگاه آزاداسلامی، واحد ابهر، گروه مدیریت کشاورزی، استاریار، مدرس، ایران

Email: mohammad.agri@yahoo.com

مقدمه

نفوذ پذیری خاک و تغییرات آن نسبت به زمان، بستگی به رطوبت اولیه، بافت، ساختمان و یکنواختی پروفیل (تسلسل لایه بندی) خاک دارد. نفوذپذیری خاک در ابتدا که خاک نسبتاً خشک می باشد زیاد است. اما میزان آن به تدریج و به طور یکنواخت کاهش پیدا می کند تا به میزان ثابتی که ظرفیت نهایی نفوذ پذیری یا هدایت هیدرولیکی اشباع خاک نامیده می شود، برسد (هارست و برگس، ۱۹۶۷). فاکتور تعیین کننده نفوذ آب در خاک عموماً وزن مخصوص ظاهری خاک است. افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک سبب کاهش جریان آب در خاک شده و افزایش میزان بقایای گیاهی معمولاً کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک را به دنبال دارد (جنکینسون، ۱۹۶۵؛ بلک، ۱۹۷۳) (بیگال و آلماراس، ۱۹۸۶). لایون و همکاران (۱۹۹۹) بیان کردند که شخم و کشت کار از طریق تخریب ساختمان خاک موجب کاهش نفوذ آب به خاک و افزایش فرسایش و کاهش توانایی نگهداری آب و خاک می گردد. بیورول و همکاران (۲۰۰۳) در آزمایش های خود دریافتند که نفوذپذیری خاک- های شخم خورده در مقایسه با خاک های بدون شخم بیشتر است، اگر چه چنین اختلافی ممکن است کوتاه مدت باشد. اسکندری (۱۳۷۴) به مطالعه نفوذپذیری در استان اصفهان به این نتیجه رسید که تردد ماشین الات باعث فشردگی خاک و کاهش نفوذپذیری آن می شود. خسرو شاهی و قوامی (۱۳۷۳) در تحقیقی در یافتند که مدیریت های نادرست در مراتع سبب کوبیدگی خاک، کاهش تخلخل و نفوذپذیری خاک و افزایش رواناب می- شود. متین (۱۳۸۲) در بررسی میزان فرسایش در اراضی دیم، آیش و مرتع تخریب شده در استان اصفهان به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطح پوشش گیاهی چه از طریق کنترل چرا و چه از طریق احیای مراتع و تبدیل اراضی کم بارزه دیم به مرتع موجب کاهش میزان رواناب شده است. دلیل آن را می توان بهبود ساختمان خاک و در نتیجه افزایش نفوذپذیری دانست نتایج دیون و همکاران (۲۰۱۱) در مراتع کنیا نشان داد که تردد ماشین الات بعد از آبیاری و یا در اوایل فصل فصل بهار به شدت موجب تخریب خاک و افزایش فشردگی خاک و در نتیجه کاهش نفوذ گردیده است. علاوه بر این موجب کاهش رشد جوانه ها و در نتیجه کاهش عملکرد می شود. هدف از این مطالعه بررسی اثر کشاورزی متداول در مقایسه با کشاورزی پایدار بر روی نفوذ پذیری خاک می باشد.

مواد و روش ها

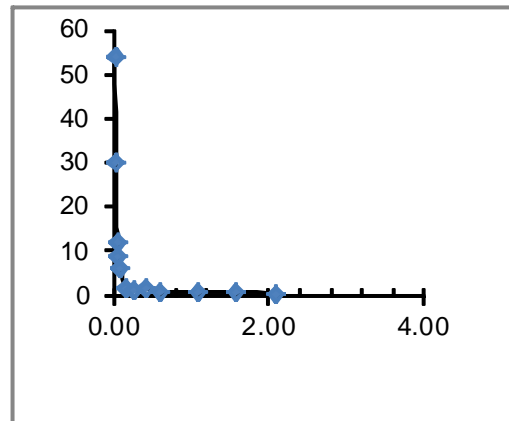
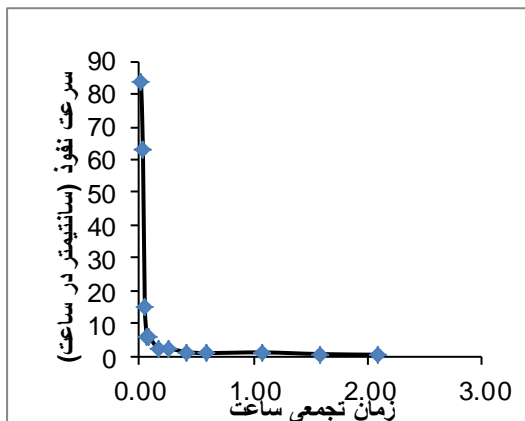
محل اجرای این تحقیق در مجتمع کشاورزی و دامپروری آقای مافی در اراضی استان قزوین واقع در مسیر روستای نجف آباد است. در این تحقیق یک قطعه ۶ هکتاری که در تابستان ۱۳۹۱ زیر کشت ذرت قرار گرفته که از سال ۱۳۸۵ با رعایت اصول کشاورزی پایدار کشت و کار گردیده است. در کنار همین زمین یک قطعه ۶



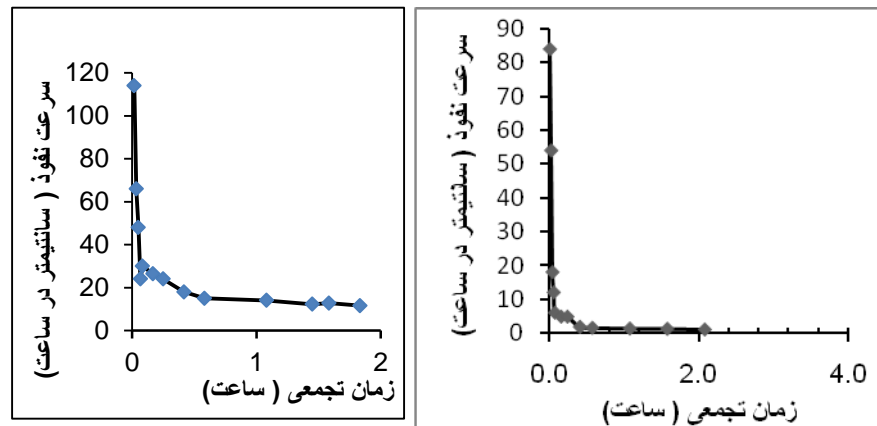
هکتاری زمین کشاورزی اجاره ای می باشد که در آن کشت کار به روش متداول انجام می گیرد و در تابستان ۱۳۹۱ زیر کشت ذرت قرار گرفته است مورد مطالعه قرار گرفت. در هر مزرعه در سه نقطه آزمایش نفوذ آب به خاک با استفاده از استوانه مضاعف به روش بار افتان، با ۳ تکرار در هر نقطه در تابستان ۱۳۹۱ انجام گرفت (کلوت^۱ و دیرکسن^۲، ۱۹۸۶). نفوذتجمعی آب به خاک در زمانهای ۱۲۵، ۹۵، ۶۵، ۳۵، ۲۵، ۱۵، ۱۰، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱ دقیقه قرائت شد. سرعت نفوذ از نسبت عمق (ارتفاع) آب نفوذ یافته در واحد زمان بر حسب سانتی متر بر ساعت بدست آمد. در پایان دوره نفوذ زمانی که ارتفاع نفوذ آب به خاک به یک دهم ارتفاع قبلی کاهش یافت در این زمان میزان نفوذپذیری خاک تقریباً ثابت فرض شده است و آزمایش پایان گرفت. نفوذپذیری به روش بار ثابت انجام شد. ارتفاع آب در استوانه بزرگ در تمام طول آزمایش تا حد امکان هم ارتفاع با آب موجود در استوانه کوچک نگه داشته شد. جهت اندازه گیری بافت خاک در عماق ۰-۵، ۵-۲۵، ۲۵-۴۵، ۴۵-۶۵ از آگر استفاده شد و تعداد نمونه ها برای هر مزرعه ۱۰ نمونه در نظر گرفته شده که بصورت کاملاً تصادفی انتخاب شده است.

نتایج و بحث

نتایج بررسی میزان نفوذپذیری نشان می دهد که میانگین، کمترین و بیشترین میزان نفوذپذیری در کشاورزی پایدار به ترتیب برابر ۴/۳۳، ۰/۵ و ۱۱/۹۴ سانتیمتر در ساعت بود. متوسط نفوذپذیری اولیه (۵ دقیقه اول) ۱۴ سانتیمتر در ساعت بود. شکل ۱ تا ۳ - میانگین سرعت نفوذ آب به خاک در زراعت با مدیریت پایدار را نشان می- دهند. میانگین درصد رطوبت اولیه در کشاورزی پایدار ۱۷/۴ درصد بود.

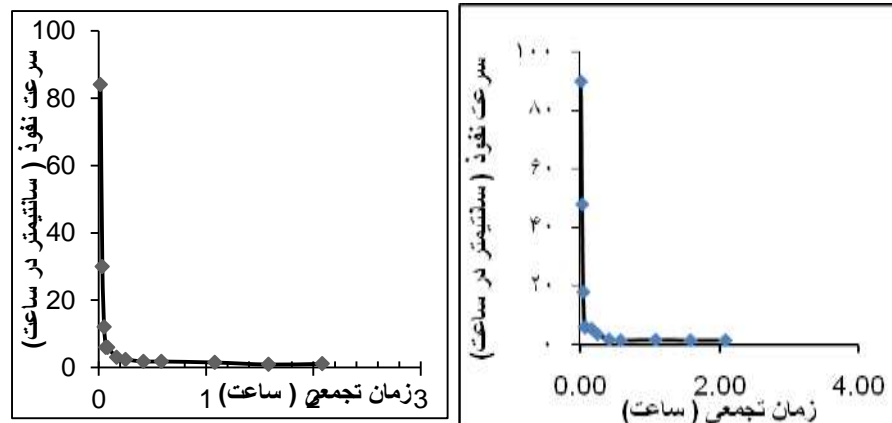


شکل شماره ۱ - میانگین سرعت نفوذ آب به خاک در پایگاه اول شکل شماره ۲ میانگین سرعت نفوذ آب به خاک در پایگاه دوم



شکل شماره ۴- میانگین سرعت نفوذ آب به خاک در پایگاه سوم شکل شماره ۳- میانگین سرعت نفوذ آب به خاک در پایگاه سوم

میانگین، کمترین و بیشترین میزان نفوذپذیری در کشاورزی متداول به ترتیب برابر ۱/۴۶، ۱/۱ و ۱/۸ سانتیمتر در ساعت بود. متوسط نفوذپذیری اولیه (۵ دقیقه اول) ۶ سانتیمتر در ساعت بود. شکل ۴ تا ۶- میانگین سرعت نفوذ آب به خاک کشاورزی متداول را نشان می‌دهند. میانگین درصد رطوبت اولیه در کشاورزی متداول ۱۶/۱۲ درصد بود.



شکل شماره ۵ - میانگین سرعت نفوذ آب به خاک در پایگاه اول شکل شماره ۶ - میانگین سرعت نفوذ آب به خاک در پایگاه دوم

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کشاورزی پایدار پنج سال زمین تاثیر معنی داری بر نفوذپذیری نداشته است ولی میانگین نفوذ آب به خاک در کشاورزی پایدار نسبت به کشاورزی متداول افزایش داشت. هر چند این افزایش معنی دار نشد.

نتایج نشان داد که در مزرعه با کشاورزی پایدار بین نفوذ آب به خاک و میزان شن خاک در عمق ۲۵ تا ۴۵ سانتیمتر همبستگی مثبت و معنی دار ($R^2=0.99$) در سطح یک درصد وجود دارد. همچنین بین نفوذ آب به خاک و میزان شن در عمق ۴۵ تا ۶۵ سانتی متر همبستگی مثبت و معنی دار ($R^2=0.95$) در سطح پنج درصد وجود دارد. میزان شن یکی از عوامل مهم و تاثیر گذار در نفوذ آب به خاک می باشد. همچنین نتایج نشان داد که بین نفوذ پذیری آب به خاک و درصد شن در کشاورزی متداول هیچ گونه همبستگی مشاهده نشد. نتایج نشان داد که بین درصد رس و میزان نفوذ آب به خاک در کشاورزی پایدار در عمق صفر تا ۵ سانتی متر همبستگی منفی و معنی دار ($R^2=0.99$) در سطح یک درصد وجود دارد. این عامل یکی از عوامل منفی و



تأثیر گذار در مدیریت آب و آبیاری این مزرعه می باشد. چرا که چون عمق اول ۵ سانتی متر دارای میزان رس بالا است این عامل با توجه به ضریب آبگذری کم رس مانع عمده در نفوذ آب به خاک خواهد شد و در نتیجه در آبیاری اتلاف آب در این مزرعه بیشتر خواهد بود. همچنین در صورت نبود ساختمان پایدار این لایه تشکیل سله می دهد و مانع از سبز شدن بذرها می گردد. همچنین نتایج نشان داد که بین نفوذ آب به خاک و میزان رس در عمق ۴۵ تا ۶۵ سانتی متر همبستگی منفی و معنی دار ($R^2=0.95$) در سطح پنج درصد وجود دارد. این عامل نیز در مدیریت زمین باید با افزایش ماده آلی بصورت کشت گیاهان با ریشه عمیق بهبود یابد. نتایج نشان داد که بین میزان نفوذ آب به خاک با میزان سیلت و رس در کشاورزی پایدار هیچگونه همبستگی مشاهده نگردید. شفیق و همکاران (۱۹۸۳) تغییرات نفوذ را در چند نمونه خاک (لومی - رسی) و در دو نوع محصول (یکساله و چند ساله) در دو مزرعه با مدیریت پایدار و نا پایدار را در منطقه کارادوی امریکا بررسی کرده و تغییرات معنی داری را بین دو آبیاری و طول فصل رشد و خصوصیات بافت خاک بر روی میزان نفوذ گزارش کردند. همچنین نتایج همبستگی بین نفوذ آب به خاک در کشاورزی پایدار با جرم مخصوص ظاهری نشان داد که بین نفوذ آب و جرم مخصوص ظاهری در عمق ۵ تا ۲۵ سانتی متر همبستگی منفی و معنی دار ($R^2=0.99$) در سطح یک درصد وجود دارد. این امر با توجه به قرار گرفتن در عمق شخم نشان دهنده مدت زمان کم اجرای کشاورزی پایدار در این مزرعه می باشد و یا اینکه این نتیجه نشان دهند تردد بیش از حد ماشین الات کشاورزی در زمانهای که مزرعه دارای رطوبت زیاد بوده و یا در زمانیکه بسیار خشک بوده را نشان می دهد. همچنین بین نفوذ آب و جرم مخصوص ظاهری در عمق ۴۵ تا ۶۵ سانتی متر همبستگی منفی و معنی دار ($R^2=0.95$) در سطح پنج درصد وجود دارد.

منابع

- ۱- مقاله مندرج در مجله های علمی خسرو شاهی، م. و ش. قوامی. ۱۳۷۳. هشدار، انتشارات معاونت آموزش و ترویج سازمان جنگلها و مراتع کشور. صفحه های ۵۱ تا ۴۵.

Black A.L. 1973. Soil property changes associated with crop residue management in a wheat fallow rotation. Soil Science Society of America Journal, 37:943-946.

Dunne T, Western D, and Dietrich WE, 2011. Effects of cattle trampling on vegetation, infiltration, and erosion in a tropical rangeland. Journal of Arid Environments 75: 58-69.

Klute A, and Dirksen C, 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods .In: A. Klute (ed). Method of soil analysis, Part 1. Agronomy 9 Soil Science Society of America .687-734. Madison. W.I. pp

Klute, A. and C. Dirksen. 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods .In: A. Klute (ed). Method of soil analysis, Part 1. Agronomy 9 Soil Science .Society of America Madison. W.I. pp, 687-734

- ۲- مقاله مندرج در مجموعه مقالات همایش ها

اسکندری، ذ. ۱۳۷۴. تأثیر چرای بی رویه دام بر خصوصیات فیزیکی خاک و مراتع بیلاقی در استان اصفهان. صفحه های ۳۲۵ تا ۳۲۹. سمینار ملی فرسایش و رسوب.

متین، م. ۱۳۸۲. بررسی میزان فرسایش در اراضی دیم، و آیش و مراتع تخریب شده از خاکهای غرب و جنوب اصفهان. صفحه های ۹۰۲-۹۰۸. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه رشت



۳- کتاب

- Hurst H.M. and Berges N.A. 1967. Lignin and humic acids. In: A.D. McLaren and G.H. Peterson (Eds), Soil Biochemistry. Marcel Dekker, New York, USA, pp. 260-286.
- Jones, J. N., J. J. E. Moody, and J. H. Lillard. 1969. Effect of tillage no tillage and mulch on soil water and plant growth. Agron. J. 79:719-721
- Layon T L, Buckman H O, and Brady N C, 1999. The Nature and Properties of soil . 12th ed. Mac Millan CO., New York.



اثر کاربری اراضی بر پایداری خاکدانه‌ها در بعضی از اراضی استان خوزستان

زهرا قربانی^۱، سیروس جعفری^۲، بیژن خلیل مقدم^۲، حبیب اله نادیان^۳

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه رامین خوزستان، ۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه رامین خوزستان، ۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه رامین خوزستان

مقدمه

به دلیل رشد روز افزون جمعیت و عدم امکان گسترش سطح زیر کشت اراضی کشاورزی، نیاز شدیدی به استفاده بهینه از اراضی موجود احساس می‌گردد. نوع کاربری و نحوه مدیریت اراضی، فرآیند خاکدانه‌سازی خاک و پایداری خاکدانه‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. تحقیقات بسیاری در زمینه تغییر کاربری اراضی مرتع و جنگل به کشاورزی انجام گردیده است (ذوالفقاری و حاج‌عباسی، ۱۳۸۶، عمادی و همکاران، ۲۰۰۸). تبدیل بوم‌نظام‌های طبیعی به کشاورزی به ویژه در اقلیم‌های مناطق معتدله و استوایی، تأثیر منفی بر کیفیت خاک دارد. اما تحقیقات انجام گرفته در مورد خاک‌های بیابانی، زمین‌های کشاورزی کم‌بازده و اراضی حاشیه‌ای محدود می‌باشد (حاج‌عباسی و فلاح‌زاده، ۲۰۱۰). در مناطق خشک با بارندگی کم، اراضی بایر به دلیل داشتن رطوبت کم، شوری بالا و مواد آلی بسیار کم، دارای ساختمان ضعیفی هستند و هرگونه فعالیتی به بهبود کیفیت خاک کمک می‌نماید.

یکی از روش‌های کاربردی تخمین فرسایش‌پذیری خاک استفاده از ویژگی‌هایی از خاک است که به آسانی اندازه‌گیری می‌شوند و همبستگی قوی با فرسایش‌پذیری خاک دارند. از میانگین وزنی قطر ذرات (MWD) می‌توان به عنوان شاخصی جهت نشان دادن حساسیت خاک‌ها به فرسایش استفاده نمود. همچنین اندازه و پایداری خاکدانه‌ها، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از این رو مطالعه ماهیت خاکدانه‌های خاک به عنوان وسیله‌ای برای ارزیابی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی خاک در نظر گرفته می‌شود (رحیمی و همکاران، ۲۰۰۰). بنابراین هدف اصلی این پژوهش بررسی خصوصیات مختلف فیزیکوشیمیایی خاک و تأثیر نوع کاربری اراضی بر پایداری خاکدانه‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی از نوع مشاهده‌ای در سال ۱۳۸۹ انجام گردید. برای این منظور از اراضی شهرستان‌های استان خوزستان شامل آبادان، شوشتر، هفت‌تپه، اراضی غرب رودخانه کارون (از جنوب اهواز)، اراضی شرق رودخانه کارون (از جنوب اهواز)، ایذه، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان به دلیل داشتن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی متفاوت و تحت سه کاربری متفاوت بایر، نیشکر و تناوب زراعی نمونه‌برداری گردید. در نهایت ۵۶ نمونه خاک دست‌نخورده از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری جمع‌آوری گردید. پایداری خاکدانه‌ها برحسب میانگین وزنی قطر ذرات (MWD) به صورت زیر محاسبه شد (مارکوئز و همکاران، ۲۰۰۴):

$$MWD = \sum xi wi \quad [1]$$

که در آن MWD میانگین وزنی قطر ذرات (میلی‌متر)، xi میانگین قطر خاکدانه‌های باقیمانده بر روی هر الک (میلی‌متر)، wi وزن خشک خاکدانه‌ها در هر الک به وزن کل خاک می‌باشد.



تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از رگرسیون خطی چندمتغیره به روش گام به گام و با نرم‌افزار SPSS/ver. 16 انجام گردید. در این تحلیل ویژگی‌های عمومی خاک به عنوان متغیرهای مستقل و پارامتر میانگین وزنی قطر خاکدانه به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

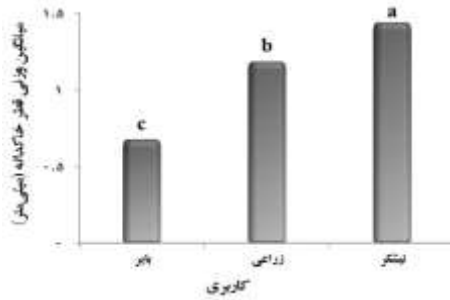
بسیاری از ویژگی‌های مورد مطالعه با MWD در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین همبستگی بین صفات مورد مطالعه با MWD، مربوط به کربن آلی (ضریب همبستگی $+0/90$) می‌باشد. CEC نیز با میانگین وزنی قطر خاکدانه همبستگی مثبت و میزان سدیم محلول، SAR، ESP، درصد سیلت و درصد گچ همبستگی منفی نشان دادند. تجزیه واریانس اثر کاربری بر MWD در جدول ۱ ارائه گردیده است.

جدول ۱ تجزیه واریانس میانگین وزنی قطر خاکدانه (میلی‌متر) در کاربری‌های مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F
کاربری	۲	۴/۷۹	۲/۳۹۶	۱۰۶/۹۰۸*
خطا	۵۳	۱/۱۸	۰/۰۲۲	
ضریب تغییرات	-	۰/۳۵۷		

* = معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد = معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ^{ns} = غیرمعنی‌دار

کمترین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در آبادان ($0/47$ میلی‌متر) می‌باشد که دلالت بر محدودیت شدید در پایداری خاکدانه‌ها دارد که علت ناپایداری خاکدانه‌ها تجمع زیاد سدیم و بالطبع افزایش نسبت جذب سدیم و همچنین کمبود ماده آلی می‌باشد. بدلیل سدیم زیاد، در صورت افزایش ماده آلی در این اراضی، امکان اصلاح خاک وجود ندارد، بنابراین لازم است ابتدا اصلاح شیمیایی و جایگزینی کاتیون‌های دو ظرفیتی نظیر کلسیم با سدیم صورت گیرد و سپس به افزایش ماده آلی روی آورد و به عبارت دیگر به مدیریت از طریق اصلاح پوشش گیاهی پرداخت. بیشترین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در اراضی نیشکر منطقه هفت‌تپه ($1/5$ میلی‌متر) بود که بیانگر افزایش ماده آلی و کاهش سدیم نسبت به اراضی آبادان می‌باشد (شکل ۱). در اراضی نیشکر منطقه هفت‌تپه به دلیل فراهم بودن عوامل مؤثر در ایجاد خاکدانه، خاکدانه‌ها از پایداری بیشتری برخوردار بوده‌اند ولی به دلیل کشت طولانی‌مدت تک‌محصولی و استفاده از ادوات و ماشین‌آلات سنگین کشاورزی، وزن مخصوص ظاهری خاک‌های این اراضی بالا بود که نشان‌دهنده مشکل تراکم خاک و مستعد بودن این اراضی به فرسایش‌پذیری در آینده نزدیک می‌باشد.



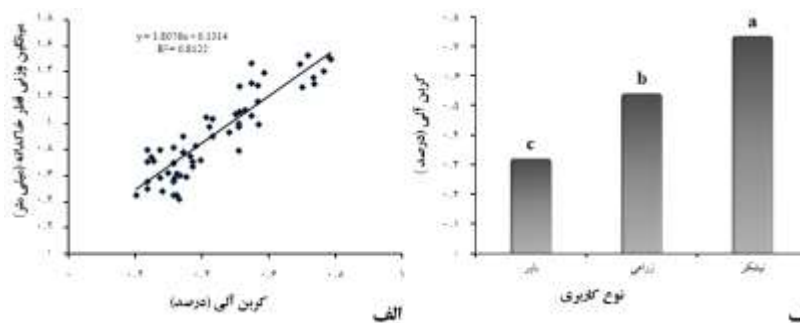
شکل ۱- مقایسه میانگین وزنی قطر خاکدانه در کاربری‌های مختلف

با استفاده از تحلیل رگرسیون به روش گام به گام برای خاک‌های مورد پژوهش در استان خوزستان معادله‌ی زیر برای تعیین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به دست آمد:

$$MWD (mm) = 0.502 + 0.536 (\% OC) - 0.413 (ESP) + 0.102 (CEC) \quad R^2 = 0.89 \quad [-]$$

این معادله نشان می‌دهد که مهم‌ترین عامل اثرگذار بر MWD در این نمونه‌ها، ماده آلی می‌باشد. همچنین ضریب تبیین معادله ($R^2=0.89$) نشان می‌دهد که ۸۹ درصد تغییرات MWD در اثر این سه متغیر (درصد کربن آلی، درصد سدیم تبادلی و ظرفیت تبادل کاتیونی) بوده است.

همبستگی بسیار بالایی (ضریب همبستگی پیرسون $r=0.90$ در سطح یک درصد) بین میزان کربن آلی و MWD وجود داشت که نشان می‌دهد کربن آلی بیش‌ترین نقش را در پایداری خاکدانه‌ها ایفا می‌نماید. این نتیجه با نتایج بسیاری از دانشمندان از جمله خزائی و همکاران (۱۳۸۷) و اون‌ورمادو و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. همچنین همبستگی متقابل متغیرها نشان می‌دهد که در کاربری‌های مختلف، تغییرات MWD به طور عمده، متأثر از مقدار کربن آلی است. شکل ۲(الف) رابطه افزایش خطی بین MWD با افزایش سطوح کربن آلی خاک را نشان می‌دهد. این نتیجه با نتایج تاجیک (۱۳۸۳) و کارپنتر و چانگ (۲۰۱۰) مطابقت دارد.



شکل ۲- الف: رابطه میانگین وزنی قطر خاکدانه و کربن آلی خاک (رگرسیون خطی یک متغیره)، ب: مقایسه میانگین کربن آلی در کاربری‌های مختلف

انجام عملیات کشت و کار و خاک‌ورزی پس از تغییر کاربری اراضی بایر و تبدیل به اراضی تحت کشت نیشکر، میانگین مقدار کربن آلی از ۰/۳۱ درصد در اراضی بایر به ۰/۷۴ درصد در اراضی تحت کشت نیشکر تغییر یافت



(شکل ۲، ب). اگرچه مقدار کربن آلی در اراضی تحت کشت نیشکر نسبت به بقیه کاربری‌ها بیش تر بوده است، اما بسیار کم تر از حد استاندارد می‌باشد. علت آن، سوزاندن بقایای نیشکر پس از برداشت می‌باشد که موجب کاهش ماده آلی خاک، از بین رفتن موجودات خاکزی و در نهایت کاهش پایداری ساختمان خاک می‌شود. البته باید ذکر نمود که در این پژوهش، مقدار کربن آلی در اراضی کشت نیشکر نسبت به سایر کاربری‌ها بیش تر بوده است. ساقه‌های نسوخته، بقایای گلش نسوخته و ریشه‌ها می‌تواند منبع مهمی از مواد آلی افزوده شده به خاک باشد. چنین نتایجی توسط جعفری و همکاران (۱۳۸۴) نیز ارائه گردیده است.

با توجه به پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که مقدار پایداری خاکدانه‌ها بیش از نوع مدیریت کشت، متأثر از مقدار مواد آلی می‌باشد، بنابراین لازم است که برای اصلاح اراضی علاوه بر آبسویی اراضی، مواد آلی و یا کودهای حیوانی به خاک اضافه شود تا علاوه بر اصلاح شیمیایی، اصلاح بیولوژیکی و فیزیکی نیز در خاک به صورت هم‌زمان صورت گیرد. همچنین می‌توان جهت افزایش ماده آلی خاک و در نتیجه افزایش پایداری خاکدانه‌ها، مدیریت صحیح بقایای گیاهی را توصیه نمود.

منابع

- ۱- تاجیک ف.، ۱۳۸۳. ارزیابی پایداری خاکدانه‌ها در برخی مناطق ایران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۸، شماره ۱. صفحه‌های ۱۰۷ تا ۱۲۲.
- ۲- جعفری س.، باقرنژاد م. و چرم م.، ۱۳۸۴. ارزیابی برخی از تغییرات خصوصیات فیزیکوشیمیایی اراضی زراعی (تحت کشت نیشکر و تناوبی) و بکر منطقه هفت‌تپه خوزستان. مجله علمی کشاورزی، جلد ۲۲، شماره ۱. صفحه‌های ۱۶۵ تا ۱۸۱.
- ۳- خزائی ع.، مصدقی م. ر. و محبوبی ع. ا.، ۱۳۸۷. تاثیر شرایط آزمایش، مقدار ماده آلی، رس و کربنات کلسیم خاک بر میانگین وزنی قطر و مقاومت کششی خاکدانه‌ها در برخی از خاک‌های استان همدان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۱، شماره ۴۴. صفحه‌های ۱۲۳ تا ۱۳۴.
- ۴- ذوالفقاری ع. ا. و حاج‌عباسی م. ع.، ۱۳۸۷. تاثیر تغییر کاربری اراضی بر برخی از خصوصیات فیزیکی و آگریزی خاک در مراتع فریدون شهر و جنگل‌های لردگان. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۲، شماره ۲. صفحه‌های ۲۵۱ تا ۲۶۲.
- 5- Carpenter DR and Chong GW. 2010. Patterns in the aggregate stability of Mancos Shale derived soils. CATENA. 80: 65-73.
- 6- Emadi M, Emadi M, Baghernejad M, Fathi H and Saffari M. 2008. Effect of Land Use Change on selected soil physical and chemical properties in North Highlands of Iran. Journal of Applied Sciences. 8: 496-502.
- 7- Hajabbasi MA and Fallahzade J. 2010. Aggregation, carbohydrate, total and particulate organic carbon changes by cultivation of an arid soil in Central Iran. P1-4, 19th World Congress of Soil Science, Australia.
- 8- Marquez CO, Garcia VJ, Cambardella CA, Schultz RC and Isenhardt TM. 2004. Aggregate-Size Stability Distribution and Soil Stability. Soil Sci. Soc. Am. J. 68:725-735.
- 9- Onweremadu E, Izuogu O and Akamigbo F. 2010. Aggregation and Pedogenesis of Seasonally Inundated Soils of a Tropical Watershed. Chiang Mai J. Sci. 37: 74-84.
- 10- Rahimi H, Pazira E and Tajik F. 2000. Effect of soil organic matter, electrical conductivity and sodium adsorption ratio on tensile strength of aggregates. Soil & Tillage Research. 54: 145-153.



ارزیابی تغییرپذیری مکانی و زمانی شوری خاک در دشت ارسنجان

علی داد کرمی^۱ و ساناز بصیرت^۲

۱- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، alidad_karami@yahoo.com

۲- مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز

مقدمه

بررسی تغییرات مکانی شوری و دیگر ویژگی‌های خاک و نشان دادن کمی مقدار آنها در پهنه وسیع، امکان برنامه‌ریزی بهتر را برای بهره‌برداران و مدیران مهیا می‌کند. شوری خاک یکی از مهمترین محدودیت کشاورزی پایدار است، ولی اطلاعات دقیق از تغییرات آن به سختی به دست می‌آید (Lobella و همکاران، ۲۰۰۷). شناخت کیفیت خاک برای مدیریت منابع خاک و تولید پایدار ضروری است (Corwin و همکاران، ۲۰۰۶).

در نواحی خشک اغلب خاک‌ها دارای مقدار زیادی نمک و سدیم هستند که بر روی خاکدانه‌سازی و ساختمان خاک تاثیر می‌گذارند (Ardahanlioglu و همکاران، ۲۰۰۳). انواع مختلف اطلاعات زمانی و مکانی استنتاج شده از ارزیابی شوری می‌توانند برای بهبود مدیریت مزارع کشاورزی مورد استفاده قرار گیرند (Li و همکاران، ۲۰۰۷). تغییرپذیری شوری خاک به سطح سفره آب زیرزمینی، کیفیت آب آبیاری و اختلافات بافت وابسته است و ارزیابی تغییرپذیری مکانی شوری و سدیمی خاک نقش مهمی در مدیریت ویژه مکانی دارد (Kilic و Kilic، ۲۰۰۷). همبستگی معنی‌داری بین بافت خاک و مقدار نمک و رطوبت خاک در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک وجود داشته است (Zhou و همکاران، ۲۰۱۰).

در آنالیز ناهمگونی و تغییرپذیری مکانی هدایت آبی اشباع و شوری خاک، تخمین با روش کوکریجینگ بر کربجینگ ارجحیت داشته است (Volkan Bilgili و همکاران، ۲۰۰۸). سفر قابل دسترس، مقدار رس و ماده آلی ساختار مکانی قوی داشته ولی تغییرپذیری pH خاک، ساختار مکانی متوسط داشته است (Nayanaka و همکاران، ۲۰۱۰).

بیان کمی تغییرپذیری ویژگی‌های خاک در راستای مدیریت و بهره‌برداری بهینه الزامی است. بنابراین اهداف پژوهش حاضر ارزیابی و تحلیل ساختار مکانی شوری خاک و بررسی تغییرپذیری مکانی و زمانی شوری خاک، به عنوان یکی از جنبه‌های مهم تخریب خاک، مقایسه روش‌های مختلف زمین‌آماري در برآورد شوری و ویژگی‌های مرتبط خاک و تهیه نقشه پراکنش مکانی آنها بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دشت ارسنجان به مساحت تقریبی ۵۰۰۰ هکتار انجام گردید. پارامترهای شوری، اسیدیته، سدیم، پتاسیم، کربن آلی و توزیع اندازه ذرات خاک در اواسط هر فصل از عمق سطحی خاک (۳۰cm-۰) در فواصل ۵۰۰×۵۰۰ متر بر اساس روش‌های استاندارد متداول اندازه‌گیری شد.

میانگین، میانه، انحراف معیار، کمینه، بیشینه و ضریب تغییرات متغیرها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS محاسبه شد. در محیط ArcGIS و نرم‌افزار GS+ برای تعیین نیم‌تغییرنمای متغیرها و برای بررسی تغییرات مکانی و زمانی شوری خاک از روش‌های میان‌یابی زمین‌آماري شامل کربجینگ و کوکریجینگ و



میانگین متحرک وزن دار استفاده شد. برای ارزیابی روش‌های میان‌یابی از روش ارزیابی متقاطع^۱ و از آماره‌های میانگین مطلق خطاها (MAE)، میانگین اریبی خطاها (MBE)، مجذور میانگین خطاها (MSE) و میانگین خطا (ME) استفاده شد. با استفاده از ضریب همبستگی و درصد خطا روش مناسب برآورد انتخاب و با مدل مناسب و بهترین میان‌یاب، شوری و دیگر متغیرهای خاک سطحی برآورد و نقشه پراکنش مکانی مربوطه تهیه شد.

نتایج و بحث

تغییرات زیاد پارامترهای خاکی اندازه‌گیری شده، حاکی از غیریکنواختی زیاد در منطقه است. وجود همبستگی بین ویژگی‌های خاک بیانگر ارتباط بین آنهاست. هر چه عدد همبستگی‌ها بیشتر باشد، ارتباط مزبور قوی‌تر است.

جدول ۱- ضرایب همبستگی ساده بین متغیرهای خاکی اندازه‌گیری شده

	ECf	ECw	ECsp	ECsu	pHf	pHw	pHsp	pHsu	Clay	Silt	Sand	Na	K	OC
ECf	1													
ECw	.545**	1												
ECsp	.870**	.796**	1											
ECsu	.918**	.702**	.967**	1										
pHf	-.366**	-0.083	-.279**	-.305**	1									
pHw	0.111	-0.121	0.028	0.058	0.099	1								
pHsp	-0.105	-0.04	-0.085	-0.085	.725**	.621**	1							
pHsu	-0.138	0.076	-0.061	-0.071	.743**	.305**	.750**	1						
Clay	-0.04	0.038	0.008	-0.04	-0.025	.204**	0.078	-0.014	1					
Silt	0.03	-0.056	-0.003	0.028	-0.049	-.194**	-0.141	-0.057	-.605**	1				
Sand	0.001	0.032	-0.003	0.003	0.084	0.044	0.099	0.084	-.210**	-.651**	1			
Na	.696**	.261**	.543**	.633**	-.240**	.170*	-0.028	-0.063	-0.089	0.033	0.044	1		
K	.346**	0.101	.274**	.283**	-.157*	-0.039	-0.119	-0.132	-0.026	-0.006	0.032	.245**	1	
OC	-0.01	0.018	0.021	-0.018	-0.004	.179*	0.082	-0.004	.886**	-.530**	-.194**	-0.07	-0.029	1

** و * : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج در صد.

با توجه به جدول ۱، همبستگی معنی‌داری بین مقادیر ویژگی‌های خاک وجود داشت. وجود اینگونه همبستگی‌ها علاوه بر تعیین ارتباط متغیرها در مدیریت بهینه هم موثر است.

ویژگی‌های خاکی اندازه‌گیری شده در این پژوهش از همبستگی مکانی تقریباً بالایی برخوردار بودند. در بیشتر موارد ضریب تبیین بسیار بالا و مناسب و مجموع مربعات خطا بسیار پایین بود. متغیرهای خاکی با اثر قطعه‌ای پایین، دامنه تأثیر بالا، سقف (sill) مناسب از ساختار مکانی مناسبی برخوردار بودند (جدول ۲).

گرچه نیم‌تغییرنمای دوجانبه متغیرها با فاکتورهای کمکی مختلف نیز بررسی شد ولی روش کوکریجینگ بر کوکریجینگ و IDW برتری نداشت. در ارزیابی روش‌های میان‌یابی کوکریجینگ، کوکریجینگ و وزن‌دادن عکس فاصله با آماره‌های MAE ، MSE ، MBE و $RMSE$ مشخص شد که بهترین میان‌یاب برای شوری و pH در فصول مختلف، درصد رس و شن، سدیم، پتاسیم و کربن آلی روش کوکریجینگ و برای pH در زمستان و درصد سیلت بهترین میان‌یاب روش IDW بود.

نقشه پراکنش مکانی شوری خاک در پاییز و زمستان به عنوان نمونه‌ای از چگونگی پراکنش متغیرها در منطقه مورد مطالعه ارائه گردیده است (شکل ۱). اگرچه نقشه پراکنش شوری خاک در فصول مختلف تقریباً روند کلی مشابهی داشت و مقدار شوری خاک از شمال به جنوب و مخصوصاً جنوب غربی افزایش داشت ولی مقادیر شوری خاک در فصول مختلف کاملاً متفاوت بود. بدین صورت که شوری خاک در زمستان کمترین مقدار و پس از آن به ترتیب در بهار، پاییز و تابستان به مقدار آن افزوده می‌شد. در مسیر شمال به جنوب و مخصوصاً

¹ - Cross Validation



در بخش‌های جنوب غربی که با کوه فاصله دارد و به دریاچه نزدیک است به دلیل بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب و خاک، شیب هیدرولیکی آب زیرزمینی عوض شده و با آبیاری مزارع با آب با کیفیت پایین کیفیت اراضی نیز افت پیدا کرده و شوری خاک نیز افزایش یافته است (شکل ۱).

جدول ۲- مدل‌های برازش شده بر نیم‌تغییرنمای تجربی و اطلاعات زمین‌آماري متغیرها

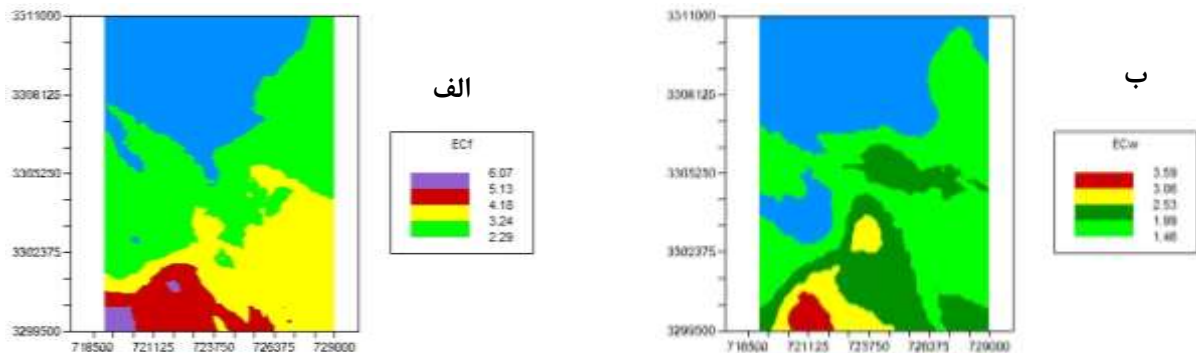
فاکتور	مدل	C_0	C_0+C	$\frac{C_0}{C_0+C}$	A_0	R^2	RSS
EC_f	نمایی	۰/۱۸۲	۰/۳۶۵	۰/۴۹۹	۵۱۱۰	۰/۹۸۵	$۶/۷ \times 10^{-۶}$
pH_f	نمایی	۰/۰۴۴	۰/۰۸۸	۰/۵	۶۱۱۰	۰/۵۴۴	$۲/۴ \times 10^{-۵}$
رس	نمایی	۱/۱۹۴	۲/۸۶۹	۰/۴۱۶	۳۲۷۴	۰/۹۲۰	$۶/۳ \times 10^{-۳}$
سیلت	گوسی	۲۰۶/۹	۴۱۳/۹	۰/۵	۵۱۱۰	۰/۹۸۲	۵/۰۲
شن	گوسی	۰/۴۹۰	۰/۹۸۱	۰/۴۹۹	۶۱۱۰	۰/۴۶۲	$۸/۵ \times 10^{-۴}$
Na	نمایی	۰/۲۸۷	۰/۵۸۴	۰/۴۹۱	۴۹۱۱	۰/۹۸۷	$۱/۷ \times 10^{-۵}$
K	نمایی	۰/۴۸۴	۰/۹۶۹	۰/۴۹۹	۶۱۱۰	۰/۷۱۸	$۱/۶ \times 10^{-۳}$
OC	کروی	۰/۰۶۳	۰/۱۲۷	۰/۴۹۶	۴۷۶۳	۱/۰۰	$۶/۳ \times 10^{-۸}$

C_0 : واریانس قطعه‌ای، C_0+C : آستانه، $\frac{C_0}{C_0+C}$: نسبت همبستگی مکانی، A_0 : دامنه تأثیر (متر)، R^2 : ضریب

تبیین و RSS: مجموع مربعات خطا.

روند کلی تغییرات اسیدیته خاک (pH) تقریباً مشابه شوری خاک بود و pH نیز در فصول مختلف تغییرات جزئی داشت. دلایل تغییرات pH خاک را می‌توان علاوه بر شرایط طبیعی حاکم بر خاک به مدیریت اعمال شده در مزارع به دلیل سیستم خرده مالکی نیز ربط داد.

مقدار رس خاک از نیمه غربی به سوی نیمه شرقی کاهش نشان داد. درصد سیلت در مرکز و شرق منطقه بیشترین مقدار را داشت. پراکنش مکانی ماده آلی خاک تقریباً مشابه پراکنش مکانی درصد رس بود. روند تغییرات سدیم و پتاسیم خاک تقریباً مشابه بود و از شمال به جنوب افزایش داشت که بیانگر تخریب و شور و سدیم شدن خاک در قسمت جنوبی به دلیل تأثیر کیفیت بد آب بر خاک بود. این مشکل رو به گسترش بوده و در دراز مدت تهدید جدی بر منابع آب و خاک دشت است.



شکل ۱- نقشه پراکنش مکانی شوری خاک در پاییز (الف) و در زمستان (ب)



باید با استفاده از مدل‌های ارائه شده تغییرات شوری خاک و پارامترهای موثر پایش و از منابع آب و خاک محافظت شود. با مدیریت بهینه ضمن بهره‌برداری اصولی از افت کیفیت منابع و تخریب آن جلوگیری شود. بر اساس نقشه پراکنش شوری در فصول مختلف و نقشه دیگر پارامترهای اندازه‌گیری شده می‌توان برای انتخاب محصول تصمیم‌گیری نمود.

فهرست منابع

1. Ardahanlioglu O, Oztas T, Evren S, Yilmaz H, and Yildirim ZN, 2003. Spatial variability of exchangeable sodium, electrical conductivity, soil pH and boron content in salt and sodium-affected areas of the Igdır plain (Turkey). *J. Arid Environ.*, 54(3): 495–503.
2. Corwin DL, Lesch SM, Oster JD, and Kaffka SR, 2006. Monitoring management-induced spatio-temporal changes in soil quality through soil sampling directed by apparent electrical conduction. *Geoderma*, 131: 369–387.
3. Kilic K, and Kilic, S, 2007. Spatial variability of salinity and alkalinity of a field having salination risk in semi-arid climate in northern Turkey. *Environ. Monit. Assess.*, 127: 55-65.
4. Li Y, Shi Z, and Li F, 2007. Delineation of site-specific management zones based on temporal and spatial variability of soil electrical conductivity. *Pedosphere*, 17(2): 156–164.
5. Lobella DB, Ortiz-monasteriob JI, Gurrolac FC, and Valenzuelad L, 2007. Identification of saline soils with multiyear remote sensing of crop yields. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 71: 777-783.
6. Nayanaka VGD, Vitharana WAU, and Mapa RB, 2010. Geostatistical analysis of soil properties to support spatial sampling in a paddy growing alfisols. *Tropical Agr. Res.*, 22 (1): 34 – 44.
7. Zhou HH, Chen YN, and Li WH, 2010. Soil properties and their spatial pattern in an oasis on the lower reaches of the Tarim River, northwest China. *Agr. Water Manage.*, 97: 1915–1922.



تأثیر نوع کاربری و مدیریت اراضی بر تخریب ویژگی‌های فیزیکی خاک

حمید جعفری^۱ محمد امیر دلاور^۲ احمد گلچین^۳ علی بهشتی آل آقا^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان ۲- استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان ۳- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان ۴- استادیار گروه علوم خاک پردیس کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه

مقدمه

تخریب خاک به دلیل کاربری ناپایدار یک مشکل جهانی است. تغییرات شگرفی در کاربری زمین‌های خشک و نیمه‌خشک قاره آسیا رخ داده است. استفاده نادرست اراضی با تخریب خاک همراه بوده، و می‌تواند به عنوان عامل کاهش کیفیت خاک در اثر فعالیت‌های انسانی در سه بعد فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی معرفی شود (لال، ۱۹۹۳). اراضی زیر کشت کشور مساحتی بالغ بر ۱۸ میلیون هکتار را به خود اختصاص داده‌اند. از این اراضی ۱۰ تا ۱۲ میلیون هکتار زیر کشت دائمی و بقیه به صورت آیش است. ۴۷ درصد اراضی زیر کشت کشور آبی و مابقی به صورت دیم مورد استفاده هستند. در اثر بهره‌برداری نادرست منابع آب و خاک کشور هر ساله بالغ بر ۱/۵ میلیون هکتار به سطح بیابان‌های کشور افزوده می‌شود (زهتاییان، ۱۳۸۹).

تخریب باعث کاهش توان تولید اراضی، کاهش عملکرد و یا افزایش نیاز به نهاده‌ها برای حفظ عملکرد می‌شود (لال، ۱۹۹۸). اراضی تخریب شده اراضی هستند که نسبت به شرایط قبلیشان از نظر اقلیم، توپوگرافی، خصوصیات خاک، و انتظارات مدیران اراضی دچار تغییر نامطلوب شده‌اند. کاهش تولید زمین نیز به معنای تخریب اراضی است (پرینس و همکاران، ۲۰۰۹). مرزویلی، (۲۰۱۰) در تحقیقی تأثیر انواع مختلف کاربری شامل زمین کشاورزی، مرتع، بوته‌زار و جنگل را در جنوب ایتالیا بر ویژگی‌های کیفی خاک مطالعه کرده و نتیجه گرفتند که کم‌ترین شاخص کیفیت خاک در زمین‌های کشاورزی است. یوسفی‌فرد و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای تأثیر کاربری‌های مرتع با پوشش گیاهی تقریباً خوب، مرتع با پوشش گیاهی ضعیف، دیم‌زارها و دیم‌زارهای رها شده را بر ویژگی‌های کیفی خاک بررسی کردند و نتیجه گرفتند که تغییر کاربری اراضی از عرصه‌های منابع طبیعی نظیر مرتع به کاربری دیگر که کشت و کار نقش اساسی را در آن‌ها ایفا می‌کند باعث کاهش کیفیت خاک می‌گردد. در بررسی انجام شده توسط محمدی و همکاران (۱۳۸۴) تخریب اراضی و تنزل کیفیت خاک در عرصه‌های کشاورزی دیم بسیار مشهود و هشدار دهنده گزارش شد. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر کاربری‌های مختلف و مدیریت بر ویژگی‌های فیزیکی خاک در منطقه زنجان است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با چهار کاربری مختلف در شهر خرم‌دره استان زنجان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۱۴ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۱۵ دقیقه واقع شده



است. منطقه دارای آب و هوای نیمه خشک با متوسط بارندگی سالیانه ۳۲۱ میلی متر، و متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۲/۲ سانتی گراد است. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک به ترتیب زیریک و مزیک است. رده بندی خاک های منطقه مورد مطالعه بر اساس نتایج مطالعه صحرایی Typic Calcixerepts است.

کاربری های مورد مطالعه شامل یونجهزار هفت ساله با سطح متوسط مدیریت، اراضی کشاورزی رها شده که از حدود ۱۰ سال قبل زیر کشت تناوب لوبیا و گندم آبی بوده و در حال حاضر به صورت لم یزرع و کشت نشده بوده و پوشش گیاهی خارزن بابا، علف شور، کنگر وحشی و خاکشیر در آن مشاهده می گردد، باغ سیب ۳۶ ساله با سطح مدیریت خوب و مرغزار دارای پوشش گیاهی پنجه مرغی، جو وحشی و چچم است. به منظور جمع آوری نمونه های خاک در هر کاربری با رعایت فاصله ۲۰۰ متر سه نیمرخ خاک تا عمق ۱۰۰ سانتی متری حفر و از اعماق صفر تا ۲۰ و ۲۰ تا ۴۰ سانتی متری در سه تکرار نمونه برداری خاک انجام و نمونه ها به آزمایشگاه ارسال شد. پس از هوا خشک شدن، نمونه ها از الک دو میلی متری عبور داده شدند و ویژگی های کربن آلی، جرم مخصوص ظاهری، در صد رطوبت اشباع، میانگین وزنی قطر خاکدانه ها و رس قابل انتشار با روش های استاندارد آزمایشگاهی اندازه گیری شدند. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن توسط نرم افزار MSTAT C و تجزیه و تحلیل آماری در قالب طرح کاملاً تصادفی با نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ انجام شد.

بحث و نتایج

نتایج مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی مطالعه شده در جدول ۱ ارائه شده است. تغییرات جرم مخصوص ظاهری در عمق صفر تا ۲۰ سانتی متر در کاربری مرغزار کمترین و پس از آن در کاربری های باغ سیب، یونجه-زار و زمین آبی رها شده افزایش نشان می دهد. کاهش این ویژگی با افزایش کربن آلی خاک همراه بوده به نحوی که در عمق صفر تا ۲۰ سانتی متر بیشترین مقدار کربن آلی در کاربری مرغزار اندازه گیری شده است. در عمق دوم (۲۰ تا ۴۰ سانتی متر) روند تغییرات به نحوی بود که بیشترین مقدار جرم مخصوص ظاهری در کاربری های یونجه و زمین کشاورزی رها شده با مقدار ۱/۸۰ گرم بر سانتی متر مکعب و کمترین مقدار این ویژگی در کاربری باغ سیب با مقدار ۱/۵۰ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد. این نتایج در عمق اول و دوم با نتایج تحقیق یوسفی فرد و همکاران (۱۳۸۹) مطابقت داشت. با بررسی رطوبت اشباع در چهار کاربری ملاحظه می شود که با افزایش کربن آلی درصد رطوبت اشباع نیز افزایش یافته و در عمق دوم زمین رها شده به علت فقر مواد آلی دارای تفاوت معنی داری با سایر کاربری ها است.

بیشترین میانگین وزنی قطر خاکدانه در عمق اول در کاربری مرغزار و باغ سیب مشاهده شد. این کاربری ها از نظر مقدار کربن آلی بالاترین سطح را در بین کاربری های موجود دارند. تغییرات میانگین وزنی قطر خاکدانه در عمق صفر تا ۲۰ سانتی متر با مقدار ۳/۴ میلی متر در کاربری های مرغزار و باغ سیب بیشترین و در کاربری زمین کشاورزی رها شده با مقدار ۰/۹۶ میلی متر کمترین مقدار را دارد. میانگین وزنی قطر خاکدانه در عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی متر با مقدار ۲/۳۰ میلی متر در کاربری مرغزار زمین کشاورزی رها شده با مقدار ۱/۰۳ میلی متر کمترین



مقدار را دارد و با افزایش عمق میزان کربن آلی خاک کاهش می‌یابد. مقادیر بالای کربن آلی کل خاک و مقدار بیشتر خاکدانه‌های پایدار در آب نسبت به خاکدانه‌های ناپایدار در آب همگی بیانگر تاثیرات مثبت ماده آلی بر

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های فیزیکی در کاربری‌های مختلف

منبع تغییر کاربری	کربن آلی (%)	جرم مخصوص ظاهری (gcm ⁻³)		رطوبت اشباع (%)		میانگین وزنی قطر خاکدانه (mm)		رس قابل انتشار (%)
		۲۰ تا ۴۰	۴۰ تا ۲۰	۲۰ تا ۴۰	۴۰ تا ۲۰	۲۰ تا ۴۰	۴۰ تا ۲۰	
عمق سانتی‌متر	۲۰ تا ۴۰	۴۰ تا ۲۰	۲۰ تا ۴۰	۴۰ تا ۲۰	۲۰ تا ۴۰	۴۰ تا ۲۰	۲۰ تا ۴۰	۲۰ تا ۴۰
یونجه	۱/۹۵b	۱/۴۶a ^o	۱/۸۰a	۰/۵۸b	۰/۴۷b	۲/۲۰b	۲/۱۶a	۰/۶۰b
کشاورزی رهاشده	۰/۷۳c	۱/۸۰a	۱/۸۰a	۰/۴۷c	۰/۴۵b	۰/۹۶c	۱/۰۳c	۰/۸۱a
باغ سیب	۲/۷۳a	۰/۶۸b	۱/۳۱b	۰/۶۵a	۰/۵۱a	۳/۴a	۱/۷۰b	۰/۵۴c
مرغزار	۲/۹۴a	۰/۸۴a	۱/۲۶b	۱/۶۶ab	۰/۷۰a	۳/۴a	۲/۳۰a	۰/۶۷b

*اعداد هرستون که دارای دست کم یک حرف مشترک هستند در سطح پنج درصد آماری بدون اختلاف معنی‌دار هستند.

پایداری خاکدانه‌ها است. در عمق اول و دوم نتایج به دست آمده با نتایج یوسفی فرد و همکاران (۱۳۸۵)، مطابقت داشت. بیشترین میزان درصد رس قابل انتشار در عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر با مقدار ۸۱ درصد در کاربری زمین رها شده و کمترین مقدار در کاربری باغ سیب با مقدار ۵۴ درصد اندازه‌گیری شد. در عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر هیچگونه تفاوت معنی‌داری بین کاربری‌های گوناگون مشاهده نشد. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌گردد، درصد رس قابل انتشار با میزان درصد کربن آلی نسبت عکس دارد. با افزایش مقدار مواد آلی درصد رس قابل انتشار کاهش می‌یابد. این نتایج با نتایج علی‌مردانی و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت دارد.

منابع

- چاوشی، ا. و خادمی، چ.، ۱۳۸۱. ارزیابی مقایسه‌ای سه سیستم کاربری در اراضی مواج اطراف شهرستان سمیرم با استفاده از شاخص‌های کیفیت خاک. مجله علمی کشاورزی، جلد ۲۵، شماره ۲، صفحه‌های ۲۸ تا ۴۴.
- زهتابیان، غ. و خسروی، ح.، ۱۳۸۹. ارزیابی تاثیر فعالیت‌های کشاورزی بر تخریب اراضی در منطقه طالقان. نشریه مرتع و آبخیزداری، دوره ۶۳، شماره ۲، صفحه ۲۰۷ تا ۲۱۸.
- علی‌مردانی، آ.، دلاور، م. و گلچین، ا.، ۱۳۸۹. تاثیر افزودن ترکیبات آلی و معدنی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی یک خاک سدیمی. مجله مدیریت و تولید پایدار خاک، جلد اول، شماره ۲، صفحه ۲۱ تا ۳۸.



محمدی، ج.، خادمی، ح. و نائل، م.، ۱۳۸۴. بررسی تغییرپذیری کیفیت خاک سطحی در اکوسیستم‌های انتخابی در منطقه زاگرس، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال نهم شماره ۳، صفحه‌های ۱۰۵ تا ۱۲۱.

یوسفی فرد، م.، خادمی، ح. و جلالیان، ا.، ۱۳۸۹. تنزل کیفیت خاک طی تغییر کاربری اراضی مرتعی منطقه چشمه‌علی استان چهارمحال و بختیاری، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی جلد ۱۴، صفحه‌های ۲۸ تا ۳۹.

Prince S., D., Beker L. and Rishmari K., 2009. Detertion and mapping of long term land degradation using local net production scaling application to Zimbabwe. Remote Sensing Environ. 113:1049-1057.

Lal, R., 1993. Tillage effect on soil degradation, soil resilience, soil quality and sustainability. Tillage Research. 27: 1-8.

Lal, R., 1998. Notillage and mulching effect on soil physical quality of atropical Alfisols in western Nigeria. Tillage Research 52:.251-265.

Marzaioli R., Ascoli R.D., DePascale, R.A. and Rutigliano F.A., 2010. Soil quality in a mediterranean area of southern Italy as related to different. Applied Soil Ecology. 44: 205–212.



تعیین رابطه‌ی کمی بین پارامترهای خاک و پایداری خاکدانه‌ها با استفاده از هندسه‌ی فرکتالی

بهنازاسادات موسوی^۱ - علیداد کرمی^۲ - مهدی همایی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات فارس

۲- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

۳- استاد دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

پایداری خاکدانه‌ها و ساختمان خاک از ضروریات حفظ و ارتقای توان تولید، کاهش فرسایش، تخریب خاک و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی محسوب می‌شود (Bronik and Lal, 2005). به این ترتیب دستیابی به وضعیت بهینه‌ی ساختمانی و ارتقای پایداری واحدهای تشکیل دهنده‌ی ساختمانی خاک (خاکدانه‌ها)، یکی از مهم‌ترین اهداف کشاورزی پایدار و حفاظت محیط زیست به شمار می‌رود. هندسه‌ی فرکتالی در مقابل هندسه‌ی اقلیدسی در سال ۱۹۸۲ توسط Mandelbrot به منظور کمی نمودن و تشریح اشکال نامنظم طبیعت پایه‌ریزی شد. در سلسله مراتب تشکیل خاکدانه‌ها، واحدهای درشت‌تر ساختمانی می‌توانند از تکرار واحدهای کوچک‌تر مشابه خود به وجود آیند و به همین ترتیب در فرآیند معکوس، واحدهای مشابهی در نتیجه‌ی خردشدن واحد بزرگ‌تر تولید می‌شوند. طی فرآیند سلسله مراتب تشکیل خاکدانه‌ها شکل و اندازه‌ی خاکدانه‌های کوچک‌تر، تابعی از تعداد واحدهای بزرگ‌تر می‌باشد و این نحوه‌ی خرد شدن به وسیله‌ی بُعد کسری یا بُعد فرکتالی بیان می‌شود. به این ترتیب ساختمان خاک را می‌توان با توابع مبتنی بر هندسه‌ی فرکتالی کمی نمود (Perfect and Blevins, 1997).

سه ویژگی ساختمان خاک که امکان مدل کردن آن را با هندسه‌ی فرکتالی فراهم می‌نمایند عبارتند از: (۱) تشکیل از طریق تکرار^۱ (۲) خود متشابهی^۲ (۳) بُعد غیر صحیح (اعشاری) در سال‌های اخیر، امکان توصیف توزیع اندازه‌ی ذرات، توزیع اندازه‌ی منافذ و توزیع اندازه‌ی خاکدانه‌ها، با استفاده از تئوری فرکتال‌ها، توسط پژوهشگران متعددی مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج نشان داد که تئوری فرکتال‌ها ابزاری مناسب در کمی کردن ساختمان خاک، فرسایش خاک و نفوذپذیری می‌باشد (Filgueira et al., 2006; Miao et al., 2007; Montero, 2005; Rieu and Sposito, 1991a,b; Liu and Hemkar, 2009). با استفاده از مدل‌های فرکتالی Mandelbrot (۱۹۸۲) و Tyler و Wheatcraft (۱۹۹۲) توزیع اندازه‌ی ذرات را تخمین زدند. آنان همبستگی معنی‌داری میان مقدار رس، سیلت و شن خاک با بُعد فرکتالی یافتند. بدینصورت که بُعد فرکتالی با افزایش شن خاک افزایش و با کاهش میزان سیلت و رس کاهش داشته است. بین مواد آلی و خاکدانه‌های با اندازه‌ی بیشتر از ۲۵۰ میکرون رابطه منطقی گزارش شده است (Holeplas et al., 2004).

¹Iterative Formation

²Self Similarity



مطالعات محدودی که با استفاده از هندسه‌ی فرکتالی در علوم خاک انجام شده، حاکی از اهمیت این روش در کمی‌سازی پارامترهای خاک است. بنابراین اهداف این پژوهش شامل: محاسبه و تعیین پارامترهای فرکتالی پایداری خاکدانه‌ها و رابطه‌ی آن‌ها با پارامترهای مهم فیزیکی و شیمیایی خاک بود.

مواد و روشها

پژوهش حاضر در مساحت تقریبی ۵۰۰۰ هکتار از اراضی دشت ارسنجان استان فارس انجام شد. منطقه مطالعاتی به فواصل ۵۰۰*۵۰۰ متر شبکه‌بندی و از ۱۸۲ نقطه در گره‌های شبکه به صورت چند ریزنمونه‌ی مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری نمونه خاک تهیه شد. ویژگی‌های pH، EC، سدیم و پتاسیم تبادل، درصد کربن آلی، جرم مخصوص ظاهری خاکدانه‌ها، توزیع اندازه‌ی ذرات و خاکدانه‌ها در حالت خشک و مرطوب اندازه‌گیری شد. چهار مدل مختلف توزیع تجمعی جهت برآزش توزیع جرم-اندازه و تعداد-اندازه‌ی نمونه‌ها در دو حالت خشک و تر خاکدانه‌ها استفاده شد که به صورت زیر می‌باشند:

مدل فرکتالی تعداد-اندازه Mandelbrot (۱۹۸۲).

$$N(r > R) = KR^{-D} \quad [1]$$

r اندازه‌ی قطر نرمال شده‌ی خاکدانه‌ها در هر بخش اندازه‌ای (میانگین اندازه‌ی مش الک (ام) با اندازه‌ی مش الک بزرگ‌تر از آن)، $N(r > R)$ تعداد تجمعی خاکدانه‌های با اندازه‌ی r که از مقیاس اندازه‌ای R بزرگ‌تر است و با قطر الک تعیین می‌شود، K مقدار ثابت، D بُعد فرکتالی که به شکل و حد پراکنندگی ذرات بستگی دارد. مدل فرکتالی جرم-اندازه Rieu and Sposito (D_m) (۱۹۹۱a).

$$\log(\rho_i/\rho_0) = (D_m - 3) \log\left(d_i/d_0\right) \quad [2]$$

ρ_i وزن مخصوص ظاهری کلاس اندازه i ام (Mg/m^3)، ρ_0 وزن مخصوص ظاهری بزرگ‌ترین خاکدانه، d_i میانگین قطر خاکدانه‌های کلاس اندازه i ام (mm)، d_0 میانگین قطر بزرگ‌ترین خاکدانه و D_m بُعد فرکتالی جرم. هر چه مقدار D_m کوچک‌تر باشد، وابستگی مقیاسی چگالی خاکدانه‌ها بیشتر است. میانگین قطر خاکدانه‌ها از میانگین عددی (حسابی) اندازی قطر سوراخ الک بالا و پایین بدست می‌آید.

مدل فرکتالی تعداد-اندازه Rieu and Sposito (D_f) (۱۹۹۱b).

$$N_k = A d_k^{-D_f} \quad [3]$$

N_k تعداد تجمعی خاکدانه‌ها است که از رابطه‌ی $N_k = \sum_{i=0}^k N(d_i)$ به دست می‌آید و $N(d_i)$ تعداد خاکدانه‌های باقیمانده روی هر الک است که از رابطه‌ی $N(d_i) = \frac{M(d_i)}{d_i^3 \rho_i}$ محاسبه می‌شود $M(d_i)$ جرم خاکدانه‌های روی الک کلاس i ام (kg)، ρ_i وزن مخصوص ظاهری کلاس اندازه‌ی i ام و d_i میانگین قطر خاکدانه‌های کلاس اندازه‌ی i ام است).

مدل فرکتالی جرم-اندازه Tyler and Wheatcraft (۱۹۸۹).

$$M(r < R)/M_T = (R/R_L)^{3-D} \quad [4]$$

$M(r < R)$ جرم تجمعی خاکدانه‌های با اندازه‌ی r ، که از مقیاس اندازه‌گیری R کوچک‌تر بوده و با قطر سوراخ الک تعیین می‌شود، M_T جرم کل، R_L پارامتری که اندازه‌ی بزرگترین خاکدانه را تخمین می‌زند و D بُعد فرکتالی است.



نتایج و بحث

افزایش میزان رس به علت سهولت در تشکیل دمین‌ها، و از طریق تأثیر بر پدیده‌های پراکنش و آماس، بر خاکدانه‌سازی مؤثر است. پایداری خاکدانه‌ها و ساختمان خاک به ذرات ریز خاک (رس و تا حدودی سیلت خاک) وابسته می‌باشد و با افزایش اندازه‌ی ذرات (در اندازه‌ی شن یا بزرگتر) به علت افزایش ضخامت لایه‌ی دوگانه‌ی پخشیده و کاهش سهولت تشکیل دمین (کاهش میزان رس) پایداری خاکدانه‌ها کاهش می‌یابد (Bronik and Lal, 2005). از طرفی، بُعد فرکتالی جهت تخمین توزیع اندازه‌ی خاکدانه‌ها نماینده‌ی پایداری خاکدانه‌ها می‌باشد. بنابراین کمترین مقدار بُعد فرکتالی نماینده‌ی بیش‌ترین پایداری در خاکدانه‌ها خواهد بود و این امر همگام با افزایش میزان درصد رس و در درجات پایین‌تر سیلت خاک می‌باشد، بنابراین با افزایش میزان رس و سیلت در خاک و به تبع آن افزایش پایداری خاکدانه‌ها میزان بُعد فرکتالی کمتر خواهد شد و با افزایش شن در بافت خاک مقدار بُعد فرکتالی نیز افزایش می‌یابد (Liu et al., 2009). در پژوهش حاضر نیز رس و سیلت خاک با داشتن همبستگی منفی با بُعد فرکتالی مدل‌های ذکر شده سبب کاهش بُعد فرکتالی شدند و شن خاک عکس این وضعیت را نشان داد که با نتایج پژوهش‌های Liu و همکاران (۲۰۰۹)، پیرمادیان و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت داشت. بنابراین با افزایش میزان رس خاک، کربن آلی به میزان بسیار مؤثری در خاکدانه‌سازی مشارکت داشت، پس به دلایل بیان شده در این قسمت با افزایش کربن آلی خاک میزان بُعد فرکتالی مشابه نتایج تحقیقات Wang و همکاران (۲۰۰۸)، Liu و همکاران (۲۰۰۹)، پیرمادیان و همکاران (۲۰۰۵)، Holeplas و همکاران (۲۰۰۴) کاهش داشت. با توجه به پژوهش‌های پیشین (Armstrong and Tanton, 1992) و ثابت شدن اثر تخریبی سدیم بر ویژگی‌های فیزیکی خاک به ویژه ساختمان، با افزایش میزان این کاتیون در محلول خاک پایداری خاکدانه‌ها کاهش خواهد یافت زیرا با وجود سدیم به دلیل انبساط رس‌ها و پراکنده شدن ذرات رس، نفوذپذیری کاهش یافته و ساختمان خاک تخریب می‌شود (Liu et al., 2005).

جدول ۱- بررسی همبستگی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های مورد مطالعه با مقدار D مدل‌های فرکتال

مدل‌های فرکتالی	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	کربن آلی (%)	سدیم تبادل (meq.l ⁻¹)	پتاسیم تبادل (ppm)	pH	EC (dS.m ⁻¹)
الک تر								
D مندل برات	-۰/۸۸۷**	-۰/۵۳۶**	۰/۷۹۲**	-۰/۸۵۳**	۰/۱۶۷*	۰/۱۱۱ ^{ns}	۰/۰۸۷ ^{ns}	۰/۱۴۱ ^{ns}
D تیلر و ویت کرفت	-۰/۹۰۸**	-۰/۶۴۸**	۰/۸۶۷**	-۰/۸۹۴**	۰/۰۷۵ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۱۱۳ ^{ns}	۰/۰۵۱ ^{ns}
ریو و اسپوزیتو (D _m)	-۰/۹۴۹**	-۰/۶۴**	۰/۸۸۵**	-۰/۸۴۷**	۰/۰۶۹ ^{ns}	۰/۰۱۶ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}
ریو و اسپوزیتو (D _f)	-۰/۸۹۲**	-۰/۵۳۲**	۰/۷۹۲**	-۰/۸۸**	۰/۱۸۵**	۰/۱ ^{ns}	۰/۱۰۵ ^{ns}	۰/۱۵*
الک خشک								
D مندل برات	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۵۷ ^{ns}	-۰/۰۷۷ ^{ns}	۰/۰۲۳ ^{ns}	-۰/۰۲۱ ^{ns}	۰/۰۳۱ ^{ns}	۰/۰۴۷ ^{ns}	۰/۰۶۱ ^{ns}
D تیلر و ویت کرفت	-۰/۰۲۳ ^{ns}	۰/۱ ^{ns}	-۰/۰۹۸ ^{ns}	-۰/۰۲۳ ^{ns}	۰/۰۴۸ ^{ns}	-۰/۰۱۷ ^{ns}	-۰/۰۶۷ ^{ns}	۰/۱۰۸ ^{ns}
ریو و اسپوزیتو (D _m)	-۰/۵۴۷**	-۰/۳۷۴۶**	۰/۵۱۴**	-۰/۴۹۱**	۰/۲۳۷**	۰/۰۰۱ ^{ns}	-۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۱۵۸*
ریو و اسپوزیتو (D _f)	-۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۵۶ ^{ns}	-۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۲۵ ^{ns}	۰/۰۱۷ ^{ns}	۰/۰۳۱ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۹۱ ^{ns}

*** به ترتیب وجود سطح معنی‌داری ۵ و ۱ درصد و ns عدم وجود همبستگی معنی‌دار را نشان می‌دهد.



رنگ خاکستری نشانه این است که در سطح ۱٪ بیش‌ترین همبستگی بین بُعد فرکتالی مدل‌ها و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک وجود دارد.

همبستگی مثبت میان بُعد فرکتالی مدل‌های ذکر شده با سدیم تبادلی خاک نشان داد که با افزایش میزان سدیم تبادلی در خاک بُعد فرکتالی نیز افزایش یافت (جدول ۱). پتاسیم همبستگی مشهودی با بُعد فرکتالی نداشت که دلیل آن را می‌توان در مقدار زیاد کلسیم در خاک‌های مورد مطالعه بررسی کرد که اثرات پتاسیم را کم‌رنگ کرده است

منابع

- 1- Bronik CJ, Lal R, 2005. Soil structure and management: a review. *J. Geoderma* 124: 3-22.
- 2- Filgueira, RR, Fournier LL, Cerisola CI, Gelati P, Garcia MG, 2006. Particle-size distribution in soils: a critical study of the fractal model validation. *J. Geoderma*. 134: 327-334.
- 3- Holeplás H, Singh BR, Lal R, 2004. Carbon sequestration in soil aggregates under different crop rotation and nitrogen fertilization in an Inceptisol in southeastern Norway. *Nutr. Cycle Agro Eco T. V.* 167-177.
- 4- Liu A, Ma BL, Bomke AA, 2005. Effects of cover crops on soil aggregate stability, total organic carbon and polysaccharides. *Am. J. Soil Sci.* 69: 2041-2048.
- 5- Liu X, Zhang G, Heathman GC, Wang Y, Huang CH, 2009. Fractal features of soil particle-size distribution as affected by plant communities in the forested region of mountain Yimeng, China. *Geoderma. J.* 154: 123-130.
- 6- Mandelbrot BB, 1982. *The fractal geometry of nature.* WH, freeman San Francisco, CA.
- 7- Miao CY, Wang YF, Wei X, 2007. Fractal characteristics of soil particles in surface layer of black soil. *Chin. J. Appl. Ecol.* 1(9): 1987-1993. In Chinese with English abstract.
- 8- Perfect E, Blevins RL, 1997. Fractal characterization of soil aggregation and fragmentation as influenced by tillage treatment. *Am. J. Soil Sci. Soc.* 61: 896-900.
- 9- Pirmoradian N, Sepaskhah AR, Hajabbasi MA, 2005. Application of fractal theory to quantify soil aggregate stability as influenced by tillage treatments. *Bios. Eng.* 90(2): 227-234.
- 10- Rieu M, Sposito G, 1991a. Fractal fragmentation, soil porosity and soil water properties: I. Theory. *Am. J. Soil Sci. Soc.* 55: 1231-1238.
- 11- Rieu M, Sposito G, 1991b. Fractal fragmentation, soil porosity and soil water properties: II. Applications. *Am. J. Soil Sci. Soc.* 55: 1239-1238.
- 12- Wang D, Fu B, Zhao W, Hu H, Wang Y, 2008. Multifractal characteristics of soil particle size distribution under different land-use types on the Loess Plateau, China. *Catena.* 72: 29-36.
- 13- Zhao SW, Su J, Yang Yh, Liu N, WU J, Shanguan Z, 2006. A Fractal method of estimating soil structure changes under different vegetations on Ziwuling mountains of the Loess plateau, China. *Chin J. Agric. Sci.* 5(7): 530-538.



تهی نقشه پراکنش اندازه ذرات خاک با استفاده از روش زمین‌آماری (مطالعه موردی منطقه نقده، آذربایجان غربی)

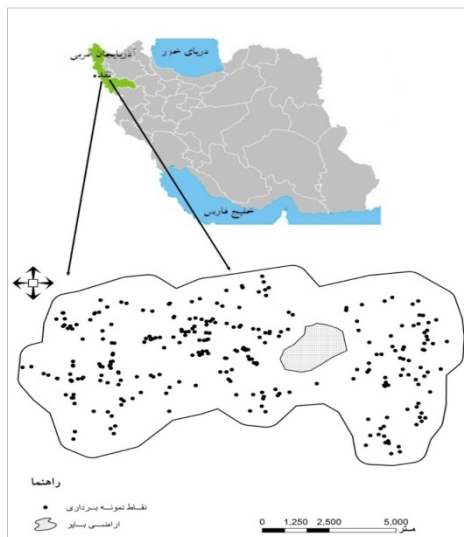
سیده محبوبه موسوی فرد، حمیدرضا ممتاز
گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

مقدمه

بافت خاک که شامل درصد نسبی رس، سilt و شن بوده در زمره اساسی‌ترین ویژگی‌های فیزیکی خاک قرار داشته و سایر صفات خاک را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. بر روی ویژگی‌هایی چون ظرفیت نگهداشت آب خاک، قابلیت دسترسی به آب و انتقال آن (کاترجی و مستور طه، ۲۰۰۹)، امکان آبشویی و فرسایش، ذخیره عناصر غذایی گله (کنترل و همکاران، ۲۰۰۱) و پویایی مواد آلی نقش حیاتی ایفا می‌کند. بافت خاک نهی همانند سایر متغی‌های محیطی با مکان و زمان تغییر می‌نماید. این تغییرپذیری زمانی و فضایی می‌تواند منجر به ایجاد تغییرات ساختاری در بافت خاک شود (کنترل و همکاران، ۲۰۰۱). عمادی و همکاران (۲۰۰۸) اظهار نمودند که به منظور مدی‌تحقیق محلی، به اطلاعات مفصلی بیهامون فاکتورهای کیفی خاک و الگوی توزیع‌شان در مقیاس مزرعه نیاز می‌باشد. بنابراین تعیین الگوی تغییرپذیری مکانی بافت خاک می‌تواند عامل موثری در زم‌بخه برنامه‌ریزی مدی‌ت طولانی‌مدت اراضی و همچنین کشاورزی دقیق باشد. به دلیل اهمیت برآورد یچگونگی توزیع ذرات ریز خاک، هدف اصلی این پژوهش تهیه نقشه کمی ذرات ریز خاک (رس، سilt و شن) در خاک‌های منطقه نقده واقع در استان آذربایجان غربی می‌باشد.

مواد و روشها

این تحقیق در منطقه نقده بینه طول‌های جغرافیایی $30^{\circ} 24' 45''$ و $30^{\circ} 35' 45''$ شرقی و عرض جغرافیایی $36^{\circ} 30' 58''$ و $36^{\circ} 30' 53''$ شمالی واقع در قسمت شرقی شهرستان نقده از استان آذربایجان غربی با وسعت ۸۳۰۰ هکتار انجام گرفت. ارتفاع دشت نقده ۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰ متر و رژیم رطوبتی و حرارتی آن به ترتیب زیریک و ترمیک می‌باشد. تعداد ۲۸۲ نمونه خاک سطحی (۳۰-۰ سانتیمتری) و به صورت تصادفی جمع‌آوری شد. الگوی نمونه‌برداری و موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نمایش داده شده است. برای اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی، نمونه‌های خاک ابتدا هوا خشک و سپس از الک دو میلی‌متری عبور داده شده و در نهایت بافت با روش هیگرومتری (جی و بادر ۱۹۸۶) اندازه‌گیری شد.



شکل ۱- موقعیت کلی منطقه مطالعاتی و نقاط نمونه برداری شده

پس از پیش پردازش آماری داده‌ها، تجزیه و تحلیل همبستگی مکانی بین نقاط اندازه‌گیری شده که بصورت وارگنس کلن می‌شود، از طریق مانگن اختلاص مربعات جفت داده‌ها محاسبه شد (گوورتز ۱۹۹۹). در کلن روش‌های زمینی آماری نیز از روش کرجی‌گیبرای پهنه‌بندی متغیرهای مورد مطالعه استفاده شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ آماره‌های توصیفی متغیرهای رس، سیلت و شن را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. متوسط مقدار رس در خاک‌ها حدود ۳۸ درصد بود و تغییرپذیری متوسطی داشت ($CV=29\%$).

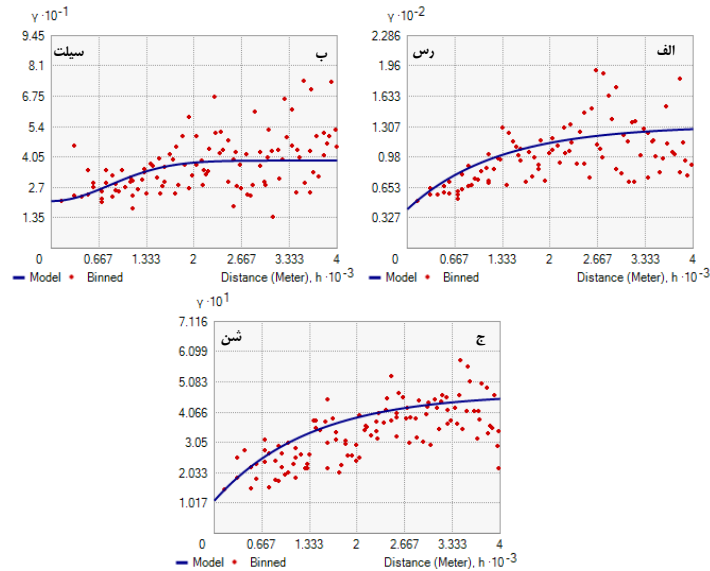
جدول ۱- آمار توصیفی ذرات ریز خاک در منطقه مورد مطالعه

متغیر	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	ضریب تغییرات
رس	۱۲	۶۳	۳۷/۹۵	۱۰/۹۹	-۰/۱۰	-۰/۶۵	۲۸/۹۷
سیلت	۶	۵۴	۳۸/۰۱	۶/۸۴	-۰/۸۹	۲/۶۷	۱۸/۰۰
شن	۲	۶۶	۲۴/۰۳	۱۳/۵۸	۰/۶۸	-۰/۳۰	۵۶/۵۲

بطور کل، بالا بودن درصد رس در این اراضی سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب و عناصر غذایی خاک شده و برای رشد گیاه مطلوب می‌باشد. انطباق داده‌های توزیع اندازه ذرات معدنی خاک بر مثلث بافت خاک نشان داد که اراضی زراعی منطقه مورد مطالعه بطور کلی دارای کلاس بافت خاک سطحی لوم رسی بوده که نشانگر ظرفیت مطلوب خاک این منطقه در نگهداشت آب و عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌باشد. شکل ۲ نتایج حاصل از برازش مدل‌های تجربی را به واریوگرام متغیرهای مورد بررسی نشان می‌دهد. از بین مدل‌های مختلف بهترین‌ها، مدل‌های تجربی برازش را بر نیمی‌نمای تجربی رس داشت (شکل ۲ الف). گکالپ و



همکاران (۲۰۱۰) ریز در بررسی‌های زمینی آماری خود، مدل نمایی را در بطن ساختار همبستگی مکاری متغی رس توانا تر یافتند. مدل گوسی و مدل نمایی به ترتیب به واریوگرام متغیرهای سیلت و شن برازش داده شدند (شکل ۲ ب و ج). نسبت همبستگی مکاری متغی رس و سیلت در منطقه مطالعاتی (به ترتیب ۳۱ و ۵۳ درصد) بود که طبق گروه‌بندی‌یاد شده (شری و همکاران ۲۰۰۷) دارای همبستگی متوسط می‌باشد (جدول ۲). در مورد متغیر شن این نسبت ۲۳٪ بود که نشانگر همبستگی مکانی قوی متغیر در محدوده مطالعاتی است.



شکل ۲- نیم تغییر نمای متغیرهای مورد مطالعه در منطقه نقده

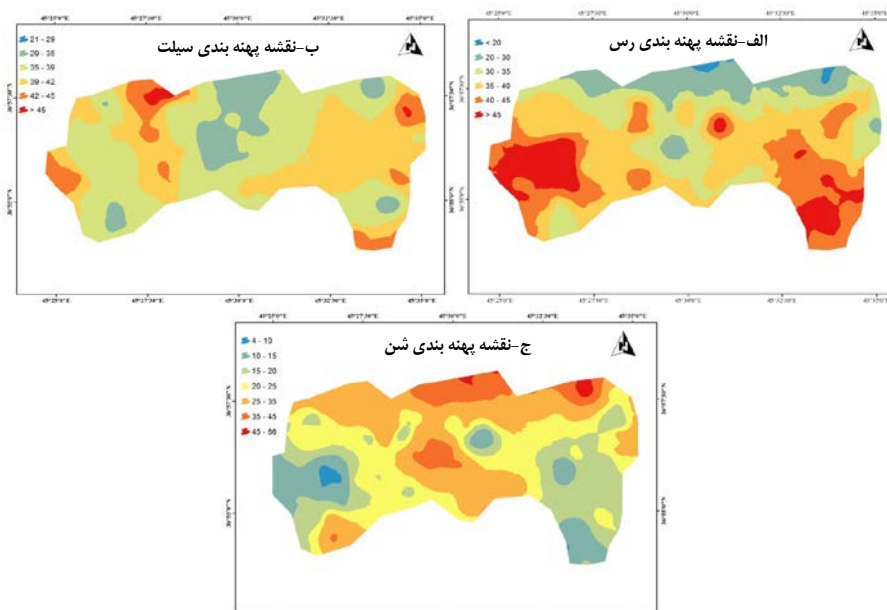
جدول ۲- پارامترهای نیم تغییر نمای تجزیه ذرات ریز خاک

متغیر	مدل نیم تغییر نما	اثر قطعه‌ای	سقف	دامنه	نسبت همبستگی	کلاس همبستگی
رس	نمایی	۴۲	۱۳۲	۳۸۰۰	۳۱	متوسط
سیلت	گوسی	۲۱	۳۹	۲۰۰۰	۵۳	متوسط
شن	نمایی	۰/۱۱	۰/۴۷	۴۰۰۰	۲۳	قوی

نقشه توزیع رس نشان می‌دهد که توزیع رس به سمت جنوب شرق افزایش می‌یابد، همچنین بخش غربی منطقه مطالعاتی مقدار رس بالایی دارد در حالی که تعداد چند لکه غنی از رس در بخش‌های شمالی دیده می‌شود (شکل ۳ الف). میزان رس در بخش‌های مرکزی منطقه مطالعاتی متوسط بود. بر عکس رس، خاک‌های منطقه در بخش شمالی مقدار شن زیادی داشتند. فرض بر این است که مناطقی با میزان رس بالاتر به واسطه دشت دامنه‌ای آبرفتی و تپه‌های فرسایشی آبرفتی وجود آمده‌اند. لندفرم دشت دامنه‌ای آبرفتی بخاطر تجمع رسوبات ریز دارای مقدار رس بیشتری بود که جرگن آب اراضی بالادست سبب انتقال آنها به این قسمت شده بود. از سوی دیگر مقدار شن زیادی در مناطق شمالی و مرکزی مشاهده شد که دل‌گیری آن می‌تواند تأسی لندفرم دشت آبرفتی رودخانه‌ای باشد (شکل ۳ ج). وجود رودخانه قدر در قسمت نیمه شمالی نقده و این سربل‌هایی، باعث حمل ذرات درشت و ترس می‌آنها در امتداد جرگن آب می‌شود. شکل ۳ ب، الگوی توزیع سربل را نشان می‌دهد که اندکی مشابه الگوی پراکنش رس است که در نواحی شرقی و بخش‌هایی از



ریشه‌های غربی بخت‌ترین مقادیر را نشان می‌دهد. یافته‌های حاصل از این بررسی نشانگر اهمیت جمع‌آوری اطلاعات در هر منطقه زراعی برای دستیابی به کشاورزی دقیق می‌باشد. به علاوه، تعیین الگوی مکانی ذرات ریز خاک می‌تواند راه موثری در تهیه نقشه‌های رقوم‌های خاک باشد.



شکل ۳- نقشه‌های کریجینگ متغیرهای مورد بررسی در منطقه نرده

منابع

حسری پاک ع ا، ۱۳۸۶. زمینی آمار (ژئواستاتیسٹیک). انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم. ۳۱۴ صفحه.

- Gee GW, Bauder JW (1986) Particle size analysis. In: Klute A (ed) Methods of soil analysis, part 1. Madison, WI. USA, pp 383-411
- Emadi M, Baghernejad M, Emadi M, Maftoun M (2008) Assessment of some soil properties by spatial variability in saline and sodic soils in Arsanjan Plain, Southern Iran. Pak J Biol Sci 11:238-243
- Gokalp, Z Basaran, M Uzun, O., and Serin, Y. 2010. Spatial analysis of some physical soil properties in a saline and alkaline grassland soil of Kayseri, Turkey. Afr. J. Agric. Res 5, 1127-1137
- Goovaerts, P. 1999. Geostatistics in soil science: state-of-the-art and perspectives. Geoderma 89(1): 1-45
- Hassanipak, A.A. 2006. Geostatistics. Tehran University, 330p. (in Persian)
- Katerji N, Mastrorilli M (2009) The effect of soil texture on the water use efficiency of irrigated crops: results of multi-year experiment carried out in the Mediterranean region. Eur J Agron 30:95-100
- Kettler TA, Doran JW, Gilbert TL (2001) Simplified method for soil particle-size determination to accompany soil-quality analyses. Soil Sci Soc Am J 65:849-852
- Shi J, Wang H, Xu J, Wu J, Liu X, Zhu H., and Yu Ch. 2007. Spatial distribution of heavy metals in soils: a case study of Changxing, China. Environment Geology 52:1-10
- studies of soil properties. Advances in Agronomy 38, 45-94



بررسی منتخبی از میکروارگانیزم‌های مفید خاکزی بر عملکرد کمی و کیفی گندم و بهبود مقاومت به خشکی (کم آبیاری) در منطقه سیستان

خداداد ده‌مرده^{۱*}، غلامعلی کیخا^۱، مجتبی هادی زاده^۱، علیرضا اکبری مقدم^۱
مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان (*dahmardeh11@gmail.com)

مقدمه:

تنش‌های محیطی مهمترین عامل کاهش دهنده عملکرد محصولات کشاورزی در سطح جهان هستند. (damghani,2003 kafi&) تنش خشکی یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است که همراه با فقر عناصر غذایی خاک در بسیاری از مناطق نیمه خشک جهان باعث محدودیت تولید گیاهان زراعی از جمله گندم می‌شود. قارچ‌های میکوریزای آرباسکولار (AM) در بین میکروارگانیزم‌ها (Beitrano&ronaco,2008) می‌توانند برای تعادل آبی گیاه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش اثر بگذارند. (Abo-Galia&Khalafollah,2008). مزیت AM برای رشد گیاه تنها به دلیل افزایش جذب فسفر نیست. (Moghadam,2007) نتایج و تحقیقات نیز نشان می‌دهد که اصلاح روابط آبی گیاه توسط قارچ‌های AM می‌تواند به واسطه افزایش هدایت روزنه‌ای و تعرق، اثرات هورمونی و تعادل هورمونی، افزایش سریع جذب آب و رساندن پتانسیل گیاه به حد تعادل، جذب بیشتر آب به واسطه هیف‌ها و خاک دانه سازی تحت تاثیر قرار گیرد. (Manafi,2010) همزیستی میکوریزایی اغلب منجر به ایجاد تغییرات در سرعت حرکت آب به داخل، سراسر و یا خارج گیاه میزبان می‌گردد و بر آبیاری بافت و فعالیت‌های فیزیولوژیکی برگ تاثیر گذاشته (Auge,2001) و می‌تواند سطح جذب ریشه را حدود ۴۷ برابر افزایش دهد (Zahir et al., 2004). در تحقیقی دیگر مشاهده گردید که *A. brasilense Sp7* و *A. brasilense Sp245* موجب کاهش طول ریشه و افزایش تارهای کشنده در گیاه گندم شدند. همچنین با افزایش غلظت مایه تلقیح، طول ریشه کاهش و تراکم تارهای کشنده افزایش یافت. (Lucy et al., 2004) در تحقیقی، نشان دادند که سویه *Azospirillum* قادر به افزایش عملکرد ارقام گندم به مقدار ۳۰-۱۵ درصد شد. با بهبود شرایط تغذیه‌ای این افزایش عملکرد به مقدار ۶۰-۵۰ درصد رسید هدف از انجام این آزمایش کاهش اثرات نامطلوب خشکی و افزایش عملکرد دانه گندم با توجه به شرایط منطقه سیستان بود.

مواد و روشها:

این آزمایش در سال زراعی ۹۱-۹۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک اجرا گردید ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک در شمال شهر استان زهک با عرض جغرافیایی ۳۰/۵۴ و طول جغرافیایی ۶۱/۴۱ و با ارتفاع ۴۸۳ متر از سطح دریا واقع شده است تیمارهای طرح عبارتند از: الف: فاکتور باکتری در دو سطح (B1: تلقیح و B2: عدم تلقیح) ب: فاکتور قارچ میکوریزا در سه سطح (قارچ میکوریزا Am1، قارچ میکوریزا Am2 و بدون تلقیح) ج: فاکتور آبیاری (Ir1: آبیاری مرسوم ۵۰٪ آب قابل استفاده گیاه و Ir2: آبیاری کم، ۸۵٪ آب قابل استفاده گیاه) به ازاء هر یک کیلو بذرتعداد ۱ میلی لیتر صمغ عربی (ماده چسبنده) به بذر اضافه گردید. پس از اضافه کردن صمغ عربی و بهم زدن بذور و اطمینان از چسبناک شدن بذور هر تیمار را به پلاستیک دیگری که حاوی



مایه تلقیح باکتری (ACC-D (ACCdeaminase) است اضافه کرده و به خوبی بهم خورد تا سطح کلیه بذوره مایه تلقیح آلوده شد. سپس مایع AM₁ را (به میزان صد کیلوگرم در هکتار) اضافه شد، به خوبی مخلوط کنید و سپس بذور چسبناک هر تیمار به پلاستیک خودش اضافه گردید در تیمارها AM₂ نیز همین روش پیاده شد خصوصیات گیاهی از جمله متوسط تعداد پنجه در بوته، ارتفاع بوته بر حسب سانتی‌متر از سطح خاک تا پایه سنبله، وزن هزاردانه بر حسب گرم ثبت گردید.

جدول ۱- تجزیه واریانس برخی از خصوصیات گیاه گندم بر اساس میانگین مربعات

عملکرد محصول (Ton/ha)	کارایی مصرف آب (Kg/Lit)	ارتفاع بوته (Cm)	درجه آزادی	صفت مورد بررسی
۰/۰۵۷ ns	۰/۰۱۲ ns	۲/۶۹۴ ns	۲	تکرار
۱/۱۴۸**	۰/۰۹۵**	۲۰۸۰/۱**	۲	A- اثر قارچ
۰/۴۰۶*	۰/۰۸۴**	۲۹۵۲/۱**	۱	B- اثر باکتری
۰/۰۷۶ ns	۰/۰۱۰ ns	۴۸/۱**	۲	A*B- (قارچ * باکتری)
۰/۵۹۷**	۰/۹۱۰**	۱۱۷۸/۷۷**	۱	C- اثر تنش
۰/۵۳۸**	۰/۰۲۷ ns	۵۵/۱۱**	۲	A*C- (قارچ * تنش)
۰/۳۷۲*	۰/۰۱۱ ns	۵۸/۷۷۸**	۱	B*C- (باکتری * تنش)
۰/۳۶۱**	۰/۰۴۹*	۴۰/۴۴۴**	۲	A*B*C- (قارچ * باکتری * تنش)
۰/۰۵۶	۰/۰۰۹	۱/۱۴۹	۲۲	خطا
۱۵/۲۷	۱۸/۵۷	۱/۵۳	---	ضریب تغییرات

بر اساس نتایج تجزیه واریانس جدول (۱) مصرف قارچ مایکوریزا، تلقیح باکتری و تنش رطوبتی بر روی صفت ارتفاع بوته، عملکرد محصول (تن در هکتار) و کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب) در سطح یک درصد معنی دار شد استفاده از قارچ AM₁ تقریباً ۶ درصد افزایش ارتفاع داشت که با نتایج علی‌آبادی فراهانی (۱۳۸۹) که ارتفاع گیاه را برای تیمارهای که از قارچ استفاده کرده اند ۵۰/۶ سانتی‌متر و برای تیمارهای عدم کاربرد ۴۶/۴ سانتی‌متر بدست آوردند که افزایش تقریباً ۸/۳ درصدی را نشان می‌دهد موازی می‌باشد. و نیز بر اساس نتایج مقایسه میانگین مربعات تیمارهای که باکتری دریافت کرده اند ۲۲/۹۲ درصد بیشتر از تیمارهای عدم تلقیح باکتری افزایش ارتفاع داشتند بیشترین ارتفاع بوته را تلقیح باکتری (۷۹ سانتی‌متر) داشت. (اردکانی ۱۳۸۰) این اثر مثبت کاربرد آزوسپیریولوم را می‌توان به افزایش جذب آب و مواد غذایی به واسطه توسعه بیشتر ریشه‌ها و همچنین انجام فرایند تثبیت بیولوژیک ازت نسبت داد اسدی و فلاح (۱۳۷۹) در مورد پژوهش‌های انجام شده بر روی باکترهای محرک رشد گیاه (PGPR) اثرات معنی‌دار تلقیح با پسودوموناس‌های فلورسنت را بر ارتفاع و وزن خشک بخش هوایی گندم ارائه کرده اند نتایج حاکی از آن است که در صورتی که گیاه تنش ببیند کاهش اندازه سولها و حجم منافذ بین سلولی را به همراه دارد. (شاهسواری، ۱۳۸۹) کاربرد باکتری سودوموناس با میانگین ارتفاع ۷۲/۷۳ سانتی‌متر نسبت به تیمار عدم کاربرد آن (میانگین ارتفاع ۷۱/۷۱ سانتی‌متر) برتری نشان داد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین مربعات بیشترین عملکرد محصول را مصرف قارچ AM₁ (۷۹/۸۳۳ سانتی‌متر) داشت بر اساس نتایج مقایسه میانگین مربعات نشان می‌دهد که تیمارهای که باکتری دریافت کرده اند ۱۳ درصد بیشتر از



تیمارهای عدم تلقیح باکتری افزایش عملکرد داشتند بیشترین عملکرد محصول را تلقیح باکتری (۱/۶۵۸ تن در هکتار) داشت. وگر و همکاران (۲۰۰۴) ضمن بررسی تلقیح باکتری های حاوی آنزیم ACCD آمیناز بر رشد و عملکرد گندم دریافتند که باکتریهای دارای این آنزیم عملکرد دانه ، کاه، وزن ریشه ، طول ریشه، تعداد پنجه و جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در کاه و دانه را نسبت به شاهد به طور معنی داری افزایش دادند آنها تمامی این اثرات را بدلیل کاهش اتیلن در گیاه در اثر تلقیح با باکتری واجد ACCD آمیناز دانستند. بیشترین کارایی مصرف آب را مصرف قارچ AM1 (۰/۵۹۸) داشت. مقایسه میانگین مربعات نشان می دهد که تیمارهای که باکتری دریافت کرده اند ۱۷ درصد بیشتر از تیمارهای عدم تلقیح باکتری افزایش کارایی مصرف آب داشتند بیشترین کارایی مصرف آب را تلقیح باکتری (۰/۵۶۵) داشت. در آزمایشی دیگر ملاحظه (Antunes و همکاران، ۲۰۰۵) کردند که تلقیح گیاهان گندم و ذرت تا باکتری *Azospirillum* استقرار میکو ریزا بر روی آنها را افزایش داد.

منابع

1. Abo-ghalia, H.H., and Khalafallah, A.A. 2008. Responses of wheat plants associated with arbuscular mycorrhizal fungi to short-term water stress followed by recovery at three growth stages. *Journal of Applied Sciences Research* 4 : 570-580
2. Antunes, P.M., Deaville and M.I. Goss. 2005. Effect of two AMF lif strategies on the symbiosis with *Bradyrhizobium japonicum* and soybean. *Mycorrhiza*. Issue; online first published online; 16 Dec 2005
3. Auge, R.M. 2001. Water relations, drought and VA mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza* 11: 3-42
4. Beltrano, J., and Ronco, M.G. 2008. Improved tolerance of wheat plants (*Triticum aestivum* L.) to drought stress and rewatering by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus claroideum*: effect on growth and cell membrane stability. *Brazilian Society of Plant Physiology* 20(1) : 29-37
5. Kafi, M.A., and Mahdavi Damghani, M. 2003. Mechanisms of Environmental Stress Resistance in plants. Ferdowsi University of Mashhad Publication Iran 467pp. (in Persian)
6. Lucy, M., Reed, E. and Glick, B. R. (2004). Application of free living plant growth-promoting rhizobacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 86: 1-25
7. Manafi, H. 2010. Influence of mycorrhizosphere on soil hydraulic properties and tomato tolerance to water deficit stress. MS Thesis University of Tabriz, Iran. (in Persian with English Summary)
8. Wagar, A., B. Shadroon, Z. A. Zahir and M. Arshad. 2004. Inoculation with ACC deaminase containing rhizobacteria for improving growth and yield of wheat. *Pak. J. Agri.* 41: 119-124.
9. Zahir, Z.A., Arshad, M. and Frankenberger, W.T. (2004). Plant growth promoting rhizobacteria: application and perspectives in agriculture. *Adv. Agron.* 18: 97-167



تاثیر اضافه کردن بقایای لوبیا، کمپوست و ورمی کمپوست بر برخی از خصوصیات شیمیایی خاک

میترا عطایی^۱، محمدرضا دلایان^۲، کاظم هاشمی مجد^۳، احد مولوی^۴
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم خاک، دانشگاه آزاد واحد تبریز
۲- استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه آزاد واحد تبریز
۳- دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه محقق اردبیلی

مقدمه

فعالیت های کشاورزی و دامپروری حجم زیادی از مواد زاید آلی ایجاد می کند که رها سازی آنها در محیط با آلودگی محیط زیست و اشغال فضا همراه است. هزینه های بالای دفن زباله باعث شده که در کشورهای پیشرفته تمایل به تهیه کمپوست و استفاده از آن در اراضی کشاورزی افزایش یابد (رکیگل، ۱۹۹۵). به هر محصولی که تحت فرآیند کمپوست شدن که همان پایداری ترکیبات آلی تحت شرایط هوازی و تولید حرارت بر اثر فعالیت ریز جانداران است می توان کمپوست اطلاق کرد (آنون، ۱۹۹۹). در خاکهای با ماده آلی کم کاربرد کمپوست آلی برای افزایش ماده آلی خاک توصیه می شود که به دنبال آن کیفیت خاک بهبود یافته و حفظ می شود (کای و همکاران، ۲۰۰۷). ورمی کمپوست در حقیقت شامل فضولات کرمهای خاکی، مواد آلی که بطور جزئی تجزیه شده اند، کپسولهای تخم کرمهای خاکی، کرمهای خاکی و سایر ریز جانداران باشد. فضولات کرمهای خاکی محصول جانبی طبیعی کرمهای خاکی است که از نظر مواد غذایی مورد نیاز گیاهان غنی بوده و به عنوان بهترین ماده بهساز تواند به کار رود (اسمیت، ۱۹۹۸). باز گرداندن بقایا به خاک نه تنها فرصتی برای جبران هدر رفت مواد خاک در اثر کشت و کار فراهم می کند بلکه منبع ارزشمندی از عناصر غذایی از جمله نیتروژن می باشد (داناهاو، ۱۹۹۸). با توجه به این که تحقیقی در سطح استان در خصوص مقایسه تاثیر ورمی کمپوست، کمپوست و بقایای گیاهی در شرایط مزرعه ای بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک انجام نگرفته است لذا این تحقیق در یکی از مزارع اطراف شهر اردبیل به مرحله اجرا در آمد.

مواد و روشها

این تحقیق به منظور بررسی اثرات نوع و مقدار مصرف مواد اصلاح گر آلی در شرایط مزرعه ای در یکی از مزارع اطراف شهر اردبیل در پاییز سال ۱۳۹۱ به مرحله اجرا در آمد. طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب بلوکهای کامل تصادفی بوده که در آن نوع ماده اصلاح گر به عنوان فاکتور اصلی (کمپوست کود گاوی، ورمی کمپوست کود گاوی و بقایای لوبیا چیتی) و میزان مصرف آنها (۰، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار) در سه تکرار در نظر گرفته شد. خصوصیات شیمیایی نمونه های خاک برداشت شده از کرت های آزمایشی در زمانهای مختلف شامل pH، EC، OC و فسفر و پتاسیم قابل جذب اندازه گیری شد. برای بررسی تاثیر نوع و میزان مصرف مواد اصلاح گر آلی بر خصوصیات شیمیایی خاک و همچنین تاثیر زمان نمونه برداری بر آنها از مقایسه میانگین با آزمون دانکن با نرم افزار SAS استفاده شد.



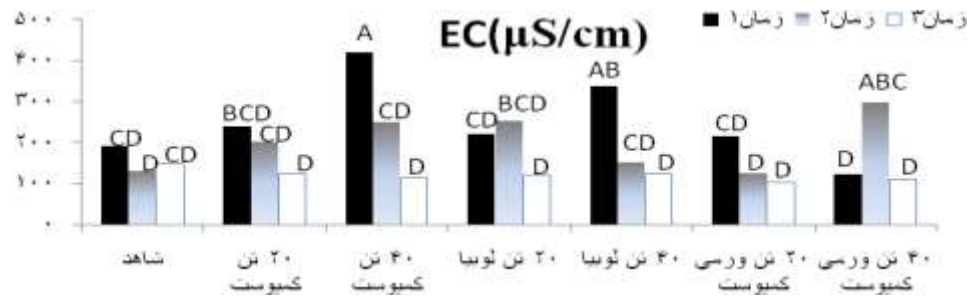
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس برای بیان تاثیر زمان، نوع و سطح مواد اصلاحی آلی نشان داد که اثر زمان بر هدایت الکتریکی و کربن آلی خاک در سطح ۱ درصد، اثر نوع کود بر کربن آلی خاک، فسفر قابل جذب خاک و پتاسیم قابل جذب خاک در سطح ۱ درصد و اثر متقابل ۳ جانبه زمان، نوع و سطح کود بر هدایت الکتریکی خاک در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس برای بیان تاثیر زمان، نوع و سطوح مواد اصلاحی آلی بر خصوصیات شیمیایی خاک

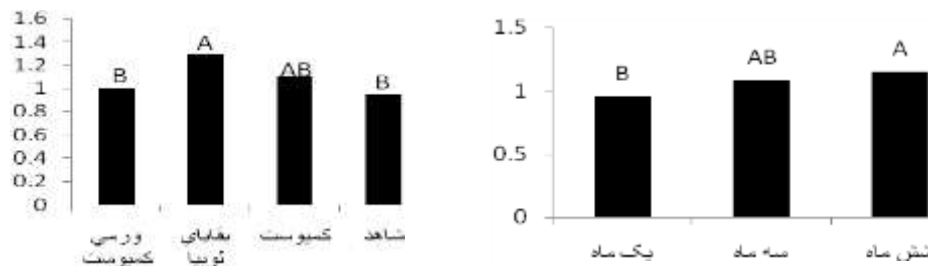
منابع تغییر	درجه آزادی	pH	EC(dS/m)	میانگین مربعات کربن آلی (%)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)
زمان	۲	۱/۵۸۳ ^{ns}	۹۲۸۶۵/۹ ^{**}	۰/۲۵۳ ^{**}	۱۳/۱۱ ^{ns}	۱۷۱۸۴/۲ ^{ns}
نوع کود	۳	۰/۸۱۵ ^{ns}	۱۴۵۷۱/۷ ^{ns}	۰/۲۵۶ ^{**}	۸۱۱/۳۱ ^{**}	۷۲۲۰۳/۵ ^{**}
سطح کود	۲	۰/۶۳۱ ^{ns}	۱۴۰۲۲/۰ ^{ns}	۰/۱۳۰ ^{ns}	۲۱۶/۹۷ ^{ns}	۱۴۷۵۶/۳ ^{ns}
زمان × نوع کود	۶	۰/۸۲۱ ^{ns}	۱۲۶۹۹/۹ ^{ns}	۰/۰۲۶ ^{ns}	۱۱۸/۲۱ ^{ns}	۶۷۷۲/۱ ^{ns}
زمان × سطح کود	۴	۰/۵۲۶ ^{ns}	۸۹۱۵/۶۷ ^{ns}	۰/۴۵ ^{ns}	۶۹/۶۴ ^{ns}	۸۰۳/۲۱ ^{ns}
نوع کود × سطح کود	۱	۲/۱۸۰ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۶۷۲/۶۶ ^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}
زمان × نوع کود × سطح کود	۲	۲/۱۶۰ ^{ns}	۵۲۲۵۸/۶ ^{**}	۰/۹۹ ^{ns}	۱۳۴/۲۳ ^{ns}	۷۷۵۴/۰ ^{ns}
تکرار	۲	۱/۳۸۰ ^{ns}	۶۶۵۸/۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۵ ^{ns}	۳۱۰/۳۶ ^{ns}	۸۰۳۶/۰۶ ^{ns}
خطا	۴۰	۰/۹۶۳	۶۸۰۲/۸	۰/۴۸	۱۶۵/۳۸	۵۵۶۷/۰۹

نتایج مقایسه میانگین برای اثرات متقابل زمان، نوع و سطح مواد اصلاحی آلی بر هدایت الکتریکی خاک نشان داد که بیشترین هدایت الکتریکی در تیمار ۴۰ تن کمپوست در هکتار در زمان ۱ ماه مشاهده شد که از نظر آماری با تیمارهای ۴۰ تن لوبیا در زمان ۱ ماه و ۴۰ تن ورمی کمپوست در زمان ۲ ماه تفاوت معنی داری نداشت (شکل ۱). این نتایج با نتایج روغنیان و همکاران (۲۰۱۲) که گزارش نمودند کاربرد کمپوست زباله باعث افزایش EC خاک شد و علت آن را مقدار زیاد کلسیم، منیزیم و کلر در آن دانستند مطابقت دارد.



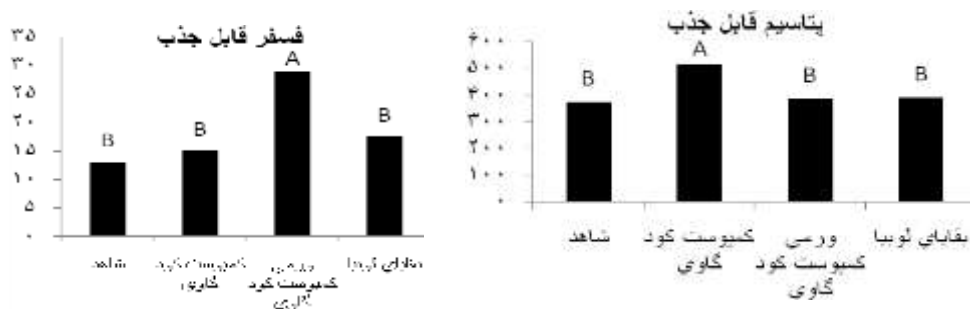
شکل ۱- تاثیر زمان نمونه برداری، نوع و سطح مواد اصلاحی بر هدایت الکتریکی خاک.

نتایج مقایسه میانگین با آزمون دانکن نشان داد که بیشترین میزان کربن آلی خاک در تیمار بقایای لوبیا به دست آمد که از نظر آماری با تیمار کمپوست کود گاوی یکسان بود. کمترین میزان این صفت مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۲). این نتایج با نتایج داناهو (۱۹۹۸) که نشان دادند کاربرد بقایای لوبیا باعث افزایش کربن آلی خاک می شود مطابقت داشتند. همچنین بیشترین میزان کربن آلی خاک در زمان شش ماه به دست آمده است و کمترین میزان مربوط به یک ماه اول بود که از نظر آماری تفاوت معنی داری با سه ماه نداشت. جمله شیرانی (۲۰۰۲) گزارش نمود مصرف کود دامی در نواحی مرکزی ایران در طول زمان به مدت دو سال باعث افزایش مواد آلی خاک شد.



شکل ۲-۱ تاثیر نوع مواد اصلاحی و زمان بر کربن آلی خاک (%).

بیشترین میزان فسفر قابل جذب خاک مربوط به تیمار ورمی کمپوست کود گاوی به دست آمد و کمترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد بود که از نظر آماری با تیمار کمپوست کود گاوی و تیمار بقایای لوبیا تفاوت معنی داری نداشت (شکل ۳). قانشیام و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که فسفر قابل استفاده بعد از برداشت نخود سبز در تیمار ورمی کمپوست نسبت به خاک شاهد افزایش یافت. بیشترین میزان پتاسیم قابل جذب خاک مربوط به تیمار کمپوست کود گاوی به دست آمد و کمترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد بود که از نظر آماری با تیمار ورمی کمپوست کود گاوی و تیمار بقایای لوبیا تفاوت معنی داری نداشت. باسکر و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که قابلیت استفاده پتاسیم بطور معنی داری بعد از فعالیت کرمهای خاکی در خاک افزایش می یابد که دلیل آن باید تغییر توزیع پتاسیم بین شکلهای غیر تبادلی به تبادلی باشد.



شکل ۳- تاثیر نوع مواد اصلاحی بر فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک (میلی گرم بر کیلوگرم).

منابع

- Anon (1999) Report of the National waste strategy for Scotland – Composting Task Group.
- Basker, A., A. MacGregor, and J. Kirkman. 1993. Exchangeable potassium and other cations in non-ingested soil and cast of two species of pasture earthworms. *Soil Biology and Biochemistry*. 25(12): 1673- 1677.
- Cai, Q. Mo, C. Wu, Q. Zeng, Q. Katsoyiannis, A. 2007. "Concentration and speciation of heavy metals in six different sewage sludge compost. *J Hazard Mater*. 147: 1063–1072.
- Donahue S. 1998. Legumes and Soil Quality. Technical note No. 6. USDA. http://soils.usda.gov/sqi/management/files/sq_atn_6.pdf
- Ghanshyam, Kumar, R. and Jat, R. K. 2010. Productivity and soil fertility as effected by organic manures and inorganic fertilizers in geerngram (*Vigna radiata*)- wheat (*Triticum aestivum*) system. *Indian Journal of Agronomy*. 55(1):16- 21.
- Rechcigl, E. 1995. Soil Amendments and Environmental Quality. Lewis publishers, Boca Raton, FL.
- Roghanian, S. Mirseyedhosseini, H. Savaghebi, GH. Halajian, L. Jamei, M. Etesami H. 2012. Effects of composted municipal waste and its leachate on some soilchemical properties and corn plant reponses. *International Journal of Agriculture: Research and Review*. 2 (6): 801-814.
- Shirani, H. Hajabbasi, M.A. Afyuni, M. Hemmat, A. 2002. Effects of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran. *Soil & Tillage Research* 68: 101-108.
- Smith, K. 1998. Practical guide to raising earthworm (Basic vermiculture information) K&W rabbit and worm.



بررسی اثر دیاتومیت بر برخی پارامترهای خاک

محمدحسن سیاری زهان^۱، محسن احمدی^۲، عبدالحمید غلامی^۳، سمیه رضایی پور^۳

۱-استادیار گروه اصلاح نباتات و زراعت و خاکشناسی

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه بیرجند

۳- دانشجوی کارشناسی گروه علوم خاک دانشگاه بیرجند

مقدمه

اصلاح خاک به منظور افزایش مواد معدنی و آلی و نیز تعدیل EC و pH برای دستیابی به شرایط مناسب رشد گیاهان در کشاورزی حائز اهمیت است. تاکنون تحقیقات بسیاری بر روی تغییر خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک تحت اثر عوامل مختلف در خاک انجام شده است. بهمنیار (۱۳۸۶) در تحقیقی به بررسی تأثیر گچ و کود دامی بر روی خصوصیات خاک پرداخت. جعفر پیشه و هنرجو (۱۳۸۷) به بررسی تأثیر کودهای آلی (کمپوست زباله شهری، کودگاو و کود گوسفندی) بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک طی یک دوره ۱۴ در پارک فدک اصفهان پرداختند. ایشان تغییرات EC و pH را در اثر اعمال این تیمارها گزارش کردند.

یکی از مواد اصلاح کننده خاک دیاتومیت می باشد که استفاده از آن در ساخت کودهای نیترات آمونیوم و اوره در کشاورزی مرسوم است. دیاتومیت ها، سنگ های رسوبی متشکل از ذرات ریز و بی شکل سیلیسی می باشند که در اثر فرایند تجمع پوسته یا اسکلت های فسیل شده جلبک ها و گیاهان و جانوران میکروسکوپی و تک سلولی به نام دیاتومه تشکیل شده اند (مظفری، ۱۳۸۰). دیاتومیت خالص از نظر خصوصیات ظاهری، شبیه به گچ است و معمولاً به رنگ سفید تا خاکستری دیده می شود. اندازه ی ذرات دیاتومیت از ۵ تا ۱۰۰۰ میکرومتر تغییر می کند، ولی اندازه غالب بین ۵۰ تا ۱۰۰ میکرومتر است. عبدالله (۲۰۱۱) با کاربرد دیاتومیت در سطوح صفر، ۱/۵، ۳ و ۴/۵ گرم در هر کیلوگرم خاک کاهش اثرات منفی شوری بر دو رقم شبدر را گزارش کرد. ظفر واحدیان و همکاران (۱۳۹۱) با آزمایشی در قالب طرح فاکتوریل به بررسی بررسی تأثیر دیاتومیت و دیاتومیت اصلاح شده بر سرب قابل دسترس در خاک پرداختند و گزارش کردند که دیاتومیت منگنزدار نسبت به دیاتومیت خام اثر بیشتری بر کاهش غلظت سرب و افزایش pH دارد.

بررسی ها نشان داد که مطالعات اندکی بر روی تأثیر دیاتومیت بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاکها انجام شده است. بنابراین این تحقیق به منظور بررسی اثر کاربرد دیاتومیت بر برخی پارامترهای خاک انجام شد.

مواد و روشها

این تحقیق در سال ۱۳۹۲ در گلخانه ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و در ۳ تکرار انجام شد. بدین منظور از گلدان هایی با ارتفاع ۱۵ سانتی متر و قطر ۲۰ سانتی متر استفاده شد. به منظور اعمال تیمارها، دیاتومیت با مقادیر صفر (D₀)، ۱ (D₁)، ۲ (D₂) و ۴ (D₄) درصد وزنی با خاک کاملاً مخلوط شد. به منظور آبیاری تیمارها میزان ظرفیت زراعی خاک محاسبه شد و به مدت دو ماه تیمارها در حالت ظرفیت زراعی نگه داشته شدند. سپس نمونه ها جهت انجام آزمایش به آزمایشگاه منتقل شدند و



تغییرات اسیدیته (pH)، شوری (EC)، میزان فسفر (P) و پتاسیم (K) اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری اسیدیته و شوری تیمارها ابتدا گل اشباع تهیه شد سپس با استفاده از دستگاه‌های pHmeter و ECmeter میزان pH و EC تعیین شد.

برای اندازه‌گیری میزان فسفر ابتدا ۳ گرم آمونیوم مولیبدات در ۶۲/۵ سی‌سی آب مقطر، ۰/۰۷ گرم پتاسیم آنتیمونی تارتارات در ۲۵ سی‌سی آب مقطر و ۳۴ سی‌سی اسیدسولفوریک در ۲۵۰ سی‌سی آب مقطر حل شده و همه به حجم ۵۰۰ سی‌سی رسانیده شدند. سپس ۱۰۰ سی‌سی از این محلول برداشته و با ۰/۵۲۸ گرم اسید آسکوربیک مخلوط گردید. این محلول به عنوان محلول کمکی و با نام محلول B نامگذاری شد. سپس ۵ گرم از هر تیمار برداشته شد و با ۱۰۰ سی‌سی محلول بیکربنات سدیم ($pH = 8.5$) مخلوط شد و در شیکر به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفت. سپس عصاره‌ی به دست آمده از کاغذ صافی رد شد. ۵ سی‌سی از عصاره‌ی تهیه شده را با ۴ سی‌سی محلول از قبل تهیه شده (محلول B) مخلوط کرده و به حجم ۵۰ سی‌سی رسانیده شد. سپس میزان فسفر این محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر مورد سنجش قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری پتاسیم ۵ گرم از هر تیمار وزن و ۱۰۰ سی‌سی استات آلومینیوم به آن اضافه شد. نمونه حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در شیکر قرار گرفته سپس از کاغذ صافی رد شد. عصاره حاصل با استفاده از دستگاه فلیم‌فوتومتر مورد سنجش قرار گرفت و میزان پتاسیم تعیین شد. نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1.3 و با استفاده از آزمون توکی تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که کاربرد دیاتومیت سبب افزایش EC خاک شد (جدول ۱). با کاربرد ۱ درصد وزنی دیاتومیت، میزان EC ۱/۶۳ برابر نسبت به شاهد افزایش نشان داد و کاربرد ۲ درصد وزنی دیاتومیت ۱/۸۵ برابر EC را افزایش داد. گرچه هیچکدام از این سطوح کاربرد اثر معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد نسبت به شاهد نداشت.

جدول ۱- مقایسه‌ی میانگین اثر دیاتومیت بر EC، pH، پتاسیم (K) و فسفر (P)

تیمار	EC (میلی‌ماوس بر سانتی‌متر)	pH (-)	K (ppm)	P (ppm)
D ₀	۸۹۷/۳۳ ^b	۷/۸۵ ^a	۱۷/۶۵ ^a	۱/۱۰ ^a
D ₁	۱۴۶۳/۶۷ ^{ab}	۷/۹۳ ^a	۱۸/۳۵ ^a	۱/۰۳ ^{bc}
D ₂	۱۶۶۸/۰۰ ^{ab}	۷/۶۸ ^a	۱۸/۳۵ ^a	۱/۰۹ ^{ab}
D ₄	۲۳۳۲/۰۰ ^a	۷/۸۴ ^a	۲۰/۸۰ ^a	۱/۰۲ ^c

در هر ستون حروف مشابه نشان دهنده‌ی عدم تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون توکی می‌باشد.

با کاربرد ۴ درصد وزنی دیاتومیت افزایش ۲/۵۹ برابری در میزان EC خاک مشاهده شد که نسبت به شاهد تفاوت آماری معنی‌داری داشت. تغییرات منظمی با افزودن دیاتومیت بر pH خاک مشاهده نشد. ابتدا افزایش pH در تیمار D₁ مشاهده شد ولی با افزایش سطح کاربرد دیاتومیت، pH نسبت به شاهد کاهش یافت. گرچه



افزودن دیاتومیت تأثیر معنی‌داری بر افزایش یا کاهش pH نشان نداد. همچنین کاربرد دیاتومیت اثر معنی‌داری بر میزان پتاسیم خاک نداشت گرچه استفاده از دیاتومیت سبب افزایش پتاسیم شد و این تغییرات در سطوح بالاتر افزایش بیشتری نشان داد. تغییرات نامنظمی با کاربرد دیاتومیت بر میزان فسفر خاک مشاهده شد. کاربرد ۱ درصد وزنی دیاتومیت میزان فسفر را ۶/۴ درصد به صورت معنی‌داری کاهش داد. در تیمار D₂ میزان فسفر نسبت به D₁ افزایش یافت ولی نسبت به شاهد کاهش ۰/۹ درصدی نشان داد. کمترین میزان فسفر در تیمار D₄ مشاهده شد که کاهش معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نسبت به شاهد نشان داد.

منابع

بهمنیار، م. ع.، ۱۳۸۶. تأثیر گچ و کود دامی در تغییر خصوصیات شیمیائی خاک شور. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران.

جعفر پیشه، ف.، هنرجو، ن.، ۱۳۸۷. تأثیر کودهای آلی (کمپوست زباله شهری، کود گاوی و کود گوسفندی) بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک طی یک دوره ۱۴ ساله. مجموعه مقالات سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی. خوراسگان. دانشگاه آزاد واحد خوراسگان.

ظفر واحدیان، ف.، فتوت، ا.، لکزیان، ا.، ۱۳۹۱. بررسی تأثیر دیاتومیت و دیاتومیت اصلاح شده بر سرب قابل دسترس در خاک. مجموعه مقالات همایش خاک و کشاورزی پایدار. ملایر. دانشگاه ملایر.

مظفری، س. ا.، موسی‌زاده، م.، سجادی، ز.، و کیلی، آ.، ۱۳۸۰. کسب دانش فنی شناسایی و فرآوری معدن خاک دیاتومیت ایرانی. مجموعه مقالات سومین همایش مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن. تهران، انجمن تخصصی مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن.

Abdalla, M. M., 2011. Impact of Diatomite nutrition on two *Trifolium Alexandrinum* cultivars differing in salinity tolerance, *Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 3(13): 233-246.



بررسی وضعیت ماده آلی در کاربری‌های متفاوت

بهاره رضایی^۱، پریسا علمداری^۲، احمد گلچین^۳، محمود سیفی^۴، امیر خمسه^۵

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه زنجان

۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان

۳- استاد گروه خاک شناسی دانشگاه زنجان

۴- دانشجوی دکترای دانشگاه تبریز، کارشناس ارشد خاکشناسی

مقدمه

مواد آلی خاک یکی از مهم‌ترین شاخص‌های شیمیایی کیفیت خاک به شمار می‌آید. مواد آلی خاک، نقش مهمی در تثبیت سیستم خاک، چرخه عناصر غذایی و ذخیره کربن خاک بازی می‌کند (نیکولز و همکاران، ۲۰۰۶). مواد آلی بسته به نوع سیستم مدیریتی خاک، می‌تواند مخزن و یا منبع برای گاز کربنیک اتمسفر باشد. به همین دلیل، بسیاری از دانشمندان معتقدند که مواد آلی، یک عامل کلیدی و اساسی در ارزیابی کیفیت خاک بوده (گریگوریچ و همکاران، ۱۹۹۴؛ لارسون و پیرسون، ۱۹۹۱) و ارتباط تنگاتنگی با خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن دارد (لارسون و پیرسون، ۱۹۹۱).

بیشترین مقدار مواد آلی خاک در نواحی با فعالیت بیولوژیکی بالا یعنی افق سطحی یا لایه شخم دیده می‌شود. انجام عملیات زراعی مؤثر برای مدت طولانی در این لایه، کاهش یا افزایش مواد آلی خاک را در پی دارد که این عملیات شامل شخم و خاکورزی، تناوب زراعی، مهار فرسایش خاک، کاشت محصولات پوششی، برگرداندن بقایای محصول به خاک، کوددهی و استفاده از اصلاح‌کننده‌های آلی خاک می‌باشد (راسموس و کولینز، ۱۹۹۱).

تغییر کاربری اراضی، به ویژه در سال‌های اولیه کشت و کار، میزان مواد آلی خاک را خیلی سریع کاهش می‌دهد. نتایج برخی تحقیقات نشان می‌دهد که میزان مواد آلی خاک بر اثر تبدیل خاک جنگلی به کشاورزی، بعد از سه سال کشت ۳۰/۹ درصد کاهش یافته و بعد از ۷۵ سال کشت و کار، ۷۲/۲ درصد کاهش نشان داد (گیدنز، ۱۹۵۷). وقتی که زمین‌های جنگلی زیر کشت برده شوند، مقدار ماده آلی خاک شروع به کاهش می‌کند و این کاهش بستگی به عوامل اقلیمی و شدت کشت و زرع پس از تبدیل اراضی دارد. به طور کلی میزان بقایای گیاهی اضافه شده به خاک به صورت کلش و کود سبز، کود دامی و ضایعات کشاورزی مهم‌ترین عاملی است که مقدار ماده آلی را تعیین می‌کند (پاستیان و همکاران، ۱۹۹۲). ولی این عمل باید استمرار داشته باشد و در صورت قطع افزودن ماده آلی، مقدار ماده آلی خاک دوباره به همان سطح اولیه برمی‌گردد. هدف از این پژوهش بررسی وضعیت ماده آلی در ۳ کاربری متفاوت می‌باشد.

مواد و روش‌ها



منطقه مورد مطالعه در روستای والا رود واقع در ۲۰ کیلومتری شهر زنجان (اتوبان زنجان میانه) می‌باشد. این منطقه بین مدارهای ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه و ۳۴.۸۷ ثانیه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲۲ دقیقه و ۰.۱۴ ثانیه طول شرقی قرار گرفته است. همچنین میانگین ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۵۵۶ متر می‌باشد.

منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم سرد خشک است. بر اساس دوره آماری سالهای ۱۹۵۶ تا ۲۰۰۵ اطلاعات هواشناسی ایستگاه زنجان متوسط میزان بارندگی ۳۱۳/۱ میلی‌متر می‌باشد. دی ماه با میانگین ۲/۵- درجه سانتیگراد سردترین و تیر ماه با میانگین ۲۳/۳ درجه سانتیگراد گرم‌ترین ماه سال است. متوسط درجه حرارت سالانه ۱۱/۷ درجه سانتیگراد است. رژیم رطوبتی و حرارتی بر اساس اطلاعات نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی کشور به ترتیب زیریک و مزیک است.

۳ کاربری اراضی متفاوت در این منطقه مطالعه شد که عبارتند از: ۱- باغ ۲- زراعی ۳- بایر. در هر کاربری از ۱۰ نقطه متفاوت و از عمق‌های ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متر یک نمونه خاک نمونه‌برداری شد. سپس نمونه‌ها هوا خشک گردیده و پس از کوبیدن از الک ۲ میلی‌متر جهت اندازه‌گیری خصوصیات مورد نظر عبور داده شد. درصد کربن آلی به روش والکلی- بلک اصلاح شده (نلسون و سامرز، ۱۹۸۲). برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

بحث و نتایج

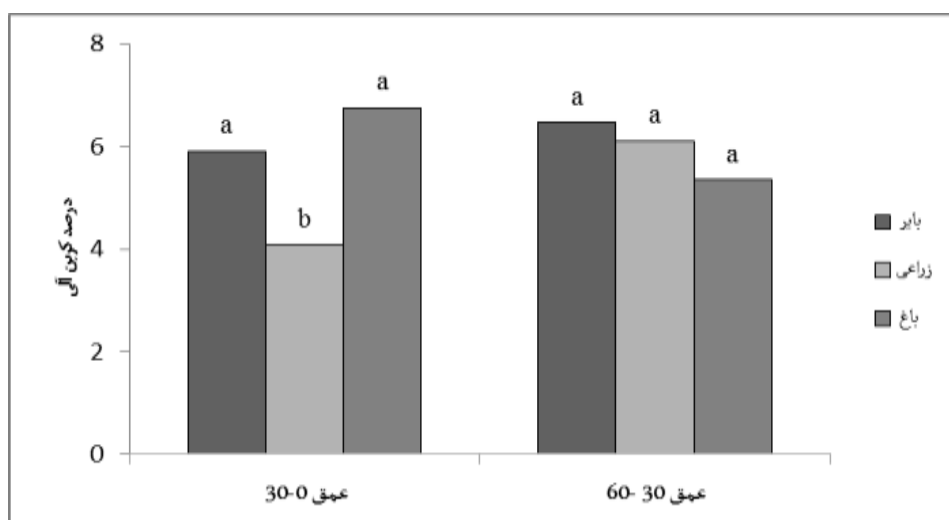
نتایج مطالعات نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین کاربری زراعی و باغ در عمق سطحی (۰-۳۰ سانتی‌متر) از لحاظ درصد کربن آلی وجود دارد. ولی در بقیه موارد تفاوت معنی‌داری در هیچ یک از عمق‌ها وجود نداشت (جدول ۱). بیش‌ترین مقدار کربن آلی در عمق ۰-۳۰ مربوط به کاربری باغ و کمترین مقدار مربوط به کاربری زراعی می‌باشد (شکل ۱). دلیل پایین بودن کربن آلی سطحی در خاک زراعی به دلیل کشت و کار مداوم می‌تواند باشد. فیتزسیمونس و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند که در زمین‌های زراعی میزان کربن آلی خاک به موجب تلفات ناشی از خاک‌ورزی نسبت به منطقه جنگلی در کم‌ترین حد می‌باشد. تابسن و استوارت (۱۹۸۳) نیز بیان کرده‌اند که تغییر کاربری زمین‌های مرتعی اغلب سبب کاهش مقدار مواد آلی خاک، از طریق مکانیزم‌های تسریع تجزیه بیولوژیک و هدر رفت مواد آلی خاک می‌شود. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که بین دو عمق در کاربری زراعی از لحاظ درصد کربن آلی تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول و شکل ۲). در کاربری زراعی به دلیل شخم زدن، هدررفت کربن در خاک سطحی بیشتر است بنابراین عمق ۰-۳۰ درصد کربن کمتری نسبت به عمق ۳۰-۶۰ خواهد داشت.

جدول ۱- نتایج مقایسه میانگین درصد کربن آلی در سه کاربری بایر، زراعی و باغ به وسیله آزمون t

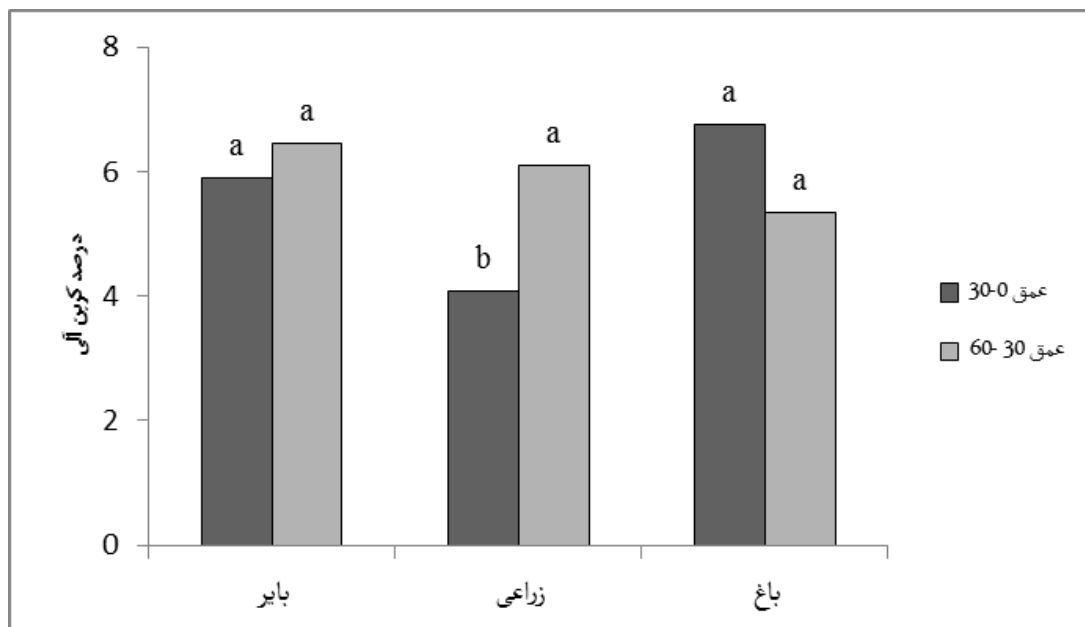
کاربری	عمق (سانتی‌متر)	درجه آزادی	مقدار آماره t	سطح معنی‌داری
بایر- زراعی	۰-۳۰	۱۸	۱/۸۹	۰/۰۷۴
	۳۰-۶۰	۱۸	۰/۳۳۷	۰/۷۴
بایر- باغ	۰-۳۰	۱۸	۰/۷۷۹	۰/۴۴۶
	۳۰-۶۰	۱۸	۰/۸۸۸	۰/۳۸۷
زراعی- باغ	۰-۳۰	۱۸	۲/۷۸۳	۰/۰۱۲
	۳۰-۶۰	۱۸	۰/۵۶۳	۰/۵۸

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین درصد کربن آلی در دو عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر به وسیله آزمون t

عمق (سانتی متر)	کاربری	درجه آزادی	مقدار آماره t	سطح معنی داری
۰-۳۰ با ۳۰-۶۰	بایر	۱۸	-۰/۵۴	۰/۵۹۶
	زراعی	۱۸	-۲	۰/۰۵
	باغ	۱۸	-۱/۰۸	۰/۲۹۵



شکل ۱- اثر کاربری اراضی بر درصد کربن آلی خاک



شکل ۲- اثر عمق بر درصد کربن آلی خاک.

منابع

1. Fitzsimmons, M.J., Pennock, D.J. and Thorpe, J. 2004. Effects of deforestation on ecosystem carbon densities in central Saskatchewan, Canada. *Forest Ecol. Manag.* 188: 349-361.
2. Giddens J. 1957. Rate of loss of carbon form Georgia soils. *Soil Science Society of America Journal*, 21: 513- 515.
3. Gregorich E.G Carter M.R. Angers D.A. Monreal C.M. and Ellert B.H. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 79:37-129.
4. Larson, W. E. and Pierce, F. J. 1991. Conservation and enhancement of soil quality. PP: 175-203. In *Evaluation for sustainable and management in the developing world*. Vol. 2. IBSRAM Proc. 12 (2). Bangkok, Thailand. Int. Board Soil Res. Manage., Bangkok, Thailand. 1996-1997. Agric. Handb. 712. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
5. Nichoi C. Kessler S. Wall S.N. Barbour S.L. and Hendry J. 2006. 30 dump instrumented watersheds geochemical analysis: a report prepared for Syncrude canada Ltd., University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada.
6. Nelson, D. W. and Sommers, L. E. 1982. Total Carbon and Organic Matter. P. 539-580, In: Page, A. L et al. (EdS.), *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methods*, Agron Monogr ASA and SSSA, Madison, USA.
7. Paustian K. Parton W.J. and persson J. 1992. Modeling soil organic matter in organic-amended and nitrogen-fertilized long-term plots. *Soil Science Society of America Journal*. 54:476-488.
8. Rasmussen P.E. and Collins H.P. 1991. Long-term impacts of tillage, fertilizer, and crop residue on soil organic matter in temperate semi-arid regions. *Advanced Agronomy*, 45:93-134.
9. Tissen, H. and Stewart, J.W. 1983. Particle-size fraction and their use in studies of soil organic matter composition in size fraction. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 47: 509-514.



ارزیابی کیفی آب‌های زیرزمینی با استفاده از روش‌های زمین آماری

سکینه عمادی^۱، علیداد کرمی^۲، سید علی اکبر موسوی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات فارس ۲- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس ۳- دانشیار گروه عمران دانشگاه علوم و تحقیقات واحد فارس

مقدمه

با توجه به تأمین بیش‌تر آب مورد نیاز مناطق خشک از منابع زیرزمینی و همچنین شکننده بودن این اکوسیستم نسبت به اکوسیستم‌های دیگر، بررسی وضعیت کیفی منابع آب زیرزمینی مناطق مزبور به منظور تضمین بقا اکوسیستم و پیشگیری از شور شدن بیش‌از حد و همچنین سایر مشکلات کیفی امری بایسته است. شناخت کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی، به عنوان یکی از مهمترین و آسیب‌پذیرترین منابع تأمین آب در دهه‌های اخیر یک امر کاملاً بدیهی است. استفاده از روش‌های سنتی برای بررسی وضعیت کیفی سفره‌های زیرزمینی کاری زمان‌بر و پرهزینه است، ولی روش‌های زمین‌آماري با تخمین دقیق‌تر، می‌تواند هزینه‌ها را هم کاهش دهد. در بررسی تغییرپذیری پارامترهای عمق و کیفیت آب شرب روش کریجینگ شاخص، بر روش کریجینگ ارجحیت داشته و کاربرد آن برای تعیین غلظت آلاینده‌های مختلف و احتمال آلودگی آب با عناصر مختلف توصیه شده است (Dash و همکاران، ۲۰۱۰). در مطالعه تغییرات مکانی کیفیت آب در تالاب انزلی بهترین مدل برای مشخصه‌های pH، EC و کدورت مدل نمایی گزارش شده است (زارع‌خوش‌اقبال و همکاران، ۱۳۸۸). در بررسی روی کیفیت آب‌های زیرزمینی، روش کوکریجینگ برای پارامترهای کلر، مجموع آنیون‌ها، مجموع کاتیون‌ها و EC، روش کریجینگ گسسته برای پارامترهای سدیم، روش کریجینگ جامع برای پارامترهای TDS و کریجینگ معمولی برای پهنه‌بندی پارامتر نسبت سدیم جذبی (SAR) بهترین بوده است (حبیبی اربطانی، ۱۳۸۸). در ارزیابی تغییرات مکانی متغیرهای کیفیت آب در تایوان روش کریجینگ فاکتوریل برای ردیابی معرفی شده است (Sheng و همکاران، ۲۰۰۶). در پژوهشی در شهر آنتالیای ترکیه از ۱۵۶ چاه آب روش کریجینگ معمولی برای آنالیز داده‌ها استفاده شده است (Nas، ۲۰۰۹). این پژوهش با هدف مدل‌سازی تغییرات مکانی ویژگی‌های کیفی منابع آب‌های زیرزمینی با استفاده از روش‌های زمین‌آماري انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در دشت کوار استان فارس انجام گردید. بدین منظور از اطلاعات ۴۴ نمونه چاه شاهد دشت کوار استفاده شد و روش‌های وزن دادن عکس فاصله (IDW)، کریجینگ و کوکریجینگ مورد بررسی قرار گرفت. تغییرپذیری مکانی کیفیت آب زیرزمینی، همبستگی مکانی متغیرهای TDS، EC، سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلر، اسیدیت، سختی کل، سولفات و بیکربنات بررسی گردید. بهترین مدل زمین‌آماري برای برآورد پارامترهای مختلف در نقاط فاقد داده تعیین شد، روش‌های مختلف زمین‌آماري در برآورد و میانبایی کیفیت آب زیرزمینی مقایسه گردید و نقشه پراکنش مکانی کیفیت آب زیرزمینی تهیه گردید. برای ارزیابی روش‌های میان-یابی از روش Cross Validation و از آماره‌های MAE، MBE، MSE و RMSE استفاده شد.



نتایج

نتایج آمار کلاسیک فاکتورهای کیفیت آب زیرزمینی بیانگر تغییرات زیاد کیفیت منابع آب در منطقه مورد مطالعه است (جدول ۱). این نشان می‌دهد که کیفیت آب در مناطقی بسیار افت کرده و برای مکان‌های مختلف مدیریت متفاوتی مورد نیاز است.

جدول ۱- نتایج آمار کلاسیک فاکتورهای کیفیت آب زیرزمینی

عامل کیفی آب زیرزمینی	میانگین	انحراف معیار	واریانس	کمینه	بیشینه	چوگلی	کشیدگی
TH (meq/lit)	۷۹۹	۳۷۶/۲	۱۴۱۵۱۱	۲۶۰	۲۱۵۰	۱/۳۴ به ۰/۲	۲/۷۹ به ۰/۰۱
SAR (meq/lit)	۱/۵۹۹	۱/۳۴۵	۱/۸۱	۰/۲۴	۶/۰۹	۱/۵۴ به ۰/۱۳	۲/۱۴ به ۰/۷۵
Na%	۱۹/۲۹۱	۱۰/۲۱۹	۱۰۴/۴۳	۵	۵۱	۰/۸۵ به ۰/۲۶	۰/۵۷ به ۰/۳۷
K (meq/lit)	۰/۱۰۳	۰/۰۶۱	۰/۰۰۴	۰/۰۲	۰/۳۶	۱/۷۹ به ۰/۲۴	۵/۳۴ به ۰/۰۹
Na (meq/lit)	۴/۹۹	۴/۹۸۲	۲۴/۸۱۸	۰/۴	۲۳/۴۵	۱/۸۴ به ۰/۲۳	۳/۴۴ به ۰/۰۷
Mg (meq/lit)	۷/۰۳	۴/۶۸۵	۲۱/۹۴۷	۱/۶	۲۷	۲/۲۹ به ۰/۰۴	۶/۷۶ به ۰/۳۰
Ca (meq/lit)	۸/۹۶۱	۳/۷۸۶	۴/۳۳۱	۳/۵	۱۶	۰/۵۶ به ۰/۰۷	۰/۷۹ به ۰/۱۸۷
مجموع کاتیون (meq/lit)	۲۱۰/۷۸	۱۱/۸۷۸	۱۴۱/۰۹۴	۵/۷۲	۶۶/۸۱	۱/۴۷ به ۰/۱۷	۳/۳۱ به ۰/۰۳
SO ₄ (meq/lit)	۱۰/۲۴	۶/۸۱۲	۴۶/۴۱	۰/۳	۳۳/۷	۱/۳۱ به ۰/۰۷	۲/۴۸ به ۰/۴۳
Cl (meq/lit)	۵/۲۶۷	۵/۲۶۵	۲۷/۷۲۵	۰/۴۵	۲۵/۵۵	۱/۹۷ به ۰/۱۲	۴/۰۹ به ۰/۰۶
HCO ₃ ⁻² (meq/lit)	۴/۶۴۱	۰/۵۹۵	۰/۳۵۵	۳/۵	۶/۴	۱/۰۵ به ۰/۶۸	۱/۱۰ به ۰/۶۲
مجموع آنیون	۲۰/۱۴۸	۱۱/۲۳۱	۱۲۶/۱۳۶	۵/۴	۶۳/۷۵	۱/۴۸ به ۰/۱۹	۳/۴۶ به ۰/۲۵
pH	۷/۳۶	۰/۲۶۵	۰/۰۷	۶/۸۹	۷/۹	۰/۰۹ به ۰/۰۳	۰/۹۱ به ۰/۹۳
TDS (meq/lit)	۱۳۲۶/۸۹	۷۳۹/۶	۵۴۷۰۰۷/۴۳۹	۳۴۳	۴۰۳۶	۱/۳۲ به ۰/۱۹	۲/۴۸ به ۰/۳۲
EC (dS.m ⁻¹)	۱۹۷۹/۴۵۵	۱۰۷۶/۷۹۳	۱۱۵۹۴۸۳/۶۹۶	۵۳۷	۵۹۰۱	۱/۲۳ به ۰/۲۱	۲/۲۵ به ۰/۴۳

در بیشتر موارد بین ویژگی‌های کیفی آب زیرزمینی همبستگی قوی وجود داشت (جدول ۲). بنابراین با در دست داشتن اطلاعات برخی از ویژگی‌های آسان در دسترس تخمینی از ویژگی مرتبط که در اختیار نیست به دست می‌آید. این امکان در رهنمودی در کاربرد روش کوکریجینگ و انتخاب فاکتور کمکی در اختیار می‌گذارد.

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین ویژگی‌های کیفی آب زیرزمینی

	Ca	Mg	Na	Cl	SO ₄	HCO ₃ ⁻²	TH	SAR	Na%	K	EC
Ca	1										
Mg	0.23	1									
Na	0.00	0.00	1								
Cl	0.00	0.00	0.00	1							
SO ₄	0.00	0.00	0.00	0.00	1						
HCO ₃ ⁻²	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1					
TH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1				
SAR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1			
Na%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1		
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	
EC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1

جهت برآزش بهترین مدل برای واریوگرام تجربی از میزان RSS کمتر و استحکام ساختار فضایی قوی تر و ضریب تبیین بیشتر استفاده شد و بهترین مدل واریوگرامی انتخاب گردید (جدول ۳).

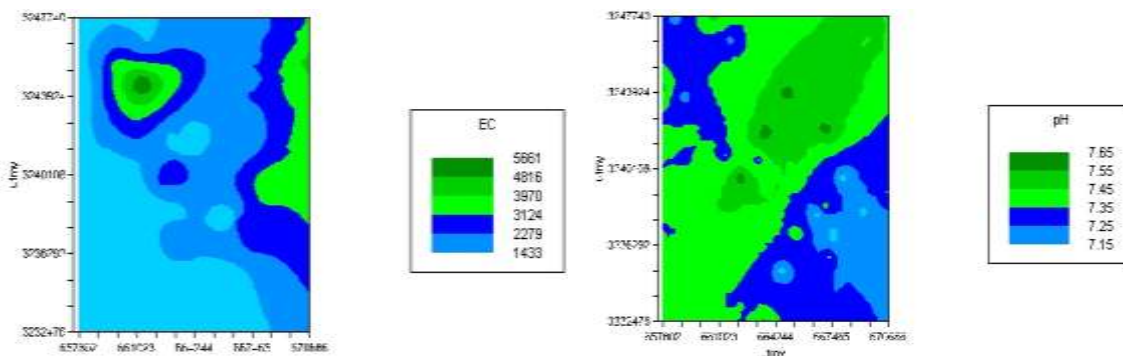


جدول ۳- بهترین مدل برازش داده شده به واریوگرام و عامل‌های مربوط به آن

مدل	RSS	ضریب تعیین R^2	$\frac{C_0}{C_0+C}$	دامنه تأثیر (A0)	آستانه (C0+C)	اثر قطعه‌ای (C0)	عامل کیفی آب زیرزمینی
گوسی	۰/۶۱۴	۰/۴۰۵	۰/۵	۴۱۱۰۰	۱/۲۴۷	۰/۶۲۳	SAR
گوسی	$2/02 \times 10^{-4}$	۰/۶۸۱	۰/۴۹	۲۱۱۰۰	۲/۵۴۷	۱/۲۷۳	Na%
گوسی	$2/62 \times 10^{-3}$	۰/۷۰۱	۰/۱۸۳	۱۱۲۶۰	۱/۴۳	۰/۲۶۳	K
گوسی	۱/۴۶	۰/۴	۰/۵	۴۱۱۰۰	۱/۸۴۳	۰/۹۲۱	Na
گوسی	$2/65 \times 10^{-3}$	۰/۶۷۱	۰/۲۱۲	۱۱۲۰۰	۱/۳۸۴	۰/۲۹۴	Mg
گوسی	$1/24 \times 10^{-6}$	۱	۰/۱۲	۱۰۰۹۰	۰/۷۹۶	۰/۰۹۶	Ca
گوسی	$1/17 \times 10^{-3}$	۰/۸۲۸	۰/۱۶۴	۱۱۲۱۰	۱/۳۳۱	۰/۲۱۹	Cation
گوسی	$7/21 \times 10^{-3}$	۰/۹۴۹	۰/۲	۷۶۹۰	۳/۴۵۴	۰/۷۲۲	SO ₄
گوسی	۱/۱۴	۰/۳۳۹	۰/۵	۴۱۱۰۰	۱/۶۳۹	۰/۸۱۹	Cl
نمایی	$5/47 \times 10^{-10}$	۱	۰/۴۹	۱۲۹۲۰	۰/۰۲۷۱	۰/۰۱۳۵	HCO ₃ ⁻
گوسی	$1/17 \times 10^{-3}$	۰/۸۲۲	۰/۱۶۷	۱۱۱۶۰	۱/۳	۰/۲۱	anion
نمایی	$1/92 \times 10^{-7}$	۰/۹۹۵	۱	۲۱۰۰	$2/44 \times 10^{-3}$	$1/21 \times 10^{-3}$	pH
گوسی	$1/11 \times 10^{-3}$	۰/۸۰۸	۰/۱۸۵	۱۱۲۰۰	۱/۲۴۳	۰/۲۳	TDS
گوسی	$1/77 \times 10^{-3}$	۰/۹۲۵	۱۱۵۲۰	۰/۱۲	۲/۶۴۱	۰/۳۱۹	TH-SO ₄
گوسی	۰/۰۱۲۲	۰/۲۱۳	۲۱۸۷۰	۰/۲۵۷	۴/۱۴۲	۱/۰۶۶	Na-Cl
گوسی	$1/15 \times 10^{-3}$	۰/۷۹۱	۱۱۲۷۰	۰/۱۸۴	۱/۲۱۷	۰/۲۲۵	EC-TDS

به دلیل کوتاه بودن مقاله از ارائه نتایج ارزیابی روش‌های مختلف میان‌یابی با آماره‌های گوناگون خودداری می‌شود. بهترین روش میان‌یابی برای ویژگی‌های نسبت جذب سدیم، درصد سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم و سولفات روش کریجینگ و برای سختی کل، سدیم محلول، مجموع کاتیون‌ها و آنیون‌ها، کلر، کل جامدات محلول در آب و شوری آب بهترین میات‌یاب روش کوکریجینگ و pH بهترین روش وزن دادن عکس فاصله (IDW) بود. Ahmad (۲۰۰۲) در کاربرد روش کریجینگ برای تعیین وابستگی مکانی و تخمین متغیرهای کیفی آب قابلیت بالایی روش کریجینگ را گزارش کرد. در بررسی روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ برای نقشه‌برداری عمق آب زیرزمینی در دشت داراب هر دو روش مورد تایید بوده ولی روش کوکریجینگ نتایج دقیقتری داشته است (Ahmadi و همکاران، ۲۰۰۷).

با استفاده از بهترین مدل‌های انتخاب شده بر نیم‌تغییرنما و بهترین روش میان‌یاب پهنه‌بندی ویژگی‌های کیفی آب زیرزمینی دشت کوار انجام و نقشه پراکنش مکانی آنها تهیه گردید که دو نمونه آن در شکل ۱ ارائه گردیده است.



شکل ۱- پراکنش مکانی شوری و اسیدیته آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه

کمترین مقادیر شوری در غرب و جنوب غربی منطقه دیده می‌شود که در دامنه کوه قرار داشته و بیشترین فاصله را دریاچه مه‌ارلو دارند. بیشترین مقادیر pH در مرکز و شمال شرقی دیده می‌شود که حضور یون سدیم بیشترین مقدار است (شکل ۱).

روش‌های زمین آماری به خوبی توانستند مقادیر متغیرها در نقاط فاقد داده را بر آورد نمایند. روش کریجینگ بر روش‌های دیگر ارجحیت داشت. برای بهره‌برداری بهینه و پایدارتر، برداشت از منابع آب‌های زیرزمینی باید کنترل شود و از برداشت بی رویه جلوگیری و کشت محصولات کشاورزی بر اساس کیفیت منابع آب منطقه‌بندی شود.

منابع

- ۱- حبیبی اربطانی و، احمدی ع، و فتاحی م، ۱۳۸۸. مدل‌سازی تغییرات مکانی برخی از ویژگی‌های شیمیایی آب‌های زیرزمینی به کمک روش‌های زمین آماری. مجله عملی- پژوهشی علوم و مهندسی آب‌خیزداری ایران، سال سوم، شماره ۷، صفحات ۲۲-۳۴.
- ۲- زارع‌خوش‌اقبال مریم، غضبان فریدون، شریفی فرود و خسرو تهرانی خسرو، ۱۳۸۸. بررسی تغییرات مکانی کیفیت آب در تالاب انزلی با استفاده از کریجینگ. فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی، سال چهارم. شماره سوم. ۹۸-۹۱
- 3- Ahmad S, 2002. Groundwater monitoring network design: application of Geostatistics with a few case studies from a granitic aquifer in a semisrid region. In: Ground water Hydrology, M.M. Sherif, V.P. Sing and M.Al- Rashed (Eds.), Balkema, Tokyo, Japan. 2: 37-57.
- 4- Ahmadi SH, and Sedghamiz A, 2007. Application and evaluation of kriging and cokriging methods on groundwater depth mapping. Environmental Monitoring and Assessment doi: 10. 1007/s 10661- 007- 9803-2.
- 5- Dash JP, Sarangi A, Singh DK, 2010. Spatial variability of groundwater depth and quality parameters in the national capital territory of Delhi. Environmental Management 45: 640- 650.
- 6- Nas B, 2009. Geostatistical approach to assessment of spatial distribution of groundwater quality. Polish. Environ. 160: 215- 227.
- 7- Sheng M, PinLin Y, Cheng Chang L, 2006. Designing an optimal multivariate geostatistical groundwater quality monitoring network using factorial kriging and genetic algorithms. Environ. Geol. 50: 101- 121.



مطالعه نقش کاربری‌های مختلف اراضی بر آلودگی فلزات سنگین در خاک

خدیجه نیل درار^۱، علیرضا جعفرنژادی^۲، ابراهیم پناه پور^۳، علی غلامی^۳

۱- دانشجوی دکتری خاکشناسی واحد علوم و تحقیقات خوزستان

۲- عضو هیات علمی بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۳- عضو هیات علمی واحد علوم و تحقیقات خوزستان

مقدمه

آگاهی از مقدار کل عناصر سنگین موجود در لایه‌های خاک اطلاعات کافی در مورد پتانسیل حرکت و قابلیت جذب زیستی آنها در اختیار ما قرار نمی‌دهد. عناصر سنگین با اجزاء تشکیل دهنده خاک به شکل‌های مختلف واکنش نشان داده و شکل‌های مختلف شیمیایی از جمله شکل‌های قابل جذب و متحرک این عناصر را بوجود می‌آورند (Sposito et al. 1982). همچنین استفاده از مواد شیمیایی در اراضی کشاورزی باعث ایجاد اثرات نامطلوب در غلظت فلزات سنگین در محیط می‌شود (Weiluo et al. 2007). لذا شناسایی خاکهای آلوده به فلزات سنگین امری ضروری و اجتناب ناپذیر می‌باشد. مطالعات اخیر نشان داده‌است که غلظت کادمیوم در برخی از خاکهای کشاورزی استان خوزستان به عنوان یکی از مراکز اصلی تولید محصولات کشاورزی به دلیل آنچه کاربرد مقادیر زیاد کودهای فسفوری خوانده شده در حال افزایش می‌باشد (Jafarnejadi et al. 2011). علاوه بر آن فعالیت‌های صنعتی و شهری مانند استفاده از سوخت‌های فسیلی، ذوب فلزات و غیره باعث ورود مقدار زیادی از عناصر سنگین از جمله روی، سرب، مس و کادمیوم به اتمسفر می‌شود. عناصر موجود در اتمسفر در نهایت بصورت فرونشست خشک و یا فرونشست تر روی سطح خاک و یا گیاهان وارد می‌شود. در مقیاس جهانی فرونشست جوی مهمترین عامل ورود عناصر سنگین به خاک محسوب می‌شود (Deboudt et al. 2004). اسنودان و بریچ (۲۰۰۴) با بررسی خاک‌های سواحل جنوبی سیدنی دریافتند که غلظت کل فلزات اندازه‌گیری شده در تمام نمونه‌ها از متوسط هم بالاتر بود که این به دلیل رسوبات اتمسفری و صنایع موجود در منطقه و اطراف آن می‌باشد. وی لو و همکاران (۲۰۰۷) تاثیر چهار کاربری زراعی، جنگلی، بدون کشت و باغی را بر غلظت فلزات سنگین بررسی کردند و دریافتند که از نظر آلودگی به فلزات سنگین زراعی <باغی> جنگلی <بدون کشت می‌باشند. چرخابی و همکاران (۲۰۰۸) اثرات کاربری‌های مختلف را در آلودگی رسوبات رودخانه سیاهرود در استان گیلان بررسی و دریافتند که Cu، Zn، Fe، Mn و Cd موجود در رسوبات رودخانه بیشتر مربوط به اراضی کشاورزی و Cr مربوط به سایت صنعتی و Pb مربوط به مناطق شهری می‌باشد موهامت و همکاران (۲۰۱۳) زیست‌فراهمی فلزات سنگین را در کاربری‌های کشاورزی و چمنزار بررسی کردند و دریافتند که لایه‌ها و کاربری‌های متفاوت و غلظت‌های قابل جذب Cu، Zn، Cd، Pb در لایه‌های متفاوت و کاربری‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌داری هستند. جعفرنژادی و همکاران (۱۳۹۱) تحقیقی جهت ارزیابی ویژگی‌های موثر خاک بر وضعیت غلظت کادمیوم در خاک و بذر گندم در برخی خاکهای آهکی استان خوزستان انجام داده‌اند و دریافتند که ویژگی‌های خاک بر مقدار و زیست‌فراهمی کادمیوم موثر می‌باشند. بنابراین علی‌رغم اینکه تحقیقات زیادی در زمینه فلزات سنگین و آلاینده‌ها در اراضی کشاورزی انجام شده است، لذا این مطالعه با هدف بررسی نتایج حاصل از نقش کاربری‌های مختلف بر میزان آلودگی فلزات سنگین، انجام شده است.



نتایج و بحث

ارزیابی اثرات چهار کاربری اراضی متفاوت زراعی، جنگلی، بدون کشت و باغی روی غلظت فلزات سنگین (As، Cr، Ni، Cu، Zn، Cd و Pb) در چین نشان داد که در اراضی زراعی تجمع As، Cd و Cr وجود دارد. و چنین نتیجه گرفتند که Cd و Cr از کوه‌های فسفاتی، Pb از حشره‌کشها، کودهای شیمیایی، لجن فاضلاب و رسوبات اتمسفری و Cu از قارچ‌کش‌ها ایجاد می‌شوند، در حالی که As، Ni و Cr ممکن است از مواد مادری ایجاد شوند. و در مجموع از نظر آلودگی به فلزات سنگین بدین‌صورت طبقه‌بندی می‌شوند: زراعی <باغی> جنگلی <بدون کشت (Jiachun et al. 2007). از طرفی بررسی اثرات کاربری‌های مختلف در آلودگی فلزات سنگین در رسوبات رودخانه سیاهرود در استان گیلان، نشان داد که Zn، Cu، Fe، Mn و Cd موجود در رسوبات رودخانه بیشتر مربوط به اراضی کشاورزی هستند، در حالی که سایت صنعتی شهر رشت عامل ایجاد Cr در این مناطق می‌باشد و همچنین میزان Pb بیشتر مربوط به مناطق شهری می‌باشد. و یک افزایش آلودگی فلزی از بالادست به پایین- دست در طول مسیر رودخانه سیاهرود مشاهده شد که می‌توان آلودگی تالاب انزلی را در حد بالایی مربوط به رسوبات رودخانه سیاهرود دانست (Charkhabi et al. 2008). همچنین محققین با بررسی توزیع فلزات سنگین در خاکهای مناطق شهری و صنعتی در یونان دریافتند Pb و Cd از آلوده‌کننده‌های معمول در خاکهای مناطق شهری هستند که علت اصلی وجود آنها ترافیک می‌باشد، در حالی که مناطق صنعتی از نظر Ni و Cd دارای آلودگی متوسط هستند. غلظت قابل جذب فلزات مورد مطالعه نیز پایین است که احتمالاً به دلیل pH خاک و مقدار بالای کربنات کلسیم آزاد خاک می‌باشد. ترتیب زیست‌فراهمی فلزات مورد مطالعه به‌صورت Ni>Cd>Pb>Zn>Cu می‌باشد (Papaphilli et al. 2009). در این راستا بررسی ارتباط بین کاربری اراضی و مقدار فلزات کمیاب در خاک سطحی در منطقه بنو در نیجریه نشان داد که سطوح فلزات معمولاً در خاکهای معدنی و شهری بالاست و در اراضی کشاورزی کمتر است در حالی که خاکهای جنگلی تحت تاثیر فعالیت‌های بشر آلوده شده‌اند. خاکهای مناطق معدنی از نظر Pb، Zn، Cd غنی هستند، خاکهای شهری غنی از Cu، Zn و Cd هستند که دلیل آن زباله‌ها و سوخته‌های فسیلی می‌باشند. اراضی کشاورزی از As و بعد از آن از Pb و Cd غنی هستند که احتمالاً به دلیل کاربرد آفت‌کشها و کودهای شیمیایی است. نقش بشر در آلودگی As و Pb بالا و در آلودگی Cd و Zn متوسط و در آلودگی Cu پایین است (Iorfa et al. 2010).

از طرف دیگر نتایج نشان داده ویژگیهای خاک بر مقدار و زیست‌فراهمی فلزات سنگین موثر می‌باشند. در واقع کادمیوم کل خاک همبستگی معنی‌داری با درصد آهک، ظرفیت تبادل کاتیونی، فسفر قابل جذب و کربن آلی دارد. همچنین همبستگی مقدار رس، درصد کربن آلی و pH خاک با غلظت کادمیوم قابل جذب معنی‌دار بوده و مشخص شد فراهمی کادمیوم قابل جذب خاک برای گیاه تحت تاثیر ویژگی‌های خاک می‌باشد (جعفرنژادی و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین محققین دریافتند مقدار عناصر سنگین جابه‌جا شده در محیط خاک تابعی از pH، میزان رس، مواد آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی است. و با افزایش pH، کربنات و مواد آلی خاک تحرک عناصر سنگین کاهش می‌یابد. خاکهای حاوی کربنات کلسیم آزاد می‌توانند کادمیوم و سرب را جذب کرده و از قابل دسترس بودن آن برای گیاه بکاهند. بنابراین خاکهای اسیدی توانایی خیلی کمی نسبت به خاکهای خنثی در جذب و نگهداری کادمیوم از خود نشان می‌دهند (Kimberely et al. 1999).



منابع

۱- مقاله مندرج در مجله های علمی

جعفرنژادی، ع.ر، همایی، م. صیاد، غ.ع. و بای بوردی م.، ۱۳۹۱. ارزیابی ویژگیهای موثر خاک بر وضعیت غلظت کادمیوم در خاک و بذر گندم در برخی خاکهای آهکی خوزستان. مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد نوزدهم، شماره دوم. صفحه های ۱۴۹ تا ۱۶۴.

Charkhabi AH, Sakizadeh M and Bayat R, 2008. Land use effects on heavy metal pollution of river sediments in Guilan, southwest of the Caspian sea. *Caspian J. Ewo. Sci.* Vol 6: 133-140.

Deboudt K, Flement P and Bertho M, 2004. Cd, Cu, Pb and Zn concentration in atmospheric wet deposition at a coastal station in Western Europe. *Water, Air, and Soil pollution* 151: 335-359.

Iorfa CH and Ntonzi TH, 2010. Heavy metal contamination of surface soil in relationship to land use patterns: A case study of Benue State, Nigeria. *Materials Sciences and Applications* 1: 127-134.

Jafarnejadi A. R, Homae M, Sayyad G and Bybordi M, 2011. Large scale spetal variability of accumulated cadmium in the wheat farm grains. *Soil and Sediments Contamination* 20: 98-113.

Jiachun S, Haizhen W, Jianming X, Jianju L, Xingmei L and Haiping Z, 2007. Spatial distribution of heavy metals in soil: A case study of changing, China. *Environ Geol.* 52: 1-10.

Kimberly M. F. H and William H, 1999. Trace metals in Montreal urban soils and the leaves of *Teraxacum officinale*. *Can. J. Soil Sci* 79: 385-387.

Muhamet Z, Rolf A and Muhamet k, 2013. Bioavailability of heavy metals in different land use in Drenica Region, Kosova. *Geophysical Research Abstracts*, Vol 15: 9783.

Sposito G, Land L. J, and Chang A. C, 1982. Trace metal chemistry in arid zone field soils amendment with sewage sludge. Fractioation of Ni, Cu, Zn, Cd and Pb in solid phases. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46: 260-264.

Wie Luo, Yonglong Lu, John P, 2007. Effects of land use on concentration of metals in surface soils and ecological risk around Guating Reservoir. *Environ Geochem Health* 29: 459-471.



۲- مقاله مندرج در مجموعه مقالات همایش ها

Mauskar J. M, 2007. Cadmium-An environment toxic enteral pollution control Board, Ministry of Enviroment and Forests, Govt of India, Parivesh Bhawan, East Arjun Nagar, Delhi-110032.

Papafilippaki A, and Stavroulakis G, Assessment of lead and cadmium concentration in roadside soils and plnts from China City, 2009. Proceedings of the 11th International Confrence of Environmental Science and Technology.



مطالعه تغییر کاربری جنگل به کشت دیم بر تغییرات کربن آلی خاک در اراضی شیب‌دار لسی استان گلستان، منطقه توشن

ابوالفضل بامری¹، فرهاد خرمالی² و فرشاد کیانی³

1- مربی گروه علوم مهندسی خاک، دانشگاه زابل

2- استاد گروه علوم مهندسی خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

3- استادیار گروه علوم مهندسی خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

بهبود کیفیت و پایداری خاک سبب تداوم باروری اراضی، حفظ کیفیت زیست محیطی و افزایش سلامتی گیاه و انسان می‌شود. فعالیت‌های مدیریتی به درجات مختلف بر کیفیت خاک موثر است و این تاثیر می‌تواند مثبت یا منفی باشد. هر گونه مدیریت نادرست منجر به تخریب خاک می‌شود. با کنترل و پایش کیفیت خاک می‌توان تاثیر فعالیت‌های مدیریتی بر خاک را ارزیابی نمود. میزان مواد آلی خاک یکی از عوامل مهم در تعیین کیفیت خاک بشمار می‌رود، چون نقش بسیار مهمی در تثبیت ساختمان و بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک دارد (مارتل و همکاران، 1980). خاک‌های بکر مثل جنگل‌ها به علت دارا بودن مواد آلی زیاد، همواره دارای ساختمان مطلوب و خصوصیات فیزیکوشیمیایی مناسبی می‌باشند. ولی تغییر در مدیریت و کاربری آنها و اعمال عملیات خاکورزی و سیستم‌های کشت و کار سنتی، تاثیر زیادی بر میزان ماده آلی خاک و به دنبال آن دیگر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن دارد (حاج عباسی و همکاران، 1381). هدف این تحقیق، ارزیابی مدیریت خاک و مطالعه تغییرات کربن آلی خاک به عنوان مهمترین پارامتر کیفیت خاک در اثر تبدیل خاک‌های بکر جنگلی به اراضی زراعی و کشاورزی در اراضی تپه ماهوری منطقه توشن بوده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تغییرات کربن آلی خاک در اثر تبدیل اراضی جنگلی به اراضی کشاورزی در منطقه توشن گرگان مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور 2 شیب تپه، یکی با کاربری جنگل و دیگری زمین زراعی حاشیه آن که بیش از 50 سال سابقه کشت و کار داشت انتخاب شدند. نمونه برداری در تیر ماه 1389 بدلیل تخریب شدید اراضی تنها از 2 موقعیت شانه شیب و شیب پستی و بصورت کاملاً تصادفی از عمق 0-20 سانتیمتری خاک جنگل و زمین کشت شده مجاور انجام و سپس نمونه‌ها مورد تجزیه قرار گرفتند. در نهایت خصوصیات 24 زوج نمونه خاک‌ها شامل کربن آلی و بافت خاک تعیین و مورد مقایسه قرار گرفتند (جدول 1 و 2). در این آزمایش بافت با استفاده از هیدرومتر و درصد کربن آلی خاک به روش والکلی و بلاک تعیین شد، سپس درصد ماده آلی خاک با استفاده از رابطه زیر تعیین گردید (ملکوتی و همایی، 1373).

$$\text{درصد کربن آلی خاک} = 1/724 \times \text{درصد ماده آلی خاک} \quad [1]$$

تجزیه و تحلیل نتایج با روش اسپلیت پلات و در قالب طرح کاملاً تصادفی و با نرم افزار SAS انجام گردید.



نتایج و بحث

ضریب تغییرات به عنوان یک شاخص، تغییرات کلی از ناهمگنی پارامترهای خاک را در دو کاربری نشان می‌دهد. بر اساس طبقه بندی نیلسون و بوما (1985)، اگر ضریب تغییرات کمتر از 10 درصد باشد، تغییرپذیری ضعیف، اگر بیش از 10 درصد باشد متوسط و در نهایت ضریب تغییرات برابر با 100 درصد نشان دهنده تغییرات بسیار شدید متغیر می‌باشد. بنابراین همان طور که در جدول 1 مشاهده می‌شود می‌توان شدت تغییرات پارامترهای رس و سیلت را در 2 کاربری مورد مطالعه ضعیف در نظر گرفت. این در حالی است که ضریب تغییرات در مورد پارامترهای شن و کربن آلی دارای شدت متوسط می‌باشد. اما نکته قابل توجه افزایش شدت تغییرات پارامترهای مورد بررسی پس از تغییر کاربری از جنگل به زراعی می‌باشد. به طوری که درصد ضریب تغییرات کربن آلی خاک با افزایش 12 درصد دارای بیشترین افزایش می‌باشد. که در واقع این امر نشان دهنده وابستگی و حساسیت بالای پارامتر کربن آلی به مدیریت اراضی می‌باشد. دوران و زیس (2000) بیان می‌کنند اگر مدیریت خاک براساس موقعیت زمین‌نما صورت گیرد می‌تواند سبب کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست گردد. پاتاک و همکاران (2004) تغییرات کربن آلی خاک یک معرف مهم کیفیت خاک برای ارزیابی تاثیر عملیات مدیریتی در اراضی کشاورزی و جنگلی است.

جدول 1- خلاصه‌ای از وضعیت آماری کربن آلی خاک و بافت خاک در منطقه مورد مطالعه

ضریب تغییرات (%)	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	کاربری	پارامتر
34/067	2/083	6/114	9/945	3/535	جنگل	کربن آلی (%)
42/128	0/247	0/587	1/073	0/195	زراعی	
3/533	1/45	41/03	43/33	40	جنگل	رس (%)
10/851	3/13	28/82	31/67	23/33	زراعی	
4/821	2/10	43/51	46/67	40	جنگل	سیلت (%)
8/966	4/58	51/11	61/67	45	زراعی	
13/335	2/06	15/46	16/67	10	جنگل	شن (%)
10/691	2/15	20/07	23/33	15	زراعی	

آنالیز ANOVA و تست LSD جهت بررسی این موضوع که آیا تغییرات کربن آلی خاک در کاربری‌ها و موقعیت‌های مختلف شیب معنی‌دار می‌باشد، انجام شد. میانگین ویژگی‌های خاک شامل درصد شن، سیلت، رس، کربن آلی و ماده آلی خاک در جدول 2 نشان داده شده است.

جدول 2- مقایسه میانگین شاخص‌های مورد مطالعه در منطقه

کاربری	جنگل		زراعی	
	شانه شیب	شیب پستی	شانه شیب	شیب پستی
موقعیت شیب				
کلاس‌های بافت	Silty Clay	Silty Clay	Clay Loam, Silty Clay Loam	Clay Loam, Silty Clay Loam, Silt Loam



کربن آلی	5/497 (a)	6/644 (a)	0/557 (b)	0/618 (b)
ماده آلی	9/476 (a)	11/454 (a)	0/961 (b)	1/065 (b)
رس (%)	40/833 (a)	41/19 (a)	26/806 (c)	30/833 (b)
سیلت	44/556 (c)	42/619 (c)	53/75 (a)	48/472 (b)
شن	14/611 (b)	16/19 (b)	19/444 (a)	20/694 (a)

مطالعه خاک در موقعیت های مختلف و دو کاربری نشان داد جنگل تراشی و اجرای کشت و کار در منطقه بافت خاک را از کلاس سنگین رسی سیلتی به کلاس های سبکتر لومی تغییر داده است. بافت خاک در کاربری جنگل در هر دو موقعیت دارای یک کلاس بافتی مشخص می باشد. در مقابل و در کاربری زراعی بافت خاک در هر دو موقعیت دستخوش تغییرات زیادی شده است و کلاس بافت خاک اراضی زراعی در نتیجه این تغییرات در سه کلاس لوم دسته بندی می شوند که می تواند نشانه ای از فرسایش خاک سطحی در منطقه جنگل تراشی شده باشد.

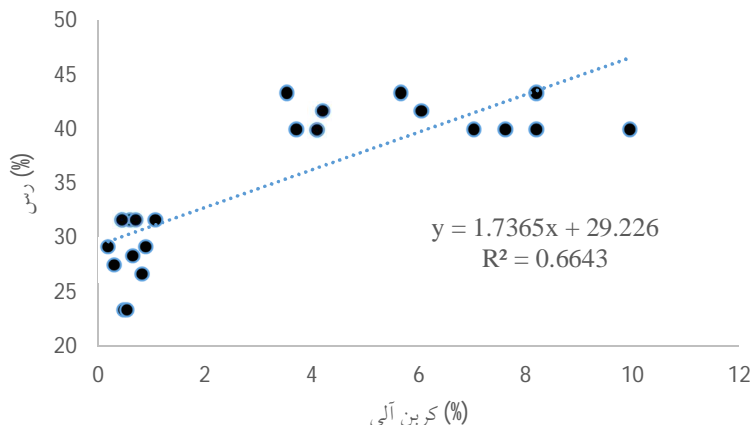
در بررسی میانگین ذرات بافت خاک مشاهده شد که بین اراضی جنگلی و زراعی اختلاف معنی داری به لحاظ آماری وجود دارد که در این میان اراضی جنگلی بالاترین میزان و اراضی زراعی کمترین میزان درصد رس را از خود نشان دادند ($p < 0/001$). در موقعیت شانه شیب، میانگین میزان رس خاک از 40/83 در کاربری جنگل به 26/8 در کاربری زراعی کاهش یافته است ولی در مقابل میانگین سیلت و شن خاک به ترتیب از 44/55 به 53/75 و از 14/61 به 19/44 در ناحیه تحت کشت افزایش پیدا کرده است. بنظر می رسد بالا بودن درصد شیب در این موقعیت و ناپایداری ساختمان خاک، تشدید فرسایش به دنبال انجام عملیات زراعی و از بین بردن پوشش طبیعی خاک دلیل اینگونه تغییرات شدید بافتی باشد. در واقع پدیده فرسایش باعث شده تا در کاربری زراعی و در دراز مدت، لایه سطحی خاک از بین برود. در واقع با وقوع بارندگی در منطقه در کاربری زراعی بدلیل عدم وجود پوشش مناسب خاک و وجود شیب زیاد، رواناب تولیدی باعث انتقال انتخابی ذرات رس از این مناطق به مناطق پایین دست می شود.

بررسی تغییرات بافت خاک در موقعیت شیب پستی نیز همین روند موجود در شانه شیب را نشان می دهد. خرمالی و همکاران (2009) در مطالعه ای در اراضی شیب دار لسی استان گلستان بیان می کنند یکی از شدیدترین تغییرات بافت خاک به خصوص از لحاظ میزان رس و سیلت در لایه سطحی موقعیت های شانه شیب و شیب پستی می باشد.

بررسی نتایج مقایسه میانگین کربن آلی بین چهار سایت مورد مطالعه اختلاف معنی داری بین دو کاربری و سایت های مختلف در سطح 1 درصد نشان داد به طوری که بیشترین میزان کربن آلی در کاربری جنگل و شیب پستی مشاهده شد که این امر به دلیل وجود شرایط پایداری از قبیل پوشش گیاهی مناسب، پایداری بیشتر سطوح زمین نما و متعاقباً نفوذ عمقی آب و از طرفی کاهش پتانسیل فرسایش پذیری به دلیل وجود درصد رس بیشتر می باشد.

به طور کلی بین کربن آلی خاک و مقدار رس خاکها در منطقه مورد مطالعه رابطه خطی وجود داشت که البته بیشترین میزان این همبستگی $R^2 = 0/664$ می باشد (شکل 1). بامری و همکاران (1391) اظهار می دارند که

بافت خاک با تاثیر بر پوشش گیاهی، رطوبت قابل استفاده و حاصلخیزی خاک تاثیر مستقیم بر میزان کربن آلی خاک دارد و همچنین میزان رس می تواند کربن آلی خاک را در برابر تجزیه محافظت کند.



شکل 1- رابطه خطی بین کربن آلی و بخش رس خاک در کل منطقه مورد مطالعه

در مقابل موقعیت شانه شیب در کاربری زراعی دارای کمترین میزان کربن آلی می باشد. دلیل این امر عملیات خاک ورزی (افزایش سرعت تجزیه مواد آلی خاک در پی عملیات شخم)، وجود درجه شیب زیاد در این موقعیت (تشدید کننده عامل فرسایش خاک) و کاهش 15 درصدی میزان رس می باشد که موجب افزایش شستشوی سطحی خاک و در نتیجه افزایش از هم گسیختگی خاکدانه ها می شود. بررسی منابع نیز نشان داد تغییر کاربری از جنگل به کشاورزی سبب کاهش مواد آلی، مواد غذایی خاک و همچنین تخریب ساختمان می شود (عمادی و همکاران، 2009). در کل نتایج تغییر مواد آلی به عنوان شاخص مهم کیفیت خاک نشان داد که میزان آن در دو کاربری زراعی و جنگل تفاوتی معنی دار دارند، اما در دو موقعیت شیب این تفاوت معنی داری، دیده نشد. سیلیپا (1999) وضعیت ماده آلی را بر اساس کلاس بافت خاک در چهار سطح مختلف (خیلی کم، کم، متوسط و زیاد) طبقه بندی می کند (جدول 3).

جدول 3- ارزیابی ماده آلی خاک بر اساس کلاس بافت خاک

کلاس بافت خاک	محتوی ماده آلی (%)			
	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد
Sand Loamy, Sand, Sandy Loam	< 0/8	0/8 - 1/4	1/5 - 2	> 2
Loam, Sandy Clay, Sandy Clay Loam, Silty Loam, Silt	< 1	1 - 1/8	1/9 - 2/5	> 2/5
Clay, Clay Loam, Silty Clay, Silty Clay Loam	< 1/2	1/2 - 2/2	2/3 - 3	> 3

با توجه به جدول 2 کلاس بافتی کل منطقه مورد مطالعه در طبقه بندی سیلیپا در گروه سوم قرار می گیرد. بر این اساس محتوی ماده آلی خاک در کاربری جنگل و در هر دو موقعیت شانه شیب و شیب پستی در کلاس زیاد



طبقه بندی می‌شود. در مقابل در کاربری زراعی و در هر دو موقعیت مذکور با توجه به مقادیر کمتر از 1/2 محتوی ماده آلی در کلاس خیلی کم طبقه بندی می‌شود. در واقع این نتایج نشان دهنده این واقعیت می‌باشد که ذخایر ماده آلی و کربن خاک به عنوان مهمترین شاخص کیفیت خاک، به تغییرات عملیات مدیریتی به شدت حساس می‌باشد و توسط پژوهشگران به عنوان یکی از مهم ترین شاخص های ارزیابی کیفیت خاک معرفی شده است (ل، 2004 و مارچتی و همکاران، 2012). در واقع تغییرات کربن آلی خاک یک معرف مهم کیفیت خاک برای ارزیابی تاثیر عملیات مدیریتی در اراضی کشاورزی و جنگلی است (پاتاک و همکاران، 2004) و چگونگی سرمایه گذاری در حفظ ماده آلی خاک و افزایش و نگهداری حاصلخیزی خاک تضمین کننده پایداری اکوسیستم و باروری خاک می‌باشد.

منابع:

1. بامری، ا.، خرمالی، ف.، کیانی، ف. و دهقانی، ا.، 1391. تغییرات مکانی کربن آلی خاک در موقعیت های مختلف شیب در اراضی شیب دار لُسی منطقه توشن، استان گلستان. مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد 19، شماره 2. صفحه های 43-60.

2. حاج عباسی، م. ع.، میرلوحی، آ. ف. و صدرارحامی، م. 1381. مطالعه موردی تاثیر تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی بر برخی ویژگی های فیزیکی و حاصلخیزی و شاخص کشت پذیری خاک در بروجن. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ششم، شماره اول، صفحه 149-161.

3. ملکوتی محمد جعفر و همایی مهدی، 1373، حاصلخیزی خاک های مناطق خشک، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

4. Emadi, M., Baghernejad, M., Memarian H.R. 2009. Effect of land-use change on soil fertility characteristics within water-stable aggregates of two cultivated soils in northern Iran. Land Use Policy 26. 452-457.
5. Doran, J.W; and Zeiss, M.R. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. Appl. Soil Ecol. 15: 3-11.
6. Khormali, F., Ajami, M., Ayoubi, S., Srinivasarao, Ch., Wani, S. P. 2009. Role of deforestation and hillslope position on soil quality attributes of loess-derived soils in Golestan province, Iran. Agriculture, Ecosystems and Environment. 134: 178-189.
7. Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science. 304:1623-1627.
8. Marchetti, A., Piccini, C., Francaviglia, R. and Mabit, L. 2012. Spatial distribution of soil organic matter using geostatistics: A key indicator to assess soil degradation status in central Italy. Pedosphere. 22(2): 230-242.
9. Martel, Y. A. and Mackenzie, A. F. 1980. Long-term effects of cultivation and land use on soil quality in Quebec. Can. J. Soil Sci., 60: 411-420.
10. Nielsen, D.R. and Bouma, J. 1985. Soil Spatial Variability. In: Proceedings of a Workshop of the ISSS and the SSSA. Pudoc, Wageningen. Las Vegas, USA.
11. Pathak, P., Sahrawat, K.L., Rego, T.J., and Wani, S.P. 2004. Measurable Biophysical Indicators for Impact Assessment: Changes in Soil Quality. In: Shiferaw, B., Freeman, H.A., and Swinton, S.M. (Eds.), Natural resource management in agriculture. Methods for assessing economic and environmental impacts. ICRISAT, Patancheru, India.



ارزیابی نقش مدیریت اراضی و موقعیت شیب بر روی پایداری خاکدانه‌ها در اراضی لسی استان گلستان، منطقه توشن

ابوالفضل بامری^۱، فرهاد خرمالی^۲

۱- مربی گروه علوم مهندسی خاک، دانشگاه زابل

۲- استاد گروه علوم مهندسی خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه:

کیفیت خاک، ظرفیت خاک جهت ایفای نقش در درون مرزهای اکوسیستم‌های طبیعی یا تحت مدیریت است تا تولیدات گیاهی و جانوری پایدار بماند، کیفیت آب و هوا حفظ شده و از سلامت و سکونت انسان حمایت شود (NRCS، ۲۰۰۱). بنابراین بین کشاورزی پایدار و کیفیت خاک ارتباط بسیار نزدیکی برقرار است. لال (۲۰۰۶) پارامتر پایداری خاکدانه را به عنوان یکی از شاخص‌های کیفیت خاک معرفی می‌کند و اظهار می‌دارد این پارامتر به همراه سایر پارامترهای شاخص کیفیت خاک بیان‌کننده وضعیت کلی سیستم خاک می‌باشند و وضعیت عملکرد گیاه و نوع مدیریت اراضی را تحت تاثیر قرار می‌دهند. خاکدانه‌ها یکی از خصوصیات مهم خاک بوده و پایداری آنها شاخصی است که ظرفیت نگهداری کربن آلی و فرسایش پذیری خاک را نشان می‌دهد. خاکدانه‌ای شدن خاک می‌تواند با کاهش فرسایش ورقه‌ای و جلوگیری از معدنی شدن کربن، باعث حفاظت کربن آلی خاک شود (بالسدنت و همکاران، ۲۰۰۰). تغییر کاربری اراضی از جنگل به زراعی به خصوص در زمین‌های شیبدار و فرسایش‌پذیر لسی در استان گلستان از معضلاتی است که با تأثیر مستقیم روی پارامترهای کیفیت خاک علاوه بر خسارت و کاهش استعداد بالقوه خاک در باروری، صدمات جبران‌ناپذیری را از طریق افزایش فرسایش‌پذیری خاک وارد نموده است. لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی نقش کاربری‌ها و شیب‌های مختلف بر روی پایداری خاکدانه‌ها در اراضی لسی منطقه توشن واقع در شمال شهر گرگان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها:

در این پژوهش تغییرات میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به عنوان شاخص پایداری خاکدانه در اثر تبدیل اراضی جنگلی به اراضی کشاورزی در منطقه توشن گرگان مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور ۲ شیب تپه، یکی با کاربری جنگل و دیگری زمین زراعی حاشیه آن که بیش از ۵۰ سال سابقه کشت و کار داشت انتخاب شدند. نمونه برداری در تیر ماه ۱۳۸۹ بدلیل تخریب شدید اراضی تنها از ۲ موقعیت شانه شیب و شیب پستی و بصورت کاملاً تصادفی از عمق ۲۰-۳۰ سانتیمتری خاک جنگل و زمین کشت شده مجاور انجام و سپس نمونه‌ها مورد تجزیه قرار گرفتند. در نهایت خصوصیات ۲۴ زوج نمونه خاک‌ها شامل کربن آلی، بافت خاک و پایداری خاکدانه‌ها تعیین و مورد مقایسه قرار گرفتند. در این آزمایش بافت با استفاده از هیدرومتر، درصد کربن آلی خاک به روش والکلی و بلاک و پایداری خاکدانه‌ها با استفاده از شاخص میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به روش الک تر تعیین شد.



پی یری و همکاران (۱۹۹۲) پارامتر SI^1 را به منظور بررسی کیفیت خاک بر اساس پارامترهای درصد کربن آلی، رس و سیلت خاک تعریف می کنند (معادله ۱).

$$SI (\%) = ((1.72OC (wt:\%)) / (Clay + Silt) (wt:\%)) * 100 \quad [1]$$

در این معادله SI در واقع شاخصی برای ارزیابی پایداری ساختمان خاک می باشد. بر این اساس $SI < 5\%$ نشان دهنده تخریب ساختمان خاک در نتیجه از دست رفتن شدید کربن آلی می باشد؛ اگر $5\% < SI \leq 7\%$ باشد بیانگر احتمال زیاد تخریب ساختمان خاک در نتیجه مقادیر ناکافی کربن آلی می باشد؛ اگر $7\% < SI \leq 9\%$ باشد احتمال تخریب ساختمان خاک کم می باشد و اگر $SI > 9\%$ باشد نشان دهنده وجود میزان مناسب کربن آلی جهت حفظ و نگهداشت ثبات و پایداری ساختمان خاک می باشد. تجزیه و تحلیل نتایج با روش اسپلیت پلات و در قالب طرح کاملاً تصادفی و با نرم افزار SAS انجام گردید.

نتایج و بحث:

ضریب تغییرات به عنوان یک شاخص، تغییرات کلی از ناهمگنی پارامترهای خاک را در هر موقعیت و کاربری نشان می دهد. بر اساس طبقه بندی ویلدینگ و درس (۱۹۸۳)، متغیرهایی با ضریب تغییرات کم تر از ۱۵ درصد دارای تغییرات کم، متغیرهایی با ضریب تغییرات بین ۱۵-۳۵ درصد دارای تغییرات متوسط و متغیرهایی با ضریب تغییرات بالای ۳۵ درصد دارای تغییرات زیاد می باشند. با توجه به جدول (۱) افزایش شدت تغییرات پارامتر میانگین وزنی قطر خاکدانه پس از تغییر کاربری از جنگل به زراعی بسیار چشمگیر می باشد به طوری که درصد ضریب تغییرات این پارامتر با افزایش ۲۷ درصدی روبرو است که براساس طبقه بندی مذکور تغییرپذیری آن از کلاس متوسط به زیاد تغییر می کند. ضریب تغییرات کم برای میانگین وزنی قطر خاکدانه در کاربری جنگل را می توان متأثر از عوامل ذاتی همچون مواد مادری، پوشش گیاهی مناسب، ماده آلی بالا و وجود حالت پایدار بین موقعیت شیب و خاک دانست. در حالی که ضریب تغییرات زیاد آن در کاربری زراعی می تواند ناشی از اثر متقابل عوامل مدیریتی و زمین نما مانند شخم در جهت شیب و تاثیر منفی عوامل ذاتی شیب تپه بر خاک مانند موقعیت و درجه شیب باشد که سبب ایجاد حالت ناپایدار نسبت به کاربری جنگل شده است. در واقع پس از تغییر کاربری ماده آلی خاک به عنوان مهمترین عامل سیمانی به سرعت تجزیه شده و خاکدانه های بزرگتر تحت تاثیر فعالیت های انسانی و تغییر شرایط محیطی به شدت تخریب شده اند. ما و همکاران (۲۰۰۷) معتقدند در این زمان خاکدانه های ریزتر با گستره اندازه وسیع تر غالب می شوند. سردا (۲۰۰۰) پایداری خاکدانه را مهمترین پارامتر بمنظور بررسی استحکام و پایداری ساختمان خاک معرفی می کند چون به صورت مستقیم و غیر مستقیم بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک تاثیر می گذارند و می تواند معرفی از میزان تخریب خاک باشد. پارامتر SI بدلیل اینکه تحت تاثیر تغییرات سه پارامتر کربن، رس و سیلت می باشد دارای تغییرپذیری زیاد در هر دو کاربری می باشد. دو پارامتر وزن مخصوص ظاهری و تخلخل خاک دارای تغییر پذیری کم در هر دو کاربری می باشند.



جدول ۱- خلاصه‌ای از وضعیت آماری میانگین وزنی قطر خاکدانه و پارامترهای مورد ارزیابی در منطقه

ضرب تغییرات (%)	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	کاربری	پارامتر
۲۰/۰۷۲	-/۴۲۳	۲/۱۰۶	۲/۸۱۰	۱/۳۲۰۱	جنگل	میانگین وزنی قطر
۴۷/۰۷	-/۱۸۳	-/۳۸۹	-/۶۸۸	-/۱۲۰۱	زراعی	خاکدانه (mm)
۳۴/۰۶۷	۲/۰۸۳	۶/۱۱۴	۹/۹۴۵	۳/۵۳۵	جنگل	کربن آلی (%)
۴۲/۱۲۸	-/۲۴۷	-/۵۸۷	۱/۰۷۳	-/۱۹۵	زراعی	
۳۶/۷۷۲	۴/۵۲۲	۱۲/۲۹۶	۲۰/۵۲۶	۶/۷۵۵۸	جنگل	SI (%)
۴۲/۲۰۱	-/۵۳۴	۱/۲۶۵	۲/۳۰۶	-/۴۱۹۲	زراعی	
۲۵/۳۰۸	۳/۵۷۵	۱۴/۱۲۵	۱۹/۵	۶	جنگل	(%) آهک
۲۰/۱۲۳	۵/۳۷۴	۲۶/۷۰۸	۳۵	۲۰	زراعی	
۶/۶۰۷	-/۰۸۷۵	۱/۳۲۵۲	۱/۴۳۶۷	۱/۱۷۴۴	جنگل	وزن مخصوص ظاهری (g/cm ³)
۸/۹۹۳	-/۱۳۶۶	۱/۵۱۸۶	۱/۸۱۸۴	۱/۳۵۷۹	زراعی	
۶/۶۰۸	-/۰۳۳	-/۴۹۹۹	-/۵۵۶۸	-/۴۵۷۹	جنگل	(%) تخلخل
۱۲/۰۷۱	-/۰۵۱۵	-/۴۲۶۹	-/۴۸۷۶	-/۳۱۳۸	زراعی	

آنالیز ANOVA و تست LSD جهت بررسی این موضوع که آیا تغییرات پارامترهای خاک مورد ارزیابی در کاربری‌ها و موقعیت‌های مختلف شیب معنی‌دار می‌باشد، انجام شد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های مورد مطالعه در منطقه

موقعیت شیب	جنگل		زراعی	
	شانه شیب	شیب پستی	شانه شیب	شیب پستی
میانگین وزنی قطر خاکدانه (mm)	۲/۰۴۸۴ (a)	۲/۱۶۲۹ (a)	۰/۳۳۸۹ (b)	۰/۴۴۰۱ (b)
کربن آلی (%)	۵/۴۹۶۷ (a)	۶/۶۴۳۹ (a)	-/۵۵۷۱ (b)	۰/۶۱۷۵ (b)
SI (%)	۱۱/۱۳۱۲ (a)	۱۳/۴۶۱۲ (a)	۱/۳۳۹۸ (b)	۱/۱۹۰۵ (b)
آهک (%)	۱۵ (b)	۱۳/۲۵ (b)	۲۸/۸۳۳۳ (a)	۲۴/۵۸۳۳ (a)
وزن مخصوص ظاهری (g/cm ³)	۱/۳۲۱۷ (b)	۱/۳۲۸۶ (b)	۱/۵۰۶۱ (a)	۱/۵۳۱۱ (a)
تخلخل	۰/۵۰۱۲ (a)	۰/۴۹۸۶ (a)	۰/۴۳۱۷ (b)	۰/۴۲۲۲ (b)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تغییر کاربری اراضی از جنگل به زراعی در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌داری بر تمام خصوصیات خاک مورد ارزیابی داشته است. این در صورتی است که بررسی نتایج اثر شیب بر پارامترهای مورد ارزیابی در دو کاربری مذکور، اختلاف معنی‌داری بین دو موقعیت شیب در هیچ کدام از پارامترهای مورد بررسی نشان نداد.

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، میانگین وزنی قطر خاکدانه به طور معنی‌داری در کاربری جنگل بیشتر از کاربری زراعی می‌باشد. دلیل اصلی این امر، می‌تواند میزان ماده آلی موجود در زوج نمونه‌ها باشد. در زمین‌های زراعی به علت عملیات کشت و کار و خاکورزی و زیر و رو شدن خاک، تهویه در خاک بهبود یافته که این امر اکسیداسیون ماده آلی را تسریع می‌کند. علاوه بر این عملیات کشت و کار باعث شکسته شدن خاکدانه‌ها



شده و مواد آلی محبوس در خاکدانه ها را که امکان دسترسی موجودات به آن کم است را در معرض تجزیه میکروبی قرار می دهد (روستا، ۱۳۸۰). ماده آلی با تشکیل پیوند های هیدروژنی و کتوردیناسیون با کاتیون های چند ظرفیتی موجود در سطح ذرات رس آنها را به یکدیگر پیوند می دهد و منعقد می کند. انعقاد رس ها شرایط لازم را برای تشکیل خاکدانه های پایدار فراهم می آورد. بنابراین پایداری بیشتر خاکدانه ها و کمتر بودن میزان رس قابل انتشار در خاک های بکر را می توان تا حدود زیادی به میزان ماده آلی بیشتر و فعالیت زیستی شدیدتر در این خاک ها نسبت داد (تیسدال، ۱۹۹۶). کارتر (۲۰۰۲) بیان می کند کاهش پایداری خاکدانه ها بیانگر کاربری ناپایدار اراضی است و میزان پایداری خاکدانه ها بیش از هر عامل دیگری با ماده آلی خاک در ارتباط می باشد. ارتباط مستقیم میزان ماده آلی خاک ها و پایداری ساختمان آن ها توسط محققین بسیاری نشان داده شده است (گیسن و همکاران، ۲۰۰۹؛ مالگوی و همکاران، ۲۰۱۱).

جدول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده ها نشان می دهد که پارامتر SI در کاربری زراعی نسبت به کاربری جنگل بطور معنی داری کاسته شده است. این پارامتر در کاربری جنگل با میانگین ۱۲/۳ نشان دهنده وجود مقادیر بسیار مناسب کربن آلی خاک جهت حفظ پایداری ساختمان خاک می باشد. در مقابل و در کاربری زراعی پارامتر SI با کاهش ۱۲ واحدی روبرو می باشد که نشان دهنده تخریب ساختمان خاک در نتیجه از دست رفتن شدید کربن آلی می باشد. بررسی ساختمان خاک افق سطحی در دو کاربری نیز تایید کننده این موضوع بود به طوری که در کاربری جنگل ساختمان خاک مکعبی زاویه دار با اندازه و درجه خاکدانه سازی متوسط (2mabk) مشاهده شد. در حالی که در کاربری زراعی ساختمان خاک به صورت دانه ای با درجه خاکدانه سازی ضعیف و اندازه کوچک (Ifgr) غالب بود که با نتایج رینولدز و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد.

به نظر می رسد تغییر کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه توانسته است اثرات قابل توجهی بر روی مقدار آهک گذاشته و باعث ایجاد تفاوت معنی داری بین کاربری ها شود ($P < 0.01$)، بطوری که میانگین کربنات کلسیم معادل در زراعت بالاترین و در جنگل پایین ترین میزان را دارد. عملیات خاکورزی موجب انتقال کربنات کلسیم از اعماق پایین تر و لایه های زیرین خاک با درصد آهک بیشتر، به سطح خاک شده و با آهک کمتر لایه های فوقانی مخلوط می شود بنابراین کربنات کلسیم خاک سطحی اراضی کشاورزی بیشتر از سایر کاربری ها است (کیانی و همکاران، ۲۰۰۴؛ بامری و همکاران، ۱۳۹۰). هر چند عامل شیب بر تغییرات آهک معنی دار نمی باشد اما میزان آهک در هر دو کاربری در موقعیت شانه شیب بیشتر می باشد. این نتایج بیان گر میزان شستشوی بیشتر آهک در موقعیت های شیب پستی به قسمت های عمقی تر خاک به دلیل دریافت رطوبت بیشتر خاک و کاهش درصد شیب در این موقعیت می باشد. همچنین هتر و همکاران (۲۰۱۰) اظهار می دارند شیب با درجه شیب زیاد می تواند آب بیشتری به صورت رواناب به موقعیت شیب پستی عرضه کند و در نتیجه در موقعیت شانه شیب مواد آهکی به دلیل نفوذ پذیری کمتر آب، در سرتاسر پروفیل توزیع شده و نیز مجالی برای آبشویی خاک فراهم نمی آید.

مطالعه خاک در منطقه حاکی از آن است که وزن مخصوص ظاهری و تخلخل خاک اختلاف معنی داری بین دو کاربری نشان می دهد، به طوری که وزن مخصوص ظاهری پس از تغییر کاربری به میزان قابل توجهی افزایش و تخلخل خاک کاهش یافته است. در کاربری زراعی به دلیل تردد ماشین آلات کشاورزی در سطح خاک و تجزیه ماده آلی خاک و گسیخته شدن خاکدانه ها بر اثر عملیات زراعی، جرم مخصوص ظاهری نسبت به کاربری جنگل بیشتر می باشد (ایبید و لال، ۲۰۰۸). از طرفی به نظر می رسد در کاربری زراعی طی فرسایش خاک سطحی،



افق‌های زیرسطحی با مقادیر بالاتر وزن مخصوص ظاهری در سطح خاک قرار گرفته باشند. در واقع این امر نشان دهنده از دست رفتن افق‌های سطحی خاک پس از تغییر کاربری از جنگل به زراعی می‌باشد (خرمالی و عجمی، ۲۰۱۱).

منابع:

روستا، م. ج. ۱۳۸۰. بررسی تأثیر مواد آلی و ترکیبات معدنی کلسیم‌دار بر برخی خواص بیولوژیکی و فیزیکی‌شیمیایی یک خاک سدیمی، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

بامری، ا. خرمالی، ف.، کیانی، ف.، و دهقانی، ا. ا. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر موقعیت‌های مختلف شیب بر روی برخی پارامترهای کیفیت خاک در اراضی لسی استان گلستان، منطقه توشن. دوازدهمین کنگره علوم خاک، دانشگاه تبریز، ۱۴-۱۲ شهریور.

- Abid, M., Lal, R. 2008. Tillage and drain age impact on soil quality I. Aggregate stability, carbon and nitrogen pools. *Soil & Tillage Research*. 100. 89-98.
- Balesdent, J., Chenu, C. and Balabane, M. 2000. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil Till. Res.* 53: 215-230.
- Carter, M. R. 2002. Soil quality for sustainable land management: organic matter and aggregation interactions that mainrain soil functions. *Agron. J.* 94:38-47.
- Cerda A. 2000. Aggregate stability against water forces under different climates on agriculture land and scrubland in southern Bolivia. *Soil Till. Res.*, 57: 159-166.
- Geissen, V., Sanchez, R., and Kampichler, C. 2009. Effect of land-use change on some properties of tropical soils, an example from Southeast Mexico. *Geoderma*, 151: 87-97.
- Hattar, B., Taimeh, A., Ziadat, F. 2010. Variation in soil chemical properties along toposequences in an arid region of the Levant. *Catena* 83 (2010) 34-45.
- Kiani, F., A. Jalalian, A. Pashae, and H. Khademi. 2004. Effect of deforestation on selected soil quality attributes in loess-derived landforms of Golestan province, northern Iran. *Proceedings of the Fourth International Iran & Russia Conference*. Pp:546-550.
- Khormali, F., Ajami, M., Pedogenetic investigation of soil degradation on a deforested loess hillslope of Golestan Province, Northern Iran. *Geoderma*. 167-168. 274-283.
- Lal, R., 2006. Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural lands. *Land Degrad. Dev.* 17, 197-209.
- Ma, Q., Yu, W., Zhao, Sh., Zhang, L., 2007. Relationship Between Water-Stable Aggregates and Nutrients in Black Soils After Reclamation. *Pedosphere*. 17: 538-544.
- Natural Resources Conservation Service (NRCS), USDA. 2001. Soil Quality Information Sheet. Soil Quality-Introduction.
- Onweremadu, E., Osuji, G., Eshett, T., Unamba-Oparah, I. and Onwuliri, C., 2010. Soil carbon sequestration in aggregate size of a forested isohyperthermic Arenic Kandiodults. *Agriculture Science*, 43: 9-15.
- Pieri, C.J.M.G., 1992. *Fertility of Soils: A Future for Farming in the West African Savannah*. Springer-Verlag, Berlin.
- Reynolds, W.D., Drury, C.F., Yang, X. M., Fox, C.A., Tan, C.S., Zhang, T.Q. 2007. Land management effects on the near-surface physical quality of a clay loam soil. *Soil & Tillage Research*. 96. 316-330.
- Tisdall, J. M. 1996. Formation of soil aggregates and accumulation of soil organic matter. In: *Structure and organic matter storage in agriculture soils*. pp. 57-96. (Eds). Carter, M. R. and Stewart, B. A. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Wilding, L.P., and Dress, L.R. 1983. Spatial variability and pedology. In: Wilding, L.P., Smeckand, N.E., and Hall, G.F. (eds.). *Pedology and Soil taxonomy. I. Concepts and interactions*. Elsevier Science Pub. Pp: 83-116.



تعیین توابع انتقالی مس و منگنز در خاک و بذر گندمزارهای شمال استان خوزستان

ساجده سعدی نژاد^۱، علیرضا جعفرنژادی^۲، علی غلامی^۳، عبدالامیر معزی^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان

۲- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۳- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان

۴- عضو هیأت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

مقدمه

گندم از محصولات زراعی مهم جهان و از گیاهان استراتژیک کشور است و اهمیت آن از نظر تولید و تأمین نیازهای غذایی انسان بیش از سایر محصولات کشاورزی می‌باشد. در ایران به دلیل آهکی بودن خاک‌ها، بالا بودن میزان اسیدیته و شوری، کمبود موادآلی در خاک‌های زراعی و عدم تعادل در مصرف کود، حلالیت عناصر غذایی به‌ویژه عناصر کم‌مصرف بسیار پایین است (یثربی و همکاران، ۲۰۰۸). با توجه به نقش مهم گندم در زنجیره غذایی جامعه، شناخت عوامل تغذیه‌ای موثر در افزایش کمیت و کیفیت این محصول در خاک بسیار حائز اهمیت است.

امروزه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به‌صورت مستقیم اندازه‌گیری می‌شوند، اما انجام این روش‌ها پرهزینه، مشکل و زمان‌بر می‌باشد. بنابراین، استفاده از روش‌های غیرمستقیم اجتناب‌ناپذیر است. ایجاد توابع انتقالی روش غیر مستقیمی برای برآورد ویژگی‌های مختلف خاک است. جهت برآورد این توابع روش‌های مختلفی از جمله استفاده از شبکه‌های عصبی، روش فازی، روش‌های زمین‌آماری و روش‌های رگرسیونی استفاده می‌گردد (اسکپ و همکاران ۱۹۹۸). غلامی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی توابع انتقالی عنصر آهن در خاک و بذر مزارع گندم پرداختند، نتایج نشان داد بین غلظت آهن موجود در بذر با میزان شوری، فسفر و ظرفیت تبادل کاتیونی رابطه معنی‌دار با ضریب همبستگی (۰/۹۶) و بین غلظت آهن خاک با میزان شوری و ظرفیت تبادل کاتیونی ارتباط معناداری (۰/۹۵) وجود داشت. بنابراین، به‌منظور پایداری منابع خاک و تولید بهینه، باید مدیریت مناسب عناصر ریزمغذی بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. در این پژوهش تلاش شد با توجه به نقش عناصر ریز مغذی در افزایش کمیت و کیفیت گندم، تأثیر عوامل خاکی مهم بر غلظت این عناصر در خاک و بذر گندمزارهای شمال استان خوزستان بررسی شود.

مواد و روشها

این مطالعه در مزارع گندم شمال استان خوزستان به وسعت ۱۰۰ هزار هکتار اجرا گردید. تعداد ۹۵ نمونه جفتی خاک و بذر به‌صورت مرکب و در زمان رسیدگی گندم، از مزارع مورد مطالعه تهیه گردید. نمونه‌برداری به‌صورت وزنی و بر اساس سطح زیر کشت گندم در مناطق مورد مطالعه صورت گرفت. همچنین، موقعیت مکانی (طول و عرض جغرافیایی) هر نقطه با استفاده از دستگاه GPS ثبت شد. بدین‌منظور، در هر نقطه نمونه برداری با استفاده از کادر یک متر مربعی و با توجه به سطح مزرعه، تعداد ۱۵ نمونه سنبله گندم از نقاط مختلف به‌صورت تصادفی



برداشت و یک نمونه مرکب گندم تهیه گردید. همچنین از عمق ۲۰-۰ سانتی متری خاک چند نمونه برداری ساده انجام و پس از مخلوط نمودن، حدود یک کیلوگرم خاک به صورت مرکب آماده شد. غلظت عناصر مس و منگنز قابل استفاده در خاک به روش عصاره گیری با محلول DTPA و غلظت این عناصر در بذر به روش اکسیداسیون خشک اندازه گیری شد. برخی خصوصیات شیمیایی خاک نظیر اسیدیته در گل اشباع با دستگاه پهاش متر، هدایت الکتریکی در عصاره اشباع با دستگاه هدایت سنج، کربن آلی به روش اکسیداسیون تر و آهک به روش خنثی سازی با اسید و تیتراسیون، اندازه گیری شدند. جهت تعیین روابط رگرسیونی بین خصوصیات خاک و غلظت عناصر مس و منگنز در خاک و بذر گندم روش رگرسیون چند مرحله ای (stepwise) با استفاده از نرم افزار spss انجام شد.

نتایج و بحث

توصیف آماری متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۱ خلاصه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده (جدول ۱) بیش از ۷۵ درصد خاک های مورد مطالعه دارای میزان منگنز قابل جذب کمتر از حد بحرانی، ۸ میلی گرم در کیلوگرم خاک (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹) است. همچنین، میانگین غلظت مس در همه مزارع تحت کشت گندم در شمال خوزستان معادل ۱/۳۴ میلی گرم در کیلوگرم خاک اندازه گیری شد. بر اساس نتایج فوق غلظت مس در ۹۰ درصد مزارع بالاتر از حد بحرانی ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹) است. از جمله مهمترین دلایل احتمالی کمبود عنصر منگنز در مناطق مذکور را می توان وجود خاک های آهکی در مناطق مورد مطالعه دانست. بر اساس نتایج حاصل (جدول ۱) میانگین آهک در خاک مزارع مورد مطالعه حدود ۴۳ درصد تعیین گردید. به طوریکه میزان آهک در حدود ۶۶٪ از خاک های مورد مطالعه بیشتر از ۴۰ درصد بود.

جدول ۱- توصیف آماری خصوصیات اندازه گیری شده خاک و بذر مزارع گندم در مناطق شمالی استان خوزستان

متغیر	تعداد	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	حداقل	حداکثر
اسیدیته	۹۵	۷/۲۹	۰/۲۷۷	۰/۴۴۲	-۰/۲۲۲	۶/۷	۸
شوری (ds/m)	۹۵	۱/۷۷	۱/۲۳	۱/۸۸	۳/۴۶	۰/۵	۶/۴
مواد آلی (%)	۹۵	۰/۷۶	۰/۲۶	۰/۲۲۳	-۰/۴۷۱	۰/۲۱	۱/۳۹
آهک (%)	۹۵	۴۲/۶۵	۶/۲۸	-۰/۱۷۱	-۰/۱۰۸	۲۷	۵۵
منگنز قابل جذب خاک	۹۵	۶/۷۵	۲/۱۷	۰/۷۲۱	۰/۲۴۱	۲/۳	۱۳
مس قابل جذب خاک	۹۵	۱/۳۴	۰/۶۹	۰/۷۶	۰/۱۷	۰/۳	۳/۴
منگنز بذر	۹۵	۴۰/۴۶	۱۲/۲۸	۰/۵۶۰	-۰/۰۹	۱۷/۸	۷۴/۶
مس بذر	۹۵	۷/۲۵	۱/۵۲	۰/۱۵	-۰/۲۸	۴/۲	۱۱/۲

- واحد عناصر در خاک و بذر میلی گرم در کیلوگرم می باشد.

وجود رابطه‌ی معنی دار و معکوس (جدول ۲) بین میزان منگنز قابل جذب و پ-هاش از دیگر دلایل کاهش این عنصر در خاک می باشد. تأثیر منفی کربنات کلسیم خاک و اسیدیته بر میزان منگنز توسط محققان مختلفی



گزارش شده است (مارشنر^۱، ۱۹۹۵، ضیائیان و همکاران ۱۳۷۸). از دیگر دلایل احتمالی کمبود این عنصر در خاک، کشت وسیع محصولات باغی، زراعی و عدم مدیریت صحیح در جهت جبران عناصر غذایی خاک از طریق مصرف کودهای ریزمغذی در این مناطق، می‌باشد. میانگین‌های منگنز و مس بذر به ترتیب ۴۰/۴۶ و ۷/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بذر است. بر این اساس، میانگین غلظت منگنز بذر در بیش از ۷۸ درصد از بذور تولیدی کمتر از حد بحرانی ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۷۹) بوده و با توجه به حد بحرانی غلظت مس در بذر گندم که ۵/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بذر تعیین شده (کریمی، ۲۰۰۹)، میانگین غلظت این عنصر در بذر تمامی مناطق بیشتر از حد بحرانی می‌باشد. با این وجود باید توجه داشت که میزان غلظت مس موجود در بذر در ۱۳ درصد از مزارع، کمتر از ۵/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم است.

بنابراین، در ۷۵ درصد از مناطق مورد مطالعه که میزان منگنز آنها کمتر از حد بحرانی ۸ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است مصرف کود سولفات منگنز و در ۱۰ درصد از مزارع که میزان مس آنها کمتر از حد بحرانی است مصرف کود سولفات مس بر اساس توصیه‌های آزمون خاک، جهت پایدار نمودن حاصلخیزی خاک باید در نظر گرفته شود. برای تعیین همبستگی بین ویژگی‌های مورد مطالعه، ضریب همبستگی پیرسون محاسبه شد. نتایج همبستگی در جدول ۲ نشان داده شده است. بر این اساس همبستگی معنی‌داری بین مقدار مس خاک با فسفر خاک ($r=0/79^*$)، رس ($r=0/78^*$) و شوری ($r=0/77^*$) وجود دارد. همچنین، رابطه‌ی معکوس و معنی‌داری بین مقدار منگنز خاک با پ-هاش ($r=-0/83^*$) مشاهده شد. بر اساس نتایج فوق غلظت مس موجود در خاک نسبت به منگنز بیشتر تحت تأثیر خصوصیات خاکی مورد مطالعه قرار گرفته است. میزان مس قابل جذب خاک با شوری رابطه مستقیم و معنی‌دار داشته، و نشان دهنده این است که احتمالاً ترکیبات مس در فاز محلول خاک

جدول ۲ - ضریب همبستگی پیرسون برای ویژگی‌های مورد مطالعه

متغیر	Cu _g	Mn _g	Mn _{DTPA}	pH	OC	TNV	EC _e	P(ava)	Clay
Mn _{DTPA}	-۰/۰۵	۰/۴۰							
pH	-۰/۳۶	۰/۲۸	-۰/۸۲۸*						
OC	-۰/۰۶	-۰/۳۷	۰/۲	-۰/۲۷					
TNV	-۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۴۷	-۰/۴۱	-۰/۰۷				
EC _e	۰/۳۶	-۰/۲۸	۰/۱۹	-۰/۴۴	۰/۸۲*	-۰/۰۴			
P(ava)	۰/۳۰	-۰/۴۰	-۰/۴۴	۰/۴۳	۰/۷۲	-۰/۳۱	۰/۴۰		
Clay	-۰/۴۶	-۰/۵۸	-۰/۱۴	-۰/۰۰۷	۰/۷۸*	-۰/۳۳	۰/۷۱	۰/۶۳	
Cu _{DTPA}	-۰/۱	-۰/۴۳	-۰/۳۸	۰/۲۰	۰/۷۴	-۰/۱۸	۰/۷۷*	۰/۷۹*	۰/۷۸*

Cu_{DTPA}: غلظت مس قابل جذب، Mn_{DTPA}: غلظت منگنز قابل جذب، Cu_g: غلظت مس بذر، Mn_g: غلظت منگنز بذر
 pH: اسیدیته خاک، TNV: مقدار آهک، EC_e: شوری، P(ava): غلظت فسفر قابل جذب، O.C: کربن آلی خاک، Clay: رس خاک.

***: به ترتیب وجود اختلاف معنی دار در سطح پنج و یک درصد.
 * : وجود همبستگی دلیل بر رابطه‌ی علت و معلولی نیست.



نیز زیاد می‌باشند ($p < 0/05$). میزان منگنز موجود در خاک با پ-هاش رابطه‌ی معنی‌دار و معکوس داشت ($p < 0/05$). واثقی و همکاران (۱۳۸۲) در بررسی اثر پ-هاش خاک بر قابلیت جذب عناصر کم‌مصرف به این نتیجه رسیدند، افزایش مقدار این عناصر در خاک‌ها متناسب با کاهش مقدار پ-هاش در خاک‌ها است، لذا هر چه میزان پ-هاش خاک کمتر باشد، غلظت مس و منگنز قابل جذب بیشتری برای گیاهان وجود دارد. نتایج رگرسیون چند مرحله‌ای بین غلظت مس در خاک و خصوصیات مورد مطالعه نشان داد، ارتباط رگرسیونی معنی‌دار با ضریب همبستگی ۰/۹۴ میان مس خاک، فسفر، رس و شوری وجود دارد (معادله ۱).

$$\text{Cu soil} = 0/55 \text{ P} + 0/08 \text{ Clay} + 0/49 \text{ EC} \quad R = 0/94 \quad [1]$$
همچنین رابطه معنی‌دار بین میزان منگنز موجود در خاک و پ-هاش خاک با ضریب همبستگی ۰/۸۳ وجود دارد (معادله ۲).

$$\text{Mn soil} = -0/83 \text{ pH} \quad R = 0/83 \quad [2]$$
نتایج حاصل از رگرسیون نشان داد که در شرایط این پژوهش، رابطه رگرسیونی معنی‌داری بین غلظت مس و منگنز در بذر و خصوصیات خاک مشاهده نشد. پایش وضعیت این عناصر، سبب مدیریت مصرف بهینه عناصر غذایی، افزایش تولید (کمیت و کیفیت) محصول شده و در نهایت افزایش سطح سلامت غذایی جامعه را در پی دارد. بنابراین، حفظ حاصلخیزی خاک و اعمال مدیریت مناسب، جهت افزایش بهره‌وری و مدیریت کشاورزی پایدار ضروری می‌باشد.

منابع

- ضیایان، ع. ح. ۱۳۷۸. تعیین حد بحرانی عناصر کم‌مصرف و نقش آنها در افزایش عملکرد و غنی‌سازی گندم در خاک‌های شدیداً آهکی استان فارس. پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران.
- غلامی، ع. جعفرنژادی، ع. صیاد، غ. دوامی، ا.، ۱۳۹۰. تعیین توابع انتقالی آهن و روی در خاک و بذر مزارع گندم. مقاله‌های کلیدی دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران-دانشگاه تبریز. تبریز.
- واثقی، س. افیونی، م. شریعتمداری، ح. مبلی، م.، ۱۳۸۲. اثر لجن فاضلاب و اسیدیته خاک بر قابلیت جذب عناصر کم‌مصرف و فلزات سنگین. مجله ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال هشتم، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۲. صفحه‌های ۹۵-۱۰۵.
- ملکوتی، م. ج. و طهرانی، م. م.، ۱۳۷۹. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی عناصر خرد با تأثیر کلان. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
- Karimi MA, Afuni MA, khoshgoftarmanesh A, Papritz A and Schulin R, 2009. Grain Zinc, Iron, and Copper concentrations of wheat grown in central Iran and their relationships with soil. *Agricultural and Food Chemistry* 57(22): 876-882.
- Yasrebi JA, Saffari MA, Fathi HA, Karimiyan NA, Emadi MO, Baghemejad MA. 2008. Spatial Variability of soil fertility properties for precision Agriculture in southern Iran. *Applied Science*, 8(9): 1642-1650
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. New York: Academic press.
- Schaap MG, Leij FJ, 1998. Using neural networks to predict soil water relation and soil hydrolic conductivity. *Soil and Tillage research* 47:37-42.



اثر گوگرد پلیت شده بنتونیت دار در اصلاح خاک های شور و سدیمی در شرایط خاکهای جنوب استان آذربایجان غربی

عفت الزمان منتظری^۱، پرویز مهاجر میلانی^۲، رحمان رادمش^۳، طاهر رزوان^۴ و محمد رضانوروزی آذر^۵
۱ محقق مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی، ۲ عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب، ۳، ۴ و ۵ کارشناسان مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی

مقدمه

بخش اعظم خاک های زراعی ایران با مسئله شوری و سدیمی همراه بوده و نیاز به اصلاح pH دارند لذا یکی از مهمترین زمینه های کاربرد گوگرد تبدیل آن به محصولی با ویژگی های خاص در جهت اصلاح این نوع خاکها می باشد. تلاش اخیر شرکت ملی گاز کشور در تهیه محصولی تحت عنوان گوگرد پلیت شده است که نوعی بنتونیت را با گوگرد مخلوط کرده و بصورت دانه های عدسی شکل در آورده است. این محصول که در آب کاملا محلول است در مجاورت رطوبت به ذرات بسیار ریز تبدیل می گردد این دو ویژگی در محصولات قبلی وجود نداشته و لذا ضرورت تحقیق همه جانبه را پیرامون این محصول طلب می نماید. منظور از اجرای طرح مذکور بررسی تاثیر گذاری گوگرد پلیت شده بنتونیت دار با و بدون مصرف تیوباسیلوس و کود دامی در اصلاح و بهسازی خاک های شور و سدیمی می باشد. در تحقیقات قبلی انجام شده در کشور تاثیر مثبت گوگرد آسیابی در کاهش اسیدیته، شوری و قلیائیت خاک در درجه اول در استان گلستان و در درجه دوم در ارومیه مشاهده شده است ولی در سایر استان ها تأثیری مشاهده نگردیدو یا تأثیر آن بسیار ناچیز بوده است (مهاجر میلانی، ۱۳۷۹). افزایش مواد آلی می تواند روش مناسبی برای محلول شدن کلسیم طبیعی خاک از کربنات کلسیم و دیگر معدنی های حاوی کلسیم شود (Minhas و همکاران، ۱۹۹۵؛ Choudhary و همکاران ۲۰۰۲). برای خاک های شور یا سدیمی مصرف مواد آلی می تواند شستشوی سدیم را افزایش داده و شوری را تقلیل دهد، همچنین ظرفیت نگهداری آب در خاک و پایداری خاکدانه ها را افزایش دهد (Lax و همکاران، ۱۹۹۴؛ Qadir و همکاران، ۲۰۰۱). نتایج تحقیقات Jalali و Ranjbar (۲۰۰۹) نشان داد مصرف کود گوسفندی و مرغی در خاک سبب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و جذب بیشتر کاتیون های کلسیم، منیزیم و پتاسیم از سدیم، افزایش شستشوی سدیم و کاهش در صد سدی تبادل گردید.

مواد و روشها

این آزمایش بصورت فاکتوریل در پایه بلوکهای کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و در ۳ تکرار در کرت های ۱۰ متر مربعی به مورد اجراء گذاشته شد. فاکتورهای آزمایشی شامل گوگرد پلیت شده بنتونیت دار در ۴ سطح بصورت، S0 = شاهد بدون مصرف گوگرد، S1 = گوگرد به میزان نیاز گچی خاک (Gypsum requirement)، S2 = گوگرد به میزان دو برابر نیاز گچی خاک، S3 = گوگرد به میزان چهار برابر نیاز گچی خاک، تیوباسیلوس نیز در ۲ سطح یعنی با و بدون مصرف تیوباسیلوس و کود دامی در ۲ سطح یعنی بدون مصرف کود دامی و مصرف به میزان ۴۰ تن در هکتار بود. پس از شخم محل آزمایش و آماده سازی کرت های آزمایشی کود های مورد نیاز که میزان آنها بر اساس نتایج آزمون خاک بود (ملکوتی و غیبی، ۱۳۷۹) بطور یکنواخت در سطح تمامی کرت ها



توزیع گردید و سپس گوگرد بنتونیت دار، تیوباسیلوس و کود دامی طبق کروکی در سطح تیمارهای آزمایشی پخش و در عمق ۳۰-۰ سانتی متری با خاک کاملاً مخلوط شد. در سال دوم اجرای آزمایش (سال ۱۳۹۱) نیز پس از انجام آبشویی کرت ها جهت بررسی وضعیت تاثیر تیمار های آزمایشی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اقدام به تهیه نمونه خاک از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متری گردید و تجزیه های EC، pH، Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، Na^{+} ، CO_3^{2-} ، HCO_3^{-} ، Cl^{-} در آنها اندازه گیری شد و سپس پاییز در محل کرت های دائمی جو کشت گردید که در تیرماه سال ۹۲ محصول جو برداشت گردید. برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین های پارامتر های اندازه گیری شده از نرم افزار MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین ها نیز با استفاده از روش آزمون چند دامنه ای دانکن انجام گرفت همچنین برای رسم نمودار از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

خاک قبل از کشت (جدول ۱) در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متری دارای شوری، pH در محدوده قلیایی متوسط و در عمق ۳۰-۰ سانتی متری میزان کربن آلی در محدوده کم، فسفر قابل جذب در حد متوسط و پتاسیم قابل جذب زیاد بود.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی قبل از اجرای آزمایش

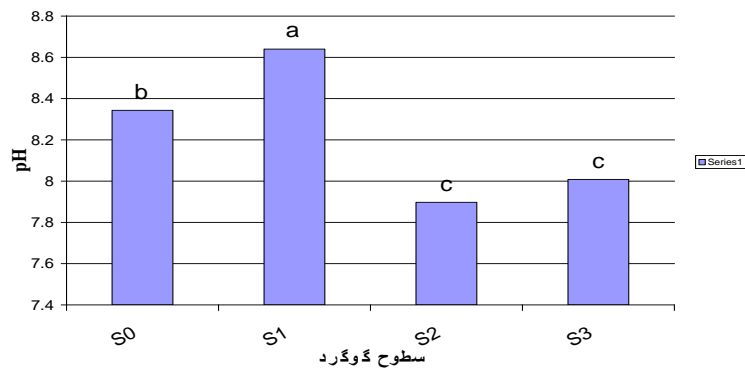
عمق خاک	درصد اشباع	هدایت الکتریکی	اسیدیته گل اشباع	مواد خنثی شونده	کربن آلی	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	بافت خاک
Cm	Ec×103	-	%	%	%	p.p.m	p.p.m	
۰-۳۰	۳۲	۵/۰۷	۸/۴۴	۱۳/۳	۰/۳۶	۱۳/۶	۸۹۱	لوم
۳۰-۶۰	۳۲	۶/۳۷	۸/۳۱	۱۴/۵	۰/۰۴	۷/۲	۱۴۶۲	سیلتی لوم

نتایج تجزیه واریانس داده های آزمایشگاهی نشان داد:

(۱) pH خاک: اعمال تیمارهای گوگرد پلیت شده بنتونیت دار در دو سطح S2 و S3 در مقایسه با تیمار شاهد (تیمار S0) موجب کاهش معنی دار pH خاک شد (نمودار ۱). افزایش مصرف گوگرد از تیمار S2 به تیمار S3 تاثیر معنی داری در میزان pH ایجاد نمود. در بررسی اثرات مصرف توام گوگرد بنتونیت دار با تیوباسیلوس نیز مشاهده شد مصرف گوگرد در دو سطح S2 و S3 به همراه تیوباسیلوس موجب کاهش معنی دار و بیشتر pH خاک شد که بیشترین کاهش به میزان ۷/۶۹ واحد در سطح تیمار S2 با مصرف تیوباسیلوس بود که در مقایسه با تیمار شاهد ۰/۴۱ واحد کاهش نشان داد. گوگرد بنتونیت دار به همراه مصرف ۴۰ تن کود گاوی در هکتار نیز موجب کاهش معنی دار pH خاک شد که بیشترین کاهش نیز مجدداً از سطح تیمار S2 (مصرف گوگرد بنتونیت دار به میزان دو برابر نیاز گچی خاک) بود. Wainwright و همکاران (۱۹۸۶) نشان دادند که با افزودن مواد آلی به خاک تیمار شده با گوگرد موجب افزایش اکسیداسیون گوگرد و کاهش pH خاک می شود. میزان مواد آلی کم

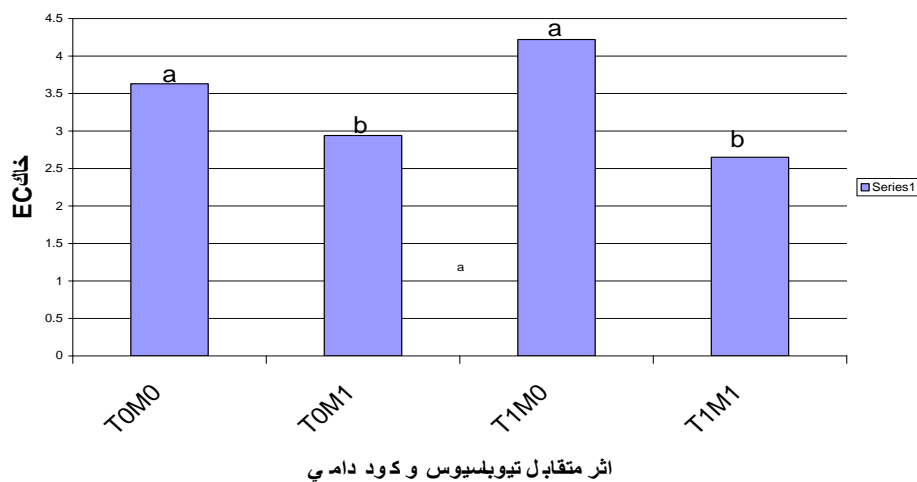


در اکثر خاکهای و نیاز موجودات اکسید کننده گوگرد به این مواد به عنوان منبع کربن و انرژی موجب شده است که اضافه نمودن مواد آلی به همراه گوگرد برای افزایش اکسایش گوگرد و کاهش pH خاک توصیه شود (ملکوتی و سپهر، ۱۳۸۲).



نمودار ۱- تاثیر سطوح گوگرد پلیت شده بنتونیت دار در کاهش pH خاک

۲) EC خاک: مصرف ۴۰ تن در هکتار کود دامی (گاوی) به تنهایی و نیز مصرف آن به همراه تیوباسیلوس موجب کاهش معنی دار EC خاک در مقایسه با تیمار شاهد شد که بیشترین کاهش مربوط به مصرف توام کود دامی به همراه تیوباسیلوس بود.



نمودار ۲- اثر متقابل تیوباسیلوس و کود دامی بر کاهش EC خاک

عملکرد جو: نتایج حاصل از کشت جو پس از اعمال تیمارهای گوگرد پلیت شده بنتونیت دار به همراه کود دامی و تیوباسیلوس در محل کرت های دائمی نشانگر تاثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جو می باشد. محققین اظهار می دارند کاهش pH خاک حتی در درصد کمی از کل خاک نیز می تواند برای مشکلات تغذیه



ای گیاهان کافی باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۲). مقایسه میانگین داده های آزمایشی نشان داد مصرف گوگرد پلیت شده بنتونیت دار با کاهش pH خاک در شرایط خاک مورد آزمایش موجب افزایش در عملکرد دانه (۳۰۹۰ = S0, S1=۳۱۷۶, S2=۳۷۷۰, S3=۳۵۳۰) کیلو گرم در هکتار ، کاه جو (S0=۳۷۳۶, S1=۳۸۹۷, S2=۴۵۵۴) و کیلوگرم در هکتار و نیز وزن هزار دانه (S0=۴۱/۲۶, S1=۴۱/۶۸, S2=۴۲/۵۵, S3=۴۰/۶۵) گرم و تعداد دانه در خوشه گردید. Ogle (2010) در تحقیقات خود اعلام نمودند شوری خاک تاثیر بسیار ناچیزی در عملکرد جو و گندم ایجاد می کنند.

منابع :

- ملکوتی، م. ج و غیبی، م.ن. ۱۳۷۹. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی موثر در خاک، گیاه و میوه در راستای افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات استراتژیک کشور، وزارت کشاورزی، سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی.

-ملکوتی، م.ج و سپهر، ا.، ۱۳۸۲. تغذیه بهینه دانه های روغنی گامی موثر در نیل به خود کفایی روغن در کشور (مجموعه مقالات)، موسسه تحقیقات خاک و آب.

. Ogle, D., Loren, J. 2010. Plant for saline to sodic soil conditions. TN <http://WWW.plant-ma> PLANT MATERIALS NO.9A

-Jalali M., F. Ranjbar. 2009. Effects of sodic water on soil sodicity and nutrient leaching in poultry and sheep manure amended soils. *Geoderma* 153:194-204.

-Minhas, P.S., Sharma, D.R., Singh, Y.P. 1995. Response to paddy and wheat to applied gypsum and FYM on an alkali water irrigated soil. *J. Indian SOC Soil Sci.* 43:452-455.

-Lax, A., Diaz, E., Castillo, ., Albaladejo, J. 1994. Reclamation of physical and chemical properties of a salinized soil by organic amendment. *Arid Soil Res. Rehab.* 8, 9-17.

-Qadir, M., Steffens, D., Yan F., Schubert, S. 2003. Proton release by N₂- fixing plant roots: a possible contribution to phytoremediation of calcareous sodic soils. *Lad deg*

-Wainwright, M., W. Nevell, and S. J. Graystone. 1986. Effects of organic matter on sulphur oxidation in soil and influence of Sulphur oxidation in soil nitrification. *Plant & Soil.* 96:369-376.



اثر کاربرد زغال سنگ بر تغییرات پتاسیم و فسفر، EC و pH خاک

- محمدحسن سیاری زهان^۱، محسن احمدی^۲، محمد حسین صیادی اناری^۱، عبدالحمید غلامی^۳، سمیه رضایی پور^۲
- ۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات و خاکشناسی دانشگاه بیرجند
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه بیرجند
۳- دانشجوی کارشناسی علوم خاک دانشگاه بیرجند

مقدمه

زغال سنگ نوعی سنگ رسوبی و قابل احتراق است که به طور کلی از عناصر کربن، هیدروژن، ازت، نیتروژن و گوگرد تشکیل شده است. درصد این عناصر در زغال سنگ‌های مختلف متغیر است ولی به صورت کلی بیش از نیمی از ساختمان این سنگ را مواد هیدروکربوری و کربن تشکیل می‌دهد. زغال سنگ همچنین از عناصر میکروسکوپی به نام ماسرال‌ها تشکیل شده است که این عناصر برخلاف کانی‌های دیگر ماهیت بلورین ندارند. از کاربردهای عمده زغال سنگ می‌توان به استفاده از آن به عنوان سوخت اشاره کرد. با توجه به معادن عمده و قابل دسترس این سنگ رسوبی در ایران توجه به این ماده اهمیت پیدا می‌کند. تاکنون مطالعات اندکی در خصوص کاربردهای مختلف زغال سنگ در علوم خاک انجام شده است. از معدود این تحقیقات می‌توان به مطالعات پاشاباوندپوری (۱۳۸۹) اشاره کرد. این محقق نشان داد که استفاده از زغال سنگ اثر فوق‌العاده‌ای بر کاهش مشکلات ناشی از رس‌های متورم شونده در خاک دارد. یکی از موارد مصرف زغال سنگ استفاده از آن برای کشاورزی در داخل کشور بوده که با مرور منابع گزارش علمی و مصوبی مبنی بر نحوه استفاده و تأثیر مثبت یا منفی آن بر خاک یافت نشد. گرچه اثر منفی این سنگ رسوبی بر بر پایداری و حاصلخیزی خاک گزارش شده است (واندر بورگ و همکاران، ۲۰۱۲) ولی تاکنون مطالعه‌ای بر تأثیر زغال سنگ بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک انجام نشده است. با توجه به ترکیبات زغال سنگ انتظار می‌رود که استفاده از آن بر میزان عناصر، شوری و pH خاک اثر بگذارد. بنابراین این تحقیق به منظور بررسی اثر کاربرد زغال سنگ بر تغییرات پتاسیم، فسفر، EC و pH خاک انجام شد.

مواد و روشها

این تحقیق در سال ۱۳۹۲ در گلخانه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. زغال سنگ در پنج سطح صفر (D₀)، ۲ (D₂)، ۴ (D₄)، ۸ (D₈) و ۱۶ (D₈) درصد وزنی با ۳ تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. براساس درصد وزنی زغال سنگ با خاک مخلوط شده و در گلدان‌هایی با ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر و قطر ۲۰ سانتی‌متر ریخته شد. تیمارها به مدت دوماه در حالت ظرفیت زراعی نگه‌داشته شده سپس جهت انجام آزمایش به آزمایشگاه منتقل شدند. در این تحقیق تغییرات اسیدیته (pH)، شوری (EC)، میزان فسفر (P) و پتاسیم (K) اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری اسیدیته و شوری ابتدا گل اشباع تهیه شد سپس با استفاده از دستگاه‌های pH متر و EC متر میزان pH و EC تعیین شد. سپس میزان فسفر نمونه‌ها به روش اولسون اندازه‌گیری شد.



برای اندازه‌گیری پتاسیم ۵ گرم از هر تیمار برداشته و ۱۰۰ سی‌سی استات آمونیوم به آن اضافه شد. نمونه حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در شیکر قرار گرفته سپس از کاغذ صافی رد شد. عصاره حاصل با استفاده از دستگاه فلیم‌فوتومتر مورد سنجش قرار گرفت و میزان پتاسیم تعیین شد. نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1.3 و با استفاده از آزمون توکی تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

کاربرد زغال سنگ اثرات نامنظمی بر تغییرات EC خاک نشان داد (جدول ۱). EC خاک در تیمارهای D₂ و D₄ نسبت به شاهد کاهش یافت به طوری که کمترین میزان EC در تیمار D₄ مشاهده شد و نسبت به شاهد معنی‌دار بود. افزایش سطح کاربرد زغال سنگ در تیمار D₈ بالاترین میزان EC را نشان داد که نسبت به شاهد ۱/۵۸ برابر افزایش داشت. با افزایش سطح زغال سنگ به ۱۶ درصد وزنی EC خاک نسبت به D₈ کاهش یافت ولی نسبت به شاهد ۱/۵۶ برابر افزایش یافت.

جدول ۱- مقایسه‌ی میانگین اثر زغال سنگ بر EC، pH، پتاسیم (K) و فسفر (P)

تیمار	EC (ds/m)	pH	K (ppm)	P (ppm)
D ₀	۱۶۳۴/۳۳ ^{ab*}	۷/۸۶ ^a	۱۸/۷۰ ^a	۱/۰۰ ^a
D ₂	۱۵۳۵/۰۰ ^b	۷/۸۵ ^a	۱۸/۰۰ ^a	۱/۰۴ ^a
D ₄	۷۰۲/۳۳ ^c	۷/۸۳ ^a	۱۷/۳۰ ^a	۰/۹۹ ^a
D ₈	۲۵۹۶/۶۷ ^a	۷/۴۸ ^b	۲۰/۱۰ ^a	۰/۹۷ ^a
D ₁₆	۲۵۶۰/۰۰ ^{ab}	۷/۵۳ ^b	۱۶/۹۵ ^a	۰/۹۹ ^a

* در هر ستون حروف مشابه بیان‌کننده‌ی عدم تأثیر معنی‌دار در سطح ۵ درصد با آزمون توکی می‌باشد.

D₀, D₂, D₄, D₈ و D₁₆ به ترتیب نشان‌دهنده‌ی صفر، ۲، ۴، ۸ و ۱۶ درصد وزنی زغال سنگ در خاک می‌باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده تعیین سطح بهینه کاربرد زغال سنگ می‌تواند به عنوان راهکاری مناسب و ارزان به منظور کاهش شوری در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک که عمدتاً با مشکل شوری مواجه هستند پیشنهاد شود. براساس این نتایج دستیابی به این مقدار بهینه مستلزم تکرار آزمایش‌ها در سطوح دیگر می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که کاربرد سطوح پایین زغال سنگ (۲ و ۴ درصد وزنی) تأثیر معنی‌داری بر pH خاک ندارند ولی کاربرد سطوح بالاتر (۸ و ۱۶ درصد وزنی) pH خاک را به صورت معنی‌داری کاهش دادند. کاهش pH در تیمارهای D₈ و D₁₆ به ترتیب ۰/۳۸ و ۰/۳۳ نسبت به شاهد بود. کاهش شدید pH می‌تواند به دلیل وجود عنصر گوگرد در ترکیب زغال سنگ باشد. با توجه به اینکه pH عامل عمده در حلالیت و فراهمی عناصر غذایی گیاهی است (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۷) و اغلب عناصر در pH بین ۶-۷ در دسترس هستند (تروگ، ۱۹۶۱) کاربرد زغال سنگ به عنوان ابزاری در تعدیل pH خاک‌های قلیایی و افزایش دسترسی به عناصر غذایی می‌تواند مفید باشد. این نتایج با مطالعات رحیمی و همکاران (۱۳۸۷) مطابقت دارد. این محققان اثر توسعه معدن زغال سنگ را بر pH آب بررسی کردند و نشان دادند که معادن زغال سنگ سبب کاهش شدید pH منابع آب اطراف معدن می‌گردد. بیشترین مقدار پتاسیم در تیمارهای D₂ و D₈ و کمترین میزان این عنصر در تیمارهای D₄ و D₁₆ مشاهده شد. با مقایسه‌ی میزان عنصر فسفر در تیمارهای مورد آزمایش بیشترین مقدار پتاسیم در D₂



و کمترین مقدار در D_8 مشاهده شد. گرچه افزودن زغال سنگ به خاک تغییراتی در میزان فسفر و پتاسیم نشان داد ولی این تغییرات معنی‌دار نبود. پتاسیم و فسفر به عنوان دو عنصر ضروری در خاک به منظور توسعه‌ی کشاورزی می‌باشند. افزایش این دو عنصر تا حدی می‌تواند نیاز به کودهای پتاسه و فسفره را برطرف کند ولی نتایج این تحقیق نشان داد که زغال سنگ اثری بر افزایش یا کاهش عناصر فسفر و پتاسیم خاک نخواهد گذاشت که احتمالاً به دلیل عدم وجود این عناصر در ترکیبات این سنگ معدنی می‌باشد.

منابع

- پاشاوندپوری، م. ع. ۱۳۸۹. تأثیر زغال سنگ بر خصوصیات مهندسی خاک رس متورم شونده. مجموعه مقالات اولین همایش ملی سازه، زلزله، ژئوتکنیک. بابلسر. موسسه آموزش عالی پردیسان.
- رحیمی، م.، دهرآزما، ب.، خدادادی، ا.، فردوست، ف. ۱۳۸۷. ارزیابی اثرات توسعه معدن زغال سنگ طرزه بر بهداشت آب منطقه. مجموعه مقالات یازدهمین همایش ملی بهداشت محیط. زاهدان. دانشگاه علوم پزشکی زاهدان.
- کوچکی، ع.، سردنیا، غ.، ۱۳۷۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.
- Truog, E. 1961. In Mineral Nutrition of Plants, ed. E. Truog, Madison, Wis. University of Wisconsin Press.
- Van der Burgh, G., Meyer, F., Coertzer, L. 2012. Evaluating the impact of coal mining on agriculture in the Delmas, Ogies and Leandra districts, A focus on maize production. A report by BFAP. 47 pp.



بررسی خصوصیات فیزیکی-شیمیایی و رده‌بندی خاک تحت تأثیر کاربری‌های مختلف در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شاهد

محمد جواد اسداله‌زاده^۱، حسین ترابی گل‌سفیدی^۲، وحید مرادی‌نسب^۲

۳- دانشجویان سابق کارشناسی، گروه علوم خاک، دانشگاه شاهد تهران و کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه شاهد تهران

مقدمه

در جهان پرجمعیت و پیچیده‌ی امروزی بهره‌برداری از اراضی با استفاده از برنامه ریزی‌هایی صورت می‌گیرد که ضمن تأمین بیشترین درآمد، این منابع برای استفاده‌ی آیندگان نیز مورد حفاظت قرار گیرند. در عمل، بدون توجه به شناسایی صحیح خاک دستیابی به این هدف غیر ممکن است. زمین‌های قابل کشت به دلیل فرآیندهای مختلف تخریب خاک، پیوسته در حال کاهش هستند.

استفاده نامناسب از اراضی کشاورزی باعث تخریب خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود، که به عنوان یک فرآیند منفی در کاهش توانایی خاک در حمایت از محصولات کشاورزی قابل بررسی است و دلیل اصلی آن را باید فعالیت‌های انسانی و عمدتاً کشاورزی دانست (Bossio et al., 2010). خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تحت تأثیر آبیاری و عملیات‌های کشت و کار در طول زمان تغییر می‌کند (Nunes et al., 2007). فرآیندهای تخریب خاک شامل فرسایش بادی و آبی، شور و سدیمی شدن، فشرده شدن و سخت شدن لایه‌های سطحی، کاهش مواد آلی خاک و عدم تعادل میان عناصر غذایی خاک می‌باشند. برآوردها نشان می‌دهد، حدود ۲۰ درصد از کشت‌های آبی از شوری ثانویه رنج می‌برند، شوری ثانویه اراضی سبب تخریب شیمیایی خاک می‌شود و یک تهدید جدی برای آبیاری پایدار محصولات کشاورزی است (Bossio et al., 2010). اعمال فعالیت‌های مدیریتی با درجات مختلف بر کیفیت خاک مؤثر است و این تأثیر می‌تواند مثبت و یا منفی باشد. خاک‌ها بسته به خواص و مشخصه‌های ذاتی و محیط اطراف، عکس‌العمل‌های متفاوتی به مدیریت نشان می‌دهند. در این مطالعه تأثیر کیفیت ذاتی خاک^۱ و کاربری‌های مختلف بر کیفیت پویای خاک‌های^۲ منطقه بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مزرعه آموزشی- تحقیقاتی دانشگاه شاهد تهران با مساحت ۶ هکتار بین ۳۳° ۲۱' تا ۳۵° ۳۳' عرض شمالی و ۵۱° ۲۰' تا ۵۱° ۳۳' طول شرقی، در جنوب تهران واقع شده است. میانگین بارندگی سالانه این منطقه ۲۳۳ میلی‌متر و رژیم رطوبتی و حرارتی خاک به ترتیب اریدیک و ترمیک است.

برای انجام مطالعات خاکشناسی دقیق در این منطقه، از روش شبکه بندی استفاده گردید. برای این منظور ابتدا نقاط مطالعاتی با استفاده از نرم افزار Google Earth بر روی تصویر ماهواره مشخص شدند، سپس تعداد ۹ پروفیل در منطقه مورد نظر حفر و بر اساس راهنمای شناسایی خاک تشریح گردید. نمونه‌برداری خاک از افق-

¹ Inherent Soil Quality

² Dynamic Soil Quality



های ژنتیکی صورت گرفت و پس از انتقال به آزمایشگاه تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی مختلف از جمله بافت خاک، پ-هاش، نسبت جذب سدیم، هدایت الکتریکی، کربنات کلسیم، گنجایش تبادل کاتیونی و کربن آلی بر روی ۵ پروفیل شاهد انجام شد و خاک‌ها بر اساس رده بندی جدید آمریکایی (Soil Survey Staff, 2010) و (WRB, 2010) طبقه‌بندی شدند. پروفیل‌های شاهد با شماره‌های ۱، ۴، ۶، ۷ و ۸ به ترتیب تحت کاربری کشت درختان باغی با آبیاری قطره‌ای، عملیات کشاورزی همراه با آیش، عملیات مداوم کشاورزی، زمین‌های تازه کشت شده یک و زمین‌های تازه کشت شده دو بودند.

نتایج و بحث

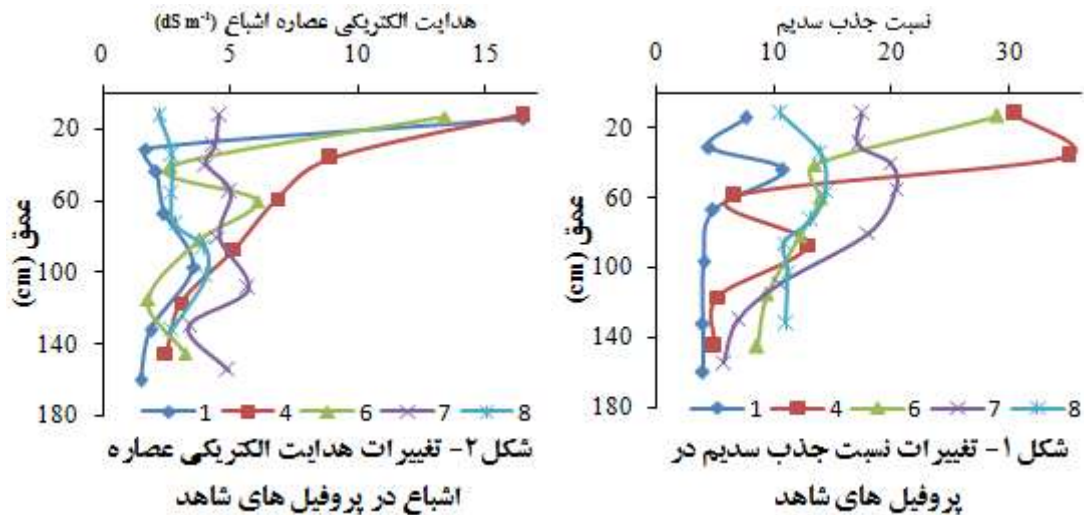
بر اساس نتایج به دست آمده خاک‌های این منطقه در دو رده انتی‌سول و اریدی سول جای گرفتند (جدول ۱). کاربری باغ بر روی رسوبات آبرفتی رودخانه قرار دارد، که افق 4Bgb آن به دلیل اشباع بیرونی یا ناپیوسته دارای مشکل زهکشی است و ریشه درختانی که در داخل آن قرار دارند را با کمبود اکسیژن روبه رو کرده است. کاربری عملیات کشاورزی با آیش دارای خاکی خیلی عمیق با تکامل پروفیلی خوب و افق‌های کمبیک و کلسیک است و به دلیل نسبت جذب سدیم و هدایت الکتریکی بالا جزء خاک‌های شور و سدیمی به حساب می‌آید. خاک ناحیه عملیات مداوم کشاورزی دارای افق 2C با ۱۵ درصد سنگریزه در عمق ۲۷ تا ۵۵ سانتی متری بود، که در نتیجه به دلیل عدم نفوذ آب در این افق تا مدتی بعد از آبیاری، خاک سطحی اشباع از آب باقی می‌ماند. زمین‌های تازه کشت شده یک دارای شرایط احیایی، لکه‌های رنگی و مشکل زهکشی در بعضی افق‌ها در اثر اشباع بیرونی یا ناپیوسته بودند. در زمین‌های تازه کشت شده دو یک لایه خاک سطحی با خصوصیات متفاوت به ضخامت ۲۵ سانتی متر بر روی افق Ap اضافه شده است، سطح آب زیرزمینی در این منطقه بالا و نیمرخ خاک از عمق ۶۵ سانتی متری به پایین خیس و در بعضی افق‌ها پدیده‌های ظاهری اکسایش و کاهش مشاهده شد. با توجه به رده‌بندی خاک‌های منطقه، سامانه طبقه‌بندی جهانی نسبت به سامانه رده‌بندی آمریکایی تأثیرپذیری خاک‌ها را تحت تأثیر کاربری‌های مختلف، بهتر نشان داده است، که نمونه‌ای از آن پیشوند Anthric است که افزایش شوری خاک در اثر فعالیت‌های انسانی را نشان می‌دهد. مورد دیگر در ارتباط با خاک‌هایی است که تحت تأثیر شرایط ماندابی هستند. در طبقه‌بندی جهانی شرایط ماندابی در بالاترین سطح رده‌بندی (Gleysols) خود را نشان می‌دهد، در حالی که در رده‌بندی آمریکایی، تأثیر شرایط ماندابی در گروه بزرگ نشان داده می‌شود.

جدول ۱- مقایسه رده‌بندی خاک‌های مورد مطالعه در کاربری‌های مختلف

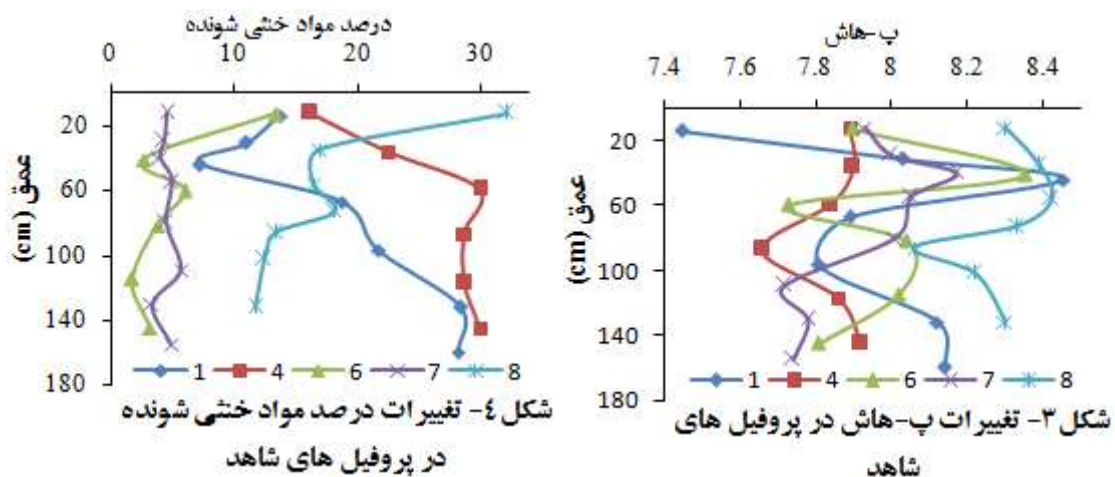
نوع کاربری	پروفیل شاهد	زیر واحدها بر اساس WRB	فامیل خاک بر اساس Soil Taxonomy
درختان باغی	۱	Salic stagnic fluvisols (Anthric)	Coarse loamy over fine loamy, mixed, superactive, Calcareous, thermic Aquic Torrifluvents
عملیات کشاورزی با آیش	۴	Haplic Cambisols	Fine, mixed, active, thermic Sodic Haplocambids
عملیات مداوم کشاورزی	۶	Haplic fluvisols (Anthric)	Coarse loamy, mixed, superactive, thermic Typic Torrifluvents
زمین‌های تازه کشت شده یک	۷	Haplic Gleysols	Fine silty, mixed, superactive, thermic Sodic Aquicambids
زمین‌های تازه کشت شده دو	۸	Haplic Cambisols (calcaric)	Fine loamy, mixed, superactive, thermic Sodic Haplocambids



نسبت جذب سدیم همه افق‌ها در کاربری باغ (سیستم آبیاری قطره‌ای) کمتر از دیگر کاربری‌ها (آبیاری غرقاب) بود (شکل ۱). به نظر می‌رسد آبیاری غرقاب باعث افزایش نسبت جذب سدیم به خصوص در سطح خاک شده است. شوری خاک و املاح محلول در خاک سطحی در کاربری‌های باغ، عملیات کشاورزی با آیش و عملیات مداوم کشاورزی بسیار بیشتر از زمین‌های تازه کشت شده بود (شکل ۲). کاربرد آب با کیفیت پایین، آبیاری قطره‌ای در کاربری باغ و استفاده مداوم از کودهای شیمیایی و دامی در کاربری عملیات مداوم کشاورزی و عملیات کشاورزی با آیش باعث افزایش شوری این خاک‌ها شده است.

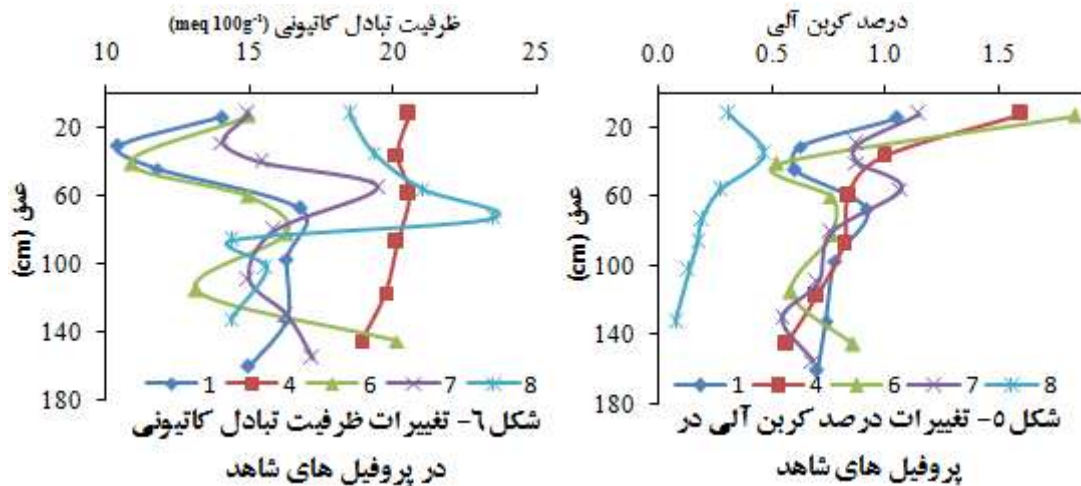


پ-هاش خاک سطحی، در کاربری باغ ۷/۴، در زمین‌های تازه کشت شده دو ۸/۳ و در کاربری‌های دیگر ۷/۹ بود (شکل ۳). بنابراین پ-هاش خاک سطحی در آبیاری قطره‌ای ۰/۵ واحد کمتر از آبیاری غرقاب بود. در کلیه کاربری‌ها به جز عملیات کشاورزی همراه با آیش، در افق‌های زیر لایه شخم پ-هاش خاک به شدت افزایش و شوری خاک به شدت کاهش یافته است. درصد مواد خنثی شونده در کاربری باغ و در عملیات کشاورزی با آیش به دلیل وجود افق‌های کلسیک با افزایش عمق افزایش یافته است. در حالی که در دیگر نواحی درصد مواد خنثی شونده با افزایش عمق، کاهش و یا تغییری نکرده است (شکل ۴).





درصد کربن آلی خاک سطحی به ترتیب در کاربری‌های عملیات کشاورزی مداوم، عملیات کشاورزی با آیش، باغ و زمین‌های تازه کشت شده بیشتر بود. در زمین‌های تازه کشت شده دو، به دلیل افزودن خاک به سطح درصد کربن آلی خاک در افق شخم دهن شده بیشتر از افق سطحی بود. (شکل ۵). گنجایش تبادل کاتیونی خاک تحت تأثیر ماده آلی خاک و بافت افق‌های ژنتیکی قرار داشت (شکل ۶). در عملیات کشاورزی با آیش، به دلیل درصد بالای رس در همه افق‌های ژنتیکی، گنجایش تبادل کاتیونی بیشتر از سایر نواحی بود (حسینی فرد و همکاران، ۱۳۹۰).



با توجه به مطالبی که ذکر شد خاک منطقه مورد مطالعه از تنوع فیزیکی، شیمیایی و رده‌بندی بالایی برخوردار است. عبور رودخانه در گذشته از این منطقه و بر جای گذاشتن رسوبات آبرفتی به صورت لایه‌هایی متفاوت بر روی یکدیگر سبب تنوع مورفولوژیکی خاک‌های منطقه شده است به گونه‌ای که خاک در نقاط مختلف مزرعه برای استفاده و مدیریت‌های مختلف، تاثیرپذیری متفاوتی دارد. همچنین تفاوت در نوع استفاده و مدیریت نقاط مختلف مزرعه سبب شده است خاک سطحی مزرعه از نظر خصوصیات شیمیایی از تنوع بالایی برخوردار باشد. آبیاری غرقاب با آب نسبتاً شور در طولانی مدت، استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای باعث ایجاد شوری ثانویه و افزایش نسبت جذب سدیم در کاربری‌های مختلف مزرعه شده است. عملیات کشاورزی مداوم، درصد کربن آلی خاک سطحی را افزایش داده است.

منابع

- حسینی فرد، س.ج.، خادمی ج. و کلباسی م.، ۱۳۹۰. ارزیابی تغییرات خصوصیات فیزیکوشیمیایی و رده‌بندی خاک در باغ‌های پسته با سنین مختلف. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه تبریز، تبریز.
- اسداله‌زاده، م.ج.، ۱۳۹۰. مطالعات تفصیلی دقیق خاکشناسی مزرعه آموزشی- پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران. پایان‌نامه کارشناسی خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران.
- Bossio, D., K. Geheb, et al. 2010. Managing water by managing land: addressing land degradation to improve water productivity and rural livelihoods. *Agricultural Water Management* 97(4): 536-542.
- Nunes JM, Lopez-Pineiro A, Albarran A, Munoz A and Coelho J. 2007. Changes in selected soil properties caused by 30 years of continuous irrigation under Mediterranean conditions. *Geoderma* 139: 321-328.
- Soil Survey Staff. 2010. *Keys to Soil Taxonomy*. 10th ed., USDA-NRCS, Washington DC.
- F. A. O. 2010. *World Reference Base for Soil Resource 2010, First Update 2011, A Framework for International Classification, Correlation and Communication*. World Soil Resource Report, No. 103.



بررسی نظام حقوقی حفاظت از خاک در ایران و خلأهای قانونی آن

علیرضا نوروزی^۱، کیمیا نیکنژادی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد حقوق خصوصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابرکوه alirezan20@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد حقوق خصوصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابرکوه

چکیده

محیط زیست موهبتی است خدایی که در اختیار ما قرار گرفته تا از آن استفاده کنیم. در واقع تمامی محیط اطرافمان که در آن زندگی می‌کنیم محیط زیست ما محسوب می‌شود، این محیط شامل پارکها، جنگلها، مراتع و... متعلق به همه بوده و وظیفه‌ی انسانی و اجتماعی و مذهبی هر انسانی است تا در حفاظت آن بکوشد و سلامت آن را تامین کند. به طور مسلم محیط زیست ناسالم، می‌تواند خطرات جبران ناپذیری بر سلامت روحی و جسمی انسانها داشته باشد. امروزه بحث حفاظت از محیط زیست، یکی از مباحث مهم جهانی محسوب می‌شود به گونه‌ای که در برخی از موارد، درست نگهداری کردن و یا رعایت نکردن استانداردهای حفاظت از محیط زیست در یک کشور می‌تواند سلامت کل جهان را مورد تهدید قرار دهد، تهاجمی که توسط برخی کشورها و انسانها نسبت به محیط زیست صورت می‌گیرد نگران کننده است. بدون داشتن خاک سالم حیات و زندگی روی زمین امکانپذیر نخواهد بود. ۹۵٪ غذای انسان از زمین حاصل می‌شود. برنامه ریزی برای داشتن خاکی سالم و تولید کننده لازمه بقای انسان است. ورود مواد، موجودات زیستی یا انرژی به درون خاک سبب تغییر کیفیت خاک می‌شود. همین مسئله باعث می‌شود که خاک از حالت طبیعی خود خارج شود. بنابراین حمایت و حفاظت از محیط زیست به عنوان یکی از ارزشهای اساسی و اصلی جامعه و یکی از دغدغه‌های نظام حقوقی هر کشوری است به گونه‌ای که حق بر محیط زیست سالم در کنار سایر ارزشهای متعالی و پایه‌ای همانند، حق حیات، حق سلامتی و حق به زندگی با استاندارد قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: حقوق محیط زیست، حفاظت خاک، آلودگی محیط زیست

مقدمه

همراه با توسعه و پیشرفت صنعت و فن آوری در جهان به منظور رفاه بشر، انحراف و مشکلاتی نیز به وجود آمده است. پیشرفت و تعالی بشر در گرو توسعه‌ای متعادل و متوازن است و نظام حقوقی نقش غیر قابل انکاری در این زمینه بر عهده دارد؛ زیرا هر کدام از بخشهای مختلف درصدد رشد و توسعه خود هستند و در این مسیر ممکن است تنازع و اختلاف به وجود بیاید که نظام حقوقی باید با بهره‌گیری از علوم و دانشهای مختلف خود اصولی را به منظور برقراری تعادل و امنیت از زندگی بشر تعریف و تبیین کند. محیط زیست یکی از زمینه‌هایی است که اگر نظام حقوقی به آن توجه لازم نداشته باشد ممکن است، در زیر چرخ پیشرفتهای صنعتی و فن آوری که با هدف تأمین رفاه بشر در حال رشد و توسعه‌اند، منکوب و نابود شود.

از دیدگاه جهانی پس از آب و هوا، خاک سومین جزء عمده محیط زیست انسانی تلقی می‌شود. خاک علاوه بر اینکه پایگاه موجودات خشکی‌زی، به ویژه جوامع انسانی است، محیط منحصر بفردی برای زندگی انواع موجودات زنده، مخصوصاً گیاهان به شمار می‌آید. لذا خاک در کلیه انواع حیات، به گونه‌ای نقش دارد. اثرات



افزایش جمعیت جهان به ویژه با توجه به کاهش امنیت غذایی، نشان می‌دهد خاک دارای محدودیت‌های اکولوژیکی است که بر اساس متغیرهای اکوسیستم‌های مختلف و ارتباطات فرهنگی با منابع زمین و خاک تغییر می‌کند. در همین راستا، بی‌ارتباط نخواهد بود اگر بر اهمیت نقش آب در توانمندسازی خاکی که در چارچوب استعدادها و قابلیت‌ها و همچنین محدودیت‌های اکولوژیکی ذاتی خود برای تولید غذا و تأمین سایر منابع و مواد خام مورد نیاز انسان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، تأکید نماییم. در پاره ای از شرایط، موفقیت برنامه‌های احیاء خاک به توانایی انسان‌ها در کنترل مؤثر و مدیریت آب‌های سطحی و زیرزمینی بستگی دارد (۱). عدم توازن روزافزون در تولید مواد غذایی از ناهمسانی در نرخ تخریب خاک‌ها و کارکردهای آنها و میزان احیاء و تجدید آنها ناشی می‌گردد. این وضعیت به یک تجدیدنظر ژرف و اساسی در رویکرد نگرش انسان‌ها به منابع طبیعی به طور عام و به خاک به طور خاص نیاز دارد.

جنبه های مهم در تدوین قانون خاک

کشورهای مختلف رویکردهای متفاوتی را در تدوین قانون خاک خود اتخاذ کرده‌اند که این رویکردها در ادامه ذکر شده‌اند. این مقوله‌ها منعکس‌کننده اهداف اصلی از تصویب قانون مذکور می‌باشند (۴).

(۱) آموزش، ترویج و حمایت: ترویج استفاده پایدار از خاک، ارائه آموزش‌های لازم در سطح جامعه در خصوص استفاده پایدار از خاک، حمایت از فعالیت‌های حفاظت خاک و توجه به دانش بومی و ارتقاء آن در پایداری خاک.

(۲) فراگیر بودن: عمومیت داشتن قانون برای اراضی بطور عام یعنی کشاورزی، منابع طبیعی، شهری و صنعتی.

(۳) مبارزه با تخریب (فرسایش، آلودگی، کاهش حاصلخیزی و...): انجام بررسی‌های علمی به منظور تعیین علل و عوامل تخریب خاک، توسعه متدولوژی‌های تشخیص فرایند تخریب، تهیه فهرستی از فرایند بالقوه و بالفعل تخریب خاک در حوزه‌های مختلف، اولویت بخشیدن به پیشگیری از تخریب و انجام اقدامات اصلاحی و احیایی جهت جبران تخریب خاک.

(۴) اکولوژی و حفظ تنوع زیستی خاک: تعیین اصول حفاظت از تنوع زیستی خاک و حفظ کارکردهای اکولوژیکی خاک به سبب ارزش آن برای تنوع زیستی و زندگی انسان.

(۵) مدیریت و بهره‌برداری مناسب خاک به منظور حفاظت محیط زیست.

(۶) نظارت، مدیریت و پایش: نظارت و ارزیابی طرح‌های اجرائی با هدف تعیین آثار آنها بر روی خاک و تهیه و تدوین ضوابط اجرائی و نظارت و پایش مدیریت خاک‌ها.

(۷) توسعه پایدار، پایداری و بهره‌برداری: تدوین استانداردهای لازم جهت استفاده پایدار از خاک و الزام در رعایت آنها، تعیین عوامل بازدارنده در استفاده پایدار از خاک و ارائه مفهوم پایداری برای خاک‌های مناطق مختلف.

(۸) تشویق، تنبیه و اخذ مجوزهای قانونی.

قوانین حفاظت خاک در ایران

با وجود اینکه سال‌ها از تأسیس بخش حفاظت خاک و آب می‌گذرد، تاکنون قانون جامعی در مورد خاک در ایران تصویب نشده است. حال آنکه یکی از تعهدات دولت در برنامه سوم تهیه و پیگیری تصویب قانون خاک بوده است. لایحه جامع خاک که اواخر سال ۸۸ توسط دولت تدوین شد، در نوبت بررسی کمیسیون کشاورزی آب و



منابع طبیعی قرار گرفته است. این لایحه دارای پنج فصل و مشتمل بر ۳۹ ماده و ۱۵ تبصره و ۲۱ تعریف است و اهداف اصلی آن عبارتند از:

- تدوین بنیان های حقوقی ناظر بر نحوه استفاده، مدیریت و بهره برداری پایدار از منابع خاک.
- ارتقاء بهره برداری، حفاظت، احیا و بهره وری بهینه از منابع خاک.
- تدوین مبانی حقوقی جلوگیری از تغییرات نامناسب کاربری خاک.

در مقدمه این لایحه ذکر شده است که "خاک" به عنوان یک منبع حیاتی، میراث مشترک و ثروت ملی، بستر اصلی تولیدات کشاورزی و مواد غذایی، زیستگاه اصلی گیاهان و جانوران و پالایشگاه آلودگیهای محیطی است و تشکیل هر سانتیمتر عمق خاک صدها سال به طول می انجامد و از طرفی اعمال روشهای بهره برداری نامناسب می تواند خاک را از چرخه تولید خارج کرده و به تمامی این سرمایه ملی هدر شود (۲).

در فصل اول این لایحه به ارائه تعاریفی از اصطلاحات و واژه‌های موجود در قانون پرداخته شده است. از جمله این اصطلاحات می توان به تعاریف خاک، منابع خاک، آلودگی خاک، آلوده کننده، منابع آلوده کننده اشاره کرد. فصل دوم به وظایف وزارت جهاد کشاورزی پرداخته است که برخی از موارد مهم آن عبارتند از:

- ۱- شناسایی، طبقه بندی و ارزیابی خاک کشور ۲- تعیین، حفظ و ارتقای حاصلخیزی خاک ۳- تقویت توان تولیدی خاکهای کشور ۴- ارایه خدمات فنی و مهندسی و انجام مطالعات مرتبط با آب و خاک به منظور استفاده توان از این منابع ۵- بهسازی و اصلاح خاکهای کشور ۶- پایش کمیت و کیفیت خاک ۷- حفاظت خاک و آبخیزداری ۸- بهبود نظامهای بهره برداری از منابع اراضی و خاک ۹- سازمان دهی مناسب و مطلوب در امور آموزشی، پژوهشی، ترویجی ۱۰- تعیین قابلیت و تناسب اراضی و خاکهای کشور برای محصولات کشاورزی ۱۱- ایجاد بانک اطلاعات خاک مشتمل بر اطلاعات مکانی و توصیفی از وضعیت فعلی خاک.

فصل سوم لایحه حفاظت خاک به موارد جلوگیری از آلودگی خاک می پردازد. در ماده ۱۱ این قانون ذکر شده است که "سازمان حفاظت محیط زیست موظف است با همکاری موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد آلاینده های ورودی به خاک برای کاربریهای مختلف و استاندارد آلاینده های موجود در خاک برای پاکسازی محللهای آلوده را ظرف شش ماه پس از ابلاغ این قانون تهیه و اعلام کند". در ادامه از سازمان محیط زیست خواسته شده است که موارد آلاینده خاک را هر ساله مشخص کنند و در مواردی که آلودگی خاک مشاهده می شود سازمان حفاظت محیط زیست باید به سرعت اقدام به تحقیق و بررسی نماید و به آلوده کننده اختار نماید که در مدت معینی نسبت به رفع آلودگی مبادرت نماید و در صورت امتناع فرد سازمان مربوطه می تواند به دادگاه محلی شکایت نماید. در صورتی که آلودگی خطر فوری برای محیط زیست و یا سلامت انسان داشته باشد، سازمان حفاظت محیط زیست یا واحدهای تابعه آن مجاز هستند بدون اخطار قبلی با دستور بالاترین مقام سازمان یا مقام مجاز از طرف ایشان دستور ممانعت از ادامه کار و فعالیت آنها را بدهد.

فصل چهارم این قانون نیز به تخلفات، جرایم و مجازاتها مربوط می باشد. در این قسمت عنوان شده است که قوه قضاییه موظف است در صورت شکایت وزارت جهاد کشاورزی، سازمان محیط زیست و مدعی العموم در مورد تخلفات مرتبط با خاک موضوع قانون مذکور اقدام به رسیدگی کند. ماموران وزارت کشاورزی و محیط زیست باید گزارشات تخلفات مرتبط با منابع خاک را به دادستانی محل ارائه دهند و پس از کسب دستور مقام قضایی و همکاری نیروی انتظامی اقدامات لازم را انجام دهند. در مواد ۲۴ الی ۳۲ به مجازات متخلفین می پردازد. برخی از مواد ذکر شده عبارتند از:



- ❖ ماده ۲۴- افرادی که عمدا مبادرت به آلودگی خاک کنند، به حکم دادگاه صالح به حبس تعزیری از شش ماه تا پنج سال قابل تبدیل به اجرای نقدی محکوم می‌شوند و موظفند ضمن پرداخت جریمه‌های زیست محیطی به استناد دستورالعمل (۲۴) وضعیت منطقه آلوده را به حالت قبل از آلودگی اعاده کنند و در صورت تکرار به دو برابر مجازات قطعی قبلی محکوم می‌شوند.
- ❖ ماده ۲۵- افرادی که سهوا خاک را آلوده کنند و نیز آلوده کنندگان خاک که ماد (۲۰) و (۲۴) را اجرا نکنند، عمل آنها تخلف محسوب شده و موظفند جریمه های زیست محیطی موضوع ماده (۲۴) و این قانون را پرداخت کنند و منطقه آلوده را به حالت سابق اعاده وضعیت دهند در صورت تکرار به حبس تعزیری از شش ماه تا دو سال قابل تبدیل به جزای نقدی محکوم می‌شوند.
- ❖ ماده ۲۶- در صورتی که مرتکبین از پرداخت جریمه های زیست محیطی خودداری کنند، سازمان حفاظت محیط زیست از طریق اجرای احکام ثبت نسبت به ضبط اموال برابر جریمه‌های زیست محیطی تعیین شده اقدام خواهد کرد.

نتیجه گیری

دولت‌ها باید با برخورداری از یک روحیه مشارکتی جهانی در جهت حفاظت، حمایت و احیای سلامت و یکپارچگی خاک‌های زمین با یکدیگر همکاری نمایند. آنها از دیدگاه تفاوت سهم در تخریب و نابودی خاک‌های جهان، مسئولیت‌ها و وظایف مشترک ولیکن متمایزی دارند. کشورهای توسعه یافته باید اذعان نمایند که هم از نقطه نظر فشارهایی که به محیط زیست جهانی به طور اعم و به خاک به طور اخص وارد می‌سازند و هم از حیث برخورداری از تکنولوژی‌ها و منابع مالی، در برابر جنبش بین‌المللی استفاده پایدار از خاک مسئولیت سنگینی دارند. با توجه به نقش و اهمیت خاک در حفظ تنوع زیستی باید حفظ و مدیریت تنوع زیستی به طور اعم و تنوع زیستی خاک به طور اخص هدف مهم و اصلی قانون خاک باشد. هر فردی که فعالیت‌هایش موجب صدمه‌رسانی به انسجام اکولوژیکی خاک می‌شود باید هزینه‌های انجام اقدامات پیشگیرانه یا احیایی را تقبل نماید. دولت‌ها باید به منظور پیشگیری از وارد آمدن خسارت به محیط خاک، اقداماتی اتخاذ نمایند. پیشگیری یک اقدام احتیاطی مکمل برای اصل تقبل هزینه‌ها توسط آلوده‌کنندگان است (در مواقعی که اصل مذکور نتواند با الزام آلوده‌کنندگان به پرداخت هزینه‌ها آنها را به کاستن اقدامات آلاینده خود وادار کند). اقدامات پیشگیرانه نباید تنها در مواقع بروز مشکلات اکولوژیکی برای خاک مورد توجه قرار گیرد بلکه باید خسارات را پیش‌بینی کرد یا در صورت بروز خسارات برای جلوگیری از انتشار آنها تلاش نمود.

منابع

۱. کوشکی، غ.، ۱۳۹۰. چالشهای نظام کیفی ایران در حوزه جرایم زیست محیطی، پنجمین همایش ملی بحرانهای زیست محیطی ایران و راهکارهای بهبود آنها.
۲. لایحه قانون حفاظت خاک، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، <http://tarh.majlis.ir/?Download&Id=6226>
۳. محمد زاده رهنی، م.، ۱۳۸۹. بررسی منابع فقهی حفاظت از محیط زیست، فصلنامه فقه و تاریخ تمدن، پاییز، صص ۱۷۷-۱۹۵
۴. Bourgoin F., 2006. Soil protection in french environmental law, jeepl, 3: P 204-215.



پراکنش کادمیم در اراضی کشاورزی حوزه زیر سد البرز (سیاهرود-بابلرود)

علی چراتی^۱، ابوالحسن سلامی^۱، بهنوش جعفری^۱، بنفشه صرافی^۲ و ملیحه خانلریان^۳
۱-عضو هیات علمی عضو هیات علمی و کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران ۲-کارشناس ارشد خاکشناسی ۳-کارشناس ارشد زیست شناسی سازمان آموزش و پرورش مازندران

مقدمه

برای نیل به توسعه پایدار خصوصاً در بخش کشاورزی نیاز به جمع‌آوری اطلاعات پایه زیست محیطی برای منابع حیاتی از جمله خاک احساس می‌شود. در این راستا، بررسی وضعیت آلودگی خاک به فلزات سنگین در مناطقی که به واسطه ساختار زمین شناسی ویژه و یا فعالیت‌های صنعتی و یا کشاورزی آلودگی در آن‌ها شدید است، ضروری می‌باشد. در حال حاضر اکثر رودخانه‌های شمال کشور تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی می‌باشند که باعث بروز آلودگی‌ها و تغییر و تخریب اکوسیستم رودخانه‌ها شده است. رودخانه سیاهرود نیز به عنوان یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های شمال کشور از این قاعده مستثنی نیست. همچنین استفاده از رودخانه‌ها در زمین‌های کشاورزی اطراف یکی از دلایل تجمع فلزات در بافت خاک‌های مذکور می‌باشد (کاظمی، ۱۳۷۵ و کوکبی، ۱۳۸۷) وقتی رودخانه سیاهرود وارد شهرستان قائم‌شهر می‌شود پذیرای فاضلاب‌های خانگی و صنعتی ساکنین حاشیه و کارخانه نساجی و گونی بافی و حتی بیمارستان ولی عصر است. از منظری دیگر، بابلرود نیز همچون دیگر رودخانه‌ها وقتی از مسیر شهرها عبور می‌کنند مورد هجوم انواع آلودگی‌ها قرار می‌گیرد و با آبیاری اراضی، موجب آلودگی خاکها می‌شود. بنابراین برای جلوگیری از ورود این فلزات به زنجیره غذایی و گسترش آلودگی، شناسایی مکان‌های آلوده (پهنه‌بندی این عناصر در خاک) ضروری است.

هدف از این تحقیق بررسی کیفیت خاک از نقطه نظر آلودگی و پهنه‌بندی غلظت آلاینده‌ها کادمیم با استفاده از مناسب‌ترین مدل و روش تخمینگر کریجینگ و تعیین عوامل مؤثر در پراکنش این عناصر می‌باشد. سپس نقشه‌های خروجی توزیع مکانی ویژگی‌های مورد نظر حاصل از اجرای روش میان‌یابی ارائه گردید.

مواد و روشها

این تحقیق در حوزه آب و خاک البرز، در اراضی زراعی در محدوده رودخانه سیاهرود و بابلرود شامل شهرستان‌های بابل، قائم‌شهر، کیاکلا، بهنمیر و جویبار صورت گرفت. از لحاظ موقعیت جغرافیایی در حدفاصل طول‌های جغرافیایی $36^{\circ}11'11''$ و $52^{\circ}58'20''$ شرقی و عرض‌های جغرافیایی $36^{\circ}15'37''$ و $36^{\circ}46'39''$ شمالی قرار دارد و مساحت منطقه ۹۵۰۵۶ هکتار می‌باشد. در حال حاضر ورود انواع پساب‌های خانگی و صنعتی و انواع سموم کشاورزی از طریق رودخانه‌های منتهی به دریا بسیار زیاد است. رودخانه سیاهرود از شرق روستای پرچینک در ارتفاعات بین قائم‌شهر و ساری در استان مازندران سرچشمه گرفته پس از گذشت از شهر قائم‌شهر و شرق شهرستان جویبار مستقلاً به دریای خزر می‌ریزد. وقتی سیاهرود وارد قائم‌شهر می‌شود پذیرای فاضلاب‌های خانگی و صنعتی ساکنین حاشیه و کارخانجات نساجی و گونی‌بافی و حتی بیمارستان ولی عصر (عج) است. بابلرود نیز با عبور از دهستان لفور -بخش بابل کنار- و شهر بابل و شهرستان بابلسر به



دریا می‌ریزد. سد البرز بر روی سرشاخه‌های بابل‌رود در دهستان لفور سوادکوه، با هدف تأمین آب ۵۰ هزار هکتار از اراضی شالیزاری بابل و قائم‌شهر و همچنین آب شرب شهر و روستاهای در مسیر، احداث شده است. بابل‌رود نیز همچون دیگر رودخانه‌ها وقتی از مسیر شهرها عبور می‌کنند مورد هجوم انواع آلودگی‌ها قرار می‌گیرد. و با آبیاری اراضی، موجب آلودگی خاکها می‌شود (طاهری و همکاران، ۱۳۸۶)

نمونه خاک مرکب سطحی (۰-۳۰ سانتی متری) به صورت شبکه‌ای و با فواصل دو کیلومتر تهیه شد (۲ کیلومتر × ۲ کیلومتر) تهیه و مشخصات جغرافیائی محل نمونه‌برداری با دستگاه GPS ثبت شد. انتخاب مکان‌های مطالعاتی و تعداد نمونه به نحوی بوده است که سطح وسیعی از مناطق مورد مطالعه را در بر گرفته و از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک متفاوت بوده است. برای اندازه‌گیری غلظت کادمیم از عصاره‌گیر 0.05M Na₂EDTA (فرم بالقوه قابل جذب) و برای اندازه‌گیری غلظت کل کادمیم از عصاره‌گیر 4M HNO₃ استفاده شد. سپس غلظت عناصر در عصاره‌های حاصل توسط دستگاه جذب اتمی مدل پرکین المر اندازه‌گیری شد.

غلظت فلزات سنگین را با استفاده از روش کریجینگ معمولی در محیط GIS میان‌یابی (Interpolation) کرده و نتایج حاصل از میان‌یابی با توجه به توزیع مکانی آنها تفسیر شدند. عناصری که از توزیع نرمال پیروی نمی‌کردند پس از نرمال شدن با گرفتن لگاریتم از کریجینگ لاگ نرمال میان‌یابی شدند. سپس جداول، گراف‌ها و نقشه‌های جانمایی پارامترهای اندازه‌گیری شده در محیط GIS تهیه گردید. پس از مقایسه واریوگرام‌های مختلف در تخمین کریجینگ، در تهیه نقشه از واریوگرام نمایی استفاده شد.

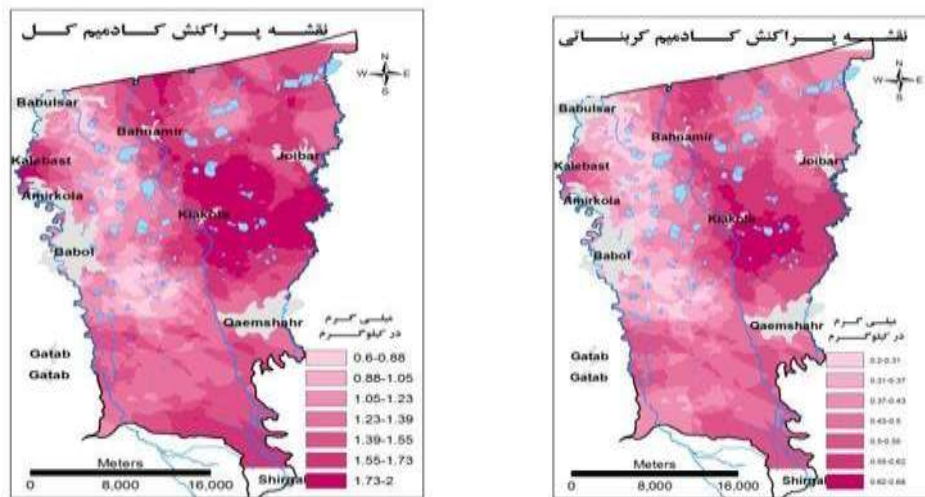
نتایج و بحث

اطلاعات آماری داده‌های مربوط به کادمیم کل (عصاره‌گیری شده با HNO₃) و کادمیم کربناتی (عصاره‌گیری شده با Na₂EDTA) در جدول ۱ آورده شده است. میانگین غلظت کادمیم کل در منطقه مورد مطالعه ۱/۸۶ و میانگین کادمیم کربناتی ۰/۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد. چولگی و کشیدگی برای کادمیم کربناتی ۰/۴۷۳- و ۰/۷۵۲ است که نرمال بودن داده‌ها را تایید می‌کند. همچنین چولگی کادمیم کل با عدد ۰/۳۲، نرمال بودنش را نشان می‌دهد. حداقل و حداکثر کادمیم کل به ترتیب ۱/۴۳ و ۲/۶۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم و برای کادمیم کربناتی به ترتیب ۰/۳۰ و ۰/۸۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد.

جدول ۱- توصیف آماری داده‌های مربوط به غلظت کادمیم در محدوده اراضی حوزه زیر سد البرز (سیاهرود-بابلرود)

عنصر	میانگین	حداقل	حداکثر	واریانس	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
میلی گرم در کیلوگرم							
کادمیم کل	۱/۸۶۷۳	۱/۴۳	۲/۶۹	۰/۰۴۹	۰/۲۲۱۱۴	۰/۳۲۴	۰/۱۴۰
کادمیم کربناتی	۰/۶۰۵۳	۰/۳۰	۰/۸۴	۰/۰۰۹	۰/۰۹۲۸۹	-۰/۴۷۳	۰/۷۵۲

Error! Reference source not found. پراکنش کادمیم کربناتی و کادمیم کل در اراضی زراعی حوزه زیر سد البرز را نشان می‌دهد. بیشترین غلظت کادمیم کربناتی در خاک ۰/۸ و کادمیم کل ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده است که بیشترین پراکنش آن از مرکز تا شمال منطقه و در محدوده کیاکلا، بهنمیر و نزدیکی جویبار می‌باشد. همانطور که ملاحظه می‌شود در حاشیه رودخانه بابلرود آلودگی کمتری دیده می‌شود در حالی که در حاشیه سیاهرود و مناطق مرکزی بیشترین غلظت دیده می‌شود. با توجه به این نکته که حد بحرانی سمیت کادمیم در خاک ۱/۵ تا ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و حد مجاز آن حداکثر ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد (Boln, 2003) لذا غلظت کادمیم در منطقه به حد بحرانی سمیت نرسیده است. با این حال پراکنش غلظت کادمیم (کربناتی) در منطقه، متفاوت بوده و در برخی مناطق غلظت آن تا حد بحرانی نیز رسیده است. لذا در صورت استمرار آلودگی از منابع مختلف ممکن است در آینده مشکلاتی را به دنبال داشته باشد.



شکل ۱- نقشه پراکنش غلظت کادمیم کربناتی و کل خاک در محدوده اراضی حوزه زیر سد البرز (سیاهرود-بابلرود)

با توجه به نقشه پراکنش فسفر، احتمال می‌رود به علت مصرف نادرست کودهای شیمیایی در کشاورزی، به خصوص کودهای فسفره که معمولاً حاوی فلزات عناصر سنگین از جمله کادمیم می‌باشند نسبت داد. لذا افزایش کادمیم در قسمت‌هایی از منطقه را شاید بتوان تا حدودی به بالا بودن فسفر خاک مرتبط دانست که آلودگی محیط زیست را نیز در پی دارد. جیاکن و همکاران (۲۰۰۷)، طی تحقیق بر روی توزیع مکانی فلزات سنگین به این نتیجه رسیدند که غلظت عنصر کادمیم تحت تاثیر عوامل انسانی و طبیعی می‌باشد. بر اساس این مطالعه، در انگلستان در مناطق غیر صنعتی و غیر آلوده، بیش از ۵۰٪ کل کادمیم به زمین‌های کشاورزی ناشی از کاربرد کودهای فسفره می‌باشد. در تحقیقی، نوروزی (۱۳۸۸)، نقشه‌های توزیع مکانی کادمیم را در دو کاربری کشاورزی و جنگل در حوضه آبریز سیاهرود استان گیلان، تهیه نمود. مقایسه میانگین‌ها بین کاربری کشاورزی و جنگل نشان داد که غلظت کادمیم به طور معنی‌داری در کشاورزی افزایش نشان داد.



منابع

- ۱- طاهری آزاد، ل.، ع. اسماعیلی و ک. رضایی. ۱۳۸۶. اندازه گیری آلودگیهای زیست محیطی در رودخانه سیاهرود و بررسی کیفیت آب رودخانه از نظر شرب با استانداردهای جهانی ، نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، ۸صفحه.
- ۲- کاظمی، ز. ۱۳۷۵. بررسی آلودگیهای رودخانه سیاهرود. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، ۱۸۰ صفحه.
- ۳- کوکبی، ش. ۱۳۸۷. منشایابی عناصر سنگین در رسوبات رودخانه سیاهرود. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، ۱۵۰ صفحه
- ۴- نوروزی، ع.، ش.، قطب رزمجو، ا. ح. چرخابی. ۱۳۸۸. ارزیابی توزیع مکانی کادمیم در برخی از خاکهای زراعی و جنگلی در جلگه گیلان، یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، گرگان، ص ۲۲۹۲.
- 5- Bolan N.S., Adriano, B.C., and Mani, P.A. 2003. Immobilization and phytoavailability of cadmium in variable charge soils. II. Effect of lime addition. *Plant and Soil*, 251: 187-198.
- 6- Jiachun, S., Haizhen, W., Jianming, X., Jianjun, W., Xingmei, L., and Haiping, Z. 2007. Spatial distribution of heavy metal in soil: A case study of changing, China. *Environ. Geol.* 52:1-10.