محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

چرا اصلاح خاک‌های قلیا در کشور غالباً موفقیت‌آمیز نیست؟
(مروری بر اصلاح خاک‌های قلیا)

محمد پسندیده[1*]، پرویز مهاجر میلانی[2]

[1] عضو هیات علمی سازمان تات- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل

[2] پرویز مهاجر میلانی (Ph.D)

استادیار سابق (بازنشسته) موسسه تحقیقات خاک و آب؛

چکیده

اطلاعات خاک‌های قلیا با مشاهده سدیم تبادلی بیش از ۱۵ درصد و اسیدیته بیش از ۸/۲ خاک در عمق سطحی خاک مشخص می‌شود. درحالی‌که ممکن است لایه قلیا در اعماق مختلف خاک قرار داشته باشد که اغلب به تشخیص آن توجه نمی‌شود. مطالعات انجام‌شده در خاک‌های قلیای جمهوری آذربایجان در مجاورت مرزهای شمال‌شرقی ایران دردهه ۸۰ میلادی و مطالعات دهه ۹۰ شمسی در ایران نشان می‌دهد که توجه به موضوع اشاره‌شده در اصلاح خاک‌های قلیا اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. به‌طوری‌که بدون درنظرگرفتن ویژگی‌های مورفولوژیکی خاک، امکان اصلاح خاک-های قلیا اتفاقی خواهد بود. درنتیجه برای اصلاح خاک‌های قلیا، نخست می‌بایست وجود لایه قلیا و عمق آن در خاک تشخیص داده شده و سپس نسبت به مصرف مواد اصلاح کننده اقدام نمود. در این مقاله به بررسی موارد یاد شده فوق و همچنین محاسبه گچ مورد نیاز خاک‌های قلیا و زمان مصرف آن به روش روسی، که با روش امریکایی متفاوت است، پرداخته است.

کلمات کلیدی: اصلاح خاک، قلیا، ساختمان خاک.

تشکیل خاک‌های قلیا

از آنجائی برخی از خاک‌ها از رسوبات قدیمی دریایی تشکیل شده است، سنگ بستر و لایه‌های خاک مجاور آن اغلب به شدت شور هستند. در این شرایط رطوبت خاک هم شور می‌شود. گیاهان با جذب این رطوبت نمک‌ها را هم جذب می‌کنند. این نمک ها در نتیجه تبخیر از طریق تعریق، در برگ و ساقه گیاهان ذخیره می شوند. گاهی اوقات نمک‌های جذب شده در ساقه‌ها و برگ‌ها با چشم غیرمسلح به صورت کریستال مشاهده می‌شود. سپس با وزش باد یا ریزش باران شسته شده و به سطح خاک برگردانده می‌شود و بوسیله آب‌های سطحی حل شده به داخل خاک وارد می‌شود. از آنجایی که این نمک‌ها بیشتر از کاتیون‌های سدیم تشکیل شده‌اند لذا این کاتیون‌ها وارد همتافت تبادلی شده و شرایط قلیا شدن را فراهم می‌کند. هالوفیت‌ها، به ویژه افسنطین، علف شور و دیگر گیاهان نقش اصلی را در قلیا شدن خاک بازی می‌کنند. خاکستر این گیاهان حاوی مقدار زیادی سدیم است.

طی فرآیند فساد و پوسیدگی این گیاهان، بی‌کربنات سدیم و کربنات سدیم بوجود می‌آید. کاتیون سدیم (اگر بقدر کافی موجود باشد) در همتافت تبادلی بر طبق فرمول زیر جایگزین کلسیم می‌شود.

* ایمیل نویسنده مسئول: **Mpassandideh@yahoo.com**

$$\text{(خاک) } Ca \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow \text{(خاک) } 2\,Na + CaCO_3$$

در نتیجه فرآیند قلیا شدن بیوشیمیایی در خاک پدید می‌آید.

به دلیل افزایش نمک‌های سدیم در همتافت تبادلی، فعل و انفعال تبادلی بین سدیم و کلسیم حادث می‌شود. اشباع شدن خاک از کاتیون‌های سدیم سبب شل‌شدن ساختمان خاک می‌شود. دراین حالت ساختمان خاک شکسته و شکل اولیه خود را از دست می‌دهد. وجود نمک‌های بی‌کربنات سدیم و بخصوص کربنات سدیم در خاک سبب ایجاد واکنش قلیایی و فراهمی شرایط تجزیه مواد آلی می‌شود. یک محلول کلوئیدی به وجود می‌آید که سبب متلاشی شدن ذرات خاکدانه‌های ریز بصورت ورقه‌های لومی (loamy pellets) می‌شود. در فصل بارندگی، توده خاک از هم گسیخته و لجنی می‌شود. در فصل گرم، این توده خاک خشک شده و به علت نداشتن ساختمان شیارهای عمیقی در آن بوجود می‌آید. بنابراین بدون در نظر گرفتن روش تشکیل خاک‌های قلیا، این خاک‌ها همیشه دارای خصوصیات منفی هستند که تأثیر معکوس بر کاشت و تولید محصولات کشاورزی دارند.

درز و ترک‌هایی که در نتیجه فرآیند قلیا شدن ایجاد می‌شود سبب تشکیل ساختمان ستونی جدا از هم می‌شود. ویژگی‌های منفی دیگر نیز در خاک بوجود می‌آید. لایه ساختمانی ستونی بسته به درجه قلیا شدن در اعماق مختلف به وجود می‌آید. همانطوری‌که در فوق بیان گردید عمق لایه ستونی بر رشد و توسعه محصولات کشاورزی تأثیر می‌گذارد. بنابراین اندازه‌گیری دقیق عمق ساختمان ستونی بسیار مهمّ می‌باشد. خاکهای قلیا با توجّه به عمق ساختمان ستونی به سه نوع تقسیم می شوند:

۱ – خاک‌های قلیایِ سله‌بسته: در این خاک‌ها ساختمان ستونی از عمق ۷-۲ سانتی‌متری شروع می‌شود.

۲– خاک‌های قلیایِ ستونی نیمه‌عمیق: در این خاک‌ها ساختمان ستونی در عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متری یافت می‌شوند.

۳ – خاک‌های قلیایِ ستونی عمیق. ضخامت لایه‌های سطحی خاک ۲۵-۲۰ سانتی‌متر است و لایه با ساختمان ستونی در زیر این لایه واقع شده است.

حاصلخیزی خاک‌هایِ قلیایِ سله بسته شده بسیار کم است. خاک‌هایِ قلیایِ ستونی نیمه عمیق نسبتاً حاصلخیز هستند و خاک‌هایِ قلیایِ ستونی عمیق حتی حاصلخیزی بیشتری دارند. با توجّه به شرایط طبیعی، مقدار سدیم تبادلی در خاک‌های قلیا ممکن است متفاوت باشد. برای تشخیص قلیا بودن خاک نیازی به خارج نمودن کلیه کاتیونها بوسیله سدیم از همتافت تبادلی نیست.

آزمایش‌ها نشان داد که قلیا شدن خاک ممکن است حتی با وجود سدیم تبادلی به میزان ۱۰-۵ درصد کل کاتیون‌های تبادلی، حادث شود. در یک خاک قلیا تیپیک، مقدار سدیم تبادلی،۲۰ درصد مجموع کاتیون‌های تبادلی است.

خاک‌های قلیا را با در نظر گرفتن درجه قلیائیت (مقدار سدیم تبادلی) به شرح زیر طبقه بندی نموده است:

خاکهای غیر قلیا	کمتر از ۵ درصد سدیم تبادلی
خاکهای قلیا ضعیف	۱۰-۵ درصد سدیم تبادلی
خاکهای قلیا	۲۰-۱۰ درصد سدیم تبادلی
خاکهای سولونتز	بیش از ۲۰ درصد سدیم تبادلی

هر چه مقدار سدیم تبادلی خاک بیشتر باشد، خصوصیات منفی آن بیشتر است. خاک‌های سولونتز دارای بیشترین خصوصیات منفی هستند.

علت حاصلخیزی کم خاک‌های قلیا، وجود سودا (کربنات سدیم و بی‌کربنات سدیم) در ترکیبات خاک و حضور مقادیر زیادی کاتیون سدیم در همتافت تبادلی است. تمام این شرایط سبب ایجاد محیط قلیا در خاک شده و امکان انتقال مواد آلی از لایه‌های سطحی به لایه‌های عمیق‌تر خاک فراهم می‌شود. از نقطه نظر زراعی ساختمان ستونی درخاک به وجود می آید، که برای رشد گیاهان اثر معکوس دارد. در نتیجه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک رو به وخامت می‌گذارد، نفوذ آب در خاک به شدت کاهش می‌یابد، بعد از آبیاری خاک‌های سطحی سله می‌بندد و حاصلخیزی خاک شدیداً افت می‌کند. بنابراین برای اصلاح خاک‌های قلیا، ضروری است سودا در خاک

خنثی شود، کاتیون کلسیم در همتافت تبادلی به جای سدیم قرار گیرد، ساختمان موجدار (lumpy) مناسب به جای ساختمان ستونی در خاک ایجاد شود و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک اصلاح و نفوذ آب در خاک بیشتر شود. بنابراین فراهم نمودن شرایط مناسب برای فرآیندهای میکروبیولوژیکی جهت ارتقاء سطح حاصلخیزی خاک ضروری است.

برای این منظور روش‌های چندی برای اصلاح خاک‌های قلیا به شرح زیر پیشنهاد شده است. در حال حاضر برخی از این روش ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و تأثیر مثبتی داشته اند.

اصلاح خاک‌های قلیا با شخم عمیق

درتمام روش‌های اصلاح خاک‌های قلیا سعی در جایگزینی کاتیون کلسیم به جای کاتیون سدیم در همتافت تبادلی است. برای این منظور املاح حاوی کلسیم ($CaCO_3$, $CaSO_4$) به صورت مصنوعی به خاک اضافه می‌گردد. گاهی اوقات ترکیبات کلسیم‌دار در لایه‌های نزدیک سطح خاک یافت می‌شوند در نتیجه کاربرد املاح کلسیم‌دار به خاک ضروری نیست. از این ترکیبات موجود در خاک برای اصلاح استفاده می شود.

اصلاح بیولوژیکی خاک‌های قلیا

با توجّه به نتایج آزمایشاتی که در جنوب شرقی دشت شیروان به انجام رسانده شده گیاهان در طی مرحله رویش مقدار ۴-۱ تن مواد را که عموما کلسیم، منیزیم و پتاسیم است از طریق ریشه‌هایشان جذب و در اندام‌های گیاهان ذخیره می‌کنند. نامبرده نشان داد که تجمع کاتیون‌های سدیم و کلسیم در افسنطین و تجمع کاتیون پتاسیم و اکسید سیلسیم در گیاهان بی‌دوام (گیاهان زراعی یکساله یا چند ساله) غالب هستند. پس از رشد رویشی، در اثر پوسیدن بقایای گیاهی، این مواد به فرم محلول در آب به لایه‌های پایینی خاک حرکت می‌کنند. تجمع این مواد در ریشه گیاهان بیشتر از اندامهای هوایی گیاه می‌باشد. کلسیم نقش اصلی را در سیکل بیولوژیکی عناصر بازی می‌کند. کشت یونجه و علف باغ (گیاهان کشت شده) و گیاهان بی‌دوام (گیاهان زراعی) در خاک‌های قلیا سبب اصلاح ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های قلیا می‌شود.

اصلاح خاک‌های قلیا با استفاده از مصرف گچ

یکی از مؤثرترین روش‌های اصلاح خاک‌های قلیا، مصرف گچ در آنهاست. بطورکلی، در ترکیب گچ مقداری رطوبت وجود دارد ($CaSO_4,2H_2O$). از این رو ۷۹/۷ درصد گچ سولفات کلسیم و ۲۰/۳ درصد آن آب است. پس از خرد و نرم کردن، رطوبت گچ حتی بیشتر می شود و رطوبت بیشتری جذب می کند. مقدار آب جذب شده بوسیله گچ نبایستی از ۸-۶ درصد بیشتر شود. زیادتر شدن رطوبت از این حد، سبب چسبندگی ذرات گچ و ایجاد کلوخ می‌شود. بنابراین گچ بایستی در کیسه‌های غیرقابل نفوذ نسبت به رطوبت نگهداری شود تا از تأثیر سوء رطوبت بر آن جلوگیری گردد.

مصرف گچ می‌تواند هم در اراضی دیم و هم در اراضی آبی کاربرد داشته باشد. در هر دو حالت، لازم است حلالیت گچ کاربردی افزایش یابد و زمان و محل مصرف گچ به ویژه در اراضی دیم تعیین شود. تأثیر گچ وقتی زیاد می‌شود که به دقت با لایه مرطوب قلیا مخلوط شود.

خاک‌ها به خاطر رطوبت زیاد، پس از انجام عمل شخم رطوبت مناسبی دارند، در نتیجه اختلاط کامل گچ با لایه قلیا در تابستان، نتیجه خوبی می‌دهد. در اراضی دیم بهتر است این کار در خاک‌های مرطوب در پائیز انجام شود.

برای دشت‌های خشک، بهتر است نیمی از گچ مورد نیاز در پائیز به هنگام شخم زمین و نیمی دیگر در فصل کشت به کار برده شود. ضروری است تمام گچ مصرف شده با لایه قلیا مخلوط شود. چون لایه قلیا در لایه‌های زیرین خاک یافت می‌شود، لازم است مصرف گچ با شخم عمیق همراه باشد. یادآوری می‌شود که مصرف گچ در خاک‌های قلیا بستگی به نوع خاک‌های قلیا دارد. گاهی اوقات لایه سخت قلیا پائین‌تر از لایه شخم است و دست نخورده باقی می‌ماند. بنابراین روش مصرف گچ بستگی به نوع خاک قلیا دارد.

از آنجایی که در خاک‌های قلیایِ سله بسته، مانند خاکهای اطراف مهاباد، لایه قلیا در عمق کمی از سطح زمین قرار دارند، ممکن است در هنگام شخم تمام آن به سطح خاک منتقل شود. بنابراین در چنین خاکهایی ابتدا گچ در سطح خاک توزیع و پخش می‌شود و سپس با لایه شخم کاملاً مخلوط می‌گردد.

در خاکهایِ قلیایِ ستونی نیمه عمیق، فقط ۶-۵ سانتی متر از لایه قلیا با شخم به سطح خاک برگردانده می‌شود. در این حالت، یک‌دوم یا یک‌چهارم مقدار گچ مورد نیاز قبل از شخم بر روی سطح خاک توزیع و سپس شخم‌زده می‌شود. بقیه گچ، پس از شخم بر روی سطح خاک توزیع و سپس با لایه شخم کاملاً مخلوط می‌گردد. در خاک‌هایِ قلیایِ ستونی عمیق، خاک شخم عمیق زده می‌شود ولی معمولاً لایه قلیا دست نخورده باقی می‌ماند. بنابراین در این حالت لازم است تمام گچ مورد نیاز قبل از شخم به طور یکنواخت بر روی زمین پخش شده و با شخم عمیق به لایه‌های تحتانی برده شود.

توزیع و پخش گچ بر روی خاک‌های قلیا بایستی یکنواخت باشد. توصیه می‌شود کود سوپر فسفات هم زمان با کاربرد گچ، مصرف شود. کود نیتروژنی (سولفات آمونیوم) بایستی قبل از کاشت بذر مصرف گردد. بعد از مصرف گچ در پائیز، لازم است زمین گچ داده شده، با مقدار ۱۰۰۰ متر مکعب در هکتار آب آبیاری شود تا نتیجه خوب حاصل گردد. این عمل بایستی در هر فصل پائیز تکرار شود. اگر زمین گچ داده شده دارای سطح ایستابی کم عمق باشد، نبایستی برای حل شدن گچ مقدار زیادی آب مصرف نمود زیرا آب آبیاری ممکن است از طریق بالا آوردن سطح ایستابی، سبب شور شدن مجدد اراضی شود.برای محاسبه مقدار گچ مورد نیاز اصلاح خاک‌های قلیا به روش روسی، که دقیق بوده و با روش امریکایی متفاوت است، به کتاب "خاک‌های قلیای آذربایجان و اصلاح آن‌ها" مراجعه شود.

منابع

۱.آبدویف، مختار. ۲۰۱۷. خاک‌های قلیای آذربایجان و اصلاح آن ها. ترجمه از پرویز مهاجر میلانی.

2. Cucci, G., Lacolla, G., Pallara, M., & Laviano, R. (2012). Reclamation of saline and saline-sodic soils using gypsum and leaching water. African Journal of Agricultural Research, 7(48), 6508-6514.
3. Ding, J. L., Wu, M. C., & Tiyip, T. (2011). Study on soil salinization information in arid region using remote sensing technique. Agricultural sciences in China, 10(3), 404-411.
4. Mohajer Milani, P., M.P. Babayev and Q.Z. Azizov. (2011). Role of farmyard manure, sulphuric acid and tillage implements on barley yield. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.9 (3&4): 482-485.
5. Mohajer milani, Parviz, M.P. Babayev and Q.Z. Azizov. (2010). Sodic and saline-sodic soils amelioration by sulfuric acid in Iran. Azərbaycan Torpaqşünaslar Cəmiyyətinin əsərlər toplusu. XI cild, 1 Hissə.380-388. Baki - Azərbaycan.
6. Waskom, R. M., Bauder, T. A., Davis, J. G., & Cardon, G. E. (2003). Diagnosing saline and sodic soil problems. Crop series. Soil; no. 0.521.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Why the reclamation of sodic soils are often not successful in Iran?

Passandideh, Mohammed
Assistant Prof., Agricultural and Natural Resources Research Center of Ardebil Province, Education and Extension Organization
Mohajer Milani, Parviz PhD

Assistant Professor, Soil and Water Research Institute of Iran

Abstruct

Sodic soils are mostly characterized by ExNa equal or more than 15 % and pH equal or more than 8.2 in upper 30 cm of soil profile. However it may occure in surface layer of soil. It should be noted that the structure of sodic soil layer are not often considered as an effective parameter for this purpose. The chemical properties of soil are mostly measured and analysed. The results of researches conducted in Azerbaijan Republic on 80s decade and the research results in Iran on 2012 showed that reclamation of sodic soils without considering the soil structure are by accidental or chance. So that firstly it is necessary to recognize the sodic layer of soil and its depth, and then calculate the rate of soil amendment and the method of applying.This article is considered the items listed above and is calculated the required gypsum and time of application by the Russian method, which is different from the Americans one.

Keywords: Reclamation, sodic, Structure.

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تاثیر تغییرکاربری و احیای اراضی تخریب شده روی فعالیت تعدادی آنزیم در خاک

[*]زهرا وارسته خانلری[1]، احمد گلچین[2]، سید عبدالله موسوی کوپر[3]، پریسا علمداری[4] و معصومه صید فروش لاهیجی[5]

[1]دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، [2]استاد گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، [3]استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تات، رشت، [4]استادیار گروه علوم خاک دانشگاه زنجان و [5] کارشناس تحقیقات ایستگاه صنوبر صفرابسته، آستانه اشرفیه، گیلان

چکیده

فعالیت کشاورزی، به ویژه کشت برنج مسئول عمده تخریب جنگل‌های طبیعی در شمال ایران است. در این مطالعه تاثیر تغییر کاربری اراضی (تبدیل جنگل طبیعی به شالیزار) و احیای برخی از این اراضی تخریب شده بر فعالیت تعدادی آنزیم مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های خاک از ۴ کاربری (جنگل طبیعی، جنگل‌های دست کاشت و شالیزار) نزدیک آستانه اشرفیه در استان گیلان از دو لایه (۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری) جمع‌آوری شدند. عمده پوشش زمین در مناطق دست کاشت، جنگل دست کاشت صنوبر (*Populus caspica*) و جنگل دست کاشت دارتالاب (*Toxodium distichum*) بود در حالیکه جنگل طبیعی تحت پوشش توسکا (*Alnus serrulata*) قرار داشت. نتایج نشان داد که فعالیت آنزیم اوره‌آز (۲/۲ برابر) و آریل سولفاتاز (۲/۶ برابر) در جنگل طبیعی بیشتر از شالیزار بود. در حالیکه دهیدروژناز روند معکوسی را نشان داد و در شالیزار بیشتر از جنگل طبیعی بود. فعالیت دهیدروژناز تحت تاثیر اکسیژن قابل دسترس و رطوبت قرار گرفت و با افزایش رطوبت افزایش یافت. جنگل دست کاشت دارتالاب باعث بهبود بیشتر فعالیت آنزیم‌ها در اراضی تخریب شده در مقایسه با جنگل دست کاشت صنوبر گردید. فعالیت ویژه آنزیم (فعالیت آنزیم در واحد کربن آلی خاک) در دهیدروژناز در شالیزار بیشتر از جنگل طبیعی بود که این نشان‌دهنده آن است که فعالیت این آنزیم مستقل از تغییرات کربن آلی خاک بوده و به رطوبت خاک وابسته است. در مقایسه با فعالیت آنزیم می‌توان نتیجه گرفت که پوشش دارتالاب بهتر از صنوبر فعالیت آنزیمی خاک را بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: احیای جنگل تخریب شده، تغییر کاربری، فعالیت آنزیمی

مقدمه

تغییر کاربری در ایران مانند سایر نقاط جهان به ویژه در قرن اخیر موجب کاهش کیفیت خاک شده است (Golchin and Asgari; 2008). در گذشته نواحی جنگلی در ایران حدود ۳/۴ میلیون هکتار بوده که در اثر تغییر کاربری و کشت و کار این رقم به ۱/۹ میلیون هکتار کاهش یافته است (Amirnejad et al., 2006). امروزه قسمتی از جنگل‌های تخریب شده در ایران مجدداً جنگل کاری شده‌اند. اما تخریب اراضی جنگلی هنوز ادامه دارد درحالی‌که احیای آن‌ها به کندی صورت می‌پذیرد. تغییر کاربری و احیای مجدد این اراضی می‌تواند به صورت تغییر در ویژگی‌های بیوشیمیایی و میکروبی خاک منعکس گردد (An et al., 2008). به اهمیت مطالعه فعالیت آنزیم‌های خاک بارها و بارها در مقالات مختلف (Cardoso et al., 2013) اشاره گردیده است. عقیده بر این است که افزایش یا کاهش فعالیت آنزیم ها به‌طور جداگانه یا در کل می‌تواند به عنوان پارامتری برای تشخیص باروری خاک و فعالیت بیولوژیکی، شاخص آلودگی با فلزات سنگین یا مواد نفتی یا شاخص متاثر شدن از فعالیت‌های شهرنشینی استفاده گردد (Zebelina, 2014).

[*] * ایمیل نویسنده مسئول:Z.khanlari93@gmail.com

آنزیم اوره آز در هیدرولیز اوره به دی اکسیدکربن و آمونیاک و بالطبع در افزایش pH و کاهش نیتروژن خاک از طریق تبخیر آمونیوم مشارکت دارد (Martinez-Salgado et al., 2010). پژوهشگران نشان داده اند که فعالیت اوره آز به جمعیت میکروبی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک وابسته است. فعالیت اوره آز به شرایط شوری و سدیمی بالای خاک حساس است. این نشان می دهد که فعالیت اوره آز می تواند به عنوان شاخص کیفیت خاک استفاده شود (Zhang et al., 2014). آنزیم آریل سولفاتاز نقش حیاتی در تجزیه و معدنی شدن ماده آلی در خاک‌ها ایفا کرده و به نوع طرح مدیریتی خاک حساس می‌باشد. فعالیت آنزیم دهیدروژناز همبستگی مثبت و معنی‌داری با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (ماده‌آلی، کاتیون‌های تبادلی نظیر کلسیم، منیزیم، پتاسیم و درصد رطوبت خاک) که حاصل‌خیزی خاک با آن‌ها سنجیده می‌شود، دارد. بنابراین فعالیت دهیدروژناز یک شاخص کارآمد در ارزیابی کیفیت و سلامت خاک است. از آن‌جایی‌که دهیدروژناز در خارج از سلول میکروبی نمی‌تواند فعالیت کند، بنابراین فعالیت آن شاخص خوبی از کل فعالیت توده زنده میکروبی خاک می‌باشد (Dick, 1997). عموماً فعالیت‌های آنزیمی خاک می‌تواند به عنوان یک فعالیت مطلق (فعالیت در هر واحد از توده خاک خشک) و یا به صورت فعالیت ویژه (در هر واحد کربن آلی خاک) (Wang et al., 2012) بیان گردد. تعداد زیادی از نویسندگان ارتباط مثبت بین فعالیت مطلق آنزیمی خاک و محتوای مواد آلی را گزارش نموده اند(Wang et al., 2011). پیوند آنزیم با SOM نشان می‌دهد که آنزیم‌ها می‌توانند در مواد معدنی خاک قرار گیرند و از طریق تشکیل کمپلکس رس- هوموس- آنزیم ثابت شوند (Bastida et al., 2012).

مطالعات کمی روی تغییر کربن آلی و فعالیت آنزیمی در اراضی جنگل طبیعی تخریب شده و تغییر این پارامترها پس از احیای برخی از این اراضی تخریب شده به وسیله جنگل‌های دست کاشت انجام شده است. بنابراین هدف از این تحقیق ارتباط بین از دست رفتن ماده آلی و کاهش فعالیت آنزیمی بعد از تخریب اراضی جنگلی و مطالعه تغییر این ارتباط بعد از احیای برخی از اراضی تخریب شده در شمال ایران است.

مواد و روش‌ها

۱-توصیف منطقه مورد مطالعه

به منظور بررسی تاثیر تغییر کاربری زمین از جنگل طبیعی به شالیزار و احیای برخی از زمین‌های تخریب شده بر روی فعالیت تعدادی آنزیم، ایستگاه تحقیقاتی صنوبر در استان گیلان انتخاب شد. سعی گردید نمونه‌های خاک از مناطق مجاور یکدیگر با اقلیم، توپوگرافی، جهت و درجه شیب یکسان تهیه شود به‌طوری که تمام فاکتورهای خاک‌سازی به‌جز پوشش گیاهی برای همه کاربری‌های

انتخاب شده مشابه باشد. ایستگاه تحقیقات صنوبر صفرابسته در ۵ کیلومتری شمال غرب شهرستان آستانه اشرفیه در نزدیکی رودخانه سفیدرود با ا رتفاع ۱۵ متر بالاتر از سطح دریای خزر و ۱۰ متر پایین‌تر از سطح آب‌های آزاد (خلیج فارس) با موقعیت ´۵۷ °۴۹ تا ´۶۰ °۴۹ طول شرقی و´۱۹ °۳۷ تا ´۲۲ °۳۷ عرض شمالی واقع شده از نظر پستی بلندی فاقد هر گونه عارضه بوده و کاملاً مسطح می‌باشد. بر اساس آمار ایستگاه سینوپتیک هواشناسی شهرستان آستانه‌اشرفیه مقدار بارندگی ۱۱۸۶ میلی‌متر در سال و متوسط درجه حرارت سالانه ۱۷/۵درجه سانتی‌گراد است. منطقه مورد مطالعه دارای وسعت بیش از ۱۰ هکتار است. این منطقه شامل خاک-های بکر جنگلی (جنگل توسکا)، جنگل دست‌کاشت (شامل جنگل دست کاشت صنوبر و جنگل دست کاشت دارتالاب) و شالیزار مجاور آن‌ها، می‌باشد. گونه غالب در آن درختان جنگلی توسکا (بومی) (*Alnus serrulata*)، سفید پلت یا صنوبر (بومی) (*Populus caspica*) و دارتالاب (غیر بومی) (*Taxodium distichum*) می‌باشد حدود ۲۰تا ۳۰ سال قبل بعد از جنگل زدایی و قطع درختان که موجب تخریب جنگل طبیعی گردیده است. قسمتی از این اراضی جنگل زدایی شده زیر کشت برنج رفته و دائماً طی این مدت کشت شده و روز به روز خاک تخریب گشته است در حالیکه قسمت دیگری از منطقه جنگل زدایی شده مجدداً احیا گردیده و درختان دست کاشت در آن‌ها کشت شده است. عمده ویژگی‌های فیزکی و شیمیایی در کاربری‌های مختلف در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- عمده ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های بکر (جنگلی)، جنگل‌های دست کاشت و شالیزار منطقه مورد مطالعه.

نوع کاربری	عمق (cm)	بافت خاک	میانگین وزنی قطر خاکدانه (mm)	پ.اچ	کربن آلی ($g\ kg^{-1}$)	نیتروژن کل
جنگل طبیعی						
	۰-۲۰	لوم سیلتی	۲/۵۶	۸/۴۷	۴۹/۵۴	۴/۶۵
	۲۰-۴۰	لوم سیلتی	۱/۵۰	۸/۴۲	۳۱/۷۱	۳/۱۱
جنگل دست کاشت صنوبر						
	۰-۲۰	لوم سیلتی	۱/۸۱	۷/۳۳	۳۶/۱۶	۳/۴۶
	۲۰-۴۰	لوم سیلتی	۱/۰۳	۷/۳۸	۲۲/۸۷	۲/۲۰
جنگل دست کاشت دارتالاب						
	۰-۲۰	لوم سیلتی	۱/۲۵	۸/۲۰	۴۰/۴۱	۳/۲۳
	۲۰-۴۰	لوم سیلتی	۰/۶۷	۸/۳۳	۲۲/۸۶	۲/۲۸
شالیزار						
	۰-۲۰	لوم سیلتی	۰/۶۵	۸/۲۰	۲۵/۰۳	۲/۵۳
	۲۰-۴۰	لوم سیلتی	۰/۳۸	۸/۴۰	۱۴/۴۰	۱/۴۸

۲- نمونه‌برداری و آماده سازی نمونه‌ها

به‌منظور نمونه‌برداری از خاک منطقه، هر کاربری به سه قسمت مختلف تقسیم و هر قسمت به‌عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد و در هر قسمت اقدام به جمع‌آوری نمونه از اعماق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری گردید. بعد از نمونه‌برداری، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیمی نگه‌داری شد.

۳- اندازه‌گیری فعالیت آنزیمی

فعالیت آنزیم اوره‌آز به روش (علی اصغرزاده، ۱۳۸۵)، فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز (Strobl and Traunmulier, 2012) و فعالیت آنزیم دهیدروژناز (R.Ohlinger., 2012) تعیین شد. فعالیت ویژه آنزیمی (فعالیت آنزیم در واحد OC) (Wang et al., 2012) نیز محاسبه گردید.

۴- تجزیه و تحلیل آماری

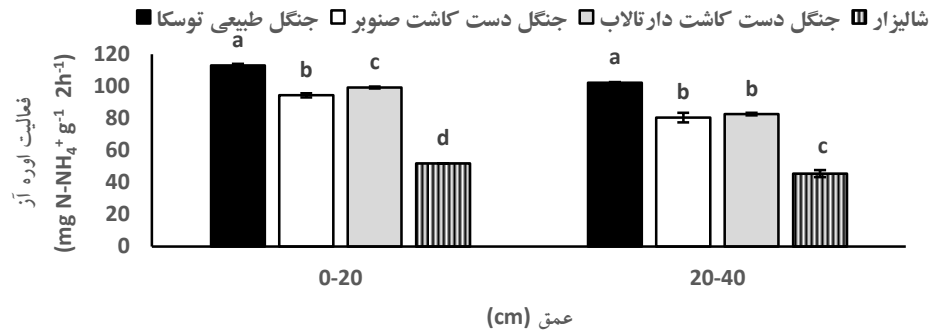
داده‌های این پژوهش به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اطلاعات بدست آمده از آزمایش با کمک نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و جدول تجزیه واریانس تهیه شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

۱- تاثیر کاربری اراضی و احیای برخی از این اراضی تخریب شده بر فعالیت آنزیمی خاک

بر اساس نتایج ما بیشترین مقدار فعالیت اوره‌آز در جنگل طبیعی ($۱۰۷/۵\ mg\ N\text{-}NH_4^+\ g^{-1}\ 2h^{-1}$) و کمترین مقدار در شالیزار ($۴۸/۷\ mg\ N\text{-}NH_4^+\ g^{-1}\ 2h^{-1}$) یافت شد (شکل ۱). کاهش از جنگل طبیعی به شالیزار ۵۴/۷ درصد بود که ۵۴/۱ درصد مربوط به لایه سطحی (۲۰-۰ سانتی‌متری) و ۵۵/۴ درصد مربوط به لایه زیر سطحی (۴۰-۲۰ سانتی‌متری) بود. احیای زمین‌های تخریب شده توسط جنگل‌های دست کاشت موجب جبران حدود ۷۱/۷ درصد و ۶۵/۷ درصد از این کاهش‌ها به ترتیب توسط جنگل دست کاشت دارتالاب و صنوبر گردید. مقدار این آنزیم در کاربری‌های مختلف به صورت زیر بود:

شالیزار < جنگل دست کاشت صنوبر< جنگل دست کاشت دارتالاب< جنگل طبیعی



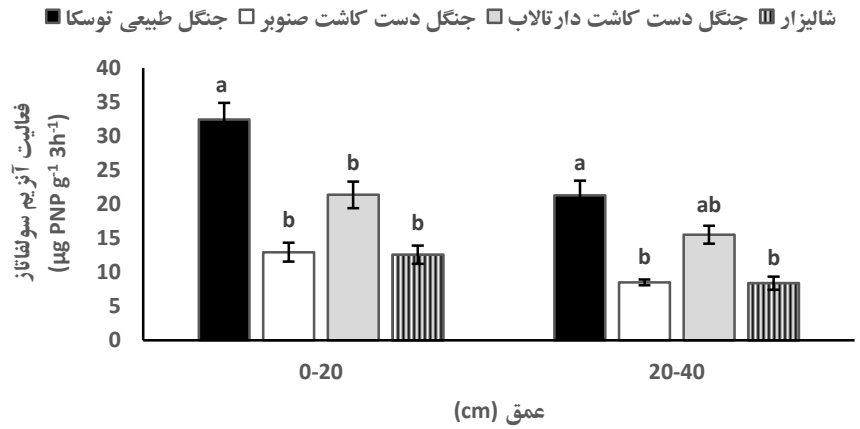
شکل ۱- فعالیت آنزیم اوره‌آز برای چهار کاربری در دو لایه (۲۰-۰ سانتی‌متری) و (۴۰-۲۰ سانتی‌متری)(n=3) ، حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان-دهنده اختلاف معنی‌دار بین کاربری‌ها در سطح ۵ درصد است. خطوط عمودی مقادیر خطای استاندارد را نشان می‌دهند.

اوره‌آز یک آنزیم کلیدی در انتقال نیتروژن بوده و نقش مهمی در چرخه عناصر غذایی ایفا می‌کند. این آنزیم توسط گیاهان و میکروارگانیسم‌ها ترشح می‌گردد. رئیسی و همکاران (۲۰۱۵) در یک مطالعه روی فعالیت آنزیم اوره‌آز در جنگل و مناطق کشت شده بیان نمودند که فعالیت این آنزیم از جنگل به مناطق کشت شده کاهش یافت که این احتمالاً به دلیل کاهش ورود بقایا به خاک و تصاعد آمونیوم از کودهای نیتروژنه استفاده شده در این نواحی می‌باشد. در مطالعه ما با وجود مصرف کود اوره در شالیزار اوره‌آز از جنگل طبیعی به شالیزار کاهش یافت. دلیل این امر احتمالاً آبشویی کود اوره در شالیزار می‌باشد. زنگ و همکاران (۲۰۰۹) اعلام کردند که فعالیت آنزیم اوره‌آز به نوع استفاده از زمین و زمان نمونه برداری از خاک بستگی دارد و تحت تاثیر میزان رطوبت، کربن آلی، نیتروژن کل و فسفرقابل دسترس خاک قرار می‌گیرد.

فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز در جنگل طبیعی بیشتر از سایر کاربری‌ها بود (شکل ۲) و از جنگل طبیعی به شالیزار به‌طور میانگین ۶۰ درصد کاهش یافت. حدود ۳۲ درصد از این کاهش توسط جنگل دست کاشت دارتالاب جبران شد، اما جبران توسط جنگل دست کاشت صنوبر بسیار کوچک بود. فعالیت آریل سولفاتاز از روند زیر تبعیت کرد:

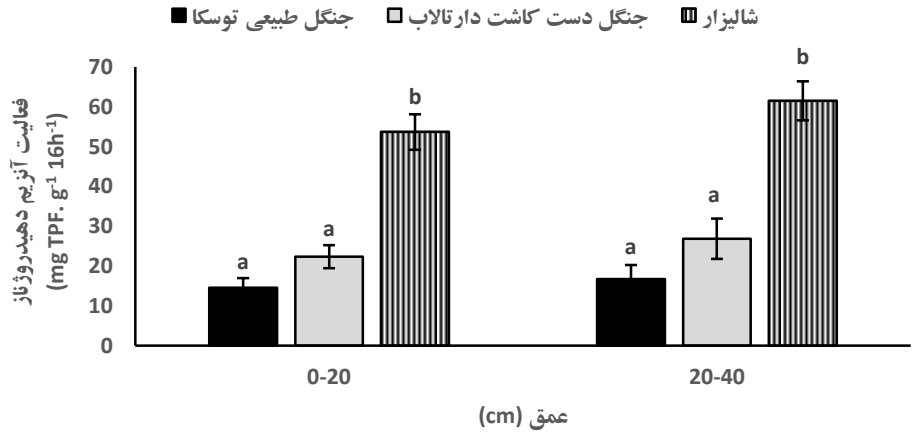
شالیزار < جنگل دست کاشت صنوبر< جنگل دست کاشت دارتالاب< جنگل طبیعی

آکوستا مارتینز و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه تاثیر کاربری اراضی و ویژگی‌های خاک بر فعالیت آنزیمی خاک، دریافتند که بیش‌ترین فعالیت آنزیم بتا-گلوکوزیداز در کاربری‌های مورد مطالعه، مربوط به مرتع و سپس جنگل و زراعت بود. فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی و آریل سولفاتاز در کاربری‌های مرتع و جنگل با هم برابر و بیش‌تر از زراعت بود و به‌طور کلی فعالیت آنزیمی خاک بر اثر مدیریت کاربری کشاورزی، کاهش معنی‌داری یافت. عبدا.. نژاد اورنگ و همکاران (۱۳۹۲) با مطالعه آنزیم آریل سولفاتاز روی خاک - های جنگلی به نتایج مشابهی رسیدند.



شکل ۲- فعالیت آنزیم آریل سولفاتاز برای چهار کاربری در دو لایه (۲۰-۰ سانتی‌متری) و (۴۰-۲۰ سانتی‌متری)(n=3) ، حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین کاربری‌ها در سطح ۵ درصد است. خطوط عمودی مقادیر خطای استاندارد را نشان می‌دهند.

فعالیت دهیدروژناز در شالیزار نسبت به اکوسیستم های جنگلی بالاتر بود (شکل ۳) .فعالیت آنزیم دهیدروژناز با افزایش عمق افزایش یافت، در حالی که روند متفاوتی برای آنزیم های دیگر دیده شد. در جنگل‌های دست کاشت تنها در دارتالاب به علت وجود رطوبت کافی آنزیم دهیدروژناز فعال بود و در جنگل صنوبر فعالیت این آنزیم متوقف شد. این نشان می دهد که در دسترس بودن اکسیژن و رطوبت بر فعالیت دهیدروژناز تاثیر می‌گذارد و با افزایش رطوبت خاک فعالیت آن افزایش می‌یابد. ریوچی و رانامو‌خاراچی (۲۰۰۸) در پژوهشی نمونه‌های خاک را از سه کاربری جنگل طبیعی، جنگل مصنوعی اقاقیا و خاک تخریب شده برداشت نمودند و برخی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و فعالیت آنزیم دهیدروژناز را اندازه‌گیری کردند نتایج به‌دست آمده نشانگر وجود تفاوت بسیار جزیی در شاخص‌های نام برده شده بین کاربری جنگل طبیعی و جنگل مصنوعی اقاقیا و تفاوت معنی‌دار بین این دو کاربری و خاک تخریب یافته بود.



شکل۳- فعالیت آنزیم دهیدروژناز برای چهار کاربری در دو لایه (۲۰-۰ سانتی‌متری) و (۴۰-۲۰ سانتی‌متری)(n=3) ، حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین کاربری‌ها در سطح ۵ درصد است. خطوط عمودی مقادیر خطای استاندارد را نشان می‌دهند.

یک همبستگی مثبت و معنی‌دار بین آنزیم اوره‌آز و آریل سولفاتاز با میانگین وزنی قطر خاکدانه و کربن آلی خاک وجود داشت در حالی‌که یک همبستگی منفی و معنی‌دار بین آنزیم دهیدروژناز با میانگین وزنی قطر خاکدانه، کربن آلی خاک و pH خاک دیده شد (جدول۲).

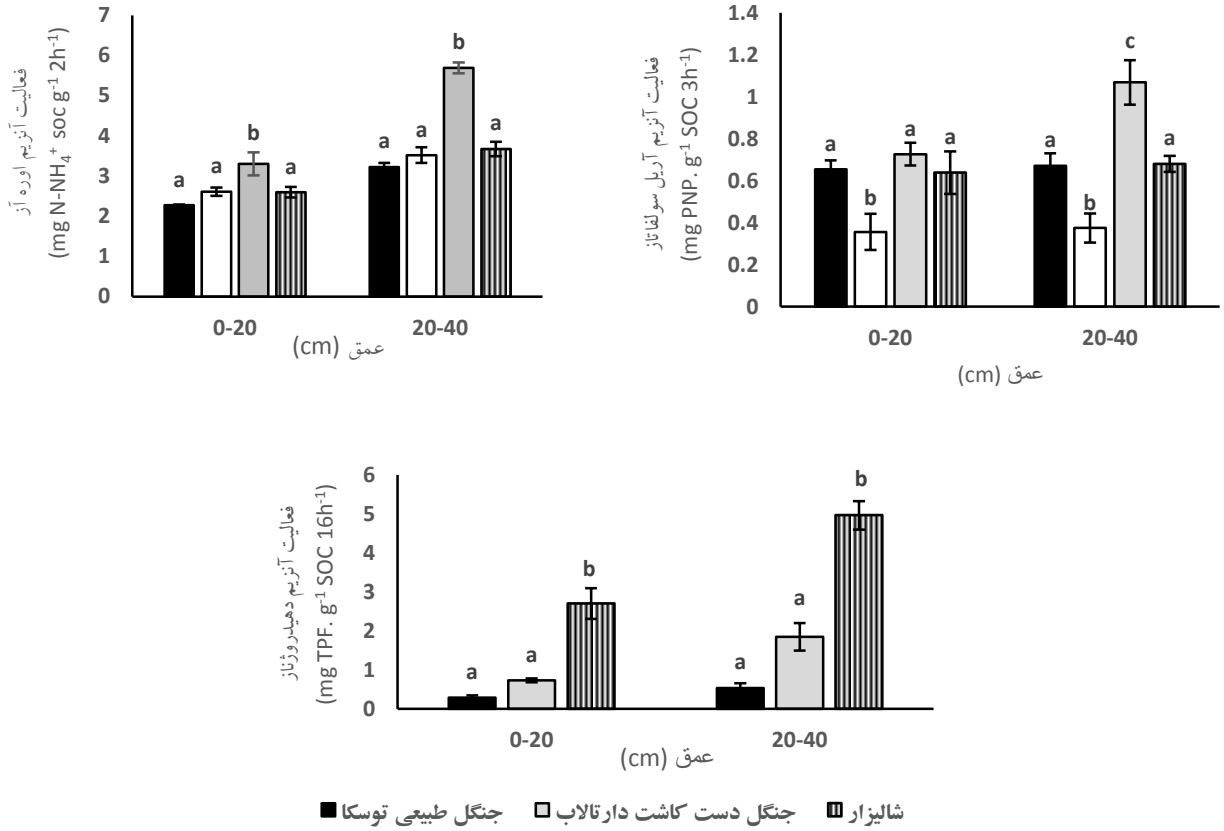
جدول ۲- ضریب همبستگی پیرسون (r) بین ویژگی‌های مختلف خاک و فعالیت آنزیمی در لایه ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری تحت کاربری‌های مختلف

	pH	MWD	SOC	Urease	Aryl	Dehydro	Urease/OC	Aryl/OC	Dehydro/OC
pH	۱/۰۰								
MWD	-۰/۰۹^{ns}	۱/۰۰							
SOC	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۸۹***	۱/۰۰						
Urease	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۸۲***	۰/۸۳***	۱/۰۰					
Aryl	۰/۳۷ ^{ns}	۰/۷۲***	۰/۷۷***	۰/۷۰***	۱/۰۰				
Dehydro	۰/۵۴**	-۰/۶۲**	-۰/۵۰*	-۰/۷۴***	-۰/۲۵ ^{ns}	۱/۰۰			
Urease/OC	۰/۱۳ ^{ns}	-۰/۵۷**	-۰/۵۴**	-۰/۱۷ ^{ns}	-۰/۲۵ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۱/۰۰		
Aryl/OC	۰/۴۷*	-۰/۲۳ ^{ns}	-۰/۱۳ ^{ns}	-۰/۰۳ ^{ns}	۰/۴۲*	۰/۲۹ ^{ns}	۰/۶۰**	۱/۰۰	
Dehydro/OC	۰/۷۲***	-۰/۲۴ ^{ns}	-۰/۰۷ ^{ns}	۰/۴۳*	۰/۴۳*	۰/۴۷*	۰/۴۸*	۰/۹۳***	۱/۰۰

***، **، * و ^{ns} به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار

۲- تاثیر کاربری بر فعالیت ویژه آنزیمی خاک (فعالیت آنزیم در واحد کربن آلی خاک)

تغییر در فعالیت آنزیمی در واحد کربن آلی خاک $\left(\frac{EA}{OC}\right)$ با تغییر کاربری در شکل (۴) نمایش داده شده است. در مورد آنزیم دهیدروژناز این نسبت با تغییر کاربری از جنگل بکر به شالیزار به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. این افزایش به‌طور میانگین چیزی حدود ۸۰ درصد بود. از جنگل بکر به شالیزار هم کربن آلی کاهش یافته (جدول ۱) و هم به دلیل وجود رطوبت فعالیت آنزیم دهیدروژناز افزایش یافته است (شکل ۳). این نسبت از جنگل بکر به دارتالاب هم افزایش یافت ولی افزایش معنی‌دار نبود. ولی در مورد سایر آنزیم‌ها تغییر قابل ملاحظه‌ای با تغییر کاربری از جنگل بکر به شالیزار مشاهده نگردید. فعالیت ویژه آنزیم اوره‌آز در هر دو لایه و آنزیم آریل سولفاتاز در لایه (۴۰-۲۰ سانتی‌متری) در دارتالاب از سایر کاربری‌ها بیشتر و با آن‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. همچنین فعالیت ویژه آنزیم آریل سولفاتاز در جنگل دست کاشت صنوبر از سایر کاربری‌ها کمتر بود و با آن‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. فعالیت آنزیمی در واحد کربن آلی خاک $\left(\frac{EA}{OC}\right)$ می‌تواند برای نشان دادن اختلاف در محتویات کربن آلی خاک و یا اختلاف در میزان آنزیم‌های ایموبیلیزه شده تحت کاربری‌های مختلف استفاده گردد. در حقیقت فعالیت ویژه آنزیم‌ها یک روش جدید برای اتصال فعالیت آنزیمی به کربن آلی خاک است و نشان دهنده این است که فعالیت آنزیمی به ویژگی دیگری از خاک به غیر از کربن آلی خاک بستگی دارد. یعنی تغییر در فعالیت آنزیمی می‌تواند مستقل از تغییر در ماده‌آلی خاک رخ دهد. در برخی موارد به علت شکسته شدن خاکدانه‌ها پس از کشت و آزاد شدن آنزیم‌های به تله افتاده در بین خاکدانه‌ها این نسبت افزایش یافته است. این می‌تواند با همبستگی منفی و معنی‌دار بین نسبت $\left(\frac{Urease}{OC}\right)$ با میانگین وزنی قطر خاکدانه پشتیبانی می‌شود $(r = -0.57, P \leq 0.01)$ (جدول ۲). همچنین افزایش این نسبت می‌تواند به علت از بین رفتن سریع موادآلی ناپایدار در اثر شخم و کشت و کار باشد (Trasar-Cepeda et al., 2008). تراسر-سیپدا و همکاران (۲۰۰۸) پیشنهاد کردند که غنی شدن آنزیمی در خاک‌های کشت شده ممکن است در نتیجه این حقیقت باشد که در اثر کشت و کار موادآلی ناپایدار در اثر تنفس از بین رفته و جزء هومیکی که مستحکم هستند باقی می‌مانند. جزء هومیکی حاوی آنزیم‌های خارج سلولی پیوند شده با مواد هومیکی به صورت کلوئیدهای رس- هوموس-آنزیم بوده که باعث افزایش نسبی فعالیت آنزیم می‌گردد.



شکل ۴- فعالیت ویژه آنزیم (فعالیت آنزیم در واحد کربن آلی خاک) برای چهار کاربری در دو لایه (۲۰-۰ سانتی‌متری) و (۴۰-۲۰ سانتی‌متری)(n=3)، حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین کاربری‌ها در سطح ۵ درصد است. خطوط عمودی مقادیر خطای استاندارد را نشان می‌دهند.

در جنگل دست کاشت دارتالاب این نسبت در همه آنزیم‌ها به استثنای آنزیم دهیدروژناز بیشتر از جنگل طبیعی بود. دارتالاب جز سوزنی برگان است که نسبت $\frac{C}{N}$ در آن بالا بوده و موادآلی محکم در آن وجود دارد. که آنزیم‌ها به این مواد متصل شده و آن‌ها هم به نوبه خود به کلوئیدهای خاک وصل می‌شوند و کمپلکس رس-هوموس-آنزیم به وجود می‌آید. این امر موجب نگه‌داری آنزیم و افزایش نسبی فعالیت آنزیم می‌گردد. همچنین با تخریب خاکدانه آنزیم داخل آن‌ها آزاد می‌گردد.

نتیجه‌گیری

تغییر کاربری از جنگل بکر به شالیزار تاثیر نامطلوب روی شاخص‌های کیفیت خاک داشت. در اثر عملیات خاک ورزی تهویه خاک افزایش می یابد که آن موجب افزایش سرعت تجزیه بقایا و کاهش ذخیره عناصر غذایی و تبع آن کاهش جمعیت میکروبی می-گردد. بنابراین فعالیت آنزیم اوره‌آز و آریل سولفاتاز در شالیزار کمتر از جنگل طبیعی بود. احیای اراضی تخریب شده به‌وسیله جنگل-های دست کاشت موجب بهبود برخی از فعالیت آنزیمی خاک شد. جنگل دست کاشت دارتالاب باعث بهبود بیشتر فعالیت آنزیم‌ها در

اراضی تخریب شده در مقایسه با صنوبر گردید. امروزه تبدیل جنگل طبیعی به شالیزار در شمال ایران با کاهش شدید فعالیت آنزیمی خاک همراه بودهکه نهایتاً موجب تخریب خاک گردیده است. با احیای این اراضی به‌وسیله جنگل‌های دست کاشت می‌توان کاهش فعالیت آنزیمی خاک را تعدیل کرده و شرایط را به شرایط طبیعی نزدیک نمود.

منابع

عبدا.. نژاد اورنگ، ر، دلاور،م.ا، موسوی کوپر، ع و بهشتی آل آقا، ع. ۱۳۹۲. تاثیر نوع پوشش جنگلی بر ویژگی‌های کیفی خاک (مطالعه موردی، ایستگاه تحقیقات صنوبر صفرابسته)، پایان نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان.

علی اصغر زاده، ن. ۱۳۸۵. روش‌های آزمایشگاهی در بیولوژی خاک. انتشارات دانشگاه تبریز. تعداد صفحات ۵۴۰.

Acosta-Martinez, V., Cruz, L., Sotomayor-Ramirez, D and Perez-Alegria, L. 2007. Enzyme activities as affected by soil properties and land use min a tropical watershed. Applied Soil Ecology. 35: 35-45.

Amirnejad, H., Khalilian, S., Assareh, M.H and Ahmadian, M. 2006. Estimating the existence value of north forests of Iran by using a contingent valuation method. Ecology Economy. 58: 665-675.

An, S., Zheng, F., Zhang, F., Van Peltc, S., Hamer, U and Makeschin, F. 2008. Soil quality degradation processes a deforestation choronosequence in the Zimulingarea, China. Catena. 75: 248-256.

Bastida, F., Jindo, K., Moreno, L.J., Hernandez, T and Garcia, C. 2012. Effects of organic amendments on soil carbon fractions, enzyme activity and humus-enzyme complexes under semi-arid conditions. European Journal of Soil Science. 53: 94-102.

Cardoso, E.J.B.N., Vasconcellos, R.L.F., Bini, Miyauchi, M.Y.H., dos Santos, C.A., Alves, P.R.L., de Paula, A.M., Nakatani, A.S., Pereira, J.M. and Nogueira, M.A. 2013. Soil health: looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health? Scientia Agricola. 70: 274–289.

Dick, R.P. 1997. Soil enzyme activities as integrative indicators of soil health. In: Pankhurst, C.E., Doube, B.M., Gupta, V.V.S.R. (Eds.), Biological Indicators of Soil Health. CAB International, Wallingford, CT, pp. 121–156.

Golchin, A and Asgari, H. 2008. Land use effects on soil quality indicators in northeastern Iran. Soil Research. 49: 27-36.

Martinez-Salgado, M.M., Gutierrez-Romero, V., Jannsens, M. and Ortega-Blu, R. 2010. Biological soil quality indicators: a review. P. 319-328. In: Mendez-Vilas, A. (ed.) Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology. Formatex Research Center.

Ohlinger, R. 2012. Enzymes involved in intracellular metabolism. 5.2. Dehydrogenase activity with the substrate TTC. Pp. 241-243. Schinner, F., Ohlinger, R., Kandeler. And Margesin, R. (Eds). Methods in soil biology. Part, 14. Springer. P. 437.

Raiesi, F and Beheshti, A. 2015. Microbiological indicators of soil quality and degradation following conversion of native forests to continuous croplands. Ecological Indicators. 50: 173-185.

Ryoichi, D and Ranamukhaarachchi, S.L. 2008. Soil dehydrogenase in a land degradation-rehabilitation gradient: observations from a savanna site with a wet/dry seasonal cycle. Revista de Biol. Trop. 57: 1-2. 223-234.

Strobl, W. and Traunmuller, M. 2012. Enzymes involved in sulfur metabolism. 14.1. Arylsulfatase activity. Pp. 230-232. Schinner, F., Ohlinger, R., Kandeler. And Margesin, R. (Eds). Methods in soil biology. Part, 14. Springer. P. 437.

rasar-Cepeda, C., Leiros, M.C and Gil-Stores, F. 2008. Hydrolytic enzyme activities in agricultural and forest soils. Some implications for their use as indicators of soil quality. Soil Biology and Biochemistry. 40: 2146–2155.

Wang, B., Liu, G.B., Xue, S and Zhu, B. 2011. Changes in soil physico-chemical and microbiological properties during natural succession on abandoned farmlands in the Loess Plateau. Environmental Earth Sciences. 62: 915–925.

Wang, B., Xue, S., Liu, G.B., Zhang, G.H., Li, G and Ren, Z.P. 2012. Changes in soil nutrient and enzyme activities under different vegetation in the Loess Plateau area, Northwest China. Catena. 92: 186–195.

Zabelina, O.N. 2014. Enzymatic activity of soils in natural recreational landscapes of urban territories. Sovrem. Probl. Nauki Obraz. No. 2.

Zhang, H.S., Zai, X.M., Wu, X.H., Qin, P. and Zhang, W.M. 2014. An ecological technology of coastal saline soil amelioration. Ecological Engineering. 67: 80–88.

oil Quality and Sustainable Soil Management

The impacts of land use change and forest restoration on activity of some enzymes in soil

***Z. Varasteh Khanlari[1], A. Golchin[2], S.A. Musavi Kupar[3], P. Alamdari[4] and M. Seidforosh Lahiji**

[1]Ph.D. student. Dept. of soil science. University of zanjan, [2]Professor, Dept. of soil science. University of zanjan, [3]Research Assistant prof, Research center of Agriculture and Natural, Resources of Gilan province, (AREEC), Rasht, [4]Assistant, Dept. of soil science. University of zanjan and [5] Research expert Safrabasteh station, Astaneashrafieh, Gilan.

Abstract

Agricultural activities, especially rice cultivation, are responsible for the degradation of forest and grassland soils in northern Iran. This study examined the effects of land use change (Converting natural forest to rice field) and forest restoration on enzyme activates in this area. Soil samples were taken from four land use (natural forest, intact forests and paddy rice field) at two depths (0-20 and 20-40cm) near Astaneh Ashrafiyeh, Gillan provice. The main vegetation covers of hand planted forests were *Populus caspica* and *Taxodium distichum*, while the natural forest was under *Alnus serrulata* cover. Results showed that the activities of Urease (2.2 fold) and Arylsulfatase (2.6 times) in the natural forest were more than rice field. However, the activities of Dehydrogenase showed the opposite trend and were higher in the paddy soil than in the soil under natural forest. Dehydrogenase activity was affected by available oxygen and moisture and increased with increasing moisture content. Taxodium vegetation was more effective than the other vegetation covers in improve, enzyme activities. The specific activity of the enzyme (enzyme activity in the organic carbon unit of the soil) was higher in deydrogenase than in the rice field. Indicating that the activity of this enzyme was independent of organic carbon soil and depend on moisture soil. By comparing enzyme activities of soil under natural forest, it is concluded that Taxodium plantation can improve the quality attributes of soils of degraded forests better than the populus.

Keywords: Forest restoration, Enzyme activity, Land use change

* Corresponding author, Email: Z.khanlari93@gmail.com

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

ارزیابی روش های زمین آمار جهت تخمین ظرفیت تبادل کاتیونی، مطالعه موردی مسیر زابل به زاهدان

ولی بهنام*[۱]، احمد غلامعلی‌زاده آهنگر[۲]، محمد رحمانیان[۳] ابوالفضل بامری[۴]، احمد یارمحمدیان مقدم[۵]

۱–دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه زابل، دانشکده آب و خاک

۲-استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه زابل، دانشکده آب و خاک

۳- استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه یاسوج، دانشکده کشاورزی

۴- عضو هیت علمی دانشگاه زابل، دانشکده آب و خاک

۵- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه لرستان. دانشکده کشاورزی

چکیده

ظرفیت تبادل کاتیونی(CEC) یکی از مهمترین ویژگی‌های خاک در ارتباط با مواد غذایی، نگهداری آب در خاک و همچنین مدیریت آلودگی خاک می باشد. این تحقیق با هدف ارزیابی روش‌های زمین آمار جهت تخمین ظرفیت تبادل کاتیونی در مسیر زابل به زاهدان انجام شد. به این منظور تعداد ۲۵۲ نمونه خاک به صورت سیستماتیک و منظم از منطقه مورد نظر تهیه شد و پارامترهای کربن آلی خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی و مقدار شن، رس و سیلت خاک اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی روش‌های زمین‌آمار(کریجینگ، کوکریجینگ و وزن دهی معکوس) از میانگین خطا و مجذور میانگین مربعات خطا به روش اعتبارسنجی متقابل استفاده شد. میانگین درصد رس، سیلت و شن به ترتیب برابر است با ۱۵/۷۸، ۲۶/۹۵ و ۵۷/۲۶. میانگین ظرفیت تبادل کاتیونی در منطقه مورد نظر۶/۸۶سانتی‌مول بر کیلوگرم و حداقل و حداکثر آن به ترتیب ۱/۴۱ و ۲۰/۵۲ سانتی‌مول بر کیلوگرم است. نتایج نشان داد که مدل خطی مدلی مناسبی برای نیم تغییرنمای ظرفیت تبادل کاتیونی است. فاصله تاثیر این نیم تغییرنما ۷۴۱۷۷ متر، اثر قطعه‌ای برابر۰/۲۳۶ و حد آستانه برابر ۰/۲۳ درصد می‌باشد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد، روش کریجینگ از خطای کمتری نسبت به دو روش دیگر برخوردار است.

کلمات کلیدی: ظرفیت تبادل کاتیونی، تغییرات مکانی، روش کریجینگ

مقدمه

ظرفیت تبادل کاتیونی خاک شاخصی مهم در حاصلخیزی خاک و ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و ظرفیت حفاظت آب‌های زیرزمینی از آلاینده‌های فلزی و تثبیت فلزات سنگین و ممانعت از جذب آنها توسط گیاه است(Keshavarzil و همکاران۲۰۱۲) مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی بسته به نوع و شرایط خاک متغیر است. رس‌ها و مواد آلی خاک به علت دارا بودن سطح ویژه زیاد و باردار بودن نقش مهمی در ظرفیت تبادل کاتیونی دارند و با افزایش مقدار رس و مواد آلی خاک مقدار طرفیت تبادل کاتیونی آن افزایش می‌یابد(Mirkhani و همکاران ۲۰۰۵) بدیهی است ظرفیت تبادل کاتیونی خاک شاخصی مهم از کیفیت خاک و پتانسیل آلاینده‌ها در محیط زیست است (Tang و همکاران ۲۰۰۹). نوربخش و همکاران (۲۰۰۳) طی پژوهشی بر روی خاک‌های با افق‌های مختلف، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را با استفاده از درصد اندازه ذرات، درصد مواد آلی و واکنش خاک(pH) برآورد نمودند. امینی و همکاران (۲۰۰۵) نیز رابطه بین ظرفیت تبادل کاتیونی با مقدار رس و ماده آلی خاک را در منطقه اصفهان بررسی کردند. در تحقیقی دیگر در دانمارک برای برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی از متغیرهای مستقل مقدار رس، سیلت، مواد آلی و pH خاک استفاده گردید(Krogh و همکاران۲۰۰۰). در دهه‌های اخیر، با پیشرفت نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای کامپیوتری و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پردازش و مدل‌سازی داده‌های مکانی افزایش یافته است. زمین‌آمار روشی مناسب برای توصیف متغیرهای منطقه‌ای با ملاحظه پیچیدگی‌های آمار مکانی ارائه می‌کند. در زمین آمار می‌توان یک رابطه را بین ارزش‌های کمی در جامعه نمونه، فواصل، و جهت مکانی نمونه هادر ارتباط با یکدیگر توسعه داد. بنابراین، زمین آمار، روشی است که خصوصیات خاک را در نقاط نمونه برداری نشده، با استفاده از اطلاعات نقاط نمونه‌برداری شده مجاور، برآورد می‌کند(Asadzadeh و همکاران۲۰۱۲) . این تحقیق با هدف

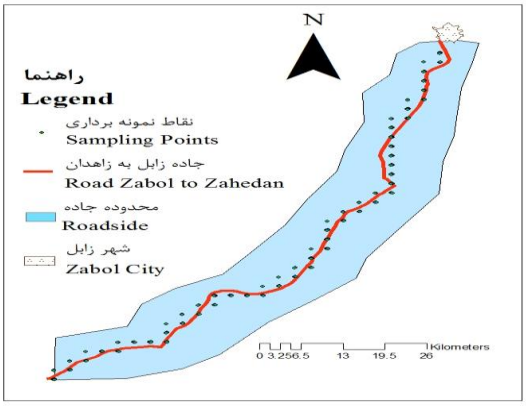
* Vali_behnam2012@yahoo.com

ارزیابی و تحلیل ساختار مکانی ظرفیت تبادل کاتیونی ، مقایسه روش‌های مختلف زمین‌آمار در برآورد آن و تهیه نقشه پراکنش مکانی ظرفیت تبادل کاتیونی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و روش نمونه‌برداری:

این منطقه بین عرض‌های جغرافیایی ″۲۰ ′۵۷ °۳۰ و ″ ۶ ′۱۱ °۳۰ و طول‌های جغرافیایی ″۳۲ ′۲۹ °۶۱ و ″ ۳۸ ′۵۱ °۶۰ می‌باشد. در مسیر جاده زابل- زاهدان ۴۲ ایستگاه برای نمونه‌برداری انتخاب شد. نمونه‌های خاک از فاصله صفر، ۵۰ و ۱۰۰ متری از کنار جاده در عمق صفر تا۲۰ سانتی‌متری برداشته شد. در هر نمونه‌برداری از هر ایستگاه شش نمونه خاک و به‌طور کلی ۲۵۲ نمونه خاک جمع‌آوری شدند(شکل۱). موقعیت جغرافیایی نمونه‌ها توسط دستگاه سیستم موقعیت‌یاب جهانی تعیین و ثبت گردید.



شکل ۱. موقعیت نقاط نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه

تجزیه‌های آزمایشگاهی:

نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و پس از خشک شدن در هوای آزمایشگاه، کوبیده شده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. کربن آلی با اکسیداسیون توسط دی‌کرومات پتاسیم (Nielsen و Bouma،۱۹۸۵) و بافت خاک با روش هیدرومتری(Klute، ۱۹۸۶) و ظرفیت تبادل کاتیونی با روش استات آمونیوم اندازه‌گیری گردید.

تجزیه و تحلیل‌های آماری:

برای بررسی توزیع و آزمون نرمال بودن داده‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد، از آماره کلموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. در صورت نرمال نبودن توزیع داده‌ها، از روش تبدیل لگاریتم برای نرمال کردن آن استفاده شد. ضریب همبستگی پیرسون بین ظرفیت تبادل کاتیونی با سایر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محاسبه شد. محاسبه‌های آماری اطلاعات به‌دست آمده در تحقیق با نرم افزار Excel انجام شد و برای رسم نمودارهای مورد نظر از نرم افزار SPSS19 استفاده شد

برای تهیه نقشه ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش زمین‌آمار، با استفاده از نرم‌افزار*SPSS19* اطلاعات اولیه نمونه‌ها، توزیع فراوانی داده‌ها و شاخص‌های آماری مانند میانگین، میانه، واریانس، چولگی و کشیدگی محاسبه گردید پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها و تبدیل داده‌های غیر نرمال به نرمال، الگوهای تغییرنما با استفاده از نرم افزار *ArcGIS* رسم و بهترین الگوی تغییرنما انتخاب گردید. برای بررسی تغییرات مکانی و برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک از روش‌های زمین آماری کریجینگ، کوکریجینگ، وزن‌دهی معکوس فاصله و نرم افزار *ArcGIS* استفاده شده است.

تجزیه و تحلیل‌های زمین‌آماری:

در ابتدا ناهمسان‌گردی داده‌ها توسط تغییرنمای جهتی بررسی و پس از تعیین درجه ناهمسان گردی، تغییرنمای برای ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ترسیم شد. برای بررسی تغییرات مکانی ظرفیت تبادل کاتیونی از روش‌های زمین‌آماری کریجینگ، کوکریجینگ، وزن‌دهی معکوس فاصله و مدل‌های مختلف (دایره ای، کروی، نمایی و گوسی) در محیط نرم افزار ArcGIS10 و GS+ استفاده شده است. به منظور ارزیابی روش‌های میان‌یابی از تکنیک ارزیابی متقابل و پارامتر آماری میانگین خطای مطلق(MAE) و مجذور میانگین مربعات خطا(RMSE) استفاده شده است. میانگین خطای مطلق مشخص-کننده خطای نتایج می‌باشد. در شرایطی که MAE برابر صفر یا نزدیک صفر باشد، نشان‌دهنده این است که روش استفاده شده واقعیت را خوب شبیه‌سازی می‌کند. همچنین هرچه مقادیرمجذور میانگین مربعات خطا و میانگین خطای مطلق کمتر باشد، دقت روش ارزیابی افزایش می‌یابد. پارامترهای میانگین خطای مطلق و مجذور میانگین مربعات خطا با استفاده از روابط ۳ و ۴ محاسبه می‌شوند

$$MAE=\frac{\sum_{i=1}^{n}|R_s-R_0|}{n} \quad [۱]$$

$$RMSE=\frac{1}{n}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(R_s-R_0)^2} \quad [۲]$$

در معادلات R_s: مقدار برآورد شده، R_0: مقدار اندازه‌گیری شده و n: تعداد داده‌ها می‌باشد.

نتایج و بحث

توصیف آماری داده‌ها

شاخص‌های آماری نظیر حداقل، حداکثر، میانگین، واریانس، انحراف معیار، ضریب تغییرات، چولگی و کشیدگی برای ظرفیت تبادل کاتیونی در جدول ۱ آمده است. میانگین ظرفیت تبادل کاتیونی در منطقه مورد نظر۶/۸۶سانتی‌مول بر کیلوگرم و حداقل و حداکثر آن به ترتیب ۱/۴۱ و ۲۰/۵۲ سانتی‌مول بر کیلوگرم است ضریب تغییرات به عنوان یک شاخص تغییرات کلی از ناهمگنی ظرفیت تبادل کاتیونی را نشان می‌دهد. بر اساس طبقه بندی Nielsen, and Bouma (۱۹۸۵)، اگر ضریب تغییرات کمتر از ۱۰ درصد باشد، تغییرپذیری ضعیف، اگر بیش از ۱۰ درصد باشد متوسط و در نهایت ضریب تغییرات برابر با ۱۰۰ درصد نشان دهنده تغییرات بسیار شدید متغیر می‌باشد. بنابراین همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود می‌توان شدت تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی را در منطقه مورد مطالعه متوسط در نظر گرفت . ضریب همبستگی بین متغیرها در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که CEC خاک با درصد رس (r=۰/۸۳) و کربن آلی(r=۲۴) همبستگی مستقیم و با درصد شن خاک(r=-۲۹) همبستگی معکوس و معنی‌دار دارد. همبستگی منفی بین درصد شن و CEC به این دلیل است که با افزایش شن ذراتی که دارای توانایی ایجاد بار منفی هستند کاهش می‌یابد.

جدول۱ برخی شاخص‌های آماری ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در منطقه مورد مطالعه

متغیر	حداقل	حداکثر	میانگین	کشیدگی	چولگی	انحراف معیار	ضریب تغییرات(٪)
ظرفیت تبادل کاتیونی	۱/۴۱	۲۰/۵۲	۶/۸۶	۰/۶۱	۱/۱۲	۳/۴۹	۵۱

جدول ۲. ضریب همبستگی پیرسون بین متغیرها در منطقه مورد مطالعه

	CaCo3	OC	Sand	Silt	Clay
CEC	۰/۳۴**	۰/۲۴**	-۰/۲۹۱**	۰/۴۷**	۰/۸۳**
CaCo3	۱	۰/۵۱	-۰/۶۳**	۰/۶۳**	۰/۴۲**
OC	۰/۵۱	۱	-۰/۲۹**	۰/۲۵**	۰/۲۸**
Sand	-۰/۶۳**	-۰/۲۹۱**	۱	-۰/۹۴**	-۰/۷۷**

Silt	۰/۲۲۹**	۰/۲۴۵**	-۰/۹۴۴**	۱	۰/۵۲**
Clay	۰/۰۸۱	۰/۲۸۴**	-۰/۷۷۷**	۰/۵۲۵**	۱

تغییرنما ابزار اساسی برای تخمین به وسیله کریجینگ و کوکریجینگ است بنابراین انتخاب مدل مناسب و تعیین پارامترهای دقیق آن از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار بوده و باید درستی مدل‌های تغییرنما به نحو بهینه‌ای کنترل گردد. به منظور انتخاب مناسب‌ترین مدل تغییرنما، از تکنیک اعتبارسنجی متقابل و پارامترهای میانگین خطا و مجذور میانگین مربعات خطا استفاده شد با در نظر گرفتن میانگین خطا(MAE) و مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) مدل خطی به عنوان مدل مناسب انتخاب گردید.

جدول ۳- پارامترهای تغییرنمای ظرفیت تبادل کاتیونی خاک(cmol.kg^{-}) در مدل‌های انتخابی

متغیر	مدل	اثر قطعه‌ای(C0)	دامنه تاثیر(A1) (متر)	حدآستانه (C0+C)	ضریب همبستگی
ظرفیت تبادل کاتیونی	خطی	۰/۲۳۶	۷۴۱۷۷	۰/۲۳۵	۰/۵۷

پس از تجزیه و تحلیل تغییرنما درون‌یابی داده‌ها به کمک نرم افزار*Arc GIS* به وسیله روش‌های زمین آماری کریجینگ و کوکریجینگ و روش معین وزن‌دهی معکوس فاصله انجام گرفت. در روش کوکریجینگ نیازمند استفاده از متغیر کمکی هستیم بررسی‌های به عمل آمده نشان داد که بین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و درصد رس همبستگی مثبت وجود دارد(r=۰/۸۳). همبستگی مثبت CEC با رس به دلیل مشارکت آن در ایجاد بارهای منفی و پدیده تبادل کاتیونی است(Nourbakhsh و همکاران ۲۰۰۳). لذا در روش کوکریجینگ از درصد رس به عنوان متغیرکمکی استفاده شد

در جدول ۳ مقادیر دقت و انحراف روش‌های زمین آماری کریجینگ؛ کوکریجینگ و وزن دهی معکوس فاصله ارائه شده است. بر اساس این جدول ملاحظه می شود که روش کریجینگ از دقت بیشتری برای برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک برخوردار است.

جدول۳ - نتایج ارزیابی روش های زمین آمار در برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک(cmol.kg^{-})

روش ارزیابی	کریجینگ	کوکریجینگ	وزن دهی معکوس
MAE	۱/۵۶	۳/۰۲	۳/۱۱
MBE	۰/۱۴۳	۰/۰۹	۰/۰۹۹
RMSE	۳/۳۱	۳/۲۶	۳/۳۰

نتیجه گیری

ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با درصد رس خاک یک همبستگی مثبت و معنادار در سطح ۱ درصد داشت(r=۸۳) بنابراین درصد رس به عنوان متغیر کمکی در روش کوکریجینگ برای تخمین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک استفاده شد. بر اساس معیارهای ارزیابی میانگین خطا(MAE) و مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) مدل خطی به عنوان مدل مناسب و روش کریجینگ که نتایج دقیق‌تری از کوکریجینگ ارائه کرد. انتخاب گردید. بنابراین، با این روش نقشه معتبری از ظرفیت تبادل کاتیونی خاک تهیه می‌شود که نسبت به روش‌های سنتی، صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌ها را به دنبال دارد و در مدیریت دقیق‌تر و مناسب‌تر خاک کاربرد خواهد داشت.

منابع:

Amini, M., Abbaspour, K, C., Khademi, H., Fathianpour, N., Afyuni, M., and Schulin, R., 2005. Neural network models to predict cation exchange capacity in arid regions of Iran. Europ. J. Soil Sci. 56: 551- 559.

Asadzadeh, F., Akbarzadeh, A., Zolfaghari, A. A., Taghizadeh Mehrjardi, R., Mehrabanian, M., Rahimi Lake, H., and Sabeti, M.A. (2012). Study and comparison of some geostatistical methods for mapping cation exchange capacity in soils of northern Iran. Annals of Faculty Engineering Hunedoara, 1584-2665.

Keshavarzil, A., Sarmadian, F., Rahmani, A., Ahmadi, A., Labbafi, R., Iqbal, M. A. (2012). Fuzzy clustering analysis for modeling of soil cation exchange capacity. Australian Journal of Agricultural Engineering, 3(1), 27-33.

Klute, A., 1986. Methods of soil analysis, part I, physical and mineralogical methods, 2nd Ed, Soil Science Society of America INC., Wisconsin, USA, 1170 pp.

Krogh, L., Breuning-Madsen, M., and Greve, MH. 2000. Cation exchange capacity pedotransfer function for Danish soil. Soil and Plant. Sci. 50:1-12.

Mirkhani, R., Shabanpour, M., and Saadat, S. 2005. Using partical-size distribution and organic carbon percentage to predict the cation exchange capacity of soils of Lorestan province. Tehran, Iran J. Soil and Water Sci, 19(2): 235-242.

Nourbakhsh, F., Jalalian, A., and Shariatmadari, H. 2003. Estimation of cation exchange capacity from some soil physical and chemical properties. Isfahan, J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. 7(3):107-118.

Nielsen, D. R., and Bouma, J. (eds.). 1985. Soil Spatial Variability. In: Proceedings of a Workshop of the ISSS and the SSSA. Pudoc, Wageningen. Las Vegas, USA.

Tang, L., Zeng, G.M., Nourbakhsh, F., and Shen, G. L. (2009). Artifical neural network approach for predicting cation exchange capacity in soil based on physico – chemical properties. Environmental Engineering Science, 26, 137-146

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Evaluation of geostatistical methods for estimating Cation Exchange Capacity, a case study Zabol- Zahedan Road

V.Behnam[1], A. Gholamalizadeh[2], M. Rahmanian[3], A. Bameri[4], A. Yarmohammadyan[5]

1:Former graduate M.Sc Student, University of Zabol, Faculty of Soil and Water Engineering

2: Associate Professor of Department of Soil Sciences, University of Zabol, Faculty of Soil and Water Engineering

3: Assistant Professor of Department of Soil Science, Yasouj University, Faculty of Agriculture

4: Expert of Department of Soil Sciences, University of Zabol, Faculty of Soil and Water Engineering

5: Former graduate M.Sc Student, University of Lorestan, Faculty of Agriculture

Abstract

Cation Exchange Capacity (CEC) is an important characteristic of soil in terms of nutrient and water holding capacities and contamination management. This study was conducted in order to evaluate the spatial variability of CEC using geostatistical methods in roadside of Zabol- Zahedan. Soil sampling method was systematic and a total of 252 soil samples were collected from an area and SOC, CEC, sand, clay and silt were determined. For geostatistic methods evaluation, Mean Error and Root Mean Square Error with the Cross Validation method were used. The results showed that Linear model is the best model for CEC semi-variorum. The range of the semi-variorum, Nugget Effect and Sill were 74177m, 0.236%, 0.23% respectively. The results indicated that kriging method had a lower RMSE compared to two other methods.

Keywords: Cation Exchange Capacity**,** spatial variability, kriging method

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

مقایسه کارایی برخی روش های زمین آمار برای برآورد کربن آلی در خاک، مطالعه موردی مسیر خرم آباد- بروجرد

احمد یارمحمدیان مقدم[۱]، ولی بهنام[۲]، محمد فیضیان[۳]، اکبر سهرابی[۳]

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه لرستان، دانشکده کشاورزی

[۲] دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه زابل، دانشکده آب و خاک

[۳] استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه لرستان، دانشکده کشاورزی

چکیده

کربن آلی خاک نقش عمده‌ای را در چرخه کربن در سطح جهان ایفا می‌کند و می‌تواند به عنوان یک منبع برای کربن اتمسفر عمل کند. این تحقیق با هدف مقایسه روش های زمین آمار (کریجینگ، کوکریجینگ و وزن دهی معکوس) برای برآورد کربن آلی خاک در مسیر خرم آباد به بروجرد انجام شد. به این منظور تعداد ۶۰ نمونه خاک به صورت سیستماتیک و منظم از منطقه مورد نظر تهیه شد و پارامترهای کربن آلی خاک، مقدار شن، رس و سیلت خاک اندازه‌گیری شد. برای مقایسه روش‌های زمین آماراز میانگین خطا و مجذور میانگین مربعات خطا به روش اعتبارسنجی متقابل استفاده شد. میانگین درصد رس، شن و سیلت به ترتیب برابر است با ۱۵/۷۹، ۴۷/۱۷ و ۳۲/۲۹ و میانگین کربن آلی در منطقه مورد نظر۰/۶۶درصد و حداقل و حداکثر آن به ترتیب ۰/۲ و ۱/۰۱ درصد است. نتایج نشان داد که مدل نمایی با داشتن میانگین خطا و مجذور میانگین مربعات خطا کمتر نسبت به بقیه مدل‌ها، مدل مناسبی برای نیم تغییرنمای کربن آلی است. فاصله تاثیر این نیم تغییرنما ۱۵۳۳۰ متر، اثر قطعه‌ای برابر۰/۰۳۵ و حد آستانه برابر ۰/۰۷ درصد می باشد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد، روش کوکریجینگ از خطای کمتری(MAE=۰/۲۱ و MBE=۰/۴۹) نسبت به دو روش دیگر برخوردار است.

کلمات کلیدی: روش اعتبارسنجی، نیم تغییرنما، کوکریجینگ

مقدمه

کربن خاک یکی از مولفه های اصلی در ارزیابی کیفیت خاک محسوب می گردد. اخیراً به دلیل نقش حیاتی کربن آلی خاک در چرخه جهانی کربن و قابلیت آن در تعدیل یا تشدید انتشار گازهای گلخانه ای، مطالعات بر روی ذخایر کربن آلی خاک متمرکز شده و استفاده و توسعه تکنولوژی برای کاهش غلظت روز افزون $C0_2$ اتمسفر به مهمترین مشکل قرن ۲۱ تبدیل شده است (لل، ۲۰۰۸). ذخایر کربن آلی خاک در مقیاس جهانی در حدود ۱۵۰۰-۱۴۰۰ پتاگرم کربن (۱ پتاگرم= 10^{15} گرم) در سانتی متری لایه سطحی خاک برآورد می شود که ۲ برابر میزان کربن موجود در اتمسفر و ۳ برابر میزان کربن موجود در پوشش گیاهی سطح زمین می باشد (اسمیت، ۲۰۰۴). بنابراین کاهش در میزان کربن آلی در نتیجه ایجاد تغییرات در مدیریت و کاربری اراضی و یا وجود فرسایش خاک می تواند به طور قابل توجه ای انتشار Co_2 به اتمسفر را افزایش دهد. ماده‌ی آلی یکی از شاخص‌های بسیار مهم در حفظ و نگهداری از خاک در برابر فرسایش است. ماده‌ی آلی با افزایش ثبات خاکدانه‌ها بخصوص در قسمت سطحی خاک، مانع از پراکندگی ذرات خاک در طی وزش باد و جریان یافتن آب می‌شود. تجزیه و تحلیل مشاهدات خاک‌ورزی بر کیفیت خاک در ایلینیوس امریکا نشان داد که کربن آلی خاک، حساسترین و بهترین شاخص سنجش کیفیت خاک بوده است (Manlay, 2007). ماده آلی از مهم‌ترین اجزاء تشکیل دهنده خاک بوده و بسیاری از کارکردهای خاک به عنوان یک سیستم زنده به این جزء بستگی دارد (Sparling و همکاران،2006). ماده آلی خاک مانع از فروپاشی خاکدانه (Emadi و همکاران،۲۰۰۹)، بهبود ساختمان خاک (Troeh و همکاران، ۱۹۹۹) و در پایان کاهش فرسایش (یوسفی فرد، ۱۳۸۶) می‌شود.

برای بررسی تغییرات مکانی کربن آلی، می توان از علم زمین آمار استفاده نمود. از دیدگاه زمین آمار، هر نمونه تا یک حداکثر فاصله معین با نمونه های اطراف خود ارتباط مکانی دارد. این فاصله حداکثر که دامنه تاثیر نامیده می شود. دارای اهمیت فراوانی است. در حقیقت نشان دهنده فاصله ای است که در آن می توان از تخمین گرهای زمین آماری استفاده کرد(حسنی پاک، ۱۳۸۶) و باید عوامل موثر در دامنه تاثیر را تعیین نمود. بهنام و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی تغییرات مکانی کربن آلی در خاک های کنار جاده ای زابل – زاهدان پرداختند نتایج آنها نشان داد که روش کوکریجینگ از خطای کمتری(RMSE =۰/۳۰۳۰۴) نسبت به دو روش کریجینگ و وزن دهی معکوس فاصله برخوردار است و بهترین مدل برازش داده شده برای کربن آلی مدل گوسی بود. در تحقیقی که توسط Amirinejad و همکاران(۲۰۱۱) در دهکده خرلی واقع در هندوستان انجام شد، خصوصیاتی مانند وزن مخصوص ظاهری، ظرفیت هیدرولیکی اشباع خاک، ظرفیت نگهداری آب قابل دسترس، درصد کربن آلی در نواحی کشت برنج، گندم، اندازه گیری نمودند. ولی نتایج در این دو کشت متفاوت بود و از روش کریجینگ معمولی برای برآورد خصوصیات خاک به دلیل خطای کمتر انتخاب و بهترین مدل تخمین کربن آلی، گوسی تعیین شد. Wang و همکاران(2010) در بررسی تغییرات مکانی کربن آلی خاک در مزارع تک کاشت ذرت مشاهده کردند

که غلظت کربن آلی خاک دارای توزیع نرمال و میانگین حسابی۹۱ /۱۴گرم بر کیلوگرم می‌باشد و بهترین مدل برازش داده شده برای کربن آلی، مدل کروی بود.

ژانگ و مک گراث(۲۰۰۴) تغییرات مکانی کربن آلی خاک را در منطقه‌ای مرتعی در جنوب شرق ایرلند با روش-های زمین آماری کریجینگ، آمار کلاسیک و GIS مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار دادند .آنها نمونه برداری را در شبکه ۱۰×۱۰ کیلومتر انجام داده و داده های پرت را با شاخصی به نام موران I شناسائی و حذف کردند. نتایج آنها نشان داد زمین آمار توانائی خوبی در تفسیر تغییرات مکانی و زمانی کربن آلی خاک دارد و اثر زمین شناسی و توپوگرافی بیش از سایر عوامل توجیه کننده پراکندگی کربن آلی خاک است.

با توجه به اینکه در مسیر خرم آباد به بروجرد اراضی کشاورزی بخش بزرگی از منطقه را به خود اختصاص داده اند و اطلاعات کمی و کیفی اندکی درباره تغییرات مکانی کربن آلی خاک در سطوح زمین نما این منطقه در دسترس می‌باشد لذا برآورد دقیق ذخایر کربن آلی و توسعه کشاورزی پایدار موجود در این اراضی ضروری به نظر می‌رسد. این تحقیق با هدف مقایسه روش‌های مختلف زمین آمار در برآورد کربن آلی انجام شده است.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

استان لرستان یکی از استان‌های غربی کشور است. بروجرد و خرم آباد از شهرستان‌های استان لرستان می‌باشند این منطقه بین عرض‌های جغرافیایی ″۳۵ ′۲۸ °۳۳ و ″۴۵ ′۳۳ °۳۳ و طول‌های جغرافیایی ″ ۳۱ ′۲۶ °۴۸ و ″۶۴ ′۵۳ °۴۸ می‌باشد. متوسط بارش سالانه ۴۷۹ میلیمتر و حداکثر و حداقل سالانه دما به ترتیب ۳۴/۴ و ۸/۴ درجه سانتی‌گراد است. میزان تبخیر سالیانه ۴۵۰۰ تا ۵۰۰۰ میلیمتر و ارتفاع از سطح دریا ۴۸۹/۲ می‌باشد زراعت عمده منطقه و مناطق اطراف گندم و سورگوم می‌باشد.

در این پژوهش به منظور نمونه برداری خاک از روش شبکه‌ای منظم استفاده شد تعداد ۶۰ نمونه خاک از فاصله ۰-۲۰، ۲۰-۴۰ و ۴۰-۶۰ متری از دو طرف جاده خرم آباد به بروجرد برداشت شد. عمق نمونه‌برداری ۰-۳۰ سانتی متر می‌باشد. پس از عملیات نمونه برداری، نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال یافت و پس از هوا خشک شدن، از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد. کربن آلی با اکسیداسیون توسط دی‌کرومات پتاسیم (نلسون، ۱۹۸۲) و بافت خاک با روش هیدرومتری (Klute, 1986, Weaver *et al.*, 1994;) اندازه‌گیری شد. برای تهیه نقشه کربن آلی خاک به روش زمین آمار، با استفاده از نرم افزارSPSS19 اطلاعات اولیه نمونه‌ها، توزیع فراوانی داده‌ها و شاخص‌های آماری مانند میانگین، میانه، واریانس، چولگی و کشیدگی محاسبه گردید پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها و تبدیل داده‌های غیرنرمال به نرمال، الگوهای تغییرنما با استفاده از نرم افزار GS+رسم و بهترین الگوی تغییرنما انتخاب گردید. برای بررسی تغییرات مکانی و برآورد کربن آلی خاک از روش‌های زمین آماری کریجینگ، کوکریجینگ، وزن دهی معکوس فاصله و مدل های مختلف تغیرنما(دایره‌ای، کروی، نمایی و گوسی) در محیط نرم افزار GS+ استفاده شده است.

به منظور ارزیابی روش های میان یابی از تکنیک ارزیابی متقابل[1] و پارامتر آماری MAE[2] و MBE[3] استفاده شده است MAE مشخص کننده خطای نتایج و MBE انحراف نتایج روش استفاده شده را نشان می دهد. در شرایطی که MAE و MBE برابر صفر یا نزدیک صفر هستند، نشان دهنده این است که روش استفاده شده واقعیت را خوب شبیه سازی می‌کند. پارامترهای MAE و MBE و با استفاده از روش های زیر محاسبه می‌شوند

$$MAE=\frac{\sum_{i=1}^{n}|R_s-R_0|}{n} \qquad [۱]$$

$$RMSE=\frac{1}{n}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(R_s-R_0)^2} \qquad [۲]$$

در معادلات R_s: مقدار برآورد شده، R_0: مقدار اندازه‌گیری شده و n: تعداد داده‌ها می‌باشد.

نتایج و بحث

توصیف آماری داده‌ها

شاخص های آماری نظیر حداقل، حداکثر، میانگین، واریانس، انحراف معیار، ضریب تغییرات، چولگی و کشیدگی برای کربن آلی در جدول ۱ آمده است. میانگین کربن آلی در منطقه مورد نظر۰/۶۶درصد و حداقل و حداکثر آن به ترتیب ۰/۲ و ۱/۰۱ درصد است. ضریب تغییرات به عنوان یک شاخص،

تغییرات کلی از ناهمگنی کربن آلی خاک را نشان می‌دهد. بر اساس طبقه بندی Nielsen, and Bouma (۱۹۸۵)، اگر ضریب تغییرات کمتر از ۱۰ درصد باشد، تغییرپذیری ضعیف، اگر بیش از ۱۰ درصد باشد متوسط و در نهایت ضریب تغییرات برابر با ۱۰۰ درصد نشان دهنده تغییرات

---

[1]- CrossValidation
2-Mean Absolute Error
3- Mean Bias Error

بسیار شدید متغیر می‌باشد. بنابراین همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود می توان شدت تغییرات کربن آلی را در منطقه مورد مطالعه متوسط در نظر گرفت.

جدول۱. برخی شاخص‌های آماری کربن آلی خاک در منطقه مورد مطالعه

متغیر	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	کشیدگی	چولگی
کربن آلی	۰/۲۰	۱/۰۱	۰/۶۶	۰/۲	۳۰/۳	-۰/۳	-۰/۴۹

تغییرنما ابزار اساسی برای تخمین به وسیله کریجینگ و کوکرجینگ است بنابراین انتخاب مدل مناسب و تعیین پارامترهای دقیق آن از اهمیت فوق العاده ای برخوردار بوده و باید درستی مدل‌های تغییرنما به نحو بهینه‌ای کنترل گردد. بررسی‌های به عمل آمده نشان داد که مدل نمایی به دلیل اینکه میانگین خطا و مجذور میانگین مربعات خطا کمتری نسبت به بقیه مدل‌ها دارد مدل مناسبی برای این نیم تغیر نما است. دامنه تاثیر این نیم تغییرنما معادل ۶۷۹۱ متر، اثر قطعه‌ای برابر ۰/۰۳۳ و آستانه معادل ۰/۱۲۵ متر با ضریب همبستگی ۰/۴۶ بدست آمده است (جدول۲).

جدول۲. پارامترهای تغییرنمای کربن آلی خاک در مدل های انتخابی

متغیر	مدل	اثر قطعه ای(C0)	دامنه تاثیر	حد آستانه (A1)	ضریب همبستگی
کربن آلی	نمایی	۰/۰۳۵	۱۵۳۳۰	۰/۰۷	۰/۴۶

بررسی های به عمل آمده نشان داد که بین درصد رس و کربن آلی خاک همبستگی مثبت و معناداری در سطح ۱ درصد وجود دارد. دان وانگ و همکاران (2010) ارتباط مثبت و معنی داری بین میزان کربن آلی و درصد رس در اراضی شیب دار شمال چین گزارش کردند، این محققان بیان می کنند که بافت خاک با تأثیر بر پوشش گیاهی، رطوبت قابل استفاده و حاصلخیزی خاک تأثیر مستقیم بر میزان کربن آلی خاک دارد و همچنین میزان رس می تواند کربن آلی خاک را در برابر تجزیه محافظت کند. لذا در روش کوکریجینگ از رس به عنوان متغیر کمکی استفاده شد. بررسی به عمل آمده نشان داد که مدل نمایی مدل مناسبی برای آن نیم تغییر نما می باشد. دامنه تاثیر این نیم تغییر نما معادل۱۴۷۳۳ متر، اثر قطعه ای برابر ۳۳/۴۰و آستانه معادل ۶۶/۸۱متر با ضریب همبستگی۰/۴۶ بدست آمده است.

پس از تجزیه و تحلیل تغییرنما درون یابی داده‌ها به کمک نرم افزارArc GIS به وسیله روش‌های زمین آماری کریجینگ و کوکریجینگ و روش معین وزن‌دهی معکوس فاصله انجام گرفت. در جدول ۳ مقادیر دقت و انحراف روش‌های زمین آماری کریجینگ؛ کوکریجینگ و وزن دهی معکوس فاصله ارائه شده است. بر اساس این جدول ملاحظه می شود که روش کوکریجینگ از دقت بیشتری برای برآورد کربن آلی خاک برخوردار است.

جدول۳. نتایج ارزیابی روش های زمین آمار در برآورد کربن آلی خاک

روش ارزیابی	کریجینگ	کوکریجینگ	وزن دهی معکوس
MAE	۰/۴۹	۰/۲۱	۰/۲۶
MBE	۰/۶۴	۰/۴۹	۰/۶۴

نتیجه گیری

کربن آلی خاک با درصد رس خاک یک همبستگی مثبت و معنادار در سطح ۱ درصد داشت(r=۴۶) بنابراین درصد رس به عنوان متغیر کمکی در روش کوکریجینگ برای تخمین کربن آلی خاک استفاده شد. بر اساس معیارهای ارزیابی میانگین خطا(MAE) و (MBE) مدل نمایی به عنوان مدل مناسب و روش کوکریجینگ که نتایج دقیق تری از کریجینگ ارائه کرد. انتخاب گردید. بنابراین، با این روش نقشه معتبری از کربن آلی خاک تهیه می شود که نسبت به روش های سنتی، صرفه جویی در زمان و هزینه ها را به دنبال دارد و در مدیریت دقیق تر و مناسب تر خاک کاربرد خواهد داشت.

منابع:

حسنی پاک، ع.ا . ۱۰۸۶ .زمین آمار(ژئو استاتیک .)انتشارات دانشگاه تهران ۰۳۶ .صفحه.

یوسفی‌فرد م. ، جلالیان ا. ، و خادمی ح. ۱۳۸۶ . تخمین هدررفت خاک و عناصر غذایی در اثر تغییر کاربری اراضی مرتعی با استفاده از باران ساز مصنوعی .مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۰: ۱۰۶- ۹۳.

Amirinejad A.A., Kamble, K., Aggarwal, P., Chakraborty, D., Pradhan, S. and Mittal, R.B. 2011. Assessment and mapping of spatial variation of soil physical health in a farm. Geoderma, 160:292–303.

Emadi M., Baghernejad M., and H.M, Memarian. 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.

Johnston, C.A. Currie, W., Emanuel, W., Gaudinski, J.,, Groffman, P., Breshears, D.D., Gcardon, Z.G., Jackson, R.B., Lajtha, K., Nadelhoffer, K., Nelson Jr, D., Post, W.M., Retallack, G. and Wielopolski, L. 2004. Carbon cycling in soil. Frontiers in Ecology and the Environment, 2, 522–528

Klute, A., 1986. Methods of soil analysis, part I, physical and mineralogical methods, 2nd Ed, Soil Science Society of America INC., Wisconsin, USA, 1170 pp.

Manlay. Raphael J., C. Feller., and M. J. Swift. 2007. Historical evolution of soil organic matter concepts and their relationships with the fertility and sustainability of cropping systems. Agriculture, Ecosystems and Environment. 119; 217–233.

Nielsen, D. R., and Bouma, J. (eds.). 1985. Soil Spatial Variability. In: Proceedings of a Workshop of the ISSS and the SSSA. Pudoc, Wageningen. Las Vegas, USA.

Smith, P. 2004. Soils as carbon sinks-The global context. Soil Use Manage. 20: 212-218

Sparling, G.P., Wheeler, D., Vesely, E.T., and Schipper, L.A. 2006. What is Soil organic matter worth?. J. Environ. Qual. 35:548–557.

Troeh F.R., Hobbs J.A., and Donhue R.L. 1999. Soil and Water Conservation- Productivity and Environmental Protection. Prentice Hall, New Jersey, 610 pp.

Wang, Y., Fu, B., Lu, Y., Song, Ch., and Luan, Y. 2010. Local-scale spatial variability of soil organic carbon and its stock in the hilly area of the Loess Plateau, China. Qua. Res. 73: 70-76

Weaver, R.W., Angle J.S., Bottomley, P.S., 1994. Methods of soil analysis, microbiological and biochemical properties, part II, Soil Science of America INC, Wisconsia, USA, 1097 pp.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Comparing the applicability of some geostatistic methods Estimation of soil organic carbon, a case study Hkormabad- Brogerd Road

Soil organic carbon (SOC) plays a crucial role in the global carbon cycle, and can act as a source of atmospheric carbon. This study The purpose of comparing ground statistics methods (kriging, cokriging and reverse weighing) in roadside of Hkormabad- Brogerd. Soil sampling method was systematic and a total of 60 soil samples were collected from an area and SOC, sand, clay and silt were determined. For geostatistic methods evaluation, Mean Error and Root Mean Square Error with the Cross Validation method were used. The average percentage of clay, sand and silt was ۱۵.79, 47.17 and 32.29, respectively. The average of organic carbon in the region was 0.66% and the minimum and maximum values were 0.2 and 1.01%, respectively. The results showed that the exponential model with a mean error and a mean squared error error less than the rest of the models is a suitable model for the half-life of organic carbon. The range of the semi-variorum, Nugget Effect and Sill were 15330m, 0.035%, 0.07% respectively. The results indicated that cokriging method had a lower RMSE compared to two other methods.

Keywords: Cross Validation method**,** semi-variorum, Cokriging

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

اثر مدیریت تلفیقی خاک‌ورزی و بقایای گیاهی بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز در یک خاک آهکی

جهانبخش میرزاوند[۱*]

[۱] استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زرقان، ایران.

چکیده

انجام عملیات خاک‌ورزی حفاظتی و حفظ بقایای گیاهی راهکاری مناسب در جهت حفظ و بهبود کیفیت خاک می‌باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر روش‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز خاک در تناوب گندم-ذرت اجرا گردید. آزمایش به صورت کرت‌های یک-بار خُرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در شرایط مزرعه‌ای در زرقان استان فارس انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل روش-های خاک‌ورزی در سه سطح (خاک‌ورزی متداول، کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی) به عنوان فاکتور اصلی و مدیریت بقایای گیاهی در دو سطح (حفظ بقایا و حذف تمام بقایا) به عنوان فاکتور فرعی بود. در گندم، بیشترین فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی (بیش از ۴۰۰/۰۰ $\mu g\ g^{-1}\ soil\ h^{-1}$) با کاربرد کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی با حفظ بقایا ذرت حاصل شد، لیکن بیشترین فعالیت این آنزیم (۳۷۴/۱۷ $\mu g\ g^{-1}\ soil\ h^{-1}$) در کشت ذرت در سامانه کم خاک‌ورزی و بقایای گندم به دست آمد. در مقابل، بیشترین فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در تناوب گندم-ذرت با حفظ بقایای گیاهی و بی خاک‌ورزی مشاهده شد. به‌طورکلی در یک خاک آهکی، جهت افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی و فسفاتاز قلیایی به ترتیب عملیات کم خاک‌ورزی و بی خاک-ورزی و حفظ ۳۰ درصد بقایای گیاهی در تناوب گندم-ذرت قابل توصیه است.

کلمات کلیدی: آنزیم فسفاتاز اسیدی، آنزیم فسفاتاز قلیایی، بی خاکورزی، کم خاک‌ورزی.

مقدمه

کیفیت خاک دارای نقش کلیدی در کشاورزی پایدار می‌باشد که تحت تاثیر روش‌های مختلف مدیریت زراعی از جمله روش خاک‌ورزی، تغییر می‌کند. در سامانه‌های زراعی که عملیات شخم با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار (خاک‌ورزی متداول) و همراه با سوزاندن بقایای گیاهی است، در دراز مدت موجب کاهش کیفیت و پایداری خاک خواهد شد. از این‌رو، استفاده و توسعه سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی می‌تواند به حفظ و صیانت از منابع تولید از قبیل آب، خاک و محیط زیست کمک نماید (Afzalinia و Karami، ۲۰۱۸). انجام عملیات خاک‌ورزی حفاظتی که با مدیریت مناسب بقایای گیاهی همراه می‌گردد راهکاری مناسب در جهت جلوگیری از حذف یا سوزاندن بقایا در کشاورزی پایدار به شمار می‌رود و نقشی مهم در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دارد و در نتیجه می‌تواند بر ترکیب، فعالیت و آنزیم‌های میکروبی خاک تاثیر بگذارد (Singh و همکاران، ۲۰۱۸).

آنزیم‌های خاک از طریق واکنش‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی بسیار، نقش حیاتی در فرآیندهای خاک مانند چرخه غذایی و تبدیل انرژی بازی می‌کنند (Shi و همکاران، ۲۰۰۸). هم‌چنین، فعالیت آنزیمی به عنوان یکی از شاخص‌های مهم و حساس کیفیت خاک گزارش شده است زیرا این شاخص میکروبی ارتباط تنگاتنگی با پارامترهای کیفیت خاک و پاسخ سریع به تغییر و تحولات در مقایسه با دیگر خصوصیات خاک دارد. گروهی از آنزیم‌های خاک برای سنجش سطح فعالیت میکروبی درون سلول بکار می‌روند (مانند دی هیدروژناس، کاتالاز و ..) که نوعا منعکس کننده فعالیت میکروبی عمومی در خاک هستند. درحالی که دیگر آنزیم‌ها نشان دهنده فعالیت برون سلولی در خاک هستند (مانند فسفاتاز، اوره‌آز و ...). فعالیت آنزیم-های برون سلولی اطلاعاتی در رابطه با فرآیندهای مهم بیوشیمیایی خاک که بر کیفیت خاک تاثیر دارند، به دست می‌دهد (Sharma و همکاران، ۲۰۱۳). آنزیم فسفاتاز، هیدرولیز ترکیبات آلی فسفردار به یون‌های فسفات قابل جذب برای گیاه را به عهده دارد. بنابراین، یکی از آنزیم‌های مهم در چرخه فسفر خاک به شمار می‌آید و معمولا در خاک‌ها با اسیدیته بالا، فراوان و فعال‌تر است. آنزیم فسفاتاز از انواع آنزیم‌های برون سلولی بوده و به‌وسیله ریزجانداران، ریشه‌های گیاهی و کرم‌های خاکی تولید می‌شود و ارتباط این آنزیم با مقدار ماده آلی خاک، رطوبت خاک و حجم خاک در محیط ریشه، به اثبات رسیده است. از آنجایی که فسفاتاز قلیایی یکی از آنزیم‌های ضروری در چرخه فسفر بوده و فعالیت اغلب فسفاتازها وابسته به تغییر و تبدیلات

* ایمیل نویسنده مسئول: j.mirzavand@areeo.ac.ir

ترکیبات حاوی فسفر آلی و غیرآلی در خاک است، فعالیت آن می‌تواند به عنوان شاخصی از قابلیت دسترسی فسفر برای گیاهان و ریزجانداران خاک قلمداد گردد. براساس یافته‌های سایر محققان فرسایش و خاک‌ورزی بی‌رویه که منجر به کاهش تجمع مواد آلی در لایه شخم می‌شود، فعالیت آنزیمی را به شدت کاهش می‌دهد؛ زیرا فعالیت آنزیمی با مقدار ماده آلی خاک رابطه مستقیمی دارد. انجام عملیات شخم شدید (خاک‌ورزی متداول) در اراضی زراعی شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک را تغییر می‌دهد و موجب تحریک فعالیت‌های میکروبی، افزایش تجزیه بقایای گیاهی و تغییر در فعالیت آنزیم-های خاک می‌گردد (Chu و همکاران، ۲۰۱۶). درحالی که، انجام عملیات خاک‌ورزی حفاظتی سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک، حفظ حاصلخیزی و کاهش فرسایش خاک می‌شود. هم‌چنین، حفظ بقایای گیاهی سبب افزایش ماده آلی و محتوای نیتروژن خاک می‌شوند که می‌تواند موجب افزایش فعالیت آنزیمی و زیستی در خاک و به تبع آن، افزایش حاصلخیزی خاک شود (Saikia و Sharma، ۲۰۱۷). از دو دهه گذشته در راستای مدیریت پایدار اراضی کشاورزی تحقیقات فراوانی پیرامون شناسه‌های ارزیابی و تاثیر مدیریت‌های گوناگون بر کیفیت خاک‌ها صورت گرفته است، اما در زمینه تاثیر مدیریت تلفیقی خاک‌ورزی و بقایای گیاهی بر شناسه‌های زیستی کیفیت خاک و هم‌چنین تغییرات زمانی این شناسه‌ها، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک تحقیقی صورت نگرفته است، از این‌رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و متداول به همراه مدیریت بقایای گیاهی بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی یک خاک آهکی در تناوب گندم (*Triticum aestivum* L.)-ذرت (*Zea mays* L.) در فارس اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و متداول بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز خاک، پژوهشی مزرعه‌ای در دو سال زراعی (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) در تناوب گندم (رقم چمران)-ذرت (سینگل کراس ۷۰۴) در مرکز تحقیقات کشاورزی زرقان، استان فارس با متوسط بارندگی سالانه درازمدت ۲۹۳ میلی‌متر (طول جغرافیایی ″۳۵′۷۱°۵۲ شرقی و عرض جغرافیایی ″۴۲′۷۶°۲۹ شمالی و ارتفاع ۱۵۹۶ متر از سطح دریا) و خاکی با مشخصات (Fine, Carbonatic, Thermic, Typic Calcixerpts) به صورت کرت‌های یک‌بار خُرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. قبل از شروع پژوهش از چندین نقطه مزرعه نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری برداشت و میزان ماده آلی (۱/۰۱ درصد)، فشردگی خاک (۱/۱۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب)، هدایت الکتریکی (۰/۶۵ دسی‌زیمنس بر متر) و اسیدیته (۷/۹) در خاک تعیین شد. تیمارها شامل روش‌های خاک‌ورزی در سه سطح (خاک‌ورزی متداول (شخم با گاوآهن برگردان‌دار (عمق شخم ۲۰ سانتی‌متر)، دیسک و تراز کردن به وسیله‌ی ترازکننده کششی)، کم خاک‌ورزی (یک‌بار استفاده از خاک‌ورز مرکب متشکل از پنجه غازی و روتاری) و بی خاک‌ورزی (بدون هیچ‌گونه عملیات شخم یا خاک‌ورزی) به عنوان فاکتور اصلی و مدیریت بقایای گیاهی در دو سطح (حفظ بقایا به صورت ایستاده و حذف تمام بقایای گیاهی از سطح خاک) به عنوان فاکتور فرعی بودند. واحدهای آزمایشی به صورت کرت‌هایی با ابعاد ۶ متر × ۲۰ متر جمعاً به تعداد ۱۸ کرت استقرار یافتند. در کرت‌های حفظ بقایا، محصول به وسیله دستگاه کمباین برداشت شد، به‌طوری که حدود ۳۰ درصد بقایای گیاهی به صورت ایستاده با ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر باقی ماند. در شرایط بدون بقایا، گیاه از محل طوقه در سطح خاک کف‌بُر و از مزرعه خارج شد. برای تعیین فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی به روش Eivazi و Tabatabai (۱۹۷۷) با سوبسترای پارانیتروفنیل و در شرایط استاندارد با دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ویژه برای هر آنزیم اندازه‌گیری شدند. بدین منظور، در انتهای فصل رشد و پس از برداشت محصول از چندین نقطه هر کرت با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای نمونه مرکب از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری خاک برداشته شد و سپس نمونه‌ها خشک شدند. نمونه‌ها پس از غربال با الک دو میلی‌متری، به آزمایشگاه منتقل شدند و فعالیت آنزیم‌ها تعیین شد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.3 انجام گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد و جهت رسم شکل‌ها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

نتایج و بحث

در هر دو سال پژوهش، فعالیت‌های آنزیمی خاک (آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و فسفاتاز قلیایی) به‌طور معنی‌داری ($P\leq0.05$) تحت تاثیر مدیریت تلفیقی روش‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی قرار گرفت (جدول۱). به‌طورکلی، نتایج نشان داد بیشترین فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز خاک در مقایسه با انجام عملیات خاک‌ورزی متداول، در سامانه خاک‌ورزی حفاظتی به‌ویژه بی خاک‌ورزی مشاهده شد. هم‌چنین، فعالیت آنزیم فسفاتاز خاک تحت تاثیر مدیریت بقایا تغییر یافت به‌گونه‌ای که، نگهداری بقایای گیاهی به‌طور معنی‌داری ($P\leq0.01$) فعالیت این آنزیم‌ها را در مقایسه با حذف بقایا افزایش داد (جدول۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر خاک‌ورزی و مدیریت بقایا و برهمکنش آن‌ها بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز خاک

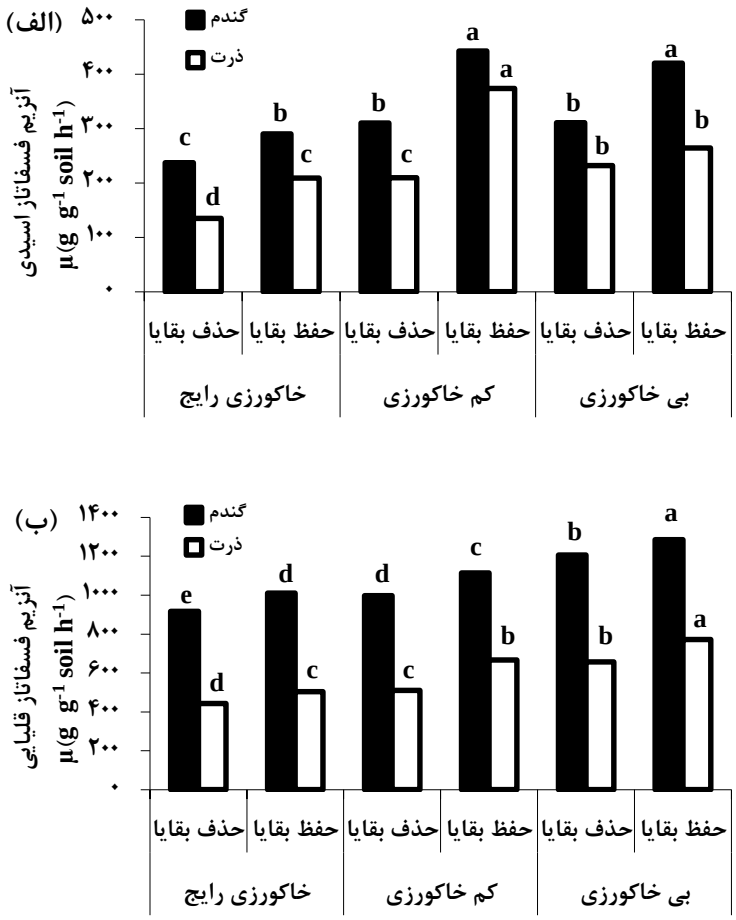
منابع تغییرات	درجه آزادی	کشت: گندم		کشت: ذرت	
		آنزیم فسفاتاز اسیدی	آنزیم فسفاتاز قلیایی	آنزیم فسفاتاز اسیدی	آنزیم فسفاتاز قلیایی
سال (Y)	۱	۵۸/۵۲^{ns}	۲۲۰۵۲/۲۵^{ns}	۳۷۰۰/۶۹^{ns}	۱۲۰۶/۴۰^{ns}
خطای اول	۴	۱۳۲۲/۶۸^{ns}	۷۰۵۴/۹۷^{ns}	۵۳۸/۱۴^{ns}	۷۵۶۸/۵۱^{ns}
خاک‌ورزی (T)	۲	۴۶۲۹۷/۶۵**	۲۴۸۱۱۶/۸۶**	۴۴۲۵۶/۲۵**	۱۷۴۷۲۵/۴۹**
Y×T	۲	۲۰۳۳/۰۱^{ns}	۱۷۹۷۱/۵۸^{ns}	۶۹۳۸/۶۹^{ns}	۳۴۰۴/۰۷^{ns}
خطای دوم	۸	۱۴۷۸/۲۲^{ns}	۴۵۱۹/۵۶^{ns}	۸۱۰/۵۱^{ns}	۳۰۰۲/۶۱^{ns}
بقایا (R)	۱	۸۶۶۲۲/۳۰**	۸۴۰۰۳/۳۶**	۷۳۱۷۰/۲۵**	۱۱۶۰۹۹/۲۰**
T×R	۲	۵۰۱۹/۰۸*	۲۵۴۶۳/۱۳*	۱۳۶۸۹/۰۸*	۴۷۶۰۴/۳۴*
Y×R	۱	۱۶۱۵/۰۰^{ns}	۷۲۸۰/۰۳^{ns}	۴۵۱۱/۳۶^{ns}	۸۴۹۰/۷۴^{ns}
Y×T×R	۲	۱۰۸۸/۳۶^{ns}	۴۵۴۴/۶۹^{ns}	۳۸۴۰/۸۶^{ns}	۹۲۴۴/۲۷^{ns}
خطای باقی‌مانده	۱۲	۱۲۲۳/۹۸	۱۱۶۲/۵۲	۱۴۲۷/۶۷	۳۸۹۷/۴۷
ضریب تغییرات (درصد)		۱۰/۴۲	۷/۷۱	۱۵/۹۱	۱۰/۵۱

^{ns}، ** و * به ترتیب بیانگر نداشتن اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد می‌باشند (دانکن=۵ درصد).

در کشت گندم، نتایج نشان داد بیشترین فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی با حفظ بقایای گیاهی ذرت در روش کم خاک‌ورزی (۴۴۲/۶۵ $\mu g\ g^{-1}\ soil\ h^{-1}$) و سپس در روش بی خاک‌ورزی (۴۲۰/۵۰ $\mu g\ g^{-1}\ soil\ h^{-1}$) حاصل شد. درحالی که، بیشترین میزان فعالیت این آنزیم در کشت ذرت (۳۷۴/۱۷ $\mu g\ g^{-1}\ soil\ h^{-1}$) در شرایط حفظ بقایای گیاهی گندم و روش کم خاک‌ورزی به دست آمد. در مقابل، کمترین میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی در گندم (۲۳۷/۶۷ $\mu g\ g^{-1}\ soil\ h^{-1}$) و در ذرت (۱۳۵/۰۰ $\mu g\ g^{-1}\ soil\ h^{-1}$) با انجام عملیات خاک‌ورزی متداول و حذف بقایای گیاهی تعیین شد. لیکن، حفظ بقایای گیاهی میانگین فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی را تحت عملیات خاک‌ورزی رایج ۲۵ درصد افزایش داد (شکل۱ الف). در تناوب گندم-ذرت، عملیات بی خاک‌ورزی همراه با حفظ بقایای گیاهی در مقایسه با خاک‌ورزی متداول منجر به افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی شد. در شرایط حفظ بقایا، میانگین فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در سامانه بی خاک‌ورزی در مقایسه با کم خاک‌ورزی ۱۵ درصد افزایش یافت. نتایج نشان داد در شرایط حفظ بقایای گیاهی میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی تحت انجام عملیات خاک‌ورزی متداول و کم خاک‌ورزی مشابه بود. لیکن، کمترین میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در گندم (۹۱۷/۰۰ $\mu g\ g^{-1}\ soil\ h^{-1}$) و ذرت (۴۴۳/۰۰ $\mu g\ g^{-1}\ soil\ h^{-1}$) با حذف بقایای گیاهی و انجام عملیات خاک‌ورزی متداول مشاهده شد. در مقابل، باقی گذاشتن بقایا در مقایسه با حذف بقایا منجر به افزایش ۱۲ درصدی فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی شد (شکل۱ ب). هم‌چنین نتایج همبستگی نشان داد میان فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی با آنزیم فسفاتاز اسیدی همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد که بیشترین میزان همبستگی در ذرت (r^2=۰/۶۶*) و سپس در گندم (r^2=۰/۶۱**) مشاهده شد (جدول۲).

خواص زیستی خاک جزء ویژگی‌های پویا بوده و با تغییرات زمان، خصوصیات خاک و مدیریت زراعی به سرعت تغییر می‌کند. روش‌های مدیریت خاک می‌تواند از طریق تغییر در محیط خاک، بر جامعه میکروبی خاک تاثیر بگذارد. در پژوهش حاضر، به‌نظر می‌رسد تفاوت‌های مشاهده شده در فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز خاک ناشی از میزان بهم‌خوردگی خاک تحت خاک‌ورزی حفاظتی و یا متداول بود زیرا مدیریت بقایای گیاهی در تمامی تیمارها به صورت یکنواخت انجام شد. فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی خاک تحت خاک‌ورزی حفاظتی به دلیل بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک افزایش می‌یابد که آن هم احتمالاً در نتیجه کاهش بهم‌خوردگی و اکسیداسیون کمتر ماده آلی خاک بود. مواد آلی یک عامل محدود کننده مهم در فعالیت و تکثیر فون خاک به شمار می‌آید. به‌طوری که فعالیت میکروبی و فرآیندهای بیوشیمیایی خاک اغلب در مناطق خشک و نیمه خشک، به دلیل پایین بودن سطح ماده آلی خاک که منبع غذا و انرژی برای آن‌ها است، با محدودیت روبه‌روست. به عبارت دیگر مواد آلی با بهبود ویژگی‌های فیزیکی (افزایش تهویه، ظرفیت نگهداری آب در خاک) و شیمیایی (آزادسازی عناصر غذایی، جذب و ذخیره‌سازی عناصر) خاک بر جمعیت و فعالیت موجودات خاک‌زی نقش مهمی ایفا می‌نماید (Bunemann و همکاران، ۲۰۱۸).

بنابراین، باقی گذاشتن بقایای گیاهی در سطح خاک همراه با اجرای سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی در این مناطق، به دلیل کاهش تبخیر سطحی آب، افزایش رطوبت خاک، بهبود شرایط دمایی خاک و افزایش رشد ریشه در مقایسه با حذف یا سوزاندن بقایا موجب بهبود فرآیند-های زیستی طبیعی زیر و روی خاک می‌شود (Kabiri و همکاران، ۲۰۱۵). به نقل از Bach و همکاران (۲۰۱۸)، با آسیب فیزیکی کمتر به جمعیت میکروبی خاک تحت خاک‌ورزی حفاظتی، جمعیت بیشتری از باکتری‌ها و قارچ‌ها و با تنوع گونه‌ای بیشتر در آن‌ها یافت می‌شود. هم‌چنین، Kabiri و همکاران (۲۰۱۶) اظهار کردند که بیشترین میزان فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز خاک در روش کم خاک‌ورزی حاصل شد که احتمالا نتیجه‌ای از تغییر در اندازه جمعیت و فعالیت میکروبی خاک بود. به نقل از Kabiri و همکاران (۲۰۱۵)، کاهش فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز خاک تحت خاک‌ورزی متداول به دلیل افزایش بهم‌خوردگی خاک و تشدید تجزیه بقایای گیاهی مرتبط می‌باشد که با نتایج حاصل از این پژوهش هم‌خوانی داشت. هم‌چنین، تناوب زراعی نیز بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی خاک اثرگذار است که منجر به تغییر اندازه و فعالیت جمعیت میکروبی خاک می‌گردد که دلیل آن تفاوت در نوع و مقدار بقایای گیاهی و عمق نفوذ ریشه گیاه است (Singh و همکاران، ۲۰۱۸).



شکل ۱. اثر برهمکنش مدیریت تلفیقی روش‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی (الف)و فسفاتاز قلیایی (ب) در تناوب گندم-ذرت در یک خاک آهکی

(میله‌هایی که در هر گیاه حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (دانکن=۵درصد).

جدول ۲. ضرایب همبستگی میان فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز خاک

کشت: گندم	آنزیم فسفاتاز اسیدی	آنزیم فسفاتاز قلیایی
آنزیم فسفاتاز اسیدی	۱/۰۰	
آنزیم فسفاتاز قلیایی	۰/۶۱*	۱/۰۰

کشت: ذرت	آنزیم فسفاتاز اسیدی	آنزیم فسفاتاز قلیایی
آنزیم فسفاتاز اسیدی	۱/۰۰	
آنزیم فسفاتاز قلیایی	۰/۶۶*	۱/۰۰

** و * به ترتیب بیانگر داشتن اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد می‌باشند.

نتیجه‌گیری

در استان فارس به دلیل محدودیت در استفاده بهینه از زمین‌های زراعی، کیفیت و حاصلخیزی خاک تحت عملیات خاک‌ورزی متداول و حذف بقایای گیاهی تغییر می‌یابد، لذا انجام عملیات خاک‌ورزی حفاظتی به‌ویژه در تناوب گندم-ذرت در جهت توسعه کشاورزی و تولید پایدار محصولات امری ضروری است. علاوه‌براین، در راستای مدیریت پایدار خاک در سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی، می‌توان از بقایای گیاهی محصول قبلی در کشت بعدی استفاده نمود. لذا، درک بهتر از شاخص‌های کیفیت خاک تحت تاثیر مدیریت تلفیقی روش‌های خاک‌ورزی و بقایا جزئی مهم در اجرای صحیح برنامه-های مدیریت پایدار خاک محسوب می‌گردد. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، انجام عملیات خاک‌ورزی حفاظتی و حفظ بقایای گیاهی باعث افزایش ۱/۹ برابری فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی و ۴۶/۵ درصدی آنزیم فسفاتاز قلیایی خاک در تناوب گندم-ذرت در مقایسه با تیمار شاهد (خاک‌ورزی متداول و حذف بقایا) شد. بنابراین، در یک خاک آهکی پیشنهاد می‌گردد ضمن باقی گذاشتن ۳۰ درصد بقایای گیاهی، جهت افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی و آنزیم فسفاتاز قلیایی به ترتیب عملیات کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی در تناوب گندم-ذرت استفاده شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مسئولین محترم مرکز تحقیقات کشاورزی زرقان فارس برای تامین وسایل و امکانات لازم برای انجام این پژوهش صمیمانه قدردانی می-گردد و هم‌چنین از همکاری صمیمانه جناب دکتر رضا مرادی طالب بیگی در تجزیه و تحلیل و تهیه این مقاله تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

Afzalinia, S. and Karami, A. D. 2018. Effect of conservation tillage on soil properties and corn yield in the corn-wheat rotation. Iranian Journal of Biosystem Engineering, 49(1), 129-137.

Bach, E. M., Williams, R. J., Hargreaves, S. K., Yang, F. and Hofmockel, K. S. 2018. Greatest soil microbial diversity found in micro-habitats. Soil Biology and Biochemistry, 118, 217-226.

Bunemann, E. K., Bongiorno G., Bai Z., Creamer, R. E., Deyn, de G., Goede, de R., Fleskens, L., Geissen, V., Kuyper, T. W., Madera, P., Pulleman, M., Sukkel, W., Groenigen, van J. W. and Brussaard, L. 2018. Soil quality-A critical review. Soil Biology and Biochemistry, 120, 105-125.

Chu, B., Zaid, F. and Eivazi, F. 2016. Long-term effects of different cropping systems on selected enzyme activities. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 47(6), 720-730.

Eivazi, F. and Tabatabai, M. A. 1977. Phosphatases in soils. Soil Biology and Biochemistry. 9 (3), 167-172.

Kabiri, V., Raiesi, F. and Ghazavi, M. A. 2015. Six years of different tillage systems affected aggregate associated SOM in a semi-arid loam soil from Central Iran. Soil and Tillage Research, 154, 114-125.

Kabiri, V., Raiesi, F. and Ghazavi, M. A. 2016. Tillage effects on soil microbial biomass, SOM mineralization and enzyme activity in a semi-arid Calcixerepts. Agriculture, Ecosystems and Environment, 232, 73-84.

Saikia, R. and Sharma, S. 2017. Soil enzyme activity as affected by tillage and residue management practices under diverse cropping systems. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6(10), 1211-1218.

Sharma, P., Singh, G. and Singh, R. P. 2013. Conservation tillage and optimal water supply enhance microbial enzyme (glucosidase, urease and phosphatase) activities in fields under wheat cultivation during various nitrogen management practices. Archives of Agronomy and Soil Science, 59(7), 911-928.

Shi, Z. J., Lu, Y., Xu, Z. G. and Fu, S. L. 2008. Enzyme activities of urban soils under different land use in the Shenzhen city, China. Plant, Soil and Environment, 54, 341-346.

Singh, G., Bhattacharyya, R., Das, T. K., Sharma, A. R., Ghosh, A. and Das Shrila Jhab, P. 2018. Crop rotation and residue management effects on soil enzyme activities, glomalin and aggregate stability under zero tillage in the Indo-Gangetic Plains. Soil and Tillage Research, 184, 291-300.

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Effect of soil tillage and plant residue management on phosphatase enzymes in Calcareous soil

Mirzavand*[1], J.

1- Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zarghan, Iran.

Abstract

Applying conservation tillage along with residue retention is a promising approach to maintain the soil quality. The study was conducted to determine the effects of tillage methods and crop residue management on phosphatase enzymes in wheat-corn cropping system at the Zarghan, Fars province. The experiment was arranged as a split plot based on randomized complete block design with three replications. The treatments consisted of tillage method in three levels [no-tillage (NT), reduced tillage (RT), and conventional tillage (CT)] as main plot, and residue management in two levels (residue retention and residue removal) as subplot. In wheat, soil acid phosphatase activity maximized by RT and NT methods when residue retained (up to 400 µg PNPP g^{-1} soil h^{-1}), while the highest rate of this enzyme in corn (374.17 µg PNPP g^{-1} soil h^{-1}) was only obtained in RT method and wheat residue. On the contrary, the highest alkaline phosphatase enzyme was obtained in NT method and residue retention. In general, adopting RT and NT method and retention of 30% of plant residue are recommended to increase soil acid and alkaline phosphatase enzyme activities in a Calcareous soil under wheat-corn rotation, respectively.

Keywords: Acid phosphatase enzyme; Alkaline phosphatase enzyme; No-Tillage; Reduced tillage.

* Corresponding author, Email: j.mirzavand@areeo.ac.ir

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

ارزیابی شاخص‌های پایداری خاک در سه کاربری مرتعی، زراعی و باغی سمنان

کورش کمالی[۱*]، غلامرضا زهتابیان[۲]، طیبه مصباح زاده[۳]، حسین شهاب آرخازلو[۴]، محمود عرب خدری[۵] و علیرضا مقدم نیا[۶]

[۱] دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران و مربی پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

[۲] استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[۳] استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[۴] استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

[۵] دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

[۶] دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده

پایداری خاک شاخصی ضروری برای مدیریت پایدار اراضی است و به ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک بستگی دارد. برای بررسی پایداری خاک در مزارع، باغات و مراتع مزرعه آموزشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی سمنان از شاخص پایداری (SI) و روش رتبه‌بندی تجمعی (CR) استفاده شد. به این منظور، اقدام به حفر و تشریح خاکرخ و نمونه برداری از افق‌های سطحی عرصه‌های منتخب گردید. با اندازه‌گیری ۱۲ ویژگی مهم و موثر در کیفیت فیزیکی خاک، مقادیر شاخص‌های مذکور در هر یک از اراضی محاسبه و تاثیر نوع کاربری بر پایداری خاک مقایسه شد. بررسی نتایج نشان داد که شاخص پایداری در لایه سطحی اراضی زراعی بیشتر از اراضی باغی و مرتعی است. این امر نشان دهنده تاثیر کشت و کار و نقش مثبت مواد آلی در افزایش پایداری خاک است. روش رتبه‌بندی تجمعی نیز مزارع را در وضعیت پایدارتری نسبت به دیگر بهره‌برداری‌ها طبقه‌بندی نمود. بین مقادیر SI با CR در لایه سطحی همبستگی معنی‌دار منفی در سطح یک درصد مشاهده شد. نتایج این پژوهش می‌تواند در انتخاب استراتژی‌های مدیریتی و نظارت بر تغییرات پایداری خاک توسط مجریان بخش کشاورزی مؤثر باشد.

کلمات کلیدی: کشاورزی پایدار، کیفیت خاک، مدیریت اراضی

مقدمه

خاک یک منبع طبیعی ضروری و تجدید ناپذیر است که بهره‌برداری‌های متفاوت سبب بهبود یا قهقرای آن می‌شود. پایداری خاک به طور مستقیم قابل اندازه‌گیری نیست و باید از شاخص‌های پایداری خاک استنتاج شوند. Karlen و همکاران (۱۹۹۴) شاخص کیفیت خاک را بر اساس چهار تابع خاک یعنی سهولت ورود آب به خاک، نگهداری و فراهمی آب برای گیاهان، مقاومت در مقابل تخریب و عرضه مواد مغذی برای رشد گیاه تعریف کردند؛ که هر تابع خاک با مجموعه‌ای از شاخص‌ها توصیف می‌شود. لزوم افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح و بهره‌وری بهینه از منابع آب و خاک با استفاده از روش‌های نوین آبیاری در اراضی کشاورزی اجتناب ناپذیر است. با وجود توسعه سامانه‌های نوین آبیاری پژوهش‌های انجام شده در زمینه تاثیر این روش‌ها بر پایداری خاک اندک است. به منظور تعیین پایداری خاک در سیستم‌های مختلف کشاورزی Gomez و همکاران (۱۹۹۶) روشی بر اساس اندازه‌گیری شاخص‌های کیفیت خاک پیشنهاد کردند. در این روش، پنج ویژگی خاک به عنوان شاخص‌های کیفیت فیزیکی موثر بر پایداری سیستم خاک در نظر گرفته شد و میانگین عددی آنها به عنوان شاخص پایداری[۱] (SI) اطلاق گردید (Singh and Khera، ۲۰۰۹). روش رتبه‌بندی تجمعی[۲] (CR) نیز برای تعیین پایداری خاک بر اساس شاخص‌های کیفیت فیزیکی خاک توسط Shukla و همکاران (۲۰۰۴) ارائه شده است. شهاب آرخازلو و همکاران (۱۳۹۱) به منظور بررسی تاثیر کیفیت خاک بر پایداری آن، دو شاخص پایداری SI و CR را در منطقه جنوب مشهد مورد ارزیابی قرار دادند. نتیجه این بررسی نشان داد که شاخص SI همبستگی بالاتری با کیفیت خاک داشته و برای تعیین تغییرات کیفیت خاک بهتر از CR است. با توجه به اهمیت پایداری خاک در ارزیابی تخریب یا بهبود اراضی، در این مقاله، پایداری خاک به دو روش رتبه‌بندی تجمعی (CR) و

* ایمیل نویسنده مسئول: kamali_kourosh@yahoo.com

[1] Sustainability Index (SI)
[2] Cumulative Rating (CR)

شاخص پایداری (SI) در سه کاربری مرتعی، زراعی و باغی سمنان به منظور بررسی تاثیر مدیریت اراضی، نوع کاربری و همچنین مدیریت آبیاری بر افزایش یا کاهش پایداری خاک مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه پژوهش در محدوده جغرافیایی ۵۳ درجه و ۲۷ دقیقه و ۲ ثانیه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۵ دقیقه و ۵۵ ثانیه عرض شمالی در مرکز آموزش عالی علمی– کاربردی جهاد کشاورزی سمنان در کیلومتر ۵ جاده سمنان – دامغان (جاده اختصاصی فرودگاه) واقع می‌باشد. در این منطقه مزارع، باغات و اراضی کشت نشده با مدیریت‌های مختلف آبیاری در مجاورت هم وجود دارند. در عرصه پژوهش، پنج واحد کشاورزی مشتمل بر سه واحد با سامانه‌های آبیاری نوین و دو واحد با سامانه آبیاری سنتی و همچنین اراضی مرتعی انتخاب شدند. در این منطقه مقادیر پارامترهای متوسط درجه حرارت، بارندگی و تبخیر طی یک دوره ۵ ساله منتهی به اجرای پژوهش به ترتیب ۱۹/۹ درجه سانتیگراد، ۱۳۲/۶ و ۲۴۰۶ میلیمتر است (اداره کل هواشناسی استان سمنان، ۱۳۹۶). به منظور تعیین شاخص‌های پایداری خاک در این اراضی، حفر و تشریح خاکرخ در پنج مزرعه و اراضی مرتعی و هر کدام با سه تکرار انجام شد. موقعیت خاکرخ‌ها به صورت تصادفی طبقه‌بندی شده[1] و با توجه به قرارگرفتن آن‌ها در شعاع تاثیر سیستم‌های آبیاری بارانی، قطره‌ای و غرقابی تعیین شدند. خاکرخ‌ها تا لایه محدودکننده و حداکثر به عمق ۱/۵متر حفر و پس از تشریح، از افق‌های مشخصه سطحی نمونه‌برداری شد (شکل ۱). نمونه‌های برداشت شده برای اندازه‌گیری مقادیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مورد نیاز به آزمایشگاه ارسال شدند. به منظور ارزیابی پایداری خاک، برای همه افق‌ها، ویژگی‌های بافت خاک، هدایت الکتریکی، اسیدیته خاک، جرم مخصوص ظاهری (شکل ۲)، درصد کربن آلی، شاخص پایداری خاکدانه[2] ($si=\frac{1.724OC}{(Silt+Clay)}*100$)، پتانسیل ماتریک، هدایت هیدرولیکی خاک و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها[3] اندازه‌گیری شدند. همچنین با استفاده از منحنی رطوبتی خاک ویژگی‌های رطوبت قابل استفاده گیاه[4]، تخلخل تهویه‌ای[5] و ظرفیت زراعی نسبی[6] استخراج گردیدند (Reynolds و همکاران، ۲۰۰۹).

در این پژوهش برای محاسبه SI از هفت ویژگی خاک شامل OC، BD، AC، RFC، AWC، si و MWD که تاثیر بیشتری بر پایداری خاک دارند استفاده شد. در روش SI برای تعیین مهم‌ترین پارامترهای محدودکننده کیفیت خاک، فاکتور تاثیر آنها مورد بررسی قرار گرفت. فاکتور تاثیر هر ویژگی از حاصل تقسیم مقادیر ویژگی مورد نظر در خاک مورد مطالعه بر حد بهینه آن ویژگی محاسبه شد. در این روش هر چه فاکتور تاثیر بزرگ‌تر باشد، آن ویژگی نقش مهم‌تری در بهبود پایداری خاک ایفا می‌کند. سرانجام SI بر اساس میانگین حسابی فاکتور تاثیر ۷ ویژگی مرتبط محاسبه گردید.

ظرفیت زراعی نسبی، ظرفیت آب در دسترس گیاه، تخلخل تهویه‌ای، جرم مخصوص ظاهری، درصد کربن آلی و شاخص پایداری خاکدانه به عنوان مهم‌ترین پارامترهای کیفیت خاک ذکر شده‌اند (Reynolds و همکاران، ۲۰۰۹). MWD نیز که اساساً برای توصیف کمی ساختمان خاک بکار می‌رود، به عنوان ویژگی تاثیرگذار بر کیفیت و شاخص پایداری خاک به طور مستقیم یا غیرمستقیم در تامین و نگهداری آب، هوا و عناصر غذایی مورد نیاز محصولات کشاورزی اراضی منتخب نقش‌آفرینی می‌کند. Denef و همکاران (۲۰۰۱)، MWD را از جمله مهم‌ترین پارامترهای کیفیت خاک می‌دانند.

در روش CR از ۱۱ ویژگی AC، AWC، BD، Soil Texture، RFC، si، OC، EC، pH ، MWD و Ks که تاثیر بیشتری بر پایداری خاک دارند استفاده شد. ابتدا حدود بحرانی هر ویژگی با استفاده از حدود پیشنهادی Lal (۱۹۹۴) تعیین گردید. دامنه این حدود بحرانی شامل بدون محدودیت تا محدودیت شدید و از مقیاس ۱ تا ۵ برای فاکتور وزنی نسبی[7] مشخص گردید (Shukla و همکاران، ۲۰۰۴). حد پایینی یعنی عدد یک برای هر ویژگی خاک نمایانگر بدون محدودیت (کیفیت عالی خاک) و حد بالایی یعنی عدد ۵ نشان دهنده محدودیت شدید می‌باشد. در نهایت مجموع نمرات ویژگی‌های مختلف خاک به عنوان شاخص CR در نظر گرفته شد. در این روش با افزایش مقدار CR، پایداری خاک کاهش می‌یابد.

پس از محاسبه شاخص‌های پایداری خاک در نمونه‌های مربوط به اراضی منتخب، میانگین شاخص‌های پایداری این اراضی علاوه بر مقایسه فاکتور وزنی نسبی با تجزیه واریانس یک طرفه[8] و انجام آزمون تعقیبی دانکن[1] تحلیل شد. رابطه بین شاخص‌های پایداری با ویژگی‌های خاک و همچنین

[1] Stratified random
[2] structural index (si)
[3] Mean Weight Diameter
[4] Plant Available Water Capacity
[5] Air Capacity
[6] Relative Field Capacity
[7] Relative Weighting Factors (RWF)
[8] One-Way ANOVA

همچنین سطح همبستگی معنی‌دار بین دو شاخص پایداری خاک SI و CR نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. همبستگی‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 20 و از نوع همبستگی پیرسون در سطح احتمال یک درصد صورت گرفت.



کشت یونجه (آبیاری غرقابی)



باغ زیتون (آبیاری موضعی)



کشت جو (آبیاری بارانی سنتر)

شکل ۱- نمایی از حفر و تشریح خاکرخ در اراضی منتخب



روش استوانه در اراضی با خاک نرم



روش مخروط ماسه‌ای در اراضی سنگلاخی

شکل ۲- تعیین جرم مخصوص ظاهری در مزرعه

نتایج و بحث

جدول ۱ میانگین و دامنه تغییرات ویژگی‌های اندازه‌گیری شده نمونه‌های خاک در لایه‌های سطحی به همراه نماد و واحد هر ویژگی را نشان می‌دهد. فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها نیز با استفاده از آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف و شاپیرو-ویلک بررسی شد. نتایج این بررسی نشان داد که تمامی داده‌های متغیرهای لایه سطحی دارای توزیع نرمال هستند (کریمی، ۱۵۱:۱۳۹۴). توضیح آن‌که، فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها به منظور بررسی همبستگی آماری بین شاخص‌های پایداری و متغیرهای مورد استفاده، ضروری است.

[1] Duncan

جدول ۱- ویژگی‌های اندازه‌گیری شده لایه سطحی خاک در مناطق مورد مطالعه

ویژگی مورد نظر	نماد	واحد	لایه سطحی	
			میانگین	بیشینه-کمینه
کربن آلی	OC	درصد	۰/۸۴	۰/۱۷-۱/۹۷
جرم مخصوص ظاهری	BD	$gr\ cm^{-3}$	۱/۵۶	۱/۴۱-۱/۸۵
تخلخل تهویه‌ای	AC	cm^3cm^{-3}	۰/۲۳	۰/۱۹-۰/۲۷
تخلخل تهویه‌ای	$Inv.sqrt_{(AC)}$	cm^3cm^{-3}	--	--
ظرفیت زراعی نسبی	RFC	---	۰/۴۷	۰/۴۱-۰/۵۵
رطوبت قابل استفاده	AWC	cm^3cm^{-3}	۰/۱۰	۰/۰۹-۰/۱۴
شاخص پایداری خاکدانه	si	---	۴/۱۳	۰/۹-۱۰/۰۱
میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها	MWD	mm	۱/۳۰	۰/۹۹-۱/۶۷
هدایت الکتریکی	EC	$ds\ m^{-1}$	۱۲/۰	۲/۵۸-۴۰/۹۰
نسبت جذب سدیم	SAR	---	۱۰/۵۴	۴/۳-۳۳/۵
اسیدیته	pH	---	۷/۶۷	۷/۳۴-۷/۹۵
هدایت هیدرولیکی اشباع	Ks	$Cm\ h^{-1}$	۱/۸۱	۰/۰۸-۳/۵۶
شاخص پایداری خاک	SI	---	۱/۱۲	۰/۸۲-۱/۶۲
شاخص رتبه‌بندی تجمعی	CR	---	۳۱/۴	۲۶-۳۸

در جدول ۲ نیز مشخصات اراضی و مقادیر محاسبه شده SI و CR در لایه سطحی خاک آمده است. بررسی جدول ۲ نشان می‌دهد که عدد SI در لایه سطحی اراضی زراعی (به ویژه در زراعت یونجه) بیشتر از یک و در اراضی باغی و مرتعی کمتر از یک است. این امر نشان دهنده تاثیر کشت و کار در پایداری خاک لایه سطحی است که عمدتاً ناشی از تاثیر مواد آلی در خاک می‌باشد. بررسی فاکتور تاثیر در این اراضی نیز نشان می‌دهد که فاکتور تاثیر ویژگی کربن آلی در تمامی اراضی کشاورزی بیشتر از دو و در سایر اراضی کمتر از یک بوده که نشان‌دهنده تاثیر مثبت مواد آلی در افزایش پایداری خاک لایه سطحی است. افزایش معنی‌دار میزان ماده آلی در کاربری‌های تحت کشت و کار در منطقه ماهان– جوپار استان کرمان (وحدت‌خواه و همکاران، ۱۳۹۲) و نتایج حاصل از تحقیق رضایی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۰) که هر دو در منطقه اقلیمی مشابه با تحقیق حاضر (رژیم رطوبتی اریدیک و حرارتی ترمیک) صورت پذیرفته است، نقش کشت و کار مداوم در افزایش ماده آلی خاک را نشان می‌دهد.

بررسی فاکتور وزنی نسبی CR نتایج تقریباً مشابهی با SI داشته است؛ بطوری‌که لایه سطحی خاک باغات، مراتع و مزرعه جو با آبیاری بارانی سنترپیوت را در دسته اراضی پایدار برای کاربری دیگر و مزرعه یونجه با آبیاری غرقابی و مزرعه جو با آبیاری بارانی خطی را پایدار با اضافه کردن نهاده‌های بیشتر قرار داده است. استفاده از نهاده‌های بیشتر در اراضی زراعی می‌تواند شامل افزودن عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد گیاهان، استفاده از روش‌های مناسب کوددهی، افزودن کربن آلی به خاک از طریق کودهای دامی و برگرداندن بقایای گیاهی به خاک جهت بهبود ساختمان خاک، استفاده از آب مناسب آبیاری برای نیاز آبشویی و کاهش شوری خاک، کاهش جرم مخصوص ظاهری، افزایش تخلخل تهویه‌ای و آب قابل استفاده گیاهان باشد. همچنین اعمال مدیریت زراعی و انجام عملیات خاک‌ورزی مناسب، توجه به موضوع خاک و تغذیه گیاه، مبارزه تلفیقی با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، بهره‌گیری از نظام و روش آبیاری کارآمد و توجه به کیفیت و کمیت آب آبیاری به افزایش بهره‌وری و کاهش تخریب منابع سرزمین منجر خواهد شد.

جدول ۲- مشخصات اراضی و مقادیر محاسبه شده SI و CR در لایه سطحی خاک

اراضی و نوع محصول	سامانه آبیاری	SI	CR
باغی	غرقابی	۰/۸۲	۳۸

(زیتون)		۰/۸۸ ۰/۸۴	۳۷ ۳۶
باغی (زیتون)	قطره‌ای	۰/۸۶ ۰/۹۰ ۰/۸۶	۳۳ ۳۴ ۳۴
زراعی (جو)	بارانی (خطی)	۱/۲۷ ۱/۶۲	۲۷ ۲۶
زراعی (جو)	بارانی (سنترپیوت)	۱/۲۱ ۱/۳۵	۳۰ ۳۳
زراعی (یونجه)	غرقابی	۱/۵۱ ۱/۴۸ ۱/۵۴	۲۷ ۲۷ ۲۶
مراتع	--	۰/۹۶ ۰/۹۲ ۰/۹۰	۳۰ ۳۲ ۳۳

مقایسه همگنی میانگین‌های SI در اراضی مورد مطالعه با آزمون تعقیبی دانکن[1] نیز نشان داد که لایه سطحی اراضی باغی و مرتعی در کلاس مشابه، زراعت جو با آبیاری تحت فشار در یک کلاس و زراعت یونجه با آبیاری غرقابی در کلاس دیگر قرار گرفته‌اند. بررسی میانگین ویژگی‌های خاک نیز نشان داد که از بین پارامترهای مختلف فقط کربن آلی و شاخص پایداری خاکدانه (si) تاثیر مستقیم در اختلاف بین مقادیر SI داشته‌اند. مقایسه میانگین ویژگی‌های باغ زیتون با دو نوع آبیاری غرقابی و قطره‌ای نیز نشان می‌هد که نوع مدیریت آبیاری در SI بی‌تاثیر است. بررسی همگنی میانگین شاخص CR در لایه سطحی خاک، اراضی مورد مطالعه را در سه دسته قرار داده بطوری‌که باغ زیتون با آبیاری موضعی و غرقابی در دو دسته مجزا قرار گرفته‌اند. بررسی فاکتور وزنی نسبی این اراضی نیز به همین نکته تاکید داشت. به نظر می‌رسد باغ‌های زیتون با سیستم آبیاری غرقابی دارای شاخص پایداری کمتری نسبت به باغ‌های زیتون با سامانه نوین آبیاری قطره‌ای بوده بطوری‌که آبیاری سنتی به ناپایداری بیشتر خاک منجر شده است.

بررسی همبستگی SI با ویژگی‌های لایه سطحی خاک نشان داد که این شاخص با ویژگی‌های OC و si همبستگی معنی‌دار در سطح یک درصد و با ویژگی‌های RFC و MWD همبستگی معنی‌دار در سطح پنج درصد دارند (جدول ۳). امامی (۱۳۸۷) نیز در پژوهش خود نتیجه گرفت که بین SI و بعضی از ویژگی‌های زود یافت خاک مانند درصد ماده آلی، درصد رطوبت اشباع و درصد سیلت، همبستگی معنی‌دار مثبت و بین SI با جرم مخصوص ظاهری، همبستگی معنی‌دار منفی در خاک‌های غیر شور، شور و شورسدیمی وجود دارد. بررسی جدول ۴ نیز نشان می‌هد که CR در لایه سطحی خاک با ویژگی‌های OC، si، EC و MWD در سطح یک درصد همبستگی معنی‌دار دارد.

با توجه به شور بودن خاک‌های اراضی مورد مطالعه ($۲/۶-۴۰/۹ds\ m^{-1}$)، وجود همبستگی معنی‌دار در سطح یک درصد بین شاخص پایداری خاک با شوری و نسبت جذب سدیم قابل انتظار بود. علت وجود همبستگی بین شاخص پایداری و EC اثر متقابل EC و SAR است. با توجه به مقدار SAR لایه سطحی (۳۳/۵-۴/۳)، این خصوصیت بر ویژگی‌های ساختمانی و هیدرولیکی خاک تاثیر می‌گذارد. همچنین معنی‌دار بودن OC نشان دهنده نقش مواد آلی در تشکیل و پایداری ساختمان خاک است. افزایش مقدار کیفیت خاک با افزایش مواد آلی توسط Dexter (۲۰۰۴) در دو نوع خاک شن لومی و لوم سیلتی انگلستان نیز گزارش شده است. Shukla و همکاران (۲۰۰۶) نیز کربن آلی خاک را به عنوان شاخص دینامیک کیفیت خاک مهم دانسته که با توجه به عملیات مدیریتی تغییر می‌کند. امامی و همکاران (۱۳۸۷) همبستگی معنی‌داری بین شاخص کیفیت خاک و ماده آلی، SAR و EC در خاک‌های شور و آهکی دشت ورامین و کرج مشاهده کردند.

[1] Duncan

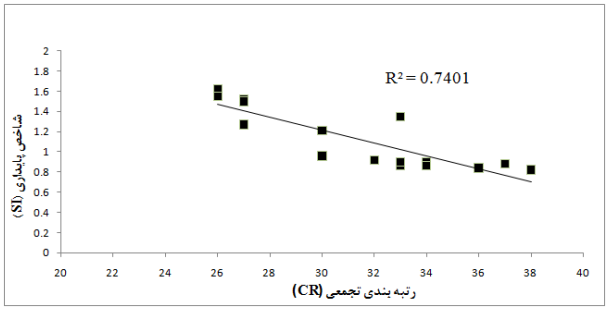
جدول ۳- همبستگی SI با ویژگی‌های خاک

لایه / ویژگی	MWD	si	AWC	RFC	AC	BD	OC
سطحی	*۰/۵۱۷	**۰/۹۸۳	۰/۲۴۲	*۰/۵۸۶	-۰/۳۸	-۰/۲۲۱	**۰/۹۹۶

جدول ۴- همبستگی CR با ویژگی‌های خاک

لایه / ویژگی	Ks	MWD	pH	EC	OC	si	RFC	BD	AWC	AC	Inv.sqrt(AC)
سطحی	-۰/۲۸۴	**-۰/۶۵۳	-۰/۲۳۱	**۰/۶۵۰	**-۰/۸۶۰	**-۰/۸۷۷	-۰/۳۹۷	۰/۲۶۷	۰/۰۹۱	۰/۰۷۴	--

در ادامه این پژوهش همبستگی دو شاخص پایداری خاک مطالعه شده با یکدیگر نیز مورد بررسی قرار گرفت. بررسی همبستگی SI و CR نشان داد که در لایه سطحی بین این دو شاخص، همبستگی معنی‌دار منفی در سطح یک درصد (-۰/۸۶۰) برقرار است. وجود رابطه منفی بین این دو شاخص به این دلیل است که در روش CR با افزایش پایداری خاک، نمره تعلق گرفته به آن کاهش می‌یابد؛ در حالی که در روش SI عکس این حالت وجود دارد (شکل ۳). شهاب آرخازلو و همکاران (۱۳۹۱) نیز در بررسی شاخص‌های پایداری خاک در لایه سطحی زمین‌های کشاورزی و مرتعی جنوب مشهد بین دو شاخص پایداری SI و CR رابطه منفی با همبستگی r = -۰/۷۳ گزارش کردند. این رابطه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین Singh و Khera (۲۰۰۹) نیز رابطه منفی معنی‌دار r = -۰/۹۳ بین این دو شاخص مشاهده کردند. در پژوهشی دیگر Ghaemi و همکاران (۲۰۱۴) نیز همبستگی قوی بین SI و CR را در زمین‌های کشاورزی جنوب شرقی مشهد گزارش نموده‌اند.



شکل ۳- رابطه شاخص‌های پایداری SI و CR در لایه سطحی

نتیجه‌گیری

بالابودن SI در لایه سطحی اراضی زراعی نسبت به اراضی باغی و مرتعی نشان دهنده تاثیر مثبت کشت و کار در پایداری خاک لایه سطحی است که عمدتاً ناشی از تاثیر مواد آلی در خاک می‌باشد. به بیان دیگر اراضی زراعی آبی چندکشتی به دلیل نقش مثبت در افزایش عامل‌های اصلاحی خاک، دارای شاخص پایداری مناسب‌تری نسبت به بقیه اراضی بودند. همچنین از بین پارامترهای مختلف خاک، کربن آلی و شاخص پایداری خاکدانه تاثیر مستقیم و موثرتری بر افزایش پایداری خاک داشته است. بی‌شک وقتی پارامترهای فیزیکی موثر بر کیفیت خاک در محدوده بهینه قرار داشته باشند، عملکرد محصول به بیشترین مقدار می‌رسد و تخریب خاک و محیط زیست کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج به دست آمده، از آنجا که در روش CR از پارامترهای بیشتر و موثرتری برای ارزیابی پایداری خاک استفاده می‌شود؛ برای پایش پایداری و کیفیت خاک و تولید محصول حداکثر در کاربری کشاورزی توصیه می‌گردد. نکته قابل توجه این پژوهش آن است که در مدیریت بهره‌برداری از اراضی و نظام‌های کاربری آنها باید به گونه‌ای عمل شود که خاک به‌عنوان بستر تولید و سرمایه اصلی زندگانی حفظ شود.

قدردانی

این پژوهش بخشی از نتایج طرح پژوهشی در دست اجرا با کد ۹۴۰۰۳-۹۴۵۳-۲۹-۲۹-۰۱۴ در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری است. لذا مؤلفین مقاله از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری به خاطر ایجاد امکانات لازم برای اجرای این پژوهش سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع

امامی، ح.، شرفا، م.، نیشابوری م.ر.، و لیاقت، ع.م. ۱۳۸۷. برآورد شاخص کیفیت فیزیکی خاک با استفاده از ویژگی‌های زودیافت خاک در تعدادی از خاک‌های شور و آهکی. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۳۹، (۱)، ۴۶-۳۹.

رضایی‌نژاد، ر. ، ابطحی، ع.، زین الدینی، ع.، زارع، س.، و شاه‌نظری کرباسرایی، س. ۱۳۹۰ . تأثیر کاربری اراضی بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، تبریز ۱۲ الی ۱۴ شهریور.

سازمان هواشناسی. ۱۳۹۶. اداره کل هواشناسی سمنان. خلاصه آمار ایستگاه هواشناسی استان سمنان.

شهاب آرخازلو، ح. امامی، ح. حق نیا، غ.ح. ۱۳۹۱. ارزیابی رابطه مدل‌های تعیین کیفیت خاک و شاخص‌های پایداری آن در زمین‌های کشاورزی و مرتعی جنوب مشهد. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). ۲۶، (۳)، ۲۳۴-۲۲۷.

کریمی، ر.، ۱۳۹۴، راهنمای آسان تحلیل آماری با SPSS، نشر هنگام، ۳۱۸ صفحه.

وحدت‌خواه، م.، فرپور، م.ه.، و سرچشمه‌پور، م. ۱۳۹۲. مقایسه برخی از شاخص‌های کیفیت خاک در انواع کاربری/ پوشش‌های اراضی دشت ماهان- جوپار. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۷، (۶۴)، ۱۱۷-۱۰۷.

Denef K, Six J, Bossuyt H, Frey SD, Elliott ET, Merckx R and Paustian K. 2001. Influence of dry–wet cycles on the interrelationship between aggregate, particulate organic matter, and microbialcommunity dynami cs. Soil Biology Biochemi 33:1599–1611.

Dexter A.R. 2004. Soil physical quality. Part 1: Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. Geoderma, 120:201-214.

Ghaemi, M., Astaraei, A.R., Emami, H., Nassiri Mahalati, M., and Sanaeinejad, S.H. 2014. Determining soil indicators for soil sustainability assessment using principal component analysis of astan-e-quds-east of mashhad-Iran, Journal of soil science and plant nutrition, 14 (4): 987-1004.

Gomez, A.A., Kelly, D.E.S., Syers, J.K., and Coughlan, K.J. 1996. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. Pp. 401–410. In: Doran JW and Jones AJ(Eds). Methods for Assessing Soil Quality. Soil Science Society of America, Inc. Madison, WI.

Karlen, D.L., Wollenhaupt, N.C., Erbach, D.C., Berry, E.C., Swan, J.B., Eash, N.S., and Jordahl, J.L. 1994. Crop residue effects on Soil quality following 10-years of no-till corn. Soil and Tillage Research. 31:149-167.

Reynolds W.D., Drury C.F., Tan C.S., Fox C.A., and Yang X.M. 2009. Use of indicators and pore volume function characteristics to quantify soil physical quality. Geoderma, 152:252-263.

Shukla, M.K., Lal R., and Ebinger, M. 2006. Determining soil quality indicators by factor analysis. Soil Till. Res., 87, 194-204.

Shukla, M. K., Lal, R. and Ebinger, M. 2004. Soil quality indicators for the North Appalachian experimental watersheds in Coshocton, Ohio. Soil Science, 169, 195–205.

Singh, M.J. and Khera, K.L. 2009. Physicalindicators of soil quality in relation to soilerodibility under different land uses. Arid Land Research and Management, 23, 152-167.

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Evaluation of the Soil Sustainability Indices of Rangeland, Agronomic, and Garden Sites in Semnan

Kamali, K.[*1], Zehtabian, Gh.R.[2], Mesbahzadeh, T.[3], Shahab Arkhazloo, H.[4] Arabkhedri, M.[5] and Moghadamnia, A[6]

[1]PhD Candidate, University of Tehran, and Scientific board member of Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization.

[2] Professor, Natural Resources Faculty, University of Tehran.

[3] Assistant Professor, Natural Resources Faculty, University of Tehran.

[4] Assistant Professor, Department of Soil Science University of Mohaghegh Ardabili.

[5] Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization.

[6] Associate Professor, Natural Resources Faculty, University of Tehran.

Abstract

The sustainability of soil is an indispensable indicator of sustainable land management that depends on the physical, chemical and biological properties of the soil. In order to study the soil quality of farms, gardens and rangelands as arenas located in the Agricultural Research and Training of Semnan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, the sustainability index (SI) and the Cumulative Ranting (CR) were used. Description of crust and sampling of surface horizons of selected areas. By measuring 12 important and effective characteristics of soil physical properties, the indices were calculated in each area and the effects of different types of land uses on soil stability were investigated. The results showed that the SI in the surface layer of arable land was higher than Garden and rangelands. This indicates the effect of cultivars and the positive role of organic matter in increasing soil sustainability. The results of the CR method also showed that farms are more stable than other operations. In the correlation study between SI and CR in the surface layer, there was a significant correlation between them in the level of one percent level. According to the results, can be effective in choosing management strategies such as irrigation management and monitoring of soil sustainability changes by the administrators of the agricultural sector and natural resources.

Keywords: Sustainable agriculture, Soil quality, land managem

Corresponding author, Email: kamali_kourosh@yahoo.com

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

بررسی میزان جذب و فراهمی روی دراجزاء خاک‌های شالیزار و غیرشالیزار تحت اثر کاتیون سدیم و پتاسیم

سهیلاسادات هاشمی[1*]، مریم ترکمن[2]، شهریار مهدوی [3]، مهدی نجفی‌قیری[4]

[1و 3] استادیار و دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

[2] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه ملایر

[4] دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

چکیده

این مطالعه جهت بررسی اثر کاتیون‌های سدیم و پتاسیم بر جذب و قابلیت دسترسی روی در خاک‌های شالیزار و غیرشالیزار، صورت گرفت. مطالعات جذب روی، با اضافه کردن هشت غلظت مختلف روی از ۱۰۰ تا ۳۰۰۰ میکرومولار در محلول زمینه ۰/۰۱ مولار نیترات سدیم و پتاسیم در اجزای شن، سیلت و رس ۴ نمونه خاک، با ۲۴ ساعت شیک انجام شد و غلظت حاصل با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. داده‌های به دست آمده برای جذب روی به معادلات فروندلیچ، لانگ‌مویر و تمکین برازش داده شدند. مدل فروندلیچ برازش بیشتری برای آزمایش‌های جذب داشت. بیشترین جذب روی در محلول زمینه سدیم (۵۸٪) و سپس در محلول پتاسیم (۴۲٪) مشاهده شد. جذب روی در خاک‌های مورد استفاده در حضور یون سدیم به طور معنی‌داری (در سطح احتمال ۵ درصد) بیشتر از جذب آن در حضور پتاسیم بود. میزان درصد جذب در جزء رس (۴۵٪) در هر دو محلول زمینه، بیشتر از سیلت (۳۲٪) و شن (۲۳٪) بود. نتایج نشان داد که درصد بالایی از روی جذب شده (۵۵ تا ۷۵٪)، در قسمت قابل دسترس قرار دارد. می‌توان نتیجه گرفت که حضور سایر کاتیون‌های موجود در کودها، به طور معنی‌داری بر میزان قابلیت استفاده روی به کار رفته در خاک، اثرگذار است.

کلمات کلیدی: قابل دسترس، کاتیون، اجزاء خاک

مقدمه

عنصر روی از جمله فلزات سنگین ضروری برای رشد و عملکرد بهینه گیاهان و سلامت بشر است و هم‌چنین بعنوان آلاینده‌ی در زنجیره خاک، آب و غذا گزارش شده است (Noulas و همکاران ۲۰۱۸). در بین عوامل موثر بر فراهمی روی در خاک، پ‌هاش، ماده‌آلی، مکان‌های جذبی، فعالیت میکروبی و رژیم رطوبتی نقش مهمی را ایفا می‌کنند (Papadopoulos و Rowell ، ۱۹۸۹). در کنار این پارامترها، کاتیون‌ها و آنیون‌ها نیز، تاثیر قابل توجهی در جذب روی بخصوص در پ‌هاش بالا دارند. مطالعه‌ای Minkina و همکاران (۲۰۱۴) بر روی تاثیر آنیونهای همراه بر روی جذب روی، نشان داده است که آنیون استات بر میزان پیوند کاتیون روی بر روی ذرات خاک، بیشترین اثر را داشته است، در حالی‌که آنیون نیترات کمترین اثر را دارد. لذا مقدار حداکثر جذب روی در نمک نیترات، کمترین میزان بوده است. Jalali و Ahmadi mohammad zinli (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای نشان دادند که کاتیونهای کلسیم، پتاسیم و آمونیوم به مقدار برابر، باعث کاهش جذب روی شدند. در صورتی‌که این کاهش جذب برای کاتیون سدیم بسیار کم بود. در بین آنیونها نیز آنیون فسفات کاهش جذب بیشتری را در مقایسه با نیترات و کلر بهمراه داشته است. ذرات متفاوت خاک نیز می‌توانند در میزان جذب عناصر و حتی غیرمتحرک کردن عناصر سنگین اثرگذار باشند. Pinskiy و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای در خاک‌های چرنوزم جنوب روسیه نشان دادند که میزان جذب مس در این خاک‌ها با میزان رس موجود در خاک (اندازه کوچکتر از ۰/۰۰۱) و سپس سیلت، همبستگی داشته است. و علت این امر را جایگزینی مس بجای آلومینیوم در ورقه اکتاهدرال کانی‌های رسی ذکر کرده‌اند. مطالعه دیگری در زمینه جذب سرب بر روی اجزاء ذرات خاک، نشان داد که، جزء رس بیشترین میزان جذب سرب را بخود اختصاص داده است. غلظت سرب در اجزاء درشت خاک (شن و سیلت) رابطه مثبتی با مقدار مواد آلی داشته و این نمایانگر آنست که ماده آلی در جزء درشت تعیین کننده مقدار جذب سرب می‌باشد (Park و همکاران ۲۰۱۸). عمده کانی‌های موجود در خاک‌های نواحی خشک و نیمه‌خشک، در ساختار خود حاوی یون پتاسیم بوده، که بر اثر هوادیدگی و آزادسازی آن، در میزان جذب عناصر کمیاب مانند روی بر سطح کلوئید، اثرگذار می‌باشند. هم‌چنین بدلیل اضافه نمودن بی‌رویه برخی از کودهای حاوی کاتیون‌های پتاسیم و سدیم، بدون در نظر گرفتن برهمکنش آنها با سایر عناصر موجود در خاک، میزان قابلیت دسترسی و جذب عناصر موجود در خاک تحت تاثیر قرار می‌گیرد. لذا مقایسه نمک یون پتاسیم و یون سدیم در میزان جذب روی و هم‌چنین میزان فراهمی روی جذب شده، در سه جزء خاک، در تحقیق حاضر مورد بررسی قرار گرفت.

۱. ایمیل نویسنده مسئول: S.Hashemi@malayeru.ac.ir

مواد و روش‌ها

جهت مقایسه اثر کاتیون‌ها و آزمایش فراهمی روی، تعداد ۴ نمونه خاک سطحی (۳۰-۰ سانتی‌متری)،۲ نمونه از خاک‌های شالیزار (کشت ۵۰ ساله برنج) و۲ نمونه از خاک‌های غیرغرقاب (اراضی غیرشالیزار مجاور) در منطقه درود، استان لرستان، تهیه شد. رژیم رطوبتی در نقاط نمونه‌برداری در شالیزارها، آکوئیک و غیرشالیزار زریک، و رژیم حرارتی آن، مزیک است (بنائی، ۱۳۷۷). نمونه‌ها پس از هوا خشک، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک‌ها از جمله، بافت خاک به روش هیدرومتر، مقدار کربنات‌کلسیم معادل با روش تیتراسیون با اسید کلریدریک، ظرفیت تبادل کاتیونی، pH خاک در سوسپانسیون ۱:۵ خاک و آب مقطر، میزان کربن آلی با روش والکلی-بلک اصلاح شده توسط نلسون و سامرز، قابلیت هدایت الکتریکی (EC) در عصاره سوسپانسیون ۱:۵ خاک و آب مقطر، اندازه‌گیری شدند. جداسازی ذرات شن، سیلت و رس طی روش خالص-سازی مهرا و جکسون، پس از حذف گچ، آهک، ماده آلی و آهن با کمک قانون استوکز از طریق سانتریفوژ با دورهای متفاوت انجام شد. جهت انجام آزمایش جذب، ۸ غلظت متفاوت از محلول نیترات روی، با غلظت‌های ۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۸۰۰، ۱۱۰۰، ۱۶۰۰، ۲۲۰۰ و ۳۰۰۰ میکرومول بر لیتر در محلول زمینه‌ای نیترات سدیم و نیترات پتاسیم ۰/۰۱ مولار، با pH=۵، تهیه شد. ۰/۵ گرم از جزءهای رس، سیلت و شن، وزن شده و در لوله‌های سانتریفوژ دربدار پلی‌اتیلن ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد. به هر کدام از نمونه‌ها ۲۰ میلی‌لیتر از محلول با غلظت یاد شده از عنصر روی افزوده شد. نمونه‌ها به مدت ۲ ساعت در ابتدا تکان داده شد و سپس به مدت ۲۰ ساعت درون انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد گذاشته شدند و مجددا به مدت ۲ ساعت با استفاده از دستگاه شیکر رفت و برگشت، مخلوط شدند. سپس لوله‌ها سانتریفوژ شده و محلول رویی با کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف گردید. غلظت عنصر روی با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. داده‌های جذب روی توسط مدل‌های فروندلیچ (رابطه ۱)، لانگ‌مویر (رابطه ۲) و تمکین (رابطه ۳)، مورد بررسی قرار گرفتند:

$$q_e = K_f C_e^{\frac{1}{n}} \quad (۱)$$

$$\frac{X}{m} = \frac{KCb}{1+KC} \quad (۲)$$

$$X = K_1 + K_2 \ln C \quad (۳)$$

برای اندازه گیری روی قابل دسترس به نمونه‌های خاک باقی‌مانده در لوله‌های سانتریفوژ از آزمایش جذب با محلول زمینه KNO_3، ۲۰ میلی-لیتر محلول ۰/۰۰۵ مولار دی‌تی‌پی‌ای، که پهاش آن ۷/۳ تنظیم شده، اضافه شد. نمونه‌ها به مدت ۲ ساعت شیک شده و سپس سانتریفوژ شده و محلول رویی با کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف گردید. میزان روی، توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. تمامی کارهای آماری از جمله رگرسیون معادلات بیان شده در بالا، و همبستگی‌های صورت گرفته بین ضرایب معادلات و خصوصیات فیزیکوشیمیائی خاکها، با برنامه SPSS 21 تحت ویندوز، انجام گرفت.

نتایج و بحث:

نتایج برخی از آزمایشات فیزیکی و شیمیائی در جدول ۱ نشان داده شده است. اسیدیته خاک‌ها بین ۷/۱ تا ۸/۱ بوده، و شرایط غرقاب باعث کاهش پهاش نسبت به خاک‌های غیرغرقاب شده است. میزان ظرفیت تبادل کاتیونی، در این خاک‌ها بین ۱۴/۵ تا ۳۷/۶ سانتی‌مول بار بر کیلوگرم در خاک تغییر کرده، که تحت تاثیر نوع کانی رسی موجود در خاکها و محتوی مواد آلی است (جدول ۱).

جدول ۱. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه.

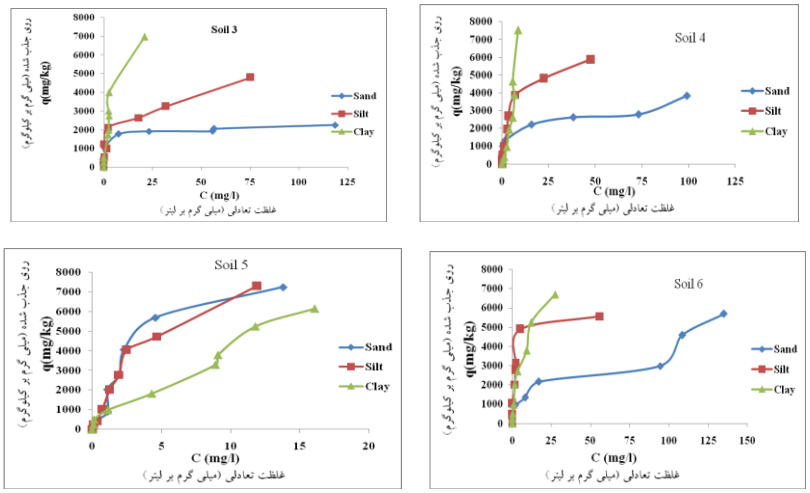
شماره خاک	کشت	شن ٪	سیلت٪	رس ٪	کربنات کلسیم٪	pH	کربن آلی	هدایت الکتریکی (dSm^{-1})	ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol_c\ kg^{-1}$)
۳	(شالیزار)	۴۰/۵	۲۲	۳۷/۵	۱۵/۳	۷/۶	۱/۲	۰/۱۴	۳۷/۶
۴	(شالیزار)	۱۸/۵	۴۲	۳۹/۵	۱۵/۵	۷/۱	۰/۹۴	۰/۱۵	۲۳
۵	(غیرشالیزار)	۳۴	۲۵/۵	۴۰/۵	۲۴/۸	۸/۱	۰/۲۳	۰/۱	۱۷/۳
۶	(غیر شالیزار)	۴۰	۳۷	۲۳	۲۳/۳	۷/۸	۱/۳	۰/۲	۱۴/۵

شرایط غرقاب نوع کانیهای رسی را در خاک‌رخ‌های شالیزار تحت تاثیر قرار داده و منجر به بالا رفتن ظرفیت تبادل کاتیونی در این خاک‌ها شده است. نتایج کانی‌شناسی رسی در منطقه نشان داده است که تحت شرایط غرقاب رس ورمی‌کولایت افزایش یافته است، و همین رس باعث بالا رفتن

ظرفیت تبادل کاتیونی شده است (هاشمی و اسدی، ۱۳۹۷). میانگین کربن آلی در شالیزار برابر ۱/۱ و در خاک غیرشالیزار برابر ۰/۷۸ است. حضور ماده آلی در میزان جذب عناصر از جمله روی نقش مهمی دارد. مواد آلی خاک بدلیل تعداد بسیار زیاد و تنوع گروههای عاملی و ظرفیت تبادل کاتیونی بالای که دارند، نقش زیادی در نگهداری فلزات سنگین، به شکل کمپلکس بر روی سطح، یا به شکل تبادل یونی، یا رسوب بر روی سطح دارند (Bradl, 2004).

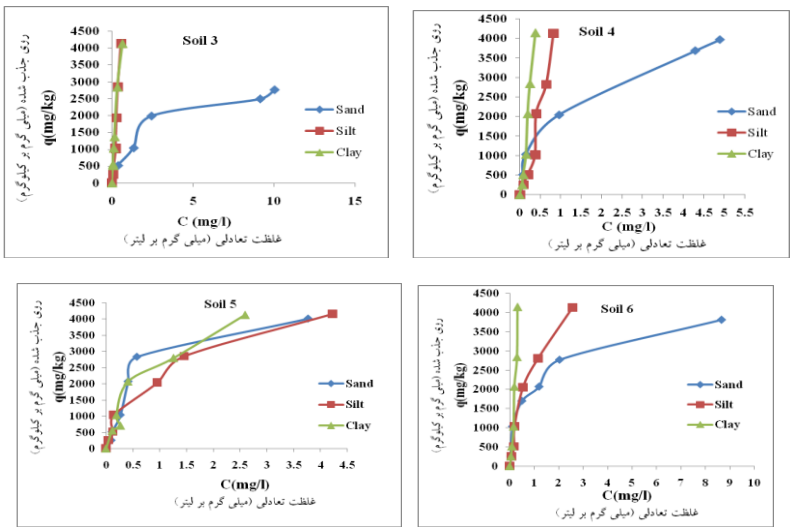
بررسی همدماهای جذب روی در اجزاء خاک‌ها:

منحنی‌های جذب، در محلول زمینه نیترات پتاسیم در شکل ۱، نمایش داده شده است. در خاک شماره ۴ (شالیزار)، میزان حداکثر جذب در جزء رس برابر ۷۵۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۴۷/۶٪) محاسبه شد که بیش از حداکثر جذب در جزء سیلت (برابر با ۵۸۹۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۳۱/۲ ٪)) و جزء شن (برابر با ۳۸۳۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۲۱/۲۳ ٪)) بود. همانگونه که نشان داده شده است، میزان حداکثر جذب در جزء رس تقریبا دو برابر جزء شن است. در خاک شماره ۳ نیز نتایج به همین شکل بوده و حداکثر میزان جذب به‌وسیله رس برابر با ۶۹۶۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۴۹/۷ ٪) بوده و نقش بیشتری در میزان جذب داشت. در حالی‌که در جزء شن حداکثر جذب برابر ۲۲۵۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد. رس تقریبا بیش از سه برابر شن، در میزان جذب نقش داشته است. عامل اصلی، میزان کانی‌های رسی موجود در این بخش (ورمی‌کولایت و ایلایت) است (ترکمن و هاشمی، ۱۳۹۷). در خاک غیر شالیزار با محلول زمینه نیترات پتاسیم (خاک شماره ۵) (شکل ۱)، حداکثر جذب روی در جزء رس برابر با ۶۱۵۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۲۹/۷ ٪) بدست آمد، که از میزان جذب روی در جزء سیلت (برابر با ۷۳۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۳۵/۳۳ ٪)) و جزء شن (برابر با ۷۲۴۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۳۴/۹۶ ٪)) کمتر است. در خاک شماره ۶ نیز نتایج مشابه خاک شماره ۵ بود.



شکل ۱- میزان جذب روی در اجزاء خاک‌های شالیزار و غیر شالیزار، با محلول زمینه‌ای نیترات پتاسیم.

همدماهای جذب در محلول زمینه نیترات سدیم در شکل ۲ نشان داده شده است. همانگونه که در شکل (۲) مشاهده می‌شود، حداکثر جذب روی در شالیزار در جزء شن خاک شماره ۳، برابر با ۲۷۵۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۲۴/۹۸ ٪) که کمتر از حداکثر جذب در جزء رس برابر با ۴۱۳۳ میلی-گرم بر کیلوگرم (۳۷/۴۵ ٪) و حداکثر جذب در جزء سیلت برابر با ۴۱۴۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۳۷/۵۵ ٪) است. خاک شماره ۴ نیز دقیقا دارای نتایج مشابه خاک شماره ۳ می‌باشد. اما در شرایط غیرشالیزار، جذب در خاک شماره ۵، تقریباً در اجزاء ذرات نزدیک بهم بوده است. حداکثر جذب در اجزاء رس، سیلت و شن به ترتیب برابر با ۴۱۳۶، ۴۱۵۷ و ۴۰۰۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده است. در خاک شماره ۶، اجزاء رس و سیلت (به ترتیب با حداکثر جذب برابر با ۴۱۴۷ و ۴۱۳۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) نقش بیشتری در جذب نسبت به جزء شن (برابر با ۳۸۱۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم)دارد.



شکل۲- میزان جذب روی در اجزاء خاک‌های شالیزار و غیرشالیزار ، با محلول زمینه‌ای نیترات سدیم.

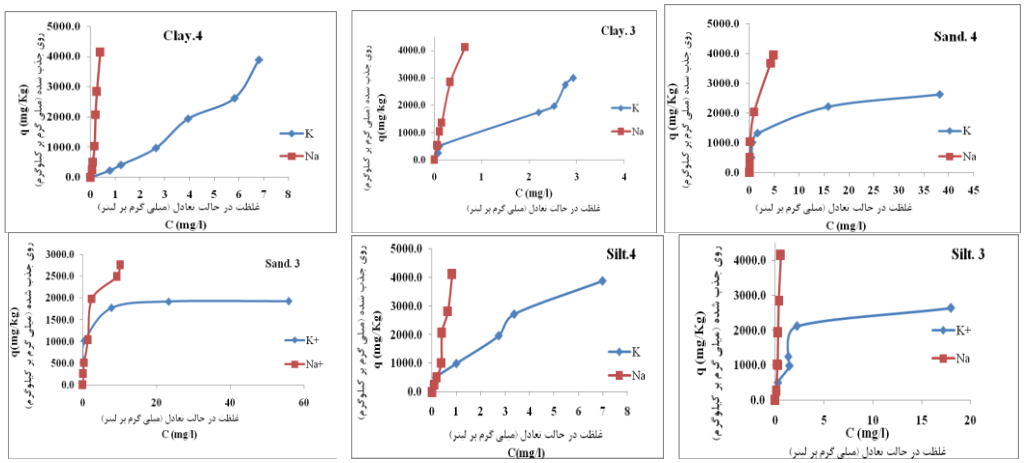
ضریب K_f فروندلیچ در تمامی اجزاء ذرات خاک در محلول زمینه نیترات سدیم بیش از نیترات پتاسیم محاسبه شد. نتایج بیانگر آنست که معادله فروندلیچ نسبت به لانگمیر و تمکین بهتر توانسته است میزان جذب را توصیف کند و در برخی اجزاء، این شرایط برای نمک نیترات سدیم بهتر از پتاسیم بود. دره‌قایدی و همکاران (۱۳۹۱) خصوصیات جذب فلزات سنگین (منگنز، آهن، روی و مس) را با هم‌دماهای جذب توصیف نمودند. آنها نشان دادند در خاک‌های اسیدی و غیراسیدی معادله فروندلیچ بهتر از معادله لانگ‌مویر جذب را بیان می‌کند.

اثر کاتیون‌های سدیم و پتاسیم در میزان جذب:

جهت مقایسه اثر دو یون سدیم و پتاسیم، حداکثر میزان جذب در آخرین غلظت روی اضافه شده در هر دو محلول زمینه (۱۶۰۰میکرو مول بر لیتر نیترات روی) با یکدیگر مقایسه شد. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، کاتیون‌ها تاثیر قابل توجهی بر روی جذب روی، بخصوص در غلظت-های بالا دارند. در خاک‌های مطالعه شده، بیشترین جذب روی در محلول زمینه‌ای سدیم نسبت به جذب روی با محلول زمینه‌ای حاوی یون پتاسیم رخ داد. در خاک‌های شالیزار، مقایسه حداکثر جذب بین دو محلول زمینه نیز نشان داد که در جزء شن خاک شماره ۳، از صد درصد جذب، حدود ۴۱/۲ درصد (۱۹۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مربوط به یون پتاسیم و ۵۸/۸ درصد (۲۷۵۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مربوط به یون سدیم است (شکل ۳). در جزء سیلت خاک، از صدرصد، ۳۸/۹ درصد (۲۶۳۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مربوط به یون پتاسیم و ۶۱/۱ درصد (۴۱۴۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مربوط به یون سدیم و در جزء رس خاک، ۴۲درصد مربوط به یون پتاسیم (۳۰۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و ۵۸ درصد مربوط به یون سدیم (۴۱۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، بدست آمد. مقایسه سه جزء در بین دو کاتیون از صددرصد جذب، در خاک شماره ۴ شالیزار، نشان داد که شن، سیلت و رس به ترتیب ۴۰، ۴۸/۴ و ۴۸/۳ درصد (برابر با غلظت ۲۶۳۱، ۳۸۸۰ و ۳۸۸۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در محلول نیترات پتاسیم نسبت به ۶۰، ۵۱/۶ و ۵۱/۷ درصد (برابر غلظت ۳۹۶۴، ۴۱۳۹ و ۴۱۴۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در محلول نیترات سدیم، را بخود اختصاص دادند. سدیم بدلیل اندازه یون هیدراته بزرگترش، می‌تواند در سطح بیرونی کانی کمپلکس تشکیل دهد و قادر به وارد شدن به درون کریستال نمی‌باشد. در صورتی که پتاسیم می‌تواند به داخل کانی راه یابد و به سطح درونی بچسبد (Sposito, 1984). اندازه بزرگ یون‌های هیدراته مثل Na^+ باعث تشکیل کمپلکس‌های بیرون کره‌ای با رس شده است، در حالی که K^+ قادر به تشکیل کمپلکس درون کره‌ای با سطح کانی‌ها بوده، و این امر باعث افزایش جذب روی توسط Na^+ نسبت به K^+ می‌گردد. Wangو Harrel (۲۰۰۵) نیز نشان داده‌اند که اندازه جذب روی کل در محلول زمینه‌ای Na^+ خیلی بیشتر از محلول زمینه‌ای K^+ و NH^{4+} بوده است. آنها دلیل را اثر رقابتی بین یون پتاسیم با روی و عدم این رقابت در مورد یون سدیم ذکر کرده اند. Jalali و Ahmadi mohammad zinli (۲۰۱۲) نشان دادند که بالاترین جذب روی در بین محلول الکترولیت حاوی کلسیم، آمونیوم، پتاسیم و سدیم، در محلول زمینه حاوی یون سدیم، و سپس به ترتیب در پتاسیم، آمونیوم و کلسیم رخ داده است. آنان نیز دلیل اصلی را رقابت کمتر یون سدیم با روی، برای مکانهای جذب دانستند.

نتایج میزان حداکثر جذب در اجزاء خاک غیرشالیزار مشابه شالیزار بود و نشان داد که در اجزاء خاک شماره ۵، به ترتیب در جزء شن، از صد درصد جذب، نمک پتاسیم ۵۰/۴ درصد (۴۰۶۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و نمک سدیم ۴۹/۶ درصد (۴۰۰۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، در جزء سیلت نمک پتاسیم

۴۹/۴ درصد (۴۰۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و نمک سدیم ۵۰/۶ درصد (۴۱۵۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و در جزء رس، نمک پتاسیم ۴۷/۸ درصد (۳۷۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و نمک سدیم ۵۲/۲ درصد (۴۱۳۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) ، را به ترتیب، به خود اختصاص دادند. حداکثر جذب در خاک شماره ۶ نیز نشان داد که، سدیم درصد بالاتری از جذب را، بخود اختصاص دادند. مقایسه درصد جذب در دو خاک شالیزار و غیرشالیزار نشان می‌دهد که در شرایط شالیزار اثر کاتیونها خیلی واضح‌تر بوده، و حضور سدیم در مقابل با پتاسیم پررنگتر است.



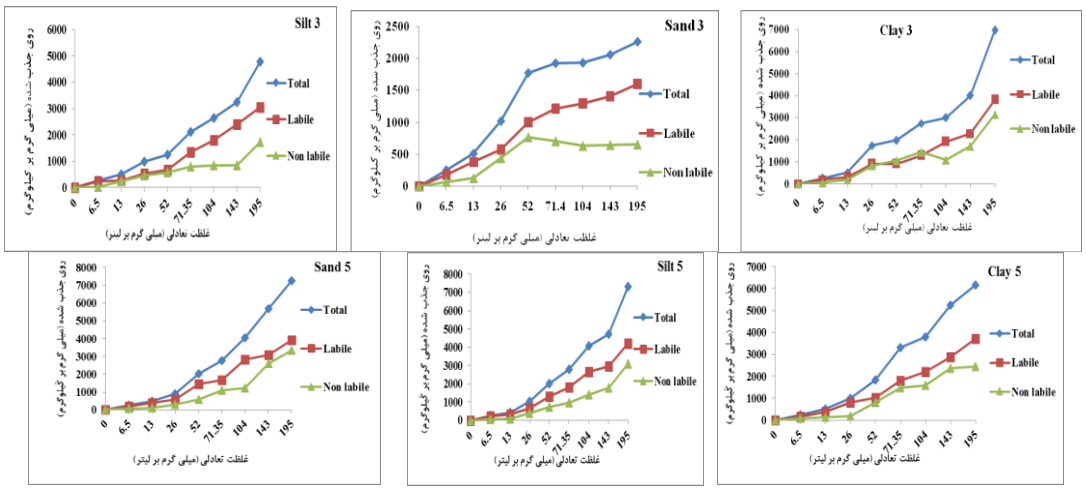
شکل۳- اثر کاتیون‌های سدیم و پتاسیم در میزان جذب روی در اجزاء خاک‌های شالیزار.

بررسی میزان روی قابل دسترس و غیرقابل دسترس در خاک‌های شالیزار و غیرشالیزار

بررسی‌ها در ۴ نمونه خاک به طور کلی نشان داده است که عمدهٔ روی جذب شده در بخش قابل دسترس قرار می‌گیرد و براحتی قابل فراهم است (شکل۵). به‌طور میانگین حدود ۵۵ تا ۷۵ درصد میزان روی جذب شده در بین اجزاء در بخش قابل دسترس است. از هر کدام از خاک‌های شالیزار و غیرشالیزار یکی از نمودارها، بدلیل شباهت نتایج به یکدیگر، بعنوان نمونه در شکل ۴ نمایش داده شده است. در خاک شالیزار (خاک شماره ۳) در جزء رس میزان روی غیرقابل دسترس به دلیل وجود کانی‌های این جزء نسبت به جزء سیلت و شن بیشتر بوده است. کانی‌های جزء رس بدلیل ظرفیت تبادل کاتیونی و سطح ویژه بالا، باعث افزایش جذب این عنصر شده، و در نتیجه از میزان دسترس بودن آن کاسته است. کانی‌های رسی اثر معنی‌دار بر عنصر روی اضافه شده به خاک دارند. کانی‌شناسی رس نمونه‌ها، نشان داده است که عمده رس در خاک‌های شالیزار ورمی‌کولایت می‌باشد و لذا تبادل یونی بالاتر و هم‌چنین اثر رقابتی روی با منیزیم موجود در ساختار ورمی‌کولیت می‌تواند دلیل دیگری برای جذب روی باشد (ترکمن و هاشمی، ۱۳۹۷). در نتایج مشاهده شد که در جزء رس از ۱۰۰درصد روی جذب شده، ۵۵ درصد در بخش قابل دسترس است، در حالی‌که در جزءهای شن و سیلت به ترتیب ۷۱ و ۶۴ درصد در بخش قابل دسترس قرار دارد. در خاک‌های غیرشالیزار، تفاوت بین روی قابل دسترس در بین اجزاء بسیار کمتر مشاهده شد. به‌طوریکه میزان روی قابل دسترس بین ۵۵ تا ۶۰ درصد از کل روی جذب شده را بخود اختصاص داده است (شکل ۴). غیرقابل دسترس بودن یونهای فلزی در خاک‌ها عمدتا" با بدام افتادن آنها بدرون منافذ خاکدانه‌ها و یا به ساختار کانی‌ها نسبت داده می‌شود. هم‌چنین جذب سطحی قوی به‌وسیله اکسیدها و یا تشکیل رسوبات فلزی نامحلول نیز می‌تواند دلایل دیگر باشد (Hamon و همکاران ۲۰۰۲).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از رگرسیون معادلات، در خاک‌های شالیزار و غیرشالیزار با محلول زمینه‌ای نیترات پتاسیم و سدیم، نشان داد که معادله فروندلیچ نسبت به لانگ‌مویر و تمکین، توصیف بهتری از جذب روی دارد. بررسی مقایسه میانگین نشان داد که اثر کاتیون‌های سدیم و پتاسیم در میزان جذب روی، در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است و بیشترین جذب روی در حضور کاتیون سدیم نسبت به پتاسیم رخ داده است. در تمام اجزاء خاک‌های مورد مطالعه (بجز، جزء سیلت در شرایط غیرشالیزار) حضور یون سدیم در مقایسه با پتاسیم جذب روی را بیشتر افزایش داد. بررسی میزان روی قابل دسترس و غیرقابل دسترس در خاک‌های شالیزار و غیرشالیزار نشان داد که عمده روی جذب شده (۵۵ تا ۷۵ درصد) در بخش قابل دسترس قرار می‌گیرد. در بخش رس میزان روی قابل دسترس بدلیل وجود کانی‌های این بخش نسبت به جزء سیلت و شن کمتر بوده است. بنابراین، بافت خاک بدلیل ارتباط تنگاتنگی که با کانی‌شناسی خاک دارد، بعنوان یک فاکتور کلیدی در کنترل آلاینده‌های خاک معرفی می‌شود. بهتر است مطالعه اثر آنیون‌ها در کنار کاتیون‌ها نیز مورد بررسی قرار بگیرد، تا بهتر بتوانیم نوع نمک تاثیرگذار در میزان جذب را برای توصیه کودی در اراضی، بیان نمایم.



شکل ۴- میزان روی قابل دسترس و غیر قابل دسترس در اجزاء خاک‌های شالیزار (۳) و غیرشالیزار (۵).

منابع:

بنایی، م. ح. ۱۳۷۷. نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی ایران. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

ترکمن، م و هاشمی، س. س. ۱۳۹۷. بررسی جذب روی توسط اجزاء خاک، در اینسپتی‌سولزهای غرقاب و غیرغرقاب (با تاکید بر کانی شناسی اجزاء خاک). مجله حفاظت آب و خاک. ۲۵ (۴)، ۲۰۵- ۱۸۹.

چرم، م و عبدالهی، ف، ۱۳۸۴. ویژگی‌های جذب سطحی روی در خاک‌های کشت صنعت نیشکر در شمال خوزستان. مجله علمی کشاورزی، ۲۸ (۲)، ۵۳ -۶۸.

دره‌قایدی، ب، رسولی‌صدقیانی، م. ح.، و خداوردیلو، ح، ۱۳۹۱. جذب و نگهداشت منگنز، آهن، روی و مس در چند خاک غیراسیدی و اسیدی. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، ۲ (۱)، ۷۸ - ۶۳.

هاشمی، س. س.، و اسدی، ف. ۱۳۹۷. اثر کشت غرقاب بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی، شالیزارهای منطقه‌ی دورود، استان لرستان. مجله تحقیقات خاک کاربردی، ۶ (۱)، ۱۲۳-۱۱۲.

Bradl, B. H. 2004. Adsorption of heavy metal ions on soils and soils constituents. Journal of Colloid and Interface Science, 277, 1-18.

Jalali, M. and Ahmadimohammadi zinli, N. 2012. Effects of common ions on Zn sorption in some calcareous soils of western Iran. Pedosphere, 22(2), 190–200.

Hamon, R. E., Melauglin, M. J. and Cozens, G. 2002. Mechanisms of attenuation of metal availability in in-situ remediation treatmente. Environment Science Technology, 36, 3991-3996.

Minkinaa, T. M., Pinskii, D. L., Bauer, T. V., Mandzhieva, S. S., Belyaeva, O. N., Kalinichenko, V. P., Endovitsky, A. P. 2014. Effect of attendant anions on zinc adsorption and transformation in chernozem. Journal of Geochemical Expolration, 144, 226-229.

Noulas, Ch., Tziouvalekas, M. and Karyotis, Th. 2018. Zinc in soils, water and food crops. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 49, 252–260.

Park, H. J., Park, H. J., Yang, H. I. and Choi, W. J. 2018. Sorption of Pb in chemical and particle-size fractions of soils with different physico-chemical properties. Journal of Soils and Sediments, 13, 1-12.

Papadopoulos, p. and Rowell, O. L. 1989. The reactions of copper and zinc With calcium carbonate surface. Journal of Soil Science, 40, 39-48.

Pinskiy, D. L., Minkinaa, T. M., Bauerb, T.V. and Burachevskaya, M. V. 2018. Copper adsorption by Chernozem soils and parent rocks in southern Russia. Geochemistry International, 56(3), 266-275.

Sposito, G. 1984. The surface chemistry of soils. Oxford university. Press. New York.

Wang, J. and Harrel, D. L. 2005. Effect of ammonium, potassium, and sodium cations and phosphate, nitrate, and choride anions on zinc sorption and lability in selected acide and calcareous soils. Soil Science Society of America Journal, 69, 1036-1047.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Investigation of zinc adsorption and availability in fractions of paddy and non-paddy rice under potassium and sodium cations

Soheila sadat Hashemi[*2], Maryam Torkaman [2], Shahriar Mahdavi[3], Mahdi Najafi Ghyri[4]

[1, 3]Assistant Prof and Associate Prof., Dept. of Soil Science, College of Agriculture, Malayer University

[2]Msc Graduate, Dept. of Soil Science, College of Agriculture, Malayer University

[4]Associate Prof., College of Agriculture and Natural resources, Shiraz University

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of potassium and sodium ions on Zn adsorption and availability by paddy and non-paddy soils. Zn adsorption experiment was performed by adding eight rates of Zn from 100 to 3000 µM in 0.01M NaNO3 and KNO3 as background solutions to the sand, silt and clay fractions and shaking for 24 h. Zinc concentration in the solutions were determined by atomic absorption spectroscopy. Zinc sorption data was fitted to the Langmuir, Freundlich and Temkin models. The Freundlich model yielded the best fit to the experimental data. The percentage of Zn adsorption by soils treated with $NaNO_3$ (58%) was more than those treated with KNO_3 (42%) as background solution. Results clearly indicated that Zn adsorption by the used soils in the presence of Na ions was significantly ($p < 0.05$) more than its adsorption in the presence of K ions. Zn adsorption percentage by clay fraction (45%) in both solutions was significantly ($p < 0.05$) higher than that by silt (32%) and sand (23%) fractions. Results also, indicated that a high percentage of the adsorbed Zn (55-75%) may be available. It is concluded that the presence of other cationic nutrients may had considerable effect on the availability of the applied Zn fertilizers.

Keyword: Labile, Cation, Soil particles

[2] *Corresponding Author, Email: S.Hashemi@malayeru.ac.ir

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

برآورد میزان کربنات‌کلسیم معادل خاک با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در منطقه دشت گیان نهاوند

پری‌ناز عبدلی[۱*]، سهیلاسادات هاشمی[۲]، محمود سیفی[۳]

[۱] فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

[۲] استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

[۳] دانشجوی دکتری علوم خاک، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

امروزه با ظهور فناوری سنجش از دور، امکان بهره‌برداری از این فناوری جهت مطالعه بسیاری از ویژگی‌های خاک همچون میزان کربنات‌کلسیم معادل خاک با صرف وقت و هزینه کم‌تری فراهم گشته است. در این مطالعه به بررسی ارتباط بین انعکاس‌های طیفی خاک با استفاده از داده‌های سنجنده‌های ماهواره لندست ۸ با میزان کربنات کلسیم معادل خاک ۴۸ نمونه پرداخته شد. نمونه‌ها به صورت تصادفی از منطقه دشت گیان نهاوند انتخاب گردید. در روش سنجش از دور، انعکاس طیفی نمونه‌ها بر روی ۶ باند اصلی و ترکیب باندها استخراج و پردازش شد. آنالیز همبستگی بین باندهای اصلی، ترکیب باندها و کربنات‌کلسیم معادل خاک انجام شد. در این پژوهش، ترکیب باندهای مادون قرمز میانی با میزان کربنات‌کلسیم معادل در سطح ۵٪ همبستگی معنی‌دار داشتند. درمورد رگرسیون چند متغیره، R^2 بهترین مدل برای برازش کربنات‌کلسیم معادل خاک با استفاده از باندهای اصلی و ترکیب باندهای اصلی ۰/۳۴ بود (R^2=۰/۳۴).

کلمات کلیدی: سامانه اطلاعات جغرافیایی، کربنات‌کلسیم معادل، سنجش از دور

مقدمه

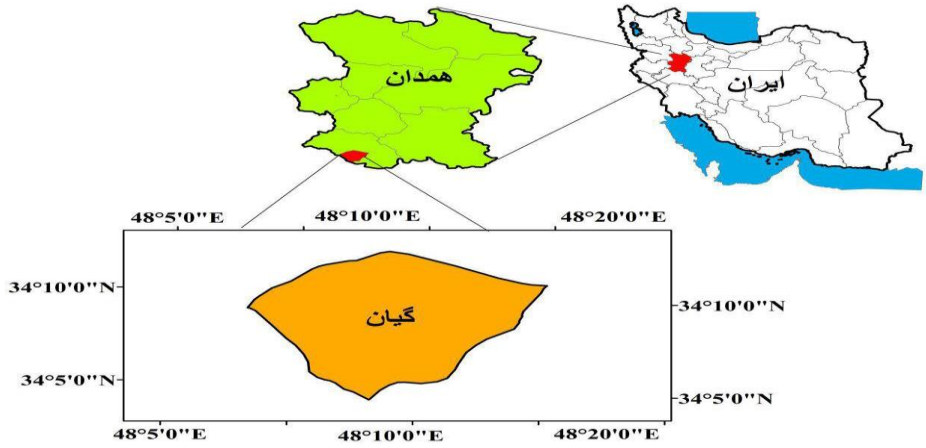
یکی از بزرگترین چالش‌های عصر حاضر تخریب خاک و به دنبال آن تخریب سرزمین می‌باشد. یکی از عوامل تخریب خاک، کیفیت پایین تغذیه خاک به عنوان بستر رشد و توسعه پوشش گیاهی می‌باشد. کربنات‌کلسیم از ویژگی‌های مهم شیمیایی خاک است و از نظر تأثیری که بر رشد و تغذیه گیاهان و دیگر خصوصیات خاک دارد (با در نظر گرفتن این مسأله که بیشتر خاک‌های کشورمان را خاک‌های آهکی تشکیل داده‌اند) دارای اهمیت بالایی می‌باشد (ملکوتی، ۱۳۸۴). دسترسی به فناوری‌های سنجش از دور و امکان بهره‌برداری از آن در علم خاک، کمک بزرگی به مطالعه بسیاری از خصوصیات خاک با صرف هزینه، وقت و انرژی کمتری در مقایسه با روش‌های سنتی شده است (علوی‌پناه، ۲۰۰۱؛ نانی و دماته، ۲۰۰۶). سنجش از دور علمی است که در آن جمع‌آوری داده‌ها با حداقل تماس مستقیم فیزیکی با اشیاء مورد اندازه‌گیری صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر سنجش از دور دانش پردازش و تفسیر تصاویری است که حاصل ثبت تعامل انرژی الکترومغناطیسی و اشیاء می‌باشند (فاطمی و رضایی، ۱۳۹۳). در اوایل سال ۲۰۱۳ ماهواره لندست ۸ در تاریخ ۱۱ فوریه راه‌اندازی شد. این هشتمین ماهواره در برنامه ماهواره لندست و هفتمین ماهواره‌ای است که با موفقیت به مدار رسیده است. لندست ۸ با استفاده از دو حسگر OLI و TIERS دارای فن‌آوری پیشرفته در اسکن عوارض زمینی هستند. این دو حسگر به ترتیب، اطلاعات تصویر برای نه باند موج کوتاه و دو باند طول موج حرارتی را جمع‌آوری می‌کنند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۳). مشخص شده است که با کمک فناوری طیف‌سنجی در محدوده‌های ماوراء بنفش از ۴۰۰-۲۵۰ نانومتر، مرئی از ۷۰۰-۴۰۰ نانومتر و مادون‌قرمز نزدیک از ۲۵۰۰-۷۰۰ نانومتر، می‌توان اطلاعات مهمی در مورد کربنات‌کلسیم به دست آورد (اسلام و همکاران، ۲۰۰۳) و نیز مشخص شده است که کربنات‌کلسیم سطح خاک، قادر است بر بازتاب سطحی خاک در طیف مرئی اثر بگذارد (ویسکارا رسل و همکاران، ۲۰۰۶). زمان‌بر و پرهزینه بودن روش‌های آزمایشگاهی تخمین کربنات‌کلسیم معادل خاک، بررسی روش‌های سریع و غیرمخرب مانند تصاویر ماهواره‌ای را ضروری می‌نماید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در شهر گیان واقع در جنوب شهرستان نهاوند قرار دارد. موقعیت جغرافیایی گیان بر روی نقشه ایران به صورت N ″۵ ′۱۱ °۳۴ و E ″۵۶ ′۱۴ °۴۸ می‌باشد و دارای ۱۵۶۳ متر ارتفاع از سطح دریاست. وسعت جنگل دشت گیان ۱۵۰ هکتار تخمین زده شده است. موقعیت شهر گیان در استان همدان و در کشور ایران نشان داده شده است (شکل ۱). به طور کلی از نظر آب و هوایی، محدوده مورد مطالعه بر اساس

* ایمیل نویسنده مسئول: parinaz_72@ymail.com

روش دومارتن[1] دارای اقلیم نیمه‌خشک با زمستان‌های سرد و تابستان‌های ملایم و خشک می‌باشد. متوسط نزولات جوی سالانه ۳۵۴ میلی‌متر می‌باشد. دارای رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی مزیک می‌باشد. اراضی این منطقه از نظر ژئومورفولوژی در دشت دامنه‌ای و مخروط‌افکنه رسوب واریزه‌ای قرار می‌گیرند. مواد مادری غالب در منطقه مورد مطالعه به طور عمده شامل سنگ‌های آهکی است. محدوده مورد مطالعه از نظر ساختمانی در ایالت ساختاری زاگرس مرتفع قرار دارد. رخنمون سنگ‌های محدوده نهاوند را واحدهای سنگی پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک تشکیل می‌دهد. گندم، جو، کلزا، ذرت و چغندر قند بخش وسیعی از زراعت اراضی را به خود اختصاص داده است. تنها منبع آب سطحی و دائمی موجود سراب گیان است.



شکل ۱. موقعیت شهر گیان در استان همدان و در کشور ایران

مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی: نمونه‌برداری خاک از عمق (۰-۳۰ سانتی‌متر) در اواخر مهر ۱۳۹۵ صورت گرفت. بعد از انجام نمونه‌برداری و آماده‌سازی ۴۸ نمونه، تعیین مقدار کربنات‌کلسیم معادل خاک به روش تیتراسیون (Soil Conservation Service, 1992) صورت گرفت. میزان کربنات‌کلسیم معادل با استفاده از روش سنجش از دور برآورد شد. برای این روش از تصویر لندست ۸ مربوط به تاریخ September سال ۲۰۱۶ استفاده شد. مقادیر محاسبه شده هر یک از قطعات نمونه در محیط ERDAS IMAGINE ایجاد گردید. جهت اعمال تصحیحات اتمسفری از روش Quick Atmospheric Correction استفاده شد. میزان بازتاب طیفی هر۶ باند برای ۴۸ نقطه در محیط ArcGIS ثبت گردید و در نهایت مراحل توصیف‌های آماری متغییرها انجام شد. در این پژوهش ترکیب باندهای اصلی برای کربنات‌کلسیم معادل اندازه‌گیری شدند. جدول ۱ و ۲ به ترتیب مجموعه باندهای در نظر گرفته شده و ترکیب باندهای اصلی برای کربنات‌کلسیم معادل را نشان می‌دهند.

جدول ۱. مجموعه باندهای در نظر گرفته شده جهت تجزیه و تحلیل‌های رقومی

باندهای اصلی	Band2, Band3, Band4, Band5, Band6, Band7

[1] De Martonne

جدول ۲. ترکیب باندهای اصلی برای کربنات‌کلسیم معادل

شماره	ترکیب باندهای اصلی	شماره	ترکیب باندهای اصلی
۱	Band2+Band3	۵	Band3+Band4
۲	Band3-Band2	۶	Band4+Band5
۳	Band3/Band2	۷	Band5+Band6
۴	(Band3-Band2)/(Band3+Band2)	۸	Band6+Band7

نتایج و بحث

خلاصه نتایج آماری مربوط به کربنات‌کلسیم معادل نمونه‌های خاک در جدول ۳ آورده شده است. همانطور که این نتایج نشان می‌دهد، میانگین کربنات‌کلسیم معادل خاک در منطقه حدود ۲۹ درصد می‌باشد. چولگی را با آزمون کولموگروف-سیمرونوف بررسی کردیم، چولگی به راست و افراشتگی در حد نرمال داشت. ضریب تغییرات معیاری از تغییرپذیری نسبی است. دهیبا و همکاران (۱۹۸۴) در مطالعات خود بر روی طبقه‌بندی ضریب تغییرات خصوصیات خاک، آن را به دو دسته پایین (۰٪- ۱۵٪) و بالا (۱۵٪- ۷۵٪) قرار دادند. در این مطالعه مقدار ضریب تغییرات ۳۰/۸٪ می‌باشد.

جدول ۳. پارامترهای توصیفی آماری کربنات‌کلسیم معادل خاک در منطقه مورد مطالعه

خصوصیات آماری متغییر	تعداد	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	دامنه تغییرات	چولگی	کشیدگی	ضریب تغییرات
کربنات‌کلسیم معادل خاک	۴۸	۲۹	۱۰/۵	۵۷/۵	۸/۹۳	۴۷	۰/۷۵	۱/۳۱	۳۰/۸

ماتریس همبستگی: ماتریس همبستگی بین باندهای مختلف تصویر ماهواره‌ای لندست در جدول ۴ نشان داده شده است. همانطور مشاهده می‌شود، باند ۵ همبستگی کمتری با سایر باندها داشته است و لذا تابش‌های ثبت شده در این باند، از سایر باندها متمایز خواهد بود. در نتایج پورمحمدی و همکاران (۱۳۹۴)، باند ۵ در لندست ۷، همبستگی کمتری با سایر باندها داشته است.

جدول ۴. ماتریس همبستگی بین باندهای مختلف تصویر ماهواره‌ای لندست

نام باند	باند۲	باند۳	باند۴	باند۵	باند۶	باند۷
باند۲	۱	**۰/۹۹۹	**۰/۹۸۹	*۰/۳۵۴	**۰/۹۷۵	**۰/۹۵۴
باند۳		۱	**۰/۹۹۱	**۰/۴۳۸	**۰/۹۸۲	**۰/۹۳۰
باند۴			۱	**۰/۳۷۰	**۰/۹۸۲	^{ns}۰/۹۴۰
باند۵				۱	**۰/۴۱۷	^{ns}۰/۱۳۵
باند۶					۱	**۰/۹۴۱
باند۷						۱

همبستگی باندهای اصلی با کربنات‌کلسیم معادل: میزان انعکاس طیفی نمونه‌ها بر روی ۶ باند اصلی و پردازش شده، استخراج گردید. آنالیز بررسی همبستگی پیرسون بین باندهای اصلی و میزان کربنات‌کلسیم معادل انجام گردید. همانطور که جدول ۵ نشان می‌دهد، فقط باند ۷ با میزان

کربنات‌کلسیم معادل در سطح ۵٪ همبستگی دارد. باندهای جذبی کربنات‌های عمده در پوسته زمین شامل کلسیت، دولومیت، مگنزایت و سیدرایت همگی در ناحیه مادون قرمز می‌باشند (Gupta, 1991).

جدول ۵. همبستگی باندهای اصلی با میزان کربنات‌کلسیم معادل

باند	ضریب همبستگی	Sig	باند	ضریب همبستگی	Sig
Band2	۰/۲۷۲	۰/۰۶۱	Band5	۰/۱۸۷	۰/۲۰۳
Band3	۰/۲۶۲	۰/۰۷۲	Band6	۰/۲۸۲	۰/۰۵۲
Band4	۰/۲۵۴	۰/۰۸۲	Band7	۰/۲۹۹	۰/۰۳۹

همبستگی ترکیب باندهای اصلی با کربنات‌کلسیم معادل: نتایج نشان داد که از بین ۸ ترکیب باندهای اصلی، تنها ترکیب باندهای مادون قرمز میانی (باندهای ۶ و ۷) با میزان کربنات‌کلسیم معادل در سطح ۵٪ همبستگی معنی‌دار دارد (جدول ۶). خاک‌های آهکی و کلسیم‌دار باندهای جذبی متفاوتی در طول موج‌های ۲۲۵۰ تا ۲۳۵۰ نانومتر دارند که این محدوده با محدوده باند ۷ لندست ۸ مطابقت دارد، در نتیجه ترکیب باندهای مادون قرمز میانی می‌تواند همبستگی معنی‌دار با کربنات‌کلسیم معادل داشته باشد. این بخش از نتایج با نتایج محمودی و همکاران، ۱۳۹۴ مطابقت دارد.

جدول ۶. همبستگی ترکیب باندها اصلی با میزان کربنات‌کلسیم معادل

ترکیب باندها	**ضریب همبستگی**	**Sig**	**ترکیب باندها**	**ضریب همبستگی**	**Sig**
Band2+Band3	۰/۲۶۷	۰/۰۶۷	Band3+Band4	۰/۲۵۷	۰/۰۷۷
Band3-Band2	۰/۲۱۰	۰/۱۵۲	Band4+Band5	۰/۲۶۶	۰/۰۶۸
Band3/Band2	-۰/۲۷۲	۰/۰۶۲	Band5+Band6	۰/۲۸۴	۰/۰۵۴
(Band3-Band2)/(Band3+Band2)	-۰/۲۷۳	۰/۰۶۱	Band6+Band7	۰/۲۹۴	۰/۰۴۳

رگرسیون باندهای اصلی و کربنات‌کلسیم معادل: رگرسیون به روش Enter انجام شد و معادله برای کربنات‌کلسیم معادل تعریف گردید (جدول ۷). مقادیر باندها در معادله قرار داده شد و در نهایت میزان کربنات‌کلسیم معادل به دست آمد. در پژوهش محمودی و همکاران، ۱۳۹۴ میزان ضریب همبستگی در مدل سازی رگرسیونی ۰/۷۵ برآورد شده است. ضریب تبیین نسبتا پایین معادله رگرسیونی به دست آمده در این پژوهش می‌تواند منجر به بالا رفتن خطا و عدم دقت روش برای تخمین این پیش‌بینی باشد. این بخش از نتایج با نتایج محمودآبادی و همکاران، ۱۳۹۴ مطابقت دارد.

جدول ۷. معادله برازش داده شده برای برآورد کربنات‌کلسیم معادل خاک با استفاده از باندهای اصلی

روش	معادله	R	R^2	سطح احتمال	
				٪۵	٪۱
Enter	$CaCo_3$= -5.850+480.604Band2-872.345Band3+162.548Band4+135.933Band5-114.290Band6+337.755Band7	۰/۵۲	۰/۲۷	+	

رگرسیون ترکیب باندهای اصلی با کربنات‌کلسیم معادل: رگرسیون به روش Enter انجام شد و معادله برای کربنات‌کلسیم معادل با استفاده از ترکیب‌های باندهای اصلی تعریف گردید (جدول ۸). نتایج نشان داد مدل Enter در سطح ٪۵ معنی‌دار بوده است.

جدول ۸. معادله برازش داده شده برای برآورد کربنات‌کلسیم معادله خاک با استفاده از ترکیب باندهای اصلی

روش	معادله	R	R^2	سطح احتمال	
				٪۵	٪۱
Enter	$CaCo_3$= -157.729 -218.847Band2+Band3+644.099Band3-Band2+209.029Band3/Band2-847.848(Band3-Band2)/(Band3+Band2)-383.126Band3+Band4+540.873Band4+Band5-391.129Band5+Band6+306.523Band6+Band7	۰/۵۸	۰/۳۴	+	

نتیجه گیری

تصاویر ماهواره‌ای یک فرصت مغتنم در کاهش هزینه‌ها و تکرار کسب اطلاعات به‌شمار می‌روند اما به‌علت برخی چالش‌ها مانند: ۱) عدم تطابق قدرت تفکیک مکانی با تغییرات مکانی کربنات‌کلسیم معادل خاک، ۲) ضرورت تصحیحات اتمسفری و ۳) اثر سایر خصوصیات مانند رطوبت خاک و .... نیازمند پشتیبانی و صحت‌سنجی می‌باشد. لذا پیشنهاد می‌شود : برای خاک‌های کشور کتابخانه طیفی تهیه و پایگاه داده‌های مکانی خاک ایجاد شود. همچنین برای برآورد دقیق‌تر کربنات‌کلسیم معادل بهتر است از تصاویر ماهواره‌ای با تفکیک مکانی بالا استفاده کرد.

منابع

پورمحمدی، س.، اختصاصی، م. ر.، و رحیمیان، م. ح. ۱۳۹۴. شناسایی و تفکیک واریزه‌های آهکی از سازندهای غیر آهکی با کاربرد تلفیقی علوم دورسنجی و مشخصات لیتولوژی (مطالعه موردی: منطقه بهادران در استان یزد). نشریه زمین‌شناسی مهندسی، شماره ۴.

حسینی، ز.، زرنگ، ن.، حاجیلو، م.، داداشی، م.، و طیبا، ع. ۱۳۹۳. بررسی رابطه تغییرات دمای سطحی زمین (LTS) و پوشش گیاهی با تصاویر لندست (مطالعه موردی شهر اصفهان). نخستین همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته تحلیل فضایی (سنجش از دور و GIS) در آمایش سرزمین، یزد: دانشگاه آزاد اسلامی یزد.

فاطمی، س. ب.، رضائی، ی. ۱۳۹۳. مبانی سنجش از دور. همدان: انتشارات دانشگاه بوعلی.

محمودآبادی، ا.، و کریمی کارویه، ع. ر. (۱۳۹۴). تهیه‌ی نقشه کربنات کلسیم معادل و مقدار رس خاک سطحی با استفاده از روش‌های زمین آمار (مطالعه‌ی موردی: پارک چیتگر، تهران). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی و منابع طبیعی، شماره ۳

محمودی، آ.، جعفری، ر.، کریم‌زاده، ح. ر.، رمضانی، ن. ۱۳۹۴. بررسی توضیع مکانی خصوصیات خاک در منطقه ورزنه اصفهان به کمک روش‌های پردازش تصویر. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۹، شماره ۴، ص ۱۰۱۷- ۱۰۰۴.

ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۴. نگرشی بر حاصلخیزی خا ک‌های ایران، انتشارات سنا، ۱۸۳ صفحه.

Alavipanah SK, Zehtabian GR. 2001. Remote sensing and GIS tools for land use planning and management. Proceedings of the FIG working week 2001, Seoul, Korea.

Gupta, R. P. 1991. Remote sensing in geology. Chapter 3.

Nanni MR, Dematte JAM. 2006. Spectral reflectance methodology in comparison with traditional soil analysis. Soil Science Society of America Journal, 70: 393-407.

Islam K, Singh B, McBratney A. 2003. Simultaneous estimation of several soil properties by ultra-violet, visible, and nearinfrared reflectance spectroscopy. Soil Research, 41(6): 1101-1114.

Rossel RAV, Walvoort DJJ, McBratney AB, Janik LJ, Skjemstad JO. 2006. Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. Geoderma, 131(1): 59-75.

Estimating soil calcium carbonate equivalent content using satellite images in Giyan area Nahavand

Abdoli, P.[*1], Hashemi, S.S.[2], Seifi, M.[3]

1.M Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Malayer

2. Associate Prof, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Malayer

3. Ph.D Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Tabriz

Abstract

Today, with the advent of remote sensing technology, it is possible to exploit this technology to study many soil properties such as the amount of calcium carbonate with less time and money. In this study, the relationship between soil spectral reflections using Landsat 8 satellite data with calcium carbonate content for 48 soil samples was investigated. Soil samples were selected randomly from Giyan area Nahavand. In the remote sensing method, the spectral reflection of the samples was extracted and processed on the 6 main bands and the combination of bands. The analysis of the correlation between the main bands, the combination of bands and Calcium carbonat was carried out. In this study, the combination of Mid Infrared bands (B_6+B_7) and calcium carbonate content had significant correlation ($P \leq 0.05$). Regarding multivariate regression, R^2 of the best model for fitting soil calcium carbonate using the main and composition bands was 0.34 (R^2=0.34).

Keywords: Geographical information system, Calcium carbonat, Remote sensing.

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تاثیر بیوچارهای با منشأ و دمای مختلف پیرولیز بر محتوی کربن آلی، کربوهیدرات و تنفس میکروبی خاک

ندا صفاری انارکی[۱*]، محمدعلی حاج عباسی[۲]، حسین شیرانی[۳]، محمدرضا مصدقی[۲]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۲] استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۳] استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر بیوچارهای مختلف بر مقدار کربن آلی خاک، تنفس میکروبی و غلظت کربوهیدرات‌های محلول در آب داغ اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار در گلخانه انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل کود مرغی، بقایای ذرت و بیوچار آنها با سه سطح کاربرد (۱، ۲ و ۴ درصد وزنی) در دو دمای پیرولیز ۳۵۰ و ۶۵۰ درجه سلسیوس بودند. نتایج نشان داد که افزایش دمای پیرولیز صرف نظر از منشأ بیوچار باعث کاهش کربن آلی و تنفس میکروبی خاک شد؛ به‌طوری که بیش‌ترین مقدار کربن آلی خاک (۳ درصد) در تیمار بیوچار بقایای ذرت در دمای ۳۵۰ درجه سلسیوس و سطح ۴ درصد و کم‌ترین مقدار آن (۰/۳ درصد) در تیمار شاهد مشاهده گردید. غلظت کربوهیدرات نیز به عنوان بخش مهم و در دسترس کربن آلی خاک تحت تأثیر افزودن تیمارها قرار گرفت؛ به طوری‌که غلظت کربوهیدرات بیوچارهای بقایای ذرت نسبت به کود مرغی بیشتر بود. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که با توجه به اثرات اثبات‌شده بیوچار در ترسیب کربن و افزایش غلظت کربن آلی خاک، بیوچارهای تولیدشده در دمای کم پیرولیز (۳۵۰ درجه سلسیوس) از مواد خام مورد مطالعه، می‌تواند به عنوان اصلاح‌کننده به خاک افزوده شود.

کلمات کلیدی: کربوهیدرات محلول در آب داغ، تنفس میکروبی، کود مرغی، بقایای ذرت

مقدمه

انتخاب شیوه‌های مدیریت مناسب به منظور اصلاح خاک‌های کم‌حاصلخیز مناطق خشک و نیمه‌خشک از اهمیت بسزایی برخوردار است. یکی از روش‌های مؤثر، افزودن تیمارهای آلی به این خاک‌ها است. بیوچار که از این گروه تیماری محسوب می‌شود، ماده‌ای متخلخل، جامد و غنی از کربن است که طی فرایند پیرولیز در شرایط کم‌اکسیژن یا بدون اکسیژن حاصل می‌شود (Verheijen و همکاران، ۲۰۱۰) و اثرش بر ویژگی‌های خاک تقریبا مشابه مواد آلی است (Chan و همکاران، ۲۰۰۷). علاوه بر مقدار ماده آلی، نوع و ترکیب آن نیز دارای اهمیت است.

افزودن بیوچار به خاک همراه با ترسیب کربن، می‌تواند ویژگی‌های مختلف خاک را نیز تحت تاثیر قرار دهد. اکثر پژوهش‌ها نشان می‌دهد که بیوچار به‌عنوان اصلاح‌کننده، موجب بهبود ساختمان خاک، نگهداشت آب و عناصر غذایی (Mollinedo و همکاران، ۲۰۱۵)، افزایش رشد میکروبی (O'Neill و همکاران ۲۰۰۹)، بهبود فراهمی عناصر غذایی و افزایش مقاومت گیاهان به بیماری‌ها و آفات (Kolton و همکاران، ۲۰۱۱) می‌شود.

با این وجود به دلیل عوامل زیادی که بر روابط خاک و بیوچار اثر دارند، پیش‌بینی تاثیر بیوچار بر ویژگی‌های خاک دشوار است. ویژگی‌های اساسی شیمیایی و فیزیکی بیوچار تحت تأثیر متغیرهای تولید آن، به‌ویژه نوع ماده اولیه، دما و مدت زمان فرایند پیرولیز قرار می‌گیرد (Wang و همکاران، ۲۰۱۱). بیوچارهای تولیدی در دمای ۳۵۰ تا ۷۰۰ درجه سلسیوس به طور گسترده برای پیش‌برد اهداف کشاورزی و زیست‌محیطی همراه با ترسیب کربن، مورد توجه قرار گرفته است (Tag و همکاران، ۲۰۱۶). بافت و ساختمان خاک، مقدار ماده آلی و جامعه میکروبی خاک (Wang و همکاران، ۲۰۱۷) نیز از عوامل خاکی است که بر این روابط تاثیرگذار است. در همین راستا Sarker و همکاران (۲۰۱۸) عنوان کردند که اثر تیمارهای آلی بر خاک بستگی به ترکیب اصلی این مواد دارد. بقایای ذرت به دلیل داشتن سلولز و همی‌سلولز دارای اثرات کوتاه و میان‌مدت و کمپوست کود دارای اثر کم‌تر ولی مداوم و تدریجی است. وجود ترکیبات با تجزیه‌پذیری کندتر در کود باعث می‌شود که مواد مغذی به طور تدریجی و طولانی‌مدت

* ایمیل نویسنده مسئول: neda.saffary@yahoo.com

آزاد شده و به طور پیوسته کربن آلی و فعالیت میکروبی خاک افزایش یابد. بنابراین پژوهش موجود با هدف بررسی تأثیر افزودن تیمارهای ماده خام و بیوچار کود مرغی و بقایای ذرت در دو دمای پیرولیز ۳۵۰ و ۶۵۰ درجه سلسیوس و با ۳ سطح کاربردی ۱،۲ و ۴ درصد بر برخی ویژگی‌های خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

۵ کیلوگرم خاک لوم شنی عبوری از الک ۴ میلی‌متری و هوا-خشک به طور کامل با دو گروه مواد، شامل گروه بقایا عبوری از الک ۰/۵ میلی-متری(بقایای ذرت و بیوچارهای تولیدی در دماهای ۳۵۰ و ۶۵۰ درجه سلسیوس) و گروه کودی (کود مرغی و بیوچار با دمای مشابه) با سه سطح کاربرد (۱، ۲ و ۴ درصد وزنی) به طور کامل و یکنواخت مخلوط شده و پس از انتقال به گلدان‌های تهیه‌شده، در گلخانه نگه‌داری شد. به منظور واکنش بهتر خاک و تیمارها به مدت یک ماه رطوبت گلدان ها در حدود ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه (FC) حفظ شد و سپس بذر ذرت در هر گلدان کاشته شد. پس از اتمام دوره ۲ ماهه کشت، گیاه ذرت از هر گلدان برداشت شد و خاک اطراف ریشه‌های گیاه (ریزوسفر) به دقت و به آرامی جمع‌آوری شد. ویژگی‌های خاک نیز با روش‌های معمول آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. کربن آلی خاک (SOC) به روش هضم تر (Walkley and Black, 1934)، کربوهیدرات‌های محلول در آب داغ (HWSC) به روش فنول-اسید سولفوریک (Dubois و همکاران، ۱۹۵۶) و تنفس پایه میکروبی (BSR) نیز از روش تیتراسیون برگشتی با HCL (Chen و همکاران، ۲۰۰۰) اندازه گیری شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و ۱۹ تیمار در گلخانه پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا شد (شکل ۱). رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel و تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون LDS در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام شد.



شکل ۱. نمایی از کشت گیاه در گلخانه

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه شده است. خاک مورد بررسی لوم شنی، دارای آهک نسبتاً زیاد با ماده آلی کم (کمتر از ۱ در صد) بود.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی

بافت خاک	شن	سیلت	رس	کربن آلی خاک	کربنات کلسیم معادل	pH_e	EC_e
	g kg^{-1}						dS m^{-1}
لوم شنی	۵۳۵	۲۷۳	۱۹۲	۲/۲۵	۴۲۵	۷/۹	۰/۹۴

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تغییرات کربن آلی خاک (SOC)، کربوهیدرات‌های محلـول در آب داغ (HSWC) و تـنفس میکروبـی پایـه خاک (BSR) تحت تاثیر تیمارهای مختلف معنی‌دار ($P<0.05$) است.

با افزودن تیمارهای مورد بررسی، کربن آلی خاک در مقایسه با شاهد افزایش یافت. با افزایش درصد کاربرد تیمارها، کربن آلی خاک نیز بیشتر شد. به طوری که در بیوچار بقایای ذرت در دمای ۳۵۰ و ۶۵۰ درجه سلسیوس این افزایش از ۱ به ۴ درصد به‌ترتیب حدود ۱۷۰ و ۵۶ درصد و در بیوچار کود مرغی با دما و درصدهای مشابه به ترتیب حدود ۲۰۵ و ۹۷ درصد بود. بیش‌ترین مقدار کربن آلی در بیوچار بقایای ذرت دمای ۳۵۰ درجه سلسیوس دیده شد (جدول ۲) که احتمالاً با کربن آلی زیاد موجود در مواد اولیه ارتباط دارد. به نظر می‌رسد تغییر نوع کربن آلی، ساختار و شیمی سطح بیوچارهای تولیدی، دلیل کاهش کربن آلی در خاک‌های تیمارشده با بیوچارهای دمای پیرولیز بالا (۶۵۰°C) باشد. سهم زیادی از کربن آلی این بیوچار-ها از نوع پایدار و آروماتیک است. Ouyang و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش کردند که بیوچارهای تولیدشده در دمای پایین (۳۰۰ درجه سلسیوس) به طور قابل توجهی کربن آلی خاک را در مقایسه با بیوچارهای دمای بالا (۵۰۰ درجه سلسیوس به بالا) افزایش می‌دهد.

جدول ۲. تاثیر مواد اولیه و بیوچارها بر کربن آلی خاک (SOC) و تنفس میکروبی پایه خاک (BSR)

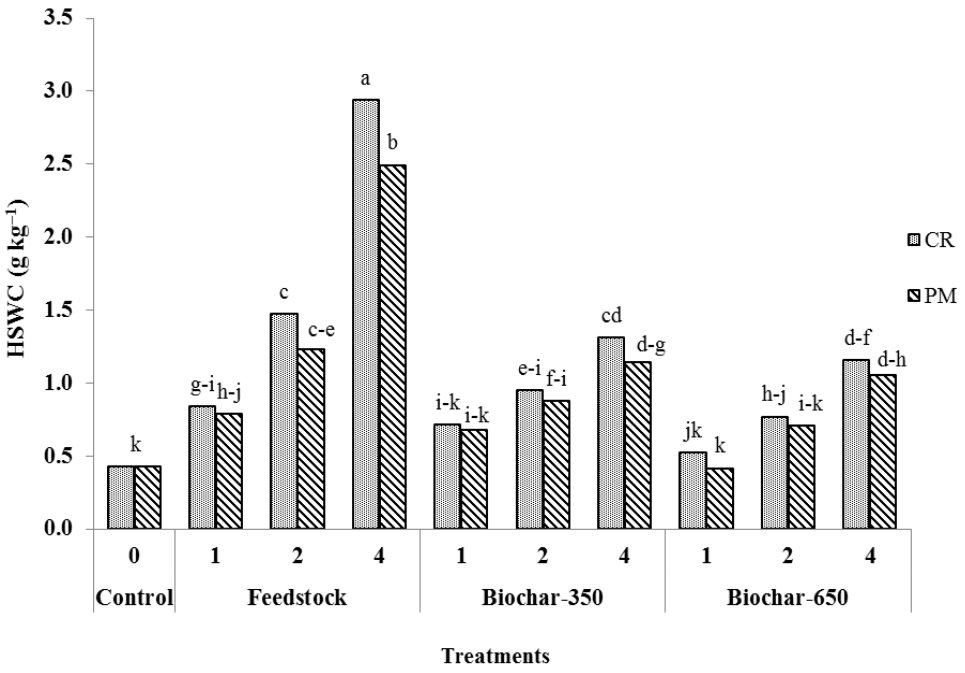
ویژگی	درصد کاربرد	PM	BM-350	BM-650	CR	BC-350	BC-650
SOC (g kg^{-1})	۱	۴/۷^{kl}	۹/۶^{f}	۳/۸^{lm}	۵/۵^{jk}	۱۱/۳^{e}	۴/۸^{kl}
	۲	۶/۸^{hi}	۱۸/۲^{c}	۶/۳^{ij}	۸/۴^{g}	۱۷/۲^{c}	۵/۴^{jk}
	۴	۱۲/۰^{e}	۲۹/۳^{b}	۷/۵^{gh}	۱۳/۲^{d}	۳۰/۵^{a}	۷/۵^{gh}
BSR (mg CO_2 kg^{-1})	۱	۱۲۸^{d}	۶۲$^{g-j}$	۵۲$^{h-k}$	۱۶۸^{c}	۹۰$^{e-g}$	۳۲^{jk}
	۲	۲۰۸^{c}	۸۰$^{f-i}$	۷۲$^{g-i}$	۲۴۰^{b}	۹۶$^{d-g}$	۴۸^{jk}
	۴	۴۴۹^{a}	۱۰۸$^{d-f}$	۸۴$^{e-h}$	۴۶۰^{a}	۱۱۶^{de}	۸۰$^{f-i}$

در هر متغیر، حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون LSD است.

مخفف تیمارها: CR بقایای ذرت، PM کود مرغی، BC 350-650 بیوچار بقایای ذرت در دو دمای پیرولیز ۳۵۰ و ۶۵۰ درجه سلسیوس و BM 350-650 بیوچارهای کود مرغی در همان دو دمای مذکور است.

کربن آلی علاوه بر آثار مستقیم بر ویژگی‌های خاک، می‌تواند جمعیت میکروبی خاک را نیز تحریک کند. تنفس میکروبی خاک به عنوان شاخص فعالیت میکروبی خاک تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه قرار گرفت. تنفس میکروبی در تمام تیمارها بیش از خاک شاهد بود، اگر چه بین شاهد با تیمارهای بیوچار بقایای ذرت دمای ۶۵۰ °C و درصد کاربرد ۱ و ۲ درصد و همچنین بیوچار کود مرغی دمای ۶۵۰ °C با نرخ کاربرد ۱ درصد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. افزایش دمای پیرولیز با کاهش تنفس میکروبی همراه بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد کاهش کربن آلی خاک، حضور ترکیبات سمی مثل هیدروکربن‌های آروماتیک حلقوی (PAH) (Zimmerman و همکاران، ۲۰۱۱) و افزایش جذب جزء کربن آلی ناپایدار به دلیل سطح ویژه زیاد و بار سطحی منفی (Gul و همکاران، ۲۰۱۵) بیوچارهای دمای بالا از دلایل کاهش تنفس میکروبی باشد. همبستگی قوی و مثبت کربوهیدرات‌های محلول در آب داغ (HWSC) و تنفس میکروبی و (r=0.91 P<0.001) نشان می‌دهد که علاوه بر مقدار کربن آلی، نوع و ترکیب آن نیز بسیار با اهمیت است. کربوهیدرات یک جز مهم ناپایدار و قابل دسترس کربن آلی است که عمدتاً از پلی‌ساکاریدهای ترشحی از ریشه گیاهان یا فعالیت میکروبی تشکیل شده است و حدود ۵ تا ۲۵ درصد ماده آلی کل خاک را به خود اختصاص می‌دهد (Ratnayake و همکاران، ۲۰۱۳).

با وجود طبیعت پایدار و سرسخت بیوچار در خاک و مقاومت در برابر تجزیه میکروبی، بیوچارهای دمای پایین به دلیل مقدار کربن آلی بیشتر و سهم بالاتری از کربن آلی ناپایدار، می‌توانند منبع مناسبی برای تغذیه میکروبی باشند. از طرفی سطح ویژه زیاد آنها نیز می‌تواند پناهگاهی امن برای جامعه میکروبی ایجاد کند (Khadem and Raiesi, 2017). با این وجود به دلیل ماهیت تجزیه‌پذیری زیاد مواد اولیه، برتری تنفس میکروبی در مقایسه ماده خام اولیه و بیوچارها با مواد اولیه است. غلظت حدود ۲/۵ و ۳ گرم بر کیلوگرم HWSC به ترتیب در تیمارهای بقایای ذرت و کود مرغی با نرخ کاربرد ۴ درصد در مقایسه با غلظت ۱/۳ و ۱/۴ گرم بر کیلوگرم در بیوچار $^{\circ}C$ ۳۵۰ بقایای ذرت و کود مرغی با درصد کاربرد مشابه نیز تأییدی بر این نتایج است (شکل ۲) و دسترسی آسان ریزجانداران را به کربن مواد اولیه نشان می‌دهد؛ افزایش تنفس میکروبی نیز در این شرایط انتظار می‌رود (جدول ۲).



شکل ۲. تاثیر تیمارهای مختلف بر غلظت کربوهیدرات‌های محلول در آب داغ (HSWC) در خاک

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد بیوچارهای دمای پایین (۳۵۰ درجه سلسیوس) می‌تواند مقدار کربن آلی خاک و کربوهیدرات‌های محلول در آب داغ را به طور چشمگیری افزایش دهد ولی بیوچارهای دمای بالا (۶۵۰ درجه سلسیوس) با وجود اثر افزایشی نسبت به شاهد ولی در مقایسه با مواد خام و بیوچارهای دمای کم، خوب عمل نکرده است. روند صعودی این ویژگی‌ها با افزایش درصد کاربرد همه اصلاح‌کننده های مورد مطالعه مشاهده شد. همبستگی قوی و معنی‌دار (۰/۹۱) بین کربن آلی با کربوهیدرات‌های خاک نشان‌دهنده‌ی اهمیت نوع و ساختار ماده آلی است. تنفس میکروبی بر عکس ماده آلی خاک در مواد خام کاربردی بیش از بیوچارهای آنها بود، به نظر می‌رسد پایداری و مقاومت زیاد کربن موجود در بیوچار فرصت جمعیت میکروبی خاک را برای فراهمی و دسترسی به مواد مغذی خاک محدود می‌کند، این محدودیت با افزایش دمای پیرولیز نیز بیشتر می‌شود. بنابراین پیشنهاد می‌گردد که برای اهداف حاصلخیزی خاک از بیوچارهای کود مرغی و بقایای ذرت تولیدی در دمای ۳۵۰ درجه سلسیوس استفاده شود.

منابع

Chan, K.Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A. and Joseph, S. 2007. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. Soil Research. 45(8), 629–634.

Chen, C.R, Condron, L.M., Davis, M.R. and Sherlock, R.R., 2000. Effects of afforestation on phosphorus and biological properties in a New Zealand grassland soil. Plant Soil 220, 151–163.

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P. and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry. 28(3), 350–356.

Gul, S., Whalen, J.K., Thomas, B.W., Sachdeva, V. and Deng, H. 2015. Physicochemical properties and microbial responses in biochar amended soils: mechanisms and future directions. Agriculture, Ecosystems and Environment. 206, 46–59.

Khadem, A. and Raiesi, F. 2017. Responses of microbial performance and community to corn biochar in calcareous sandy and clayey soils. Applied Soil Ecology. 114, 16–27.

Kolton, M., Harel, Y.M., Pasternak, Z., Graber, E.R., Elad, Y., Cytryn, E., 2011. Impact of biochar application to soil on the root-associated bacterial community structure of fully developed greenhouse pepper plants. Applied and Environmental Microbiology. 77, 4924–4930.

Mollinedo, J., Schumacher, T.E. and Chintala, R. 2015. Influence of feedstocks and pyrolysis on biochar's capacity to modify soil water retention characteristics. Journal of Analytical and Applied. Pyrolysis. 114, 100–108.

O'Neill, B., Grossman, J., Tsai, M.T., Gomes, J.E., Lehmann, J., Peterson, J., Neves, E. and Thies, J.E. 2009. Bacterial community composition in Brazilian anthrosols and adjacent soils characterized using culturing and molecular identification. Microbial Ecology. 58, 23–35.

Ouyang, L., Yu, L.Q. and Zhang, R.D. 2014. Effects of amendment of different biochars on soil carbon mineralization and sequestration. Soil Research. 52, 46–54.

Ratnayake, R.R., Seneviratne, G. and Kulasooriya, S.A. 2013. Effect of Soil Carbohydrates on Nutrient Availability in Natural Forests and Cultivated Lands in Sri Lanka. Eurasian Soil Science. 46(5), 579–586.

Sarker, T.C., Incerti, G., Spaccini, R., Piccolo, A., Mazzoleni, S. and Bonanomi, G. 2018. Linking organic matter chemistry with soil aggregate stability: Insight from 13C NMR spectroscopy. Soil Biology Biochemistry.117, 175–184.

Tag, A.T., Duman, G., Ucar, S., Yanik, J., 2016. Effects of feedstock type and pyrolysis temperature on potential applications of biochar. Journal of Analytical Applied Pyrolysis. 120, 200–206.

Verheijen, F., Jeffery, S., Bastos, A.C., van der Velde, M. and Diafas, I. 2010. Biochar application to soils - a critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions. EUR 24099 EN. Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Walkley, A. and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science. 37, 29–38.

Wang, D., Fonte, S.J., Parikh, S.J., Six, J. and Scow, K.M. 2017. Biochar additions can enhance soil structure and the physical stabilization of C in aggregates, Geoderma. 303, 110–117.

Wang, J., Zhang, M., Xiong, Z., Liu, P, and Pan, G. 2011. Effects of biochar addition on N_2O and CO_2 emissions from two paddy soils. Biology and Fertility of Soils. 47, 887–896.

Zimmerman, A.R., Gao, B. and Ahn, M.Y. 2011. Positive and negative carbon mineralization priming effects among a variety of biochar amended soils. Soil Biology and Biochemistry. 43, 1169–1179.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Effect of biochars derived from different feedstocks and pyrolysis temperature on soil organic carbon content, carbohydrate and microbial respiration

Saffari Anaraki[*1], N., Hajabbasi[2], M.A., Shirani[3], H. Mosaddeghi[2], M.R.

[1]PhD Student, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran
[2] Prof., Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran
[3] Prof., Department of Soil Science, College of Agriculture, Shahrekord University, Iran

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of various biochars on the soil organic carbon content, microbial respiration and the hot-water soluble carbohydrates. The experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in the greenhouse. Experimental treatments consisted of poultry manure, corn residue and their bichars with three levels of application (1, 2 and 4 %) at two pyrolysis temperatures of 350 and 650 °C. The results showed that increasing pyrolysis temperature, irrespective of the source of biochar, reduced the soil organic carbon content and microbial respiration. The highest amount of soil organic carbon (3%) was observed in the biochar of maize residues produced at 350 °C and 4% and lowest (0.3%) in the control. Carbohydrates as an important part of the soil organic carbon were also affected by the treatments applications. The concentration of soil carbohydrates was higher in the maize biochars compared to the poultry manure. In general, the results of this study showed that, due to the proven positive effects on carbon sequestration and the increase of soil organic carbon content, the biochars produced at low temperature of pyrolysis (350 ° C) is more suitable than the raw materials for amending soil.

Keywords: Hot-water soluble carbohydrates, Basal soil respiration, Poultry manure, Corn residue

Corresponding author, Email: neda.saffary@yahoo.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

ارزیابی پتاسیم قابل دسترس بر اساس پتانسیل شیمیایی یون‌های جذب شده

مریم موسی پور[۱]، اکبر فرقانی[۲]، عاطفه صبوری[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

[۲] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

[۳] استادیار گروه زراعت و نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

چکیده

پتاسیم در زمینه فرایندهای فیزیولوژیکی حیاتی رشد، کیفیت، عملکرد و مقاومت‌های تنشی محصولات نقش بسزایی ایفا می‌کند. یکی از روش های ارزیابی وضعیت پتاسیم قابل‌دسترس در خاک استفاده از پتانسیل شیمیایی یون‌های جذب شده است. در این تحقیق ۱۰ نمونه خاک از خاک‌های آهکی مناطق مختلف استان لرستان استفاده شد. نمونه‌های مورد نظر پس از هوا خشک شدن و الک کردن، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها اندازه گرفته شد. برای اندازه گیری پتاسیم محلول (آب مقطر)، پتاسیم تبادلی (استات آمونیوم نرمال) پتاسیم غیرتبادلی (اسیدنیتریک نرمال و جوشان) استفاده شد. کلسیم و منیزیم نیز از طریق عصاره‌گیری با آب و تیتراسیون با ADTA استفاده گردید. با توجه به آزمایشات مشخص شد که انرژی تبادلی پتاسیم این خاک‌ها بین ۳۵۴۶- تا ۲۰۵۲ - به‌دست آمد که از نظر تامین پتاسیم مورد استفاده گیاه و حد کفایت خاک مناسب می‌باشند.

کلمات کلیدی: شکل‌های پتاسیم، پتانسیل شیمیایی پتاسیم، خاک‌های لرستان

مقدمه

پتاسیم یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در خاک است که به طور وسیعی مورد مطالعه قرار گرفته است. این عنصر غذایی فراوان‌ترین عنصر موجود در افق سطحی خاک با مواد آلی بالا می‌باشد که علاوه بر وظایف فیزیولوژیکی، در بهبود کیفیت محصولات کشاورزی نیز جایگاه ویژه‌ای به خود اختصاص داده است. این عنصر نقش مهمی را در رشد و توسعه محصولات کشاورزی بازی می‌کند (Tariq و Shah ۲۰۰۰). به‌رغم مقدار بالای این عنصر در خاک فقط بخش کمی از این عنصر برای گیاهان قابل‌دسترس است. نوع کانی‌های رسی بر شکل‌های مختلف پتاسیم در خاک تأثیر دارد که این به ترکیب مواد مادری در خاک بستگی دار(Surapaneni و همکاران ۲۰۰۲؛ Simonsson و همکاران ۲۰۰۷). مهم‌ترین منابع پتاسیم مورد استفاده گیاه، پتاسیم محلول، تبادلی و مقداری پتاسیم غیرتبادلی است که در طول فصل رشد به صورت محلول یا تبادلی درآمده و قابل استفاده گیاه می‌شود(Sparks ۱۹۸۷) . تبدیل پتاسیم از شکلی به شکل دیگر جزئی از دینامیک پتاسیم در خاک را تشکیل می‌هد و سرعت این تبدیل از جنبه حاصل‌خیزی و تغذیه گیاهی و نیز سرنوشت کود پتاسیم اضافه شده به خاک و توصیه کودی حائز اهمیت می‌باشد (توفیقی ۱۳۷۴). در واقع دسترسی گیاهان به پتاسیم خاک توسط برهم‌کنش دینامیک بین منابع مختلف آن کنترل می‌شود. درک نادرست از این برهم‌کنش منجر به مدیریت نادرست در حاصل‌خیزی خاک می‌شود (ابطحی و عباسلو ۱۳۸۷). جذب پتاسیم توسط گیاه از خاک، یکی از مسائل مهم در تغذیه گیاهی است. بیشتر این نقل و انتقال پتاسیم از طریق جریان توده‌ای و پخشیدگی است (دردرپور ۱۳۹۵). مطالعه شیمی و حاصلخیزی پتاسیم در خاک-های مناطق خشک و نیمه‌خشک معمولاً کم می‌باشد، زیرا در این خاک‌ها معمولاً ذخیره بالایی پتاسیم دارد ، به‌هرحال خاک‌های تحت کشت متراکم در حال تخلیه شدن منابع پتاسیم قابل‌استفاده گیاه هستند و تعیین میزان پتاسیم در خاک و قدرت خاک برای تأمین پتاسیم گیاه، برای مدیریت تغذیه پتاسیم ضروری است (Simonsson و همکاران ۲۰۰۷).

[1] مریم موسی پور، لرستان، ۰۹۱۶۷۴۹۸۶۳۲

روش دیگر سنجش قابلیت استفاده پتاسیم، بر اساس اندازه‌گیری انرژی لازم برای تبادل کاتیون‌های دو ظرفیتی غالب در خاک یا بر اساس پتانسیل الکتروشیمیایی یون‌های جذب‌شده می‌باشد. چون در محلول به حالت تعادل درآمده خاک، توان شیمیایی یون‌های موجود در محلول خاک برابر انرژی یون‌های جذب شده در سطح خاک است، بنابراین اندازه‌گیری توان شیمیایی محلول، اطلاعاتی را در زمینه پتانسیل یون‌های جذب شده ارائه می‌دهد (Woodruff ۱۹۵۵). تغییرات پتانسیل الکتروشیمیایی از این رابطه (۱) به دست می‌آید:

$$\Delta F = - RT \, Ln[cK/(\sqrt{cCa} + cMg)]$$ رابطه (۱)

ΔF: تغییرات در انرژی آزاد برحسب کالری در مول R: ضریب ثابت گازها

T: درجه حرارت مطلق C: غلظت بر حسب مولکول گرم بر لیتر

به دلیل رقت زیاد املاح در محلول خاک در معادله بالا، به جای فعالیت یون‌ها از غلظت آن‌ها استفاده شده است. محدوده ΔF را بین ۲۰۰۰- تا ۴۰۰۰- کالری در مول می‌دانند؛ که حد بالایی ۲۰۰۰- نشان‌دهنده کفایت پتاسیم و حد پایین آن یعنی ۴۰۰۰- نشان‌دهنده کمبود آن است. ΔF در خاک‌های تهی از پتاسیم در حدود ۶۰۰۰- است. در این روش برای بیان قابلیت استفاده پتاسیم از عامل شدت استفاده‌شده است. همچنین اطلاعاتی درباره توان جایگزینی پتاسیم حالت مایع از راه جابجایی پتاسیم قابل‌تبادل در حضور کلسیم و منیزیم داده شده است. لازم به ذکر است که در این روش نسبت فعالیت پتاسیم به کلسیم و منیزیم اندازه‌گیری شده بین خاک‌های حاوی مقادیر متفاوت پتاسیم فرقی نمی‌گذارد، بنابراین در شرایطی که نسبت کاتیون‌ها مشابه باشد، ارقامی مشابه برای خاک‌هایی با ظرفیت نگه‌داری کاتیون‌ها زیاد و کم ارائه می‌دهد (ملکوتی و همایی ۱۳۷۳). بر اساس تحقیقات سینگ و جونز (۱۹۷۵) مقدار انرژی تبادلی پتاسیم بین ۳۵۰۰- تا ۴۰۰۰- کالری برمول به دست آمد که این مقدار با کمبود پتاسیم در ارتباط است.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق تعداد ۱۰ نمونه خاک از خاک‌های سطحی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری از هر نمونه به نحوی که دارای پراکندگی قابل قبولی از نظر میزان پتاسیم، بافت، درصد آهک و همچنین دارای پراکنش جغرافیایی باشد انتخاب گردید. پس از هوا خشک کردن، نمونه‌ها از الک 2mm عبور داده شد. سپس مقدار آهک (روش خنثی‌سازی با اسید و تیترکردن با سود)، pH (سوسپانسیون 1:2.5 خاک به آب با استفاده از دستگاه pH متر)، EC (عصاره گیر گل اشباع توسط دستگاه هدایت الکتریکی)، درصد مواد آلی به روش اکسایش تر) و بافت به روش هیدرومتری (Page و همکاران ۱۹۸۲) تعیین گردید. برای اندازه‌گیری شکل‌های محلول، تبادلی و غیرتبادلی پتاسیم، به ترتیب از عصاره‌گیرهای آب مقطر، استات‌آمونیوم یک نرمال و خنثی (Knudsen و همکاران ۱۹۸۲) و اسید نیتریک یک مولار و جوشان استفاده گردید (Helmeke و Sparks ۱۹۶۶). سپس مقدار هر کدام از اشکال پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فوتومتر قرائت گردید. برای محاسبه ΔF ابتدا غلظت پتاسیم و کلسیم و منیزیم در فاز محلول اندازه - گیری و با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید.

نتایج و بحث

تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده شد این خاک‌ها دارای خصوصیات متفاوتی از نظر مقدار رس، ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد آهک و سایر خصوصیات مشاهده شد. دامنه تغییرات رس بین ۳۸-۱۲ درصد با میانگین (۲۴/۹) ، ماده آلی بین ۲/۱۴-۰/۰۴ درصد با میانگین (۰/۴۱)، شوری خاک بین ۲/۳۳-۰/۹۹ (dSm^{-1}) با میانگین (۱/۴۸)، ظرفیت تبادل کاتیونی بین ۲۱-۸ ($Cmol_c.Kg^{-1}$) با میانگین (۱۵/۱)، مقدار آهک بین ۵۵-۱۵ درصد با میانگین (۳۴/۵۵)، pH ۸/۱-۷/۸ با میانگین(۷/۹۵) و دامنه تغییرات سیلت بین ۶۰-۱۳ درصد با میانگین(۳۹/۶) بود.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های موردمطالعه

شماره خاک	pH	Ec (dSm^{-1})	CEC ($Cmol_c.Kg^{-1}$)	O.C (%)	Clay (%)	Silt (%)	CaCO3 (%)
۱	۸/۰۱	۱/۶	۲۱	۰/۳۹	۳۸	۳۹	۳۵
۲	۸/۱۰	۱/۴۸	۹	۰/۰۴	۱۵	۶۰	۵۵
۳	۷/۹۱	۱/۴۳	۱۱	۰/۱۹	۱۷	۱۹	۳۰
۴	۷/۹۵	۲/۳۳	۱۷	۲/۱۴	۱۹	۳۴	۳۲/۵
۵	۸/۰۸	۱/۳۹	۱۶	۰/۷	۲۶	۴۹	۴۵
۶	۷/۸	۱/۰۲	۱۸	۰/۱۴	۳۳	۳۵	۲۵
۷	۷/۸۵	۱/۴۱	۸	۰/۱۸	۱۲	۵۵	۳۵
۸	۷/۹۱	۰/۹۹	۱۹	۰/۰۷	۳۵	۴۲	۴۰/۵
۹	۷/۹۸	۱/۲۷	۱۸	۰/۱۹	۳۲	۱۳	۳۲/۵
۱۰	۷/۹۷	۱/۹	۱۴	۰/۰۹	۲۲	۵۰	۱۵
میانگین	۷/۹۵	۱/۴۸	۱۵/۱	۰/۴۱	۲۴/۹	۳۹/۶	۳۴/۵۵

همان طور که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود شکل‌های مختلف پتاسیم برای هر خاک مشخص شده است . طبق آن بیشترین پتاسیم محلول و غیر تبادلی برای خاک شماره ۴ می‌باشد. پبشترین و کمترین پتاسیم تبادلی به ترتیب برای خاک شماره ۱و ۳ می‌باشد. بیشترین انرژی تبادل پتاسیم برای خاک شماره است ۴ (۲۰۵۲-) با بالاترین مقدار پتاسیم محلول می‌باشد و کم‌ترین مقدار برای خاک شماره ۳ (۳۵۴۶-) با کمترین مقدار پتاسیم محلول است. حاجی‌زاد و هکاران (۱۳۸۹) با مطالعه خاک‌های آهکی آذر بایجان مقدار پتانسیل شیمیایی این خاک‌ها را ۳۸۹۸- تا ۲۳۴۸ – را به دست آورد که پتاسیم لازم جهت تامین نیاز گیاهان را فراهم می‌کند.

جدول ۲- مقادیر شکل‌های پتاسیم خاک‌های و انرژی تبادل پتاسیم مورد مطالعه

شماره خاک	پتاسیم محلول	پتاسیم استخراج شده با استات‌آمونیوم مولار	پتاسیم تبادلی	پتاسیم غیر تبادلی	انرژی تبادل پتاسیم
	(mg/kg)				(cal/mol)
۱	۳۷	۴۸۰	۴۴۳	۵۲۰	-۲۲۵۰
۲	۱۵	۳۶۵	۳۵۰	۴۳۰	-۳۵۰۰
۳	۱۴	۱۰۶	۹۲	۱۱۰	-۳۵۴۶
۴	۵۲	۴۸۳	۴۳۱	۶۸۰	-۲۰۵۲
۵	۲۴/۵	۴۳۰/۵	۴۰۶	۸۳۰	-۲۳۴۵
۶	۲۱	۳۲۳	۳۰۲	۱۸۰	-۲۷۳۲
۷	۳۵	۴۱۷	۳۸۲	۴۲۰	-۲۳۲۲
۸	۱۶	۲۵۵	۲۳۹	۵۳۰	-۳۰۲۳
۹	۱۴/۵	۳۰۱	۲۸۶/۵	۵۸۰	-۳۳۰۰
۱۰	۱۶	۲۸۰	۲۶۴	۳۹۰	-۲۹۹۰
میانگین	۱۹/۲	۳۱۹/۵۵	۳۱۸/۳۷۵	۴۶۷	-۲۴۷۶

نتیجه‌گیری

با توجه به مقادیر انرژی تبادل پتاسیم محدوده آن بین ۳۵۴۶- تا ۲۰۵۲- مشاهده شد با توجه به اینکه حد کفایت پتاسیم بین ۲۰۰۰- تا ۴۰۰۰- است بنابراین خاک‌های مورد مطالعه از نظر تامین پتاسیم مناسب تشخیص داده شده است. از طرفی چون سینگ و جونز (۱۹۵۵) حد کفایت پتاسیم مورد نیا برای گیاه را ۲۵۰۰- تا ۳۵۰۰- گزارش کرده است بنابراین این خاک‌ها تقریبا پتاسیم مورد نیاز گیاه را تامیین می‌کنند.

منابع

ابطحی، ع. و ح. عباسلو. ۱۳۸۷. نسبت کمیت-شدت (Q/I) پتاسیم و ارزیابی همبستگی پارامترهای آن با خصوصیات خاک در تعدادی از خاک‌های استهبان-استان فارس. دهمین کنگره علوم خاک ایران.

توفیقی، ح. ۱۳۷۴. سینتیک آزاد شدن پتاسیم از خاک‌های شالیزاری شمال ایران ۱-مقایسه و ارزیابی معادلات سینتیکی مرتبه اول، مرتبه صفر و دیفیوژن پارابولیکی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۴۱-۲۷:۲۶.

حاجی زاده، ش.، ع.صمدی. ع. موحدی نائینی و ف. خرمالی. ۱۳۸۹. پارامترهای کمیت به شدت و شکل‌های پتاسیم و ارتباط آن‌ها با کانی‌شناسی رس در برخی ار خاک‌های آهکی تحت کشت انگور استان آذربایجان. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد ۱۷، شماره ۳.

دردیپور، الف، وبلاگ حاصل‌خیزی خاک و تغذیه گیاه. / http://www.dordipour.blogfa.com بازدید: دیماه ۱۳۹۵.

ملکوتی، م. ج؛ و م. همایی. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک « مشکلات و راه حل‌ها». چاپ اول انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ص: ۲۴۰-۲۶۵.

Helmeke, P. A., and Sparks, D. L., 1996. Methods of Soil Analysis, part 3. Chemical methods. 2nd Ed, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin USA.

Knudsen, D., Peterson, G.A., and Pratt, P.F. 1982. Lithium, sodium and potassium. P225-246, In: Page, A.L., et al., (eds.), Methods of Soil Analysis, Part 2. American Society of Agronomy, Madison. WI. USA.

Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keency. 1982. Chemical and Microbiogical Properties Second Edition. Research Institute, Los Banos, Philippines. 291 p.

Simonsson, M., Andersson, S., Andrist-Rangel, Y., Hillier, S., Mattsson, L., and Öborn, I., 2007. Potassium release and fixation as a function of fertilizer application rate and soil parent material. Geoderma, 140: 188-198.

Singh, B.B. and Jones, J.P. 1975. Use of sorption-isotherms for evaluating potassium requirement of plants. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 39: 881-896.

Sparks, D.L. 1987. Potassium dynamics in soils. Adv. Soil Sci. 6: 1-63.

Surapaneni, A., A.S. Palmer. R.W. Tillman. J.H. Kirkman and P.E.H. Gregg. 2002. The mineralogy and potassium supplying power of some loessial and related soils of New Zealand. Geoderma, 110: 191-204.

Tariq, M., and M. Shah. 2002. Response of wheat to applied soil potassium. Asian J. Plant Sci. 4: 1. 470-47

Woodruff, C.M., 1955. The energies of replacement of Calcium by potassium in soils. Soil Sci. soc. Am. Proc. 19: pp 36-40.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Evaluation of available potassium based on the chemical potential of adsorbed ions

Maryam mosapour[1], Akbar Forghani[2], Atefeh Sabouri[3]

[1] Master Student of Chemistry and Soil Fertility, University of Guilan

[2] Associate Professor of Chemistry and Soil Fertility, University of Guilan

[3] Associate Professor of Plant Breeding, University of Guilan

Abstract

Potassium plays a significant role in the physiological vital processes of growth, quality, performance, and tensile strengths of the products. One of the methods for estimating the available potassium status in soil is to use the chemical potential of absorbed ions. In this research, 10 soil samples from calcareous soils of different regions of Lorestan province were used. The samples were measured after air drying and sifting, their physical and chemical properties were measured. To measure potassium (distilled water), exchangeable potassium (normal ammonium acetate), non-solid potassium (normal and boiling). Calcium and magnesium were also used by water extraction and titration with ADTA. According to the experiments, it was determined that the exchangeable energy of potassium in these soils was between 3546 and 2052, which is suitable for potassium supply and the soil adequacy.

Keywords: Potassium Formations, Potassium Chemical Potential, Lorestan Soils

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

بهینه‌یابی اقتصادی خصوصیات فیزیکی برای بسترهای کشت آلی و معدنی

محبوبه مظهری[۱*]،نگار نیک اختر[۲]، سامان ملک نیا[۳]

[۱] استاد یار گروه خاک شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، ایران

[۲]دانش آموخته گروه خاک شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، ایران

[۳] دانشجو دکتری گروه خاک شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، ایران

چکیده

افزایش روز افزون جمعیت همزمان با وجود محدودیت در منابع تامین کننده غذا نظیر خاک، دنیای امروز را بر آن داشته تا از فناوری‌های موفق و موثرتری جهت جایگزینی خاک استفاده گردد. کشت بدون خاک روشی جدید در بسیاری از کشورهایی است که دارای محدودیت منابع خاک و آب هستند. در این مقاله، دو ماده آلی (کوکوپیت، پیت‌ماس) و دو ماده معدنی (پرلیت، زئولیت) به عنوان بستر کشت مورد بررسی قرار گرفتند. هرکدام از چهار ماده در نسبت‌های (۱۰۰-۰) باهم تلفیق شدند و سه خصوصیت ماده آلی، تخلخل و میزان ذخیره رطوبت در آن‌ها جهت بررسی بهترین مدل رگرسیونی مورد ارزیابی قرار گرفتند. مدل‌های مختلف شامل رگرسیون خطی، لگاریتمی، چند جمله‌ای و نمایی تعیین شدند و سپس در هر مورد خوبی برازش توسط معیار حداقل خطای استاندارد (MSE) مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. همچنین حداقل‌سازی قیمت و بهینه‌یابی اقتصادی برای بسترهای تلفیقی از طریق برنامه‌ریزی ریاضیاتی با استفاده از نرم‌افزار (WinQSB) انجام شد. نتایج نشان داد که هر سه خصوصیت فیزیکی ماده آلی، میزان ذخیره رطوبت و فضای تخلخل کل دارای عملکردی غیرخطی می‌باشند و مدل رگرسیون نمایی برای هرکدام از بسترهای تلفیق شده مناسب‌ترین مدل می‌باشد.

کلمات کلیدی: حداقل‌سازی قیمت، مدل‌های رگرسیون، کشت بدون خاک، خصوصیات فیزیکی خاک

مقدمه

خاک به عنوان منبعی برای حمایت از گیاهان و واسطه‌ای برای تامین آب، مواد معدنی و اکسیژن به شمار می‌رود. وجود خاک برای رشد و نمو اجزای مختلف اندام‌های گیاهی ضروری می‌باشد. خاک دارای خلل و فرج ریزی است که توانایی فراهم نمودن وضعیتی مساعد برای نگهداری میزان مناسبی از آب‌وهوا و نفوذ آن‌ها به سمت ریشه را فراهم می‌نماید(فوت و الیس، ۱۹۸۸؛ هاولین و همکاران، ۱۹۹۹؛ راسل، ۲۰۰۸).

روش کشت بدون خاک یکی از روش‌های موثر و جایگزین کشت در خاک است، این روش در سال‌های اخیر پیوسته در حال گسترش و توسعه می‌باشد. پروژه‌ها و تحقیقات موفقیت آمیز زیادی در کشورهای مختلف سراسر جهان گواه روشنی بر اثبات این مهم می‌باشند که این روش با اعمال راهکارهای مدیریتی از قبیل کنترل میزان آب آبیاری و مواد مغذی در مقایسه با کشت در خاک می‌تواند حداکثر تولید سبزیجات و گیاهان زینتی با کیفیت و کمیت بالا در حداقل زمان حتی در سطوح وسیع گلخانه‌ای داشته باشد. با توجه به شرایط کشور ایران، روش کشت بدون خاک می‌تواند به یک دانش بومی و کارامد برای تولید محصولات مختلف به خصوص در مناطق محروم کشور تبدیل شود (علیزاده، ۱۳۸۴؛ مارتینز و آباد، ۱۹۹۲؛ وردونک و بون، ۱۹۸۱).

موادآلی که به عنوان جزئی از یک بستر به همراه مواد معدنی تلفیق می‌شوند، معمولا شامل پیت، کوکوپیت، پوست‌کاج و موادی از این قبیل می‌باشند که دارای تخلخل بالا، تبادل یونی، توانایی نگهداری آب، همراه با چگالی پایین می‌باشند(زرین کفش، ۱۳۸۵؛ ورده و بون، ۲۰۰۰؛ ییگر و همکاران، ۲۰۰۷). این خصوصیات باعث فراهم نمودن آب و هوادهی مناسب برای ریشه، امکان حداکثر رشد ریشه و حمایت فیزیکی گیاه می‌باشند (بیلدربک و همکاران، ۲۰۰۵). از سویی دیگر بستر کشت باید ارزان، در دسترس و کاربرد آن از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد(داویدسون و همکاران، ۱۹۹۸). خصوصیات مواد مختلف مورد استفاده در بستر کشت، اثرات مستقیم وغیر مستقیمی روی رشد و تولید محصول می‌گذارد و انتخاب بستر مناسب یکی از مهم‌ترین عوامل موثر در تولید موفقیت آمیز در کشت بدون خاک است(وردونک و همکاران، ۱۹۸۲). در بسیاری از کشورها، بسترها

* ایمیل نویسنده مسئول: Mahbubehmazhari@gmail.com

با روش‌های سنتی و شیوه‌های نادرست فراهم می‌شوند و تلفیق‌ها در نبود آگاهی و شناخت کافی در مورد نسبت اجزا و هزینه‌های مربوطه فرمول‌بندی شده‌اند. برای حل این مشکل می‌توان راه‌حل‌هایی را برای ارزیابی تلفیق، ارزش مواد استفاده شده و یافتن منابع بهینه با کمک برآورد شماری از متغیرهای مرتبط در مورد جنبه پیچیده فرمول‌بندی بستر در نظر گرفت(زامورا و همکاران، ۲۰۰۵).

مدل‌سازی خصوصیات فیزیکی ترکیبات، با کمک مدل‌های رگرسیون با توجه به نسبت‌های موجود برای هر ترکیب صورت گرفته است. وینستون در سال (۱۹۹۵) نرم‌افزار تجاری هایپر لینگو/ پی‌سی را برای برنامه‌ریزی ریاضیاتی ارائه داد. این برنامه به عنوان مبنایی اساسی و مهم برای بازارا و همکارانش در سال (۲۰۰۶) در حل برنامه‌ریزی ریاضیاتی غیرخطی در تعیین شیب کلی کاهش و به عنوان روشی برای بهینه‌یابی مورد استفاده و بررسی قرار گرفت. گارسیا و لوپز در سال (۲۰۱۲) در مقاله خود برای بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی تخلخل کل، ظرفیت نگهداری رطوبت و ماده‌آلی بسترهای تلفیقی اقدام به مدل‌سازی نمودند. از آن جایی که خصوصیاتی چون تخلخل کل و ظرفیت نگهداری رطوبت رفتار خطی از خود نشان ندادند، آن‌ها از مدل‌های رگرسیون غیرخطی مناسب استفاده نمودند.

زامارا و همکارانش در سال (۲۰۰۵) فرمول‌نویسی برای بسترهای کشت را با استفاده از برنامه‌ریزی خطی انجام دادند. گارسیا و لوپز در سال (۲۰۱۲) روش زامارا و همکارانش را به عنوان مبنایی برای فرمول بندی بسترهای تلفیقی خود قرار دادند و در نهایت به تاثیرگذار بودن روش پیشنهادی زامارا و همکارانش در برطرف نمودن مشکلات برنامه‌ریزی ریاضیاتی خطی اشاره نمودند. برنامه‌ریزی ریاضی یک روش تجربی برای فرمول بندی تلفیق بسترهای بدون خاک می باشد و عموماً تقریب و تخمین خوبی را فراهم می‌آورد (وردونک، ۱۹۸۲؛ ورده و همکاران، ۲۰۰۰).

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج انجام گرفت. نمونه‌ها شامل چهار بستر مختلف می‌باشند که دو بستر آلی و دو بستر معدنی می‌باشند. چهار بستر عبارتند از پرلیت و زئولیت(بسترهای معدنی)، پیت و کوکوپیت(بسترهای آلی) هستند. بررسی ویژگی های فیزیکی بسترها به صورت انفرادی و به صورت ترکیب بسترها به شکل دو به دو صورت پذیرفت. ماده‌آلی برای هر کدام از بسترها با استفاده از روش والکی‌بلک اندازه‌گیری شدند(منطقی، ۱۳۶۵).

فضای تخلخل کل، نگهداری رطوبت، ماده‌آلی برای هر چهار بستر پرلیت، زئولیت، کوکوپیت و پیت‌ماس اندازه‌گیری شد. خواص فیزیکی نام برده شده بر پایه یک درصد حجمی اساسی می باشند. در طی روند آزمایش داشتن ساختاری تغییر ناپذیر برای یک بستر مهم می باشد. متورم شدن یا جمع و کوچک شدن بسترها در طول شرایط اشباع باعث ایجاد خطا در به دست‌آوردن داده‌ها می‌شود. این حالت‌ها (متورم و یا جمع و کوچک شدن) برای بسترهای آلی بیشتر رخ می‌دهد بدین منظور بسترهای آلی از قبیل کوکوپیت و پیت‌ماس هر کدام یک روز قبل از انجام آزمایش به مدت ۲۴ ساعت در هوای آزاد پهن شدند. آزمایش نباید بر روی نمونه‌هایی با رطوبت کمتر از ۱۰ درصد یا بالاتر از ۲۰ درصد قرار گیرد. میزان رطوبت نمونه‌ها پس از پهن‌شدن و خشک‌شدن در مدت ۲۴ ساعت حدودا ۱۵ درصد بوده است. همچنین شش ترکیب بستر شامل T_1 تا T_6 ایجاد گردید. به عنوان مثال T_1 ترکیب (زئولیت و پرلیت) در یازده تلفیق مختلف از (صفر تا ۱۰۰) درصد می‌باشد. خصوصیات فیزیکی ذکر شده در تمام ترکیب‌ها و درصدهای مختلف تلفیق، آزمایش شد.

به جهت بررسی تاثیر نسبت‌های مختلف بسترها بر روی خصوصیات فیزیکی بستر(درصد ماده آلی OM، فضای تخلخل کل TPS، نگهداری رطوبت HR)، از مدل‌های رگرسیون خطی، چند جمله‌ای، لگاریتمی و نمایی صورت گرفت و همچنین مقادیر MSE و R-square به عنوان معیار خوبی برای برازش ویژگی های فیزیکی مدل‌ها در نظر گرفته شد. فرم اصلی تابع تشکیل دهنده مدل‌های رگرسیونی به کاربرده شده به صورت زیر بوده است:

$$Y = f(x_1, x_2) + e$$

که درآن Y متغیر وابسته که شامل تخلخل کل، ذخیره رطوبت و یا ماده آلی است تابعی از نسبت‌های مختلف دو متغیر مستقل X_1 و X_2 و یا همان خصوصیات فیزیکی تلفیق بسترها می‌باشد. به دلیل اینکه هر یک از نسبت بسترها تاثیرات مستقل و متفاوتی بر متغیر وابسته دارند، برای هر متغیر مدلی جداگانه برآورد می‌شود. در این مدل $f(X_1,X_2)$ شکل تابعی مدل می‌باشد که X_1 و X_2 نشان دهنده نسبت تلفیق دو بستراست که همواره $X_1+X_2=1$ می‌باشد. e خطا مدل می‌باشد. فرم تابعی مدل‌های مختلف رگرسیونی به کاربرده شده در این پژوهش به صورت زیر بوده است:

$$Y = P_1X_1 + P_2X_2 + \varepsilon \quad (۱)$$

$$Y = P_1X_1 + P_2X_2 + P_3X_1^2 + P_4X_2^2 + \cdots + P_KX_2^K + P_{K+1}X_2^K + P_{K+2}X_1X_2 + \varepsilon \quad (۲)$$

$$Y = P_1 logX_1 + P_2 logX_2 + \varepsilon \quad (۳)$$

$$Y = P_1 exp\{P_2 X_1 + P_3 X_2 + P_4 X_1^2 + P_5 X_1^3\} + \varepsilon \quad (۴)$$

بعد از برآورد مدل‌های فوق و شناسایی مدل برتر، ضرایب آن مدل به‌عنوان ارتباط بین نسبت‌های مختلف بسترها و خصوصیات فیزیکی بستر لحاظ می‌گردند و در فرمول‌بندی برنامه‌ریزی ریاضی بکار گرفته می‌شوند. بیش از دودهه است که تلاش‌هایی درجهت استفاده از روش‌های اقتصاد سنجی در تخمین پارامترها یا الگوهای بهینه‌سازی صورت گرفته است که درآن روش‌های اقتصاد سنجی و برنامه‌ریزی به طور مناسب باهم ترکیب شده است. در این مطالعه نیز برنامه‌ریزی ریاضی جهت نیل به بهینه اقتصادی و فنی، برای سه متغیر فضای کل تخلخل ، رطوبت و مواد آلی صورت پذیرفته که ساختار مدل‌های برنامه‌ریزی به صورت زیر است.

$$Z = C'X_1 + C'X_2 \quad (۵)$$
$$ax \leq b$$
$$x \leq x_0$$
$$x \geq 0$$

در این مدل Z (نشان‌دهنده تابع هدف) بوده که نسبت به محدودیت‌های موجود حداقل می‌گردد. در این مطالعه محدودیت‌های سطوح بالا و پایین برای درصد ماده‌آلی، فضای تخلخل کل و نگهداری رطوبت درنظر گرفته می‌شود که بعد از شناسایی بهترین فرم برای ارتباط بین این متغیرها با نسبت ترکیب بسترها، فرمول‌بندی می‌شوند.

نتایج و بحث

با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰، مقادیر حداقل خطای استاندارد[1] در مدل‌های مختلف رگرسیونی خطی، چند جمله‌ای، لگاریتمی و نمایی برای تعیین خوبی برازش، برآورد شدند. هر مدلی که دارای کمترین مقدار حداقل خطای استاندارد باشد بهترین مدل می‌باشد. خطای استاندارد حاصل از برازش مدل‌ها در جدول ۱ آورده شده است که با توجه به اینکه در تمامی بسترهای تلفیقی مدل نمایی حداقل خطای استاندارد را دارا می‌باشد به عنوان بهترین مدل برای بررسی تاثیر نسبت بسترها بر خصوصیات فیزیکی انتخاب گردید.

جدول ۱. مقادیرحداقل خطای استاندارد(MSE) برای بسترهای تلفیقی درمدل‌های مختلف

	$T_۶$	$T_۵$	$T_۴$	$T_۳$	$T_۲$	$T_۱$
خطی	۲۶/۶۴۶	۵۳/۱۴۲	۰/۱۳۳	۲۶/۷۴۹	۱۲/۴۷۲	۰/۱۲۴
چندجمله ای	۲۴/۹۱۵	۴۳/۳۸۶	۰/۱۳۴	۲۱/۱۵۵	۱۱/۹۶۱	۰/۱۰۹
لگاریتمی	۶/۰۴۰	۱۷/۰۷۳	۲۳/۰۸۵	۱۴/۲۴۳	۲۰/۷۴۴	۰/۱۴۱
نمایی	۰/۰۰۴	۰/۰۲۲	۰	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۰۶۷

در این مدل عرض از مبدا صفر در نظر گرفته می‌شود زیرا در حالتی که $X_1 = X_2 = 0$ مقدار Y برابر با عرض از مبدا خواهد بود. بنابراین بهترین مدل از لحاظ خوبی برازش برای متغیرهای وابسته پژوهش مدل رگرسیون نمایی می‌باشد که فرم زیر را داراست.

$$Y = P_1 Z_1 + P_2 Z_2 \times exp\{P_3 Z_1 + P_4 Z_2 + P_5 Z_1^2 + P_6 Z_1^3\} + \varepsilon \quad (۶)$$

نتایج برآورد مدل نمایی برای متغیرهای وابسته(ماده آلی، فضای تخلخل کل و نگهداری رطوبت) در جداول ۲، ۳، ۴ آورده شده است که این ضرایب در فرمول‌بندی روابط برنامه‌ریزی ریاضی بکار گرفته شده است.

جدول ۲. مقادیر برآورد شده پارامتر $\hat{P}$ و MSE برای متغیر وابسته ماده‌آلی(Y=OM)

ترکیب	MSE	R-Square	$\hat{P}_6$	$\hat{P}_5$	$\hat{P}_4$	$\hat{P}_3$	$\hat{P}_2$	$\hat{P}_1$
T_1	۰/۰۱۹۸	۰/۶۴۷۴	۷/۷۷۹	-۱۶/۳۵	-۴/۴۶۸	۷/۶۰۶	۳/۳۶۱	-۰/۰۲۲۳۵
T_2	۱/۳۰۷	۰/۹۸۷۸	۰/۱۷۲۷	۰/۵۱۶	۲/۷۵۳	۲/۳۳۲	۵/۶۴۳	۰/۱۰۸۹

[1] MSE

T_3	۳/۰۵۴	۰/۹۹۴۹	-۱/۱۱۷	۳/۱۵	۲/۸۱۶	۱/۱۸۷	۵/۳۸۷	-۰/۴۳۲۵
T_4	۰/۰۲۴	۰/۸۲۸۹	-۰/۰۶۳۵۳	۰/۰۲۹۹۳	۳/۲۷۹	۳/۲۷۳	۳/۳۹	۹۰/۸۸
T_5	۲/۱۷۱	۰/۹۶۶۱	-۰/۳۲۶۹	۲/۲۰۴	۲/۷۶۹	۱/۱۳۸	۵/۳۱۸	۰/۵۵۳۵
T_6	۱/۹۴۵	۰/۹۸۵۸	۰/۰۵۹۰۵	۱/۳۸۵	۳/۱۰۲	۲/۱۸۸	۳/۹۴۲	۱/۶۹۲

جدول ۳. مقادیر برآورد شده MSE و پارامتر $\widehat{P}$ برای متغیر وابسته فضای تخلخل کل(TPS)

ترکیب	MSE	R-Square	$\widehat{P}_6$	$\widehat{P}_5$	$\widehat{P}_4$	$\widehat{P}_3$	$\widehat{P}_2$	$\widehat{P}_1$
T_1	۰/۴۰۶	۰/۸۰۳۷	۰/۵۰۶۶	-۰/۸۵۳۴	۲/۰۷۳	۱/۹۴۳	۵/۳۴۵	۴۳/۴۵
T_2	۲/۲۲۶	۰/۹۹۴۶	۱/۷۱۲	-۱/۷۱۳	۳/۱۲	۳/۸۰۱	۳/۸۱۱	۴۲/۹۷
T_3	۲/۳۹۹	۰/۹۸۴۳	۱/۷۳۱	-۱/۸۲۲	۲/۹۳۸	۳/۵۶۴	۳/۶۷۸	۴۳/۸۴
T_4	۱/۳۵۰	۰/۹۷۹۶	۱/۷۷۵	-۱/۹۷۷	۲/۹۰۶	۳/۶۹۲	۳/۷۶۶	۸۵/۷۴
T_5	۶/۶۵۴	۰/۹۶۳۵	۲/۲۱۹	-۲/۳۳	۲/۵۸	۳/۲۰۱	۵/۳۳۴	۴۲/۸۱
T_6	۱/۲۱۲	۰/۹۹۷۵	۱/۸۹۴	-۲/۳۳	۳/۱	۳/۹۲۴	۳/۸۸۱	۴۲/۵۷

جدول ۴. مقادیر برآورد شده MSE و پارامتر $\widehat{P}$ برای متغیر وابسته نگه‌داری رطوبت(HR)

ترکیب	MSE	R-Square	$\widehat{P}_6$	$\widehat{P}_5$	$\widehat{P}_4$	$\widehat{P}_3$	$\widehat{P}_2$	$\widehat{P}_1$
T_1	۰/۲۶۰	۰/۸۸۴۹	۰/۰۸۳۵۹	۰/۳۱۶۲	۲/۱۶۸	۱/۹۴۶	۴/۰۸	۳۷/۴۱
T_2	۰/۶۷۳	۰/۹۹۸۳	۱/۷۷	-۲/۰۹۹	۳/۰۰۵	۳/۸۳۵	۳/۸۶۲	۳۷/۶۷
T_3	۰/۵۵۸	۰/۹۹۶۴	۱/۴۵۳	-۱/۵۴۷	۰/۹۵۳۹	۱/۵۱۳	۲۴/۵۴	۳۷/۷۴
T_4	۰/۶۳۲	۰/۹۸۶۲	۱/۸۷۶	-۱/۹۵۸	۲/۴۲۸	۳/۱۵۹	۵/۶۵۵	۷۷/۵۲
T_5	۰/۹۸۱	۰/۹۹۴۶	۱/۷۳۵	-۱/۷۳	۲/۴۸۷	۳/۱۰۸	۵/۳۴۸	۳۵/۴۵
T_6	۰/۳	۰/۹۹۹۳	۱/۷۶۳	-۱/۹۴۴	۲/۵۰۱	۳/۱۸۱	۶/۳۶۹	۳۵/۷

سپس با استفاده از نرم‌افزار WinQSB، تابع هدف که در واقع به حداقل رساندن هزینه بسترهای تلفیقی به کاربرده شده در پژوهش می‌باشد، تعیین شد که با استفاده از این نرم افزار مواردی چون Ck (هزینه به تومان هر لیتر از بستر K اُم می‌باشد) برآورد شد. قیمت کل هر یک از بسترهای مورد استفاده در پژوهش به شرح زیر می‌باشد:

قیمت کل پرلیت مصرف شده چهارهزار تومان — قیمت کل زئولیت مصرف شده بیست هزار تومان

قیمت کل پیت‌ماس مصرف شده دوازده هزار تومان — قیمت کل کوکوپیت مصرف شده هشت هزار و دویست تومان

Xk (میزان نسبت در هر سی‌سی از بستر Kاُم)، Mk (درصد ماده‌آلی در هر سی‌سی بستر Kاُم)، Ek (درصد فضای تخلخل کل در هر سی‌سی بستر Kاُم) و Dk (درصد ذخیره رطوبت در هر سی‌سی بستر kاُم) می‌باشد.

همچنین محدودیت‌ها و سطوح بالاتر و پایین‌تر برای درصد ماده‌آلی تعیین شده است. OMs و OMi به ترتیب سطوح بالاتر و پایین‌تر برای ماده‌آلی می‌باشند. درمورد بسترهای تجاری در کشت بدون خاک، به توصیه آباد و همکاران در سال (۱۹۸۸) برای ماده‌آلی محدودیت پایین‌تر(۴۵-۰) و محدودیت بالاتر(۹۰-۴۶)، برای فضای تخلخل کل محدودیت بالاتر(۸۶-۷۱) و (۷۰-۵۵) برای محدودیت پایین‌تر می‌باشد. همچنین، برای ذخیره رطوبت نیز محدودیت بالاتر(۷۶-۶۱) و محدودیت پایین‌تر(۶۰-۴۵) در نظر گرفته شد.

در نهایت معادله زیر برای هر کدام از متغیرهای (TPS، HR و OM) نوشته شده است:

$$\min_{x_1,x_2} c_1x_1 + c_2x_2 \qquad (۷)$$

مشروط بر آن‌که

$$x_1 + x_2 = 1$$

$$\hat{P}_1^1 m_1 x_1 + \hat{P}_2^1 m_2 x_2 \exp\{\hat{P}_3^1 m_1 x_1 + \hat{P}_4^1 m_2 x_2 + \hat{P}_5^1 m_1 x_1^2 + \hat{P}_6^1 m_1 x_1^3\} \le OM_s \quad (۸)$$

$$\hat{P}_1^1 m_1 x_1 + \hat{P}_2^1 m_2 x_2 \exp\{\hat{P}_3^1 m_1 x_1 + \hat{P}_4^1 m_2 x_2 + \hat{P}_5^1 m_1 x_1^2 + \hat{P}_6^1 m_1 x_1^3\} \le OM_i \quad (۹)$$

$$\hat{P}_1^1 e_1 x_1 + \hat{P}_2^1 e_2 x_2 \exp\{\hat{P}_3^1 e_1 x_1 + \hat{P}_4^1 e_2 x_2 + \hat{P}_5^1 e_1 x_1^2 + \hat{P}_6^1 e_1 x_1^3\} \le TPS_s \quad (۱۰)$$

$$\hat{P}_1^1 e_1 x_1 + \hat{P}_2^1 e_2 x_2 \exp\{\hat{P}_3^1 e_1 x_1 + \hat{P}_4^1 e_2 x_2 + \hat{P}_5^1 e_1 x_1^2 + \hat{P}_6^1 e_1 x_1^3\} \ge TPS_i \quad (۱۱)$$

$$\hat{P}_1^2 d_1 x_1 + \hat{P}_2^2 d_2 x_2 \exp\{\hat{P}_3^2 d_1 x_1 + \hat{P}_4^2 d_2 x_2 + \hat{P}_5^2 d_1 x_1^2 + \hat{P}_6^2 d_1 x_1^3\} \le HR_s \quad (۱۲)$$

$$\hat{P}_1^1 d_1 x_1 + \hat{P}_2^1 d_2 x_2 \exp\{\hat{P}_3^1 d_1 x_1 + \hat{P}_4^1 d_2 x_2 + \hat{P}_5^1 d_1 x_1^2 + \hat{P}_6^1 d_1 x_1^3\} \ge HR_i \quad (۱۳)$$

پس از قرار دادن مقادیر مربوطه در معادلات بالا مجهولاتی نظیر x_1 و x_2 به صورت زیر برآورد شدند:

$$0 \le x_1 \le 1 , 0 \le x_2 \le 1$$

از آنجایی که چهار بستر در تلفیق به صورت دو به دو باهم ترکیب شده‌اند، و برای هر کدام، سه خصوصیت فیزیکی (OM,TPS و HR) تعداد تلفیق‌های ممکن در دو سطوح بالاتر و پایین‌تر برابر با ($۲^۳$) می‌باشد. به عبارتی (۴۸=۶×۸) برابر با تعداد ترکیبات ممکن می‌باشد. اما در جدول زیر تنها ترکیباتی موجود هستند که توسط برنامه‌ریزی ریاضی انتخاب شده‌اند در واقع ترکیباتی که در برنامه‌ریزی ریاضی(در هر دو راه‌حل خطی و غیر خطی) هیچ منطق موجهی ندارند، توسط برنامه حذف شده‌اند و تنها ترکیباتی باقی مانده‌اند که در کشت بدون خاک راه‌حل امکان‌پذیری برای آن‌ها وجود دارد. درجدول زیر ترکیباتی که در برنامه بهینه‌یابی (چه در برنامه‌ریزی خطی چه در برنامه ریزی غیر خطی) هیچ راه‌حل ممکنی برای آن‌ها وجود نداشته با کلمه NF[1] نمایش داده شده‌اند.

در جدول زیر محدودیت‌های اعمال شده برای خصوصیات فیزیکی (TPS, OM وHR) در سطوح پایین‌تر با عدد یک کدگذاری شده‌اند و محدودیت‌های اعمال شده در سطوح بالاتر با عدد دو کدگذاری شده‌اند. در بهینه‌یابی برای حل برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی شیب کلی کاهش (GRG[2]) به دست آمد. این مقدار در برنامه‌ریزی خطی، کل ترکیبات را ۵۲/۳۳ درصد کاهش داده و در برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی ترکیبات کل را به میزان ۵۵/۸۹ درصد کاهش داده است(جدول ۵). از ارقام به دست آمده می‌توان به این شکل استنباط نمود که هر دو روش تعداد ترکیبات را با مقادیر بسیار مشابه‌ای کاهش داده‌اند که در نهایت باعث کاهش هزینه ایجاد بسترهای تلفیقی کشت می‌شوند.

کشت توت‌فرنگی رقم سلوا در بسترهای تلفیقی کوکوپیت و پرلیت جهت بررسی عملکرد، خصوصیات کیفی و میزان عناصر غذایی بر روی این محصول نشان داد که در نسبت حجمی ۰-۱۰۰ (پرلیت-کوکوپیت) بیشترین میزان وزن خشک میوه و بیشترین غلظت نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به دست آمده است. همچنین در نسبت حجمی ۵۰-۵۰ (پرلیت-کوکوپیت) بیشترین عملکرد میوه و بهترین خصوصیات کمی و کیفی میوه حاصل شده است (حسنلویی و همتی، ۱۳۹۰). در کشت بدون خاک برای تولید خیار گلخانه‌ای در بسترهای کشت کوکوپیت خالص، بستر کشت تلفیقی (پرلیت-کوکوپیت) به نسبت حجمی ۵۰-۵۰ نشان دهنده بیشترین میزان زیست توده گیاه می‌باشد. همچنین بستر کشت کوکوپیت خالص دارای بهترین غلظت عناصر غذایی و عملکرد در مورد این محصول می‌باشد به گونه‌ای که می‌توان گفت کوکوپیت یک بستر کشت مناسب برای خیار در سیستم‌های کشت بدون خاک می‌باشد (عالی‌فر و همکاران، ۱۳۸۹). در مقایسه با مطالعات انجام شده در زمینه کشت بدون خاک نتایج نشان می دهند که کشت در بسترهای تلفیقی متفاوت توصیه شده است.

بررسی و مقایسه هر دو روش برنامه‌ریزی ریاضی خطی و غیرخطی این نکته را مشخص می‌کند که استفاده از هر دو روش موارد سودمندی می‌تواند به همراه داشته باشد. مثلا برنامه‌ریزی ریاضی‌خطی می‌تواند به عنوان روشی مفید به طور گسترده در حل مسائل تلفیق‌ها مورد استفاده قرار گیرد. اما به طور کلی مدل برنامه‌ریزی غیرخطی در فرمول‌بندی تلفیق‌ها موفق‌تر عمل می‌کند. به نظر می‌رسد اگر محققی تنها از یکی از دو روش برنامه‌ریزی خطی یا غیرخطی استفاده کند با دو شرایط مواجه خواهد شد. اول این‌که ممکن است راه‌حل بهینه خطی برای یک تلفیق در مدل غیرخطی مناسب و ممکن نباشد(این مورد در جدول ۵ دیده می‌شود) و دوم آن‌که راه‌حل بهینه خطی ممکن است با توجه به راه‌حل غیرخطی از نظر بهینه‌بودن

[1] No Feasible

[2] Generalised Reduced Gradient

در شرایط پایین‌تری قرار داشته باشد. در نهایت می‌توان به این نتیجه رسید که استفاده از هر دو روش خطی و غیر خطی کمک می‌کند تا بسترهای تلفیقی ناممکن قبل از آزمایش در کشت بدون خاک و تولید محصولات شناسایی شوند و بدین‌روش از هدررفت زمان و پول در یک تحقیق جلوگیری می‌شود.

جدول ۵. تجزیه و تحلیل بسترهای تلفیقی با برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی

سطح محدودیت ها			راه‌حل برنامه‌ریزی خطی		راه‌حل برنامه‌ریزی غیرخطی	
OM	TPS	HR	X_1	X_2	X_1	X_2
			٪	٪	٪	٪
زئولیت ـ پرلیت						
۱	۱	۱	۱۰۰	۰	NF	
کوکوپیت ـ پرلیت						
۲	۲	۲	۹۴/۵	۵/۵	۹۴/۳	۵/۷
۲	۱	۲	۴۷/۸	۵۲/۲	۷۵/۸	۲۴/۲
۱	۱	۲	۶۸/۶	۳۱/۴	۶۶/۱	۳۳/۹
۱	۱	۱	۹۶/۷	۳/۳	۹۸/۵	۱/۵
پیت ماس ـ پرلیت						
۲	۱	۱	NF		۲۶/۵	۷۳/۵
۱	۱	۱	۵۰	۵۰	۵۱/۷	۴۸/۳
۱	۱	۲	۹۴/۴	۵/۶	۹۴/۷	۵/۳
پیت ماس ـ کوکوپیت						
۲	۲	۲	۸۱/۸	۱۸/۲	۶۹/۹	۳۰/۱
۲	۱	۲	۱۰۰	۰	۱۰۰	۰
پیت ماس ـ زئولیت						
۲	۱	۲	۱۰۰	۰	NF	
۲	۲	۲	۱۴/۶	۸۵/۴	۶۰/۸	۳۹/۲
۱	۱	۱	۶۳/۱	۳۶/۹	۵۴/۳	۴۵/۷
۱	۱	۲	۴۲/۵	۵۷/۵	۵۵/۶	۴۴/۴
کوکوپیت - زئولیت						
۱	۱	۱	۱۰۰	۰	۱۰۰	۰
۲	۲	۲	۱۰/۶	۸۹/۴	۷۰/۷	۲۹/۳
۱	۱	۲	۸۰/۴	۱۹/۶	۷۱/۲	۲۸/۸
۲	۱	۱	۴۹/۱	۵۰/۹	۴۹/۱	۵۰/۹

نتیجه‌گیری

چهار بستر با خصوصیات دو ماده آلی (کوکوپیت، پیت‌ماس) و دو ماده معدنی (پرلیت، زئولیت) دو به دو باهم ترکیب شدند و برای هر کدام سه خصوصیت فیزیکی (ماده آلی، فضای تخلخل کل و نگهداری رطوبت) بررسی شد. مقادیر حداقل خطای استاندارد[1] در مدل‌های مختلف رگرسیونی خطی، چند جمله‌ای، لگاریتمی و نمایی برای تعیین خوبی برازش، برآورد شدند. با توجه به اینکه در تمامی بسترهای تلفیقی مدل نمایی حداقل خطای استاندارد را دارا می‌باشد به عنوان بهترین مدل برای بررسی تاثیر نسبت بسترها بر خصوصیات فیزیکی انتخاب گردید. در بهینه‌یابی برای حل برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی شیب کلی کاهش داشته است. این مقدار در برنامه‌ریزی خطی، کل ترکیبات را ۵۲/۳۳ درصد کاهش داد و در برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی ترکیبات کل را به میزان ۵۵/۸۹ درصد کاهش داد. از ارقام به دست آمده می‌توان به این شکل استنباط نمود که هر دو روش تعداد ترکیبات را با مقادیر بسیار مشابه‌ای کاهش داده‌اند که در نهایت باعث کاهش هزینه ایجاد بسترهای تلفیقی کشت شده است. در نهایت می‌توان به این نتیجه رسید که استفاده از هر دو روش خطی و غیر خطی کمک می‌کند تا بسترهای تلفیقی قبل از آزمایش در کشت بدون خاک و تولید محصولات شناسایی شوند اما به طور کلی مدل برنامه‌ریزی غیرخطی در فرمول‌بندی تلفیق‌ها موفق‌تر عمل کرده است.

منابع

حسنلویی، د. م.، و همتی، س. ۱۳۹۰. اثر بسترهای کشت مختلف بر میزان عناصر غذایی، عملکرد و خصوصیات کیفی توت فرنگی رقم سلوا در کشت بدون خاک. صفحات ۱، ۶.

عالی‌فر، ن و همکاران، ۱۳۸۹. اثر نوع بستر کشت بر عملکرد و جذب برخی عناصر غذایی به وسیله کشت خیار گلخانه‌ای در کشت بدون خاک. صفحه ۲۴.

علیزاده زاویه، ا. ۱۳۸۴. تاثیر بسترهای کشت بدون خاک در رشد فیکوس بنجامین ابلق. پایان نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات، تهران.

منطقی ناهید، ۱۳۶۵. تشریح روش‌ها و بررسی‌های آزمایشگاهی روی نمونه‌های خاک و آب – نشریه شماره ۱۶۸ – موسسه تحقیقات خاک و آب.

زرین کفش، م. ۱۳۸۵. تولیدات گلخانه ای به روش آب کشتی بدون حضور خاک (هیدروپونیک). صفحات ۴۲-۴۱.

Bazaraa, M. S., Sherali, H. D., Shetty, C. M. 2006. Nonlinear Programming: Theory and Algorithms, 3rd Edition. Wiley-Interscience.

Bilderback, T.E., S.L. Warren, J.S. Owenand J.P. Albano. 2005. Healthy Substrates Need Physical Too!.HortTechnology 15(4):747-751

Davidson, H., R. Mecklenburg and C. Peterson. 1998. Nursery management: Administration and culture. Second Ed., Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 173 p.

Foth, H.D. and B.G. Ellis. 1988. Soil fertility. John Wiley & S. USA.

Díaz-García J.A. And R. Requejo-López , 2012. Use of nonlinear regression and nonlinear mathematical programming in the formulation of substrate mixtures for soil-less culture – a review –

Havlin, J.L., J.D. Beaton, S. L. Tisdale and W. Nelson. 1999. Soil fertility and fertilizers. An introduction to nutrient management. Prentice Hall, New Jersey. USA.

Martinez, P.F. and M. Abad. 1992. Soilless culture of tomato in different mineral substrates. Acta Hort. 323: 251-259.

Russell, E.J. 2008. Soil conditions and plant growth. Biotech books. USA

Verdonck, O., D. De Vleeschauwer and M. De Boodt. 1982. The influence of the substrates to plant growth. Acta Hort. 126: 251-258.

Winston, W. L. 1995. Introduction to mathematical programming: Applications and algorithms. Duxbury Press.

Wrede A. and H. Bohne. 2000. The M-ISHS-method – a method to determine the air- and water characteristics of substrates considering the bulk density in pots and containers. Gartenbauwissenschaft 65(5): 199–202.

Yeager, T.H., D.C. Fare, J. Lea-Cox, J. Ruter, T.E. Bilderback, C.H. Gilliam, A.X. Niemiera, S.L. Warren, T.E. Whitwell, R.D. Wright and K.M. Tilt. 2007. Best management practices: Guide for producing container-grown plants. 2nd Ed. Southern Nurserymen's Assoc., Marietta, GA.

.Zamora Morales, B.P., GalvisSpínola, A., Volke Haller, V. H., Sánchez García, P., Espinosa Victoria, D. 2005. Formulación de mezclas de sustratosmedianteprogramación lineal. Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América, 30(6): 365-369.

[1] MSE

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Economical Optimization of Physical Properties for Organic and Mineral Substrates

Mahbobeh Mazhari[*1], Negar Nikakhtar[2],Saman Maleknia[3]

[1] Assistant Professor (Corresponding Author) Department of Soil Science, Islamic Azad University, Karaj Branch, Iran

[2] Graduated student, Department of Soil Science, Islamic Azad University, Karaj Branch, Iran

[3] Ph.D. student, Department of Soil Science, Islamic Azad University, Karaj Branch, Iran

Abstract

The increasing population simultaneously with limitation in the food supplying resources such as soil has forced today's world to use more successful and effective technology for soil substitution. Soilless or hydroponic cultivation/ aquaculture is a new method of the cultivation in the countries where there are soil and water resources limitation. In this article the couple of organic materials (coco peat and peat moss) and two mineral materials (perlite and zeolite) were assessed as the substrate. Every four materials were combined together in different ratios and three properties of the organic materials including porosity and moisture content were evaluated for the investigation of the best regression model. The different models including linear, logarithmic, polynomials, and exponential regressions were determined and next in every case the goodness of fitting was evaluated and compared by Minimum Standard Error (MSE). The price minimization and the economic optimization for the combined substrates were conducted by mathematical programing using WinQSB software. The results suggested that the three physical properties of the organic material, moisture content, and total porosity space have non-linear function and the exponential regression model is the best one for every one of the combined substrates.

Keywords: price minimization, regression models, hydroponic cultivation, soil physical properties

[*] Corresponding author, Email: Mahbubehmazhari@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

بررسی روند تغییرات برخی از خصوصیات فیزیکی خاک در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی در دوره پساخاک‌ورزی در منطقه دیم مراغه

مهدی کوسه‌لو[۱*]، مهدی رحمتی[۲]، ایرج اسکندری[۳]، عباس رضایی[۲]

[۱] دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

[۲] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

[۳] عضو هیئت علمی سازمان تحقیقات، آموزش، و ترویج کشاورزی - موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور. مراغه، ایران

چکیده

تحقیق حاضر به منظور بررسی روند تغییرات برخی از خصوصیات فیزیکی خاک در دوره پساخاک‌ورزی در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار که فاکتور اول در چهار سطح شامل تیمارهای خاک‌ورزی: ۱) کم‌خاک‌ورزی با چیزل با عمق شخم ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر، ۲) خاک‌ورزی حفاظتی با کولتیواتور کلشی (خاک‌ورز مرکب) با عمق شخم ۱۵ سانتی‌متر، ۳) بی‌خاک‌ورزی و باقی ماندن بقایای گیاهی در سطح خاک، ۴) خاک‌ورزی مرسوم با گاو آهن برگرداندار عمق شخم ۲۵ سانتی‌متر و دیسک با عمق شخم ۱۵ سانتی‌متر و فاکتور دوم در ۲ سطح که شامل عمق‌های مختلف نمونه‌برداری (۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر) در ایستگاه تحقیقات دیم مراغه در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ به اجرا در آمد. نتایج نشان داد که هر سه پارامتر رطوبت، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) و پایداری خاکدانه‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری در طول فصل رشد بودند. همچنین رطوبت و MWD در عمق‌های مختلف نمونه‌برداری در هر چهار سیستم خاک‌ورزی در طول فصل زراعی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند در حالی‌که پایداری خاکدانه‌ها در بین سیستم‌های خاک‌ورز به‌کار رفته در عمق‌های مختلف نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری نشان نداد. بنابراین توصیه می‌شود در تحقیقات این چنینی به جای اندازه‌گیری یک مرتبه پارامترهای مورد نظر در انتهای سال زراعی، بررسی و ارزیابی تغییرات در طی زمان‌های مختلف در طول فصل رشد مد نظر قرار گیرد.

کلمات کلیدی: پایداری خاکدانه‌ها، خاک‌ورزی حفاظتی، خاک‌ورزی مرسوم،

مقدمه

خاک‌ورزی یکی از کارهای اساسی زراعی در کشاورزی به جهت تأثیر بر خواص فیزیکی خاک، محیط و نهایتاً تولید محصول به‌حساب می‌آید (Boydaş and Turgut, 2007). مطالعات پژوهشگران نشان می‌دهد که خاک‌ورزی تأثیر بسیار مهمی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد (Khurshid et al., 2006). درواقع سیستم‌های خاک‌ورزی بر بخش مهمی از خصوصیات فیزیکی خاک از قبیل: جرم مخصوص ظاهری خاک، دما، ذخیره رطوبت، تراکم خاک، پایداری خاکدانه‌ها و عملکرد محصول اثر می‌گذارند (زکیئی و همکاران، ۱۳۹۱). بررسی‌های لال و همکاران (Lal et al., 1994) نشان داد که سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی مانند گاوآهن چیزل و بدون خاک‌ورزی نسبت به روش مرسوم کیفیت فیزیکی خاک را بهبود می‌بخشند. از این‌رو پوستین و همکاران (Paustian et al., 1997) گزارش دادند که روش‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حفاظتی با دست‌کاری کمتر خاک و افزایش مواد آلی خاک، پایداری خاکدانه‌ها را بهبود می‌بخشند. همچنین نتایج مطالعات رومنکاس و همکاران (Romaneckas et al., 2009) بر روی اثرات اولیه خاک‌ورزی حفاظتی و بی‌خاک‌ورزی بر وزن مخصوص ظاهری، رطوبت خاک و رشد چغندرقند نشان داد که خاک‌های تحت شرایط بی‌خاک‌ورزی دارای بالاترین مقدار رطوبت بودند. بیات و همکاران (۱۳۸۶) طی تحقیقات خود دریافتند که روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و حداقل میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها را از ۰/۵۷۷ میلی‌متر در خاک‌ورزی مرسوم به ترتیب ۱/۳۵۰ و ۱/۵۹۲ میلی‌متر افزایش دادند و این افزایش‌ها در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم معنی‌دار بود. به همین دلیل نوع ادوات خاک‌ورزی و شکل عامل خاک‌ورز (تیغه) با تأثیر بر پایداری خاکدانه‌ها و توزیع اندازه خاکدانه‌ها موجب تغییر ساختمان خاک می‌شوند. تغییر در ساختمان خاک متأثر از انواع مختلف خاک‌ورزی، به فاکتورهای دیگری ازجمله ساختمان اولیه، جرم مخصوص ظاهری و میزان رطوبت خاک نیز بستگی دارد. پایداری خاکدانه‌ها عموماً با توجه به دخالت‌های انسان و کشت‌وکار متفاوت است. لذا موفقیت هر نوع از عملیات شخم به‌طور مستقیم به بهبود خواص فیزیکی خاک مربوط می‌باشد

* ایمیل نویسنده مسئول: m.kooselou633@gmail.com

که به‌نوبه خود ممکن است رشد و عملکرد محصولات زراعی را با توجه به شرایط مختلف خاک تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین انتخاب نوع سیستم خاک-ورزی برای بهبود خواص فیزیکی خاک و کاهش میزان تخریب خاک برای رشد محصول خیلی مهم است. با توجه به اینکه مدارک کمی، جهت بررسی روند تغییرات خصوصیات مختلف فیزیکی خاک در طول یک سال زراعی گزارش شده است، لذا این تحقیق با هدف‌گذاری بررسی روند تغییرات برخی از خصوصیات فیزیکی خاک در اثر اعمال روش‌های مختلف خاک‌ورزی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه با طول جغرافیایی ۴۶/۱۵ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷/۱۵ درجه شمالی اجرا شد. این ایستگاه در ارتفاع ۱۷۲۰ متری از سطح دریا قرار دارد. حداکثر مطلق درجه حرارت ایستگاه ۳۷ درجـه سانتی‌گراد، حداقل مطلق ۲۵- درجه و متوسط سالیانه آن ۹/۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۶- ۱۳۹۵ انجام گردید. فاکتور اول در چهار سطح و شامل تیمارهای خاک‌ورزی: ۱) کم‌خاک‌ورزی با چیزل با عمق شخم ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر، ۲) خاک‌ورزی حفاظتی با کولتیواتور کلشی (خاکورز مرکب) با عمق شخم ۱۵ سانتی‌متر، ۳) بی‌خاک‌ورزی و باقی ماندن بقایای گیاهی در سطح خاک، ۴) خاک‌ورزی مرسوم با گاو آهن برگرداندار عمق شخم ۲۵ سانتی‌متر و دیسک با عمق شخم ۱۵ سانتی‌متر بودند. فاکتور دوم در ۲ سطح که شامل عمق‌های مختلف نمونه‌برداری (۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر) اعمال گردید. لازم به ذکر است که اندازه‌گیری متغیرها در نمونه‌ها در زمان‌های مختلف (۴ دوره زمانی نمونه برداری با فواصل یکسان ۲۰ روزه) انجام گرفت. نمونه‌ها در درون کیسه‌هایی پلاستیکی نگهداری و پس از انتقال به آزمایشگاه، ابتدا هوا خشک و سپس خصوصیات فیزیکی مورد نظر شامل فراوانی نسبی اندازه ذرات به روش هیدرومتری (Gee and Or, 2002)، رطوبت خاک از طریق نمونه‌های به‌هم نخورده و روش وزنی، پایداری خاکدانه‌ها در حالت خیس (WAS) با استفاده از دستگاه الک مرطوب اندازه‌گیری شد (Nimmo and Perkins, 2002) و میانگین وزنی اندازه قطر خاکدانه‌ها به روش گی و بادر (Gee and Bauder, 2002) به روش سری الک‌های خشک (MWD_{dry}) اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

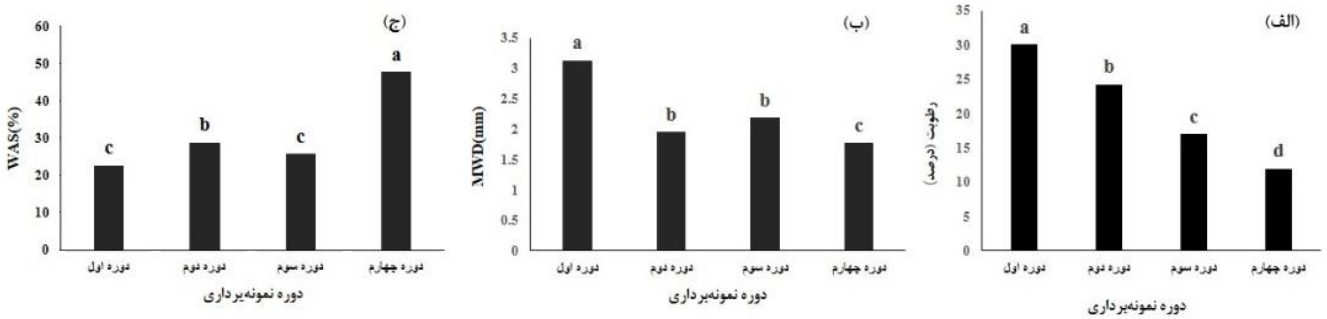
با توجه به اینکه ویژگی‌های خاک در آغاز عملیات خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری از نظر بافت خاک، جرم مخصوص ظاهری و رطوبت وزنی در تکرار و تیمارهای مختلف آزمایش نداشتند، لذا می‌توان انتظار داشت که تفاوت‌های احتمالی آتی ناشی از اعمال تیمارهای خاک‌ورزی باشد. بافت خاک در منطقه مورد مطالعه لوم رسی بود.

جدول ۱. تجزیه‌ی واریانس مکرر متغیرهای اندازه‌گیری شده

منبع متغیرات	درجه آزادی	رطوبت (درصد)	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (mm)	پایداری خاکدانه‌ها (mm)
زمان	۳	۰/۲۷۸**	۸/۷۲۶**	۳۱۵۶/۴۳۲**
زمان*تیمار	۹	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۲۳۹^{ns}	۱۹۳/۹۳۳^{ns}
زمان*عمق	۳	۰/۰۰۸*	۰/۱۲۴^{ns}	۲۲۶/۱۳۴^{ns}
زمان*تیمار*عمق	۹	۰/۰۰۰^{ns}	۰/۰۷۱^{ns}	۱۶۴/۵۴۶^{ns}
خطای نمونه	۴۸	۰/۰۰۳	۰/۲۶۳	۱۶۴/۳۶۳

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد؛ *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد: ns : غیر معنی‌دار

نتایج جدول ۱ نشان دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار در میزان رطوبت در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل زمان در عمق در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد. در حالی که اختلاف معنی‌داری در اثرات متقابل دو جانبه زمان با تیمار و سه جانبه زمان با تیمار و عمق وجود نداشت. شکل ۱ (الف) مقایسات میانگین میزان رطوبت در چهار دوره‌ی مختلف نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. بیشترین و کمترین مقدار رطوبت خاک به ترتیب در اولین و آخرین دوره نمونه‌برداری حاصل شد که نسبت به دوره‌های دیگر اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. به نظر می-رسد مهمترین دلیل کاهش رطوبت خاک در گذر زمان از اواخر فروردین (اولین دوره نمونه‌برداری) تا زمان برداشت محصول در خردادماه (دوره چهارم نمونه‌برداری) به افزایش دما و نبود بارندگی کافی بستگی دارد. سالم و همکاران (Salem et al., 2015) با تحقیقی که بر روی اثرات کوتاه مدت از چهار روش خاک‌ورزی بر خواص فیزیکی خاک، پتانسیل آب خاک و عملکرد ذرت داشتند گزارش کردند رطوبت در طول فصل رشد در همه تیمارهای به کار رفته کاهش داشته است که با نتایج ما هم‌خوانی دارد.



شکل ۱. مقایسه‌ی میانگین سطوح مختلف رطوبت (الف)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (ب) و پایداری خاکدانه‌ها (ج) در چهار دوره‌ی نمونه‌برداری

جدول ۱، نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های خاک در دوره‌های نمونه‌برداری در سطح احتمال یک درصد می‌باشد. با این وجود اختلاف معنی‌داری از نظر اثرات متقابل دو جانبه و سه جانبه زمان با دیگر فاکتورهای آزمایش شامل تیمار و عمق در مقدار MWD خاک مشاهده نشد. شکل ۱ (ب) مقایسات میانگین میزان میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در طول چهار دوره‌ی مختلف نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد خاکدانه‌های پایدار درشت‌تر در دوره اول نمونه‌برداری می‌تواند در نتیجه فرآیند کلوخه سازی در اثر وجود رطوبت کافی و همچنین تراکم خاک اتفاق افتاده باشد. با این وجود به نظر می‌رسد با گذشت زمان، خاکدانه‌های درشت‌تر در اثر کاهش تراکم خاک و همچنین رطوبت خاک به ذرات ریزتر تبدیل شده‌اند. نتیجه آزمایش ما با نتایج آزمایش احمدی مقدم و همکاران (۱۳۹۳) و یانگ و واندر (Yang and wander., 1998) مطابقت دارد. آنها در آزمایشات خود به این نتیجه رسیدند که عمل خاک‌ورزی به کاهش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها می‌انجامد.

تجزیه واریانس اثرات مستقل و بین گروهی زمان با دیگر فاکتورهای آزمایش (جدول ۱) نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری از نظر مقدار پایداری خاکدانه‌ها در بین دوره‌های نمونه‌برداری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد ولی بین اثرات متقابل دو جانبه و سه جانبه سایر فاکتورهای آزمایش شامل تیمار و عمق در میزان WAS اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۱). شکل ۱ (ج) نشان می‌دهد که پایداری خاکدانه‌ها در آخر فصل رشد نسبت به اویل فصل رشد بیشتر می‌باشد. خاکدانه‌ها ذرات ثانویه‌ای هستند که در اثر هم‌آوری ذرات اولیه رس، سیلت و شن به همراه ماده آلی و عوامل سیمانی و اتصال دهنده تشکیل می‌شوند. احتمالا افزایش میزان پایداری خاکدانه‌ها در اواخر فصل رشد به بیشتر شدن مواد آلی و سیمانی شدن و هم‌آوری ذرات مربوط می‌باشد. عملیات خاک‌ورزی باعث شکسته شدن خاکدانه‌ها می‌شوند که علت کم بودن مقدار پایداری در ابتدای فصل رشد علاوه بر اینکه ماده آلی کم می‌باشد نیز می‌تواند به همین خاطر باشد. سایر محققین از جمله پرفکت و کای (Perfect and Kay, 1990) و کای (Kay, 1990) نتایج مشابهی به دست آوردند و با نتایج ما هم‌خوانی دارد. آن‌ها نیز بر اساس یافته‌های خود گزارش کردند که خاک‌ورزی موجب شکستگی خاک‌دانه‌ها و هدررفت کربن آلی خاک می‌شود. لذا پایداری خاکدانه‌ها در ابتدای فصل رشد به دلیل شکستگی خاکدانه‌ها و کمتر بودن کربن آلی کمتر می‌باشد.

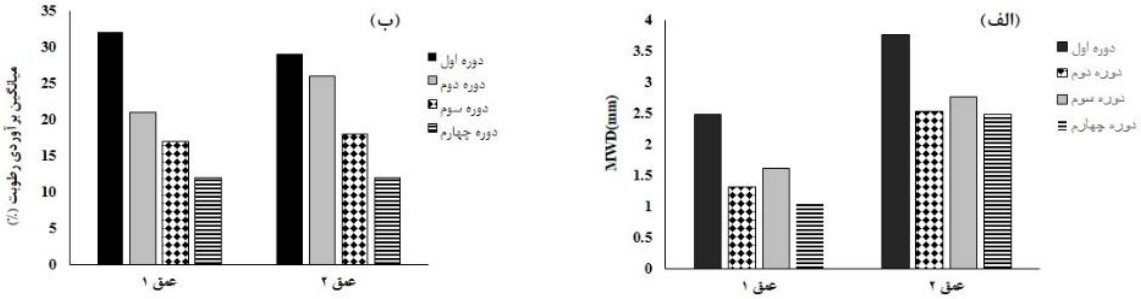
جدول۲. تجزیه‌ی واریانس متغیرهای اندازه‌گیری شده بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی

منبع متغیرات	درجه آزادی	رطوبت (درصد)	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (mm)	پایداری خاکدانه‌ها (mm)
تیمار	۳	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۴۳۶^{ns}	۶۸۷/۰۹۹^{ns}
عمق	۱	۰/۰۲۰**	۳۷/۱۴۰**	۴۵/۲۲۹^{ns}
تیمار*عمق	۳	۰/۰۱۱^{ns}	۰/۳۶۸^{ns}	۸۷/۱۹۱^{ns}
خطای نمونه		۰/۰۰۴	۰/۷۸۲	۳۰۹/۶۴۲

^{ns} و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح یک درصد.

جدول ۲، نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در مقدار رطوبت خاک در دو عمق در سطح احتمال یک درصد می‌باشد. با این وجود، اختلاف معنی‌داری از نظر رطوبت خاک در بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و اثر متقابل تیمار و عمق نمونه‌برداری مشاهده نشد. شکل ۲ (الف) مقایسه تغییرات درصد رطوبت در چهار دوره نمونه برداری در دو عمق را نشان می دهد. با توجه به اینکه در دوره اول نمونه‌برداری بارندگی رخ داده است لذا مقدار رطوبت در عمق اول بیشتر از عمق دوم می‌باشد ولی مقدار باران به اندازه‌ای نبوده است که بتواند رطوبت خاک در عمق دوم را هم افزایش دهد. از طرفی دیگر با توجه به اینکه تخلخل خاک در لایه سطحی بیشتر هست؛ میزان آب ذخیره شده در این عمق می‌تواند بیشتر باشد. با گذشت زمان رطوبت

تحت تاثیر تبخیر و تعرق از عمق اول کاهش پیدا کرده و بارندگی کافی برای جایگزنی آن اتفاق نیفتاده تا اینکه در دوره چهارم تقریبا مقدار رطوبت در هر دو عمق یکسان شده است. نتایج مشابهی در این مورد توسط حیدرپور و همکاران (۱۳۸۹) به‌دست آمده است. دی هائن و همکاران (D'Haene et al., 2008) در تحقیقات خود گزارش کردند که از ابتدای فصل رشد تا زمان برداشت محصول با افزایش عمق در لایه شخم میزان رطوبت افزایش یافت.



شکل ۲. مقایسه‌ی تغییرات درصد رطوبت (الف) و تغییرات میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (ب) در چهار دوره‌ی نمونه‌برداری در دو عمق

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در میزان میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در بین عمق‌های مختلف در سطح احتمال یک درصد می‌باشد. اما بین تیمارها و اثر متقابل تیمار و عمق اختلاف معنی‌داری از نظر MWD مشاهده نشد. از شکل ۲ (ب) می‌توان نتیجه گرفت که میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در هر ۴ دوره در عمق دوم بیشتر از عمق اول نمونه‌برداری شده است. علت آن را می‌توان به‌هم خوردگی بیشتر خاک در عمق اول بیان کرد چرا که در عمق اول عملیات خاک‌ورزی باعث به‌هم زدن بیشتر خاک و شکستگی بیشتر خاکدانه‌ها می‌شوند. نتایج مشابهی در این باره توسط بیات و همکاران (۱۳۸۶) ارائه شده است.

نتایج تجزیه واریانس جدول ۲ نشان می‌دهد که میزان پایداری خاکدانه‌ها اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارها، عمق‌ها و اثرات دو جانبه تیمار و عمق نشان نمی‌دهد. معنی‌دار نبودن اختلاف پایداری خاکدانه‌ها در بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی می‌تواند در اثر کوتاه مدت بودن اعمال تیمارها باشد. به نظر می‌رسد برای مشاهده اختلاف معنی‌دار از نظر پایداری خاکدانه‌ها در بین تیمارهای خاک‌ورزی، تیمارها باید حداقل بیش از ۵ فصل زراعی اعمال شده باشند. محمودآبادی و احمدبیگی (۱۳۹۲) طی تحقیقی که بر روی تأثیر توزیع اندازه ذرات اولیه بر پایداری خاکدانه در کلاس‌های مختلف اندازه انجام دادند نیز به این نتیجه رسیدند که مقدار WAS در عمق‌های مختلف معنی‌دار نبود که با نتایج پژوهش ما هم‌خوانی دارد.

نتیجه‌گیری

تمامی پارامترهای مورد آزمایش در طول زمان دارای اختلاف معنی‌داری بودند. لذا می‌توان نتیجه گرفت که در طول زمان خصوصیات فیزیکی به طور چشمگیری تحت تاثیر عوامل محیطی بخصوص رطوبت و فعل و انفعالات خاک قرار داشتند. همچنین پارامترهای مورد آزمایش به جز پایداری خاکدانه‌ها اختلاف معنی‌داری در عمق‌های نمونه‌برداری داشتند. وجود اختلاف چشمگیر و معنی‌دار بین عمق‌های نمونه‌برداری به دلیل تراکم خاک و اثرات متقابل خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می‌باشد. با توجه به اینکه اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای خاک‌ورزی از نظر پارامترهای اندازه‌گیری شده مشاهده نشد، لذا به نظر می‌رسد که اندازه‌گیری یک مرتبه پارامترهای مورد نظر در انتهای سال زراعی که در اکثر تحقیقات صورت می‌گیرد مناسب نباشد و باید تغییرات در طی زمان مورد بحث و بررسی قرار گیرد. این تغییرات پارامترها در طی زمان در صورت اعمال طولانی مدت خاک‌ورزی‌ها می‌تواند بسیار واضح‌تر دیده شود.

منابع

احمدی‌مقدم، پ؛ افتخاری، ل؛ مردانی، ع و خداوردیلو، ح. ۱۳۹۳. تعیین مقدار بقایای گیاهی، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک در سیستم‌های خاک‌ورزی. *نشریه ماشین‌های کشاورزی*، ۶ (۱)، ۱۰۲-۱۱۳.

بیات، ح؛ محبوبی، ع ا؛ حاج عباسی، م ع و مصدقی، م ر. ۱۳۸۶. اثر سیستم‌های خاک ورزی و انواع ماشین‌های کشاورزی بر جرم مخصوص ظاهری، شاخص مخروطی و پایداری ساختمان یک خاک لوم شنی .*علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*،۴۲ (ب)، ۴۵۱ تا ۴۶۱.

حیدرپور، ن؛ واعظی، ب و احمدی‌خواه، ا. ۱۳۸۹. اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک در تناوب آیش-گندم در شرایط نیمه گرمسیری. *مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک*، ۱۷ (۴)، ۱۰۷-۱۲۴.

زکیئی، جلال؛ آسودار، محمدامین و الماسی، مرتضی. ۱۳۹۱. اثر سیستم‌های خاک‌ورزی و روش‌های کاشت در سطوح شیب‌دار بر میزان فرسایش خاک و عملکرد گندم دیم در استان کرمانشاه. *مجله علمی کشاورزی مهندسی زراعی*، ۳۵ (۲)، ۱-۱۲.

محمودآبادی، م و احمدبیگی، ب. ۱۳۹۲. تأثیر توزیع اندازه ذرات اولیه بر پایداری خاکدانه در کلاس‌های مختلف اندازه. *نشریه دانش آب و خاک*، ۳۳ (۳)، ۲۰۷-۲۱۹.

Boydaş, M. G., & Turgut, N. 2007. Effect of tillage implements and operating speeds on soil physical properties and wheat emergence. Turkish journal of agriculture and forestry, 31(6), 399-412.

D'Haene, K., Vermang, J., Cornelis, W. M., Leroy, B. L., Schiettecatte, W., De Neve, S., ... & Hofman, G. 2008. Reduced tillage effects on physical properties of silt loam soils growing root crops. Soil and Tillage Research, 99(2), 279-290.

Gee, G. W., & Bauder, J. W. 1986. Particle-size analysis 1 (No. methodsofsoilan1, pp. 383-411). Soil Science Society of America, American Society of Agronomy.

Gee, G. W., & Or, D. 2002. 2.4 Particle-size analysis. Methods of soil analysis. Part, 4(598), 255-293.

Kay, B. D., & VandenBygaart, A. J. 2002. Conservation tillage and depth stratification of porosity and soil organic matter. Soil and Tillage Research, 66(2), 107-118.

Khurshid, K. A. S. H. I. F., Iqbal, M. U. H. A. M. M. A. D., Arif, M. S., & Nawaz, A. 2006. Effect of tillage and mulch on soil physical properties and growth of maize. International Journal of Agriculture and Biology, 8(5), 593-596.

Lal, R., Mahboubi, A. A., & Fausey, N. R. (1994). Long-term tillage and rotation effects on properties of a central Ohio soil. Soil Science Society of America Journal, 58(2), 517-522.

Nimmo, J. R., & Perkins, K. S. 2002. 2.6 Aggregate stability and size distribution. Methods of soil analysis: part, 4, 317-328.

Perfect, E., Kay, B. D., Van Loon, W. K. P., Sheard, R. W., & Pojasok, T. 1990. Factors influencing soil structural stability within a growing season. Soil Science Society of America Journal, 54(1), 173-179.

Paustian, K., Collins, H. P., & Paul, E. A. 1997. Management controls on soil carbon (pp. 15-49). 1997a, CRC Press: Boca Raton, FL, USA. p.

Romaneckas, K., Romaneckienė, R., Šarauskis, E., Pilipavičius, V., & Sakalauskas, A. (2009). The effect of conservation primary and zero tillage on soil bulk density, water content, sugar beet growth and weed infestation. Agronomy Research, 7(1), 73-86.

Salem, H. M., Valero, C., Muñoz, M. Á., Rodríguez, M. G., & Silva, L. L. 2015. Short-term effects of four tillage practices on soil physical properties, soil water potential, and maize yield. Geoderma, 237, 60-70.

Yang, X. M., & Wander, M. M. 1998. Temporal changes in dry aggregate size and stability: tillage and crop effects on a silty loam Mollisol in Illinois. Soil and Tillage Research, 49(3), 173-183.

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Investigation of Changes in Some Physical Properties of Soil in Different Tillage Systems in Post-Tillage Period in Maragheh Dryland Area

Mehdi Kousehlou[1*], Mehdi Ramati[2], Iraj Eskandari[3], Abbas Rezaei[2]

[1] Former M.Sc. student, Department of Soil Sciences and Engendering, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
[2] Assistance professor, Department of Soil Sciences and Engendering, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
[3] Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Maragheh, Iran

Abstract

The purpose of this study was to investigate the changes in some physical properties of soil during post-tillage period under different tillage systems in a factorial arrangement based on randomized complete block design with two factors and three replications. The first factor includes four treatments including tillage treatments: 1) including mouldboard ploughing (conventional tillage), chisel ploughing (reduced tillage), stubble cultivator (minimum tillage) and no-tillage and a second factor with two levels, including two sampling depths (0-15 and 15-30 cm) which is carried out in Dryland Agricultural Research Institute of Maragheh during the crop year of 2015-2016. The results showed that all three parameters of moisture content, mean weight diameter of aggregates (MWD) and stability of aggregates had a significant difference at the probability level of one percent within different sampling periods during the growing season. Also, moisture content and MWD at different depths of sampling under all four tillage systems showed significant difference at 1% probability level, while the stability of aggregates was not significantly different among the tillage systems. Therefore, it is recommended that in similar researches consideration should be given to the variation in different periods during the growing season instead of one-time measurement of the parameters at the end of the growing season.

Keywords: Aggregate stability, Conservation tillage, Conventional tillage

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

پیامد تغییر کاربری اراضی بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک (مطالعه موردی: منطقه حنا، شهرستان سمیرم)

مهدیه السادات علوی[۱*]، محمدعلی حاج‌عباسی[۲]، ماندانا آذرنگ [۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۲] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

به منظور افزایش بهره‌وری خاک در کشاورزی پایدار و حفظ حاصلخیزی خاک، آگاهی از پیامد تغییر کاربری اراضی بر ویژگی‌های خاک ضروری است. تغییر کاربری مهم‌ترین عاملی است که حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. به همین جهت این مطالعه با هدف بررسی پیامد تغییر کاربری قرق به زمین زراعی، باغ سیب و منطقه چرا بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک در منطقه سد حنا شهرستان سمیرم استان اصفهان انجام شد. از هر کاربری از دو عمق۵-۰ و ۲۰-۵ سانتی‌متر در ۸ تکرار نمونه برداری شد و ویژگی‌های شیمیایی خاک شامل نیتروژن کل، ماده آلی، EC و pH خاک اندازه‌گیری شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و طرح پایه کاملا تصادفی آنالیز شدند. نتایج نشان داد به‌طور کلی میان کاربری‌های مختلف از نظر ویژگی‌های شیمیایی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بیشترین مقدار ماده آلی (۲/۹۵ درصد) و نیتروژن کل (۰/۰۸۸ درصد) مربوط به کاربری چرا بود. کم‌ترین مقدار ماده آلی مربوط به کاربری‌های قرق و مزرعه با مقدار (۰/۷۴ درصد) بود. بیشترین مقدار هدایت الکتریکی و pH خاک در کاربری قرق مشاهده شد. نتایج این تحقیق نشان داد در بین کاربری‌های مختلف از نظر ویژگی‌های شیمیایی، تفاوت معنی‌دار وجود داشت. همچنین مشاهده شد که تغییر کاربری از قرق به کاربری باغ، زراعی و چرا سبب افزایش ماده آلی و نیتروژن کل، درحالیکه این تغییر کاربری سبب کاهش EC و pH شد.

کلمات کلیدی: قرق، تغییر کاربری اراضی، ماده‌آلی، نیتروژن کل.

مقدمه

در اثر تغییر کاربری اراضی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک تغییر می‌کنند. تغییر کاربری زمین و اثرات آن بر خاک از عوامل مهمی است که سبب کاهش کیفیت خاک می‌شود (ذوالفقاری و همکاران ۱۳۸۷). از آنجایی که جمعیت جهان به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه روز به روز در حال افزایش بوده و بهره‌وری غیر اصولی از منابع طبیعی ارزشمند نیز ادامه دارد، شناخت ومطالعه مستمر این پیاودهای تغییر کاربری اراضی ضروری است (محمدی و همکاران ۱۳۸۴). توانایی دایم خاک در انجام وظایف خود به عنوان یک سیستم حیاتی زنده در داخل اکوسیستم و تحت کاربری‌های متفاوت، به‌طوریکه علاوه بر حفظ تولید بیولوژیک بتواند کیفیت آب و هوا را بهبود بخشد، و نیز تامین‌کننده سلامت انسان، گیاه و حیوان باشد، کیفیت خاک نامیده می‌شود (Doran و همکاران ۲۰۰۵). کیفیت خاک را نمی‌توان به طور مستقیم اندازه‌گیری کرد، بلکه با اندازه‌گیری چندین شاخص از جمله ماده آلی که پژوهشگران سلامت خاک را بر اساس آن تعریف کرده‌اند، تعیین می‌شود (Roming و همکاران ۱۹۹۶). نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده است که تبدیل اکوسیستم‌های طبیعی به اکوسیستم مدیریت شده پیامدهای منفی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد. (Shukla و همکاران ۲۰۰۶).

آذرنیوند و زارع چاهوکی قرق را جلوگیری از ورود دام به تمام یا قسمتی از مرتع برای یک یا چند سال متوالی که با هدف‌های مختلفی انجام می‌شود، تعریف کرده‌اند (مقیمی‌نژاد و همکاران ۱۳۹۳). Heidarian و همکاران (۱۹۹۴) با بررسی اثر شدت چرای دام بر پوشش گیاهی و خاک در مراتع بجنورد گزارش کردند که افزیش شدت چرا مقدار ماده آلی، نیتروژن کل و هدایت الکتریکی خاک را کاهش داده اما pH خاک را افزایش داد با وجود تغییر کاربری‌های صورت گرفته در منطقه حنا در شهرستان سمیرم، در سال‌های اخیر، تاکنون مطالعات چندانی در زمینه پیامدهای این تغییر

* ایمیل نویسنده مسئول: ms.alavi@ag.iut.ac.ir

کاربری‌ها بر ویژگی‌های خاک انجام نشده است. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی پیامدهای تغییر کاربری اراضی بر ویژگی‌های شیمیایی خاک و مقایسه ویژگی‌های شیمیایی خاک در کاربری‌های زراعی، باغی و چرا با کاربری قرق انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش ایستگاه حنا با مختصات جغرافیایی ۴۱، ۵۱ طول شرقی و ۹، ۳۱ عرض شمالی با مساحت تقریبی ۳۷۵ هکتار در ۴۰ کیلومتری جنوب‌شرقی شهرستان سمیرم در استان اصفهان، بود. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۲۲۷۰ متر و شیب متوسط آن ۲ درصد است. میانگین بارندگی سالانه حدود ۳۱۷ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه حدود ۱۱ درجه سلسیوس می‌باشد. این منطقه دارای آب و هوای معتدل سرد با تابستان‌های گرم و خشک است. از نظر جوامع گیاهی، پوشش گیاهی ایستگاه را می‌توان در مقیاس کلان در یک تیپ گیاهی استپی، علف پشمکی و برگ نقره‌ای خلاصه نمود. در این پژوهش در منطقه مورد مطالعه،ویژگی‌های شیمیایی خاک اراضی با کاربری قرق با اراضی مجاور با کاربری‌های باغ میوه، مزرعه و محل چرا (دارای ویژگی‌های یکسان مواد مادری، شیب و غیره) مورد مطالعه قرار گرفت. به منظور انجام آزمایش‌های مربوط نمونه‌برداری به روش زیگزاگی یا M شکل انجام شد. به این صورت که از یک نقطه وارد زمین شده و به‌طور زیگزاگی و تصادفی به تعداد ۶۴ نمونه از دو عمق ۵-۰ و ۲۰-۵ سانتی‌متر و در ۸ تکرار از کاربری‌های مختلف اراضی جمع‌آوری شد.

جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی خاک، نمونه‌ها پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. ماده آلی خاک به روش والکی_ بلک (Nelson و همکاران ۱۹۹۶)، نیتروژن کل به روش کلدال (Nelson ۱۹۸۲)، pH وEC نیز با دستگاه pHمتر و ECمتر(Tomas ۱۹۸۲) اندازه‌گیری شدند. داده‌های آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

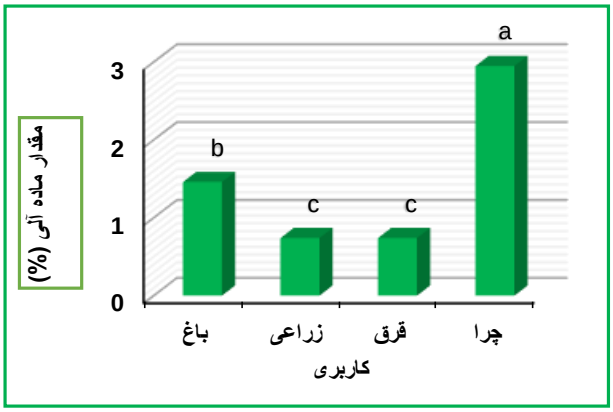
در جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس برخی از خصوصیات شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف آمده است.

جدول۱_ نتایج تجزیه واریانس برخی از خصوصیات شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف

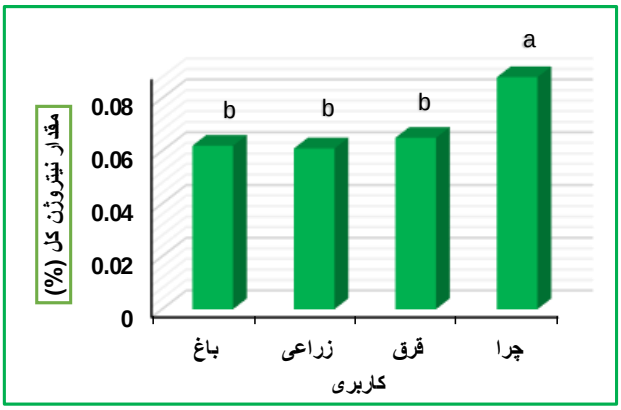
منابع تغییرات	درجه آزادی	EC ds/m	pH	OM %	N %
کاربری اراضی	۳	۰/۰۰۰۰۰۲۱۹*	۲/۱۸*	۵/۲۵**	۰/۰۰۰۶**
خطا	۴۹	۰/۰۰۰۰۰۰۶۶	۰/۶۵	۰/۷	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات	_	۹/۰۰۲	۹/۰۰۲	۵۶/۶۵	۱۵/۷۹

درجه آزادی خطا برای آزمایش EC و pH با ۳ تکرار برابر با ۱۴ و برای آزمایش OM و N با ۸ تکرار برابر با ۴۹ است.

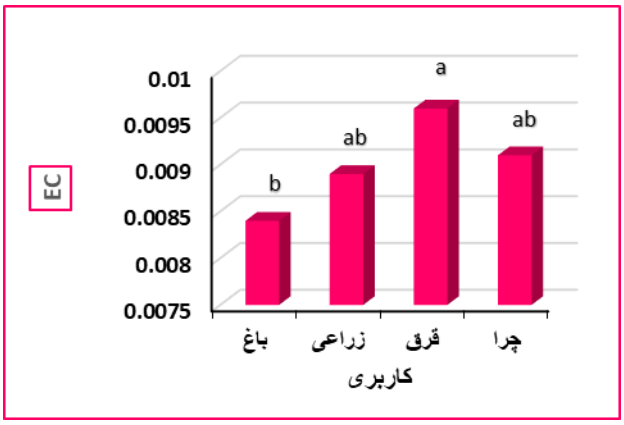
*معنی‌دار در سطح ۱ درصد و **معنی‌دار در سطح ۵ درصد



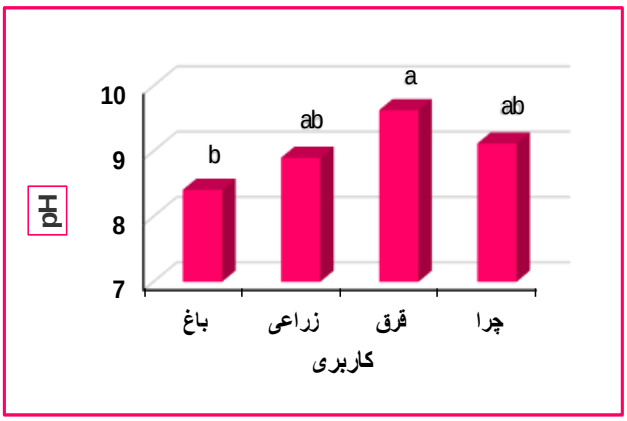
(الف)



(ب)



(ج)



(د)

شکل ۱ _ مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف. (الف) ماده آلی (ب) نیتروژن کل (ج) EC (د) pH.

بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها در شکل ۱ (الف) بیشترین مقدار ماده آلی مربوط به کاربری چرا و کم‌ترین مقدار آن مربوط به کاربری قرق بود. کاربری قرق و زراعی تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. تغییر کاربری اراضی از قرق به چرا سبب شد ماده آلی خاک افزایش یابد. بخش عمده‌ای از افزایش مقدار ماده آلی در منطقه چرا می‌تواند به دلیل بالا بودن اولیه مواد آلی خاک در منطقه و وجود فضولات حیوانی باشد. توانایی خاک در جذب آب و نگهداری عناصر غذایی بستگی زیادی به ماده آلی موجود در خاک دارد. همچنین قدرت باروری و حاصلخیزی خاک وابسته به بخش آلی خاک است. پس هر چه ماده آلی خاک بیشتر باشد، کمیت و کیفیت محصولات به‌دست آمده از آن خاک بهتر خواهد بود (ذوالفقاری و همکاران ۱۳۸۷). مقیمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که اعمال طرح بوته کاری قرق در منطقه نظر آباد کرج سبب افزایش ماده آلی خاک شد که این افزایش ماده آلی نشان از ارتباط مستقیم با افزایش میزان لاشبرگ گیاه کشت شده داشت. در حالیکه نتایج این تحقیق با یافته‌های وی مطابقت نداشت، که این می‌تواند به‌دلیل عدم انجام بوته‌کاری در منطقه قرق مورد مطالعه در این پژوهش باشد.

با توجه به شکل ۱ (ب) بیش‌ترین مقدار نیتروژن در خاک مربوط به کاربری چرا بود و سه کاربری قرق، باغ و زراعی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. افزایش مقدار نیتروژن خاک در کاربری چرا می‌تواند به‌دلیلی بیش‌تر بودن ماده آلی و فضولات حیوانی، باشد. نتایج این پژوهش با نتایج

پژوهش Javadi و همکاران (۲۰۰۵) در منطقه حوزه آبخیز سد لار که گزارش کردند در اثر چرا، نیتروژن و ماده آلی خاک کاهش یافت، مطابقت نداشت، که می‌تواند به‌دلیل عدم مصرف طولانی مدت کودهای نیتروژنه، عدم وجود فضولات دامی و کاهش کربن در منطقه مذکور نسبت داد.

هدایت الکتریکی مقدار یون‌های موجود در محلول خاک و اثرات نمک‌ها بر ساختار خاک و رشد گیاهان از طریق اثری که بر فشار اسمزی دارد را تعیین می‌کند. با توجه به مقایسه میانگین در شکل ۱ (ج) مقدار هدایت‌الکتریکی در کاربری قرق از سایر کاربری‌ها بیشتر و در کاربری باغ کم‌تر بود. افزایش کشت‌وکار و پوشش گیاهی در کاربری باغ نسبت به کاربری قرق می‌تواند دلیل بر کاهش خشکزاری شده که این امر سبب کاهش تبخیر و تعرق شده و در نتیجه تمایل به شوری کاهش گردد.

اسیدیته خاک بر عواملی مانند قابلیت استفاده عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، تحرک عناصر سنگین و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک موثر می‌باشد. شکل ۱ (د) نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار pH به‌ترتیب مربوط به کاربری‌های قرق و باغ بود. در شرایط یکنواخت مواد اولیه تشکیل‌دهنده خاک و سایر مشخصات فیزیکوشیمیایی یکسان، معمولا هر قدر شستشو در خاکی بیشتر صورت گیرد، به‌دلیل مهاجرت کاتیون‌ها و عوامل قلیایی pH خاک کاهش می‌یابد. بنابراین به‌دلیل آبیاری در کاربری باغ میزان اسیدیته کاهش یافته است.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش در راستای بررسی تغییرات برخی از خصوصیات شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف اراضی نشان داد که ویژگی‌های شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف با هم تفاوت داشتند. نتایج خصوصیات شیمیایی خاک در کاربری‌های مذکور نشان داد که با تغییر کاربری از قرق به چرا، باغ و زراعی مقادیر ماده آلی و نیتروژن کل افزایش اما مقادیر EC و pH کاهش یافته است.

استفاده از اراضی باید متناسب با موقعیت فیزیکی هر منطقه باشد که سبب حفظ و بقای آن‌ها شود در غیر این‌صورت ممکن است پیامدهای جبران‌ناپذیری را به بار آورد.

منابع

ذوالفقاری، ع.، حاج‌عباسی، م.ع. ۱۳۸۷. تاثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی و آبگریزی خاک واقع در فریدون‌شهر و جنگل‌های لردگان. مجله آب و خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۲ (۲)، ۲۶۲-۲۵۱.

محمدی، ج.، خادمی، ح.، نائل، م.۱۳۸۴. بررسی تغییرپذیری کیفیت خاک سطحی در اکوسیستم‌های انتخابی در منطقه زاگرس مرکزی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۹ (۳) ۱۱۹_۱۰۵.

مقیمی‌نژاد، ف.، جعفری، م.، زارع چاهوکی، م. ع.، قاسمی آریان، ی. و کهندل، الف. ۱۳۹۳. مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بین دو منطقه قرق و چرا شده (مطالعه موردی : نظر آباد کرج). فصلنامه علمی _ پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۱ (۴)، ۶۵۰-۶۴۳.

Doran, J. W. and Parkin, T. B. 1994. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J. W., Coleman, D. C., Beezdicek, D. F. and Steward, B. A. (Eds), defining soil quality for a sustainable environment. Soil Science Society of American. Special Publication, 35.

Heidarian Aghakhani, M., Naghipour Borj, A. A. and Tavakoli, H., 2010. The effects of grazing intensity on vegetation and soil in Sisab rangelands. Range and Desert Research, 17(2), 243-255.

Javadi, S. A., Jafari, M., Azarnivand, H. and Alavi, S. J., 2005. An investigation of the grazing intensity effects on variations of soil organic matter and nitrogen in Lar rangeland. Natural Resources, 58(3), 711-718.

Nelson, R. E. 1982. Carbonate and gypsum. In: A. L. Page, R. H.Miller and D. R. Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis: Chemical and Microbiological Properties, Part 2. Agronomy-Monograph, Madison, 181-197.

Nelson D.W., and Sommers L.E. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Sparks D.L (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 3. Chemical Methods. SSSA Book Series No. 5. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, Madison, pp. 961-1010.

Romig, D. E., Garlynd, M. J., and Harris, R. F. 1996. Farmer-based assessment of soil quality : a soil health scorecard, In : Doran J. W., Jones A. J., (Eds.), Methods for Assessing Soil Quality. Soil Science Society of American, Special Publication, 49.

Shukla, M. K., Lalb, R., Ebingerc, M. and C. Meyer. 2006. Physical and chemical properties of soils under some pinon-juniper-oakcanopies in a semi-arid ecosystem in New Mexico. J. Arid Environ, 66, 673-685.

Tomas, G. W. 1982. Exchangeable cations. PP. 159-165. In: Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (Eds) Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2 ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Vogelmann, E. S., Reichert, J. M., Prevedello, J. and Awe, G. O. 2013. Hydro-physical processes and soil properties correlated withorigin of soil hydrophobicity. Cienc Rural, 43, 1582- 1589.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

The Effect of Land Use Change on Some Soil Chemical Properties (Case Study: Hana Area, Semirom Province)

Alavi Abedini[*1], M., Hajabbasi[2], M.A., Azarang[3], M.

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran
[2] Professor., Soil Science Department, Faculty of Agriculture,Isfahan University of Technology, Iran
[3] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran

Abstract

In order to increase soil productivity for obtain in sustainable agriculture and maintain soil fertility, awareness of the effect of land use on different soil characteristics is essential. Land use change is the most important factor that affects the conservation of natural ecosystem. Therefore, this study was conducted in order to investigating the effect of change the use of bare land in to, crop land, apple garden and grazed area on some soil chemical properties in Hana dam in Semirom, Isfahan Province. Soil samples were collected from each land uses from two depths of 0-5 and 5-20 cm in 8 replications and soil chemical properties such as total nitrogen, organic matter, EC and pH were measured. And the experiment was analyzed with completely randomized factorial design. The results showed a significant difference between different land uses in terms of chemical properties. The highest amount of organic matter (2/95%) and total nitrogen (0/088%) were for the grazed area. The lowest amount of organic matter was related to the bare and crop land (0/74%). The highest soil electrical conductivity and pH were found in the bare area.

Keywords: Bare land, Land use changes, Organic matter, Total nitrogen.

[*] Corresponding author, Email: ms.alavi@ag.iut.ac.ir

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

بررسی تغییرات شوری و سدیمی خاک در پایگاه‌های مطالعاتی پایش کیفیت خاک استان چهارمحال و بختیاری

علی مرشدی[1*] و بیژن حقیقتی[2]

[1]استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران.

[2]استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران.

چکیده

شوری خاک‌های زراعی و آب آبیاری را می‌توان از عمده‌ترین عوامل محدوده‌کننده رشد گیاهان در اغلب نقاط جهان و از جمله ایران دانست. شوری اغلب به صورت تدریجی گسترش می باشد، بنابر این، پایش تغییرات ویژگی‌های خاک و از جمله شوری خاک امری لازم و ضروری است اما، مطالعات نسبتاً ناچیزی در رابطه با تغییرات در پارامترهای مشخص از کیفیت خاکهای ایران در دراز مدت انجام شده است. در این تحقیق به عنوان بخشی از یک پژوهش ملی، در یک شبکه ۷ کیلومتر در ۷ کیلومتر، تعداد ۵۱ نقطه در استان چهارمحال و بختیاری مشخص شد. پهنه‌بندی یون کلر محلول در خاک در بخش‌های بزرگی از استان بین صفر تا دو میلی‌اکیوالان بر لیتر بوده و حاشیه اندکی از بخش‌های شرقی و غربی از مقادیر بالاتری (تا ۱۰ میلی‌اکیوالان بر لیتر) برخوردار هستند. پهنه‌بندی هدایت الکتریکی خاک‌های استان حاکی از آن است که بخش‌های شمالی تا غربی به مقدار صفر تا یک دسی‌زیمنس بر متر بوده و بخش شرقی استان تا بخش‌های جنوبی در دامنه ۲-۱ دسی‌زیمنس بر متر هستند. در قسمت‌های شمال شرقی و جنوب غربی استان، کمترین مقدار سدیم محلول در خاک وجود داشته و در قسمت شرقی استان، حداکثر غلظت Na^+ محلول در خاک مشاهده میشود.

کلمات کلیدی: زمین‌آمار، شهرکرد

مقدمه

شوری خاک زراعی و آب آبیاری را می‌توان از عمده‌ترین عوامل محدوده‌کننده رشد گیاهان در اغلب نقاط جهان و از جمله ایران دانست که این عمدتاً به دلیل موقعیت این گونه کشورها است که در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارند (قاسمی و همکاران، ۱۹۹۵). همچنین منابع عظیمی از آب‌های سطحی و زیرزمینی شور و نیمه‌شور وجود دارد که اگر چه فعلاً مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، لیکن امکان استفاده احتمالی از آنها در آینده وجود دارد. لذا بررسی اثرات مدیریت‌های مختلف این گونه خاک‌ها و آب‌ها برای استفاده بهینه از منابع خاک و آب شور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که این امر با انجام پایش کیفیت خاک‌های کشاورزی با تاکید بر ویژگی شوری و قلیائیت مد نظر خواهد بود. در حالی که بخش عمده اراضی مناسب، تحت کشت بوده و امکان اندکی برای گسترش سطح زیر کشت در اراضی مناسب وجود دارد، حدود ۱۵ درصد کل اراضی جهان تحت تاثیر فرسایش و تخریب فیزیکی و شیمیایی از جمله شوری تخریب شده است (وایلد، ۲۰۰۳) .

بر اساس گزارش موسسه تحقیقات خاک و آب این سطح حدود ۱۸ میلیون هکتار می باشد که ۷ میلیون هکتار آن دشت کویر و دشت لوت می باشد که بخش زیادی از منابع اراضی کشور دارای درجات مختلفی از محدودیت‌های شوری و قلیائیت خاک، پستی و بلندی، فرسایش و زهکشی می‌باشند که تولید اقتصادی و پایدار محصولات را محدود می‌کنند (قاسمی و همکاران، ۱۹۹۵). بر اساس اطلاعات استخراج شده از نقشه منابع و استعداد خاک‌های ایران، خاک‌های تحت تاثیر شوری حدود ۴۴/۵ میلیون هکتار می‌باشند. در حال حاضر سطح کل اراضی فاریاب ایران حدود ۷/۳ میلیون هکتار و سطح کل اراضی زراعی مبتلا به درجات مختلف شوری خاک یا آب یا هر دو ۳/۵ میلیون هکتار برآورد شده است (بنائی و همکاران، ۱۳۸۳).

شوری اغلب به صورت تدریجی در هر سال در حال گسترش می باشد (مک‌فارلین و همکاران، ۲۰۰۰). پایش تغییرات شوری خاک امری لازم و ضروری بوده تا از روند تغییرات شوری خاک و نیز اثرات و نتایج آن آگاهی بدست آید (آلن و کلارک، ۲۰۰۵). پایش بلند مدت رویکردی مهم برای پژوهش، آشکارسازی و پیش‌بینی پیامدهای تغییرات زیست محیطی می باشد (پار و همکاران، ۲۰۰۲). مطالعات نسبتاً ناچیزی در رابطه با تغییرات در پارامترهای مشخص از کیفیت خاکهای ایران در دراز مدت انجام شده است .

در آمار کلاسیک یا آمار سنتی که شاخه‌ای از علم آمار است، اجزا یا نمونه هایی که از کل جامعه به منظور شناخت برداشت میشود فاقد اطلاعات موقعیتی در فضاست و در نتیجه، مقادیر اندازه‌گیری‌شده‌ی یک کمیت معین در یک نمونهٔ خاص هیچگونه اطلاعاتی دربارهٔ مقدار آن

* ایمیل نویسنده مسئول: a.morshedi@areeo.ac.ir

کمیت در نمونه‌ای دیگر به فاصلهٔ معلوم ارائه نخواهد داد. به عبارت دیگر، در آمار کلاسیک به موقعیت فضایی نمونه‌ها توجه نمیشود. در آمار مکانی، علاوه بر مقدار یک کمیت معین در یک نمونه، به موقعیت مکانی آن نیز توجه میشود. بنابر این، میتوان به موقعیت فضایی نمونه‌ها همراه با مقدار کمیت مورد نظر به صورت توأمان توجه کرد. زمین‌آمار یکی از زیرمجموعه‌های مهم آمار مکانی است که قادر به ارایه مجموعه وسیعی از تخمینگرهای آماری به منظور برآورد خصوصیات مورد نظر در مکان‌های نمونه‌برداری نشده با استفاده از اطلاعات حاصل از نقاط نمونه برداری شده می باشد (گوارتس،۱۹۹۷).

در بیشتر مطالعاتی که در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی انجام یافته از مدل‌های آمار مکانی به منظور بررسی روابط آماری بین نقاط نمونه برداری شده استفاده شده است. تحقیقات متعددی در زمینهٔ کاربرد مدل‌های آمار مکانی در پیش‌بینی شوری خاک در دنیا انجام شده است (الحسون، ۲۰۰۹؛ برانر و همکاران، ۲۰۰۶؛ الدیری و همکاران، ۲۰۰۵؛ ریورو و همکارام، ۲۰۰۷؛ شرستا، ۲۰۰۶). کاربرد فنآوری اطلاعات مانند تهیه نقشه شوری برای دست‌یابی به نوعی مدیریت ویژه مکانی، کشاورزی دقیق نامیده میشود (لوونبرگ و اریکسون، ۲۰۰۰). مهم‌ترین دلیل برای به کاربردن مدیریت ویژه مکانی در کشاورزی دقیق کاهش هزینه‌های مترتبه میباشد (هارنی و همکاران، ۲۰۰۵) .

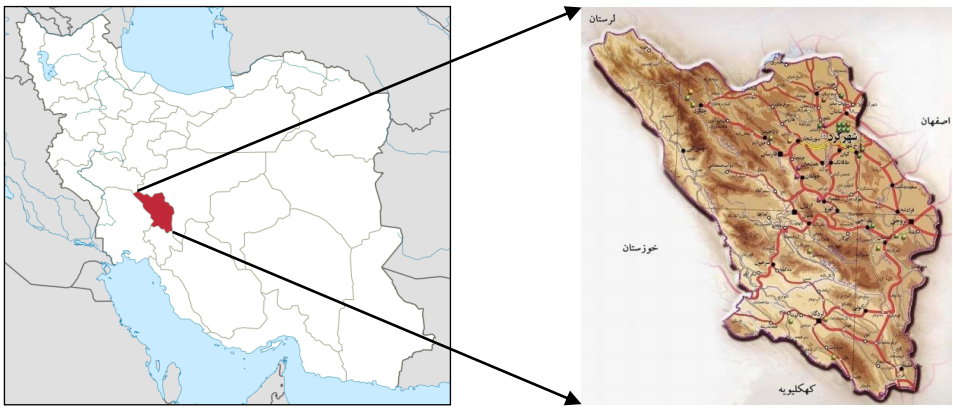
شناسایی خاک‌های شور و پهنه‌بندی تغییرات مکانی ویژگی‌های مهمی نظیر بافت و شوری آن‌ها، نخستین گام منطقی به منظور مقابله با مشکلات آن ها و مدیریت بهینه در راستای برنامه ریزی خاص مکانی به شمار می‌رود. برای رسیدن به این مهم، استفاده از روش های زمین‌آماری که قادر به پردازش و خلاصه‌سازی الگوهای توزیع مکانی متغیرهای مورد نظر از طریق به کارگیری تکنیک‌های میان‌یابی می‌باشند، توسط محققین متعدد توصیه شده است (محمدی، ۱۳۸۵؛ وبستر و الیور، ۲۰۰۱؛ سمک و همکاران، ۲۰۰۷؛ دپاز و هکاران، ۲۰۱۱).

مواد و روش‌ها

طبق آمارهای رسمی، اراضی کشاورزی کشور حدود ۱۸ میلیون هکتار شامل ۶ میلیون هکتار اراضی کشاورزی آبی، ۶ میلیون هکتار اراضی کشاورزی دیم، ۴ میلیون هکتار اراضی باغی و حدود ۲ میلیون هکتار آیش می‌باشد. استان چهارمحال و بختیاری یکی از استان‌های کشور ایران به مرکزیت شهرکرد است (شکل ۱). این استان با ۱۶۴۲۱ کیلومتر مربّع وسعتی معادل یک درصد از کل وسعت ایران (بیست و دومین استان کشور از نظر مساحت) می‌باشد. استان چهارمحال و بختیاری از جمله مناطق کوهستانی فلات مرکزی ایران بوده و بین ۳۱ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۲درجه و ۳۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی گرینویچ قرار دارد. این استان از شمال و مشرق به استان اصفهان، از مغرب به استان خوزستان، از جنوب به استان کهگیلویه و بویراحمد و از سمت شمال غربی به استان لرستان محدود می‌شود. شهرکرد با ۲۰۶۶ متر ارتفاع از سطح دریا، مرتفع‌ترین مرکز استان کشور ایران است. میانگین ارتفاع در استان چهارمحال و بختیاری حدود ۲۱۵۳ متر است و به همین خاطر استان چهارمحال و بختیاری را بام ایران می‌دانند.

در این تحقیق به عنوان بخشی از یک پژوهش ملی، حدود۳۰۰۰ پایگاه (سایت) مطالعاتی در کل اراضی کشاورزی کشور (به ازای حداقل هر۶۰۰۰ هکتار یک سایت مطالعاتی) انتخاب شد. برای تعیین نقاط نمونه‌برداری، با استفاده از اطلاعات موجود نظیر نقشه رقومی استان، نقشه رقومی کاربری اراضی و نیز نقشه خاک‌های کشور در یک شبکه ۷ کیلومتر در ۷ کیلومتر، تعداد ۵۱ نقطه در استان چهارمحال و بختیاری مشخص شد. در انتخاب این ۵۱ پایگاه، ترکیب متناسبی از اراضی زراعی، باغی و آیش در شرایط آبی و دیم برقرار شد. همچنین نقاط و مکان‌های خاص نظیر اراضی آلوده، شور، مانداب و مانند آن که دارای سطح قابل توجهی در منطقه می‌باشند نیز افزون بر نقاط پیش‌بینی شده در نظر گرفته شدند .

برای انتخاب این پایگاه‌های نمونه برداری، از اطلاعات جانبی دیگری نظیر نوع کاربری اراضی، نقشه خاکهای ایران، اقلیم، اطلاعات زمین شناسی، مناطق مشکوک به آلودگی با مساحت بیش از ۱۰۰۰ هکتار، خاک‌های مسئله‌دار با سطح بیش از ۳۰۰۰ هکتاراستفاده شد. انتخاب هر پایگاه به گونه‌ای بود که تا حد ممکن مساحتی بالغ بین یک تا سه هکتار، با مدیریت واحد، فاقد تغییرات شدید (تغییر کاربری، تسطیح اراضی) در طول مطالعه داشته باشد، در غیر این‌صورت به نزدیک‌ترین نقطه دارای مشخصات مطلوب تغییر یافت. نمونه‌برداری از این پایگاه‌ها برای ویژگی‌هایی شامل $HCO3^-$، Cl-، Na^+، ESP، pH و EC بود. برای نمونه‌برداری از اوگر یا بیل استفاده شد. ابتدا یک دایره نمونه‌برداری به قطر ۵۰ متر در نظر گرفته و این دایره به ۵ قطعه مساوی تقسیم و از مرکز هر یک از این قطعات یک زیرنمونه (sub sample) یک کیلوگرمی از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر (برای اراضی زراعی) و سه نمونه از عمق‌های۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ و ۹۰ -۶۰ سانتیمتر (برای باغ‌ها) گرفته‌شد. سپس زیر نمونه‌های هم‌عمق با هم مخلوط و یک نمونه ۵ کیلوگرمی تهیه گردید. از این مقدار، ۲ کیلوگرم برای بانک خاک مستقر در ستاد (موسسه تحقیقات خاک و آب کشور) و ۳ کیلوگرم به آزمایشگاه ارسال گردید. در ارائه نتایج از نرم‌افزارهای MS Office 2010، GS+ و ArcGIS استفاده شد.



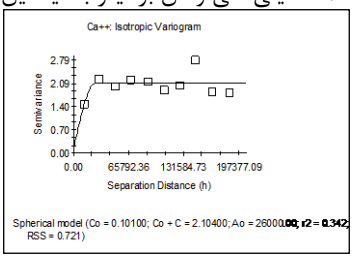
شکل ۱– موقعیت محدوده مورد مطالعه

نتایج و بحث

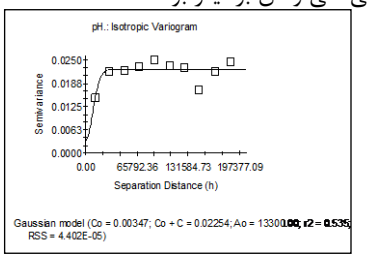
منحنی‌های واریوگرام تجربی برخی از ویژگی‌ها در شکل‌های ۲ تا ۷ با استفاده از روش کریجینگ معمولی ارایه میشوند. پهنه‌بندی برخی از پارامترها در شکل‌های شماره ۸ و ۹ نمایه شده‌اند. مقدار یون کلسیم محلول در خاک در دامنه‌های بین ۶-۴ و ۸-۶ میلی‌اکیوالان بر لیتر بخش بزرگی از استان را به خود اختصاص داده و بخش‌های میانی تا جنوبی در سطوح کمتری هستند. مقدار یون کلر محلول در خاک در بخش‌های بزرگی از استان بین صفر تا ۲ میلی‌اکیوالان بر لیتر بوده و حاشیه اندکی از بخش‌های شرقی و غربی از مقادیر بالاتری (تا ۱۰ میلی‌اکیوالان بر لیتر) برخوردار هستند. در قسمت‌های شمال شرقی و جنوب غربی استان، کمترین مقدار سدیم محلول در خاک (نیم تا یک میلی‌اکیوالان در لیتر) وجود داشته و در قسمت شرقی استان، حداکثر غلظت Na+ محلول در خاک (نیم تا دو میلی‌اکیوالان در لیتر) مشاهده میشود (شکل ۸). در بخش‌های شمالی، شمال غربی تا قسمتهای مرکزی و جنوبی، غلظت سدیم محلول در دامنه (۱/۰ تا ۱/۵ میلی‌اکیوالان در لیتر) مشاهده میشود که قسمت اعظم استان را پوشش میدهد. در خصوص هدایت الکتریکی خاک‌های استان مشاهده میشود بخش‌های شمالی تا غربی به مقدار صفر تا یک دسی‌زیمنس بر متر بوده و بخش شرقی استان تا بخش‌های جنوبی در دامنه بین ۲-۱ دسی‌زیمنس بر متر هستند (شکل ۹).

نتیجه‌گیری

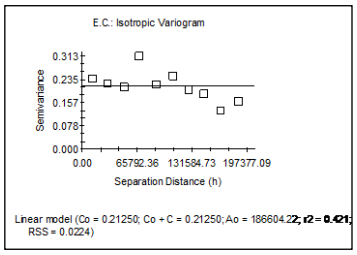
هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در مناطق مختلف استان دارای بازه تغییراتی از ۰/۴۳ تا ۲/۳۶ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین ۱/۰۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. پ هاش خاک در مناطق مختلف استان دارای بازه تغییراتی از ۷/۴۱ تا ۸/۱۷ با میانگین ۷/۷۶ که در محدوده قلیائی ضعیف از نظر تقسیم بندی کیفی قرار داشت. سدیم قابل تبادل خاک در مناطق مختلف استان دارای بازه تغییراتی از ۰/۲۱۷ تا ۱/۷۸ درصد در محدوده مناسب از نظر تقسیم بندی کیفی قرار داشت. یون کلراید محلول خاک در مناطق مختلف استان دارای بازه تغییراتی از ۰/۵۰ تا ۱۲/۴۰ میلی اکی والان بر لیتر با میانگین ۱/۲۷ میلی اکی والان بر لیتر و بی‌کربنات محلول خاک در مناطق مختلف استان دارای بازه تغییراتی از ۵ تا ۱۵/۸۰ میلی اکی والان بر لیتر با میانگین ۸/۹۲ میلی اکی والان بر لیتر بود.



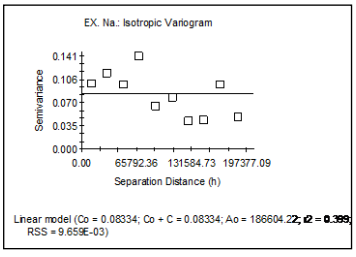
شکل ۲– واریوگرام تجربی Ca^{++} خاک



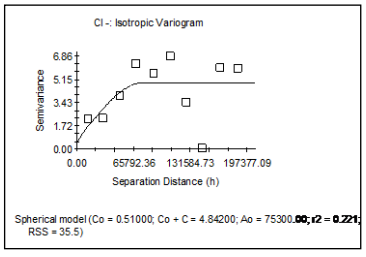
شکل۳– واریوگرام تجربی pH



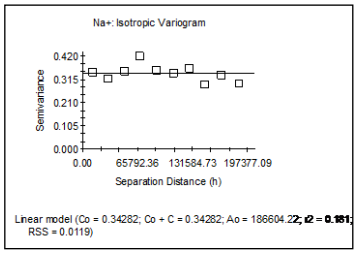
شکل ۴– واریوگرام تجربی EC



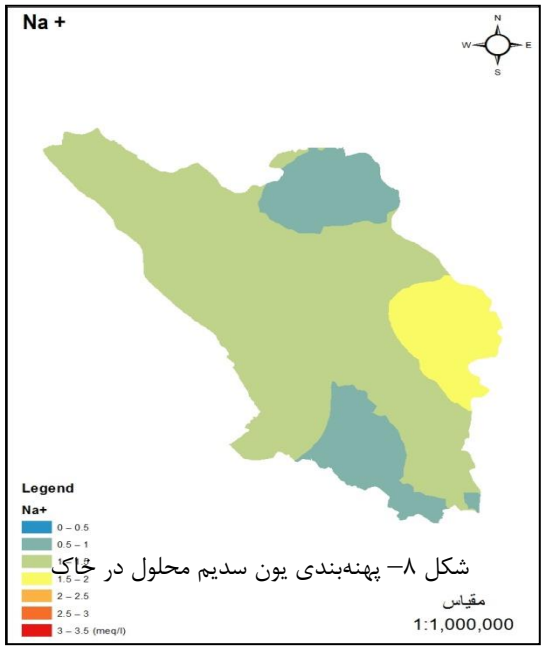
شکل ۵– واریوگرام تجربی سدیم تبادلی خاک



شکل ۶– واریوگرام تجربی Cl^{-} خاک



شکل ۷– واریوگرام تجربی یون Na^{+}



شکل ۸– پهنه‌بندی یون سدیم محلول در خاک



شکل ۹– پهنه‌بندی هدایت الکتریکی خاک

منابع

بنایی، م . ح.، ع. مومنی و م. بایبوردی. ۱۳۸۳. وسعت و پراکنش جغرافیایی خاک‌های مساله‌دار. ۲۱۲ص.

محمدی، ج. و و. چیت‌ساز. ۱۳۸۵. مقایسه تخمین‌گرهای ژئواستاتیکی و رگرسیون خطی جهت برآورد برخی از خصوصیات سطحی خاک به کمک داده‌های رقومی TM. مجله علوم خاک و آب، ۱۶: ۱۰۲-۹۵.

Al-Hassoun, S. 2009. Remote sensing of soil salinity in an arid area in Saudi Arabia. International Journal of Civil and Environmental Engineering, IJCEE-IJENS 1. (2).

Brunner, P., H. T. Li, W. Li and W. Kinzelbach. 2006. Generating electrical conductivity maps of soil by integrating measurements on the ground and remote sensing data, Int. J. Remote Sens.

Cemek, B., M. Guler, K. Kilic, Y. Demir and H. Arslan. 2007. Assessment of spatial variability in some soil properties as related to soil salinity and alkalinity in Bafra plain in northern Turkey. Environ. Monit. Assess 124: 223-234.

De Paz, J. M., F. Visconti and J. L. Rubio. 2011. Spatial evaluation of soil salinity using the WETsensor in the irrigated area. J. Plant. Nutr. Soil. Sci., 174: 103-112.

Eldiery, A., L. Garcia, and R. M. Reich. 2005. Estimating soil salinity from Remote sensing data in Corn Fields. Hydrology days, http://hydrologydays.colostate.edu.

Ghassemi, F., A. J. Jakeman and H. A. Nix. 1995. Salinization of land and water resources human causes, extent management and case studies. CAB International, UK.

Horney, R.D., B. Taylor, D. S. Munk, B. A. Roberts, S. M. Lesch and E. P. Richard. 2005. Development of practical site-specific management methods for reclaiming salt-affected soil. Comp. Elec. Agric. 46: 379-397 .

Parr, T. W., M. Ferretti, I. C.Simpson, M. Forsius, E. Kovács-Láng. 2002. Towards a longterm integrated monitoring program in Europe: network design in theory and practice. Environ. Monit. Assess.78 (3):253-90.

Rivero, R.G., S. Grunwald and G. L. Bruland. 2007. Incorporation of spectral data into multivariate geostatistical models to map soil phosphorus variability in a Florida wetland. Geoderma, 140: 428-443.

Shrestha, R.P. 2006. Relating soil electrical conductivity to remote sensing and other soil properties for assessing soil salinity in northeast Thailand. Land. Deg. Develop. 17: 677-689

Webster, R. and M. A. Oliver. 2001. Geostatistics for Environmental Scientists. John Wiley and Sons Ltd., Chichester, UK.

Wild A. 2003. Soils, land and food: managing the land during the twenty-first century. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Investigation of salinity and sodium changes in soil quality monitoring bases in Chaharmahal and Bakhtiari province

A. Morshedi[1] and B. Haghighati

Assistant Professor. Dept. of Soil and Water Research, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Shahrekord, Iran.

Assistant Professor. Dept. of Soil and Water Research, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Shahrekord, Iran.

Abstract

Soil salinity and irrigation water can be one of the main limiting factors of growth of plants in most parts of the world, including Iran. Salinity is often expanded gradually, so monitoring changes in soil properties, including soil salinity, is necessary. But relatively few studies have been carried out on the changes in certain parameters of the quality of Iranian soils. In this research, as part of a national study, in a 7 km to 7 km network, 51 points were identified in Chaharmahal va Bakhtiari province. The mapping of soil-soluble chlorine ions in large parts of the province are between 0 and 2 meq/lit, with a small margin of the eastern and western parts of the higher values (up to 10 meq/lit). Mapping the electrical conductivity of the soils of the province indicates that the northern to western parts are from zero to one dS/m, and the eastern part of the province to the southern parts is in the range of 1-2 ds/m. In the northeastern and southeastern parts of the province, the lowest amount of soil soluble sodium is present. In the eastern part of the province, the maximum concentration of soil Na^+ is observed.

Keywords: Geostatistics. Shahrekord

[1] Corresponding author, Email: a.morshedi@areeo.ac.ir

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

اثر تغییر کاربری اراضی بر شاخص پایداری (SI)ساختمان خاک

حسن مظفری[۱*]، سید علی اکبر موسوی[۲]

[۱] دانشجوی دکتری بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[۲] دانشیار بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده

پایداری خاکدانه‌ها را می‌توان با استفاده از شاخص‌های مختلف ارزیابی نمود. یکی از این شاخص‌ها، شاخص پایداری ساختمان خاک (SI) است. از آنجایی‌که تغییر کاربری اراضی از عوامل مهم تأثیر گذار بر ساختمان خاک است و از طرفی بیان کمی ساختمان خاک با استفاده از شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها انجام می‌شود بنابراین این پژوهش با هدف بررسی تأثیر کاربری اراضی بر شاخص پایداری ساختمان خاک (SI) انجام شد. این پژوهش در منطقه باجگاه واقع در ۱۲ کیلومتری شمال شیراز در ۲۵ نقطه واقع در یک شبکه نسبتاً منظم با فواصل ۵×۵ متر در هریک از ۳ کاربری زراعت معمولی (ACF)، زراعت یونجه (PAF) و باغ گلابی (OF) انجام شد. نتایج نشان داد که بین دو کاربری زارعت معمولی و زراعت یونجه تفاوت معنی‌داری از نظر میانگین مقدار SI وجود نداشت و به‌طور تقریبی میانگین این ویژگی در دو کاربری مذکور بایکدیگر برابر بود در حالی که تغییر کاربری اراضی از زراعت معمولی و زراعت یونجه به باغ به‌ترتیب سبب افزایش معنی‌دار ۸۳ و ۸۵ درصدی میانگین این ویژگی شد. زیاد بودن شن و ماده آلی در کاربری باغ نسبت به دو کاربری دیگر سبب شده که مقادیر SI در این کاربری به‌طور قابل توجهی بیشتر از دو کاربری دیگر باشد.

کلمات کلیدی: باغ، پایداری خاکدانه‌ها، زراعت معمولی، زراعت یونجه، ماده آلی

مقدمه

کاربری اراضی همراه با روش‌های مدیریتی شامل تناوب کشت، کوددهی، زهکشی و آبیاری از عوامل اصلی مؤثر بر ساختمان و ویژگی‌های خاک است (Lehrsch و همکاران ۲۰۱۲). تغییرات ویژگی‌های خاک برای درک اثرات کاربری اراضی و شیوه‌های مدیریتی در خاک‌ها، بایستی به صورت کمی و کیفی نشان داده شود. تغییر کاربری اراضی یکی از اقداماتی است که می‌تواند بر کیفیت خاک تاثیرگذار باشد. تاثیر نوع کاربری اراضی بر نحوه عملکرد خاک در اکوسیستم، از طریق مطالعه و ارزیابی تغییرات شاخص‌های کیفیت خاک امکان‌پذیر است. این‌گونه مطالعات که با هدف ایجاد تعادل بین میزان تولید و حفظ و بهبود کیفیت منابع اراضی انجام می‌شود امکان شناسایی مدیریت‌های پایدار و به تبع آن پیشگیری از تخریب فزاینده خاک را فراهم می‌سازد (متقیان و محمدی، ۱۳۹۰). بخش کشاورزی، ضمن اینکه بزرگترین عامل تخریب‌کننده منابع طبیعی است، در عین حال می‌تواند بیشترین نقش را در حفاظت آن بر عهده گیرد. کاربری اراضی از مهم‌ترین روش‌های دخالت انسان در فرآیندهای طبیعی است که از طریق آن سبب افزایش یا کاهش تخریب خاک می‌شود (Zheng و همکاران ۲۰۱۱).

ساختمان خاک اغلب با پایداری خاکدانه‌های خاک ارزیابی می‌شود (Bronick and Lal, 2005). خاکدانه‌سازی موجب حاصلخیزی خاک می‌شود زیرا باعث کاهش فرسایش و افزایش نفوذ و نگهداری آب در خاک می‌شود. توزیع اندازه و پایداری خاکدانه‌ها تحت کنترل مکانیسم‌های مختلف قرار دارد. به‌طور کلی توزیع اندازه و پایداری خاکدانه‌ها ارتباط مستقیمی با عوامل سیمانی‌کننده مانند ماده آلی خاک، کانی‌های رسی، کاتیون‌های چند ظرفیتی و اجتماع آن‌ها در خاکدانه‌ها دارد (Six و همکاران ۲۰۰۴). پایداری خاکدانه‌ها که نمایانگر توانایی خاکدانه‌ها در مقابل نیروهای مخرب (آب و باد) است، یک شاخص و معیار مناسب از حساسیت خاک به سله بستن و فرسایش است (Le Bissonnais, 1996). فرسایش‌پذیری خاک یا حساسیت خاک به فرسایش عمدتاً تابعی از پایداری ساختمان خاک است. حساسیت خاک به فرسایش با افزایش پایداری ساختمان خاک کم می‌شود، که در طی آن تشکیل سله و جدا شدن ذرات خاک کاهش می‌یابد. به‌طور کلی رواناب و رسوب در حضور خاکدانه‌های درشت کاهش می‌یابد (Diezman و همکاران ۱۹۸۷).

* ایمیل نویسنده مسئول: hasan892121@yahoo.com

پایداری خاکدانه‌ها را می‌توان با استفاده از شاخص‌های مختلف ارزیابی نمود. یکی از این شاخص‌ها، شاخص پایداری ساختمان خاک (Stability Index SI ,) است که به‌وسیله Pieri (۱۹۹۲) گزارش شده است. از آنجایی‌که تغییر کاربری اراضی از عوامل مهم تأثیر گذار بر ساختمان خاک است و از طرفی بیان کمی ساختمان خاک با استفاده از شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها انجام می‌شود بنابراین این تحقیق با هدف بررسی تأثیر کاربری اراضی بر شاخص پایداری ساختمان خاک (SI) انجام شد.

مواد و روش‌ها

محل انجام پژوهش و نمونه‌برداری

این پژوهش در منطقه باجگاه واقع در کیلومتر ۱۲ جاده شیراز-اصفهان با ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۰ دقیقه در ۳ کاربری باغ گلابی (Orchard field, OF)، زمین زراعی که در آن سالیانه زراعت‌های معمولی شامل ذرت، گندم و جو انجام می‌شود (Annual cultivated field, ACF) و زمین زراعی که به مدت زیادی (حدود ۹ سال) در آن یونجه کشت شده است (Perennial alfalfa field, PAF) انجام شد. آزمایش در ۲۵ نقطه واقع در یک شبکه نسبتاً منظم با فواصل ۵×۵ متر در هریک از ۳ کاربری باغ، زراعت معمولی و زراعت یونجه (مجموعاً ۷۵ نقطه) انجام شد. برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، مقدار مورد نیاز خاک از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری در هر نقطه برداشته و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی‌متری برای تجزیه فیزیکی و شیمیایی آماده شدند. سپس بافت خاک به روش هیدرومتری (Gee and Bauder, 1986) و ماده آلی به روش اکسیداسیون با اسید کرومیک و سپس تیتره کردن با آمونیوم فروس سولفات (Nelson and sommers, 1996) اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

جدول ۱. اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در خاک مورد مطالعه

ویژگی‌های مورد مطالعه	نوع کاربری		
	زراعت معمولی (ACF)	زراعت یونجه (PAF)	باغ (OF)
شن (٪)	۳۰۸۷ c	۵۰۱۴ b	۱۹۰۵ a
سیلت (٪)	۵۶۰۵ b	۶۱۰۵ a	۵۴۰۶ c
رس (٪)	۳۹۰۶ a	۳۳۰۳ b	۲۵۰۸ c
ماده آلی خاک (٪)	۲۰۴۴ b	۲۰۳۹ b	۳۰۷۵ a

*حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین داده‌ها بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

محاسبه شاخص پایداری ساختمان خاک (SI)

Pieri (۱۹۹۲) گزارش کرد که خطر تخریب ساختمان در خاک‌های زیر کشت را می‌توان با شاخص پایداری ساختمان (SI) و بر اساس رابطه زیر ارزیابی نمود:

$$SI = \frac{OM}{Silt + Clay} \times 100 \qquad (۱)$$

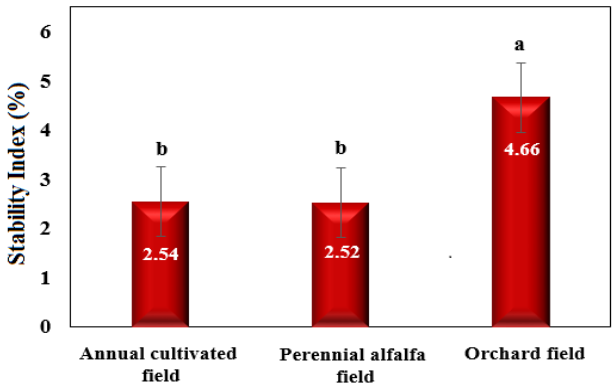
که OM، Clay و Silt درصد ماده آلی، رس و سیلت است. مقادیر SI بیشتر از ۹٪ نشان دهنده ساختمان پایدار، ۹≤SI>۷ بیانگر کم بودن خطر تخریب ساختمان خاک، ۷≤SI>۵ نشان‌دهنده زیاد بودن خطر تخریب ساختمان خاک و ۵≤SI نشان‌دهنده تخریب ساختمان خاک است.

آنالیز آماری

مقادیر میانگین شاخص SI و سایر ویژگی‌های فیزیکی و شمیایی مورد مطالعه بین کاربری‌های مختلف در قالب طرح کاملاً تصادفی و بر اساس آزمون آماری توکی با استفاده از بسته نرم افزاری STATISTICA در سطح احتمال ۹۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین شاخص پایداری (SI) در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بین دو کاربری زارعت معمولی و زراعت یونجه تفاوت معنی‌داری از نظر مقدار میانگین SI وجود نداشت و به‌طور تقریبی میانگین این ویژگی در دو کاربری مذکور بایکدیگر برابر بود در حالی که تغییر کاربری اراضی از زراعت معمولی و زراعت یونجه به باغ به‌ترتیب سبب افزایش معنی‌دار ۸۳ و ۸۵ درصدی میانگین این ویژگی شد. بر اساس این شاخص برای پایدار بودن ساختمان خاک، متناسب با مقدار رس در خاک (ریز بودن بافت خاک) بایستی مقدار مشخصی ماده آلی در خاک وجود داشته باشد. Pieri (۱۹۹۲) بیان کرد که مقادیر SI بیشتر از ۹٪ نشان‌دهنده ساختمان پایدار، ۹≥SI>۷ بیانگر کم بودن خطر تخریب ساختمان خاک، ۷≥SI>۵ نشان‌دهنده زیاد بودن خطر تخریب ساختمان خاک و ۵≥SI نشان‌دهنده تخریب ساختمان خاک است. براساس این طبقه‌بندی ساختمان خاک در هر سه کاربری مورد مطالعه تخریب یافته است. بافت خاک یک ویژگی پایای خاک می‌باشد که با گذشت زمان به میزان بسیار اندکی تغییر می‌کند. Hajabbasi و همکاران (۱۹۹۷) نیز گزارش نمودند که تغییر در مدیریت اراضی طی مدت ۲۰ سال سبب تغییر جزیی در بافت خاک شد. درحالی‌که ماده آلی یک ویژگی پویای خاک محسوب می‌شود که بسیار وابسته به مدیریت و کاربری صحیح اراضی است. در دو کاربری زراعت معمولی و زراعت یونجه، شخم و عملیات خاک‌ورزی در زمین‌های زراعی سبب تجزیه سریع‌تر ماده آلی نسبت به باغ شده و وجود این مقدار از ماده آلی در زمین-های زراعی می‌تواند به دلیل وجود بقایای زراعی باشد در حالی‌که در کاربری باغ این میزان از ماده آلی را می‌توان به مدیریت کشاورزان بر کاربری باغ، اضافه شدن لاشبرگ‌ها به خاک در فصل پاییز و احتمالاً تاثیر کودهای آلی که به خاک اضافه می‌شوند، نسبت داد. زیاد بودن شن و ماده آلی در کاربری باغ نسبت به دو کاربری دیگر سبب شده که میزان شاخص پایداری (SI) در این کاربری به‌طور قابل توجهی بیشتر از دو کاربری دیگر باشد (شکل ۱). Six و همکاران (۲۰۰۴) نیز بیان کردند که توزیع اندازه و پایداری خاکدانه‌ها ارتباط مستقیمی با عوامل سیمانی‌کننده مانند ماده آلی خاک، کانی‌های رسی، کاتیون‌های چند ظرفیتی و اجتماع آن‌ها در خاکدانه‌ها دارد. حاج عباسی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که به‌طور کلی وضعیت پوشش گیاهی (تراکم و نوع)، چگونگی استفاده از اراضی پس از تغییر کاربری، عملیات خاک‌ورزی، شدت و تناوب عملیات خاک‌ورزی، کوددهی، نوع محصول کشت شده پس از تغییر کاربری و زمان نمونه‌برداری بر میزان کاهش یا افزایش مقدار ماده آلی خاک بر حسب چگونگی تغییر کاربری اراضی در مناطق مورد مطالعه اثرگذار می‌باشد. ریاحی و همکاران (۱۳۹۵) و غلامی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که تغییر کاربری اراضی از جنگل به مرتع و زمین زراعی سبب کاهش معنی‌دار ماده آلی شده است که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد.



شکل ۱- نتایج مقایسه میانگین شاخص پایداری ساختمان خاک (Stability Index) در کاربری‌های مختلف اراضی (حروف مشابه نشان‌دهنده تفاوت غیرمعنی‌دار است).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که بین دو کاربری زارعت معمولی و زراعت یونجه تفاوت معنی‌داری از نظر مقدار میانگین SI وجود نداشت و به‌طور تقریبی میانگین این ویژگی در دو کاربری مذکور بایکدیگر برابر بود در حالی که تغییر کاربری اراضی از زراعت معمولی و زراعت یونجه به باغ به‌ترتیب سبب افزایش معنی‌دار ۸۳ و ۸۵ درصدی میانگین این ویژگی شد. براساس طبقه‌بندی SI ساختمان خاک هر سه کاربری مورد مطالعه تخریب یافته است. بافت خاک یک ویژگی ایستا و ماده آلی یک ویژگی پویا در خاک محسوب می‌شود که بسیار وابسته به مدیریت و کاربری صحیح اراضی است. در دو کاربری زراعت معمولی و زراعت یونجه، شخم و عملیات خاک‌ورزی می تواند سبب تجزیه سریع‌تر ماده آلی نسبت به باغ شده و وجود این مقدار از ماده آلی در زمین‌های زراعی می‌تواند به دلیل وجود بقایای زراعی باشد. در حالی‌که در کاربری باغ این میزان از ماده آلی را می‌توان به مدیریت کشاورزان بر کاربری باغ، اضافه شدن لاشبرگ‌ها به خاک در فصل پاییز و احتمالاً تاثیر کودهای آلی که به خاک اضافه می‌شوند، نسبت داد. زیاد بودن شن و ماده آلی در کاربری باغ نسبت به دو کاربری دیگر سبب شده که میزان شاخص پایداری ساختمان خاک (SI) در این کاربری به‌طور قابل توجهی بیشتر از دو کاربری دیگر باشد.

منابع

حاج عباسی، م. ع.، بسالت پور، ا. و مللی، ا. ۱۳۸۶. اثر تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های جنوب و جنوب غربی اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱ (۴۲)، ۵۳۴-۵۲۵.

ریاحی، م. ر.، وهاب‌زاده، ق. و راعی، ر. ۱۳۹۵. نقش تغییر کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کیاسر کلوگاه). نشریه دانش آب و خاک، ۲۶ (۱)، ۱۷۱-۱۵۹.

غلامی، ل.، داوری، م.، نبی اللهی، ک. و جنیدی جعفری، ح. ۱۳۹۵. تاثیر تغییر کاربری اراضی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: بانه). نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۵ (۳)، ۲۷-۱۳.

متقیان، ح. و محمدی، ج. ۱۳۹۰. مقایسه برخی شاخص‌های فیزیکی کیفیت خاک در کاربری‌های مختلف اراضی در حوزه مرغملک، شهرکرد (استان چهارمحال و بختیاری). نشریه آب و خاک (علوم وصنایع کشاورزی)، ۲۵ (۱)، ۱۲۴-۱۱۵.

Bronick, C. J. and Lal, R. 2005. Soil structure and management: a review. Geoderma, 124, 3–22.

Deizman, M. M., Mostaghini, S., Shanholtz, V. O. and Mitchell, J. K. 1987. Size distribution of eroded sediment from two tillage systems. Transactions of the ASAE, 30, 1642-1647.

Gee, G. W. and Bauder, J. W. 1986. Particle size analysis, hydrometer methods. In: D. L. Sparks et al. (Eds.). Method of Soil Analysis. Part 1. pp: 383- 411. Physical and Mineralogical Methods. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, USA.

Hajabbasi, M. A., Jalalian, A. and Karimzadeh, H. R. 1997. Deforestation effects on soil physical and chemical properties, Lordegan, Iran. Plant and Soil, 190 (2), 301-308.

Le Bissonnais, Y. 1996 Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I. Theory and methodology. European Journal of Soil Science, 47, 425–437.

Lehrsch, G. A., Sojka, R. E. and Koehn, A. C. 2012. Surfactant effects on soil aggregate tensile strength. Geoderma, 189-190, 199–206.

Nelson, D. W. & Sommers, L. E. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: D. L. Sparks et al. (Eds.). Method of Soil Analysis. Part 3, 3rd Ed. pp: 961-1010. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, USA.

Pieri, C. J. M. G. 1992. Fertility of Soils: A Future for Farming in the West African Savannah. Springer-Verlag, Berlin, Germany.

Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S. and Denef, K. 2004. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. Soil & Tillage Research, 79, 7–31.

Zheng, Z. C., He, S. Q., and Li, T. X. 2011. Fractal dimensions of soil structure and soil anti-erodibility under different land use patterns. African Journal of Agricultural Research, 6 (24), 5496-5504.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Effect of land use change on stability index (SI) of soil structure

Mozaffari, H.[*1], Moosavi, A. A. [2]

[1] Ph. D. Student, Department of Soil Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
[2] Associate Prof., Department of Soil Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

Abstract

Aggregates stability can be evaluated using different indices. One of these indices is soil structure stability index (SI). Land use change is one of the important factors that effects soil structure and on the other hand, soil structure is expressed quantitatively by aggregates stability indices. Therefore, this study was done to investigate the effect of land use change on stability index (SI) of soil structure. This study was done in Bajgah region located 12 km north of Shiraz city in 3 land uses including annual cultivated field (ACF), perennial alfalfa field (PAF) and orchard field (OF) at a relatively regular network with 5×5 meter distances at 25 sampling points in each land uses. Results revealed that there is no significant difference between the mean value of SI in ACF and PAF and mean of this property was approximately equal between the two mentioned land uses. While land use change from ACF and PAF to OF caused a significant increase of 83% and 85% in SI, respectively,high amount of sand and organic matter in OF caused values of SI to be more than that of the two other land uses, significantly.

Keywords: annual cultivated field, garden, organic matter, perennial alfalfa field, aggregates stability

[*] Corresponding author, Email: hasan892121@yahoo.com

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

بررسی پیامد تغییر کاربری زمین بر نرخ تجزیه کربن آلی خاک در بخش اندازه خاکدانه در جنگل‌های بلوط زاگرس شمالی

ناهید آزادی[۱]، زاهد شریفی[۲*]

[۱] دانشجوی کارشناسی‌ارشد، علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

[۲] استادیار، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثر تغییر کاربری زمین از جنگل بکر به تاکستان بر نرخ تجزیه‌پذیری کربن آلی خاک در چرخه‌های دمایی گوناگون در منطقه مریوان استان کردستان انجام شد. بدین‌منظور دو کاربری جنگل بلوط بکر (شاهد) و تاکستان بررسی شد. از خاک روئین هر کدام از تیمارها ۳ نمونه مرکب از لایه ۵-۰ سانتی‌متری جمع‌آوری شد. در ابتدا نمونه‌های خاک براساس اندازه خاکدانه‌ها (۸-۲، ۲-۱، ۱-۰/۲۵ و کوچک‌تر از ۰/۲۵ میلی‌متر) تفکیک شدند. سپس فراسنجه‌های توزیع اندازه خاکدانه، کربن آلی کل خاک و نرخ تجزیه‌پذیری آن در هر بخش از اندازه خاکدانه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که با افزایش کشت و کار از مقدار خاکدانه‌های درشت کاسته شده و بر مقدار خاکدانه‌های ریز افزوده شد و مقدار کربن آلی کل خاک نیز کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد که در همه‌ی تیمارها با کاهش اندازه خاکدانه‌ها مقدار کربن آلی خاک و نرخ تجزیه‌پذیری آن افزایش یافت. در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد تبدیل جنگل بکر به تاکستان سبب افزایش تجزیه مواد آلی بومی خاک و کاهش درونداد آن می‌شود. از طرفی زمین‌های بکر با مقدار ماده آلی با قابلیت تجزیه بالاتر در مقابل تغییرات اقلیم آسیب‌پذیرتر بوده و در مقایسه با زمین های زراعی گرمایش زمین را با شدت بیشتری به جلو می‌رانند.

کلمات کلیدی: تغییر اقلیم، چرخه‌های دمایی، خاکدانه‌های خاک، ماده آلی خاک، مدیریت خاک

مقدمه

با افزایش جمعیت و به‌دنبال آن افزایش کارکردهای مردمی پوشش‌های طبیعی رویه زمین با روندی هشدار دهنده تخریب و تبدیل به زمین‌های کشاورزی می‌شوند. هم‌اکنون در سراسر جهان هر ساله میلیون‌ها هکتار جنگل در اثر بهره‌برداری بی‌رویه نابود می‌شوند و به‌دنبال آن بخش زیادی از منابع آب و خاک برای همیشه از دست می‌رود. آشفتگی‌های ناشی از جنگل‌زدایی، تبدیل مراتع و جنگل‌ها به زمین‌های کشاورزی و شیوه‌های نامناسب مدیریت کشاورزی در ایران و دیگر نقاط جهان مایه برهم‌زدن تعادل اکوسیستم خاک و تغییر در ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آن می‌شود (Hajabbasi و همکاران ۱۹۹۷). تغییر کاربری زمین یک بخش اصلی و یک تغییر محیطی مهم در جهان به‌شمار می‌آید، و یکی از دخالت‌های مهم بشر در طبیعت است که بر فرآیندهای طبیعی اکوسیستم‌ها به‌ویژه کیفیت خاک، بارآوری خاک، پتانسیل بازسازی شرایط پایدار خاک، تخریب ساختمان خاک و همچنین کیفیت مواد آلی خاک اثرگذار است (Ayoubi و همکاران ۲۰۱۲). با توجه به اینکه خاک یک مخزن مهم کربن بوده و تنفس خاک ساز و کار اصلی انتقال کربن از خاک به اتمسفر و یکی از بزرگ‌ترین اجزای انتشار دی‌اکسید کربن از اکوسیستم زمینی به اتمسفر است (Jobbagy و Jackson، ۲۰۰۰). بنابراین تغییرات هر چند اندک در شدت تجزیه کربن آلی خاک در یک سطح بزرگ می‌تواند تأثیر مهمی بر هدررفت کربن، غلظت دی‌اکسیدکربن اتمسفری و در نتیجه گرم شدن کره زمین داشته باشد (Schuman و همکاران ۲۰۰۲). بنابراین اطلاعات و جزئیات بیشتر در مورد تنفس خاک و فاکتورهای کنترل‌کننده آن برای درک پاسخ خاک‌ها به مدیریت و تغییرات جهانی اقلیم ضروری است (Weltzin و همکاران ۲۰۰۳). مقدار کل ماده آلی خاک، مقدار قابل تجزیه و فراهمی آن، فاکتورهای اقلیمی به‌ویژه دما و نوع مدیریت حاکم بر خاک از جمله عواملی می‌باشند که تجزیه کربن آلی خاک، تنفس ریشه‌ای و کارکرد میکروبی خاک و در نتیجه انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به اتمسفر و اثرات گازهای گلخانه‌ای ناشی از آن را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهند (Drenovsky و همکاران ۲۰۰۴، Moyano و همکاران ۲۰۱۲).

* Z.Sharifi@uok.ac.ir

غرب ایران از جمله مناطقی است که از تغییرات شدید کاربری زمین مصون نمانده است. کاهش وسعت زمین‌های جنگلی و مرتعی و تشدید سیلاب‌ها و افزایش فرسایش سالانه خاک همگی بر این امر دلالت دارد. جنگل‌های زاگرس در طی سالیان دراز به دلایل گوناگون مورد بهره‌برداری-های منفعت‌طلبانه انسانی قرارگرفته‌اند و هر ساله از سطح جنگل‌های این مناطق کاسته شده است. با توجه به توانایی زیاد این جنگل‌ها در ذخیره کربن آلی خاک، پالایش هوا و همچنین تعدیل دمای هوای منطقه می‌توان با مدیریت بهینه جنگل سهم به‌سزایی در حفظ زیست‌بوم این منطقه ایفا کرد. از آنجایی‌که در منطقه زاگرس و به‌ویژه استان کردستان در رابطه با تغییر کاربری زمین و سهم آن‌ها در تخریب زیست‌بوم، پژوهش-هایی صورت گرفته است، اما اطلاعات در رابطه با نرخ تجزیه کربن آلی خاک در بخش اندازه خاکدانه وجود ندارد. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی پیامد تغییر کاربری زمین بر نرخ تجزیه کربن آلی خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی پیامد تغییر کاربری دراز مدت زمین در اکوسیستم‌های جنگلی بر نرخ تجزیه‌پذیری کربن آلی خاک، یک جنگل بکر (به‌عنوان شاهد) و بخشی از همین جنگل در مجاورت آن که ۳۰ سال پیش به تاکستان تبدیل شده بود، در یکی از عرصه‌های جنگلی بلوط زاگرس شمالی در روستای نژمار واقع در شهرستان مریوان در استان کردستان، انتخاب شد. بر پایه روش کوپن تیپ اقلیمی این منطقه معتدل گرم با تابستان‌های گرم و خشک بوده و میانگین بارندگی، دما و رطوبت نسبی سالیانه آن به‌ترتیب ۹۹۱/۲ میلی‌متر، ۱۲/۸ درجه سلسیوس و ۵۱ درصد می‌باشد. همچنین رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های این منطقه به ترتیب زریک و مزیک می‌باشند.

در این پژوهش ۳ نمونه خاک مرکب تصادفی (هر کدام دارای ۳ زیرنمونه) از عمق ۵-۰ سانتی‌متری و مساحتی برابر با ۲۵۰۰ سانتی‌متر مربع در هر دو کاربری جنگل بکر (شاهد) و تاکستان از زیر و بیرون از تاج درختان، به گونه‌ای برداشته شدند، که تفاوت‌های فیزیوگرافی، توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع)، مواد مادری و پوشش گیاهی در نقاط نمونه‌برداری هر کدام از کاربری‌ها وجود نداشته باشد. سپس زیر نمونه‌ها با هم آمیخته شدند و در کیسه-های پلاستیکی تمیز پس از نوشتن مشخصات محل بر روی آنها، بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه ابتدا نمونه‌های خاک به خاکدانه‌های با اندازه ۸-۲، ۲-۱، ۱-۰/۲۵ و کوچک‌تر از ۰/۲۵ میلی‌متر به روش الک خشک بر پایه روش Kemper و Rosenau، (۱۹۸۶) جداسازی شدند. بدین-گونه که نمونه‌های خاک هوا خشک شده (بدون کوبیدن) از الک ۸ میلی‌متری عبور داده شدند، سپس ۱۰۰ گرم از هر کدام از آن‌ها بر روی سری الک شیکردار دوار (به ترتیب از بالا به پایین ۲، ۱ و ۰/۲۵ میلی‌متر به همراه سینی) و به مدت دو دقیقه (۱۵۰ دور در دقیقه) تکان داده شدند و در پایان با جمع‌آوری خاکدانه‌های روی هر الک و وزن کردن آنها درصد وزنی ۴ اندازه خاکدانه یعنی ۸-۲، ۲-۱، ۱-۰/۲۵ و کوچک‌تر از ۰/۲۵ میلی‌متر به دست آمد. پس از تفکیک فیزیکی خاک براساس اندازه خاکدانه مقدار کربن آلی کل این نمونه‌های تفکیک شده به روش اکسیداسیون خشک (Nelson و Sommers، ۱۹۹۶) اندازه‌گیری شد. برای بررسی نرخ تجزیه‌پذیری کربن آلی خاک در هر بخش از خاکدانه‌ها، تنفس پایه (Jaggi، ۱۹۷۶) هر بخش از خاکدانه‌ها در شرایط رطوبت بهینه (گنجایش مزرعه) در چرخه‌های دمایی گوناگون به‌گونه افزایشی از ۵ تا ۳۵ درجه سلسیوس (با فاصله دمایی ۵ درجه سلسیوس) پس از انکوباسیون نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در هر نقطه دمایی اندازه‌گیری شد. این چرخه در روشی مشابه به‌صورت کاهشی از ۳۵ تا ۵ درجه سانتی‌گراد نیز تکرار شد. این چرخه دمایی ۴ بار تکرار شد که هر چرخه ۲۶ روز به طول انجامید. همچنین، برای جلوگیری از تلأطم تنفسی و پایدار نمودن کارکرد ریزجانداران خاک، قبل از شروع چرخه اول، نمونه‌ها به مدت ۳ روز در داخل انکوباتور در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند. نرخ تجزیه کربن آلی خاک تحت دماهای گوناگون براساس رابطه زیر برآورد شد (Mikan و همکاران ۲۰۰۲، Fierer و همکاران ۲۰۰۵).

$$R_T = Ae^{KT}$$

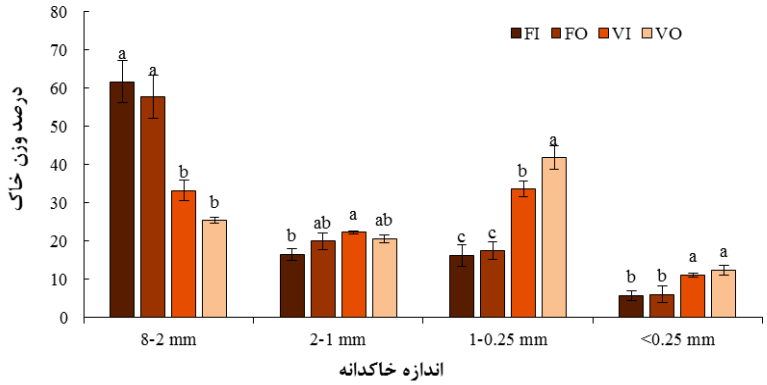
که در آن R_T نرخ تجزیه کربن آلی خاک (میلی‌گرم CO_2-C بر کیلوگرم خاکدانه در روز) در ۱۳ دمای اعمال شده می‌باشد. T دما (درجه سلسیوس)، پارامتر A نرخ تجزیه‌پذیری کربن آلی خاک در مقابل دما را نشان می‌دهد به‌گونه‌ای که هر چه نرخ تجزیه‌پذیری کربن آلی خاک بیشتر باشد، مقدار پارامتر A نیز بیشتر خواهد بود (Mikan و همکاران ۲۰۰۲، Fierer و همکاران ۲۰۰۵) و K پارامتر تکمیلی می‌باشد.

برای بررسی اثر نوع کاربری (جنگل بکر و تاکستان)، اندازه خاکدانه (در ۴ بخش اندازه که عنوان شد) و چرخه‌های دمایی (۴ چرخه دمایی) بر نرخ تجزیه‌پذیری کربن آلی خاک از آزمایش فاکتوریل (۴×۴×۲) شامل ۳۲ تیمار در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در ۳ تکرار در شرایط آزمایشگاهی انجام

شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده، ابتدا داده‌ها را وارد محیط نرم‌افزار Excel 2013 گردید سپس برای آنالیز آماری از نرم‌افزار SAS 9 بهره گرفته شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از ANOVA و آزمون میانگین داده‌ها با بهره‌گیری از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

همان‌طور که در شکل (۱) نشان داده شده است درصد خاکدانه‌های درشت در جنگل بکر به‌گونه معنی‌داری از کاربری تاکستان بیشتر است، به گونه‌ای که درصد خاکدانه با اندازه ۸-۲ میلی‌متر در بین تیمارهای مورد پژوهش به‌ترتیب روند کاهشی مقابل را نشان دادند: زیر تاج درختان جنگل (۶۱/۶ ٪) > بیرون تاج درختان جنگل (۵۷/۷ ٪) > زیر تاج درختان تاکستان (۳۳/۲ ٪) > بیرون تاج درختان تاکستان (۲۵/۳ ٪). در حالی‌که که توزیع خاکدانه‌های در اندازه ۲-۱ میلی‌متر در بین تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری در پایه آماری ۵ درصد باهم نداشتند. همچنین بخش اندازه ۱-۰/۲۵ میلی‌متر نسبت به ۸-۲ میلی‌متر روند معکوسی را نشان داد و همان‌طور که انتظار می‌رفت بیرون تاج تاکستان دارای بیش‌ترین مقدار (۴۱/۸ ٪) و تیمار زیر تاج جنگل دارای کم‌ترین مقدار (۱۶/۲ ٪) این اندازه خاکدانه بودند. نتایج همچنین نشان داد خاکدانه‌های با اندازه کوچک‌تر از ۰/۲۵ میلی‌متر بیرون تاج تاکستان (۱۲/۴ ٪) و زیر تاج تاکستان (۱۱/۱ ٪) بیشترین درصد این اندازه خاکدانه را دارا بودند.



شکل ۱- توزیع اندازه خاکدانه در بین تیمارهای آزمون شده. حروف متفاوت بیانگر معنی‌دار بودن میانگین‌ها در هر اندازه خاکدانه به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد. زیر تاج جنگل (FI)، بیرون تاج جنگل (FO)، زیر تاج تاکستان (VI)، بیرون تاج تاکستان (VO).

در مجموع نتایج شکل (۱) نشان می‌دهد که کاربری جنگل بکر بیشترین درصد خاکدانه‌های درشت را دارا بودند. درحالی‌که کشت و کار (زیر و بیرون تاج تاکستان) خاکدانه‌های درشت را تخریب کرده و به‌گونه قابل‌توجهی موجب افزایش درصد خاکدانه‌های ریز شده‌اند. Bronick و Lal، (۲۰۰۵) گزارش نمودند که خاکدانه‌های درشت‌تر نسبت به خاکدانه‌های ریزتر حساسیت بیشتری به تغییرات محیطی نشان می‌دهند. زیرا عامل پیوندی در خاکدانه‌های درشت موقتی بوده و عمدتاً توسط مواد آلی ناپایداری همچون پلی‌ساکاریدها، ریشه‌های گیاهی و هیف‌های قارچی به هم متصل شده‌اند که تحت تأثیر تنش‌های محیطی به‌راحتی شکسته می‌شوند. درحالی‌که خاکدانه‌های ریز توسط عوامل اتصال‌دهنده قوی‌تر و دائمی‌تری مانند پلیمرهای آلی، اکسیدها و کاتیون‌های چند ظرفیتی به هم متصل شده‌اند. همچنین یافته‌های بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده که کشاورزی با روش‌های مرسوم نسبت به چرای مداوم و کشت و کار با سیستم بدون خاک‌ورزی مایه تخریب خاکدانه‌های درشت‌تر (میلی‌متر ۲ >) و افزایش خاکدانه‌های ریز می‌شود (Ciric و همکاران ۲۰۱۲). داده‌های به‌دست آمده از ارزیابی توزیع کربن آلی خاک در بین خاکدانه‌های با اندازه گوناگون در تیمارهای مورد پژوهش در جدول (۱) ارائه‌شده است. نتایج نشان داد که در همه‌ی تیمارها، خاکدانه‌های بزرگ‌تر (۸-۲ و ۲-۱میلی‌متر) دارای مقدار کربن آلی کمتری نسبت به خاکدانه‌های کوچک‌تر (۱-۰/۲۵ و ۰/۲۵> میلی‌متر) بودند. هر چند که اختلاف بین برخی از تیمارها از نظر آماری معنی‌دار نبود. این نتایج با یافته‌های Fang و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد. این پژوهش‌گران افزایش مقدار کربن آلی خاک را با کاهش اندازه خاکدانه‌ها به ترتیب در اکوسیستم‌های جنگلی و سیستم‌های تحت کشت و کار را گزارش نمودند. درحالی‌که Motaghian و Mohammadi، (۲۰۱۲) مقدار کربن آلی در خاکدانه‌های متوسط (۱-۰/۲۵ میلی‌متر) را بیشتر از خاکدانه‌های درشت و ریز به ترتیب در خاک‌های تحت کشت و کار و خاک‌های غیر زراعی گزارش نمودند.

میانگین کربن آلی کل در تیمارهای مورد پژوهش در جدول (۱) ارائه‌شده است. یافته‌های به‌دست آمده نشان داد، که کشت و کار کربن آلی کل را تحت تأثیر قرار داد. به‌گونه‌ای که تیمارهای زیر تاج و بیرون تاج تاکستان به ترتیب دارای ۵۲/۹ و ۴۳/۳ درصد ماده آلی کمتر از شاهدهای خود در جنگل بکر بودند. پژوهش‌گران زیادی دلیل کاهش مواد آلی در اراضی زیر کشت و کار را مواردی همانند کاهش ورود ماده آلی به خاک، کاهش حفاظت فیزیکی کربن آلی خاک در پی عملیات شخم‌زنی، تغییر رژیم رطوبتی و حرارتی خاک، افزایش سرعت تجزیه و سرانجام فرسایش خاک بیان کرده‌اند (Novara و همکاران ۲۰۱۵؛ Garcia-Diaz و همکاران ۲۰۱۶).

جدول ۱. آزمون میانگین کربن آلی کل خاک (بر پایه تن بر هکتار) و توزیع کربن آلی خاک (بر اساس درصد) در بخش اندازه خاکدانه در منطقه مورد بررسی (میانگین ± خطای استاندارد)[1]

تیمار	کربن آلی کل	اندازه خاکدانه (میلی‌متر)			
		۲-۸	۱-۲	۰/۲۵-۱	<۰/۲۵
زیر تاج تاکستان	۲۳/۲±۰/۶^{c}	۳/۰±۰/۱^{b}	۳/۷±۰/۰۲^{a}	۳/۹±۰/۲^{a}	۴/۱±۰/۲^{a}
بیرون تاج تاکستان	۲۰/۸±۰/۳^{c}	۳/۲±۰/۲^{ab}	۲/۹±۰/۱^{b}	۳/۳±۰/۰^{ab}	۳/۵±۰/۱^{a}
زیر تاج جنگل	۴۸/۶±۰/۵^{a}	۶/۳±۰/۱^{c}	۷/۹±۰/۵^{b}	۱۰/۰±۰/۶^{a}	۱۱/۲±۰/۴^{a}
بیرون تاج جنگل	۴۱/۵±۱/۰^{b}	۵/۹±۰/۱^{b}	۶/۶±۰/۵^{ab}	۷/۲±۰/۳^{a}	۷/۷±۰/۴^{a}

۱. حروف کوچک بالای هر عدد در هر ردیف بیان‌گر معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌ها بین اندازه خاکدانه می‌باشد. حروف متفاوت بیانگر معنی‌دار بودن میانگین‌ها به‌روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اندازه خاکدانه، چرخه‌های دمایی و نوع کاربری زمین بر میزان تجزیه‌پذیری کربن آلی خاک (فاکتور A) از نظر آماری ($P < ۰/۰۵$) معنی‌دار می‌باشد (جدول، ۲).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس تجزیه‌پذیری کربن آلی خاک (فاکتور A)

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
کاربری	۱	۱۰۷۰/۲	۱۸۶۰/۳**
چرخه دمایی	۳	۳۷۱/۱	۶۴۴/۹**
اندازه خاکدانه	۳	۷۵/۳	۱۳۰/۹**
کاربری × چرخه دمایی	۳	۲۱۹/۲	۳۸۰/۱**
کاربری × اندازه خاکدانه	۳	۴۵/۱	۷۸/۲**
چرخه دمایی × اندازه خاکدانه	۹	۱۳/۲	۲۳/۱**
کاربری × چرخه دمایی × اندازه خاکدانه	۹	۸/۹	۱۵/۶**

** معنی‌دار بودن در سطح خطای ۵ درصد.

همان‌گونه که در جدول (۳) نشان داده شده است به گونه عموم اندازه شاخص A در تمامی اندازه خاکدانه‌ها در هر دو کاربری آزمون شده در زیرتاج درختان بیشتر از بیرون تاج درختان بود، اما اندازه این شاخص در کاربری جنگل بکر (در زیر و بیرون از تاج درختان) به گونه معنی‌داری بیشتر از کاربری تاکستان است. به سخن دیگر میزان کیفیت و تجزیه‌پذیری ماده آلی در اثر کشت و کار در کاربری تاکستان نسبت به شاهد (جنگل بکر) کاهش یافته است. این نتیجه شاید به دلیل وجود مواد آلی ناپایدار (قابل دسترس و قابل تجزیه) بیشتر که همان مانده‌های گیاهی و جانوری تازه افزوده شده به خاک در کاربری جنگل بکر به ویژه در زیر تاج درختان نسبت به کاربری تاکستان باشد. این مواد در مقابل تجزیه مقاوم نبوده و ریزجانداران خاک آن‌ها را به سرعت تجزیه می‌کنند (Follett و همکاران ۲۰۰۷). در حالی‌که تجزیه این ترکیبات در اثر کشت و کار در کاربری تاکستان و افزایش ترکیبات سخت و پایدار آلی که در مقابل تجزیه میکروبی مقاوم بوده و دارای زمان ماندگاری بالاتری در خاک می‌باشند سبب کاهش شاخص A در این

کاربری شده است (Xu و همکاران ۲۰۱۰). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که ماهیت ماده آلی خاک (میزان تجزیه‌پذیری، ترکیب و ساختار) و کارکرد و توانایی ریزجانداران خاک در تجزیه این مواد از جمله فاکتورهای کنترل‌کننده فرآیند معدنی شدن کربن آلی خاک می‌باشند (Yuste و همکاران ۲۰۱۱). بررسی شاخص A در بین خاکدانه‌ها با اندازه‌های گوناگون نشان داد که در بین تیمارهای مورد پژوهش روی هم رفته اندازه شاخص A با کاهش اندازه خاکدانه‌ها افزایش یافت که در بیشتر موارد از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳). با توجه به این‌که مقدار کربن آلی خاک یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیر-گذار در نرخ تجزیه کربن آلی خاک می‌باشد (Garcia-Diaz و همکاران ۲۰۱۶)، بنابراین خاکدانه‌های کوچک‌تر با داشتن مقدار کربن آلی بیشتر و حفاظت فیزیکی کمتر، نرخ تجزیه کربن آلی بیشتری را از خود نشان دادند. همچنین مواد آلی همراه با خاکدانه‌های ریز بیشتر منشاء میکروبی داشته که دارای نسبت کربن به نیتروژن (C/N) کمتر و تجزیه‌پذیرتر می‌باشند. این یافته به خوبی نشان می‌دهد که شرایط کشت و کار علاوه بر کاهش درونداشت مواد آلی خاک با افزایش سهم خاکدانه‌های ریز سبب افزیش تجزیه‌پذیری کربن آلی خاک از طریق افزایش فراهمی مواد آلی می‌شود.

همچنین نتایج به دست آمده نشان داد که اندازه شاخص A با افزایش تعداد چرخه‌های دمایی در تمامی اندازه خاکدانه‌ها به ویژه خاکدانه‌های کوچک‌تر کاهش یافته است، اما این شدت کاهش در کاربری جنگل بکر نسبت به کاربری تاکستان چشم‌گیرتر بود (جدول ۳). این نتیجه شاید به دلیل مقدار مواد آلی ناپایدار بیشتر و بالابودن انرژی و توانایی ریزجانداران خاک در تجزیه این مواد در ابتدای انکوباسیون باشد که با افزایش زمان انکوباسیون مقدار این مواد کاهش یافته و سبب کاهش اندازه شاخص A با افزایش تعداد چرخه‌های انکوباسیون می‌شود. نتایج این پژوهش با یافته‌های Follett و همکاران (۲۰۰۷) و Xu و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت. این پژوهش‌گران گزارش کردند که اندازه شاخص A در طول ۴ چرخه انکوباسیون به ترتیب ۶۲/۹، ۷۰/۶ و ۷۴/۰ درصد نسبت به چرخه اول کاهش یافت. این پژوهش‌گران کاهش مقدار کربن آلی فراهم و ناپایدار خاک و کاهش کارکرد ریزجانداران خاک را به‌عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر در کاهش این شاخص عنوان نموده‌اند (Conant و همکاران ۲۰۰۸). نتایج این پژوهش همچنین نشان داد که با در نظر گرفتن تمامی عوامل مورد بررسی میزان شاخص تجزیه‌پذیری کربن آلی خاک از روند مقابل پیروی کرده است: زیرتاج جنگل (۷/۲) > بیرون‌تاج جنگل (۵/۲) > زیرتاج تاکستان (۱/۴) > بیرون‌تاج تاکستان (۰/۴). این نتایج به خوبی نشان می‌دهند در مناطقی که کربن آلی قابل تجزیه بیشتری وجود داشته باشد مانند کاربری جنگل بکر تأمین رطوبت و افزایش دما می‌تواند سرعت برون‌دهی کربن آلی خاک را با سرعت بیشتری نسبت به زمین-های تحت کشت افزایش دهد. انکوباسیون تحت چرخه‌های گوناگون در این پژوهش نشان داد که ریزجانداران خاک بخش پویا و حساس به تجزیه کربن آلی خاک را در ابتدای انکوباسیون به سرعت تجزیه نموده و با گذشت زمان این بخش از ماده آلی کاهش یافته و به بخش کربن سخت افزوده می‌شود که توانایی جمعیت میکروبی در تجزیه آن کمتر از بخش سهل‌التجزیه است، در نتیجه از مقدار فعالیت و تنفس جمعیت میکروبی خاک با افزایش مدت انکوباسیون کاسته می‌شود که کاهش تجزیه کربن آلی خاک را به دنبال خواهد داشت. بنابراین کاربری‌های با محتوای ماده آلی با قابلیت تجزیه بالاتر در مقابل تغییرات اقلیم آسیب‌پذیرتر بوده و گرمایش زمین را با شدت بیشتری به جلو می‌رانند.

جدول ۳. آزمون میانگین تجزیه‌پذیری کربن آلی خاک (شاخص A) در بخش اندازه خاکدانه تحت چرخه‌های دمایی گوناگون (میانگین ± خطای استاندارد)[۱]

تیمار	چرخه	اندازه خاکدانه (میلی‌متر)			
		۲-۸	۱-۲	۰/۲۵-۱	< ۰/۲۵
زیرتاج جنگل	اول	۱۴/۷±۴/۱ ^{Ba}	۱۵/۵±۱/۲ ^{Ba}	۲۱/۵±۱/۶ ^{Aa}	۲۳/۴±۰/۵ ^{Aa}
	دوم	۶/۶±۰/۱ ^{Bb}	۸/۶±۰/۴ ^{BCb}	۱۲/۱±۱/۹ ^{Bb}	۱۶/۱±۲/۱ ^{Ab}
	سوم	۲/۲±۱/۱ ^{Bc}	۵/۰±۱/۳ ^{Ac}	۴/۶±۱/۵ ^{Ac}	۵/۶±۰/۲ ^{Ac}
	چهارم	۱/۰±۰/۷ ^{Bc}	۱/۶±۰/۱ ^{Bd}	۲/۳±۰/۲ ^{Bc}	۴/۴±۰/۲ ^{Ac}
بیرون‌تاج جنگل	اول	۶/۷±۰/۹ ^{Ba}	۹/۵±۰/۹ ^{Ba}	۲۰/۲±۱/۲ ^{Aa}	۲۴/۶±۰/۵ ^{Aa}
	دوم	۳/۳±۰/۴ ^{Bb}	۵/۲±۰/۶ ^{Bb}	۷/۸±۰/۶ ^{Bb}	۱۲/۷±۰/۸ ^{Ab}
	سوم	۱/۱±۰/۲ ^{Bc}	۲/۲±۰/۶ ^{Bbc}	۲/۶±۰/۵ ^{Ac}	۴/۳±۰/۵ ^{Ac}
	چهارم	۰/۲±۰/۰ ^{Ac}	۰/۶±۰/۳ ^{Ac}	۰/۷±۰/۱ ^{Ac}	۱/۰±۰/۱ ^{Ad}
زیرتاج تاکستان	اول	۲/۴±۰/۲ ^{Aa}	۳/۰±۰/۳ ^{Aa}	۳/۵±۰/۷ ^{Aa}	۳/۷±۰/۴ ^{Aa}
	دوم	۲/۴±۰/۲ ^{Aa}	۱/۸±۰/۱ ^{Ab}	۲/۴±۰/۱ ^{Aa}	۲/۹±۰/۵ ^{Aa}
	سوم	۰/۳±۰/۰ ^{Ab}	۰/۴±۰/۰ ^{Ac}	۰/۹±۰/۰ ^{Ab}	۰/۸±۰/۲ ^{Ab}
	چهارم	۰/۲±۰/۰ ^{Ab}	۰/۴±۰/۱ ^{Ac}	۰/۶±۰/۱ ^{Ab}	۰/۷±۰/۱ ^{Ab}
بیرون‌تاج تاکستان	اول	۰/۳±۰/۰ ^{Ba}	۰/۸±۰/۱ ^{Ba}	۰/۶±۰/۰ ^{Ba}	۳/۲±۰/۳ ^{Aa}
	دوم	۰/۱±۰/۰ ^{Aa}	۰/۲±۰/۰ ^{Ab}	۰/۳±۰/۰ ^{Ab}	۰/۷±۰/۳ ^{Ab}
	سوم	۰/۱±۰/۰ ^{Aa}	۰/۱±۰/۰ ^{Ab}	۰/۲±۰/۰ ^{Ab}	۰/۴±۰/۱ ^{Ab}
	چهارم	۰/۱±۰/۰ ^{Aa}	۰/۱±۰/۰ ^{Ab}	۰/۱±۰/۰ ^{Ab}	۰/۴±۰/۱ ^{Ab}

۱. در هر ردیف (حروف بزرگ) و ستون (حروف کوچک) میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار ($P < ۰/۰۱$) بر اساس آزمون دانکن هستند.

نتیجه‌گیری

گذشته از مقدار ماده آلی خاک فرآیندهای زیستی که مایه تغییر شکل و تبدیل کربن آلی خاک می‌شوند، به دما به‌عنوان مهم‌ترین فاکتور اقلیمی، ماهیت ماده آلی خاک (میزان تجزیه‌پذیری، ترکیب و ساختار)، حفاظت فیزیکی خاکدانه و مدیریت در طول زمان وابسته می‌باشند. نتایج این پژوهش نشان داد که تغییر کاربری جنگل به تاکستان با کاهش مقدار درونداد مواد آلی خاک و در معرض تجزیه قرار دادن آن از طریق درصد خاکدانه‌های درشت مایه کاهش مواد آلی خاک می‌شود. اما کاربری جنگل بکر دارای بیشترین مقدار کربن آلی و نرخ تجزیه‌پذیری آن بود که حاکی از کیفیت بالای ماده آلی در این کاربری است. از طرفی انکوباسیون تحت چرخه‌های دمایی گوناگون در این پژوهش نشان داد که در مناطقی که کربن آلی فراهم بیشتری وجود داشته باشد، مانند کاربری جنگل بکر، تأمین رطوبت و افزایش دما می‌تواند سرعت برون‌دهی کربن آلی خاک را نسبت به زمین‌های تحت کشت، افزایش دهد. به سخن دیگر کاربری‌های با مقدار ماده آلی فراهم بیش‌تر در مقابل تغییرات اقلیم آسیب‌پذیرتر بوده و گرمایش زمین را با شدت بیشتری به جلو می‌رانند.

منابع

Ayoubi, Sh., Mokhtari, P., Mosaddeghi, M. R. and Honarjoo, N. 2012. Soil aggregation and organic carbon as affected by topography and land use change in western Iran. Soil Tillage Researcher, 121, 18-26.

Bronick, C. J. and Lal, R. 2005. Soil structure and management: a review. Geoderma, 124, 33-54.

Ciric, V., Manojlovic, M., Nesic, L. and Belic, M. 2012. Soil dry aggregate size distribution: effects of soil type and land use. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12: 689–703.

Conant, R. T., Drijber, R. A., Haddix, M. L., Parton, W. J., Paul, E. A., Plante, A. F., Six, J. and Steinweg, J. M. 2008. Sensitivity of organic matter decomposition to warming varies with its quality. Global Change Biology, 14, 868–877.

Drenovsky, R. E., Vo, D., Graham, K. J. and Scow, K. M. 2004. Soil water content and organic carbon availability are major determinants of soil microbial community composition, Microbial, Ecology, 48, 424–430.

Fang, X.M., Chen, F.S., Wan, S.Z., Yang, Q.P. and Shi, J.M. 2015. Topsoil and deep soil organic carbon concentration and stability vary with aggregate size and vegetation type in Subtropical China. PLoS ONE, 10: 139-380.

Fierer, N., Craine, J. M., McLauchlan, K. and Schimel, J. 2005. Litter quality and the temperature sensitivity of decomposition. Ecology, 86, 320-326.

Follett, R. F., Paul, E. A. and Pruessner, E. G. 2007. Soil carbon dynamics during a long-term incubation study involving 13C and 14C measurements. Soil Science, 172, 189– 208.

Garcia-Diaz, A., Allas, R. B., Gristina, L., Cerda, A., Pereira, P. and Novara, A. 2016. Carbon input threshold for soil carbon budget optimization in eroding vineyards. Geoderma, 27, 144–149.

Hajabbasi, M. A., Jalalian, A. and Karimzadeh, H. R. 1997. Deforestation effects on soil physical and chemical properties, Lordegan, Iran. Plant and Soil, 190, 301-308.

Jaggi, W. 1976. Die Bestimmung der CO_2-Bildung als Maβ der bodenbiologis chen Aktivit At. *Schweiz Landwietschaft Forschung Band*, 15, 317-380.

Jobbagy, E. and Jackson, R. 2000. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. Ecology. APPLIED, 10, 423–436.

Kemper, W. D., and Rosenau, R. C. 1986. Aggregate stability and size distribution, in: Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods, Klute, A., Ed. 425–442.

Mikan, C., Schimel, J. and Doyle, A. 2002. Temperature controls of microbial respiration in arctic tundra soils above and below freezing. Soil Biology and Biochemistry, 34, 1785-1795.

Motaghian, H. R. and Mohammadi, J. 2012. Statistical and geostatistical appraisalof spatial variability of aggregate stability and aggregate-associatedorganic carbon content on a catchment scale in a semi-arid region, Central Iran. Desert, 17, 27–39.

Moyano, F. E., Vasilyeva, N., Bouckaert, L., Cook, F., Craine, J., Curiel Yuste, J., Don, A., Epron, D., Formanek, P., Franzluebbers, A., Ilstedt, U., Kätterer, T., Orchard, V., Reichstein, M., Rey, A., Ruamps, L., Subke, J. A., Thomsen, I. K. and Chenu, C. 2012. The moisture response of soil heterotrophic respiration, interaction with soil properties. Biogeosciences, 9, 1173–1182.

Nelson, D. W. and Sommers, L. E. 1996. Total carbon, organic carbon and organicmatter. Laboratory methods of Soil Analysis. Part 3. SSSA book ser. 5, SSSA: Madison, WI, 961-1010.

Schuman, G. E., Janzen, H. and Herrick, J. E. 2002. Soil carbon information and potential carbon sequestration by rangelands. Environment Pollution, 116, 391-396.

Weltzin, J. F., Loik, M. E., Schwinning, S., Williams, D. G., Fay, P. A., Haddad, B. M., Harte, J., Huxman, T. E., Knapp, A. K., Lin, G. H., Pockman, W. T., Shaw, M. R., Small, E. E., Smith, M. D., Smith, S. D., Tissue, D. T. and Zak, J. C. 2003. Assessing the response of terrestri ecosystems to potential changes in precipitation. Bioscience, 53, 941-952.

Xu, X., Zhou, Y., Ruan, H., Luo, Y. and Wang, J. 2010. Temperature sensitivity increases with soil organic carbon recalcitrance along an elevational gradient in the Wuyi Mountains, China. Soil Biology and Biochemistry, 42, 1811-1815.

Yuste, J. C., Pe˜ nuelas, J., Estiarte, M., Garcia-Mas, J., Mattana, S., Ogaya, R., Pujol, M. and Sardans, J. 2011. Drought-resistant fungi control soil organic matter decomposition and its response to temperature. Global Change Biology, 17, 1475–1486.

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Assessment the impact of land use change on soil organic carbon decomposition in aggregates in northern Zagros oak forest, west Iran

Nahid Azadi [1] and Zahed Sharifi[2]
[1,2] Department of Soil Science, College of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of land use change from virgin forests to vineyards on the rate of soil organic carbon (SOC) decomposition under different temperature cycles in the Marivan region of Kurdistan province. For this purpose, oak forest (control) and vineyard were studied. Three composite topsoil (0-5 cm) samples were collected from each treatment. Soil samples were first separated according to the size of the aggregates classes (8-2, 2-1, 1-0.25, and <0.25 mm). Then soil aggregate distribution, SOC and its decomposition rate were determined in each aggregate size fraction. The results showed that with increasing cultivation, the amount of SOC and macroaggregates decreased, however, the amount of microaggregates increased. The results also showed that in all treatments SOC and its decomposition rate increased with decreasing aggregate size. Totally, the results of this study indicated that land use change from virgin forests to vineyards resulted in decrease SOC input and increase its decomposition rate. On the other hand, virgin lands with more decomposable organic matter are more vulnerable to climate change, and intensify global warming more strongly than arable lands.

Keywords: Climate change, Temperature cycles, Soil aggregates, Soil organic matter, Soil management

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

اثرکاربری مختلف بر بعضی از ویژگی‌های خاک بر کیفیت خاک در مناطقی در اطراف سد زاینده‌رود در استان اصفهان

ماندانا آذرنگ[۱*]، محمدعلی حاج‌عباسی[۲]، مهدیه السادات علوی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۲] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

مطالعه تاثیر کاربری زمین بر شاخص‌های کیفیت خاک، امکان شناسایی روش‌های مدیریتی پایدار و به تبع آن پیشگیری از تخریب فزاینده این منبع طبیعی غیر تجدید شونده را فراهم می‌کند. نوع کاربری زمین یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر وضعیت پایداری خاک است. در این پژوهش اثر چهار کاربری مختلف بر بعضی از ویژگی‌های خاک از جمله پایداری خاکدانه، آبگریزی و ماده آلی بر کیفیت خاک در مناطقی در اطراف سد زاینده‌رود در استان اصفهان بررسی شد. بدین منظور، در مجموع ۶۴ نمونه خاک، از دو عمق صفر تا ۵ و ۲۰-۵ سانتی‌متری از کاربری‌های قرق، باغ بادام ، منطقه چرای شدید و متوسط از اراضی اطراف سد زاینده‌رود تهیه شد. نتایج نشان داد بین کاربری‌های مختلف مقدار آبگریزی خاک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد اما برای پایداری خاکدانه‌ها و ماده آلی این تفاوت‌ها معنی‌دار می‌باشد. ماده آلی در کاربری باغ بیشتر از سایر کاربری‌ها بود و دلیل آن می‌تواند کوددهی و تجزیه لاشبرگ گیاهی باشد. پایداری خاکدانه و آبگریزی در کاربری چرای شدید بیشتر از سایر کاربری‌ها بود که دلیل آن ممکن است اثرات فشردگی توسط سم احشام باشد که باز به دلیل کم بودن ماده آلی اولیه در این کاربری خاکدانه‌ها متلاشی و به ذرات ریزتری تبدیل شده است. نتایج بدست آمده از آبگریزی با روش زاویه تماس نشان داد که خاک منطقه مورد مطالعه به دلیل داشتن زاویه تماس بین صفر تا ۹۰ درجه به عنوان خاک‌های آبگریز زیر بحرانی شناخته شدند. به طور کلی هر چه مقدار زاویه تماس آب با خاک بیشتر باشد خاک آبگریزتر است.

کلمات کلیدی: کیفیت خاک، تغییرکاربری اراضی، پایداری خاکدانه، آبگریزی

مقدمه

کاربری اراضی، اصلی‌ترین محرک فرآیندهای تغییرات زیست محیطی است، به طوری که روی خصوصیات چشم انداز اراضی (Landscape) از جمله منابع خاک تاثیر می‌گذارد. شناخت خصوصیات و فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک، روند احیای اراضی تخریب شده را تضمین می‌کند (Paz-Gonzalez و همکاران ۲۰۱۴). نوع کاربری زمین، نقش مهمی در تغییرات مکانی و زمانی ویژگی‌ها و کیفیت خاک دارد (Zhao و همکاران ۲۰۱۳). کیفیت خاک را می‌توان توانایی دائم خاک در انجام وظایف خود به عنوان یک دستگاه زنده در داخل اکوسیستم و تحت بهره برداری‌های متفاوت به ترتیبی که علاوه برحفظ تولید بیولوژیک، بتواند کیفیت آب و هوا را نیز بهبود ببخشد (Doran و همکاران ۱۹۹۸). خواص موثر در کیفیت خاک مجموعه‌ای از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و یا ترکیبی از آنها است (Herrick و همکاران ۲۰۰۲). ارزیابی کیفیت خاک برای مدیریت پایدار آن ضروری است. جنبه اصلی ارزیابی کیفیت خاک معمولا بر اساس ارزیابی تجمعی از ویژگی‌های خاک است (Sun B و همکاران ۲۰۰۳). شاخص‌های ارزیابی کیفیت خاک باید نسبت به تغییرات مدیریت و اقلیم دارای حساسیت باشند (Sharma و همکاران ۲۰۱۴). تخریب جنگل، ازبین بردن بقایای محصولات، چرای بی‌رویه، خاکورزی مکرر و استفاده نامتعادل از کودهای شیمیایی منجر به کاهش شدید کیفیت خاک می‌گردد (Eleftheriadis A و همکاران ۲۰۱۴). روش‌های مدیریتی موثر در مراتع مانند کنترل چرا ، می‌توانند برای پایداری کیفیت خاک بسیارمهم باشند (Del Grosso ۲۰۱۰). پایداری خاکدانه‌ها یکی از مهم‌ترین عوامل مقاومت خاک در برابرمتلاشی شدن است (Jozefaciuk و همکاران ۲۰۱۴) و به عنوان شاخص ساختمان خاک استفاده می‌شود (An S. S و همکاران ۲۰۱۳). هونک و همکاران (۲۰۱۴)، با بررسی ویژگی‌های خاک تحت تاثیر کاربری‌های مختلف در برزیل نشان دادند که تغییر کاربری اراضی منجر به کاهش نفوذپذیری خاک وکاهش پایداری خاکدانه‌های آن می‌شود. یکی از ویژگی های فیزیکی که رواناب را در مناطقی که این پدیده در آن وجود دارد، افزایش می دهد آبگریزی خاک می باشد که در ایران کمتر به این مسئله

* ایمیل نویسنده مسئول: m.azarang@ag.iut.ac.ir

توجه شده و مطالعات کمی در مورد این پدیده وجود دارد. آبگریزی یکی از ویژگی‌های سطح خاک است که سبب کاهش و یا مانع نفوذ آب به داخل خاک و کاهش جوانه‌زنی بذر و رشدگیاه و افزایش رواناب و فرسایش سطحی می‌شود و احتمال آلودگی آب‌های سطحی افزایش می‌یابد (Hallettو همکاران ۲۰۰۶). مقدار ماده آلی به طور کلی یکی از شاخص‌های اصلی کیفیت خاک می‌باشد، زیرا ماده آلی و جانداران در ارتباط با ماده آلی نقش مهمی در خاکدانه‌سازی در مقیاس متفاوت دارند (Tandon , 1994). لینچ و براگ (۱۹۸۵) گزارش کردند که ماده آلی در خاک هم در شکل‌گیری خاکدانه و هم در پایداری آن اثرمثبت دارد. لذا هدف از این پژوهش، تعیین و مقایسه ویژگی‌های خاک از جمله پایداری خاکدانه، ماده آلی، آبگریزی و نهایتا شاخص کیفیت خاک سطحی در کاربری‌های مختلف در ایستگاه تحقیقاتی آبخیزداری سد زاینده رود در استان اصفهان بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه، با مساحت تقریبی ۳۱۸.۴۳ هکتار در استان اصفهان، شهرستان چادگان ایستگاه تحقیقاتی آبخیزداری سد زاینده‌رود ، در محدوده‌ی طول جغرافیایی ′۴۶ °۵۰ و عرض جغرافیایی ′۴۳ °۳۲ واقع شده است. متوسط ارتفاع از سطح دریا حدود۲۲۵۰ متر، متوسط دمای سالانه منطقه ۱۰.۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه حدود ۳۳۰ میلی‌متر است. در این منطقه ۴ کاربری قرق، باغ بادام ، منطقه چرای شدید و متوسط که در یک توالی مکانی قرار داشتند مورد مطالعه قرار گرفت که دارای کلاس بافتی به ترتیب لوم شنی، لوم، لوم شنی و لوم رسی شنی می‌باشند. به منظور بررسی برخی ویژگی‌های کیفیت فیزیکی خاک در کاربری‌های مختلف موجود در منطقه، در مجموع ۶۴ نمونه از دو عمق صفر تا ۵ و ۲۰-۵ سانتی‌متری تهیه شد. نمونه برداری به صورت تصادفی صورت گرفت. نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه ابتدا هوا خشک گردیده و سپس از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. بعد از این مرحله، پارامترهای فیزیکی مانند پایداری خاکدانه با روش الک تر (Martin و همکاران ۲۰۰۴) و آبگریزی با دو روش زاویه تماس و نفوذپذیری ذاتی (سپهرنیا ۱۳۹۵) و پارامتر شیمیایی ماده آلی با روش والکی-بلک (Vogelmann E. S و همکاران ۲۰۱۳) تعیین شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹.۰) انجام شد. بدین منظور آنالیز پارامترهای مورد نظراز طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. به‌منظور مقایسه میانگین ویژگی‌ها در کاربری‌های مختلف آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به جدول ۱ نتایج آنالیز واریانس بررسی اثر کاربری‌های مختلف بر خصوصیات خاک در سطح ۵ درصد برای ماده آلی و پایداری خاکدانه معنی‌دار و آبگریزی خاک معنی‌دار نبود. نتایج حاصل از تعیین آبگریزی به روش زاویه تماس نشان داد که خاک مورد مطالعه آبدوست است. در این ارتباط میربابایی و همکاران (۱۳۹۲) نیز گزارش کردند که بین ماده آلی و زاویه تماس آب با خاک همبستگی قوی وجود دارد. ووچ و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند به طورکلی درخاک‌های دارای بافت شنی نسبت زاویه تماس آب با خاک کمتر بود. مطابق با مطالعات سپهرنیا (۱۳۹۵) خاک کاربری‌های مورد مطالعه، بدلیل داشتن زاویه تماس بین صفر تا ۹۰ درجه به عنوان خاک‌های آبگریز زیر بحرانی شناخته شدند.

میانگین قطر پایداری خاکدانه ها: با توجه به جدول ۱ بین کاربری‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار وجود دارد.

.جدول۱. نتایج تجزیه واریانس اثر تغییر کاربری بر برخی شاخص های فیزیکی خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	OM (درصد)	W.R	MWD (میلی‌متر)
تغییر کاربری	۳	۲/۷۸۹*	۳/٤٤٦ns	۰/۰۱۶۷*
عمق	۱	_	_	۰/۰۰۰۳ns
عمق*کاربری	۳	_	_	۰/۰۰۳۶ ns
ضریب تغییرات	_	۴۴/۲۶	۳۹/۵	۳۳/۰۶

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns عدم اختلاف معنی‌دار، MWD: میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها ، W.R: آبگریزی ، OM: ماده آلی

با توجه به جدول ۲ مقایسه میانگین ماده آلی بین کاربری باغ و دیگر کاربری‌ها تفاوت معنی‌دار وجود دارد. بیشترین ماده آلی مربوط به کاربری باغ با مقدار ۲.۱۲ درصد و کمترین ماده آلی مربوط به کاربری چرای شدید با مقدار ۰.۸۲۵ درصد بود که ممکن است دلیل آن کوددهی در باغ و تجزیه لاشبرگ‌ها باشد. مقایسه میانگین آبگریزی بین کاربری‌های مختلف تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. حداکثر آبگریزی مربوط به کاربری چرای شدید با مقدار ۴.۷۲۹ و حداقل آبگریزی مربوط به کاربری چرای متوسط با مقدار ۲.۲۷۱ بود (جدول۲) که ممکن است دلیل آن سم احشام باشد زیرا با فشار آوردن و بدلیل کمبود ماده آلی خاک پراکنده می‌شود و پایداری خاکدانه افزایش می‌یابد درنتیجه آبگریزی افزایش می‌یابد. نتایج بدست آمده از پژوهش مورد نظر با نتایج حاج عباسی و همکاران (۱۳۸۱) که با افزایش ماده آلی آبگریزی افزایش می‌یابد مطابقت نداشت. دام با لگد کوبی خود باعث تخریب خاکدانه ها و کاهش تخلخل خاک و به دنبال آن عدم نفوذ آب به درون خاک می‌شود که این موضوع در نهایت منجر به افزایش آبگریزی می‌شود (Demir M و همکاران، ۲۰۰۷). ماتاایکش و دورا (۲۰۰۴) نیز گزارش کردند که با افزایش آبگریزی، پایداری خاکدانه‌ها افزایش می‌یابد که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت داشت. مقایسه میانگین پایداری خاکدانه بین کاربری‌های باغ بادام و چرای متوسط تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. مرتع با چرای شدید با مقدار ۰.۲۷۸ میلی‌متر دارای بیشترین میزان پایداری خاکدانه و مرتع طبیعی (قرق) دارای کم‌ترین میزان پایداری خاکدانه با مقدار ۰.۱۵۱ میلی‌متر بود (جدول ۲) که با نتایج ماتاایکش و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت داشت. در حالی با نتایج گزارش شده توسط زانگ و همکاران (۲۰۰۵) که دریافتند با افزایش چرا، پایداری خاکدانه‌ها بدلیل کاهش پوشش گیاهی و تخریب خاک کاهش یافت مطابقت نداشت. شاخص MWD به عنوان معیاری برای ارزیابی پایداری خاکدانه‌ها استفاده می‌شود که به شدت تحت تاثیر کاربری اراضی قرار می‌گیرد (Gol C, 2009). دو عامل اساسی که باعث به وجود آمدن خاکدانه‌ها و پایداری آن‌ها می‌شود وجود عناصری مانند کاتیون‌های دوظرفیتی و مواد آلی که باعث چسباندن ذرات به یکدیگر و همچنین زمان لازم برای تاثیر عوامل یادشده است که با محدود شدن دو عامل فوق میزان پایداری خاکدانه‌ها کاهش می‌یابد (حاج عباسی و همکاران ۱۳۸۱) بنابراین می‌توان دریافت با توجه به وجود مواد آلی اعم از فضولات حیوانی در اثر چرا، کوددهی و همچنین تجزیه لاشبرگ‌های گیاهی در مناطق چرا و باغ نسبت به منطقه قرق پایداری خاکدانه‌ها و آبگریزی این سه منطقه افزایش یافته است.

جدول ۲. مقایسه میانگین برخی از ویژگی‌های فیزیکی مانند پایداری خاکدانه و آبگریزی و شیمیایی مانند ماده آلی در کاربری‌های مختلف

نوع کاربری	OM	W.R	MWD
مرتع طبیعی(قرق)	۱/۲۷۷[a]	۴/۰۳۸[a]	۰/۱۵۱[b]
باغ بادام	۲/۱۲۵[a]	۴/۲۳۴[a]	۰/۱۹۹[ab]
مرتع با چرای شدید	۰/۸۲۵[a]	۴/۷۲۹[a]	۰/۲۷۸[a]
مرتع با چرای متوسط	۰/۹۲۶[a]	۲/۲۷۱[a]	۰/۲۷۷[ab]

میانگین‌های با حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون LSD دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.بین عمق‌های مختلف تفاوت معنی‌دار وجود نداشت و میانگین آنها گرفته شد.

مطالعه تاثیر کاربری زمین برشاخص‌های خاک، امکان شناسایی مدیریتی پایدار و به تبع آن پیشگیری از تخریب فزاینده خاک را فراهم می‌کند. در واقع نوع کاربری زمین یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر وضعیت پایداری خاک است. اندازه و پایداری خاکدانه‌ها می‌تواند به عنوان شاخصی از تغییرات کیفیت خاک ناشی از مدیریت متفاوت در شرایط مشخص محسوب گردد. مقدار مواد آلی به طور کلی یکی از شاخص‌های اصلی کیفیت خاک می‌باشد که با پایداری خاکدانه‌ها و آبگریزی ارتباط داشته که بستگی به شرایط آب و هوایی منطقه دارد. مطالعات زیادی نشان داده که با تبدیل زمین‌های مرتع به زمین‌های زراعی و یا حتی باغ بعد از چندین سال ماده آلی کم می‌شود در حالی که درتحقیق فوق نتایج عکس صورت گرفت و منطقه مرتع دارای ماده آلی کمتر بود که با تبدیل به زمین‌های باغ بعد از چندین سال ماده آلی افزایش یافت. علت هم ممکن است کمبود پوشش گیاهی در گذشته باشد و امروزه با کوددهی و تجزیه بقایای گیاهی در کاربری‌های مختلف و تغییر کرده است.

منابع

سپهرنیا، ن. ۱۳۹۵، انتقال و نگهداشت باکتری اشرشیاکولی، پایان‌نامه دکترای رشته مهندسی علوم خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان.

حاج عباسی ، م.ع.، جلالیان، ا.، خواجه الدین، ج. و کریم‌زاده ، ح.ر. ۱۳۸۱. مطالعه تاثیر تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی، حاصل‌خیزی و شاخص کشت‌پذیری خاک در بروجن. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۶ (۱)، ۱۶۰-۱۴۹

An S. S. Darboux F.and Cheng M. 2013. Revegetation as an efficient means of increasing soil aggregate stability on the Loess Plateau (China). Geoderma, 209-210(2), 75-85.

Del Grosso, S. J. 2010. Climate change: Grazing and nitrous oxide. Nature. 464, 843-844.

Demir M., Makineci E. and YilmazE.2007. Harvesting impact on herbaceous understory, forest floor and top soil properties on skid road in a beech (Fagus orientalis Lipsky) stand. Journal of Environmental Biology, 28, 427-432.

Doran J.W., Leibig M., and Santana, D.P. 1998. Soil health and global sustainability.16th World Congress of Soil Sci, Montpellier, France, Aug 20-26.

Eleftheriadis A. and Turri.on M.B. 2014. Soil microbiological properties affected by land use, management, and time since deforestations and crop establishment, European Journal of Soil Biology 62, 138-141.

Gol C. 2009 . The effects of land use change on soil properties and organic carbon at Dagdami river catchment in Turky. Journal of Environmental Biology, 30(5), 825-830.

Hallett, P. D., White, N. A., and Ritz, K. 2006 . Impact of basidiomycete fungi on the wettability of soil. Biologia.61, 334-338.

Herrick JE, Brown JR, Tugel AJ, Shave PL, Havstad KM. 2002 . Application of soil quality to monitoring and management: paradigms from rangeland ecology. Agron. **94**, 3–11.

Lyngh, J. M., and Bragg, E. 1985 . Microorganisms and soil aggregate stability. Adv. Soil Sci. 2, 133-171. Jozefaciuk, G. and H. Czachor. 2014 . Impact of organic matter, iron oxides, alumina, silica and drying on mechanical and water stability of artificial soil aggregates, Assessment of new method to 30 study water stability, Geoderma, 221-222 , 110.

Martin, T. A. and M. V. Ruby. 2004 . Review of in situ remediation technologies for lead, zinc and cadmium in soil. Remediation. J. 14, 35-53.

Mataix-Solera, J. and S. H. Doerr. 2004 . Hydrophobicity and aggregate stability in calcareous topsoils from fire- affected forests in southeastern Spain. Geoderma, 118(1-2), 77-88.

Paz-Gonzalez A., Aparecide de Abreu C., Tarquis A.M. and Medina_RoldanE. 2014 . Impacts of Land Use Change on SoilProperties and Processes. The Scientific World Journal.

Sharma K.L., Sharma S.C., Bawa S.S., Singh S., Chandrika D.S., Sharma V., Khokhar A., Grace J.K., Rao Ch.S., MaruthiSankar G.R., Ravindrachary G., Reddy K.S., Srinivas K., Lal M., Kumar T.S. and Rani K.U. 2014 . Combined effect of tillage and organic fertilization on soil quality key indicators and indices in alluvial soils of Indo-Gangetic Plains under rainfed maize–wheat system. Agronomy and Soil Science, 61, 313-327.

Sun B, Zhou SL, Zhao QG. 2003 . Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based ongeostatistical analysis in the hill region of subtropical China. Geoder, 115, 85-99.

Tandon, H. L. S. 1994 . Recycling of crop, animal, human and industrial wastes in agriculture. Fertilizer Development and Consultation Organization, pp, 9-31.

Vogelmann E. S., J. M. Reichert, J. Prevedello and G. O. Awe. 2013 . Hydro-physical processes and soil properties correlated withorigin of soil hydrophobicity. 43, 1582-1589

Yong-Zhong, S., L. Yu-Lin, C. Jian-Yuan and Zh. Wen-Zhi. 2005 . Influences of continuous grazing and livestock exclusion on soil properties in a degraded sandy grassland, Inner Mongolia, northern China. Catena, 59, 267-278

Zhao G., Mu X., Wen Z., Wang F., and Gao P. 2013 . Soil erosion, conservation, and Ecoenvironment changes in the Loess Plateau of China. Land Degradation and Development, 24, 499-510.

Topic for submission: Water Deficit Stress and Methods of Water Conservation

Soil water conservation using wheat stubble much in rainfed land in a semi-arid region

Azarang[*1], M., Hajabbasi[2], M.A., Alavi, M.[3]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Isfahan University of Technology, Iran

[2] Master., Soil Science Department, Faculty of Agriculture Isfahan University of Technology, Iran

[3] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Isfahan University of Technology, Iran

Abstract

Study of the effect of land use on soil quality indexes , obtain the possibility of identifying sustainable management methods and, consequently, preventing the increasing degradation of this non-renewable resource. type of land use is one of the most important factors affecting soil sustainability. In this study, the effect of four different land uses on some soil properties such as aggregate stability, Water repellency and organic matter on soil quality in areas around Zayandehrood Dam in Isfahan province was investigated. For this purpose, a total of 64 soil samples were taken from two depths of 0-5 and 5-20 cm from bare land, almond gardens, severe and medium grazing area of the lands around the Zayandehrood Dam. The results showed that there was no significant difference in water repellency content between different land use. However, these differences are significant for the stability of aggregates and organic matter. The organic matter in the garden was more than other land uses, and this could be due to the fertilization and degradation of plant littre. Aggregate stability and water repellency in severe grazing area were more than other land uses. that maybe the reason is the effect of compression by livestock's foot that the reason is low primary organic matter content in this land uses, aggregates were disintegrated and turned into finer particles.

The results of water repellency contact with contact angle showed that the soil of the studied area was known as subcritical hydrophobic soils due to contact angle between 0 and 90 °. In general, if the contact angle of the water with the soil gets higher, the soil gets more hydrophilic.

Keywords: Soil quality, Change land use, Aggregate stability, Hydrophobic

[*] Corresponding author, Email: samirarezaee@znu.ac.ir

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

اثرات آتش سوزی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در اراضی جنگلی پارس آباد مغان

مهسا پاشازاده[۱*]، شکراله اصغری[۲]، فرشاد کیوان بهجو[۳]، شمس الدین بالاپور[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

[۲] دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

[۳] دانشیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

[۴] دانشجوی دکتری، رشته جنگل شناسی- اکولوژی جنگل، دانشگاه لرستان

چکیده

آگاهی از پیامد های مثبت یا منفی آتش سوزی بر ویژگی‌های خاک از نظر مدیریت منابع طبیعی دارای اهمیت است. از این رو پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر آتش سوزی بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک اجرا گردید. آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در شش تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل اراضی جنگلی سوخته و نسوخته (شاهد) و فاکتور دوم عمق نمونه برداری خاک شامل ۰ تا ۵ سانتی متر و ۵ تا ۱۰ سانتی متر بود. نتایج نشان داد که آتش سوزی اثر معنی داری بر مقدار مقاومت فروروی خاک داشت به طوری که مقاومت فروروی خاک از ۲ مگا پاسگال در اراضی جنگلی نسوخته (شاهد) به ۰/۹۹ مگا پاسگال در اراضی سوخته کاهش یافت ($p<0/05$). میانگین وزنی قطر خاکدانه ها از ۰/۴ میلی متر در عمق سطحی به ۰/۱ میلی متر در عمق زیرسطحی کاهش یافت ($p<0/01$). کربن آلی و کلسیم به اضافه منیزیم از عمق سطحی به عمق زیرسطحی به ترتیب از ۱/۴ درصد و ۴/۷ میلی اکی والان بر لیتر به ۰/۸ درصد و ۲/۷ میلی اکی والان بر لیتر کاهش یافت. به طور کلی نتایج نشان داد آتش سوزی در اراضی جنگلی منطقه پارس آباد در استان اردبیل بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تاثیر معنی داری داشته است.

کلمات کلیدی: آتش سوزی، مقاومت فروروی خاک، پایداری خاکدانه ها، خاک جنگلی

مقدمه

آتش از موثرترین فاکتورهای دگرگونی در اکوسیستم های خاکی کره زمین می‌باشد (Lavorel و همکاران ۲۰۰۷). تاثیر آتش سوزی بر خاک، به شدت و مدت آتش سوزی بستگی دارد و بسته به شدت آن ممکن است تغییراتی در خصوصیات خاک رخ دهد که برای کل اکوسیستم مفید و یا زیان آور باشد (Neary و همکاران ۱۹۹۹). آتش سوزی های طولانی مدت، باعث نفوذ دما به عمق بیشتری از خاک می شود اما در آتش سوزی های شدید و گذرا، فقط خاک سطحی تحت تاثیر قرار می گیرد (Certini، ۲۰۰۵). در آتش سوزی جنگل ها، هوموس خاک نابود می شود و با سوختن درختانی که مواد آلی به خاک اضافه می کردند دیگر هوموس به وجود نمی آید و در نتیجه خواص خاک تخریب می شوند (Brokaw and Busing، ۲۰۰۰). مطالعات مختلفی در مورد تاثیر آتش سوزی بر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک صورت گرفته است. در این راستا محمودی و بوستانی (۱۳۹۶) در نتایجی گزارش کردند که پس از آتش سوزی به طور معنی داری مقدار ماده آلی ۲/۱۵ برابر، ظرفیت تبادل کاتیونی ۲۱/۶۵ درصد و شوری خاک ۳ برابر افزایش و مقدار کربنات کلسیم معادل ۲۷/۲ درصد و pH خاک ۴/۵ درصد کاهش یافت. در مطالعه ای Kayode و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر سوزاندن کاه و کلش مزارع بر کیفیت خاک را در دو مکان مورد ارزیابی قرار دادند. در اثر آتش سوزی، میانگین وزنی قطر خاکدانه ها (MWD) در مکان ۱ در عمق های ۵-۰ و ۱۰-۵ سانتی متری به ترتیب ۳۰/۸ و ۴۳/۵ درصد و در مکان ۲ به ترتیب ۴۶/۲ و۴۴/۷ درصد کاهش یافت. همچنین مقاومت فروروی خاک پس از آتش سوزی افزایش یافت و جرم مخصوص ظاهری خاک نیز پس از آتش سوزی ۰/۸ تا ۴ درصد افزایش یافت. Inbar و همکاران (۲۰۱۴) پژوهشی را به منظور بررسی اثرات آتش سوزی جنگل بر خواص شیمیایی و فیزیکی خاک، نفوذ، رواناب و فرسایش در ناحیه نیمه خشک مدیترانه انجام دادند. نتایج نشان داد ماده آلی، مقدار رس و شن و ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک سوخته به مقدار قابل توجهی کمتر از خاک نسوخته بود. Thomaz و همکاران (۲۰۱۴) پژوهشی را به منظور بررسی اثرات آتش سوزی روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در اراضی مرتعی انجام دادند. نتایج آن ها نشان داد که تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در عمق ۲/۵ سانتی متری در مقایسه با عمق ۵ سانتی متری بیشتر است.

* ایمیل نویسنده مسئول: mmahsa307@gmail.com

آتش، با توجه به شدت و مدت آتش سوزی،
اثرات متفاوتی بر شرایط اکولوژیکی محیط تحمیل می کند. آتش سوزی می تواند با تغییر در میزان و قابلیت دسترسی عناصر غذایی خاک برای گیاهان، حاصلخیزی خاک های جنگلی را تحت تاثیر قرار دهد. با توجه به این که خاک در مورد زادآوری جنگل نقش مهمی دارد بنابرین مطالعه تاثیر آتش سوزی بر ویژگی های خاک دارای اهمیت فراوانی است. بنابراین پژوهش حاضر به منظور بررسی تاثیر آتش سوزی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک جنگلی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در شهرستان پارس آباد مغان با کاربری اراضی جنگلی در حاشیه رود ارس با مختصات جغرافیایی ۱۷ ۴۷ ۴۷° طول شرقی و ۵۹ ۳۷ ۳۹° عرض شمالی در سال۱۳۹۷ به اجرا در آمد. ارتفاع زمین از سطح دریا ۳۰ متر و شیب عمومی آن یک درصد می باشد. متوسط بارندگی سالیانه در منطقه ۲۷۰ میلی متر و دمای متوسط سالیانه ۱۵ درجه سانتی گراد است. حداکثر حرارت گرم‌ترین ماه سال ۳۳/۸ درجه سلسیوس و حداقل دمای سردترین ماه سال ۰/۷- درجه سلسیوس است و از نظر خاک شناسی، خاک منطقه آبرفتی می‌باشد. آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی فاکتور اول شامل کاربری اراضی جنگلی سوخته و نسوخته و فاکتور دوم عمق نمونه برداری خاک شامل ۰ تا ۵ سانتی متر و ۵ تا ۱۰ سانتی متر بود و در ۶ تکرار اجرا شد. آتش سوزی در منطقه مورد مطالعه ۳ماه قبل از نمونه برداری اتفاق افتاده بود (شکل۱). در نمونه‌های خاک، میانگین وزنی قطر خاکدانه ها (MWD) به روش الک تر، توزیع اندازه ذرات شن، سیلت و رس (کلاس بافت) به روش هیدرومتری ۴ زمانه، مقاومت فروروی با دستگاه فروسنج مخروطی مدل عقربه ای در سه تکرار تعیین گردید. pH با استفاده از pH متر، EC با استفاده از EC متر، ماده آلی به روش والکی-بلک و کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون، (SAR) نسبت جذبی سدیم از روی مقادیر کلسیم به اضافه منیزیم و سدیم محاسبه گردید. رسم نمودارها با نرم افزار Excel و تجزیه آماری با نرم افزار SPS و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمونLSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

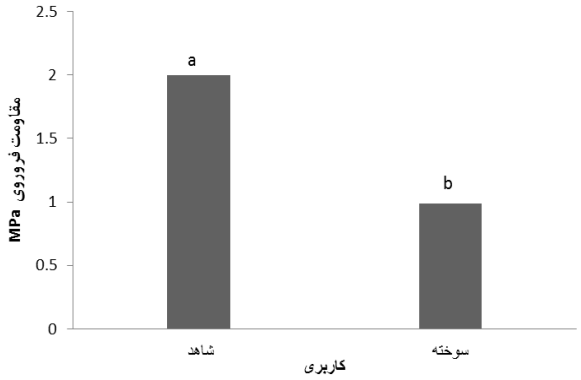


شکل ۱. نمایی از آتش سوزی در منطقه مورد مطالعه.

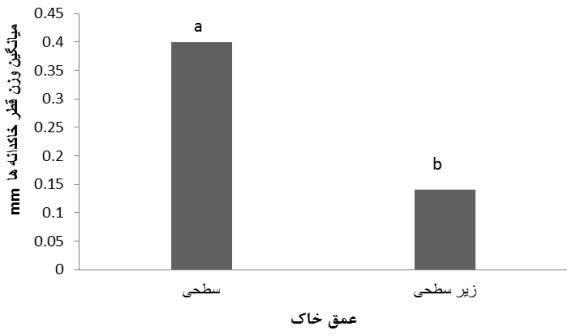
نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده ها، آتش سوزی اثر معنی داری بر مقدار مقاومت فروروی در سطح احتمال یک درصد داشته و بر پارامترهای درصد شن، سیلت، رس، میانگین وزنی قطر خاکدانه، کربن آلی، کربنات کلسیم معادل، pH، هدایت الکتریکی، کلسیم+منیزیم و نسبت جذبی سدیم معنی‌دار نشد. همچنین میانگین وزنی قطر خاکدانه، کلسیم+ منیزیم و کربن آلی تحت تاثیر عمق، به ترتیب در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و یک درصد معنی دار شد. اثر متقابل آتش سوزی و عمق خاک بر هیچ یک از پارامترها معنی‌دار نشد.

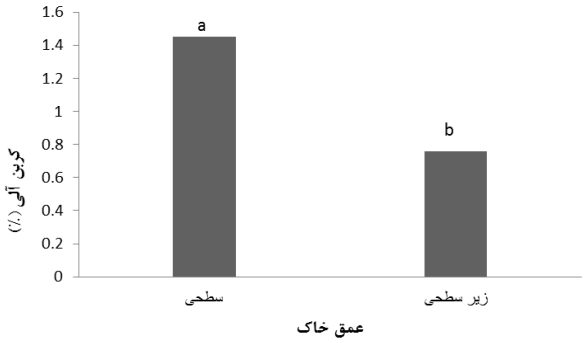
شکل (۲) نشان می دهد که مقاومت فروروی خاک از ۲ مگا پاسگال در تیمار شاهد به ۰/۹۹ مگا پاسگال در تیمار سوخته به طور معنی دار کاهش یافته است که احتمال دارد بقایای سوخته لاشبرگ درختان به خاک سطحی اضافه شده و باعث ایجاد ساختمان نرم و در نتیجه باعث کاهش مقاومت فروروی خاک گردیده است. با توجه به شکل ۳ مشاهده می‌شود که مقادیر MWD در خاک سطحی در مقایسه با عمق زیرین به طور معنی‌دار بیشتر است که دلیل آن را می‌توان به کاهش ماده آلی نسبت داد. همچنین در شکل (۴) مشاهده می شود که با افزایش عمق خاک مقدار ماده آلی کاهش می یابد.



شکل۲- اثر آتش سوزی بر مقاومت فروروی خاک.



شکل۳- اثر عمق خاک بر میانگین قطر خاکدانه ها



شکل۴- اثر عمق خاک بر درصد کربن آلی

نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد که در اثر آتش سوزی مقاومت فروروی خاک روند کاهشی داشته و همچنین با افزایش عمق، میانگین وزنی قطر خاکدانه ها کاهش پیدا کرده است (جدول۳). در مورد ویژگی های شیمیایی مقدار کربن آلی و عناصر کلسیم به اضافه منیزیم، با افزایش عمق کاهش پیدا کرده اند (جدل۴). همانطور که در جدول ۴ مشاهده می شود خاک منطقه شور و سدیمی است و احتمال می‌رود دلیل این شور و سدیم بالا به علت ته نشین شدن رسوبات رودخانه ارس در منطقه با گذشت زمان باشد. granged و همکاران (۲۰۱۱) پژوهشی را به منظور بررسی تغییرات تدریجی ویژگی های خاک در خاک های مدیترانه را به مدت ۳ سال پس از آتش سوزی انجام دادند. نتایج نشان داد که در نتیجه کاهش ماده آلی و تغییر بافت خاک پس از آتش سوزی و نیز به علت افزایش آبگریزی خاک، پایداری خاکدانه ها کاهش و جرم مخصوص ظاهری خاک افزایش یافت.

از دلایل احتمالی عدم معنی داری برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک می توان به کوتاه بودن زمان مطالعه اشاره کرد. نمونه برداری و مطالعه خاک، سه ماه پس از آتش سوزی انجام گرفته و امکان دارد بعضی ویژگی ها برای تاثیر گذاری و نشان دادن تغییر یه زمان بیشتری نیاز داشته است. یکی دیگر از دلایل عدم معنی دارد می تواند به دمای آتش سوزی مربوط باشد به احتمال زیاد آتش سوزی سریع مهار شده و همانگونه که در شکل ۱ مشخص است آتش نتوانسته تمام پوشش جنگلی و درختان را بسوزاند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات آتش سوزی و عمق خاک بر ویژگی های فیزیکی خاک در منطقه مورد مطالعه

تیمار ها	مقاومت فروروی (MPa)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	میانگین وزنی قطر خاکدانه (mm)
آتش سوزی					
نسوخته (شاهد)	_	۱۸/۸^{a}	۵۰/۸^{a}	۴/۳^{a}	۰/۲۶^{a}
سوخته	_	۲۳/۸^{a}	۴۶/۱^{a}	۳/۶^{a}	۰/۳^{a}
عمق خاک					
۰-۵	۱/۷^{a}	۱۹/۲^{a}	۵۰/۴^{a}	۴/۳^{a}	_
۵-۱۰	۱/۴^{a}	۲۳/۳^{a}	۴۶/۴^{a}	۳/۵^{a}	_

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات آتش سوزی و عمق خاک بر ویژگی های شیمیایی خاک در منطقه مورد مطالعه

تیمار ها	کربن آلی (٪)	کربنات کلسیم معادل(٪)	پ.هاش (-)	هدایت الکتریکی (ds/m)	کلسیم + منیزیم (meq/lit)	SAR (meq/lit)
			آتش سوزی			
نسوخته (شاهد)	۱/۲[a]	۱۴/۲[a]	۷/۴[a]	۱۰/۱[a]	۳/۳[a]	۴۶/۲[a]
سوخته	۱/۱[a]	۱۴/۳[a]	۷/۴[a]	۱۱/۶[a]	۳/۹[a]	۴۸/۹[a]
			عمق خاک			
۰-۵	_	۱۴/۱[a]	۷/۳[a]	۱۷/۳[a]	_	۵۷/۴[a]
۵-۱۰	_	۱۴/۵[a]	۷/۵[a]	۴/۳[a]	_	۳۷/۸[a]

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج نشان می دهد آتش سوزی در اراضی جنگلی منطقه پارس آباد، در استان اردبیل بر برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک تاثیر داشته است. به طوری که در اثر آتش سوزی مقاومت فروروی کاهش پیدا کرده و با افزایش عمق خاک، ماده آلی، کلسیم به اضافه منیزیم و میانگین وزنی قطر خاکدانه ها کاهش یافته که در نتیجه باعث کاهش کیفیت خاک از لحاظ شیمیایی و فیزیکی شده است. آگاهی از مقدار مقاومت خاک برای شخم، رشد گیاه و فعالیت های بیولوژیکی خاک مهم است و مقاومت زیاد خاک، رشد ریشه را محدود می سازد. تغییر در ویژگی های خاک در اثر آتش سوزی نشان دهنده اهمیت وقوع آتش سوزی می باشد و با توجه به این که اثرات منفی آتش سوزی بر کیفیت خاک زیاد بوده باید با آگاهی دادن به مردم و همکاری سازمان ها و ادارات، از وقوع آتش سوزی در اراضی جنگلی منطقه جلوگیری نمود.

منابع:

محمودی، ع.ر. و بوستانی، ح.ر. ۱۳۹۶. بررسی تاثیر آتش سوزی بر فراهمی برخی عناصر غذایی و خصوصیات شیمیایی خاک مرتعی (مطالعه موردی: مراتع مروارید، منطقه داراب). مهندسی اکوسیستم بیابان، ۶ (۱۶)، ۴۸-۳۵.

Brokaw, N. and Busing, R.T. 2000. Niche versus chance and tree diversity in forest gaps. Trends in Ecology & Evolution, 15, 183-188.

Certini, G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. Oecologia, 143, 1-10.

Granged, A.J.P., Zavala, L.M., Antonio, J. and Barcenas-Moreno, G. 2011. Post-fire evolution of soil properties and vegetation cover in a Mediterranean heathland after experimental burning: A 3-year study. Geoderma, 164, 85-94.

Inbar, A., Lado, M., Sternberg, M., Tenau, H. and Ben-Hur, M. 2014. Forest fire effects on soil chemical and physicochemical properties, infiltration, runoff, and erosion in a semiarid Mediterranean region. Geoderma, 221: 131-138.

Kayode, S.A., Gabriel, A., Oluwatosin, O., Adeyolanu, D. and Adebayo, O. 2008. Slash and burn effect on soil quality of an alfisol: soil physical properties. Soil and Tillage Research, 103, 4-10.

Lavorel, S., Flannigan, M.D., Lambin, E.F. and Scholes, M.C. 2007. Vulnerability of land systems to fire: interactions among humans, climate, the atmosphere and ecosystems. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 12, 33-53.

Neary, D.G., Klopatek, C.C. and Debano, L.F. 1999. Fire effects on below ground sustainability: a review and synthesis. Forest Ecology and Management, 122, 51-71.

Thomaz, E.L., Antoneli, V. and Doerr, S.H. 2014. Effects of fire on the physicochemical properties of soil in a slash-and-burn agriculture. Catena, 122, 209-215.

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil quality and sustainable management

Fire Effects on Some Physical and Chemical Properties of Soils in Pars Abad Moghan Forest Lands

Pashazadeh[*1], M., Asghari[2], Sh.A., Keyvan Behjoo, F.[3] Balapoor, Sh.A. [4]

[1] MSc Student, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

[2] Associate Professor, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

[3]3 Associate Professor of Natural Resources, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

[4] Ph.D. Students, Department of Forestry & Forestry, Lorestan University

Abstract

Knowledge of the positive or negative consequences of fire on soil properties is important for the management of natural resources. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of fire on some physical and chemical properties of soil. Factorial experiment was conducted in a completely randomized design with six replications. The first factor was burned and unburned forest lands (control) and the second factor was soil sampling depth of 0-5 cm and 5-10 cm. The results showed that the fire had a significant effect on soil penetration resistance, so that the soil penetration resistance from 2 MPa in unburned forest lands (control) was reduced to 0.99 MPa in burned lands ($p < 0.05$). Organic carbon and calcium plus magnesium dropped from subfloor depths from 1.4% and 7.4 meq/lit (0-5) depth to 0.8% and 7.2 meq/lit (5-10) depth, respectively. In general, the results showed that fire in forest lands of Parsabad region Ardabil Province had a significant effect on some physical and chemical properties of soil.

Keywords: Fire, soil penetration resistance, Aggregate stability, Forest soil

[*] Corresponding author, Email: mmahsa307@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

اثر تیمارهای مختلف خاکورزی و مدیریت بقایا بر ذخیره کربن آلی خاک و همبستگی آن با عملکرد محصول ذرت علوفه ای

محسن سیلسپور[۱]

بخش تحقیقات کشت گلخانه ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران

چکیده

طی یک آزمایش مزرعه‌ای، اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گندم بر ذخیره کربن آلی خاک و همبستگی آن با عملکردذرت علوفه‌ای با طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار بررسی شد. طبق نتایج به دست آمده در پایان ازمایش و برداشت محصول، بیش‌ترین درصد کربن آلی خاک به میزان ۰/۷۳ درصد از تیمار "ساقه خردکن + دیسک + ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و کم‌ترین مقدار آن به میزان ۰/۲۶ درصد از تیمار "آتش زدن کاه و کلش باقیمانده + دیسک" حاصل شد. هم‌چنین، نتایج نشان داد که اعمال این تیمار موجب افزایش ۱۰۸ درصدی کربن آلی خاک در مقایسه با تیمار آتش زدن کاه و کلش باقیمانده شده است. مقایسه محتوای کربن آلی خاک تیمار "جمع آوری و انتقال کلش به بیرون از زمین" با تیمار "آتش زدن بقایا" نشان داد که فرایند آتش زدن، درصد کربن آلی خاک را به میزان درصد ۲۵ کاهش معنی‌دار داده است. کربن الی خاک همبستگی معنی داری با عملکرد علوفه ذرت داشت که مدل رگرسیونی آن از معتدله درجه یک پیروی می کرد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از اجرای آزمایش، تیمار ساقه‌خردکن به همراه دیسک و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار به عنوان تیمار برتر برای کشت ذرت علوفه‌ای توصیه می‌گردد.

کلمات کلیدی: آتش زدن، ساقه خرد کن، دیسک، چیزل

مقدمه

ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L) یکی از مهم‌ترین محصولات خانواده غلات است که نقش مهمی در تغذیه دام دارد و مهم ترین کشت تابستانه پس از برداشت غلات در استان تهران است(نورمحمدی و همکاران، ۲۰۰۲). درسال ۱۳۹۵ سطح کشت ذرت علوفه‌ای در کشور ۱۳۰۵۶۰ هکتار بوده است(بی نام، ۲۰۱۶). متاسفانه در اکثر موارد کشاورزان به منظور آماده نمودن زمین برای کشت ذرت اقدام به سوزاندن بقایای گندم می نمایند که موجب کاهش کیفیت خاک می‌گردد(توشیح، ۲۰۰۴). نتایج مطالعات حاکی از این است که عملیات کشاورزی و خاک‌ورزی متمرکز طی ۱۰۰ سال گذشته، در بسیاری از خاک‌ها، موجب کاهش ۳۰ الی ۵۰ درصدی محتوای کربن آلی خاک گردیده است. بنابراین لازم است تا فرآیندها و ساز و کارهای منجر به کاهش کربن آلی و این‌که چگونه این کاهش کربن می‌تواند حاصلخیزی و کیفیت خاک را تحت تأثیر قرار دهد، درک و مدیریت گردد(خان و همکاران، ۲۰۰۱). روش‌های مختلف خاک-ورزی و اعمال مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی از جمله جمع‌آوری بقایا، باقی‌گذاشتن در سطح، مخلوط و یا دفن‌کردن در خاک و هم‌چنین سوزاندن آن‌ها بر روی خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و رفتار هیدرولیکی خاک اثرات ژرفی دارد(حیدری و همکاران، ۲۰۰۵). از طرف دیگر، وجود اقلیم خشک در کشور، عدم تناوب صحیح زراعی، جمع آوری، سوزاندن و خارج کردن بقایای گیاهی از زمین زراعی، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و عدم مصرف کودهای آلی، موجب شده است که میزان مواد آلی که کلید حاصلخیزی خاک است، در خاک‌های کشور روز به روز کمتر شود که این مسئله موجب کاهش حاصلخیزی خاک و به-دنبال آن کاهش عملکرد محصول شده است، بنابراین جهت حفظ خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی آن و حفظ تعادل عوامل زیست محیطی، ضرورت مصرف مواد آلی و افزایش محتوای آن در خاک‌های کشور امری اجتناب‌ناپذیر است(صالح راستین، ۱۹۹۹). نتایج تحقیقات نشان داده است که هر گونه جابه‌جایی خاک موجب اکسیداسیون و هدررفت ماده آلی خاک می‌شود، در حالی که خاکورزی حفاظتی، از روش‌هایی است که با افزودن بقایای گیاهی و جلوگیری از زیرو رو کردن خاک، موجب افزایش ذخیره کربن آلی خاک می شود(دستفال، ۲۰۱۰).

[۱] پست الکترونیک نویسنده: mseilsep@yahoo.com

یکی از ویژگی‌های اساسی خاک که ارتباط مستقیم با کیفیت خاک دارد، کربن آلی است و هرگونه تغییر در مدیریت بقایا می‌تواند بر میزان کربن آلی آن مؤثر باشد(سینگ و کائور، ۲۰۱۲). سوزاندن بقایا باعث کاهش ذخیره کربن آلی خاک شده و در نتیجه اثرات نامطلوبی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک می-گذارد(لیمون اورتگا و همکاران، ۲۰۰۲). نتایج تحقیقات نشان داده است که ماده آلی خاک از طریق کنترل حاصلخیزی و پایداری سیستم خاک نقش بسیار مهمی در تولید محصولات ایفا می‌کند. شواهد در حال افزایش نشان داده است که خاک بزرگ‌ترین مخزن فعال کربن در اکوسیستم‌ها بوده و دارای عظیم-ترین پتانسیل جذب و نگهداری کربن می‌باشد(لال، ۲۰۰۴). خاک‌های کشاورزی اساساً به‌وسیله فعالیت‌های انجام شده توسط انسان، نظیر مدیریت خاک، استفاده از کودها و سیستم کشت محصول تحت تأثیر قرار می‌گیرند. این موضوع بیان می‌کند که پتانسیل قابل توجهی از کنترل انسانی بر روی سیکل کربن آلی خاک وجود دارد. بنابراین در صورتی که فرآیندهای مدیریتی مناسب (نظیر خاک‌ورزی حفاظتی، افزودن مواد آلی و تناوب) به کار گرفته شود، این امکان وجود دارد که خاک‌های کشاورزی به عنوان یک مخزن عظیم کربن ایفای نقش نمایند(جارکی و لال، ۲۰۰۳). با تکیه بر این شواهد و تجارب، این پژوهش با هدف ارزیابی تیمارهای مختلف خاکورزی و مدیریت بقایا بر ذخیره کربن آلی خاک صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه اثر تیمارهای مختلف مدیریت بقایای گندم و خاک‌ورزی بر ذخیره کربن آلی خاک، یک آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار در یک خاک آهکی با بافت لوم در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران اجرا شد. تیمارهای آزمایش به شرح زیر بودند.

۱-آتش زدن کاه و کلش باقیمانده + دیسک + فاروئر+کشت ۲-جمع‌آوری و انتقال کاه و کلش به بیرون از زمین + دیسک + فاروئر+کشت ۳-دیسک + فاروئر+کشت ۴-ساقه‌خردکن + دیسک+ فاروئر+کشت ۵- ساقه‌خردکن+دیسک+۱۰۰کیلوگرم در هکتار اوره + فاروئر+کشت ۶-ساقه‌خردکن + چیزل پیرل+کشت ۷-چیزل پیرل+کشت

طرح فوق در قطعه زمینی به وسعت حدودا دو هزار متر مربع انجام شد که از قبل در آن گندم کشت و برداشت شده بود و بقایای کشت گندم روی زمین موجود بود. قبل از اجرای تیمارهای آزمایش، از خاک محل اجرای طرح نمونه‌گیری به‌عمل آمد و خصوصیات فیزیکی(بافت، نفوذپذیری، ظرفیت‌زراعی، نقطه-پژمردگی، درصدرطوبت) و شیمیایی(هدایت الکتریکی، واکنش، آهک، کربن آلی، عناصر غذایی پرمصرف و عناصر غذایی کم‌مصرف) در آزمایشگاه با استفاده از روش‌های رایج موسسه تحقیقات خاک و آب تعیین گردید(جداول ۲ و ۳). کاشت در خرداد ماه، پس از آماده سازی زمین، انجام شد. برای کاشت بذور ذرت از ردیف‌کار پنوماتیک کشت مستقیم، استفاده گردید. تراکم کاشت نیز ۱۰۰ هزار بوته در هکتار در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایش شامل ۱۵ خط کاشت به فواصل ۷۰ سانتی‌متر و طول ۲۰ متر بود. کل مقدار کود فسفره قبل از کاشت، بر اساس آزمون خاک از منبع سوپرفسفات تریپل مصرف شد. آبیاری به شیوه آبیاری ثقلی و سیستم فارویی بر اساس نیاز آبی گیاه ذرت انجام شد عمق ناخالص آب آبیاری با در نظر گرفتن راندمان آبیاری برابر با ۶۰ درصد در نظر گرفته شد. دور آبیاری ثابت و شش‌روزه در نظر گرفته شد. حجم آب آبیاری با استفاده از نیاز آبی در هر دهه رشد محاسبه و به کرت ها توسط لوله اضافه شد و با استفاده از کنتور دو اینچ ثبت گردید. کود نیتروژن نیز از منبع اوره به صورت تقسیط در سه نوبت بر اساس آزمون خاک استفاده شد. عناصرکم مصرف نیز از منابع سولفاته بر اساس آزمون خاک به صورت برگپاشی مصرف شدند. برداشت محصول مهرماه، در مرحله خمیری دانه‌ها، زمان رسیدن خط شیری به وسط دانه، انجام شد. پس از برداشت محصول نیز از خاک محل اجرای آزمایش به تفکیک تیمار و تکرار نمونه برداری صورت گرفت و کربن الی خاک با استفاده از روش واکلی و بلاک اندازه گیری شد. از هر کرت، تعداد ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد بلال در بوته و قطر ساقه اندازه‌گیری و محاسبه گردید. به منظور تعیین عملکرد علوفه ذرت، فاصله یک متری از ابتدا و انتهای در هر کرت حذف و سپس بوته‌های باقی‌مانده از نزدیکی سطح زمین برداشت و توزین گردید و به تفکیک برگ، ساقه و بلال توزین و ثبت گردید. تجزیه واریانس داده های آزمایش با استفاده از آزمون F با نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت پذیرفت.

نتایج:

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است. خاک مورد بررسی دارای آهک نسبتاً زیاد با ماده آلی کم (کمتر از ۱درصد) و بافت لوم رسی بود.

جدول۱-ویژگی های شیمیایی نیمرخ خاک مزرعه مورد آزمایش

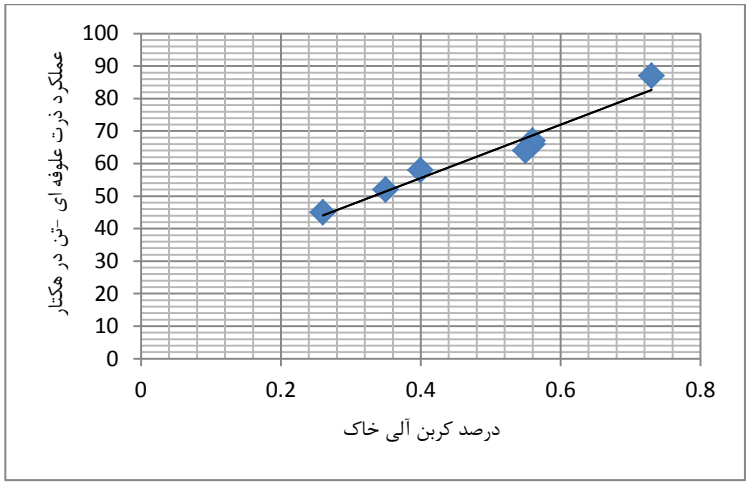
Cu $mg.kg^{-1}$	Zn $mg.kg^{-1}$	Mn $mg.kg^{-1}$	Fe $mg.kg^{-1}$	K $mg.kg^{-1}$	P $mg.kg^{-1}$	OC %	T.N.V %	EC $dS.m^{-1}$	pH	عمق سانتیمتر
1.4	0.9	12.3	4.4	300	10.6	0.52	17	3.4	7.3	0-30

طبق نتایج به دست آمده از اجرای پژوهش، بیش‌ترین درصد کربن آلی به میزان ۰/۷۳ درصد از تیمار "ساقه خردکن+دیسک+۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار" و کم‌ترین میزان آن ۰/۲۶ از تیمار "آتش زدن کاه و کلش باقیمانده+دیسک" حاصل شد. نتایج نشان داد که اعمال این تیمار موجب افزایش ۱۰۸ درصدی کربن آلی خاک در مقایسه با تیمار" آتش زدن کاه و کلش باقیمانده+دیسک" شده است. مقایسه محتوای کربن آلی خاک تیمار "جمع آوری و انتقال کلش به بیرون از زمین" با تیمار "آتش زدن بقایا" نشان داد که فرایند آتش زدن، درصد کربن آلی خاک را به میزان درصد ۲۵ کاهش معنی‌دار داده است. از طرف دیگر، چنان‌چه بقایای گیاهی با دیسک خرد شوند (تیمار دیسک+فاروئر)، باعث افزایش ۱۴ درصدی محتوای کربن آلی خاک نسبت به تیمار عرف(تیمار جمع‌آوری و انتقال کلش به بیرون از زمین)، می‌شود. مقایسه درصد کربن آلی تیمار "دیسک+فاروئر" با تیمار "ساقه خرد کن+دیسک+فاروئر"، نشان داد که ساقه‌خردکن باعث افزایش ۰/۱۶ درصدی کربن آلی خاک شده است. مقایسه محتوای کربن آلی خاک تیمار "ساقه خردکن+دیسک" با محتای کربن آلی خاک تیمار "ساقه خردکن + دیسک +۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار" نشان داد که افزودن ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار باعث افزایش ۰/۱۷ درصدی محتوای کربن آلی خاک نسبت به تیمار "ساقه خردکن+دیسک" می‌شود. به عبارت ساده‌تر، نتایج اعمال تیمارها بر محتوای کربن آلی خاک نشان داد که آتش زدن یا انتقال کاه و کلش به بیرون از مزرعه باعث کاهش معنی‌دار کربن آلی خاک می‌شود. از طرف دیگر، استفاده از ساقه‌خردکن همراه با دیسک، یا افزودن نیتروژن به کاه وکلش، باعث افزایش محتوای کربن آلی خاک می‌شود(جدول۶). پژوهشگران بر این عقیده اند که سوزاندن و حذف بقایای گیاهی بعد از برداشت محصول یکی از روش‌های نادرستی است که متأسفانه در برخی مناطق کشور رواج دارد (قوشچی و همکاران، ۲۰۱۱) و این عمل سوزاندن بقایا باعث کاهش ذخیره کربن آلی خاک شده و در نتیجه اثرات نامطلوبی بر ویژگی-های فیزیکی خاک می‌گذارد(لیمون اورتگا و همکاران، ۲۰۰۲). بیشتر پژوهش‌های انجام شده در این زمینه دلالت بر اثرات نامطلوب این روش بر میزان کربن آلی خاک دارد(هوبرت و همکاران، ۲۰۰۶). به‌طور کلی، استفاده از بقایای گیاهی باعث افزایش ذخیره کربن آلی به‌ویژه در لایه سطحی خاک می-شود(لو و همکاران، ۲۰۱۰). مخلوط کردن بقایای گیاهی با خاک یکی از روش‌های مدیریتی است که اثرات مثبت قابل توجهی بر میزان کربن آلی و بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک دارد. این در حالی است که نتایج اغلب پژوهش‌های گذشته حاکی از آن است که با خارج کردن بقایا از مزرعه، عکس این حالت اتفاق می‌افتد(حیدری و همکاران، ۲۰۱۱). یافته‌های این پژوهش با پژوهش با سایر پژوهشگران مبنی بر افزایش معنی‌دار کربن آلی خاک در اثر تیمار مخلوط کردن بقایا در تطابق است(مالهی و همکاران، ۲۰۰۶). در تیمار سوزاندن بقایا، تبدیل سریع ماده آلی به دی‌اکسید کربن از یک طرف و از بین رفتن ماده آلی موجود در خاک در اثر سوزاندن از طرف دیگر، از دلایل کاهش معنی‌دار کربن آلی خاک است (حیدری و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج این پژوهش نشان داد که کربن آلی خاک (متغیر مستقلX)، همبستگی معنی‌داری با عملکرد کل علوفه تر(متغیر وابستهY) دارد(شکل۱). این همبستگی از معادله خطی با ضریب تبیین ۰/۹۵ پیروی می‌کرد(رابطه۱).

رابطه ۱ $$Y = 82X + 22.7$$

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که ذخیره کربن آلی خاک ارتباط مستقیم با خاکورزی و مدیریت بقایا دارد. به گونه ای که باقی گذاشتن بقایای



شکل۱- همبستگی عملکرد علوفه تر با محتوای کربن آلی خاک

گیاهی موجب افزایش ذخیره کربن و آتش زدن بقایا موجب کاهش ذخیره کربن آلی را فراهم می کند. بنابراین با مدیریت تلفیقی خاکورزی بهینه و باقی گذاشتن بقایا موجبات افزایش ذخیره کربن آلی خاک و ارتقای کیفیت خاک فراهم می گردد. افزایش ذخیره کربن آلی خاک همبستگی مثبت با عملکرد محصول داشت. بنابراین در راستای ارتقای کیفیت خاک و افزایش ذخیره کربن آلی خاک، به ویژه در مناطق خشک توصیه می شود که بقایای گیاهی حفظ و تیمار خاکورزی حداقل به کار گرفته شود.

منابع:

Noor Mohammadi, Gh., Sayyidat, AS. And Kashani, AS 2002. Crop Growing. Chamran martyr of Ahwaz University. first volume. 443

Anonymous, 2017, Statistics of Crop Production, Center for Emergencies and Information Technology, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran

Toushih, V, 2004. Effect of straw and wheat straw during rainfed season on yield and grain protein and some soil characteristics. Journal of Soil and Water Sciences, Volume 17, Number 2.

Khan, F.U.H., Tahir, A.R. and I.J.Yule. 2001. Intrinsic implication of different tillage practices on soil penetration resistance and crop growth. International Journal of Agricultural Biology. Biol. 3 (1): 23-26.

Heydari,A. 2005. Effect of plant residue management and plowing depth on wheat yield and soil organic matter in wheat maize rotational period. Journal of Agricultural Engineering Research, Volume 5, Issue 19

Saleh Rastin, N. 1998. Biological Fertilizers, Scientific Journal of Soil and Water, Vol. 12. No.1. Biological Fertilizers. Special issue, Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran (In Persian).

Dastfal Izadi, M. Yazdan Panah, M. 2009 Investigation of the role of conservation tillage as a strategy for water management in drought conditions. Fourth Regional Conference of New Ideas in Agriculture. Islamic Azad University of Khorasgan Branch.

Limon-Ortega, A., Sayre, K.D., Drijber, R.A. and Francis, C.A. 2002. Soil attributes in afurrow-irrigated bed planting system in northwest Mexico. Soil and Tillage Research.63: 123-132.

Singh, A. and Kaur, J. 2012. Impact of conservation tillage on soil properties in ricewheat cropping system. Agricultural Science Research Journal. 2(1): 30-41.

Lal, R. 2004a. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma. 123: 1–22.

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Effect of different tillage treatments and residual management on soil organic carbon soil and its correlation with yield sillage corn

Seilsepour,M*

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

Abstract

During a field experiment, the effect of different tillage treatments and management of wheat residues were investigated on organic carbon storage of soil and its correlation with yield of silage corn with a randomized complete block design with seven treatments. According to the results obtained at the end of the test and harvest, the highest percentage of organic carbon of the soil was 0.73% that obtained of "Stalk Shredder + harrow disk + 100 kg of urea per hectare" and the lowest of soil organic carbon was 0.26% that obtained of "burning of the remaining straw + harrowdisk".Results of this study showed that the application of "Stalk Shredder + harrow disk + 100 kg of urea per hectare" treatment resulted in an increase of 108% of the soil organic carbon content of the compared with the "burning of the straw remaining". Comparison of the soil organic carbon content of "Collecting and Transferring residual to out of farm" by "burning of the straw remaining "treatment showed that the burning process significantly reduced the percentage of organic carbon by 25 percent. Soil organic carbon content had a significant correlation with silage corn yield that its regression model followed the linear equation model. According to the results of the experiment, "Stalk Shredder + harrow disk + 100 kg of urea per hectare" treatment is the best treatments to increasing soil organic carbon and silage corn yield.

Keywords: Burning**,** Harrow disk, Stalk Shredder, Chisel Piller

* Corresponding author, Email: mseilsep@yahoo.com

آلودگی خاک و آب و سلامت محصولات کشاورزی

بررسی مقدار کل و زیست‌فراهم کادمیم و مس در خاک‌های تاکستان استان همدان

محسن بیگی[1*]، محسن جلالی[2]

[1] دکتری خاکشناسی دانشکده کشا.رزی دانشگاه بوعلی سینا همدان

[2] استاد خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده

استفاده از کودهای شیمیایی و قارچ‌کش‌ها باعث تجمع فلزات سنگین در خاک‌ها می شود که در نهایت زیست‌فراهمی آن‌ها برای گیاهان افزایش می‌دهد. هدف از این مطالعه، ارزیابی تجمع و توزیع کادمیم و مس در سه عمق مختلف ۱۰ نمونه خاک تاکستان با استفاده از مقدار کل و زیست‌فراهم فلزات سنگین و همچنین اندازه‌گیری مقدار این فلزات در بخش‌های هوایی درختچه‌های مو بود. بیشترین مقدارکل کادمیم و مس در لایه سطحی خاک مشاهده گردید که با افزایش عمق مقدار آن‌ها کاهش یافت. میانگین مقدار کل کادمیم و مس در لایه سطحی خاک به ترتیب ۲/۳۹ و ۴۶/۶۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. مقدار زیست فراهم فلزات سنگین نیز در لایه سطحی خاک بیشتر از لایه‌های زیرین بودند. میانگین مقدار زیست‌فراهم کادمیم و مس در لایه سطحی خاک به ترتیب ۰/۴۳ و ۲/۱۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. مقدار فلزات سنگین در برگ‌های مو بیشتر از میوه‌ها بود. میانگین مقدار فلزات سنگین در نمونه های برگ و میوه به ترتیب برای کادمیم ۰/۳۶ و ۰۰/۰ و برای مس ۵/۹۱ و ۵/۳۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بودند. فاکتور انتقال فلزات سنگین در برگ‌ها بیشتر از میوه‌ها بود. کادمیم قابلیت زیست‌فراهمی و آبشویی بیشتری از مس در خاک‌های تاکستان داشت، با این حال خاک تاکستان های مورد مطالعه می‌توانند به عنوان غیرآلوده یا با آلودگی کم تقسیم بندی شوند.

کلمات کلیدی: زیست‌فراهمی، مقدار کل، فلزات سنگین، خاک های تاکستان

مقدمه

مقدار و توزیع فلزات سنگین در خاک‌ها به هوازدگی سنگ‌ها و مواد مادری، نوع خاک، توپوگرافی و شرایط آب و هوایی وابسته می باشند و همچنین فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و پسماندهای شهری بر مقدار فلزات در خاک‌ها تاثیر می‌گذارند (کاباتاپندیاس و پندیاس، ۲۰۱۱). مقدار بالای فلزات سنگین در خاک باعث تجمع آن‌ها در گیاهان همچنین آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود که علاوه بر خطرات زیست‌محیطی در نهایت با ورود به زنجیره غذایی انسان‌ها باعث بروز مشکلات فراوان می‌شوند. بنابراین، ارزیابی و تعیین مقدار فلزات در خاک‌های آلوده به خصوص خاک‌های کشاورزی و تأثیر آن‌ها روی گیاهان ضروری می‌باشد (چاپین و همکاران، ۲۰۰۸؛ کاباتاپندیاس و پندیاس، ۲۰۱۱). در خاک‌های تاکستان به دلیل کاربرد آفت‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و کودهای شیمیایی، آلودگی فلزات سنگین به خصوص کادمیم، مس، سرب و روی مشهود است و مقادیر بالای آن‌ها تأثیر مخرب بر کیفیت خاک و گیاهان می‌گذارند (کومارک و همکاران، ۲۰۰۸؛ لی و همکاران، ۲۰۱۴؛ میرسکی و همکاران، ۲۰۱۵؛ میلسویچ و همکاران، ۲۰۱۷). کومارک و همکاران (۲۰۰۸) مشاهده کردند که استفاده مداوم از سموم دارای ترکیبات مس باعث افزایش مقدار این فلز و در نهایت آلودگی خاک‌ها می‌شود. میلسویچ و همکاران (۲۰۱۷) دریافتند که کاربرد طولانی مدت قارچ‌کش‌های حاوی مس در خاک تاکستان‌ها باعث بالا رفتن مقدار مس در این خاک‌ها از محدوده مجاز شده است. کاراکاسوا و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی مقدار کل و قابل دسترس فلزات مس، روی، نیکل، کروم، سرب و آهن در خاک‌های تحت کشت درختچه مو نشان دادند که مقدار کل این فلزات به غیر از چند مورد بیشتر از محدوده آلودگی نیست. دوپلای و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که مقدار فلزات در خاک سطحی تاکستان‌ها به دلیل وجود مواد آلی بیشتر از خاک‌های زیرسطحی بود. بورا و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که مقدار فلزات کادمیم، مس، سرب، نیکل و روی در برگ و اندام هوایی درختچه مو بیشتر از مقدار آن در میوه انگور بود. پرستون و همکاران (۲۰۱۶) با اندازه‌گیری مقدار فلزات در اعماق مختلف خاک‌های تاکستان نشان دادند به دلیل استفاده از کودها و سموم شیمیایی خاک‌ها دارای آلودگی کادمیم، مس و روی بودند.

در استان همدان، تاکستان‌ها به عنوان یکی از عمده‌ترین فعالیت‌های کشاورزی می‌باشند. با این حال، مطالعات در مورد تجمع و توزیع فلزات سنگین و همچنین میزان آلودگی و قابلیت دسترسی آن‌ها برای گیاهان در خاک‌های تاکستان انجام نشده است. بنابراین این مطالعه با هدف ارزیابی توزیع و

* ایمیل نویسنده مسئول: m.beygi@basu.ac.ir

تجمع کادمیم و مس در خاک با اندازه‌گیری مقدار کل و زیست‌فراهم آن‌ها و همچنین اندازه‌گیری مقدار این دو فلز در اندام‌های هوایی شامل برگ و میوه درختچه مو (*Vitis vinifera* L.) انجام شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری خاک از از ۱۰ تاکستان در استان همدان با سه عمق ۲۰-۰، ۴۰-۲۱ و ۶۰-۴۱ سانتی‌متر انجام شد. نمونه‌های گیاهی شامل برگ و میوه انگور نیز در هر تاکستان جمع‌آوری شد. نمونه‌های گیاهی به مدت یک هفته در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و سپس آسیاب شدند (چاپین و همکاران، ۲۰۰۸؛ بورا و همکاران، ۲۰۱۵). خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک در سه تکرار با استفاده از روش‌های متداول آزمایشگاهی اندازه‌گیری شدند (راول، ۱۹۹۴). مقدار کل کادمیم و مس در نمونه‌های خاک بر اساس روش ارائه شده توسط پیتزارک و مکفیل (۲۰۰۴) اندازه‌گیری شدند. مقدار زیست‌فراهم فلزات سنگین در نمونه‌های خاک با استفاده از روش عصاره‌گیری با DTPA تعیین شد (لیندزی و همکاران، ۱۹۷۸). غلظت فلزات در عصاره‌های به دست آمده با دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی قرائت شدند.

برای اندازه‌گیری مقدار کل فلزات در نمونه‌های گیاهی، ابتدا پنج میلی‌لیتر آب اکسیژنه و ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ به ۰/۵ گرم پودر نمونه گیاهی اضافه شد و سپس به مدت ۱۲۰ دقیقه در حمام بخار با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد هضم گردید (بورا و همکاران، ۲۰۱۵). غلظت فلزات در عصاره‌های خاک و گیاه با دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی قرائت شد. به منظور بررسی انتقال فلزات سنگین از خاک به اندام‌های گیاهی، فاکتور انتقال (TF) (از تقسیم مقدار کل فلزات در اندام هوایی (برگ و میوه) گیاه به مقدار کل آن‌ها در خاک به دست می‌آید) محاسبه گردید (دوپلای و همکاران، ۲۰۱۴). آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS 13.0 انجام شد. آزمایش‌ها به صورت فاکتوریل و در غالب طرح کاملا تصادفی بود. آنالیز واریانس برای بررسی تفاوت بین تیمارهای مختلف و آزمون دانکن برای مقایسه بین میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

مقدار pH در اعماق مختلف از قلیایی کم تا متوسط در طول پروفیل خاک و بین ۷/۷۶ تا ۸/۴۱ متغیر بود. هدایت الکتریکی خاک‌ها با افزایش عمق کاهش یافت و بین ۰/۱۴ تا ۰/۷۲ دسی‌زیمنس بر متر متغیر بود که نشان‌دهنده شوری کم در نمونه‌ها می‌باشد. مقدار ماده آلی لایه سطحی خاک بین ۹/۹۱ تا ۲۹/۷۱ گرم در کیلوگرم متغیر بود که از مقادیر آن در لایه‌های زیرسطحی بیشتر بود. مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌ها بین ۸/۸۷ تا ۲۶/۰۶ سانتی‌مول‌بار در کیلوگرم متغیر بود و تفاوت معنی‌داری بین عمق‌های مختلف نمونه‌برداری نداشت. مقدار کربنات کلسیم خاک‌ها بین ۵/۰۰ تا ۴۴/۷۵ درصد متغیر بود. مقدار رس، شن و سیلت در نمونه‌های خاک به ترتیب از ۳۳۲-۱۵۲، ۵۶۲-۱۱۶ و ۵۸۶-۲۶۶ گرم در کیلوگرم متغیر بودند.

مقادیر کل کادمیم و مس خاک در اعماق مختلف نمونه‌برداری در جداول ۱ نشان داده شده است. مقدار فلزات در لایه سطحی خاک‌ها بیشتر از لایه‌های زیرسطحی بود. مقدار فلزات در نمونه‌های خاک تاکستان بیشتر از مقدار زمینه آن‌ها (برای کادمیم و مس به ترتیب ۱/۳۶ و ۲۹/۹۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) در خاک‌های استان همدان بودند (بیگی و جلالی ، ۲۰۱۸). این مسأله به دلیل کاربرد مداوم کودهای شیمیایی و سموم در تاکستان‌ها می‌باشد. خاک‌های نمونه‌برداری شده می‌توانند به غیرآلوده و با آلودگی کم تقسیم‌بندی شوند، زیرا مقدار فلزات کمتر از محدوده آلودگی آن‌ها در خاک می‌باشند (کاباتاپندیاس و پندیاس، ۲۰۱۱). با این حال در برخی از نمونه‌ها مقدار آن‌ها بیشتر از حد بحرانی می‌باشد. مقدار کادمیم در اکثر نمونه‌های خاک از محدوده ۲-۱ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده برای خاک‌های غیرآلوده بیشتر بود. مقادیر بالای کادمیم در خاک می‌تواند به علت کاربرد لجن فاضلاب، استفاده از کودهای آلی و یا استفاده از کودهای شیمیایی مانند کودهای فسفره باشد که دارای غلظت بالای کادمیم می‌باشند و کاربرد آنها در این منطقه متداول می‌باشد. افزایش مس در خاک تاکستان‌ها می‌تواند به علت کاربرد قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌های حاوی ترکیبات مسی برای مبارزه با آفات باشد (پرستون و همکاران، ۲۰۱۶). مقدار مس در لایه سطحی خاک‌ها بیشتر بود که علت این مسأله سم پاشی ترکیبات مسی روی اندام هوایی درختچه‌های مو است که در نهایت بیشتر خاک‌های سطحی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (پیتزارک و مکفیل، ۲۰۰۴؛ کومارک و همکاران، ۲۰۰۸).

جدول۱- میانگین کادمیم و مس کل ($mg\ kg^{-1}$) خاک در سه عمق مختلف (سانتی‌متر) نمونه برداری.

شماره	کادمیم			مس		
خاک	۲۰-۰	۴۰-۲۱	۶۰-۴۱	۲۰-۰	۴۰-۲۱	۶۰-۴۱
۱	۳/۷۳a	۳/۱۲b	۲/۹۵b	۴۸/۵۷a	۳۹/۳۰bc	۳۷/۶۶c
۲	۳/۴۸a	۲/۹۸b	۲/۷۹b	۴۱/۴۲a	۳۱/۴۴bc	۲۸/۷۳c
۳	۲/۹۹a	۲/۶۵b	۲/۴۸c	۵۰/۵۵a	۴۳/۷۰b	۳۹/۲۴c
۴	۱/۹۴a	۱/۶۰b	۱/۶۶b	۴۱/۲۲a	۳۲/۸۳b	۲۶/۲۹c
۵	۴/۰۷ab	۳/۹۳bc	۳/۷۵c	۴۳/۸۴a	۲۸/۶۲b	۲۵/۸۸c
۶	۲/۸۷a	۲/۲۴b	۱/۸۵c	۳۸/۱۴a	۲۹/۰۴b	۲۷/۶۷bc
۷	۱/۹۳ab	۱/۸۳bc	۱/۶۷c	۴۶/۳۳a	۳۵/۳۱b	۳۰/۰۶c
۸	۱/۱۹ab	۱/۱۲b	۱/۰۷bc	۳۲/۱۱a	۲۴/۸۸b	۲۱/۷۳c
۹	۰/۵۹a	۰/۴۹b	۰/۴۹b	۶۴/۰۸a	۵۷/۶۱b	۵۲/۲۱c
۱۰	۱/۰۷a	۰/۹۷b	۰/۹۲c	۶۰/۰۹a	۴۵/۲۹b	۳۸/۸۴c

حروف مشابه در هر ردیف و فلز نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

مقدار زیست‌فراهم کادمیم و مس در لایه‌های مختلف خاک در جدول ۲ نشان داده شده است. عمدتاً مقدار کل فلزات سنگین برای ارزیابی درجه آلودگی خاک‌ها استفاده می‌شود (چاپین و همکاران، ۲۰۰۸). با این حال، مقدار قابل دسترس یا زیست‌فراهم فلزات در خاک فاکتور بهتری برای ارزیابی خطرات آلودگی فلزات می‌باشد (لیندزی و همکاران، ۱۹۷۸؛ والدرز و همکاران، ۲۰۰۹؛ لی و همکاران، ۲۰۱۴؛ میرسکی و همکاران، ۲۰۱۵؛ میلسویچ و همکاران، ۲۰۱۷). استخراج فلزات سنگین با DTPA یک روش مناسب برای ارزیابی زیست‌فراهمی فلزات در خاک‌های آهکی می‌باشد و ظرفیت کلات‌کنندگی این عصاره‌گیر برای استخراج تعداد زیادی از فلزات سنگین در خاک مناسب می‌باشد (لیندزی و همکاران، ۱۹۷۸). مقدار زیست‌فراهم فلزات در خاک سطحی بیشتر از خاک‌های زیرسطحی بود و با افزایش عمق مقدار آن کاهش می‌یافت. درصد زیست‌فراهم فلزات از مقدار کل آن‌ها در خاک برای ارزیابی تأثیر مقدار کل فلزات بر مقدار زیست‌فراهم آن‌ها ضروری می‌باشد (لی و همکاران، ۲۰۱۴). درصد زیست‌فراهم فلزات از مقدار کل آن‌ها به ترتیب برای عمق ۲۰-۰، ۴۰-۲۱، ۶۰-۴۱ سانتی‌متر عبارت بودند از: کادمیم ۱۸/۱۲، ۱۷/۷۸، ۱۷/۸۰؛ مس ۴/۵۴، ۴/۲۷، ۳/۵۸. درصد بیشتر زیست‌فراهمی کادمیم نسبت به مس نشان می‌دهد که این فلز قابلیت دسترسی و جابه‌جایی بیشتری در خاک‌های تاکستان دارد. تشکیل کمپلکس‌های کادمیم با کلر ($CdCl^{+}$, $CdCl^{0}_{2}$) باعث می‌شود که جذب آن توسط اجزای خاک کاهش یابد و در نهایت مقدار قابل دسترس و در نهایت مقدار جذب آن توسط گیاهان افزایش می‌یابد (میلسویچ و همکاران، ۲۰۱۷).

جدول ۲- میانگین کادمیم و مس زیست‌فراهم ($mg\ kg^{-1}$) خاک در سه عمق مختلف (سانتی‌متر) نمونه برداری.

شماره خاک	کادمیم			مس		
	۲۰-۰	۴۰-۲۱	۶۰-۴۱	۲۰-۰	۴۰-۲۱	۶۰-۴۱
۱	۰/۶۶a	۰/۵۲b	۰/۴۶c	۲/۲۹a	۱/۶۳b	۱/۴۷c
۲	۰/۷۳a	۰/۴۹b	۰/۴۲b	۱/۳۲a	۱/۰۰b	۰/۸۴c
۳	۰/۵۳a	۰/۵۰a	۰/۴۹ab	۲/۵۳a	۲/۰۸b	۱/۸۲c
۴	۰/۳۶a	۰/۳۲b	۰/۳۰b	۱/۲۷a	۰/۹۲b	۰/۸۶b
۵	۰/۷۶a	۰/۶۸ab	۰/۶۴b	۲/۹۶a	۱/۶۹b	۱/۴۱c
۶	۰/۳۴a	۰/۳۱a	۰/۳۰a	۱/۵۴a	۱/۲۵b	۱/۱۴c
۷	۰/۳۵a	۰/۳۱b	۰/۲۷c	۱/۶۹a	۱/۱۷b	۰/۹۲c
۸	۰/۲۰a	۰/۱۹a	۰/۲۰a	۱/۱۸a	۰/۸۵b	۰/۷۳c
۹	۰/۱۲a	۰/۱۰b	۰/۱۰b	۴/۱۸a	۳/۳۲b	۳/۱۸bc
۱۰	۰/۲۳a	۰/۲۰b	۰/۱۹b	۲/۹۰a	۲/۲۴bc	۲/۱۴c

حروف مشابه در هر ردیف و فلز نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

پرستون و همکاران (۲۰۱۶) پیشنهاد کردند که مجموع اجزای محلول در آب و قابل تبادل مس می‌توانند به عنوان مقدار زیست‌فراهم این فلز در خاک‌های تاکستان در نظر گرفته شوند و این دو جزء درصد کمی از مقدار کل مس در خاک را شامل می‌شوند. با این حال، فعالیت‌های کشاورزی مانند استفاده از کودها و سموم شیمیایی، آهک پاشی خاک و شخم عمیق می‌تواند مقدار زیست‌فراهم مس را در خاک افزایش دهد. زیست‌فراهمی مس به مقدار ماده آلی و نوع مواد هومیکی خاک نیز وابسته است و به علت تشکیل کمپلکس‌های محلول فلزات سنگین با گروه‌های آمینو، هیدروکسیل و کربوکسیل اسیدهای هومیک و فولویک محلول، این ترکیبات باعث افزایش حلالیت، تحرک و زیست‌فراهمی فلزات در pH خنثی تا قلیایی می‌شوند (لی و همکاران، ۲۰۱۴). سمیت مس برای گیاهان به مقدار و نوع ماده آلی، pH، ظرفیت تبادل کاتیونی و اثرات متقابل بین کمپلکس‌های آلی و یون‌های آزاد فلز با کانی‌های خاک وابسته است (والدرز و همکاران، ۲۰۰۹).

مقدار کادمیم و مس در نمونه‌های برگ و میوه درختچه‌های مو و همچنین فاکتور انتقال فلزات سنگین از خاک سطحی به اندام‌های هوایی (برگ و میوه) در جدول ۳ نشان داده شده است. مقدار کادمیم نمونه‌های میوه کمتر از حد تشخیص دستگاه جذب اتمی بود. مقدار فلزات در نمونه‌های برگ بیشتر از میوه بود. با این حال در برخی از تاکستان‌ها، مقدار مس نمونه‌های برگ کمتر از میوه بود. مقدار کادمیم و مس برگ‌ها در این مطالعه کمتر از مقدار گزارش شده برای نمونه‌های برگ در تاکستان‌های رومانی بودند (بورا و همکاران، ۲۰۱۵). مقدار مس در نمونه‌های برگ و میوه مشابه با مقدار گزارش شده برای درختچه‌های مو در تاکستان‌های نواحی دیگر بود (چاپین و همکاران، ۲۰۰۸). میلسویچ و همکاران (۲۰۱۷) نیز بیشترین مقدار کادمیم، کروم، مس، نیکل، سرب و روی را در برگ‌ها گزارش کردند و همچنین نشان دادند که مقدار مس و کادمیم کمتر از محدوده سمیت این فلزات برای گیاهان بود. مقدار فاکتور انتقال در نمونه‌های برگ اغلب بیشتر از نمونه‌های میوه بود. فاکتور انتقال کادمیم در برگ‌ها بیشتر از مس بود. با این حال، فاکتور انتقال مس در نمونه‌های برگ در خاک تاکستان شماره ۱، ۵ و ۶ بیشتر از کادمیم بود. مقادیر بیشتر فاکتور انتقال نشان‌دهنده جذب بیشتر فلزات سنگین توسط گیاه است. با این حال با افزایش رشد گیاه، فاکتور انتقال کاهش می‌یابد (میرسکی و همکاران، ۲۰۱۵). بالا بودن غلظت کلر، کمبود روی، pH پایین و ظرفیت نگه‌داری کم فلزات در خاک باعث افزایش تحرک و در نتیجه جذب بیشترکادمیم توسط گیاهان می‌شود (میرسکی و همکاران، ۲۰۱۵). دوپلای و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان دادند که خصوصیات خاک، توانایی جذب توسط گیاهان و مقدار و گونه شیمیایی فلزات سنگین بر مقدار انتقال فلزات از خاک به گیاه مؤثر می‌باشند.

جدول ۳- میانگین کادمیم و مس ($mg\ kg^{-1}$) در نمونه‌های برگ و میوه و مقدار فاکتور انتقال (درصد) در خاک سطحی (داخل پرانتز)

شماره خاک	کادمیم		مس	
	برگ	میوه*	برگ	میوه
۱	۰/۳۹ (۱۱)	–	۷/۸۵ (۱۶)	۵/۵۰ (۱۱)
۲	۰/۴۱ (۱۲)	–	۳/۲۸ (۸)	۲/۳۵ (۶)
۳	۰/۴۲ (۱۴)	–	۶/۹۰ (۱۴)	۴/۵۷ (۹)
۴	۰/۳۵ (۱۸)	–	۴/۲۵ (۱۰)	۳/۳۰ (۸)
۵	۰/۴۲ (۱۰)	–	۸/۰۰ (۱۸)	۶/۴۰ (۱۵)
۶	۰/۳۷ (۱۳)	–	۵/۴۵ (۱۴)	۴/۵۲ (۱۲)
۷	۰/۳۸ (۲۰)	–	۴/۶۲ (۱۰)	۶/۱۰ (۱۳)
۸	۰/۳۸ (۳۰)	–	۳/۶۷ (۱۱)	۴/۸۳ (۱۵)
۹	۰/۳۶ (۴۷)	–	۷/۷۰ (۱۲)	۷/۸۰ (۱۲)
۱۰	۰/۳۲ (۳۱)	–	۸/۴۴ (۱۴)	۹/۲۵ (۱۵)

*مقدار کادمیم میوه کمتر از حد تشخیص دستگاه جذب اتمی بود.

نتیجه‌گیری

بیشترین مقدار کل فلزات سنگین در لایه سطحی خاک‌ها مشاهده شد و با افزایش عمق از مقدار آن‌ها کاسته شد که نشان‌دهنده تحرک کم این فلزات در طول پروفیل خاک بود. مقادیر کل کادمیم و مس در خاک‌های تاکستان از مقادیر زمینه گزارش شده این فلزات برای خاک‌های منطقه مورد مطالعه بیشتر بود که این مسأله نشان‌دهنده کاربرد مستمر کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها در خاک تاکستان‌ها می‌باشد. با این حال، تاکستان‌های مورد مطالعه دارای خاک‌هایی غیرآلوده یا با آلودگی کم می‌باشند. مقدار زیست‌فراهم فلزات سنگین همانند مقادیر کل آن‌ها در لایه سطحی خاک بیشتر از لایه‌های زیرسطحی بود. نتایج مربوط به مقدار زیست‌فراهم فلزات نشان داد که قابلیت دسترسی و زیست‌فراهمی کادمیم در خاک زیاد می‌باشد. مقدار مس در اندام هوایی درختچه مو بیشتر از کادمیم بود. همچنین فاکتور انتقال در نمونه‌های برگ بیشتر از نمونه‌های میوه بود. مقدار کل فلزات در نمونه‌های برگ بیشتر از نمونه‌های میوه بود که می‌تواند به دلیل ذخیره فلزات در مخازن گیاه مانند برگ و عدم انتقال به اندام‌های خوراکی باشد.

منابع:

Beygi, M. and Jalali, M. 2018. Background levels of some trace elements in calcareous soils of the Hamedan Province, Iran. Catena, 162, 303-316.

Bora, F. D., Bunea, C. I., Rusu, T. and Pop, N. 2015. Vertical distribution and analysis of micro-, macroelements and heavy metals in the system soil-grapevine-wine in vineyard from North-West Romania. Chemistry Central Journal, 9, 19.

Chopin, E.I.B., Marin, B., Mkoungafoko, R., Rigaux, A., Hopgood, M.J., Delannoy, E., Cances, B. and Laurain, M. 2008. Factors affecting distribution and mobility of trace elements (Cu, Pb, Zn) in a perennial grapevine (*Vitis vinifera* L.) in the Champagne region of France. Environmental Pollution, 156, 1092-1098.

Duplay, J., Semhi, K., Errais, E., Imfeld, G., Babcsanyi, I. and Perrone, T. 2014. Copper, zinc, lead and cadmium bioavailability and retention in vineyard soils (Rouffach, France): the impact of cultural practices. Geoderma, 230, 318-328.

Kabata-Pendias, A. and Pendias, H. 2011. Trace elements in soils and plants. 4nd ed. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

Karakaseva, E., Boev, B. and Zajkova-Paneva, V. 2012. Total and extractable forms of Cu, Zn, Ni, Cr, Pb and Fe in vineyard soil (Valandovo Valley, Macedonia) determined by a sequential extraction procedure. Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, 31, 271-283.

Komárek, M., Száková, J., Rohošková, M., Javorská, H., Chrastný, V. and Balík, J. 2008. Copper contamination of vineyard soils from small wine producers: a case study from the Czech Republic. Geoderma, 147, 16-22

Li, L., Wu, H., van Gestel, C.A., Peijnenburg, W. J. and Allen, H. E. 2014 Soil acidification increases metal extractability and bioavailability in old orchard soils of Northeast Jiaodong Peninsula in China. Environmental Pollution, 188, 144-152.

Lindsay, W.L. 1979. Chemical Equilibria in Soils. Wiley and Sons, New York, NY.

Milićević, T., Relić, D., Škrivanj, S., Tešić, Ž. and Popović, A. 2017. Assessment of major and trace element bioavailability in vineyard soil applying different single extraction procedures and pseudo-total digestion. Chemosphere, 171, 284-293.

Mirecki, N., Agič, R., Šunić, L., Milenković, L. and Ilić, Z.S. 2015. Transfer factor as indicator of heavy metals content in plants. Fresenius Environmental Bulletin, 24, 4212-4219.

Pietrzak, U. and McPhaila, D.C. 2004. Copper accumulation, distribution and fractionation in vineyard soils of Victoria, Australia. Geoderma, 122, 151-166.

Preston, W., da Silva, Y. J., do Nascimento, C. W., da Cunha, K. P., Silva, D. J. and Ferreira, H. A. 2016. Soil contamination by heavy metals in vineyard of a semiarid region: An approach using multivariate analysis. Geoderma Regional, 7, 357-365.

Rowell, D.L. 1994. Soil Science: Methods and Applications. Longman Group, Harlow. p. 345

Valladares, G.S., Camargo, O.A.D., Carvalho, J.R.P.D. and Silva, A.M.C. 2009. Assessment of heavy metals in soils of a vineyard region with the use of principal component analysis. Scientia Agricola, 66: 361-367

Soil and Water Pollution and Crop Health

Assessment of total and bioavailability content of cadmium and copper in vineyard soils from Hamedan province

Beygi*[1], M., Jalali, M[2]

[1] Ph.D. of soil science., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran

[2] Professor of soil science., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran

Abstract

The use of fertilizers and fungicides causes the accumulation of trace elements in vineyard soils that may increase their bioavailability for plants. The aims of this study were to evaluate cadmium (Cd) and copper (Cu) accumulation and distribution in three depths of 10 vineyard soils using total and bioavailable content, and also to measure the content of these two trace elements in aerial parts of grapevines. The highest total contents of Cd and Cu were observed at surface layer and decreased with the depth. The mean total contents of Cd and Cu in the surface layer of soil samples were (mg kg^{-1}), 2.39 and Cu 46.63, respectively. The bioavailable contents of the trace elements in the surface layer were higher than those in the subsurface layers. The mean bioavailable contents of Cd and Cu s in the surface layer of soil samples were (mg kg^{-1}), 0.43 and 2.19, respectively. The content of the trace elements in the leaves was higher than the berries. The mean contents of trace elements in leaves and berries were respectively, Cd 0.36, 0.00; Cu 5.91, 5.39 mg kg^{-1}. The transfer factor of trace elements in the leaves was higher than the berries. The Cd has more bioavailable and leachable than The Cu in vineyard soils, however, the examined vineyard soils can be classified as unpolluted or less polluted.

Keywords: Bioavailability; Total content; Trace elements; Vineyard soils

* Corresponding author, Email: m.beygi@basu.ac.ir

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

بررسی اثر روش های مختلف مدیریت زراعی بر برخی شاخص های فیزیکی سلامت خاک

ارسلان صادقیان[۱*]، غلامعباس صیاد[۲]، احمد فرخیان فیروزی[۲]، مجتبی نوروزی مصیر[۳]. اسماعیل جوکار[۴]

[۱] دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

[۲] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

[۳] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

[۴] دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد گروه سنجش از راه دور و GIS، گرایش منابع آب و خاک، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

شاخص های فیزیکی از جمله شاخص های مهم در ارزیابی سلامت خاک می باشند که اطلاعات مفیدی را در ارتباط با ویژگی های هیدرولیکی خاک از جمله نفوذ و نگهداری آب در خاک و وضعیت تهویه ای آن در اختیار می گذارند. این پژوهش به منظور بررسی تاثیر سه نوع مدیریت زراعی شامل: سیستم تک کشتی، تناوب گندم– ماش و مدیریت بقایا بر برخی خصوصیات فیزیکی مورد ارزیابی سلامت خاک شامل: مقاومت فروروی، ظرفیت آب قابل استفاده، پایداری خاکدانه و جرم مخصوص ظاهری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه آزمایشی شماره ۲ دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز صورت گرفت. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد تاثیر مدیریت زراعی بر مقاومت فروروی، ظرفیت آب قابل استفاده، جرم مخصوص ظاهری و میانگین وزنی قطر خاکدانه در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی دار بود. همچنین از بین سه مدیریت زراعی مختلف، خاک با مدیریت بقایا دارای بیشترین میزان ظرفیت آب قابل دسترس (۰/۱۵ ٪) و پایداری خاکدانه (۱/۰۴ ٪) و کم ترین مقاومت فروروی(۰/۱۱مگاپاسکال) و جرم مخصوص ظاهری (۱/۱۷ گرم بر سانتی متر مکعب) بود.

کلمات کلیدی: کیفیت خاک، مقاومت فروروی، ظرفیت آب قابل استفاده، پایداری خاکدانه، جرم مخصوص ظاهری.

مقدمه

نقش مهم سلامت خاک در کشاورزی پایدار در سال های اخیر توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. مدیریت صحیح خاک در راستای ارتقای سلامت و کیفیت خاک، از عوامل مهم تأمین‌کننده امنیت غذایی و ارتقای سلامت انسان و تسریع‌کننده دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار می باشد(صادقیان و همکاران، ۱۳۹۷). از عواملی که نتایج مختلفی برروی شاخص های فیزیکی کیفیت خاک می گذارد اعمال مدیریت های مختلف زراعی است. به طوری که باقی گذاشتن بقایای گیاهی در سطح خاک تاثیر مثبت بر روی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد(قرنجیکی و میری، ۱۳۸۶). از جمله روش های مدیریتی که آثار قابل توجهی بر بهبود ویژگی های فیزیکی خاک دارد، مخلوط کردن بقایای گیاهی با خاک می باشد. استفاده از این بقایا در اراضی کشاورزی، منجر به بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک شده و باعث افزایش نفوذپذیری می گردد(Bhattacharyya و همکاران ۲۰۰۷). حیدری و همکاران (۱۳۹۲) بیان کردند که در تیمار تک کشتی با حذف بقایای گیاهی به دلیل کاهش و از بین رفتن مواد آلی، اثرات نامطلوبی بر تخلخل، ساختمان و پایداری خاکدانه‌ها گذاشته و در نتیجه منجر به افت کیفیت خاک می گردد. نتایج پژوهش مرادی و همکاران (۱۳۹۵) نیز نشان داد مقدار مقاومت فروروی خاک با کاهش ماده آلی و پایداری خاکدانه به صورت لگاریتمی و نمایی با شیب زیاد افزایش می یابد. همچنین سیستم تناوب زراعی نیز منجر به افزایش زیتوده و تولید بقایای بیشتر به سطح خاک شده و در نتیجه باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری می شود و بهبود ظرفیت نگهداشت آب را در پی دارد (Shaver، ۲۰۱۰). نظر به این‌که تاکنون پژوهش‌های اندکی تأثیر انواع مدیریت زراعی بر ویژگی‌های فیزیکی مورد ارزیابی در سلامت خاک را در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور مورد ارزیابی قرار داده‌اند، لذا این پژوهش به منظور بررسی و مقایسه تأثیر سه نوع مدیریت زراعی مختلف شامل تناوب زراعی، مدیریت بقایای گیاهی و سیستم تک کشتی بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی(مقاومت فروروی، ظرفیت آب قابل استفاده، جرم مخصوص ظاهری و میانگین وزنی قطر خاکدانه) سلامت خاک صورت گرفت.

* ایمیل نویسنده مسئول: arsalan_13701@yahoo.com

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه آزمایشی شماره ۲ دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز با موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۹ دقیقه عرض جغرافیایی و ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی طول جغرافیایی و در حاشیه غربی رود کارون با ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا در پاییز ۱۳۹۵ اجرا گردید. هدف از این مطالعه بررسی اثر مدیریت‌های زراعی مختلف بر برخی ویژگی‌های فیزیکی سلامت خاک (ظرفیت نگهداری آب خاک، مقاومت فروروی،جرم مخصوص ظاهری و پایداری خاکدانه ها) بود. بدین منظور سه مزرعه با مدیریت‌های زراعی مختلف شامل: سیستم تک کشتی، تناوب گندم – ماش و مدیریت بقایای گیاهی بررسی شدند. سابقه‌ی کشت در این مزارع به ترتیب ۸، ۲ و ۱۰ سال بود. در تیمار تک کشتی به مدت ۸ سال مداوم کشت گندم صورت گرفت. در تیمار تناوب، گندم و ماش به مدت ۲ سال در تناوب با یکدیگر کشت شدند و تیمار مدیریت بقایا شامل کشت گندم بود که بقایای گیاه پس از برداشت با خاک مخلوط شدند. به منظور اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی خاک تعداد ۱۲۰ نمونه خاک (از هر مزرعه ۴۰ نمونه) با روش نمونه برداری سیستماتیک از عمق ۰ تا ۱۵ سانتیمتری تهیه شد. بافت خاک مزارع مورد نظر لوم شنی بوده و اسیدیته آن برابر ۷/۸ بود. نمونه‌های خاک پس از هواخشک شدن از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند و مقدار ظرفیت آب قابل دسترس با استفاده از رابطه زیر به دست آمد:

$$AWC = \left(\frac{\theta_{FC} - \theta_{PWP}}{100}\right) \times D \times \frac{\rho_b}{\rho_w}$$

رابطه ۱

که در آن AWC ظرفیت آب قابل استفاده بر حسب درصد، θ_{FC} و θ_{PWP} به ترتیب رطوبت وزنی ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی، D عمق خاک بر حسب سانتی‌متر و ρ_b و ρ_w به ترتیب جرم مخصوص ظاهری خاک و آب بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد (Hillel، ۱۹۹۸). مقاومت فروروی[1] به طور مستقیم در مزرعه با استفاده از دستگاه فروسنج مخروطی (Bongshin DBBP-100, Korea) در رطوبت ظرفیت زراعی اندازه‌گیری شد. جرم مخصوص ظاهری خاک با روش سیلندر اندازه‌گیری شد (کلوت، ۱۹۸۶). میانگین وزنی قطر خاکدانه ها با دو بار الک کردن نمونه خاک و به صورت درصد نسبت MWD در الک کردن نوبت دوم (MWD_2) به MWD در الک کردن نوبت اول (MWD_1) تعیین شد و با استفاده از رابطه زیر به‌دست آمد (Niewczas و Witkowska-Walczak ۲۰۰۳):

$$ASI = \frac{MWD_2}{MWD_1} \times 100$$

رابطه ۲

که در آن ASI میانگین وزنی قطر خاکدانه ها، MWD_2 پایداری خاکدانه ها در الک دوم، MWD_1 پایداری خاکدانه ها در الک اول می باشد.

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ بلوک صورت گرفت که در هر بلوک ۱۰ نمونه خاک نمونه برداری شد. همچنین برای مقایسه بین خصوصیات فیزیکی خاک های مدیریت‌های زراعی نمونه برداری شده از برنامه آماری SPSS و برای ترسیم نمودارها از برنامه EXCEL استفاده شد. آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

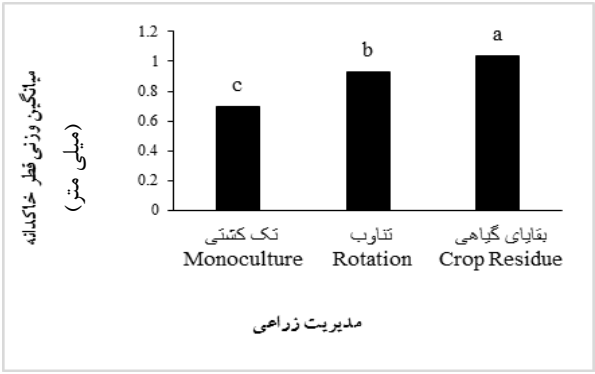
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع مدیریت زراعی در سطح احتمال ۰/۰۱ بر میزان جرم مخصوص ظاهری، میانگین وزنی قطر خاکدانه، ظرفیت آب قابل دسترس، مقاومت فروروی تاثیر معنی‌دار داشت (جدول۱).

[1] Penetration resistance

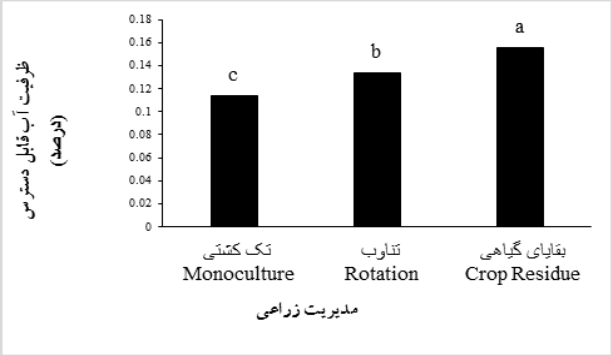
جدول ۱. تجزیه واریانس اثر مدیریت‌های مختلف زراعی بر میانگین وزنی قطر خاکدانه، ظرفیت آب قابل دسترس، مقاومت فروروی خاک، جرم مخصوص ظاهری

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		میانگین وزنی قطر خاکدانه	ظرفیت آب قابل دسترس	مقاومت فروروی خاک	جرم مخصوص ظاهری
بلوک	۳	۰/۰۰۰۱۹۸ ns	۰/۰۰۰۰۰۴۱۴ ns	۰/۰۰۰۰۰۵۲ ns	۰/۰۰۰۰۹۵۴۲ ns
مدیریت زراعی	۲	۰/۱۲۲۴۰۱ **	۰/۰۰۱۷۹۰۴۳ **	۰/۰۸۴۷۸۶ **	۰/۰۰۰۰۹۵۴۲ **
خطا	۶	۰/۰۰۰۱۲۰۲۵	۰/۰۰۰۰۰۴۸۵	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱۲۸۷۵
ضریب تغییرات (%)		۱/۲۳	۱/۶۳	۰/۷۵	۰/۰۴

نتایج آزمون مقایسه میانگین نشان داد میانگین وزنی قطر خاکدانه ها و ظرفیت آب قابل دسترس در سه مدیریت زراعی تفاوت معنی‌داری (در سطح ۱ درصد) داشت. بیشترین مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه ها و ظرفیت آب قابل دسترس در مدیریت زراعی بقایا (۱/۰۴ میلی متر) و (۰/۱۵ درصد) و کمترین این شاخص ها در مدیریت زراعی تک کشتی به ترتیب (۰/۶۹ میلی متر) و (۰/۱۱ درصد) اندازه‌گیری شد (شکل۱ و ۲).



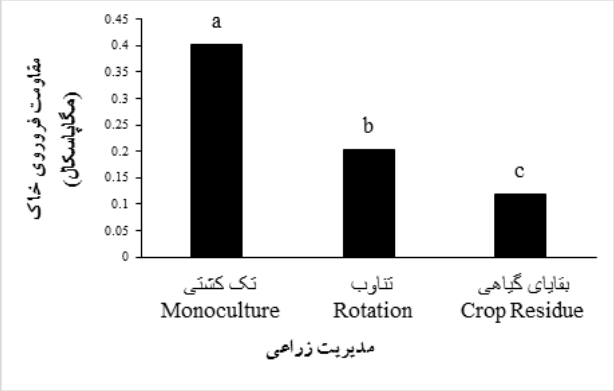
شکل ۱. مقایسه میانگین اثر نوع مدیریت زراعی بر میانگین قطر خاکدانه



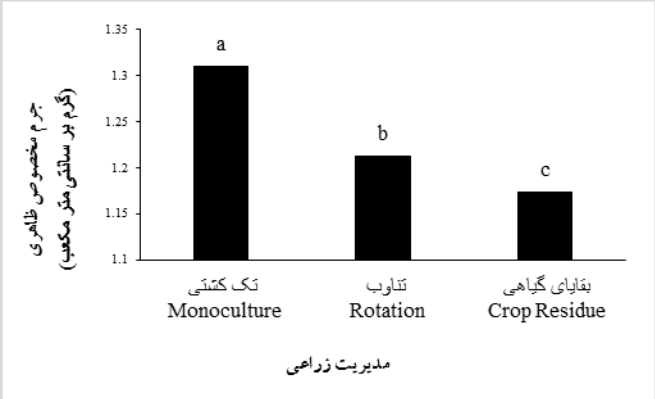
شکل ۲. مقایسه میانگین اثر نوع مدیریت زراعی بر ظرفیت آب قابل دسترس

این نتایج نشان می‌دهد که تیمار تک کشتی موجب سست شدن خاکدانه‌ها شده است و مقاومت خاکدانه‌ها را در برابر عوامل تنش زا از جمله فرسایش بادی بیش تر کاهش داده است و این سیستم کشت موجب افزایش حساسیت خاک به عوامل فرساینده از جمله فرسایش بادی می‌شود. عباسی و همکاران بیان کردند بیشترین شاخص پایداری خاکدانه و میانگین وزنی قطر خاکدانه در روش خاک‌ورزی حفاظتی نسبت به شاهد مشاهده شده است (عباسی و همکاران، ۲۰۱۳). از آنجایی که افزودن بقایا معمولاً در ۳۰ سانتی متری سطح خاک صورت می‌گیرد، پس از مدتی سرعت نفوذ آب خاک یکسان می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت که در هنگام آبیاری، خاک‌هایی که بقایای گیاهی به آن‌ها برگردانده می‌شود، نسبت به مدیریت تناوب زراعی و تک کشتی، مقدار آب بیشتری دریافت و ذخیره خواهند کرد. نتایج پژوهش رینولدز و همکاران نیز نشان داد افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک می تواند منجر به کاهش ظرفیت نگهداری آب در خاک می گردد (Reynolds و همکاران،۲۰۰۹).

نتایج آزمون مقایسه میانگین تاثیر مدیریت خاک بر جرم مخصوص ظاهری و مقاومت فروروی خاک نتایجی مشابه با روند ظرفیت آب قابل دسترس و میانگین وزنی قطر خاکدانه ها نشان نداد. مقدار جرم مخصوص ظاهری و مقاومت فروروی خاک در سه مدیریت مختلف زراعی تفاوت معنی‌داری (در سطح ۱ درصد) داشتند اما بیشترین مقدار جرم مخصوص ظاهری (۱/۳۱ گرم بر سانتیمتر مکعب) و مقاومت فروروی خاک (۰/۴ مگاپاسکال) و همچنین کمترین میزان جرم مخصوص ظاهری (۱/۱۷ گرم بر سانتیمتر مکعب) و مقاومت فروروی خاک (۰/۱۱ مگاپاسکال) به ترتیب در مدیریت زراعی تک کشتی و مدیریت بقایا مشاهده شد (شکل ۳و۴).



شکل۳. مقایسه میانگین اثر نوع مدیریت زراعی بر مقاومت فروروی خاک



شکل۴. مقایسه میانگین اثر نوع مدیریت زراعی بر جرم مخصوص ظاهری خاک

مرادی و همکاران بیان کردند که مقاومت فروروی هم‌بستگی مثبتی با مقدار جرم مخصوص ظاهری و درصد رس و هم‌بستگی منفی و معنی‌داری با مقدار مواد آلی و پایداری خاکدانه‌ها داشت (مرادی و همکاران، ۱۳۹۵). حیدری و همکاران نیز بیان کردند کمترین مقدار وزن مخصوص ظاهری مربوط به تیمار برگرداندن بقایا و بیشترین آن مربوط به تیمار سوزاندن بقایای گیاهی بود(حیدری و همکاران، ۱۳۹۳).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که نوع مدیریت‌های مختلف زراعی تاثیرات متفاوتی بر خصوصیات فیزیکی مورد ارزیابی سلامت خاک دارند. در بین مدیریت های مورد مطالعه سیستم مدیریت بقایای گیاهی بیشترین تاثیر را در افزایش پایداری خاکدانه ها و ظرفیت آب قابل دسترس و کاهش جرم مخصوص ظاهری و مقاومت فروروی خاک داشت در حالیکه سیستم تک کشتی منجر به کاهش پایداری خاکدانه ها و ظرفیت آب قابل دسترس و افزایش جرم مخصوص ظاهری و مقاومت فروروی خاک گردید.بر اساس نتایج این پژوهش به نظر می رسد از جمله راهکارهای مناسب جهت تاثیرات مطلوب بر روی ویژگی‌های فیزیکی خاک، برگرداندن بقایای گیاهی به خاک به منظور افزایش میزان مواد آلی می باشد درصورتیکه سیستم تک کشتی به دلیل کمبود مواد آلی نسبت به سایر تیمارهای مدیریت زراعی بر روی خاک های زراعی اثرات نامطلوبی گذاشته و منجر به از بین رفتن ویژگی های فیزیکی مطلوب خاک می گردد.در مجموع از بین مدیریت های زراعی مورد مطالعه سیستم مدیریت بقایای گیاهی جهت دستیابی به مدیریت پایدار و افزایش خصوصیات کیفی خاک پیشنهاد می‌گردد.

منابع

حیدری، ف.، رسول زاده، علی.، سپاسخواه، ع.ر.، اصغری، ع.، قویدل،الف. ۱۳۹۲. اثر مدیریت بقایای گیاهی بر ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی خاک و عملکرد ذرت علوفه ای و جو. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۷(۶۵)، ۲۴۸-۲۳۳.

صادقیان، الف.، صیاد، غ.ع.، فرخیان فیروزی، الف.، نوروزی مصیر،م. ۱۳۹۷. تأثیر مدیریت‌های زراعی مختلف بر برخی شاخص‌های شیمیایی و زیستی سلامت خاک. نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک، ۲۵(۳)، ۲۸۰-۲۶۹.

عباسی، ه.، خداوردیلو، ه.، قربانی، ش.، احمدی مقدم،پ.۱۳۹۲. تاثیر برخی روشهای خاکورزی بر شاخصهای کیفیت فیزیکی خاک در یک منطقه خشک و نیمه خشک. نشریه مکانیزاسیون کشاورزی، ۱(۲)، ۴۵-۳۷.

قرنجیکی، ع.، میری، ع. الف. ۱۳۸۶. مدیریت بقایای گیاهی محصول اول برای زراعت دوم در سیستم دو کشتی گندم- پنبه. دهمین کنگره علوم خاک ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

مرادی، ف.، قربانی، ز.، میثاقی، پ.، خلیل مقدم، ب. ۱۳۹۵. عوامل موثر بر مقاومت سه نوع خاک ارقام شکر و نیشکر در برخی از خاک های استان خوزستان. نشریه تحقیقات علوم آب و خاک، ۲۹(۲)، ۱۷۴-۱۶۳.

Bhattacharyya، R., Chandra، S., Singh، R.D., Kundu, S., Srivastva، A.K. and Gupta H.S. 2007. Long-term farmyard manure application effects on properties of a silty clay loam soil under irrigated wheat-soybean rotation. Soil and Tillage Research, 94، 386-396

Hillel, D., 1998. Environmental Soil Physics, Academic. San Diego, Calif.

Klut, A. 1986. Method of Soil Analysis: Physical, Chemical and Mineralogical .

Reynolds، W.D., Drury، C.F., Tan C.S., Fox ،C.A. and Yang، X.M. 2009. Use of indicators and pore volume function characteristics to quantify soil physical quality, Geoderma، 152، 252- 263.

Shaver, T., 2010, February. Crop residue and soil physical properties. In Proceedings of the 22nd Annual Central Plains Irrigation Conference, Kearney, NE (pp. 22-27).

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Investigation of the effect of different agricultural managements on some physical characteristics of soil health

Sadeghian*[1], A., Sayyad,Gh.A.[2], Farrokhian Firouzi, A.[2] Norouzi masir, M. [3]Jokar، E. [4]

[1] M. Sc. graduated, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of ahvaz, Iran
[2] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of ahvaz, Iran
[3] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of ahvaz, Iran
[1] M. Sc. graduated, Remote Sensing And GIS Department, University of ahvaz, Iran

Abstract

Physical indicators are one of the important indicators in soil health assessment which provides useful information About Hydraulic characteristics of the soil, including penetration and maintenance of water in the soil and its conditioning conditions. This study was performed to find the influence of three agricultural management systems namely monoculture, wheat-mung crop rotation and residue management on some selected soil physical characteristics like Penetration Resistance, Available Water Capacity, Aggregate Stability and Bulk Density in a completely randomized block design in field 2 at Department of Agriculture of Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. . Results of statistical analysis revealed that the effect of three agricultural management systems on Penetration Resistance, Available Water Capacity, Aggregate Stability and Bulk Density of soil was significant ($p<0.01$). Furthermore, among the studied agricultural management systems, soil treated with residue management had highest Available Water Capacity (0.15%) and Aggregate Stability (1.04%) and least Penetration Resistance (0/11 Mp) and Bulk Density (1.17 gcm^{-3}).

Keywords: Soil Quality, Penetration Resistance, Available Water Capacity, Aggregate Stability, Bulk Density.

* Corresponding author, Email: arsalan_13701@yahoo.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله : کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تاثیر کمپوست و ورمی‌کمپوست با و بدون باکتری آزوسپیریلوم بر شاخص‌های فیزیکی خاک

سمیرا مصری[1*]، فرشاد کیانی[2]، سهیلا ابراهیمی[3]، محمدحسن ارزانش[4]، علی اکبرمحمدعلیپورملکشاه[5]

[1] دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی ، دانشگاه شهرکرد

[2]دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[3]استادیارگروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان

۴دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی گرگان

۵مربی گروه جنگلداری،دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

یکی از روش‌های ارتقای شاخص‌های کیفیت خاک نظیر خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک‌ها استفاده از اصلاح کننده‌های آلی نظیر کمپوست و ورمی‌کمپوست و کودهای زیستی است. برای بررسی اثر ورمی‌کمپوست و کمپوست به‌تنهایی همراه با کود بیو لوژیک بر برخی شاخص های کیفیت خاک شامل وزن مخصوص ظاهری، پایداری خاکدانه، ماده‌آلی آزمایشی در قالب بلوک کاملا تصادفی طراحی شد. تیمارهای کودی شامل کمپوست و ورمی‌کمپوست با و بدون باکتری به مقدار ۱۸تن در هکتار به خاک اضافه شدند. نتایج نشان داد که تیمارهای کودی توانستند ماده‌آلی را نسبت به شاهد افزایش دهند. کودها همراه باکتری به واسطه افزایش موادآلی و تخلخل توانستند وزن مخصوص ظاهری را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش دهند. افزایش۲۹/۴۲ درصدی در تیمار ورمی‌کمپوست همراه با باکتری و افزایش۲۱/۲۲ درصدی در تیمار کمپوست همراه باکتری نسبت به شاهد برای پایداری خاکدانه مشاهده شد. به‌طور کلی نتایج نشان داد که مصرف کمپوست و ورمی‌کمپوست همراه باکتری آزوسپیرلیوم اثرات مثبت بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک داشته که خود منجر به حفظ سلامت و حاصلخیزی خاک وکشاورزی پایدار در دراز مدت خواهد شد.

کلمات کلیدی: کیفیت خاک، پایداری خاکدانه، کمپوست

مقدمه

حفظ مقدار مطلوب ماده‌آلی در خاک، یکی از اساسی‌ترین اصول کشاورزی پایدار است. کاربرد کودهای آلی در کشاورزی علاوه بر بهبود حاصلخیزی خاک، می‌تواند بر خصوصیات فیزیکی خاک نیز موثر باشد (خندان و آستارائی، ۱۳۸۳). عمده‌ترین منابع تامین ماده آلی در خاک‌ها عبارتند از فضولات دامی، بقایای گیاهی، لجن فاضلاب‌ها و کمپوست زباله شهری که امروزه با توجه به اهمیت کشاورزی ارگانیک بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (خندان و آستارائی، ۱۳۸۳). کمپوست‌ها موادی هستند که طی فرایند تجزیه مواد آلی توسط میکروارگانیسم‌ها در حضور اکسیژن ساخته می‌شوند (Rantala و همکاران، ۱۹۹۹). استفاده از کمپوست دارای مزایایی چون بهبود ساختمان فیزیکی خاک، کاهش آبشویی و تلفات عناصر غذایی از خاک، آزادسازی تدریجی و پیوسته غذایی ، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و غیره می‌باشد (Albiach و همکاران، ۲۰۰۱). در مورد اثرات مفید کمپوست می‌توان به بهتر شدن پایداری خاکدانه‌های خاک و کاهش خطر فرسایش اشاره کرد. کمپوست می‌تواند موجب افزایش تخلخل خاک و ظرفیت نگهداری آب خاک شود و از تغییر اسیدیته خاک جلوگیری کرده و موجب رهاسازی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شود (داوری نژاد، ۱۳۸۳). ورمی‌کمپوست‌ها به مقدار زیادی شبیه پیت تکامل یافته با تخلخل، تهویه، زهکشی و ظرفیت نگه‌داری آب و فعالیت میکروبی بالا هستند که به وسیله فعل و انفعالات میان کرم‌های خاکی و ریز موجودات در یک فرآیند غیر گرمازا تشکیل می‌شوند (Edwards و Burrows، ۱۹۸۸). موادآلی و کودهای بیولوژی به عنوان جایگزین مناسبی برای مصرف روز افزون کودهای شیمیایی و به منظور افزایش حاصلخیزی خاک به خصوص در بحث کشاورزی پایدار مورد توجه قرار گرفته‌اند (Wu و همکاران، ۲۰۰۵). کودهای بیولوژی به میکروارگانیسم‌هایی اطلاق می‌شود که می‌توانند به صورت‌های مختلف اعم از تلقیح به بذر، کاربرد روی سطح

* ایمیل نویسنده مسئول: dorsa_mesry@yahoo.com

خاک و یا گیاه مورد استفاده قرار گرفته و سبب افزایش دسترسی عناصر غذایی برای گیاه میزبان شده و رشد گیاه را تحریک می‌کنند (Vessey، ۲۰۰۳). از آنجا که گزارش‌های محدودی در مورد نقش کود ورمی‌کمپوست و کمپوست بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک وجود دارد (Chen و همکاران، ۲۰۰۳)، لذا این پژوهش با هدف بررسی تاثیر کاربرد کمپوست و ورمی‌کمپوست به‌تنهایی و همراه کود زیستی در یک سطح با سه تکرار بر خصوصیات فیزیکی خاک انجام پذیرفته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در اراضی حوضه شصت کلاته استان گلستان در پارسل۱ در قالب طرح بلوک بر پایه کاملا تصادفی اجرا گردید. بدین منظور ۱۵ پلات به ابعاد ۲*۲ احداث شد. جنگل مورد بررسی بین طول جغرافیایی ″۶ ′۴۸°۳۶-″۲۷ ′۴۳°۳۶ و عرض جغرافیایی ″۲۶ ′۲۱°۵۴-″۵۷ ′۲۴°۵۴ قرار گرفته است. حداقل درجه حرارت در سال ۱۲ درجه، حداکثر آن ۲۱ درجه و میانگین درجه حرارت سالیانه آن ۱۸ درجه سلسیوس است. خاک منطقه شامل۳۵ درصد سیلت، ۵۰ درصد رس و ۱۵ درصد شن بوده است. برای انجام پروژه پنج تیمار شامل کمپوست زباله شهری، ورمی کمپوست، کمپوست همراه باکتری، ورمی‌کمپوست همراه باکتری و شاهد هر کدام با سه تکرار در مجموع ۱۵کرت به ابعاد (۲*۲) متر مربع در شیب ۵ درصد مورد استفاده قرار گرفتند. ابتدا کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست هر کدام به مقدار ۱۸ تن در هکتار در هر کرت اضافه و تا عمق ۳۰ سانتی‌متری با خاک مخلوط شدند. باکتری آزوسپیریلوم (از گونه A.G lipoferum ۴۵ جدا شده از ریشه کلزا در استان گلستان و با توانایی تولید اکسین و تثبیت نیتروژن) با بذر گندم تلقیح شده بودند و به خاک اضافه گردیدند. خصوصیات فیزیکی اندازه‌گیری شده شامل جرم مخصوص ظاهری با استفاده از روش کلوخه و پارافین (Blake و Hartge، ۱۹۸۶)، پایداری خاکدانه به روش الک مرطوب، ماده‌آلی توسط اکسیداسیون تر تعیین شد (Walkly و Blake، ۱۹۳۴).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که کمپوست و ورمی‌کمپوست به تنهایی و همراه کود زیستی توانستند ماده‌آلی را در سطح ۵ درصد به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دهند. پیری (۱۹۸۹) گزارش کرد که حاصلخیزی خاک را با عرضه مستقیم موادآلی مانند کمپوست می‌توان افزایش داد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که تمامی تیمارهای کودآلی به تنهایی وهمراه کود زیستی توانستند پایداری خاکدانه را در سطح ۱ درصد به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش و جرم مخصوص ظاهری را کاهش دهند (جدول ۱). بین ماده-آلی خاک و خاکدانه‌ها به‌خصوص خاکدانه‌های درشت رابطه متقابلی وجود دارد. خاکدانه‌ها با حفاظت فیزیکی از ماده‌آلی، مانع در معرض قرار گرفتن آن برای تجزیه و معدنی شدن کربن می‌شوند و از طرفی ماده‌آلی از عوامل مهم در ایجاد و پایداری خاکدانه‌های درشت است (Eynard و همکاران، ۲۰۰۴).

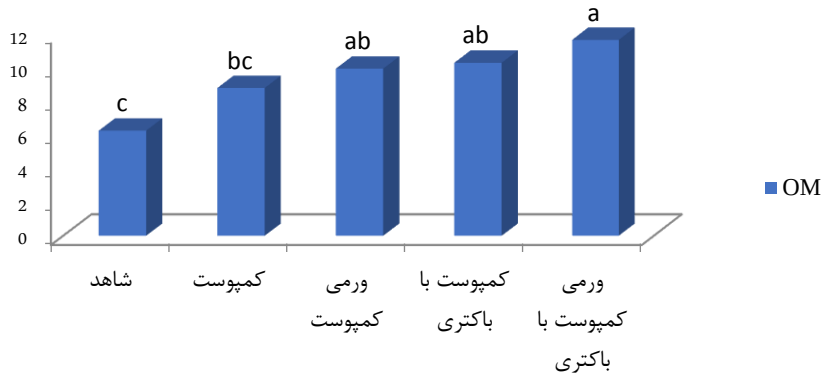
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر کمپوست و ورمی‌کمپوست به تنهایی و همراه کود زیستی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک بر اساس میانگین مربعات

منبع تغییرات	درجه‌آزادی	Db (gr/cm^3)	MWD (mm)	OM %
تیمار	۴	۰/۸۸**	۲/۵۳**	۱۲/۲۹*
بلوک	۲	۰/۰۳۹ns	۰/۰۰۳۷ ns	۱/۳۵ ns
خطا	۸	۰/۰۷	۰/۰۷	۲/۱۱
ضریب تغییرات		۱۴	۷/۰۱	۱۵/۴۷

*و** به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد و ns: نشانه عدم معنی‌داری

Db: جرم مخصوص ظاهری، MWD: پایداری خاکدانه، OM: ماده‌آلی

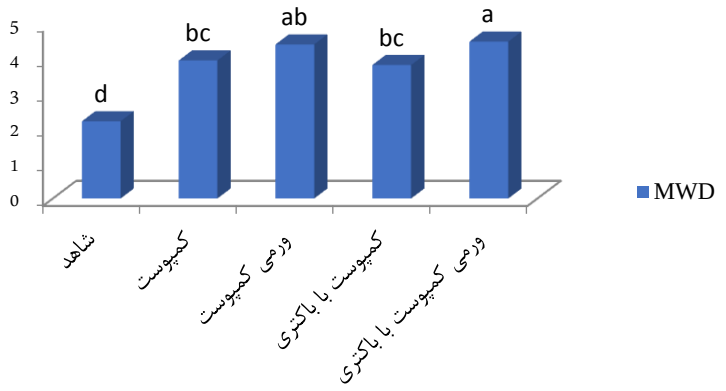
مقایسات میانگین ماده‌آلی در بین تیمارها نشان داد که تیمارهای ورمی‌کمپوست تنها و همراه با کود زیستی و کمپوست همراه کود زیستی توانستند ماده‌آلی را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد در سطح پنج درصد افزایش دهند (شکل ۱). مقایسات میانگین پایداری خاکدانه بین تیمارها نشان داد که همه اصلاح‌کننده‌ها پایداری خاکدانه را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش دادند در بین تیمارها، ورمی‌کمپوست همراه با باکتری دارای بیشترین میزان پایداری خاکدانه بود (شکل ۲). تیمارهای کودی به دلیل افزایش ماده‌آلی و پایداری خاکدانه توانستند وزن مخصوص ظاهری را در سطح پنج درصد نسبت به شاهد کاهش دهند که در بین تمامی تیمارها، ورمی‌کمپوست و ورمی‌کمپوست همراه باکتری کمترین وزن مخصوص ظاهری را نسبت به سایر تیمارها داشتند (شکل ۳).



شکل ۱- اثر تیمارهای آزمایش بر ماده آلی خاک بر حسب درصد



شکل ۲- اثر تیمارهای آزمایش بر جرم مخصوص ظاهری بر حسب (gr/cm^3)



شکل ۳. اثر تیمارهای آزمایش بر میانگین وزنی قطر خاکدانه بر حسب (mm)

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از تحقیق نشان داد که استفاده از مواد اصلاح‌کننده‌ی کمپوست و ورمی‌کمپوست به تنهایی و تیمارهای کمپوست و ورمی کمپوست همراه با باکتری آزسپیرلیوم، سبب افزایش ماده‌آلی خاک شدند. افزایش ماده آلی نیز سبب افزایش پایداری خاکدانه و کاهش جرم مخصوص ظاهری در تیمارهای کودی شد. از آنجایی که استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی سبب آلودگی محیط-زیست می‌شود بنابراین استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک برای بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک توصیه می‌شود.

منابع

خندان، آ، و استارائی آ. ۱۳۸۳. اثر کود و ماده آلی بر خصوصیات فیزیکی خاک. مجله بیابان. جلد ۱۰. شماره ۲. صفحه ۳۶۲-۳۶۸.

داوری نژاد، غ، غ، حق نیا و ا، لکزیان. ۱۳۸۳. تاثیر کودهای دامی و کمپوست غنی شده بر عملکرد گندم .مجله علوم و صنایع کشاورزی . جلد۱۸، شماره۱.

Albiach R, Canet R, Pomares F, Ingelmo F. 2001. Organic matter components aggregate stability and biological activity in a horticultural soil fertilized with different rates of two sewage sludges during ten years. Biores Technol 77: 109–114.

Blake, G.R., and Hartge, K.H. 1986. Bulk density. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 1, Physical and Mineralogical Methods, 2nd ed., Agronomy 9, 363–382.

Chen X., Cabrera M.L., Zhang L., Shi Y., and Shen S.M. 2003. Long-term decomposition of organic materials with different Carbon/Nitrogen ratios. Commun. Soil Sci. Plant Analy. 34: 44-54.

Clark, M.S., W.R. Horwath, C. Sherman, and K.M. Scow.1998. Change in soil chemical properties resulting from organic and low-input farming practices. Agronomy Journal. 90: 662-671.

Edwards, C.A., and Burrows, I. 1988. The potential of earthworm composts as plant growth. In: Edwards, C.A., Neuhauser, E. (eds.), Earthworms in Waste and Environmental Management. SPB. Academic Press, The Hague, the Netherlands. P: 21-32.

Eynard, A., Schumacher, T.E., Lindstrom, M.J., and Malo, D.D. 2004. Aggregate Sizes and Stability in Cultivated South Dakota Prairie Ustolls and Usterts. Soil Science Society of America. 68: 1360-1365.

Nael, M; Khedemi, H. and Hajabbasi, M.A. 2004. Response of soil quality indicators and their spatial variability to land degredation in central Iran. Applied Soil Ecology, 27: 221-232.

Nelson, D.W,. and L.E, Sommers,. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page, A. L,. Miller, R. H,. Keeney, D. R. (Eds.), Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, pp. 539-579.

Pieri, C. 1989. Fertilite des terres de Savane. Bilan de trente ans de recherche eet de development agricole au sud-du Sahra. CIRAD – IRAT (Eds).Paris. 444 pp.

Rantala, P. R., K. Vaajasaari, R. Juvonen, E. Schultz, A. Joutti and R. Makela-Kurtto. 1999. Composting of forest industry wastewater sludges for agriculture use. Water Science Technology. 40: 187–194.

Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil 255: 571-586.

Wu, S.C., Z.H. Caob, Z.G. Lib, K.C. Cheunga, and M.H. Wong. 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solublizers and A.M fungi on Maize growth: a greenhouse trial. Geoderma 125: 155-166.

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Effect of compost and vermicompost with and without Azospirillum on soil physical indicators

Mesri*[1], S., Kiani[2], F., Ebrahimi[3], S., Arzanesh, [4] M.H., A, MohamadAlipourMalekshah,[5] A.A

[1]P.hD. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Sharekord, Iran

[2]Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Gorgan, Iran

[3]Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Gorgan, Iran

[4] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Gorgan, Iran

[5] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Gorgan, Iran

Abstract

One of the ways to improve soil quality, including physical, chemical and biological soil using organic amendments such as compost and vermicompost and bio fertilizers. To examine the effect of vermicompost and compost with a biological fertilizer on some soil quality indicators Including bulk density, aggregate stability and soil organic carbon the experiment was studied based on Block completely randomized design. Treatments were compost and vermicompost with and without bacteria (18ton/ha) that compared with Control. The results showed that the treatments increased organic matter than control. The results showed that the treatments with bacteria increased organic matter and prosity so reduced bulk density in the level of 1 percent compared with Control. Aggregate stability increased in Vermicompost with bacteria 29.42 percent, and in Compost 21.22 percent compare with Control. using of compost and vermicompost with bacteria Azospirlium had positive effects on soil physicochemical properties Which can will to long term lead health and soil fertility for sustainable agriculture.

Keywords: Soil quality, Aggregate stability, Compost

* Corresponding author, Email: dorsa_mesry@yahoo.com

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

اشتقاق تابع انتقالی طیفی جهت برآورد ماده آلی خاک

سهیلا فهمیده[1]*، مسعود داوری[2]

[1] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

[2] استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

چکیده

ماده آلی خاک به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های شیمیایی خاک، اهمیت بسیاری در توسعه و مدیریت پایدار کشاورزی دارد. از آن‌جا که روش‌های معمول آزمایشگاهی اندازه‌گیری ماده آلی خاک، به ویژه در مقیاس‌های مکانی بزرگ، عمدتاً دشوار، پرهزینه و زمان‌بر هستند؛ از این رو، ارزیابی سریع، کم هزینه و با دقت ماده آلی خاک، می‌تواند یک اقدام بسیار ارزشمند برای مدیریت بلند مدت خاک باشد. لذا هدف از این پژوهش اشتقاق توابع انتقالی طیفی جهت برآورد مقدار کربن آلی خاک حوزه آبخیز زریبار شهرستان مریوان در استان کردستان بود. بدین منظور ۱۰۰ نمونه خاک سطحی از منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری شده و در آزمایشگاه مقدار کربن آلی و انعکاس طیفی آن‌ها اندازه‌گیری شد. بعد از ثبت طیف‌ها، روش‌های مختلف پیش‌پردازش داده‌های طیفی مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس با استفاده از روش رگرسیون خطی چندگانه گام‌به‌گام تابع انتقالی طیفی جهت برآورد کربن آلی خاک پی‌ریزی شد. نتایج بیان‌گر آن بود که بین کربن آلی خاک با مقادیر انعکاس طیفی خاک در طول موج‌های ۸۵۸ و ۱۹۱۶ نانومتر همبستگی بالا و معنی‌داری وجود دارد. افزون بر این، نتایج این پژوهش نشان داد که داده‌های طیفی خاک می‌توانند به‌عنوان روش معقول و غیرمستقیم در برآورد کربن آلی خاک مورد استفاده قرار گیرند.

کلمات کلیدی: بازتاب طیفی خاک، حوزه آبخیز دریاچه زریبار، کربن آلی خاک

۱- مقدمه

ماده آلی خاک (SOM)[2]، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های شیمیایی خاک، در تعیین رفتار خاک و مدیریت آن تأثیر بسزایی دارد. تعیین مقدار SOM در مطالعات حاصلخیزی خاک و بررسی آلودگی محیط خاک ضروری است. افزون بر این، جهت ارزیابی قابلیت جذب و نگهداری کربن در شرایط مختلف خاک و جذب CO_2 برای کاهش گرم شدن زمین نیز، به داشتن برآوردهایی دقیق از SOM نیاز هست (Nelson and Sommer, 1996). وجود ماده آلی حتی به مقدار کم بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک تأثیر زیادی دارد (Cambardella و همکاران ۲۰۰۱). ماده آلی خاک می‌تواند با تشکیل خاکدانه‌های پایدار و بهبود شرایط ساختاری خاک از هدررفت خاک جلوگیری کند. ماده آلی به‌دلیل ظرفیت تبادل کاتیونی بالا، عناصر غذایی را در خاک ذخیره کرده و باعث افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه می شود (Ding و همکاران ۲۰۰۲). ماده آلی منبع غذا و انرژی برای میکروارگانیسم‌های خاک است. ماده آلی خاک همچنین بر نیتروژن قابل دسترس گیاهان و جذب آفت کش‌ها نیز تأثیر قابل توجهی دارد. برخی از محققین SOM را به عنوان تنها شاخص مهم ارزیابی کیفیت خاک مطرح کرده (Viscarra Rossel و همکاران ۲۰۰۶) و در بسیاری از موارد کاهش مقدار آن را به عنوان معیاری دقیق جهت ارزیابی شروع تخریب اراضی مطرح می‌کنند (بابائیان و جلالی، ۱۳۹۵). اطلاع از مقدار SOM به‌ویژه در مقیاس‌های مکانی بزرگ نیاز به نمونه برداری‌های فراوان خاک و اندازه‌گیری‌های متعدد آزمایشگاهی داشته که خود دشوار، زمان‌بر و پرهزینه می‌باشد. در دو دهه‌ی اخیر استفاده از بازتاب طیفی در برآورد ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک توجهات زیادی را به خود جلب کرده است. این رشد چشمگیر استفاده از داده‌های طیفی به دلیل بار اطلاعاتی زیادی است که این داده‌ها با خود به همراه دارند. استفاده از داده‌های طیفی به ویژه در دامنه طیف‌های مرئی (Vis) و مادون‌قرمز نزدیک (NIR) (طول موج های بین ۳۵۰ تا ۲۵۰۰) به عنوان روش جایگزین اندازه‌گیری آزمایشگاهی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ارائه شده است (Janik و همکاران ۲۰۰۹). پژوهش‌ها نشان داده که با بهره‌گیری از گستره مرئی و مادون‌قرمز نزدیک (VIS-NIR، طول موج ۴۰۰ تا ۳۰۰۰ نانومتر) و مادون قرمز میانی (MIR، طول موج ۳۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ نانومتر) می‌توان مقدار SOM را برآورد کرد (Clark و همکاران ۱۹۹۰). همچنین در برخی دیگر از مطالعات، گستره ۴۰۰ تا۲۵۰۰ نانومتر برای ارزیابی مقدار SOM پیشنهاد شده است (Ben-Dor, 2002;

[1] soheyla.fahmideh@gmail.com

[2] Soil Organic Matter

Viscarra Rossel, 2008). در پژوهش‌های مختلف، گستره گوناگونی از دقت برای برآورد مقدار SOM ارائه شده است. به عنوان مثال، Nocita و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی کربن آلی خاک را در سطوح مختلف رطوبتی، با استفاده از بازتاب طیفی در محدوده Vis-NIR پیش‌بینی کردند. این محققین بیان کردند که داده‌های طیفی خاک با رطوبت جرمی دارای همبستگی بسیار قوی و با کربن آلی خاک، به‌ویژه در مقادیر رطوبتی کمتر، دارای همبستگی متوسطی می‌باشند. خیامیم و همکاران (۲۰۱۵) نیز در پژوهشی با بهره‌گیری از روش رگرسیون حداقل مربعات جزئی (PLSR)[1]، کارایی طیف‌سنجی مرئی–مادون‌قرمز نزدیک را در برآورد مقدار ماده آلی، کربنات‌ها و درصد گچ خاک‌های سطحی استان اصفهان ارزیابی کردند. این محققین نشان دادند که مقدار R^2 مدل پیشنهادی برای برآورد ماده آلی خاک معادل ۰/۶۱ بوده و با توجه به مقادیر RPD[2] آن، پیش‌بینی‌های این مدل برای ماده آلی خاک قابل قبول است.

با توجه به اینکه مطالعاتی اندک راجع به استفاده از داده‌های طیفی مرئی - مادون قرمز نزدیک در برآورد ویژگی‌های خاک‌های ایران انجام شده است؛ در این پژوهش تلاش می‌شود توابعی انتقالی طیفی جهت برآورد مقدار کربن آلی خاک‌های سطحی حوزه آبخیز زریبار شهرستان مریوان در استان کردستان پیشنهاد شود.

۲- مواد و روش

۲-۱- نمونه برداری خاک و اندازه‌گیری کربن آلی خاک

منطقه موردمطالعه بخشی از اراضی واقع در حوزه آبخیز دریاچه زریبار شهرستان مریوان در استان کردستان می‌باشد. میانگین ارتفاع این حوزه از سطح دریا ۱۲۸۵/۵ متر و مساحت آن حدود ۱۰۷۱۸ هکتار بوده که به‌طور عمده تحت پوشش اراضی باتلاقی، زراعت آبی، زراعت دیم، باغات پراکنده، مرتع، جنگل و مناطق مسکونی است. میانگین بارندگی و دمای سالیانه آن به‌ترتیب معادل ۱۰۲۲/۸ میلی‌متر و ۱۲/۱۲ درجه سلسیوس می‌باشد. رژیم رطوبتی و حرارتی منطقه به‌ترتیب زریک و مزیک بوده و دو کلاس بافتی لوم و لوم سیلتی بافت-های غالب خاک‌های منطقه را تشکیل می‌دهند. در این پژوهش تعداد ۱۰۰ نمونه خاک از این منطقه به‌صورت دست‌خورده از عمق ۵-۰ سانتی‌متری به روش تصادفی برداشت شد. نمونه‌ها پس از هوا-خشک‌شدن برای حذف سنگ، ریشه و بقایای گیاهی از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. پس از آماده‌سازی نمونه‌های خاک، درصد کربن آلی آن‌ها به روش والکلی بلاک اندازه‌گیری شد (Nelson and Sommers, 1996).

به‌منظور اندازه‌گیری بازتاب طیفی نمونه‌های خاک نیز، از دستگاه اسپکتروراديومتر (FieldSpec®3, ASD. FR, USA) استفاده شد. بدین منظور نمونه‌های هوا - خشک خاک عبوری از الک ۲ میلی‌متری به پتری دیش‌هایی به قطر ۱۰ سانتی‌متر ریخته شدند. سپس منحنی طیفی آن‌ها در دامنه‌های مرئی و مادون‌قرمز نزدیک (۲۵۰۰-۳۵۰ نانومتر) در تاریک‌خانه در چند تکرار برای هر نمونه خاک اندازه‌گیری شدند. همچنین، به منظور ثبت اندازه گیری‌ها به صورت بازتابش و حذف آشفتگی‌های طیفی، به ازای قرائت از هر سه نمونه خاک یک قرائت نیز از صفحه سفید استاندارد (بازتاب ۱۰۰ درصد) در شرایطی کاملاً یکسان با شرایط اندازه گیری نمونه های خاک انجام شد. افزون بر این، به‌منظور ارتقای کیفیت طیف‌ها و استفاده کارآمد از داده‌های طیفی، با استفاده از نرم‌افزار Unscrambler X 10.3 روی داده‌های طیفی انواع الگوریتم‌های پیش‌پردازش انجام شد. بر اساس نتایج روش اعتبارسنجی متقابل و ارزیابی دقت نتایج حاصل، منحنی‌های جذب و فیلتر ساویتزکی و گلای به‌صورت تابع چندجمله‌ای درجه اول، به‌عنوان مناسب‌ترین روش پیش‌پردازش داده‌های طیفی شناسایی شدند (Viscarra Rossel و همکاران ۲۰۰۶).

نرمال بودن کربن آلی با استفاده از آزمون کولموگروف –اسمرینوف و با بهره‌گیری از نرم افزار Minitab 17 ارزیابی شد. سپس با استفاده از ضرایب همبستگی پیرسون، میزان ارتباط بین مقادیر بازتاب طیفی در هر طول موج با مقدار کربن آلی خاک مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور اشتقاق توابع انتقالی طیفی، مجموعه داده‌های موردمطالعه به‌صورت تصادفی به دو گروه داده‌های واسنجی (n=۷۵) و اعتبارسنجی (n=۲۵) تقسیم شدند. جهت ارزیابی دقت توابع انتقالی طیفی پیشنهادی در هر یک از مراحل تخمین نیز، از آماره‌های مختلفی همچون ضریب تبیین (R^2)، ریشه میانگین مربعات خطای نرمال‌شده (NRMSE) و درصد انحراف نسبی (RPD) استفاده شد (Willmott, 1981). شاخص درصد انحراف نسبی که اغلب در مطالعات طیف‌سنجی استفاده می‌شود، به سه گستره ۱/۴>، ۲-۱/۴ و ۲< که به ترتیب معرف تخمین ضعیف، قابل قبول و قوی می‌باشند، طبقه بندی می‌شود (Viscarra Rossel, 2008). بیان ریاضی آماره‌های ذکر شده، در زیر آورده شده است:

[1] Partial least square regression
[2] Relative percent deviation

$$R^2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} (\hat{y}_i - \bar{\hat{y}})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} (\hat{y}_i - \bar{\hat{y}})^2 \sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2}} \right]^2 \quad (۱)$$

$$NRMSE = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} (\hat{y}_i - y_i)^2}}{\overline{X_{OBS}}} \times 100 \quad (۲)$$

$$RPD = \frac{SD}{RMSE} \quad (۳)$$

در این روابط، y_i و $\hat{y}_i$ به ترتیب مقادیر مشاهده‌ای و تخمینی، $\bar{y}$ و $\bar{\hat{y}}$ به ترتیب میانگین مقادیر مشاهده‌ای و تخمینی، N تعداد داده‌ها و SD نیز انحراف از معیار داده‌ها می‌باشند.

۳- نتایج و بحث

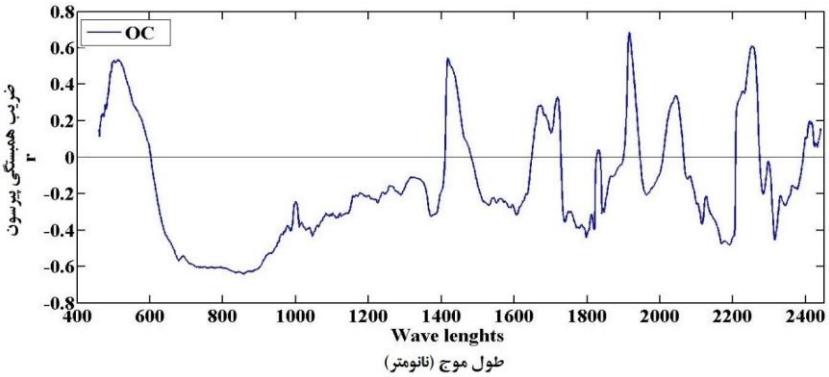
۳-۱- توصیف آماری کربن آلی خاک (SOC) و ارزیابی همبستگی بین کربن آلی و داده‌های طیفی خاک

توصیف آماری SOC در داده‌های موردمطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به جدول ۱، درصد کربن آلی خاک‌های مورد مطالعه محدوده‌ای وسیع را در برگرفته، به‌گونه‌ای که کمینه و بیشینه مقدار آن به ترتیب برابر با ۰/۴ و ۹/۱ و مقدار میانگین آن نیز برابر ۲/۷۵ درصد است. واضح است هرچه گستره ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خاک‌های مورد مطالعه وسیع‌تر باشد، توابع اشتقاق یافته از اعتبار بیشتری برای استفاده در دیگر انواع خاک‌ها برخوردار می‌باشند. شایان ذکر است که مقدار کربن آلی بیش از ۲ درصد در خاک، می‌تواند تأثیر دیگر ویژگی‌های خاک بر انعکاس طیفی را تحت پوشش قرار دهد (Baumgardner and Stoner, 1981). نتایج حاصل از پژوهش‌های گذشته بیان‌گر آن است که افزایش مقدار ماده آلی در خاک مقدار بازتاب طیفی را کاهش می‌دهد. پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند هر یک از اجزای ماده آلی خاک نیز می‌تواند اثرات بازتابی متفاوتی در هر یک از طول موج‌ها داشته باشد (Six and Paustian, 2014).

جدول ۱- توصیف آماری کربن آلی خاک برای دو مجموعه داده‌ها واسنجی و اعتبارسنجی

	حداقل	میانگین	حداکثر	انحراف معیار
کربن آلی خاک	۰/۴	۲/۷۵	۹/۱۰	۱/۶۵

در شکل ۲، ضریب همبستگی پیرسون (r) بین SOC با مقادیر بازتاب طیفی در هر طول موج از گستره ۲۴۵۰-۴۰۰ نانومتر، ارائه شده است. همان‌گونه که این شکل نشان می‌دهد SOC به ازای طول موج‌های مختلف دارای همبستگی‌های مثبت و منفی زیادی است. بیشینه ضریب همبستگی منفی و مثبت معنی‌دار کربن آلی خاک به‌ترتیب در طول موج‌های ۸۵۸ ($r=-۰/۶۴۰^{**}$) و ۱۹۱۶ ($r= ۰/۶۹۰^{**}$) نانومتر مشاهده گردید. شایان ذکر است که طول موج ۱۹۱۶ نانومتر، که دارای بیشینه همبستگی کربن آلی با داده‌های طیفی است، از طول موج‌های نزدیک به مشخصه جذبی آب در خاک (۱۹۱۳ نانومتر) است. در پژوهش‌های مختلف، به وجود رابطه منفی SOC با بازتاب طیفی خاک در ناحیه‌ی مرئی (Vis) و مادون قرمز نزدیک (NIR) و استفاده از داده‌های طیفی در برآورد SOC اشاره شده است (Stenberg، ۲۰۱۰). ارتعاشات پایه مولکول‌های آلی در محدوده مادون قرمز میانی (mid-IR) و جذب‌های فرعی و ترکیبی آن‌ها در محدوده مادون قرمز (NIR) نزدیک رخ می‌دهد. جذب‌های فرعی و ترکیبی Vis-NIR به‌دلیل کشش و خمش گروه‌های عاملی NH، CH و CO موجود در مواد آلی است (Ben-Dor, 2002). Ben-Dor and Banin (1995)، Martin و همکاران (۲۰۰۲) و Stenberg (۲۰۱۰) بیان کردند که طول موج‌های ۱۱۰۰، ۱۶۰۰، ۱۷۰۰ تا ۱۸۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۲۰۰ تا ۲۴۰۰ نانومتر طول موج‌هایی هستند که بسیاری از ویژگی‌های مبنایی خاک از جمله کربن آلی و نیتروژن کل به آن‌ها حساس می‌باشند. در ایران کریمی و همکاران (۱۳۹۶)، بیشترین ضریب همبستگی کربن آلی را در طول موج ۷۱۲ نانومتر ($r=۰/۴۱^{**}$) مشاهده کردند. بابائیان و همکاران (۱۳۹۲) نیز گزارش کردند بین کربن آلی و طول موج ۱۸۷۷ نانومتر همبستگی زیادی ($r =۰/۵۱^{**}$) وجود دارد.



شکل ۲- ضریب همبستگی پیرسون بین کربن آلی خاک با مقادیر بازتاب طیفی خاک در طول موج‌های مختلف

۳-۲- استخراج توابع انتقالی طیفی خاک و ارزیابی آن

تابع رگرسیونی طیفی اشتقاق یافته به‌منظور برآورد SOC در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود مقدار SOC برآورد شده توسط داده‌های جذبی، که با روش مشتق اول + فیلتر ساویتزکی–گلای (1^{st} SG) پیش‌پردازش شده است، دارای دقت بالایی (ضرایب تبیین برابر ۰/۶۱) می‌باشد. شایان ذکر است که NRMSE زیر ۱۰ درصد نشان‌دهنده دقیق بودن مدل، ۲۰ - ۱۰ درصد مناسب‌بودن مدل، ۳۰ - ۲۰ دقت متوسط و بیش از ۳۰ درصد نشان‌دهنده ضعیف‌بودن مدل است (Willmott, 1981). این بدین معنی است که با توجه به این آماره تابع رگرسیونی طیفی پیشنهادشده در جدول ۲ از دقت برآورد پایینی (۴۰/۹۱٪ =NRMSE) برخوردار می‌باشد. از طرفی با توجه به آماره RPD، ماده آلی از تخمین قابل قبولی برخوردار می‌باشد (RPD>۱/۴).

جدول ۲- تابع انتقالی طیفی استخراج‌شده برای برآورد کربن آلی خاک با بهره‌گیری از روش پیش‌پردازش مشتق اول + فیلتر ساویتزکی–گلای

STF	R^2	NRMSE	RPD
$SOC = ۰/۰۳۱+۱۷۰۳/۱۴A_{۱۹۳۲}-۹۵۳/۳۳A_{۶۶۷}-۱۲۱۴/۶۷A_{۲۲۹۲}$	۰/۶۱	۴۰/۹۱	۱/۶۱

STF تابع انتقالی طیفی، SOC کربن آلی خاک (٪) و Aw نیز درصد جذب به ازای طول موج W (نانومتر) است.

R^2، NRMSE و RPD به‌ترتیب ضریب تبیین، ریشه میانگین مربعات خطای نرمال شده و درصد انحراف نسبی هستند.

در جدول ۳ نیز مقادیر R^2، NRMSE و RPD اعتبارسنجی تابع رگرسیونی طیفی پیشنهادی برای برآورد کربن آلی خاک‌های منطقه مورد مطالعه ارائه شده است. با توجه به نتایج حاصل از آماره NRMSE ارائه شده در این جدول، تابع پیشنهادی در برآورد کربن آلی خاک دارای دقت کمی (NRMSE> ۳۰٪) می‌باشد. این در حالی است که با توجه به آماره R^2 این تابع در برآورد SOC از دقت پیش‌بینی متوسطی برخوردار است. راجع به تفسیر آماره RPD بین محققین مختلف، نظرات متفاوتی وجود دارد. لیکن آن‌چه که به‌طور کلی قابل قبول بوده این است که زمانی که مقدار RPD کمتر از ۱/۴ باشد پیش‌بینی مدل ضعیف و اگر بین ۱/۴ تا ۲ باشد پیش‌بینی قابل‌قبول و اگر بیش از ۲ باشد پیش‌بینی دقیق است. لذا با توجه به آماره RPD محاسبه شده برای کربن آلی (معادل ۱/۲۶)، تخمین ارائه شده برای کربن آلی خاک با بهره‌گیری از داده‌های طیفی در مرحله ارزیابی ضعیف می‌باشد. Ben-Dor and Banin (1995) با مطالعه ۹۰ نمونه خاک در مناطق خشک و نیمه خشک اسرائیل ضریب تبیین ۰/۵۵ را گزارش کردند. یافته‌های Aïchi و همکاران (۲۰۰۹) (با R^2=۰/۹۱ و RMSE=۰/۳۶٪)، Chang and Laird (2002) (با R^2=۰/۸۹ و RMSE=۰/۶۲٪)، Kühnel and Bogner (2017) (با R^2= ۰/۴۰-۰/۸۶ و RMSE= ۱/۹۰-۱۶/۶۳٪)، Nawar and Mouazen (2019) (با R^2> ۰/۷۴ و RMSE<۰/۱۸٪)، Shangshi و همکاران (۲۰۱۹) (با R^2=۰/۹۶) و Shepherd and Walsh (2002) (با R^2=۰/۸۰ و RMSE=۰/۳۱٪) نیز بیان‌گر دقت خوب برآورد کربن آلی خاک با استفاده از داده‌های طیفی است. در ایران نیز بابائیان و جلالی (۱۳۹۵) و خیامیم و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از داده-های طیفی، SOC را با دقت قابل‌قبولی برآورد کرده‌اند.

جدول ۳- اعتبارسنجی توابع انتقالی طیفی پیشنهادی برای برآورد کربن آلی خاک با استفاده از سری داده‌های آزمون (N=۲۵)

پارامتر	R^2	NRMSE (%)	RPD
SOC	۰/۴۲	۴۱/۱۸	۱/۲۶

R^2، NRMSE و RPD به‌ترتیب ضریب تبیین، ریشه میانگین مربعات خطای نرمال شده و درصد انحراف نسبی هستند.

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش تلاش شد توابع انتقالی طیفی جهت برآورد کربن آلی خاک پیشنهاد شود. بدین‌منظور پس از ثبت داده‌های طیفی و میانگین‌گیری از آن‌ها و تبدیل بازتاب طیفی به جذب، روش‌های مختلف پیش‌پردازش بر روی این داده‌ها اعمال شد. سپس با استفاده از این داده‌های طیفی و بهره‌گیری از روش رگرسیون خطی چندگانه گام‌به‌گام (SMLR) تابع انتقالی طیفی برای برآورد مقدار SOC پیشنهاد شد. نتایج نشان داد بهترین روش پیش پردازش داده‌های طیفی، روش مشتق اول + فیلتر ساویتزکی-گلای می‌باشد. بین کربن آلی خاک با مقادیر انعکاس طیفی خاک نیز در طول موج‌های ۸۵۸ و ۱۹۱۶ نانومتر همبستگی بالا و معنی‌داری وجود داشت. در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد، به‌رغم دقت کم تابع انتقالی طیفی اشتقاق یافته با استفاده از SMLR، لیکن این رویکرد می‌تواند به‌عنوان یک روش سریع، غیرمخرب و با حداقل آسیب به زیست‌بوم در برآورد کربن آلی خاک مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

بابائیان، ا.، همایی، م. و نوروزی، ع. ا. ۱۳۹۲. ارزیابی توابع انتقالی طیفی و توابع انتقالی خاک در پیش‌بینی نگه‌داشت آب در خاک. حفاظت منابع آب و خاک، ۳ (۲)، ۴۳-۲۵.

بابائیان، ا و جلالی، و. ر. ۱۳۹۵. برآورد مقدار کربن آلی خاک با استفاده از داده‌های ابرطیفی در گستره VIS-NIR-SWIR. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار ، ۶ (۲)، ۸۲-۶۵.

خیامیم، ف.، خادمی، ح.، استنبرگ، ب. و ویترلیند، ی. ۱۳۹۴. قابلیت روش طیف‌سنجی مرئی – مادون قرمز نزدیک در پیش‌بینی چند ویژگی شیمیایی خاک‌های استان اصفهان. مجله علوم آب و خاک، ۱۹ (۷۲)، ۹۱-۸۱.

کریمی، ص. ا.، داوری، م.، بهرامی، ح.، بابائیان، ا. و حسینی، س. م. ط. ۱۳۹۶. برآورد برخی ویژگی های مبنایی خاک توسط طیف سنجی مرئی - مادون قرمز نزدیک در استان کردستان. تحقیقات آب و خاک ایران ، ۴۸ (۳)، ۵۷۳-۵۸۵.

Aichi, H., Fouad, Y., Walter, C., Viscarra Rossel, R. A., Chabaane, Z. L. and Sanaa, M. 2009. Regional predictions of soil organic carbon content from spectral reflectance measurements. Biosystems engineering. 104: 3. 442-446.

Baumgardner, M. F. and Stoner, E. R. 1981. Soil mineralogical studies by remote sensing. Purdue University.

Ben-Dor E. 2002. Quantitative remote sensing of soil properties. Advances in Agronomy. Academic Press, Pp: 173-243.

Ben-Dor, E. and Banin, A. 1995. Near-infrared analysis as a rapid method to simultaneously evaluate several soil properties. Soil Science Society of America Journal 59, 2.364-372.

Cambardella C. A., Gajda A. M., Doran J. W., Wienhold B. J. and Kettler T. A. 2001. Estimation of particulate and total organic matter by weight loss on-ignition. Pp. 349-359, In: Lal, R. et al. (Eds.), Assessment Methods for Soil Carbon. Adv. Soil Sci., CRC Press, Boca Raton, FL.

Chang, C. W. and Laird, D. A. 2002. Near-infrared reflectance spectroscopic analysis of soil C and N. Soil science. 167, 2.110-116.

Clark R.N., King T.V.V., Klejwa M., Swayze G.A. and Vergo N. 1990. High spectral resolution reflectance spectroscopy of minerals. J. Geophysic. Res. 95, 12653-12680.

Ding G., Novak J. M., Amarasiriwardena D., Hunt P. G. and Xing B. 2002. Soil organic matter characteristics as affected by tillage management. Soil Sci. Soc. Am. J. 66, 421-429.

Janik L.J., Forrester ST. and Rawson A. 2009. The prediction of soil chemical and physical properties from mid-infrared spectroscopy and combined partial least-squares regression and neural networks (PLS-NN) analysis. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems 97, 179-188.

Kühnel, A. and Bogner, C. 2017. In-situ prediction of soil organic carbon by vis–NIR spectroscopy: an efficient use of limited field data. European Journal of Soil Science, 68(5), 689-702.

Martin, P., Malley, D., Manning, G. and Fuller, L. 2002. Determination of soil organic carbon and nitrogen at the field level using near-infrared spectroscopy. Canadian Journal of Soil Science, 82(4), 413–422.

Nawar, S. and Mouazen, A.M. 2019. On-line vis-NIR spectroscopy prediction of soil organic carbon using machine learning, Soil and Tillage Research, 190, 120-127.

Nelson, D.W. and Sommers, L.E. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. P: 961–1010, In: DL Sparks, AL Page, PA Helmke and RH Loeppert (eds), Methods of soil analysis part 3. Chemical methods, SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI, USA.

Nocita, M., Stevens, A., De Brogniez, D., Bampa, F., Toth, G., Panagos, P. and Montanarella, L. 2012. Prediction of SOC content at European scale by coupling Vis-NIR spectroscopy and a modified local PLSR algorithm. In: EGU General Assembly Conference Abstracts, 4247 p.

Shangshi, L. Haihua, Sh. Songchao, C. Xia, Z. Asim, B. Xiaolin, J. Zhou, Sh. and Jingyun, F. 2019. Estimating forest soil organic carbon content using vis-NIR spectroscopy: Implications for large-scale soil carbon spectroscopic assessment. Geoderma, 348, 37-44.

Shepherd, K.D. and Walsh, M.G. 2002. Development of reflectance spectral libraries for characterization of soil properties. Soil science society of America journal. 66(3), 988–998.

Six, J. and Paustian, K. 2014. Aggregate-associated soil organic matter as an ecosystem property and a measurement tool. Soil biology and biochemistry. 68, A4-A9.

Stenberg, B. 2010. Effects of soil sample pretreatments and standardised rewetting as interacted with sand classes on Vis-NIR predictions of clay and soil organic carbon. Geoderma. 158(1-2), 15-22.

Viscarra Rossel R.A. 2008. ParLeS software for chemometric analysis of spectroscopic data. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. 90, 72-83.

Viscarra Rossel R., McGlynn R. and McBratney A. 2006. Determining the composition of mineral-organic mixes using UV–vis–NIR diffuse reflectance spectroscopy. Geoderma, 137, 70–82.

Willmott C.J. 1981. On the validation of models. Physical Geography, 2, 184–194.

Deriving spectrotrnsfer function for predicting soil organic matter

Soheyla Fahmideh[1*], Masoud Davari[2]

1. M. Sc. Graduate, Department of Soil Science and Engineering, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
2. Assistant Prof., Department of Soil Science and Engineering, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

Abstract

Soil organic matter (SOM), as one of the main soil chemical properties, has a great importance for development and sustainable management of agriculture. The conventional laboratory methods of measuring SOM, especially in the large spatial scales, are difficult, costly, and time-consuming. Hence, rapid, low-cost, and accurate assessment of SOM can be a valuable measure for long-term soil management. Therefore, the objective of this study was to derive some specto-transfer functions (STFs) to estimate SOC in Zrebar lake watershed of Marivan, Kurdistan province, Iran. For this purpose, 100 surface soil samples were collected from the study area. The spectral reflectance and SOC content of the soil samples were measured in the laboratory. After recording of the spectra, different pre-processing techniques were evaluated. Then, specto-transfer function was derived to estimate SOC content using stepwise multiple linear regression (SMLR). The results indicated that there are high and significant correlations between SOC content and spectral reflectance at wavelengths of 858 and 1916 nm. Moreover, the results of this study showed that the soil spectral data can be used as a reasonable and indirect method for estimating SOC.

Keyword: Soil organic carbon, Soil spectral reflectance, Zrebar lake watershed

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

واسنجی و اعتبارسنجی مدل AquaCrop در خاکی با آب زیرزمینی کم‌عمق و شور در جنوب خوزستان

محی‌الدین گوشه[۱*]، بهرام اندرزیان[۲]

[۱] عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

[۲] عضو هیات علمی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

چکیده

به منظور افزایش دقت در ارزیابی مشاهدات مزرعه‌ای، لازم است یک مدل ابتدا واسنجی و سپس اعتبارسنجی گردد. واسنجی برای کالیبره کردن مدل در شرایط محل تحقیق است و اعتبارسنجی صحت داده‌های شبیه‌سازی شده با مقادیر اندازه‌گیری شده (مشاهده شده) را می‌سنجد. زمانی خروجی‌های مدل قابل اعتماد خواهند بود که بین این دو گروه داده، همبستگی قابل قبولی بر اساس شاخص‌های آماری تعریف شده و استاندارد وجود داشته باشد. مدل AquaCrop مدلی است که توانایی شبیه‌سازی روابط بین آب و خاک و گیاه را در شرایط نرمال و شور دارد. لیکن در جهان تحقیقات کمی برای واسنجی و اعتبارسنجی این مدل در شرایط توام شوری و زهکشی ضعیف (سطح ایستابی کم‌عمق) انجام شده است. در ایران نیز تاکنون در این خصوص گزارشی ارائه نشده است. برای این منظور تحقیق حاضر با هدف واسنجی و اعتبارسنجی مدل AquaCrop در شرایط وجود سطح ایستابی کم‌عمق و شور در اراضی تحت کشت گندم خوزستان اجرا گردید. برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز مدل، آزمایش مزرعه‌ای در فصل کشت گندم در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. نتایج ارزیابی حاکی از توانایی خوب مدل در پیش‌بینی سطح سبز گیاه، بیوماس و تغییرات رطوبت خاک در شرایط شوری و آب زیرزمینی کم‌عمق بود.

کلمات کلیدی: سطح ایستابی، شوری خاک، مدل شبیه‌سازی، مناطق خشک

مقدمه

مدل AquaCrop برای واسنجی به دو گروه پارامتر گیاهی نیاز دارد، ثابت و غیر ثابت (متغیر). پارامترهای ثابت آن‌هایی هستند که تحت تاثیر شرایط مختلف تغییر نکرده و برای یک گیاه مشخص همواره ثابت هستند. این گروه داده پیش‌فرض مدل بوده و قابل تغییر نیستند (Raes و همکاران، ۲۰۰۹). اما گروه دوم پارامترهایی می‌باشند که بسته به شرایط محیطی و اقلیمی حتی برای یک گیاه مشخص، تغییر کرده و لازم است از طریق انجام آزمایشات مزرعه‌ای بدست آیند. برخی از این پارامترها وابسته به رقم-گونه[۱] و برخی وابسته به شرایط محل و مدیریت مزرعه می‌باشند (Andarzian و همکاران، ۲۰۱۱). این مدل در نسخه ۴ خود (Raes و همکاران، ۲۰۱۲) قابلیت شبیه‌سازی تغییرات رشد و عملکرد گیاه در شرایط شوری را به قابلیت‌های خود اضافه نمود و در آخرین نسخه خود (نسخه ۵) آن را تکمیل کرد (Raes و همکاران، ۲۰۱۵). جدید بودن این قابلیت باعث شده تا تعداد تحقیقاتی که شبیه‌سازی در شرایط شور را برای محصولات مختلف انجام داده‌اند به گستردگی شرایط غیر شور نباشد. مدل در مورد پاسخ عملکرد به شرایط شور برای محصولات برنج (Mondal و همکاران، ۲۰۱۵)، ذرت (Hasanli و همکاران، ۲۰۱۶) و گندم (Kumar و همکاران، ۲۰۱۴) توانایی خوبی داشته است. یکی از مزایای این مدل نسبت به سایر مدل‌های شبیه‌سازی قابلیت ارزیابی توام تنش‌های شوری و آبی با استفاده از داده‌های سهل‌الوصول اقلیمی و خاک است. این مزیت باعث شده تا کاربرد این مدل برای شرایط تنش‌های مختلف همچنان متداول و مفید باشد. البته گزارشی وجود دارد که نشان می‌دهد دقت مدل برای شبیه‌سازی توام تنش‌های شوری و آبی به اندازه هر کدام به تنهایی نبوده است (Mohammadi و همکاران، ۲۰۱۶). کاربرد مدل در شرایط شور برای کشت برنج با اغلب پارامترهای پیش‌فرض آن، نتایج قابل قبولی داشته است. به طوری‌که مقادیر خطای میانگین مربعات ریشه و خطای میانگین مطلق[۲] مدل به ترتیب ۰/۱۲ و ۰/۰۳ تن در هکتار بدست آمد (Mondal و همکاران، ۲۰۱۵). تنش

* ایمیل نویسنده مسئول: amgoosheh@gmail.com

[1] cultivar-specific

[2] Root mean square error and mean absolute error

شوری به طور غیر مستقیم بر تبخیر و تعرق، بهره‌وری آب نرمال شده (WP*)، و تولید بیوماس تاثیر دارند. همچنین تنش شوری از طریق تحریک بسته‌شدن روزنه‌ای، مستقیما بر تبخیر و تعرق تاثیر دارد (Raes و همکاران، ۲۰۱۲).

مواد و روش‌ها

برای حصول هدف تحقیق، منطقه الهایی از مزارع طرح ۵۵۰ هزار هکتاری جهادنصر خوزستان با مختصات ′۳۸ °۳۱ شمالی و ′۳۷ °۴۸ شرقی انتخاب گردید. برای جمع‌آوری داده‌های زراعی، خاک، آب زیرزمینی و آب آبیاری (ورودی‌های مدل) از یک آزمایش مزرعه‌ای در طی فصل کشت گندم در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ استفاده شد. برای این منظور دو مزرعه با مدیریت و خاک متفاوت انتخاب گردید. لیکن برای واسنجی و اعتبارسنجی مدل در دو شرایط نرمال (غیر شور) و شور نیاز به داده‌های بیشتر بود. لذا از چهار آزمایش مزرعه‌ای دیگر در مناطق ویس (′۳۰ °۳۱ شمالی و ′۵۴ °۴۸ شرقی) و بوزی (′۴۲ °۳۰ شمالی و ′۴۴ °۴۸ شرقی) با شرایط مشابه از نظر وجود سطح ایستابی کم‌عمق و شور، استفاده گردید. در مجموع، اطلاعات جمع‌آوری شده دو مزرعه برای واسنجی و چهار مزرعه در اعتبارسنجی مدل مورد استفاده قرار گرفتند. در تمام مزارع، کشت انتخابی گندم[3] از رقم چمران بود. تاریخ کاشت در مناطق الهایی، ویس و بوزی به ترتیب ۱۴، ۲۵ و ۲۸ آبان ۱۳۹۳ بود. در طول فصل رشد (حدود ۱۴۵روز از کاشت تا برداشت) مراحل فنولوژیکی گیاه ثبت گردید.

برای تعیین تغییرات سایه‌انداز سبز از روش تصویربرداری دیجیتال رنگی قائم استفاده شد. سپس تصاویر توسط یک نرم‌افزار که توسط سازمان کشاورزی و غذای کانادا[4] تهیه گردیده است[5]، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت تا روند تغییرات سطح سایه‌انداز گیاه در فصل رشد به‌دست آید. در AquaCrop این پارامتر جایگزین شاخص سطح برگ گردیده است. نمونه‌برداری از لایه‌های ۳۰ سانتی‌متری تا عمق ۱۲۰ سانتیمتر خاک از نظر تغییرات رطوبت و شوری نیمرخ خاک، در قبل از کاشت، قبل از برداشت و قبل و بعد از هر بار آبیاری انجام شد. همچنین تغییرات سطح ایستابی و کیفیت آب زیرزمینی در کل دوره رشد گیاه یادداشت گردید. در هر آبیاری نیز نمونه آب تهیه شد. داده‌های هواشناسی ۱۲ ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۲) از ایستگاه هواشناسی فرودگاه اهواز برای مناطق الهایی و ویس، و از ایستگاه هواشناسی شادگان برای منطقه بوزی تهیه گردید. فاصله مستقیم این ایستگاه‌ها تا مناطق الهایی، ویس و بوزی به ترتیب ۲۱، ۱۲، و ۱۷ کیلومتر است. این اطلاعات شامل داده‌های روزانه درجه حرارت حداکثر و حداقل هوا، حداکثر و حداقل رطوبت نسبی، سرعت باد، ساعات آفتابی و بارندگی بودند. برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل (ET_0) از نرم افزار تهیه شده توسط فائو[6] استفاده گردید (Raes ، ۲۰۱۲).

به منظور افزایش دقت در ارزیابی مشاهدات مزرعه‌ای، واسنجی و اعتبارسنجی مدل در هر دو شرایط نرمال و شور انجام گردید. در شرایط نرمال، برای واسنجی از داده‌های مزرعه ۱ در منطقه الهایی و برای صحت سنجی آن از اطلاعات جمع‌آوری شده در مزارع ۳ و ۴ (ویس) استفاده گردید. در شرایط شور، برای واسنجی داده‌های مزرعه ۵ (بوزی) و صحت سنجی آن داده‌های مزرعه ۲ (الهایی) و مزرعه ۶ (بوزی) مورد استفاده قرار گرفتند. در نهایت برای هر دو واسنجی و اعتبارسنجی مدل، مقادیر اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده پوشش سایه‌انداز گیاه، بیوماس اندام‌های هوایی و مقدار آب خاک مقایسه و تحلیل آماری گردیدند. برای ارزیابی آماری نیز از شاخص‌های ضریب همبستگی پیرسون (r)، خطای میانگین مربعات ریشه (RMSE)، خطای میانگین مربعات ریشه نرمال شده (NRMSE)، ضریب راندمان مدل[7] (EF) و شاخص سازش ویلموت (d)، استفاده گردید (Raes و همکاران، ۲۰۱۵). در جدول ۱ مقادیر پارامترهای غیر ثابت مورد استفاده مدل درج شده است.

نتایج و بحث

واسنجی مدل در شرایط شور

شکل (۱) روابط بین مقادیر اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده مقدار آب خاک، پوشش سایه‌انداز، و بیوماس اندام‌های هوایی را برای واسنجی مدل در شرایط شور نشان می‌دهد. هر مقدار اندازه‌گیری در شکل، میانگین سه مشاهده است (n=۳). نتایج حاصل از شکل (۱) و مقادیر شاخص‌های آماری مقایسه داده‌ها در جدول (۲)، نشان‌دهنده انطباق خوب مقادیر اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده برای پوشش سایه‌انداز و بیوماس است. در مورد پارامتر مقدار آب خاک، اگرچه میزان انطباق به اندازه دو مورد دیگر نبود، لیکن تحلیل آماری نشان داد که میزان انطباق آن‌ها در حد قابل قبول است. این به دلیل

[3] Triticum aestivum
[4] Agriculture and Agri-Food Canada
[5] Green Crop Tracker v. 1.0
[6] ET_0 Calculator v. 3.2
[7] Nash-Sutcliffe

تغییرپذیری مکانی خاک از محلی به محل دیگر در شرایط واقعی آن (شرایط مزرعه) بوده که خود تابعی از خاصیت غیرهمگنی خاک است (Zhang و همکاران، ۲۰۱۶). در واقع مقدار آب حتی در یک حجم محدود خاک مقدار ثابتی نیست، در حالی که مدل آن را محیطی همگن فرض می‌نماید و در نتیجه در همان حجم مشخص خاک مقدار آب ثابتی را محاسبه می‌نماید. تفاوت بین این دو شرایط باعث ایجاد اختلاف بین مقادیر اندازه‌گیری (شرایط واقعی) و شبیه سازی شده (فرضی) گردیده است. البته در این تحقیق این اختلاف شدید نبوده و لذا میزان انطباق داده‌ها در حد قابل قبول شده است.

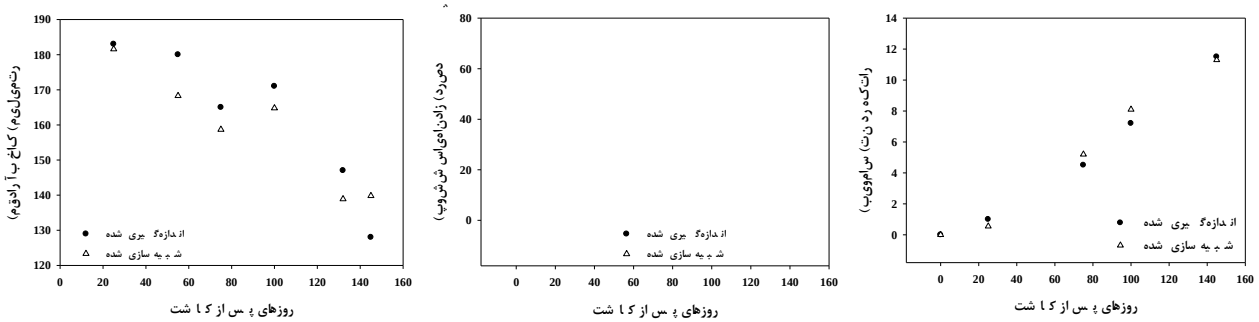
جدول ۱- مقادیر پارامترهای غیر ثابت برای واسنجی مدل در شرایط نرمال و شور از اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای

متغیر	مقادیر در شرایط		واحد/ مفهوم
	نرمال	شور	
پوشش سایه‌انداز اولیه (CCo)	۷/۹۵	۷/۹۳	درصد
تراکم کشت	۲۳۵	۲۳۵	کیلوگرم بر هکتار
حداکثر سایه‌انداز	۹۲	۸۲	درصد
شاخص برداشت مرجع (HIo)	۰/۳۵	۰/۳۵	بدون بعد
زمان از کاشت تا جوانه‌زنی	۷	۷	روز
زمان از کاشت تا حداکثر سایه‌انداز	۸۵	۸۶	روز
زمان از کاشت تا گل‌دهی	۹۱	۹۰	روز
طول دوره گل‌دهی	۱۲	۱۲	روز
زمان از کاشت تا پیری	۱۰۵	۱۰۵	روز
زمان از کاشت تا رسیدگی کامل	۱۴۵	۱۴۵	روز
نزول سایه‌انداز	۴۲	۴۱	روز (خیلی آرام)
ضریب نزول سایه‌انداز (CDC)	۶/۸	۶/۷	روز
توسعه سایه‌انداز	-	-	آرام
حداقل منطقه توسعه ریشه	۳۰	۳۰	سانتیمتر
حداکثر منطقه توسعه ریشه	۶۰	۶۰	سانتیمتر
زمان از کاشت تا حداکثر عمق ریشه	۸۵	۸۵	روز
تنش شوری (آستانه ECe)			
حد پایین آستانه	-	۶	دسی‌زیمنس برمتر
حد بالای آستانه	-	۲۰	دسی‌زیمنس برمتر
تنش دمایی	-	-	قابل توجه نبود
تنش حاصلخیزی	-	-	قابل توجه نبود

جدول ۲- مقادیر شاخص‌های آماری برای واسنجی داده‌های اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده در شرایط نرمال (مزرعه دوم الهایی) و شور (مزرعه اول بوزی)

شاخص	مقدار آب خاک		پوشش سایه‌انداز		بیوماس	
	نرمال	شور	نرمال	شور	نرمال	شور
ضریب همبستگی پیرسون	۰/۸۲	۰/۹۳	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۹
خطای میانگین مربعات ریشه*	۸/۱۰	۸/۴۰	۷/۴۰	۵/۵	۱/۰	۰/۶۰
خطای نرمال میانگین مربعات ریشه**	۵/۰۰	۵/۲۰	۱۳/۰	۱۳/۴	۱۱/۴	۱۰/۱
ضریب راندمان مدل نش- ساکلیف	۰/۶۵	۰/۸۱	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۹۵	۰/۹۷
شاخص سازش ویلموت	۰/۹۰	۰/۹۴	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹

*واحد آن برای مقدار آب خاک، پوشش سایه‌انداز و بیوماس به ترتیب میلیمتر آب، درصد و تن بر هکتار است؛ **واحد آن برحسب درصد، سایر شاخص‌ها بدون بعد می‌باشند



شکل ۱- مقادیر اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده مقدار آب خاک، پوشش سایه‌انداز و بیوماس برای واسنجی مدل در شرایط شور

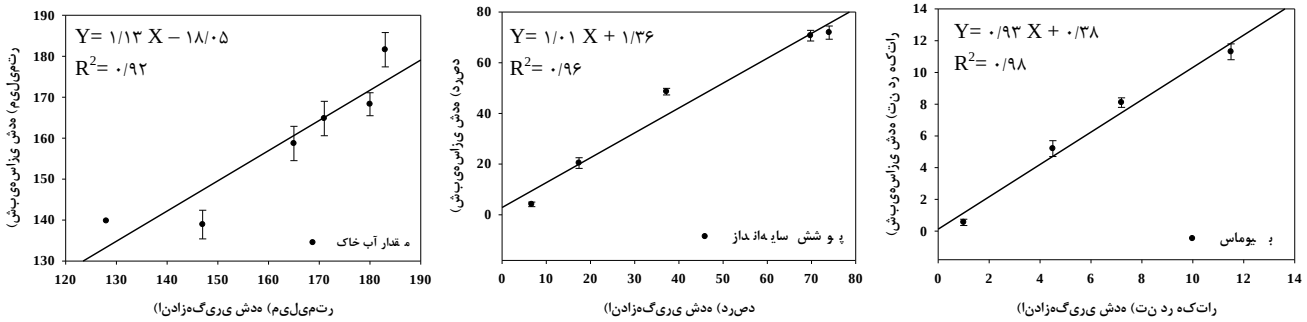
اعتبارسنجی مدل

روابط بین مقادیر اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده مقدار آب خاک، پوشش سایه‌انداز و بیوماس در شرایط شور برای اعتبارسنجی مدل در شکل (۲) نشان داده شده است. ضرایب R^2 بدست آمده از مقایسه داده‌ها نشان‌دهنده همبستگی خیلی خوب بین مقادیر اندازه‌گیری و شبیه‌سازی در هر سه پارامتر است. شاخص‌های آماری مطرح شده در بخش واسنجی، برای اعتبارسنجی مدل نیز بکار برده شد. جدول (۳) مقادیر این شاخص‌ها را برای هر سه پارامتر در شرایط شور نشان می‌دهد. مطابق جدول، در هر سه پارامتر میزان انطباق مقادیر اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده بین خوب تا خیلی خوب قرار داشته‌اند.

جدول ۳- مقادیر شاخص‌های آماری برای اعتبارسنجی داده‌های اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده مدل در شرایط شور (مزارع اول الهایی و دوم بوزی)

شاخص	مقدار آب خاک		پوشش سایه‌انداز		بیوماس	
	مزرعه ۱	مزرعه ۲	مزرعه ۱	مزرعه ۲	مزرعه ۱	مزرعه ۲
ضریب همبستگی پیرسون	۰/۸۸	۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹
خطای میانگین مربعات ریشه *	۷/۰۰	۱۰/۱	۷/۳۰	۵/۰۰	۰/۷۰	۰/۵۰
خطای نرمال میانگین مربعات ریشه **	۴/۳۰	۵/۳۰	۱۲/۶	۱۶/۴	۸/۳	۱۲/۲
ضریب راندمان مدل نش- ساکلیف	۰/۷۳	۰/۶۱	۰/۹۳	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۶
شاخص سازش ویلموت	۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹

* واحد آن برای مقدار آب خاک، پوشش سایه‌انداز و بیوماس به ترتیب میلیمتر آب، درصد و تن بر هکتار است؛ **واحد آن برحسب درصد، سایر شاخص‌ها بدون بعد هستند



شکل ۲- مقایسه بین مقادیر اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده مقدار آب خاک، پوشش سایه‌انداز و بیوماس برای اعتبارسنجی مدل در شرایط شور

نتیجه‌گیری

نسخه پنجم مدل AquaCrop با هدف واسنجی و اعتبارسنجی آن در شرایط شوری خاک و آب زیرزمینی شور و کم‌عمق اجرا گردید. برای جمع‌آوری داده‌های لازم جهت ورودی مدل، آزمایش مزرعه‌ای در فصل کشت گندم و در سال زراعی ۹۴-۹۳ در منطقه الهایی با سطح آب زیرزمینی کم عمق و شور پیاده گردید. مدل ابتدا واسنجی و سپس اعتبارسنجی شد. نتایج ارزیابی حاکی از توانایی خوب مدل در پیش‌بینی سطح سبز گیاه، بیوماس و تغییرات رطوبت خاک در شرایط خاک شور و وجود آب زیرزمینی کم‌عمق و شور بود.

منابع

Andarzian, B., Bannayan, M., Steduto, P., Mazraeh, H., Barati, M.E., Barati, M.A., Rahnama, A. 2011. Validation and testing of the AquaCrop model under full and deficit irrigated wheat production in Iran. Agricultural Water Management, 100, 1-8.

Hassanli, M., Ebrahimian, H., Mohammadi, E., Rahimi, A., Shokouhi, A. 2016. Simulating maize yields when irrigating with saline water, using the AquaCrop, SALTMED, and SWAP models. Agricultural Water Management, 176, 91-99.

Kumar, P., Sarangi, A., Singh, D.K., Parihar, S.S. 2014. Evaluation of AquaCrop model in predicting wheat yield and water productivity under irrigated saline regimes. Irrigation and Drainage, 63, 474-487.

Mohammadi, M., Ghahramani, B., Davary, K., Ansari, H., Shahidi, A., Bannayan, M. 2016. Nested validation of AquaCrop model for simulation of winter wheat grain yield, soil moisture and salinity profiles under simultaneous salinity and water stress. Irrigation and Drainage, 65, 112-128.

Mondal, M.S., Saleh, A.F.M., Akanda, A.R., Biswas, S.K., Moslehuddin, A.Z., Zaman, S., Lazar, A.N., Clarke, D. 2015. Simulating yield response of rice to salinity stress with the AquaCrop model. Environmental Science: Processes Impacts, 17, 1118-1126.

Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. 2009. AquaCrop- the FAO crop model to simulate yield response to water: II Main algorithms and software description. Agronomy Journal, 101(3): 438-447.

Raes, D. 2012. The ET_0 Calculator. Version 3.2. Rome: FAO. http://www.fao.org/nr/water/ ET_0.html

Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. 2012. Reference manual AquaCrop. Version 4.0. Rome: FAO land and water division.

Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. 2015. AquaCrop new features and updates. Version 5.0. Rome: FAO land and water division.

Zhang, L., Li, J., Li, X., Zhang, J., Zhu, H. 2016. Stability Analysis and Probabilistic Assessment. In: (unknown editor). Rainfall-Induced Soil Slope Failure. CRC Press, p. 299-327.

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Calibration and Validation of AquaCrop Model in a Soil with Shallow, Saline Groundwater in Southern Khuzestan

Mohiaddin Goosheh[1*], Bahram Andarzian[2]

[1] Soil and Water Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran

[2] Seed and Plant Improvement Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran

Abstract

In order to increase the accuracy in evaluating field observations, the first necessary step is to calibrate the model and then validate it. Calibration is used to calibrate the model in the location of the research, and validation compares the accuracy of simulated data to measured data. Once the outputs of the model are trusted that there is an acceptable correlation between these two groups based on standardized statistical indicators. AquaCrop is a model with the ability of the simulating the relationships between soil, water and plant in normal and saline conditions. However, in the world, quantitative research has been carried out to calibrate and validate this model in combination with salinity and poor drainage conditions. There is also no report on this in Iran. For this purpose, the present study was conducted to calibrate and validate the model under shallow, saline groundwater conditions in Khuzestan wheat lands. To collect the required data for calibration and validation of the model, a field experiment was carried out during wheat growing season (2014-2015). The results of the evaluation indicated that the model had good ability to predict crop green canopy, dry biomass, and soil water content in the research conditions.

KEY WORDS: arid region; groundwater table; simulation model; soil salinity

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

مدیریت آبیاری گندم به منظور کنترل شوری در یک خاک با زهکشی زیرزمینی کم‌عمق در جنوب خوزستان

محی‌الدین گوشه[۱*]، بهرام اندرزیان[۲]، علیرضا جعفرنژادی[۱]، ناصر دواتگر[۳]

[۱] عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

[۲] عضو هیات علمی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

[۳] عضو هیات علمی بخش تحقیقات آبیاری و فیزیک خاک، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

چکیده

مدیریت آبیاری نقش کلیدی در کنترل شوری خاک در مناطقی با اقلیم خشک و نیمه خشک ایفا می‌نماید. از گذشته دور عدم وجود برنامه مناسب آبیاری، از عوامل اصلی شورشدن خاک در جنوب خوزستان شناخته شده است. لذا این تحقیق با هدف بهبود برنامه‌ریزی آبیاری به منظور حفظ تعادل نمک خاک در منطقه‌ای از جنوب خوزستان اجرا گردید. سناریوهای مختلف برنامه‌ریزی آبیاری برای یک دوره ۱۲ ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۲) به کمک مدل AquaCrop شبیه‌سازی و اثرات سناریوها بر هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با یکدیگر مقایسه گردیدند. برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز واسنجی و اعتبارسنجی مدل، در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۳ آزمایش مزرعه‌ای در فصل کشت گندم انجام شد. نتایج شبیه‌سازی سناریوهای برنامه‌ریزی آبیاری نشان داد که در سال‌های مختلف تغیرات شوری خاک در سناریوهای ۴-۱ (با میزان مصرف آب کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر) تابع بارندگی بود. لیکن در سایر سناریوها (با مصرف آب بیشتر از ۵۰۰ میلی‌متر)، تابع برنامه‌ریزی آبیاری بود. در نهایت، مدیریت آبیاری توصیه شده در شرایط این آزمایش، ۷ نوبت آبیاری با ۵۵۰ میلیمتر آب مصرفی و در تاریخ‌های پیشنهادی در سناریوی ۸، بود.

کلمات کلیدی: آبیاری، سطح ایستابی، شوری خاک، مدل شبیه‌سازی، مناطق خشک

مقدمه

مهمترین محصول آبی کشت شده در خوزستان، گندم پاییزه است که دوره رشدی در حدود ۱۵۰ روز دارد. آبیاری متداول[1] این محصول در خوزستان به روش آبیاری نواری (با طول بیش از ۲۰۰ متر و عرض‌های مختلف) و یا روش کرتی انجام می‌شود. مقدار کل آب مصرفی در دوره رشد گیاه صرف نظر از شرایط شور یا غیر شور به طور معمول بین ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد (با احتساب بارندگی). در موارد خاص، مقادیر کمتر و بیشتر از این بازه نیز مشاهده شده است. لیکن آنچه عمومیت دارد، دفعات آبیاری نامناسب است که بین ۳ تا ۴ نوبت آبیاری (بسته به وضعیت بارندگی) انجام می‌شود. با این مدیریت آبیاری و با لحاظ مصرف کودهای شیمیایی مطابق عرف (عموما مصرف کود از نوع ماکرو)، متوسط عملکرد گندم در جنوب خوزستان (با شرایط شوری و آب زیرزمینی کم عمق) به ۲ تا ۳ تن در هکتار می‌رسد (Goosheh و همکاران، ۲۰۱۸). یکی از علل پایین بودن عملکرد، تجمع شوری در منطقه ریشه در فاصله طولانی بین دو آبیاری می‌باشد (Smedema، ۲۰۰۷). لذا همواره خطر گسترش شوری خاک در این منطقه وجود دارد. تحقیقات مختلفی از دیرباز در مورد بهبود وضعیت آبیاری اراضی آبی خوزستان انجام شده است. از جمله انجام یک آزمایش مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اهواز به منظور تعیین آب مصرفی گندم در شرایط شور (با شوری ۲۰ دسی‌زیمنس برمتر در قبل از کاشت). نتایج این تحقیق نشان داد، دور آبیاری بر اساس ۳۰ درصد تخلیه مجاز رطوبت[2] مناسبت است که معادل ۸-۷ نوبت آبیاری در کل دوره رشد گیاه خواهد بود. در مجموع، کل آب مصرفی گندم (آبیاری و بارندگی) نیز ۶۰۰۰ تا ۶۵۰۰ مترمکعب در هکتار تعیین گردید. با این روش مدیریتی، عملکردی برابر ۴ تن در هکتار بدست آمد که افزایش قابل توجهی نسبت به شرایط زارعین (۳-۲ تن در هکتار) به حساب می‌آید (Goosheh و همکاران، ۲۰۰۷).

* ایمیل نویسنده مسئول: amgoosheh@gmail.com

[1] Traditional Irrigation
[2] MAD

بنابراین، تحقیق حاضر با هدف تعیین برنامه‌ریزی بهینه آبیاری (زمان، دفعات و مقدار آن) به منظور کنترل شوری خاک با توجه به سطح ایستابی کم‌عمق و شور در منطقه الهایی خوزستان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

برای حصول هدف تحقیق، منطقه الهایی از مزارع طرح ۵۵۰ هزار هکتاری جهادنصر خوزستان با مختصات ′۳۸ °۳۱ شمالی و ′۳۷ °۴۸ شرقی انتخاب گردید. مدل AquaCrop یک مدل شبیه‌سازی زراعی- هیدرولوژیکی است که بر اساس رابطه پاسخ عملکرد به آب مصرفی، توسط فائو (Raes و همکاران، ۲۰۱۲)، ارائه شده است. در این مدل، شبیه‌سازی عملکرد و بیوماس در ارتباط با آب قابل دسترس گیاه بر پایه یک رابطه تجربی که توسط Doorenbos and Kassam (۱۹۷۹) ارائه شده، پایه‌گذاری گردیده است. مدل برای شبیه‌سازی خصوصیات گیاهی و خاک به داده‌های روزانه اقلیمی، فنولوژیکی و زراعی، خصوصیات خاک، آب آبیاری و آب زیرزمینی نیاز دارد. همه این داده‌ها در دسترس بوده و یا به سهولت قابل جمع‌آوری هستند (Mohammadi و همکاران، ۲۰۱۶). رژیم‌های حرارتی، بارندگی، نیاز تبخیری و غلظت دی‌اکسید کربن از خصوصیات اقلیمی، تعادل آب در خاک به عنوان خصیصه خاک، از خصوصیت مدیریتی چگونگی آبیاری و رواناب، وضعیت حاصلخیزی و شوری خاک و از خصوصیات گیاهی رشد، توسعه و عملکرد، در این مدل مورد توجه قرار می‌گیرند (Mondal و همکاران، ۲۰۱۵).

برای جمع‌آوری داده‌های زراعی، خاک، آب زیرزمینی و آب آبیاری (ورودی‌های مدل) از یک آزمایش مزرعه‌ای در طی فصل کشت گندم در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ استفاده شد. برای این منظور دو مزرعه با مدیریت و خاک متفاوت انتخاب گردید. لیکن برای واسنجی و اعتبارسنجی مدل در دو شرایط نرمال (غیر شور) و شور نیاز به داده‌های بیشتر بود. لذا از چهار مزرعه آزمایشی دیگر در مناطق ویس (′۳۰ °۳۱ شمالی و ′۵۴ °۴۸ شرقی) و بوزی (′۴۲ °۳۰ شمالی و ′۴۴ °۴۸ شرقی) با شرایط مشابه از نظر وجود سطح ایستابی کم‌عمق و شور، استفاده گردید. در مجموع، اطلاعات جمع‌آوری شده از دو مزرعه برای واسنجی و چهار مزرعه برای اعتبارسنجی مدل مورد استفاده قرار گرفتند. در تمام مزارع، کشت انتخابی گندم از رقم چمران بود. تاریخ کاشت در مناطق الهایی، ویس و بوزی به ترتیب ۱۴، ۲۵ و ۲۸ آبان ۱۳۹۳ بود.

جدول ۱. مقادیر رطوبت و شوری خاک* در قبل از کشت (شرایط اولیه در مدل) برای فصل زراعی ۹۴-۱۳۹۳

عمق خاک (سانتیمتر)	مزرعه ۱		مزرعه ۲		مزرعه ۳		مزرعه ۴		مزرعه ۵		مزرعه ۶	
	رطوبت خاک	شوری	رطوبت خاک	شوری	رطوبت خاک	شوری	رطوبت خاک	شوری	رطوبت خاک	شوری	رطوبت خاک	شوری
۰-۳۰	۲۸	۷/۱	۲۷	۱۰/۰	۲۸	۴/۴	۳۰	۴/۰	۲۳	۱۰/۹	۲۸	۱۳/۴
۳۰-۶۰	۳۱	۶/۸	۲۹	۹/۷	۳۰	۲/۲	۳۶	۲/۰	۲۴	۹/۹	۳۲	۱۴/۷
۶۰-۹۰	۳۱	۸/۸	۳۰	۱۰/۷	۲۸	۲/۱	۴۵	۱/۸	۲۵	۸/۵	۳۲	۱۴/۱
۹۰-۱۲۰	۲۶	۹/۵	۲۵	۱۱/۷	۲۵	۱/۷	۴۷	۱/۷	۲۸	۱۰/۰	۳۴	۱۳/۷

* مقدار رطوبت خاک بر حسب درصد حجمی و شوری براساس هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک و برحسب دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد

به منظور بررسی روند تغییرات رطوبت و شوری نیمرخ خاک، در سه مقطع قبل از کاشت (جدول ۱)، قبل از برداشت و در فصل رشد (قبل و بعد از هر بار آبیاری) نمونه‌برداری از لایه‌های ۳۰ سانتیمتری و تا عمق ۱۲۰ سانتی‌متری خاک انجام شد. همچنین از چاهک‌های مشاهداتی برای پایش تغییرات سطح ایستابی و کیفیت آب زیرزمینی در کل دوره رشد گیاه استفاده گردید. در هر آبیاری نیز نمونه آب تهیه شد. برنامه‌ریزی آبیاری (زمان و مقدار مصرف آب) در تمام مزارع با کشاورزان و به روش متداول در منطقه انجام می‌شد. فقط میزان مصرف آب به روش فلوم اندازه‌گیری گردید.

برای اینکه بتوانیم ارزیابی دقیقی بر سناریوهای برنامه‌ریزی آبیاری داشته باشیم، لازم بود در شبیه‌سازی سناریوها دامنه گسترده‌ای از زمان، دفعات آبیاری و مقدار مصرف آب در هر نوبت مد نظر گرفته شود تا شرایط قطع، کم‌بود یا بیش‌بود آب در مراحل حساس رشد گندم بررسی گردد. لذا در تنظیم سناریوها بجز اولین آب به منظور جوانه زنی و استقرار گیاهچه، مراحل مهمی چون پنجه زنی، طویل شدن ساقه، گلدهی، و پرشدن دانه در نظر گرفته شد (Andarzian و همکاران، ۲۰۱۱). هر سناریو برای متغیر هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک برای دوره شبیه‌سازی ۱۲ ساله در مزرعه

اول سایت الهایی اجرا گردید. در جدول ۲ سناریوهای اعمال شده برای شبیه‌سازی برنامه‌ریزی آبیاری به همراه مقادیر آب مصرفی و دفعات آبیاری آن‌ها، آورده شده است.

جدول ۲. سناریوهای مدیریت آبیاری (زمان، دفعات و مقدار آبیاری)

سناریوها [۱]	نوبت‌های آبیاری (روز پس از کاشت)[۲]	دفعات آبیاری	مقدار آبیاری (میلی‌متر)
۱	۱, ۲۵, ۶۰, ۹۰, ۱۱۵	۵	۴۰۰
۲	۱, ۳۰, ۶۰, ۹۰, ۱۱۵	۵	۴۰۰
۳	۱, ۳۰$^{+}$, ۶۰, ۹۰$^{+}$, ۱۱۵$^{+}$	۵	۴۵۰
۴	۱, ۳۰, ۶۰, ۸۰, ۹۵, ۱۱۵	۶	۴۵۰
۵	۱, ۳۰$^{+}$, ۶۰$^{+}$, ۸۰$^{+}$, ۹۵$^{+}$, ۱۱۵$^{+}$	۶	۵۰۰
۶	۱, ۲۵, ۵۰, ۷۵, ۹۰, ۱۱۵	۶	۵۰۰
۷	۱, ۲۵, ۵۰, ۶۵, ۸۰, ۹۵, ۱۱۵	۷	۵۰۰
۸	۱, ۲۵$^{+}$, ۵۰$^{+}$, ۶۵$^{+}$, ۸۰$^{+}$, ۹۵$^{+}$, ۱۱۵	۷	۵۵۰
۹	۱, ۲۰, ۴۰$^{+}$, ۶۰$^{+}$, ۸۰$^{+}$, ۹۵$^{+}$, ۱۱۵$^{+}$	۷	۶۰۰
۱۰	۱, ۲۰$^{+}$, ۴۰, ۶۰$^{+}$, ۸۰$^{+}$, ۹۵$^{+}$, ۱۱۵$^{+}$	۷	۶۵۰

[۱] سناریوهای ۳-۱ همان روش‌های متداول آبیاری در مناطق تحقیق هستند. سناریوی۱ همان مدیریت آبیاری اعمال شده در مزرعه است. [۲] روزهای ۱: تاریخ کاشت، ۳۰: پنجه‌زنی، ۶۰: طویل‌شدن ساقه، ۹۰: گل‌دهی، ۱۱۵: پرشدن دانه. (+): به معنی آبیاری بیشتر در آن مرحله نسبت به سناریوی قبلی آن است.

نتایج و بحث

مقایسه آماری سناریوها برای متغیر تعادل نمک در خاک و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک به روش خطای استاندارد میانگین‌ها در سطح احتمال ۹۵ درصد، در جدول ۳ ارائه شده است. همچنین نتایج مقایسه آماری سناریوهای آبیاری برای شبیه‌سازی مقادیر نمک در عمق موثر ریشه در طول دوره رشد گیاه در شکل ۱ (الف) نشان داده شده است. این شکل نشان می‌دهد که کمترین تجمع نمک به ترتیب در سناریوهای ۱۰، ۹ و ۸ بدست آمده است. چنانچه سناریوی ۴ در نظر گرفته نشود، روند تغییرات تجمع نمک در خاک سطحی به طور کامل از برنامه‌ریزی آبیاری پیروی نموده است. به‌طوری‌که، هرچه میزان و دفعات آبیاری بیشتر شود، تجمع املاح کمتر می‌گردد (Kama و Tomini، ۲۰۱۳).

در این تحقیق، پارامترهای شوری آب آبیاری، میزان و نوع کودهای شیمیایی، بارندگی و ضریب زهکشی برای تمام سناریوها یکسان بود. بنابراین، تنها عامل ایجاد اختلاف بین سناریوها در مقدار نمک عمق موثر ریشه، آبیاری می‌باشد. نتایج تحقیقات مختلف در مناطق خشک و نیمه خشک (مانند شرایط این تحقیق)، نشان داده است که در صورت عدم رعایت دور و مقدار مصرف مناسب آب در هر نوبت آبیاری، در اثر برگشت نمک از لایه‌های پایین‌تر به سطح، خاک مجدد شور می‌گردد (Seeboonruang، ۲۰۱۳). همچنین شکل، نشان می‌دهد که در سناریوهای ۱ تا ۴، پراکندگی میانگین‌ها ناشی از اثر سال قابل ملاحظه است. این موضوع بیان می‌دارد که در این سناریوها تغییرات مقدار نمک خاک فقط تابع برنامه‌ریزی آبیاری نبوده و مقدار بارندگی (معیار اثر سال) نیز تعیین‌کننده است. لذا ممکن است اختلاف زیاد بین میانگین‌ها در این سناریوها، به این دلیل باشد. به طوری‌که در سال‌های تر، پراکنش بارندگی فاصله زمانی بین آبیاری‌ها در این سناریو را پوشش داده است. اما در سال خشک چنین اتفاقی رخ نداده و اختلاف بین سناریوها معنی‌دار شده است. برای اثبات این فرض، شکل ۱ (ب) ارائه گردید. مطابق شکل، سناریوهای برنامه‌ریزی آبیاری از نظر مقدار نمک در عمق موثر ریشه برای سال‌های خشک (۱۳۸۵، ۱۳۸۶، ۱۳۸۸، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۱ در همان دوره شبیه‌سازی) با یکدیگر مقایسه شده‌اند. نتایج نشان داد، تاثیر بارندگی در توزیع میانگین‌ها به حداقل رسید. لذا اثر برنامه‌ریزی آبیاری بر این متغیر نمایان‌تر گردید. به طوری‌که، کمترین مقدار نمک در عمق موثر ریشه در سناریوهای ۹ و ۱۰ حاصل گردید که با سناریوهای ۱ تا ۴ اختلاف معنی‌داری داشتند. سایر سناریوها نیز فاقد اختلاف معنی‌دار با هر دو گروه بودند. لذا ممکن است بتوان چنین نتیجه گرفت که در منطقه مورد مطالعه، چنانچه میزان مصرف آب آبیاری از ۵۰۰ میلیمتر کمتر شد، میزان بارندگی عامل تعیین‌کننده در تجمع نمک در عمق موثر ریشه خواهد بود. همچنین با قاطعیت می‌توان اظهار داشت که در صورت آبیاری به میزان ۵۵۰ میلیمتر و بیشتر، تاثیر مقدار مصرف آب بر کاهش شوری خاک معنی‌دار است (صرف نظر از اثر سال).

در شکل ۲ (الف و ب) شبیه‌سازی میزان شوری با شاخص هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در عمق موثر ریشه برای سناریوهای مختلف نشان داده شده است. شکل ۲ (الف)، شباهت زیادی به شکل ۱ (الف) دارد. زیرا هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، خود شاخصی از مقدار نمک در

عمق مشخصی از خاک است. لیکن این شکل نشان می‌دهد که فقط بین سناریوهای ۱۰ و ۹ با ۵ تا ۷ اختلاف معنی‌دار وجود دارد و بین سایر سناریوها اختلافات معنی‌دار نیست (۱۰، ۹ و ۸).

جدول ۳. مقادیر میانگین متغیرها در سناریوهای شبیه‌سازی در دوره ۱۲ ساله

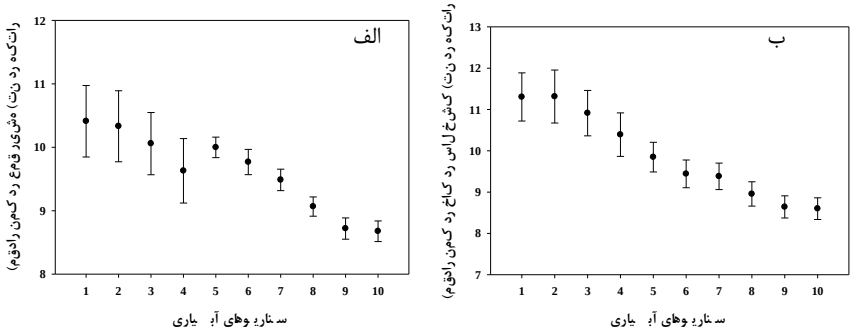
سناریوها	شوری خاک (دسی‌زیمنس برمتر)*	مقدار نمک در عمق موثر ریشه** (تن در هکتار)	مقدار نمک در عمق موثر ریشه (سال‌های خشک) (تن در هکتار)
۱	۶/۸۳	۱۰/۴۱	۱۱/۳۰
۲	۶/۸۰	۱۰/۳۳	۱۱/۳۱
۳	۶/۶۵	۱۰/۰۶	۱۰/۹۱
۴	۶/۴۲	۹/۶۳	۱۰/۳۹
۵	۶/۶۶	۱۰/۰۰	۹/۸۴
۶	۶/۵۱	۹/۷۷	۹/۴۴
۷	۶/۳۸	۹/۴۹	۹/۳۸
۸	۶/۱۳	۹/۰۶	۸/۹۵
۹	۵/۸۸	۸/۷۲	۸/۶۴
۱۰	۵/۸۶	۸/۶۸	۸/۶۰

* شوری: هدایت الکتریکی عصاره اشباع در عمق موثر ریشه خاک، ** عمق موثر ریشه: منظور عمق ۶۰-۰ سانتی‌متر خاک

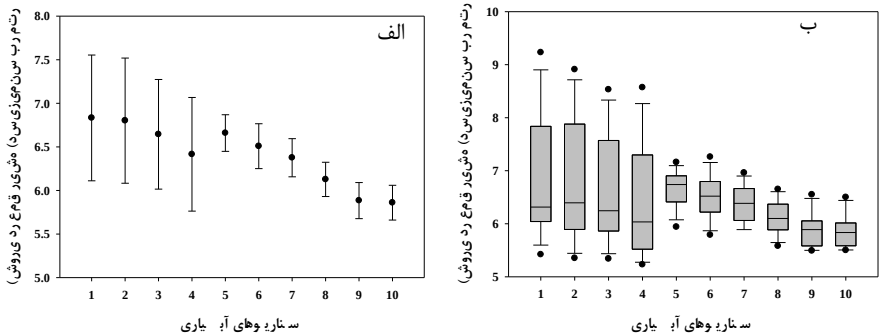
اما بررسی شکل ۲ (ب)، بار دیگر تاثیر بارندگی بر سناریوهای ۴- ۱ برای متغیر شوری خاک را، تایید می‌کند. این تاثیر از طریق کشیدگی جعبه نمودارها و تمایل میانه‌ها به سمت سال‌های تر، نمایان است. در نتیجه در توزیع میانگین داده‌ها (بین کمترین و بیشترین مقادیر)، اختلافی در حدود ۳ تا ۳/۵ دسی زیمنس برمتر ایجاد شده است. داده‌های پرت نیز در این سناریوها بیشتر از سایر سناریوها می‌باشد. در حالی‌که در سایرین توزیع میانگین‌ها در سال‌های تر، نرمال و خشک به شرایط نرمال نزدیک‌تر است. از طرفی اختلاف بین کمترین و بیشترین مقادیر آن‌ها نیز از حدود ۱ دسی‌زیمنس برمتر فراتر نرفته است. لذا شاید بار دیگر بتوان به این نتیجه رسید که در شرایط این تحقیق، تغییرات شوری خاک در عمق موثر ریشه (۶۰-۰ سانتی‌متری خاک) زمانی که میزان آبیاری ۴۵۰-۴۰۰ میلیمتر باشد (کمتر از ۵۰۰)، تابع مقدار بارندگی است. ولی می‌توان با اطمینان بیان داشت که چنانچه میزان آب مصرفی در دوره رشد گیاه بیشتر از ۵۵۰ میلیمتر باشد، کاهش شوری خاک در اثر آبشویی نمک در این عمق (صرفه نظر از اثر بارندگی) اتفاق خواهد افتاد. تاثیر برنامه‌ریزی آبیاری در کاهش و کنترل شوری خاک توسط محققین متعددی گزارش شده است (Bouksila و همکاران، ۲۰۱۰).

نتیجه‌گیری

نتایج شبیه‌سازی سناریوهای برنامه‌ریزی آبیاری نشان داد که تغیرات شوری خاک در سال‌های مختلف در سناریوهای ۴-۱ (با میزان مصرف آب کمتر از ۵۰۰ میلیمتر) تابع بارندگی بود. لیکن در سایر سناریوها (با مصرف آب بیشتر از ۵۰۰ میلیمتر)، تابع برنامه‌ریزی آبیاری بود. نتیجه آنکه، از نظر ارزیابی‌های انجام شده در این تحقیق، سناریوهای ۹ و ۱۰ (با میزان آب مصرفی ۶۰۰ تا ۶۵۰ میلیمتر) بهترین سناریو از نظر کنترل شوری خاک بوده و می‌توانند به عنوان برنامه آبیاری پیشنهادی در این منطقه معرفی گردند. لیکن، یکی از معیارهای مهم در بحث برنامه‌ریزی آبیاری، میزان مصرف آب کمتر با توجه به شرایط کم‌آبی در استان خوزستان است. لذا سناریوی ۸ با ۵۵۰ میلیمتر آب مصرفی و هفت نوبت آبیاری و با تاریخ‌های پیشنهادی (جدول ۲)، با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار با سناریوهای ۹ و ۱۰، به عنوان سناریوی مناسب برای برنامه‌ریزی آبیاری گندم در شرایط وجود آب زیرزمینی شور و کم‌عمق معرفی می‌گردد.



شکل ۱ مقایسه آماری در سطح احتمال پنج درصد بین میانگین مقادیر نمک برای ، الف) کل دوره ۱۲ ساله شبیه‌سازی، ب) ۵ سال خشک این دوره



شکل ۲ هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، الف) مقایسه آماری بین میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد، ب) توزیع میانگین‌ها در سال‌های خشک، نرمال و تر

منابع

Andarzian, B., Bannayan, M., Steduto, P., Mazraeh, H., Barati, M.E., Barati, M.A., Rahnama, A. 2011. Validation and testing of the AquaCrop model under full and deficit irrigated wheat production in Iran. Agricultural Water Management, 100, 1-8.

Bouksila, F., Persson, M., Berndtsson, R., Bahri, A. 2010. Estimating soil salinity over a shallow saline water table in semiarid Tunisia. The Open Hydrology J. 4, 91-101.

Doorenbos, J., kassam, A.H. 1979. Yield response to water. Rome (Italy): FAO, Irrig and Drain (no. 33).

Goosheh, M., Taherzadeh, M.H., Ghalebi, S. 2007. Irrigation scheduling to determination of wheat water consumption and salinity control in a saline soil of Ahwaz Research Station. Final report of research and education center of Agricultural and Natural Resources of Khuzestan, In persian.

Goosheh, M., Pazira, E., Gholami, A., Andarzian, B., Panahpour, E. 2018. Improving irrigation scheduling of wheat to increase water productivity in shallow groundwater condition using AquaCrop. Irrigation and Drainage, 67, 738-754. DOI: 10.1002/ird.2288.

Mohammadi, M., Ghahramani, B., Davary, K., Ansari, H., Shahidi, A., Bannayan, M. 2016. Nested validation of AquaCrop model for simulation of winter wheat grain yield, soil moisture and salinity profiles under simultaneous salinity and water stress. Irrigation and Drainage, 65, 112-128.

Mondal, M.S., Saleh, A.F.M., Akanda, A.R., Biswas, S.K., Moslehuddin, A.Z., Zaman, S., Lazar, A.N., Clarke, D. 2015. Simulating yield response of rice to salinity stress with the AquaCrop model. Environmental Science: Processes Impacts, 17, 1118-1126.

Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. 2012. Reference manual AquaCrop. Version 4.0. Rome: FAO land and water division.

Seeboonruang, U. 2013. Relationship between groundwater properties and soil salinity at the Lower Nam Kam River Basin in Thailand. Environmental Earth Science. 69, 1803-1812.

Smedema, L.K. 2007. Revisiting currently applied pipe drain depths for waterlogging and salinity control of irrigated land in the (semi) arid zone. Irrigation and Drainage, 56, 379-387.

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Wheat Irrigation Management to Salinity Control in a Soil with Shallow Groundwater in Southern Khuzestan

Mohiaddin Goosheh[1*], Bahram Andarzian[2], Alireza Jafarnejadi[1], Naser Davatgar[3]

[1] Soil and Water Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran
[2] Seed and Plant Improvement Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran
[3] Irrigation and Soil Physics Department, Soil and Water Institute, AREEO, Karaj, Iran

Abstract

Irrigation management plays a key role in controlling soil salinity in arid and semi-arid regions. Inappropriate irrigation scheduling is considered as an effective factor in soil salinization in Khuzestan. Therefore, the aim of this research was to improve irrigation scheduling in order to control soil salinity in a district in southern Khuzestan. AquaCrop was selected as the research model and effects of the scenarios on salt content at an effective root zone and ECe were compared with each other. Various scenarios of irrigation scheduling were simulated for a 12-year period (2003-2014). To collect the required data for calibration and validation of the model, a field experiment was carried out during wheat growing season (2014-2015). The results of simulated scenarios for irrigation scheduling showed that the soil salinity changes in the scenarios 1-4 (with water consumption less than 500 mm) were a function of rainfall. However, in other scenarios (using water more than 500 mm), it was an irrigation scheduling function. Finally, in the experimental conditions, the recommended irrigation scheduling for wheat was 7 times of irrigation with 550 mm water consumption according to the scenario number 8.

KEY WORDS: arid regions; groundwater depth; irrigation; simulation model; soil salinity

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تلفیق عوامل خاکی – آبی در راستای پایداری تولید محصولات کشاورزی در مقیاس مزرعه
مطالعه موردی زیر حوزه هنام از حوزه کرخه

محمد رضا بلالی[1*]، سینا ملاح[1]، کامران افتخاری[1]، حامد رضایی[1]، کامبیز بازرگان[1]، وینای نانجیا[2]، فرهاد مشیری[1]، سعید غالبی[1]، ناصر نویدی[1]، مهدی پناهی[1]، فرهاد رجالی[1]، محمد رضا امداد[1]، ناصر دواتگر[1]، شهرام امیدواری[1]، محمد حسین داوودی[1]، زهرا محمد اسماعیل[1]، محمد غلامپور[1]، مراد سپهوند[3]، عبدالله موموندی[4]، مراد علی قنبر پوری[3]، صمد عبدی[3]، معصومه متین کیا[5]، مهناز سپهوند[5]، مراد عزیز الهی[6]

[1] اعضاء هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

[2] محقق موسسه بین المللی تحقیقات مناطق خشک (ایکاردا)

[3] اعضاء هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان

[4] مدیر هماهنگی ترویج سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان

[5] مدیر و مروجین پهنه تولیدی مرکز جهاد کشاورزی علی آباد

[6] تسهیلگر جامعه محلی

چکیده

به منظور دستیابی به چارچوب بومی مدیریت تلفیقی خاک و آب، بسته‌های مدیریتی تلفیقی در مقیاس مزرعه و تعمیم آن در کشور پروژه‌ای از سال ۱۳۹۱ با همکاری محققین و کارشناسان اجرایی و ترویجی بین المللی، ملی و استانی، مرکز جهاد کشاورزی مستقر در پهنه تولیدی و کشاورزان محلی زیر حوزه هنام با رویکرد مشارکتی انجام شد. تیم چند رشته‌ای با بازدید از منطقه و مصاحبه با کشاورزان مسائل را احصاء و چارچوب اجرای پروژه را تهیه و در دو فاز به اجرا درآورند. در فاز اول با تلفیق نقشه‌های محدودیت خاک و پراکنش عناصر غذایی واحدهای همگن مدیریتی خاک و آب که مسیر فعالیت بین رشته‌ای را فراهم می‌نماید، تهیه شد. در فاز دوم نیز پس از تحلیل شکاف برای هر واحد همگن، بسته‌های مدیریت تلفیقی ارائه شد. به منظور واسنجی و اعتبارسنجی بسته‌های مدیریتی، انتشار و تعمیم یافته‌ها در منطقه، مرکز علی آباد لرستان به عنوان سکوی نوآوری و انتقال دانش و فناوری انتخاب و توصیه‌های مدیریتی در مزارع منتخب با مشارکت کشاورزان داوطلب و سایر ذی‌نفعان، به مرحله اجرا درآمد که منجر به بهبود تولید گردید. با برگزاری کارگاه‌های آموزشی ظرفیت‌سازی کلیه مشارکت کنندگان و انتقال اطلاعات به مرکز جهاد کشاورزی، زمینه توصیه به بهره‌برداران و تصمیم سازی برای سیاستگذاری فراهم گردید.

کلمات کلیدی: مدیریت تلفیقی، بسته تلفیقی، تعمیم پذیری، واحد همگن مدیریتی، مشارکت و سکوی نوآوری

مقدمه

ابعاد فیزیکی- شیمیائی و اقتصادی - اجتماعی تخریب اراضی و بهره‌وری پایین آب، کوچک بودن اراضی، عدم مصرف بهینه نهاده‌های کشاورزی و بی‌اعتمادی کشاورزان، نشانگر پیچیدگی و نیروی محرکه توامان تخریب اراضی و آب و ناکارآمدی رویکردهای یکجانبه و بخشی‌نگر می‌باشد. سوال اساسی آنست که چه چارچوبی قادر است این ابعاد و مقیاس را به یکدیگر مرتبط نموده و بطور توام در نظر گیرد. این خود نیازمند چارچوبی کل نگر است که شرایط منطقه و بسترهای اجتماعی را مدنظر داشته و ما را در گذار به مدیریت پایدار اراضی و آب کمک نماید. دو مفهوم مدیریت تلفیقی منابع آب (IWRM)[1] و مدیریت پایدار اراضی (SLM)[2] از دهه ۱۹۹۰ میلادی با اعلام توسعه پایدار در سطح جهانی و منطقه‌ای با پذیرش دستور کار ۲۱ بدنبال پاسخی درخور به آن هستند. مدیریت تلفیقی منابع آب " فرآیندی است که هماهنگی مدیریت و توسعه آب، اراضی و منابع مرتبط با آن‌ها را بگونه‌ای ارتقاء می‌دهد تا پایداری زیست بوم وجه المصالحه قرار نگرفته و نتایج منتهی به حداکثر رفاه توامان اقتصادی و اجتماعی گردد." مدیریت پایدار خاک نیز ابعاد اجتماعی، اقتصادی و بوم‌شناسانه را بطور توام در نظر می‌گیرد و "فناوری‌ها، سیاست‌ها و فعالیت‌ها را با هدف تلفیق اصول اجتماعی- اقتصادی همراه با دغدغه‌های محیط زیستی بگونه‌ای لحاظ می‌دارد که سطح تولید را حفظ یا ارتقاء داده، مخاطرات تولید را کاهش، پتانسیل منابع

[1] Integrated Water Resource Management(IWRM)
[2] Sustainable Land Management(SLM)

طبیعی را حفظ و از تخریب خاک و آب جلوگیری نماید، بطوریکه از نظر اقتصادی قابل دوام و از نظر اجتماعی قابل پذیرش باشد" (Smyth and Dumanski, 1993).

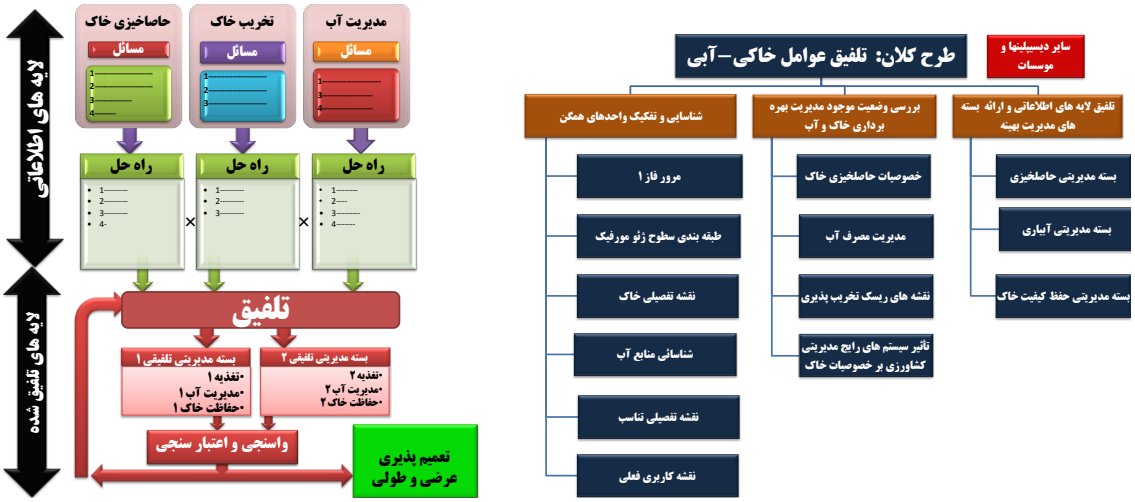
اولین تلاش منسجم ذیل برنامه چالش جهانی آب و غذا بین سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۸ توسط گروه مشورتی بین المللی تحقیقات کشاورزی در هفت حوضه آبخیز جهان که یکی از آن‌ها حوضه کرخه بود انجام و اولین گزارش مدیریت تلفیقی بالادست حوزه آبخیز کرخه تدوین گردید (غفوری و همکاران، ۲۰۰۸). در ادامه برنامه تحقیقاتی مناطق خشک (CRP-DS) در مقیاس مزرعه با تکیه بر رویکرد سیستمی از پارادایم تحقیقات خطی به مارپیچی و از تفکر پروژه‌ای به تفکر فرآیندی تغییر جهت داده و بدنبال بهبود سیستم‌های تولید و ترمیم‌پذیری معیشت ساکنین مناطق خشک بود. این رویکرد از طریق ارتباط درون و بین رشته‌ای نیازمند تغییر فرهنگ دستوری غالب بالا به پایین (FAO, 2006) و همکاری و مشارکت محققان، دانشمندان، تصمیم‌گیران، کشاورزان و سایر ذی نفعان می‌باشد (غفوری و سررشته‌داری، ۲۰۰۸). از این رو، موسسه تحقیقات خاک و آب در زیر حوزه هنام که با ۱۴۲ کیلومتر مربع وسعت، ۲۳ روستا و بیش از سه هزار بهره بردار در شهرستان مرکزی سلسله استان لرستان واقع شده (شکل ۱) اهداف فوق را در مقیاس مزرعه دنبال نمود.



شکل ۱ – تصویر محدوده مطالعاتی زیر حوزه هنام، مذاکرات استانی و بازدید منطقه‌ای

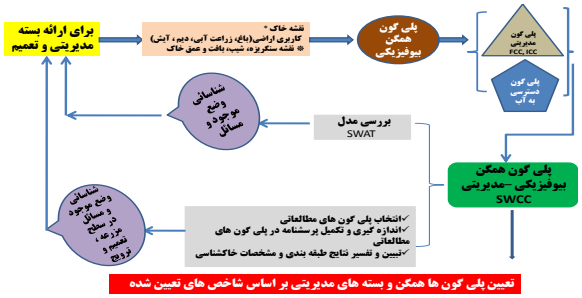
مواد و روش‌ها

این تحقیق شامل مصاحبه و تکمیل پرشنامه، تهیه نقشه واحدهای همگن مدیریتی خاک و آب، تهیه بسته‌های مدیریتی، واسنجی و اعتبارسنجی این بسته‌ها در مزارع کشاورزان داوطلب می‌باشد. از آنجا که کار از ابتدای طراحی تا پایان اجرا و نظارت بایستی مشارکتی انجام شود، ابتدا تیم چند رشته‌ای محققین تشکیل گردید که با ایجاد ادبیات مشترک زمینه‌ی کار بین رشته‌ای را فراهم نمود. سپس تجربیات فاز اول مطالعات آب و غذا در حوزه کرخه با حضور اعضاء پروژه بررسی شد. با در میان گذاشتن موضوع با کارشناسان و محققان استان لرستان و بازدیدهای میدانی، مصاحبه با کشاورزان و خبرگان محلی (شکل۱)، مسائل در دو دسته کلان شامل الف) مهمترین مسائل فنی خاک و آب: عدم تناسب اراضی با کاربری فعلی آن، مدیریت نامناسب حاصلخیزی خاک و عدم توازن عناصر غذایی در مزارع و باغات، عدم مدیریت درست پسماندهای دامی، بهره وری پایین آب و خاک، بالا بودن فرسایش و ریسک تخریب خاک، ضعف در عملیاتی کردن توصیه‌های مدیریتی و ب) مهمترین مسائل اقتصادی و اجتماعی: تولیدات کشاورزی بر محور دام، حفظ مالکیت زمین عامل کشت در شیب‌های بالا با عملکرد کم، سن بالای کشاورزان و مهاجرت جوانان، تامین هزینه‌های زندگی و تحصیل از طریق فروش اراضی احصاء گردید. در نتیجه چارچوب مفهومی به صورت مشارکتی و با همکاری کارشناسان بین المللی، ملی و محلی تدوین شد (شکل ۲).



شکل ۲- چارچوب مفهومی و لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز

برای کلیه اجزاء پروژه نمونه‌ها و داده‌ها بصورت مشترک تهیه و بانک اطلاعاتی منسجم ایجاد گردید، بگونه‌ای که برای کلیه مجریان قابل استفاده و قابل تلفیق باشد. با توجه به آنکه اطلاعات طرح برای مقیاس مدیریت پذیر ۱:۲۵۰۰۰ طراحی شده است، برای دستیابی به لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز در تعیین واحدهای همگن مدیریتی چارچوب کاری تعیین (شکل ۳) و بدین منظور ۱۱۹ پروفیل حفر و ۱۰۱ نمونه خاک سطحی برداشت شد. برای مجموع نمونه‌ها خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک سطحی اندازه‌گیری و کاربری اراضی، تخریب خاک، تخصیص و مدیریت عرضه و تقاضای آب و در



دسترس‌پذیری و الگوی مصرف آب تعیین شد (شکل ۳).



شکل ۳- مسیر تعیین واحد های همگن مدیریتی خاک و آب و مطالعات انجام شده

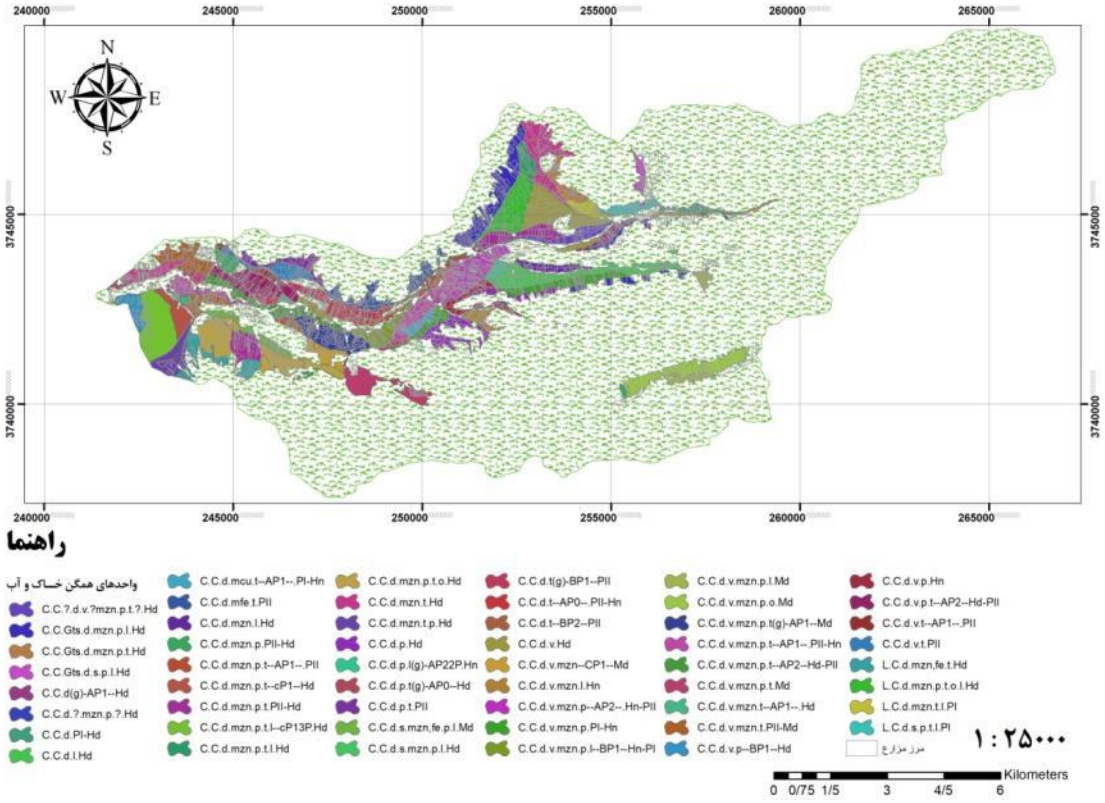
نتایج و بحث

واحدهای همگن خاک و آب به عنوان پایه‌ای برای تهیه بسته مدیریتی تلفیقی و تعمیم عرضی[3] و طولی[4] با استفاده از مفهوم سیستم طبقه-بندی قابلیت حاصلخیزی خاک ارائه شده توسط Sanchez و همکاران (۱۹۸۲) و Sanchez و همکاران (۲۰۰۳) تعیین شد (شکل ۴). در این سیستم که بافت خاک سطحی و عمقی و ویژگی‌های مشخصه[5] خاک و آب را در بر می‌گیرد، با توجه به شرایط خاک و آب کشور ویژگی های مشخصه اصلاح و تغییر داده شد (جدول ۱). بر مبنای سیستم اصلاح شده فوق با تلفیق نقشه‌های خاک و پراکنش عناصر غذایی، واحدهای همگن مدیریتی خاک و آب به صورت مجزا در کاربری‌های آبی و دیم تهیه و بسته‌های مدیریتیخاک و آب متناسب با آن‌ها ارائه و توسعه یافت.

جدول ۱. معیارهای لازم برای تعیین واحد های مدیریتی همگن خاک و آب

توضیحات	علامت	خصوصیات مشخصه		خاک عمقی		خاک سطحی	
رژیم رطوبتی خشک	d	رژیم رطوبتی	Sandy	S	Sandy	S	Sandy
رژیم رطوبتی مرطوب	w		Loamy	L	Loamy	L	Loamy
مشاهدات صحرایی	v	درز و شکاف	Clayey	C	Clayey	C	Clayey
			Rock	R	Organic	O	
سنگریزه درشت ۳ تا ۱۵ درصد	(g)	سنگریزه سطحی					
سنگریزه درشت ۱۵ تا ۳۵ درصد	g						
سنگریزه درشت ۳۵ تا ۷۵ درصد	G						
قلوه سنگ ۱۵ تا ۳۵ درصد	s						
قلوه سنگ ۳۵ تا ۷۵ درصد	S						
سنگ درشت ۳ تا ۱۵ درصد	b						
سنگ درشت ۱۵ تا ۷۵ درصد	B						
سنگریزه ۱۵ تا ۳۵ درصد	g	سنگریزه عمقی					
سنگریزه ۳۵ تا ۷۵ درصد	G						
٪۲ – ۵	b	شیب فرعی					
٪۵ -۸	c						
٪۸ -۱۲	d						
٪۱۲ – ۲۵	e						
٪۲۵ – ۴۰	f						
٪۲<	A	شیب اصلی					
٪۲ – ۵	B						
٪۵ -۸	C						
٪۸ -۱۲	D						
٪۱۲ – ۲۵	E						
٪۲۵ – ۴۰	F						
T.N.V>25%	t	آهک					
OC<1%	o	ماده آلی					
<10	p	فسفر					
<۲۰۰	K	پتاسیم					
Cu<0.7 Zn<0.7 Mn<5 Fe<5 B<0.8	m	عناصر غذایی ریز مغذی					
عمق خاک ۱۲۰ – ۸۰ سانت و لایه محدودکننده از جنس سنگ پودری	1P	لایه محدود کننده					
عمق خاک ۸۰ – ۵۰ سانت و لایه محدودکننده از جنس سنگ پودری	2P						
عمق خاک ۵۰ – ۲۵ سانت و لایه محدودکننده از جنس سنگ پودری	3P						
عمق خاک ۲۵ – ۱۰ سانت و لایه محدودکننده از جنس سنگ پودری	4P						
عمق خاک ۱۲۰ – ۸۰ سانت و لایه محدودکننده از جنس سنگ و سنگریزه	1Z						
عمق خاک ۸۰ – ۵۰ سانت و لایه محدودکننده از جنس سنگ و سنگریزه	2Z						
عمق خاک ۵۰ – ۲۵ سانت و لایه محدودکننده از جنس سنگ و سنگریزه	3Z						
عمق خاک ۱۲۰ – ۸۰ سانت و لایه محدودکننده از جنس سنگ سخت	1L						
عمق خاک ۸۰ – ۵۰ سانت و لایه محدودکننده از جنس سنگ سخت	2L						
عمق خاک ۵۰ – ۲۵ سانت و لایه محدودکننده از جنس سنگ سخت	3L						
<۱ mm/hr	P_0	نفوذپذیری					
۱ - ۲۰ mm/hr	P_1						
۶۰ ۲۰ - mm/hr	P_2						

[3] Out-scaling
[4] Up-scaling
[5] Modifier



شکل ۴ – واحدهای همگن مدیریت خاک و آب در زیر حوزه هنام

به موازات فاز اول برای تعیین واحدهای همگن مدیریتی، قدم‌های اولیه جهت تهیه بسته‌های مدیریتی تلفیقی خاک و آب برداشته شد. در این راستا مصاحبه با جامعه محلی نشان داد که کارایی مصرف آب و کود در منطقه پایین می‌باشد. بدین جهت نمایشگاه فناوری حاصل از تحقیقات شامل مدیریت مصرف بهینه کود، بهبود بهره‌وری آب با استفاده از اصلاح میکروبی (قارچ آربوسکولار مایکورایزا و آزوسپیریلیوم به عنوان محرک رشد گیاهی) و آبیاری جویچه‌ای یک در میان در سطح مزرعه برگزار و فناوری‌های موجود به کشاورزان معرفی شدند. در مزارع کشاورزان داوطلب، فناوری-های معرفی شده با همکاری محققین و مروجین در دو تیمار عرف کشاورز و تیمار تحقیقاتی در تناوب چغندر – گندم اعمال و بستر مناسب برای حرکت بسوی تعمیم پذیری عرضی بسته‌های مدیریت خاک و آب در سطح حوضه را ایجاد نمود. هنگام برداشت محصول در تیرماه ۱۳۹۳ در روز مزرعه نتایج طرح شامل ارتقاء سطح تولید (از ۵ به ۷/۵ تن گندم) و افزایش کارایی مصرف آب به میزان ۱۳ درصد به سایر کشاورزان منطقه نشان داده شد (شکل ۵).



شکل ۵ – کارگاه محلی با مشارکت کشاورزان، مروجان و محققان

پس از تعیین واحد های همگن، تحلیل شکاف و توصیف وضعیت هر واحد، بسته‌های مدیریتی تلفیقی خاک و آب تکمیلی ارائهشد که یک نمونه آن در جدول ۲ نشان داده شده است. برای واسنجی و اعتبارسنجی بسته‌های مدیریتی، انتشار و تعمیم یافته‌ها در منطقه، مرکز علی آباد لرستان به عنوان سکوی نوآوری و انتقال دانش و فناوری انتخاب و توصیه‌های مدیریتی در مزارع منتخب با مشارکت کشاورزان داوطلب به عنوان کانون‌های هر واحد همگن و سایر ذی‌نفعان، در دو تیمار عرف کشاورز و تیمار بسته های تلفیقی به مرحله اجرا درآمده و تایید شد (شکل ۶).

جدول ۲- بسته تلفیقی توصیه شده برای یک واحد همگن مدیریتی خاک و آب

بسته مدیریتی خاک و آب	شناخت و توصیف وضعیت واحد همگن مدیریتی	واحد همگن مدیریتی خاک و آب
مصرف ۴۰-۳۰ تن در هکتار کود آلی حداقل۳ سال یکبار؛ حفظ حداکثری بقایای گیاهی با لحاظ جنبه های اقتصادی. انجام زیر شکن تا عمق ۵۰ سانتی متر حداقل ۳ سال یک بار قبل از کشت برای زراعت چغندرقند در خاک خشک. عناصر غذایی محدود کننده تولید به ترتیب ازت، فسفر، روی، آهن می-باشد. مصرف کودهای نیتروژنی(اوره) در سه تقسیط و آبیاری بلافاصله بعد از مصرف کود. مصرف کود فسفاتی به مقدار ۲۰۰-۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریبل یا فسفات آمونیوم در هنگام کاشت به صورت پخش سطحی و اختلاط با خاک و یا مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود به صورت نواری. مصرف ۴۰-۳۰ کیلوگرم سولفات روی به همراه دوبار محلول پاشی سولفات روی در پنجه زنی و ساقه روی گندم و جو. مصرف محلول پاشی عناصر کم مصرف با غلظت ۵-۳ در هزار در دو مرحله. کشت به صورت فارویی و عدم آبیاری سنگین بیش از حد برای جلوگیری و کاهش کمبود عناصر کم مصرف به ویژه آهن. مصرف ۴ لیتر در هکتار باکتری محرک رشد و قارچ های مایکوریزی در کشت گندم و جو به صورت اختلاط با بذر. مصرف ۵۰۰ گرم مایکوریز به ازای هر درخت برای باغات احداث شده و مصرف ۱۰۰ گرم به ازای هر درخت برای باغات در حال احداث. مصرف باکتری های تثبیت کننده نیتروژن و قارچ های مایکوریزی به میزان ۴ لیتر در هکتار در گیاهان لگوم، نخود، شبدر و یونجه و مصرف باکتری های محرک رشد به میزان ۴ لیتر در هکتار برای کشت چغندرقند. می‌شود.	علی‌رغم مناسب بودن مقدار کربن آلی در خاک ولی به دلیل دسترسی به منابع آلی و لزوم توجه به کربن آلی خاک و حفظ سطح مناسب کربن خاک و استفاده از کود آلی توصیه می‌شود. میزان رس بیش از ۳۰ درصد نفوذپذیری کم، ظرفیت نگهداری آب بالا، پتانسیل روان آب بالا در اراضی شیبدار، دشواری خاک¬ورزی ایجاد لایه غیر قابل نفوذ شخم، ظرفیت تبادل کاتیونی خوب، بیرون¬زدگی چغندرقند، بالا رفتن دنیترفیکاسیون مدیریت خاکهای سنگین، استفاده از زیرشکن، استفاده از مواد آلی برای بهبود نفوذپذیری آب، تهویه نامناسب و احتمال بروز کمبود عناصر کم مصرف به ویژه آهن در اوایل فصل رشد گیاه و درختان میوه، عدم سبز بذر به دلیل آبیاری سنگین در ابتدای فصل شرایط ماندابی حاصل از بارندگی، جهت تولید محصول نیاز به آبیاری دارد. نیاز به آبیاری تکمیلی دارد. توجه به بهسازی محیط خاک در هنگام کاشت نهال و احداث باغ. بدلیل دارا بودن ویژگی ورتیک که ناشی از ۳۵ درصد ذرات رس چسبیده و بیش از ۵۰ درصد رس جزو رسهای ۲:۱ انبساط پذیر می-باشد، موجب بروز شکاف شده، انقباض و انبساط شدید لایه سطحی، احتمال آبشویی عناصر غذایی به ویژه کودها و عنصر نیتروژن از محل شکاف¬های عمیق را همراه خواهد داشت. بدلیل کربنات کلسیم کل بیش از ۲۵ درصد، احتمال بروز کمبود عناصر کم مصرف به ویژه آهن و روی و کمبود فسفر وجود دارد (میزان فسفر خاک کمتر از ۱۰ و روی کمتر از ۰/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم نشانگر نیاز به مصرف فسفر و روی است). همچنین تثبیت بالای فسفر (افزایش میزان مصرف مدیریت عناصر غذایی کم مصرف و مصرف خاکی و محلول‌پاشی) و تصعید بالای نیتروژن در صورت کاربرد سطحی کودهای نیتروژنه، کاربرد نواری و عمقی نیتروژن و فسفر در زراعت و در باغات چالکود توصیه می‌شود. بدلیل احتمال بالای تثبیت پتاسیم در باغات چالکود توصیه می‌شود. قابلیت کاربرد تمامی روش‌های آبیاری و تحت فشار برای تمامی گیاهان زراعی و باغات، آبیاری جویچه‌ای به منظور مصرف بهینه آب در گیاهان ردیفی توصیه می‌شود. تخریب فرسایش آبی با کاهش عمق خاک سطحی در اثر فعالیت‌های کشاورزی و قطع درختان جنگلی، با درجه پسرفت متوسط، سرعت پسرفت آهسته، وسعت پسرفت کم و با تاریخ بیش از ۲۵۰ سال از شروع فعالیت دیده می شود. همچنین عوامل تخریب- پسرفت حاصل‌خیزی در اثر فعالیت‌های کشاورزی و قطع درختان جنگلی، با درجه پسرفت متوسط، سرعت پسرفت آهسته، وسعت پسرفت کم و با تاریخ بیش از ۲۵۰ سال از شروع فعالیت دیده می شود	C.C.d.v.mzn.p.t--AP1—PII

با تائید بسته‌های مدیریتی تلفیقی در واحدهای همگن مدیریتی که اکنون در اختیار مرکز جهاد کشاورزی است، بستر لازم برای تعمیم عرضی نتایج فوق و مشارکت سایر ذی‌نفعان برای تحقق تعمیم‌پذیری طولی و در نتیجه پذیرش و تاثیر کوتاه و بلند مدت[6] نتایج به ۲۳ روستا و ۳۵۰۰ مزرعه حوضه، ارتقاء متوسط تولید و حفظ پایداری آن فراهم می‌باشد. لازم به ذکر است به منظور توسعه و گسترش بسته‌های مدیریتی نیاز به تدقیق این بسته‌ها توسط سایت‌های الگویی به مدت حداقل سه سال می‌باشد.



شکل ۶- اجرای بسته های مدیریتی تلفیقی با همراهی و مشارکت کشاورزان هنام

[6] Outcome and Impact

منابع

غفوری، م.، و سررشته‌داری، ا. ۱۳۸۶. سیر تکاملی مدیریت آبخیز، نسل سوم، همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری با محوریت مدیریت آبخیز. ۱ و ۲ اسفند.

FAO. 2006. The new generation of watershed management programmes and projects. FAO Forestry Paper 150. FAO, Rome, Italy.

Ghafouri, M., H. Siadat, T. Oweis (Eds). 2012. Integrated watershed management in the upper catchments of Karkheh River Basin of Iran. CPWF Karkheh River Basin. Research Report no. 12, ICARDA, Aleppo, Syria. 89 pp.

Sanchez, P. A., C. A. Palm, S. W. Buol. 2003. Fertility capability soil classification: a tool to help assess soil quality in the tropics. Geoderma. 114 (3-4): 157-185.

Sanchez, P. A., W. Couto, S. W. Buol. 1982. The fertility capability soil classification system: Interpretation, applicability and modification. Geoderma. 27 (4): 283-309.

Smyth, A.J, Dumanski, J. (1993). FESLM, an international framework for evaluating sustainable land management. World Soil Resources Report. no 73. FAO, Rome

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Water Deficit Stress and Methods of Water Conservation

Integration of soil and water related factors to sustain crop production in farm level (Case study: Honam subcatchment of Kharkheh River Basin)

M. R. Balali[*1], S. Mallah[1], K. Eftekhari[1], H. Rezaei[1], K. Bazargan[1], V. Nenjia[2], F. Moshiri[1], S. Ghalebi[1], N. Navidi[1], M. Panahi[1], M. Panahi[1], F. Rejali[1], M. R. Emdad[1], N. Davatgar[1], S. Omidvari[1], M. H. Davoodi[1], Z. Mohammadesmaeil[1], M. Gholampour[1], M. Sepahvand[3], A. Mumvandi[4], M. Ghanbarpouri[3], S. Abdi[3], M. Matinkia[4], M. Sepahvand[4], M. Azizollahi[5]

[1] Soil and Water Research Institute, Iran

[2] International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Jordan

[3] Agriculture Research Center and Natural Resources of Lorestan

[4] Agriculture - Jahad of Lorestan province, Iran

[5] Local community facilitator

Abstract

To achieve indigenous integrated soil and water management framework, integrated recommended packages on farm level and its out–up scaling in the country, a project has carried out since 2013, in collaboration with international, national and provincial researchers, administrative experts, Ali Abad Agricultural Center local extensions as production area and local farmers in a participatory approach. The multidisciplinary team through visits of the region and interviews with farmers, reviewed and prioritized the issues and implemented the project framework into two phases. By integration of soil limitation and nutrient maps of first phase, Soil and Water Homogeneous units were produced which facilitate interdisciplinary activities. In the second phase, integrated management packages were presented after gap analysis for each homogeneous unit. In order to calibrate and validate management packages, out and up scaling in the region, Ali Abad Agricultural Center selected as an innovation platform and technology transfer of packages to implement bestbets with volunteered farmers participation which led to improved production. During the project, capacity building happened through workshops for all participants and transferring information to the Aliabad Center could facilitate decision making for the local policy makers.

Keywords: Integrated management, integrated recommended package, scaling, homogenous unit, community based and participatory research, innovation platform

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تحلیل وضعیت حاصلخیزی خاک کشور از دیدگاه مدیریت تلفیقی: چالش ها و راهبردها

محمد رضا بلالی[۱]، سید علی غفاری نژاد*[۱]

۱- استادیار پژوهش و عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده

پایداری حاصلخیزی خاک از ارکان اصلی تولید، سلامت جامعه و حفظ محیط زیست می‌باشد. در این نوشتار ابتدا ویژگی‌های مختلف مربوط با وضعیت حاصلخیزی خاک‌های کشاورزی کشور از سه جنبه شیمیائی، بیولوژیکی و فیزیکی مورد ارزیابی قرار گرفت. در بعد حاصلخیزی شیمیائی بیش از ۲۳۶۰۰ داده تجزیه خاک مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در مورد حاصلخیزی بیولوژیک به دلیل کمبود ماده آلی در خاک‌های ایران و هتروتروف بودن اغلب باکتری‌های خاک‌زی فعالیت بیولوژیک این خاک‌ها کم است. در مقایسه با سایر نقاط کشور جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌ها در خاک‌های ناحیه خزری به دلیل شرایط مرطوب و نیمه مرطوب بیشتر است. اما در خاک‌های مناطق خشک نسبت به مناطق مرطوب به دلیل رطوبت و ماده آلی کم در این مناطق جمعیت باکتری‌ها و قارچها بسیار کمتر است. در یک جمع بندی کلی حاصلخیزی خاک به‌ویژه با توجه به میزان ماده آلی کم خاک‌ها در بخش عمده‌ای از اراضی زیر کشت در محدوده مناسب نمی‌باشند. برداشت عناصر غذایی از خاک و عدم جبران آن باعث شده تا خاک‌های کشاورزی دچار تخلیه بنیه غذایی گردند. بنظر می‌رسد حتی حد کفایت نیز در مدیریت حاصلخیزی خاک‌های ایران رعایت نمی‌شود و شاهد کم‌شدن حاصلخیزی خاک‌های کشور هستیم.

کلمات کلیدی: پایداری، حاصلخیزی خاک، ویژگی های خاک

مقدمه

در برنامه پایداری تولید محصول، پایداری حاصلخیزی خاک از جمله ارکان اصلی می باشد. عموماً مفهوم حاصلخیزی خاک مرتبط با حاصلخیزی شیمیائی خاک و توانائی آن در تأمین نیازهای غذائی گیاهان تلقی شده است. حاصلخیزی خاک را توان کیفی خاک برای تأمین عناصر غذایی به مقدار کافی و در توازن مطلوب برای رشد گیاهان یا محصولاتی معین تعریف نموده‌اند (فرهنگستان علوم، ابطحی و همکاران، ۱۳۷۹). گرچه بخش مهمی از حاصلخیزی خاک را درکوتاه مدت این جزء در بر می‌گیرد اما برای تولید پایدار کافی نیست. بنابراین مدیریت حاصلخیزی خاک عبارتست از سازماندهی کلیه‌ی عواملی که موجب بهبود و حفظ حاصلخیزی خاک و اجزای سه گانه‌ی آن یعنی جنبه‌های فیزیکی، شیمیائی و بیولوژیک تاثیرگذار بر کمیت و کیفیت تولید، سلامت منابع خاک و محیط زیست که بهره‌برداری پیوسته از آن را امکان‌پذیر می‌سازد (اسدی رحمانی و همکاران، ۱۳۸۶). اما تا سالهای متمادی استفاده از کودهای شیمیایی برای حفظ حاصلخیزی خاک از ارکان اصلی مدیریت حاصلخیزی خاک به شمار می رفت. در دو دهه اخیر با بروز مسائل زیست محیطی، توجه بیشتر به جنبه های فیزیکی و بیولوژیکی حاصلخیزی خاک در کنار جنبه شیمیایی آن افزایش یافته است. برای نیل به اهداف پایداری حاصلخیزی خاک، لزوم حفظ و افزایش کربن آلی و تنوع زیستی خاک سبب تغییر در پارادایم های مدیریت حاصلخیزی خاک شده است. پارادیم های حاصلخیزی خاک از جنبه صرفا شیمیایی و جایگزینی عناصر غذایی به مدیریت تلفیقی و جامع اتفاق افتاده است. پایه های اصلی این پارادایم بر وابستگی بیشتر به فرایندهای بیولوژیکی با هدف بهینه نمودن چرخه عناصر غذائی، بهبود ژرمپلاسم گیاهی و توجه به ژرمپلاسمهای سازگار با شرایط خاک، به حداقل رساندن مصرف نهاده های بیرونی به ویژه شیمیایی و افزایش کارائی مصرف آنها و مصرف توام نهاده های معدنی و آلی استوار است.

*ma_ghaffari51@yahoo.com - ایمیل نویسنده مسئول

با توجه به توضیحات فوق این نوشتار ابتدا در دو بخش جداگانه به ارزیابی ویژگی های مختلف مربوط به وضعیت حاصلخیزی خاک های کشاورزی کشور از سه جنبه شیمیائی، بیولوژیکی و فیزیکی پرداخته تا معلوم شود بر اساس سیاست های حاصلخیزی که ذکر گردید کدام یک و آیا حد کفایت در کشور رعایت می گردد.

وضعیت عناصر غذائی در خاکهای تحت کشت کشاورزی

در سالهای گذشته تحقیقات پراکنده ای در مورد پراکنش عناصر غذایی، پایش حاصلخیزی خاک و تعیین وضعیت عناصر غذایی در خاک های ایران انجام گرفته است. که از جمله آنها می توان تهیه بانک اطلاعات مکاندار حاصلخیزی خاک در کشور(شهبازی۱۳۸۷) است. وی ۱۱۰۰۰ رکورد اطلاعاتی (۶۳۰۰) تجزیه خاک را از آزمایشگاههای خاکشناسی سراسر کشور جمع آوری کرد. علاوه بر این موارد بررسی های دیگری نیز از وضعیت حاصلخیزی خاک انجام شده که از جمله آنها می توان به تعیین پراکنش و توصیه عناصر غذایی در اراضی زیر کشت محصولات آبی شش استان کشور(طهرانی ۱۳۸۹)، شناسایی و انتخاب هدفمند مکانهای مطالعاتی در خاکهای تحت کشت گندم (خادمی و همکاران ۱۳۸۴) و تأثیر عناصر کم مصرف و اثر متقابل آن‌ها بر افزایش تولید گندم آبی (بلالی، ۱۳۸۴) نام برد. تمامی داده های مربوط به مطالعات ذکر شده که در فاصله سال های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۱ انجام شده اند در یک بانک اطلاعات در بخش شیمی، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه موسسه جمع آوری شد و نتایج و تحلیل های آن در فصل دوم جلد اول برنامه جامع حاصلخیزی خاک (بلالی و همکاران ۱۳۹۳) منتشر شد. نتایج مطالعه مستقل دیگری که در طرح پایش کیفیت خاک‌های کشاورزی بمنظور آگاهی از روند تغییرات کیفیت خاک در بیش از ۳۰۰۰ پایگاه مطالعاتی (به ازای حدود هر ۶۰۰ هکتار یک پایگاه) با پراکنش مناسب از نظر نوع کشت (باغی و زراعی)، آیش، آبی و دیم در کلیه استان‌های کشور انجام شد، با این نتایج همخوانی مناسبی داشت (سعادت و رضایی، ۱۳۹۷).

برای تکمیل این بانک اطلاعاتی طی نامه ای از بخش های تحقیقاتی خاک و آب مراکز تحقیقاتی سراسر کشور خواسته شد تا نتایج تجزیه خاک انجام شده طی سال های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۶ را ارسال کنند. داده های جمع آوری شده تحت عنوان حاصلخیزی دشت ها به این بانک اضافه گردید. آخرین تجزیه و تحلیل روی این داده ها نشان داد نتایج آن با آنچه در جلد اول برنامه جامع حاصلخیزی خاک (بلالی و همکاران ۱۳۹۳) منتشر شده است تفاوتی ندارد و آن نتایج را تایید می کند. در ادامه نتایج این بانک اطلاعاتی مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد.

کربن آلی

آنالیز نتایج این بانک اطلاعاتی نشان داد، میزان کربن آلی ۲۱/۶ درصد از خاک های کشاورزی ایران کمتر از ۰/۵ درصد، ۶۱/۶ درصد از آنها کمتر از یک درصد، ۲۴/۴ درصد بین یک تا ۱/۵ درصد و ۱۴ درصد بیش از ۱/۵ درصد است. بررسی ها نشان داد همبستگی کاملا معنی داری (r=0.91) بین میزان بارندگی و متوسط کربن آلی در هر منطقه وجود دارد. آنچه از این داده ها برداشت می شود این است که این نتایج با سایر بررسی های انجام شده در این زمینه مانند نتایج شهبازی (۱۳۸۷) و سعادت و رضایی (۱۳۹۷) هماهنگ است. بنابراین صحت این داده ها تا حد زیادی تایید می شود.

میزان کربن آلی در قسمت اعظم خاک های ایران کمتر از یک درصد است که نشان دهنده ناپایداری خاک های ایران از لحاظ حاصلخیزی است (بلالی و همکاران، ۱۳۹۳). دلایل مختلفی را برای کم بودن میزان کربن آلی در خاک های ایران می توان ذکر کرد. از جمله آنها می توان به اقلیم خشک و نیمه خشک ایران، جوان بودن خاک ها، عدم تکامل پروفیلی و کم بودن حاصلخیزی خاک، تغییر کاربری اراضی و مدیریت نامناسب خاک، بقایای گیاهی و عملیات زراعی اشاره کرد.

ارزیابی تغییرات کربن آلی در طول دوره های زمانی نشان می دهد که میزان کربن آلی در خاک های کشاورزی ایران به دلیل مدیریت نامناسب خاک، بقایای گیاهی و عملیات زراعی رو به کاهش است. این روند در شمال کشور یعنی استان های گیلان، مازندران و گلستان وجود دارد (جدول ۱). مقدار کربن آلی در این سه استان و میانگین کربن آلی در منطقه از سال ۱۹۶۶ تا سال ۲۰۱۷ به طور محسوسی کاهش یافته است. میانگین کربن آلی در این سه استان از ۲/۳۹ درصد در سال ۱۹۶۶ به ۱/۷ درصد در سال ۲۰۱۷ کاهش یافته است.

جدول ۱. تغییرات کربن آلی در دوره های زمانی مختلف در شمال کشور

منطقه	تعداد نمونه (فائو، ۱۹۶۶)	میانگین کربن آلی (۱۹۶۶)	تعداد نمونه (۲۰۱۷)	میانگین کربن آلی(۲.۱۷)
گیلان	۲۳۱	۳/۶۳	۱۱۶۲	۲/۱۰
مازندران	۱۸۸	۲/۲۹	۱۹۰۴	۱/۹۰
گلستان	۸۵	۱/۹۷	۲۷۳۰	۱/۳۰
میانگین		۲/۳۹		۱/۷۰

همچنین در سایر نقاط کشور نیز میانگین کربن آلی طی سال های ۱۹۶۶ تا ۲۰۱۷ کاهش نشان می دهد (داده ها آورده نشده است). آزمایش های متعددی نشان داده است که با مدیریت صحیح خاک ورزی، مصرف کود بویژه کودهای آلی، تناوب و آبیاری و استفاده از کود سبز می توان میزان کربن

آلی خاک را بهبود بخشید. نمونه هایی از آزمایش هایی که استفاده از کود آلی و سبز می تواند منجر به افزایش میزان کربن آلی در خاک شود توسط مشیری و سماوات (۱۳۹۶) جمع آوری شده است.

فسفر

آنالیز نتایج این بانک اطلاعاتی نشان داد، میزان فسفر قابل استفاده ۲۴/۳ درصد از خاک های کشاورزی ایران کمتر از ۵، ۳۰/۹ درصد از آنها بین ۵ تا ۱۰، ۱۷/۲ درصد بین ۱۰ تا ۱۵ و ۲۷/۶ درصد بیش از ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم است. با در نظر گرفتن حد بحرانی ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم فسفر در خاک نتایج نشان می دهد بیش از ۷۰ درصد خاک های ایران در حال حاضر با مشکل کمبود فسفر روبرو هستند. گرچه هنوز میزان فسفر خاک کمتر از حد بحرانی است لیکن ارزیابی تغییرات میزان فسفر قابل استفاده خاک در طی زمان (جدول ۲) (فقط استان های شمالی نشان داده شده است) نشان می دهد میزان فسفر قابل استفاده خاک های کشاورزی ایران رو به افزایش است. اما با وجود این افزایش قسمت اعظم خاک های ایران همچنان از کمبود این عنصر رنج می برند. دلیل این افزایش مصرف کودهای حاوی این عنصر است. از سال ۱۳۳۶ که استفاده از کودهای شیمیایی در ایران آغاز شد مصرف دو کود نیتروژن دار و فسفره نسبت به سایر کودها بیشتر بوده و در حالیکه میزان جذب فسفر توسط گیاه یک پنجم نیتروژن و پتاسیم است. همین امر سبب افزایش میزان فسفر در خاک های کشاورزی شده است. اما برای تایید این نتیجه باید ارزیابی های دقیقی صورت پذیرد.

جدول ۲. تغییرات فسفر قابل استفاده خاک (میلی گرم در کیلوگرم) در دوره های زمانی مختلف در شمال کشور

منطقه	تعداد نمونه (فائو، ۱۹۶۶)	میانگین فسفر قابل استفاده (۱۹۶۶)	تعداد نمونه (۲۰۱۷)	میانگین فسفر قابل استفاده (۲۰۱۷)
گیلان	۲۳۱	۱۰/۷	۱۹۶۸	۲۳/۹
مازندران	۱۸۸	۱۲/۰	۵۹۴۵	۲۲/۷
گلستان	۸۵	۹/۴	۲۷۸۰	۱۱/۱
میانگین		۱۱/۰	۵۷۹۶	۱۹/۲

پتاسیم

آنالیز نتایج این بانک اطلاعاتی نشان داد، میزان پتاسیم در ۵/۶ درصد از خاک های کشاورزی ایران کمتر از ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم، ۲۳ درصد بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی گرم و ۷۱/۳ درصد بیش از ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم است. متوسط میزان پتاسیم در خاک های کشاورزی ۳۰۴ میلی گرم در کیلوگرم است. این نتایج با گزارش سعادت و رضایی (۱۳۹۷) مشابه است.

تغییرات میزان پتاسیم خاک طی زمان در فصل دوم کتاب برنامه جامع حاصلخیزی خاک (بلالی و همکاران، ۱۳۹۳) مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که میزان پتاسیم در خاک های کشاورزی ایران در حال کاهش است. همچنین سیادت و همکاران (۱۹۹۹) تخلیه پتاسیم در خاک های کشاورزی ایران را نشان دادند. داده های این ارزیابی نیز این واقعیت را نشان می دهد که در مناطق مختلف کشور تخلیه پتاسیم در حال اتفاق افتادن

است. داده های مربوط به شمال کشور در جدول ۳ نشان داده شده است. در مورد سایر مناطق داده ها نشان داده نشده است. دلایل متعددی برای این امر وجود دارد که از جمله آنها می توان به کشت ارقام پرمحصول که میزان زیادی پتاسیم از خاک برداشت می کنند، تغذیه نامتعادل که عمدتا بر استفاده از نیتروژن و فسفر تاکید دارد و عدم تامین پتاسیم مورد نیاز گیاه به تصور زیاد بودن میزان پتاسیم در خاک، عدم وجود تناوب زراعی و تک کشتی که منجر به تثبیت پتاسیم می شود، استفاده بیشتر از آبهای زیرزمینی با میزان کمتر پتاسیم نسبت به آبهای سطحی، می توان اشاره کرد.

جدول ۳. تغییرات پتاسیم قابل استفاده خاک (میلی گرم در کیلوگرم) در دوره های زمانی مختلف در شمال کشور (فائو، ۱۹۶۶)

منطقه	تعداد نمونه (۱۹۶۶)	میانگین پتاسیم قابل استفاده (۱۹۶۶)	تعداد نمونه (۲۰۱۷)	میانگین پتاسیم قابل استفاده (۲۰۱۷)
گیلان	۲۳۱	۱۹۳	۱۹۷۳	۱۸۴/۴
مازندران	۱۸۸	۳۴۲	۵۶۹۲	۲۵۴/۷
گلستان	۸۵	۲۹۲	۲۷۴۷	۲۵۷/۹
میانگین		۲۶۵	۵۷۹۶	۲۳۴

وضعیت عناصر سنگین و آلاینده ها

ارزیابی تحقیقات گذشته در رابطه با عناصر سمی و آلاینده توسط صفاری و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد غیر از محدوده اطراف مناطق صنعتی مانند کارخانه ها و معادن و شهرها در بقیه خاک ها مشکل خاصی از نظر عناصر سنگین در خاک وجود ندارد. اما با توجه به ورود این عناصر به خاک و ذخیره تجمعی آنها پایش دوره ای این عناصر در خاک اهمیت ویژه دارد. ویژگی های گیاه مانند نوع رقم و وضعیت سیستم ریشه، وضعیت خاک و فاصله از منابع آلوده کننده عناصر سنگین در جذب و تجمع عناصر آلاینده نقش دارد. آلودگی به نیترات در سبزیجات برگی در مواردی گزارش شده است که مربوط به مصرف بی رویه کودهای حاوی نیتروژن است.

وضعیت ویژگی های زیستی خاک

حاصلخیزی بیولوژیک خاک توان موجودات خاکزی (میکروارگانیسم‌ها، جانوران خاک و ریشه‌ها) برای تأمین نیازهای غذایی گیاهان، تعلیف دام، تولیدمثل و کیفیت (از دیدگاه انسان و دام) در عین حفظ فرآیندهای بیولوژیک است که تأثیر مثبتی بر وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک دارند (اسدی رحمانی و همکاران، ۱۳۸۶). به دلیل کمبود ماده آلی در خاک های ایران فعالیت بیولوژیک این خاک ها کم است. مثلا در خاکی با میزان کربن آلی ۰/۵ درصد در استان تهران جمعیت ازتوباکتر که باکتری هتروتروف و وابسته به ماده آلی خاک است، $۱/۵\times۱۰^{۳}$ در هر گرم خاک بود، اما بررسی ۵۰

خاک برنج زار در شمال ایران با میزان ماده آلی در حدود ۷ درصد نشان داد متوسط جمعیت باکتری های حل کننده فسفات، قارچ ها و باکتری ها $۱۰^{۷}$ ×۵، $۱۰^{۵}$×۷/۴ و $۱۰^{۴}$×۳/۲ بود (بشارتی و همکاران، ۲۰۱۸).

ویژگی های خاک و اقلیم نه تنها تعداد میکروارگانیسم های خاک را تحت تاثیر قرار می دهد بلکه بر تنوع و تعداد آنها تاثیر دارد. در مقایسه با سایر نقاط کشور جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم ها در خاک های ناحیه خزری به دلیل شرایط مرطوب و نیمه مرطوب بیشتر است. میکروارگانیسم های هتروتروف شامل باکتری ها و قارچ های هتروتروف جمعیت بیشتری در این ناحیه دارند. به طوریکه متوسط جمعیت باکتری ها و قارچ ها $۱۰^{۷}$×۵ و $۱۰^{۵}$×۲ سلول در هر گرم خاک گزارش شده است (فلاح و همکاران، ۲۰۰۴). به همین دلیل در خاک های مناطق خشک نسبت به مناطق مرطوب جمعیت باکتری ها و قارچ ها بسیار کمتر است. ایران شرایط متنوعی دارد که نقش عمده ای در تنوع و ترکیب نسبی موجودات خاک زی دارد. به دلیل دمای زیاد در مناطق مرکزی ایران و رطوبت کم و ماده آلی کم در این مناطق میزان کلی میکروارگانیسم ها در این خاک ها بسیار کم است. نوع پوشش گیاهی و مدیریت زراعی عوامل موثر در تعداد و ترکیب نسبی میکروارگانیسم های خاک هستند. به عنوان مثال ارزیابی انجام شده در چهار استان نشان داد خاک هایی که با گوگرد عنصری تیمار شده اند حاوی باکتری های اکسید کننده گوگرد زیادی بودند، در حالیکه خاک های تیمار نشده فاقد این باکتری ها بودند یا مقدار کمی از این باکتری ها را داشتند. یا در خاک هایی که برای چندین سال کشت لگوم در آنها صورت نگرفته است جمعیت ریزوبیوم ها به شدت کاهش پیدا می کند. به عنوان مثال جمعیت باکتری های همزیست در مزرعه ای در همدان که چند سال زیر کشت یونجه بود ۳۰۰ برابر خاک مجاور بود که تحت کشت نرفته بود. جمعیت مایکوریزا در مزارعی که یونجه، ذرت و سیب زمینی کشت می شود زیاد می گردد زیرا این گیاهان شرایط را برای رشد آنها فراهم می کنند. تغییر کاربری از مراتع به کشت گیاهان زراعی یا باغ سیب سبب کاهش کربن آلی و کاهش شدید آنزیم ها در خاک شد (ابراهیم زاده و همکاران، ۲۰۱۳).

با توجه به وجود گونه های مختلف مایکوریزا در اغلب خاک های ایران و تاثیر این قارچ در مقابله با تنش های محیطی، افزایش جذب آب توسط گیاه و جذب فسفر استفاده از گونه مناسب در هر منطقه می تواند در افزایش عملکرد موثر باشد. وجود قارچ های مایکوریزی در شرایط مختلف اقلیمی در خاک های ایران، ارتباط غیر تخصصی با گیاهان میزبان، تاثیرات مختلف بر گیاهان میزبان، تنوع گونه های میزبان، اثر متقابل مثبت با سایر ریزجانداران مفید خاک و پایداری مایه تلقیح آنها، استفاده از آنها را در بهبود حاصلخیزی خاک مفید است.

د- وضعیت ویژگی های فیزیکی خاک

حاصلخیزی فیزیکی خاک ظرفیت خاک برای ایجاد شرایط فیزیکی مناسب است که سبب بهبود تولید گیاه، تولیدمثل و کیفیت (از دیدگاه انسان و دام) شود بدون اینکه به تخریب ساختمان خاک و یا فرسایش خاک منجر شود و تأثیر مثبتی بر فرآیندهای شیمیایی و بیولوژیک خاک داشته باشد (اسدی رحمانی و همکاران،۱۳۸۶). برای ارزیابی وضعیت حاصلخیزی فیزیکی خاک از شاخص هایی مانند بافت، ساختمان خاک، قوام خاک، مقاومت به نفوذ (سختی خاک)، تهویه، ظرفیت نگهداری آب در خاک، میزان نفوذ آب در خاک، وزن مخصوص ظاهری، میزان خاکدانه سازی، قطر خاکدانه ها و میزان

پایداری خاکدانه ها استفاده می شود. استفاده از مواد آلی سبب فراهم شدن کربن، نیتروژن و انرژی مورد نیاز میکروارگانیسم های خاک و افزایش جمعیت آنها می شود. در نتیجه بر تشکیل مواد هوموسی تاثیر می گذارد. با تشکیل ترکیبات هوموسی ذرات خاک توسط زنجیره های آلی حاصل از هوموسی شدن به هم شده و زمینه تشکیل خاکدانه را فراهم می سازد. از طرفی با افزایش تخلخل در خاک نفوذ آب در خاک بیشتر شده و ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک افزایش می یابد. بهبود محیط فیزیکی خاک ویژگی های شیمیایی و بیولوژیک خاک را تحت تاثیر قرار می دهد (شکل ۱۰). نتایج سماوات (۱۳۹۵) نشان داد استفاده از کود آلی از دو منبع مختلف سبب افزایش خاکدانه سازی به میزان ۱۰ تا ۳۰ درصد و آب قابل استفاده در خاک ۵ تا ۱۰ درصد در مناطق مختلف شد.

جمع بندی

با توجه به افزایش جمعیت و افزایش تقاضا برای غذا فشار بر منابع خاک و آب آغاز شده و این منابع بایستی فشار بیشتری را نیز در آینده تحمل نمایند. عدم تغییر قابل توجه در افزایش سطح زیر کشت و خارج شدن اراضی از گردونه کشت به دلیل محدودیت آب، شور شدن، تبدیل اراضی، فرسایش و ...

به معنی آن است که تنها راه برای تامین غذا حفظ سطح زیر کشت فعلی و تلاش در جهت افزایش تولید در واحد سطح یا عملکرد است که در این میان وضعیت حاصلخیزی خاک و تغذیه بهینه گیاه نقشی بسزا در این امر دارد. آنچه در این قسمت مورد بحث قرار گرفت، حاکی از آن است که حاصلخیزی خاک به‌ویژه با توجه به میزان ماده آلی کم خاک‌ها در بخش عمده‌ای از اراضی زیر کشت در محدوده مناسب نمی‌باشند. برداشت عناصر غذایی از خاک و عدم جبران آن باعث شده تا خاک‌های کشاورزی دچار تخلیه بنیه غذایی گردند. روند میزان عناصر غذائی برداشت شده توسط کل محصولات زراعی و باغی و روند عناصر غذائی جبرانی به خاک از طریق کود تصویر هشدار دهنده‌ای در ارتباط با وضعیت تخلیه بنیه غذائی ارائه می‌نماید. آنچه قابل نتیجه گیری است این است که حتی حد کفایت نیز در مدیریت حاصلخیزی خاک های ایران رعایت نمی شود و شاهد کم شدن حاصلخیزی خاک های کشور هستیم.

منابع

ابطحی، ع. و همکاران. ۱۳۷۹. فرهنگ کشاورزی و منابع طبیعی (شامل تعریف و معادل فارسی واژه‌های علمی). جلد دهم خاکشناسی.

اسدی رحمانی، ه.، ا. اصغرزاده، ک. خاوازی، ف. رجالی و غ. ر. ثواقبی (مترجمین).۱۳۸۶. حاصلخیزی بیولوژیک خاک. سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران.

بلالی، م. ر. ۱۳۸۴. گزارش نهایی طر تحقیقاتی "تاثیر عناصر کم مصرف و اثر متقابل آنها بر افزایش تولید گندم آبی". مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ایران.

بلالی، م. ر.، ح. رضایی و ف. مشیری. ۱۳۹۳. وضعیت حاصلخیزی خاک های کشور و ضرورت ارتقای توان آن برای خدمات رسانی به تولیدات کشاورزی صفحه های ۴۸-۱۷. در کتاب خاوازی، ک. و همکاران (نویسندگان). برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه ۱۴۰۴-۱۳۹۳ . موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ایران.

خادمی، زهرا، حسن مسیح آبادی، حامد رضایی، محمد مهدی طهرانی، کامبیز بازرگان، محمد رضا بلالی، ابراهیم سپهر، مهناز فیض الله زاده اردبیلی، فاطمه اسدی و .... ۱۳۸۴. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی "شناسایی و انتخاب هدفمند مکانهای مطالعاتی در خاکهای تحت کشت گندم". نشریه شماره ۱۲۴۴، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

سعادت، س و ح . رضایی. ۱۳۹۷. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی در حال انتشار "پایش کیفیت خاک های کشاورزی". موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ایران.

سماوات، س. ۱۳۹۵. بررسی اثر کاربرد کودهای آلی مختلف بر خواص شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیک خاک تحت کشت تناوب گندم-ذرت. معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی.

شهبازی، ک. ۱۳۸۷. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی "تهیه بانک اطلاعات مکاندار حاصلخیزی خاک در کشور". موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ایران.

صالح راستین، ن. ۱۳۸۴. مدیریت پایدار از دیدگاه بیو لوژی خاک. در کتاب خاوازی، ک. و همکاران (نویسندگان). نیاز به تولید کودهای زیستی در ایران . موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ایران.

صفاری، ح.، م. ر. بلالی و م. محمودی. ۱۳۹۶. تحلیل تحقیقات گذشته و کیفیت خاک و سلامت محصول و الویت های تحقیقاتی آینده تولید محصول سالم. پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران، اصفهان، ایران.

طهرانی، م. م. ۱۳۸۹. گزارش نهایی گزارش نهایی طرح تحقیقاتی " تعیین پراکنش و توصیه عناصر غذایی در اراضی زیر کشت محصولات آبی شش استان کشور". مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج. ایران.

طهرانی، م. م.، م. ر. بلالی، ف. مشیری، و ع. دریاشناس. ۱۳۸۹. توصیه و برآورد کود در ایران: چالشها و راهکارها. مجموعه مقالات شفاهی کنگره چالش های کود در ایران: نیم قرن مصرف کود. تهران.

کلارستاقی، ک. و ا. س. سجادی. ۱۳۷۵. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی " حد متعادل عناصر غذایی در چغندر قند با روش DRIS در خراسان". موسسه تحقیقات خاک و آب.

مستشاری، م.، م. گلمحمدی و م. پیله فروش.۱۳۹۰. تعیین انحراف از حد بهینه عناصر پرمصرف و کم مصرف باغات زیتون در استان قزوین. هفتمین کنگره علوم باغبانی. اصفهان. ایران.

Besharati, H., N. Aliasgharzad, K. Khavazi and H. Asadi Rahmani. 2018. In: The soils of Iran. M. H. Roozitalab, H. Siadat, A. Faeshad (eds.) pp: 189-212. Springer

Ebrahimzadeh, S. A.,N. Aliasgharzad and N. Najafi. 2013. Effect of land use Changes on soil enzyme activity in Sulduz plain (Naghade-West Azarbaijan). Journal Soil Management and Sustainable Production. 3(2): 133-149

Fallah, A. R., H. Rahimian, n. Saleh-Rastin, and M. J. Malaouti. 2004. Distribution of phosphate solubilizing microorganisms in some soils of Gilanprovince. Iranian Journal of Soil and Water Science. 17 (2): 162-176.

FAO.1966. Soil fertility survey and the stablishment of a soil fertility unit in Iran, Vol 1. General report. Rome, Italy.

Siadat, H., et al., 1999. Potassium content of soils in Iran: Status and trends. Proceeding of the International Symposium of the Soil and Water Research Institute held at Tehran, Iran, May 15-18,1999.

Topic for submission: Water Soil Quality and Sustainable Soil Management

Analysis of Fertility Status of the Country from Integrated Management Perspective: Challenges and Strategies

Balali[1], M. R. and S. A. Ghaffari Nejad[*1]

[1*] Assistant Prof., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Abstract

Stability of soil fertility is one of the main components of production, community health and environmental protection. In this paper, various characteristics related to the fertility status of agricultural soils of the country were evaluated from three aspects of chemical, biological and physical aspects. In the field of chemical fertility, more than 23600 soil test data were analyzed. Regarding biological fertilization due to lack of organic material in Iran's soils and heterotrophic characteristic of most of the soil bacteria there is little biological activity in these soils. Compared to other parts of the country, the population and activity of microorganisms in the soils of the Caspian region is higher due to wet and semi-humid conditions. But in arid region soils, due to low moisture and organic matter, bacteria and fungi population are much less compared to wet areas. In a general summary of soil fertility, especially due to the low organic matter content of soils in the majority of cultivated land, they are not suitable in the appropriate range. The removal of nutrients from the soil and its lack of compensation has caused the agricultural soils to lose fertility power. It seems that even the sufficiency limit of fertility management in Iran's soils is not met, and we see a decline in the fertility of the country's soils.

Keywords: Sustainability, Soil Fertility, Soil Properties

محورهای مقالات (فارسی و انگلیسی)

Topics	محورها

Water Erosion, Flood , Soil and Water Conservation	فرسایش آبی، سیلاب و حفاظت خاک و آب
Dust, Environmental Problems and Controlling Methods	گرد و غبار، مسائل زیست‌محیطی و مهار آن
Soil Physics and Plant Growth	فیزیک خاک و رشد گیاه
Water Deficit Stress and Methods of Water Conservation	تنش کم‌آبی گیاه و روش‌های نگهداری آب در خاک
Soil and Climate Change	خاک و تغییر اقلیم
Soil Chemistry	شیمی خاک
Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation	حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای
Soil Biology and Biofertilizers	بیولوژی خاک و کودهای زیستی
Ecosystem Pollution, Human Health and Bioremediation	آلودگی زیست‌بوم، سلامت انسان و زیست‌پالایی
Soil Genesis and Classification	پیدایش و رده‌بندی خاک
Pedometery and Soil Evaluation	پدومتری و ارزیابی خاک‌ها
Novel Technologies in Soil Science	فناوری‌های نوین در علوم خاک
Soil Quality and Sustainable Soil Management	کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک
Challenges Facing Soil Science Graduates and Users	مسائل اشتغال فارغ‌التحصیلان و بهره‌برداران خاک
Soil, Culture, Art and Clarifying its Importance	خاک، فرهنگ، هنر و ترویج جایگاه آن
Specific Topics	محورهای ویژه
Soil Erosion and Sedimentation in Zanjan's Marl Formations	فرسایش خاک و رسوب در سازندهای مارنی زنجان
Soil and Water Pollution and Crop Health	آلودگی خاک و آب و سلامت محصولات کشاورزی
The Soltanieh Rangeland and its Remediation	چمنزار سلطانیه و راهکارهای احیاء آن
Waste Management to Reduce Environmental Risks	مدیریت پسماند برای کاهش خطرات زیست‌محیطی

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

پیامد کاربرد بیوچار بقایای ذرت بر برخی ویژگی‌های زیستی یک خاک آهکی

اکبر کریمی [۱*]، عبدالامیر معزی [۲]، مصطفی چرم [۳]، نعیمه عنایتی ضمیر [۴]

[۱] دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

[۲] دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

[۳] استاد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

[۴] دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

افزودن بیوچار به خاک می‌تواند فعالیت میکروبی و ویژگی‌های زیستی خاک را تحت تاثیر قرار دهد. هدف از این پژوهش ارزیابی پیامد کاربرد بیوچار بقایای ذرت، بر کربن آلی، کربن زیست‌توده میکروبی و فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز و کاتالاز در یک خاک آهکی بود. این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۴ تیمار شامل شاهد و بیوچار بقای ذرت در دماهای ۲۰۰ (B200)، ۳۵۰ (B350) و ۵۰۰ (B500) درجه سلسیوس، در چهار تکرار در شرایط انکوباسیون انجام شد. پس از کاربرد بیوچارها (در سطح کاربرد ۱ درصد وزنی)، نمونه‌ها به‌مدت ۹۰ روز در شرایط انکوباسیون، در دمای ثابت (۲ ± ۲۵ درجه سلسیوس) و در رطوبت ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه نگه‌داری شدند. نتایج نشان داد تمامی تیمارهای بیوچار سبب افزایش کربن آلی کل خاک (۸۰/۹ تا ۱۵۷/۱ درصد)، کربن زیست‌توده میکروبی خاک (۴۷/۱ تا ۹۴/۹ درصد) و فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز (۲۱/۶ تا ۱۰۲/۷ درصد) و کاتالاز (۸۰/۱ تا ۱۴۷/۰ درصد) شد. تاثیر بیوچارها در ویژگی‌های زیستی خاک با افزایش دمای گرماکافت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که بیوچار بقایای ذرت (به‌ویژه بیوچار تهیه شده در دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس)، اصلاح کننده آلی مناسبی برای بهبود ویژگی‌های زیستی خاک‌های آهکی می‌باشد.

کلمات کلیدی: اصلاح‌کننده‌های آلی، دمای گرماکافت، زیست‌توده میکروبی، فعالیت آنزیمی، کیفیت خاک

مقدمه

کمبود مواد آلی و پیامدهای نامطلوب ناشی از آن یکی از مشکلات اصلی خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک است. برای حفظ کیفیت و باروری خاک و بهبود ویژگی‌های آن افزودن مواد آلی به خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک امری اجتناب ناپذیر است (El-Naggar و همکاران، ۲۰۱۹). ویژگی‌های زیستی و فعالیت آنزیمی خاک از مهم‌ترین شاخص‌های کیفیت خاک می‌باشند. زیست‌توده میکروبی خاک به عنوان یکی از شاخص‌های مهم کیفیت خاک، نقش مهمی در تغییرات ماده آلی خاک، چرخه عناصر غذایی از جمله کربن، نیتروژن، فسفر و گوگرد در خاک دارد (Xu و همکاران، ۲۰۱۸). به‌طور کلی هر گونه تغییر در جامعه میکروبی خاک بر اثر تغییرات مدیریت خاک، می‌تواند زیست‌توده میکروبی و فعالیت آنزیمی خاک را تغییر دهد. مدیریت مواد آلی خاک و افزودن اصلاح کننده‌های آلی می‌تواند اثر مثبتی بر زیست‌توده میکروبی و فعالیت آنزیمی خاک داشته باشد (Song و همکاران، ۲۰۱۸). یکی از اصلاح‌کننده‌های آلی که در سال‌های اخیر برای بهبود ویژگی‌های خاک مورد توجه قرار گرفته، بیوچار است. بیوچار یک ماده بسیار متخلخل و غنی از کربن است که از تجزیه حرارتی زیست‌توده‌ها و در شرایط بدون اکسیژن و یا اکسیژن محدود تهیه می‌شود (Yu و همکاران، ۲۰۱۹). کاربرد بیوچار در خاک می‌تواند با تغییر ویژگی‌ها و فرآیندهای گوناگون خاک بر زیست‌توده میکروبی و فعالیت آنزیمی خاک موثر باشد (Song و همکاران، ۲۰۱۸). دهیدروژناز و کاتالاز از جمله آنزیم‌های درون سلولی بوده که در فرآیندها و متابولیسم‌های ریزجانداران خاک نقش بسیار مهمی دارند. فعالیت این آنزیم‌ها نشان دهنده شدت فرآیندهای میکروبی خاک بوده و شاخص‌های مناسبی برای ارزیابی پیامد کاربرد اصلاح‌کننده‌های آلی بر فعالیت میکروبی خاک می‌باشند (Liu و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج پژوهش‌های گوناگون نشان داده پیامد کاربرد بیوچار بر فعالیت میکروبی و آنزیمی خاک با توجه به نوع خاک، نوع بیوچار و شرایط گرماکافت آن از جمله دمای گرماکافت متفاوت می‌باشد (Yu و همکاران، ۲۰۱۹؛

* ایمیل نویسنده مسئول: akbar.karimi84@yahoo.com

El-Naggar و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین با توجه به کمبود مواد آلی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک ایران و این‌که تاکنون مطالعات چندانی در زمینه پیامد کاربرد بیوچار بر زیست‌توده میکروبی و فعالیت آنزیمی در خاک‌های آهکی ایران انجام نشده است، هدف از این پژوهش بررسی پیامد کاربرد بیوچار بقایای ذرت تهیه شده در دماهای مختلف گرماکافت (۲۰۰، ۳۵۰ و ۵۰۰ درجه سلسیوس) بر کربن آلی، کربن زیست‌توده میکروبی و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و دهیدروژناز در یک خاک آهکی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در شرایط انکوباسیون، در سال ۱۳۹۷، در گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. برای تهیه بیوچار از زیست‌توده بقایای ذرت استفاده شد. زیست‌توده بقایای ذرت ابتدا هوا خشک شده و پس از آسیاب کردن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد و سپس در آون در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس خشک شد (Singh و همکاران، ۲۰۱۷). سپس بیوچار بقایای ذرت در کوره الکتریکی در شرایط گرماکافت آهسته، به مدت ۲ ساعت، و در دماهای ۲۰۰، ۳۵۰ و ۵۰۰ درجه سلسیوس و با نرخ افزایش دمای ۵ درجه سلسیوس تهیه شد. برای ایجاد شرایط بدون اکسیژن از جریان گاز نیتروژن استفاده شد (Singh و همکاران، ۲۰۱۷). سپس ویژگی‌های بیوچارها اندازه‌گیری شد (Singh و همکاران، ۲۰۱۷). نمونه خاک مورد مطالعه از مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد. نمونه خاک پس از انتقال به آزمایشگاه، هوا-خشک شده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. سپس برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد (Carter and Gregorich, 2008). خاک مورد مطالعه دارای بافت لومی، آهکی، غیر شور، دارای مقدار ماده آلی کم بود (جدول ۱). برای اعمال تیمارهای آزمایش، بیوچارها در سطح کاربرد ۱ درصد وزنی به‌طور یکنواخت با ۳۰۰ گرم خاک مخلوط شدند و در ظروف پلاستیکی منفذدار (جهت تبادل تهویه‌ای) نگه‌داری شدند. رطوبت نمونه‌ها، در حد ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه تنظیم شد و تا پایان آزمایش به‌صورت وزنی کنترل گردید. نمونه‌ها به مدت ۹۰ روز در شرایط انکوباسیون و در دمای ثابت (۲±۲۵ درجه سلسیوس) نگه‌داری شدند. در پایان آزمایش کربن آلی خاک به‌روش اکسیداسیون تر، کربن زیست‌توده میکروبی خاک (MBC) به روش تدخین (گازدهی) با کلروفرم و استخراج با محلول سولفات پتاسیم اندازه‌گیری شد (Jenkinson and Ladd, 1981). همچنین فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز (Alef and Nannipieri, 1995) و کاتالاز (Liu و همکاران، ۲۰۰۸) در خاک اندازه‌گیری شد. این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۴ تیمار شاهد و کاربرد بیوچار ذرت تهیه شده در دماهای ۲۰۰ (B200)، ۳۵۰ (B350) و ۵۰۰ (B500) درجه سلسیوس و در چهار تکرار انجام شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	pH	EC ($dS\ m^{-1}$)	کربنات کلسیم معادل (٪)	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	غلظت فراهم ($mg\ kg^{-1}$)					
								P	K	Fe	Mn	Zn	Cu
۴۰/۶	۳۸/۰	۲۱/۴	۷/۷	۲/۵۴	۴۱/۳	۰/۴۱	۰/۰۳۶	۱۳/۵	۲۷۳	۱/۲۵	۴/۱۲	۰/۵۱	۰/۷۳

نتایج و بحث

نتایج ویژگی‌های بیوچارها نشان داد در اثر افزایش دمای گرماکافت از ۲۰۰ به ۵۰۰ درجه سلسیوس، تمامی ویژگی‌های بیوچارها تغییر کردند (جدول ۲). بدین‌ترتیب که کم‌ترین و بیش‌ترین مقادیر pH، EC، سطح ویژه، درصد خاکستر و نیتروژن به‌ترتیب مربوط به تیمارهای B200 و B500 بود (جدول ۲). افزایش pH و EC در بیوچار در اثر افزایش دمای گرماکافت می‌تواند به‌دلیل افزایش درصد خاکستر (جدول ۲) و انباشت کاتیون‌های قلیایی در بخش خاکستر بیوچار باشد. همچنین بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر مواد فرار، هیدروژن، اکسیژن و نسبت‌های اتمی هیدروژن به کربن (H/C) و اکسیژن به کربن (O/C) به‌ترتیب مربوط به تیمارهای B200 و B500 بود (جدول ۲). کاهش درصد اکسیژن و هیدروژن و نسبت‌های O/C و H/C، در اثر افزایش دمای گرماکافت به این دلیل است که در دماهای بالای گرماکافت به‌دلیل فرآیندهای آب‌زدایی و هیدروژن‌زدایی و همچنین خروج سلولز، همی-سلولز و پکتین که از اجزای اصلی تشکیل دهنده زیست‌توده‌های آلی می‌باشند، مقادیری از اکسیژن و هیدروژن از زیست توده خارج می‌شود (Leng و

همکاران، ۲۰۱۹). مقادیر کم‌تر نسبت‌های H/C و O/C و همچنین مقدار بیش‌تر کربن تثبیت شده در تیمارهای B500 و B350 (به‌ویژه B500) نشان-دهنده پایداری بیش‌تر کربن آن‌ها می‌باشد (Leng و همکاران، ۲۰۱۹).

جدول ۲. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بیوچارها

	خاکستر (٪)	مواد فرار	کربن تثبیت شده	pH	EC ($dS\ m^{-1}$)	سطح ویژه ($m^2\ g^{-1}$)	کربن (٪)	نیتروژن (٪)	هیدروژن (٪)	اکسیژن (٪)	H/C	O/C
B200	۱۲/۷۳	۷۸/۸۸	۸/۳۷	۶/۶۲	۳/۴۳	۱۲/۵	۴۸/۷	۱/۰۴	۲/۵۹	۳۴/۵۶	۰/۶۳۸	۰/۵۳۲
B350	۲۸/۱۳	۴۹/۵۵	۲۲/۳۱	۸/۱۷	۴/۳۷	۳۲/۱	۵۷/۰	۱/۶۴	۱/۸۲	۱۱/۰۵	۰/۳۸۲	۰/۱۴۵
B500	۳۳/۰۰	۳۵/۳۳	۳۱/۶۶	۹/۱۹	۶/۳۳	۶۱/۸	۵۹/۹	۱/۵۶	۱/۰۵	۴/۱۶	۰/۲۱۰	۰/۰۵۲

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، پیامد کاربرد بیوچار بر تمامی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده شامل کربن آلی کل، کربن آلی محلول، کربن زیست‌توده میکروبی و فعالیت دهیدروژناز و کاتالاز معنی‌دار بود. (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد تمامی بیوچارها سبب افزایش معنی‌دار کربن آلی کل و کربن آلی محلول خاک شد (جدول ۴). به طوری که کربن آلی خاک در تیمارهای B200، B350 و B500 به‌ترتیب بیش از ۱/۸، ۲/۴ و ۲/۵ برابر تیمار شاهد بود. افزایش کربن آلی کل خاک در اثر افزودن بیوچار به خاک به‌دلیل درصد بالای کربن بیوچارها (جدول ۲) می‌باشد، که توسط سایر پژوهش‌گران نیز گزارش شده است (Song و همکاران، ۲۰۱۸، Yu و همکاران، ۲۰۱۹). نتایج نشان داد کربن آلی محلول خاک در تیمار B200 به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از تیمارهای B350 و B500 بود. تغییرات کربن آلی محلول خاک در خاک‌های تیمار شده با بیوچار به ویژگی‌های ساختاری بیوچار و دمای گرماکافت آن بستگی دارد (Song و همکاران، ۲۰۱۸). بیش‌تر بودن کربن آلی محلول در تیمار B200 در مقایسه با تیمارهای B350 و B500 می‌تواند به‌دلیل تفاوت ساختاری بیوچارها باشد و بیوچار B200 به دلیل کربن تثبیت شده کم‌تر و نسبت بالای H/C و O/C احتمالاً کربن آلی محلول بیش‌تری دارد.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تاثیر تیمارها بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده

منبع تغییرات	درجه آزادی	کربن آلی کل (TOC)	کربن آلی محلول (DOC)	کربن زیست‌توده میکروبی (MBC)	دهیدروژناز	کاتالاز
بیوچار	۳	۰/۳۶۴ ^{ns}	۹۹/۸۰	۲۳۴۶۸ **	۶/۹۳ **	۸۴۵/۴ **
خطای آزمایشی	۱۲	۰/۰۰۰۳	۳/۹۷	۹۰/۳۵	۰/۰۸۵	۱۵/۳
ضریب تغییرات (٪)		۴/۶۴	۵/۳۷	۸/۶۵	۴/۸۹	۶/۱۲

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۴- پیامد کاربرد بیوچارهای تهیه شده در دماهای گوناگون گرماکافت بر کربن آلی کل و کربن آلی محلول خاک

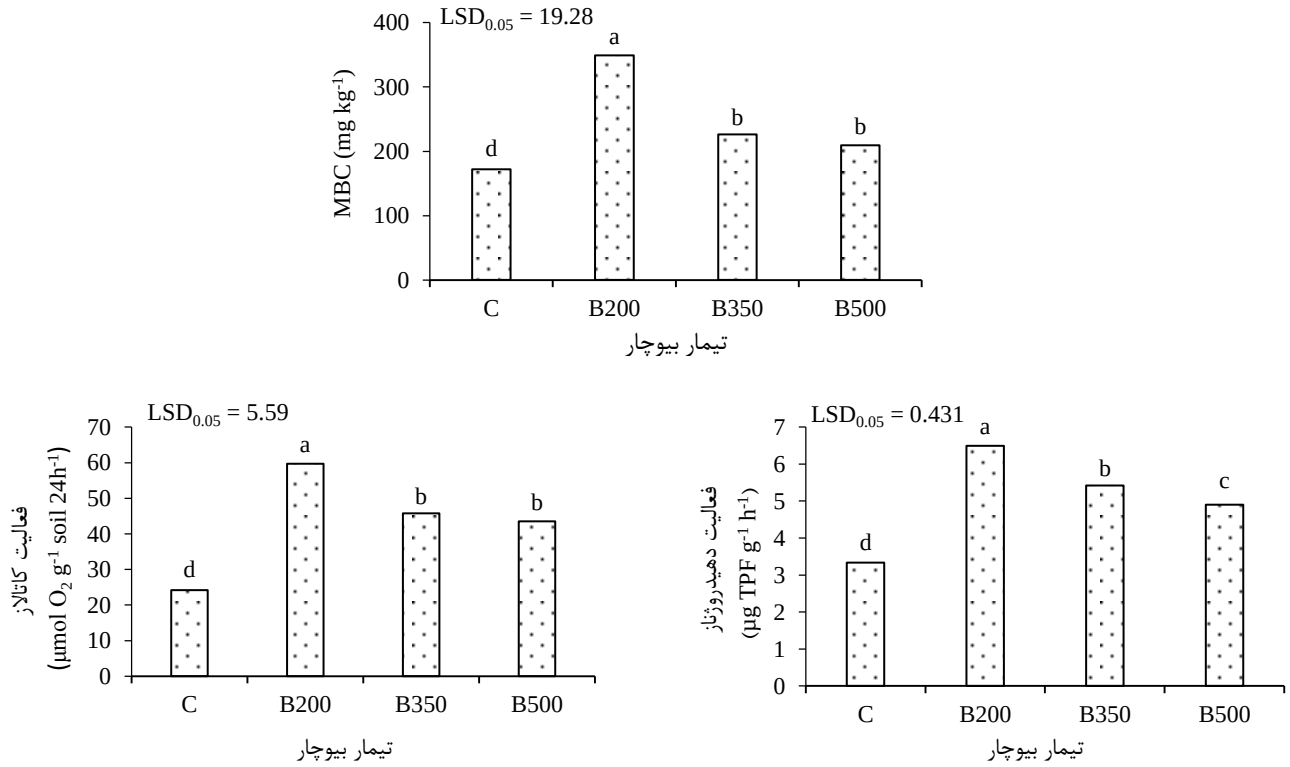
تیمار	کربن آلی کل (٪)	کربن آلی محلول ($mg\ kg^{-1}$)
شاهد (C)	۰/۴۲^{d}	۳۴/۱۶^{c}
بیوچار ۲۰۰ درجه سلسیوس (B200)	۰/۷۶^{c}	۴۵/۶۷^{a}
بیوچار ۳۵۰ درجه سلسیوس (B350)	۱/۰۳^{b}	۳۶/۶۷^{b}
بیوچار ۵۰۰ درجه سلسیوس (B500)	۱/۰۸^{a}	۳۷/۳۴^{b}
$LSD_{0.05}$	۰/۰۴۹	۲/۱۹

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد کاربرد تمامی بیوچارها در خاک سبب افزایش معنی‌دار MBC شد (شکل ۱)، که این یافته می‌تواند به‌دلیل افزایش کربن آلی و محلول خاک (جدول ۴) و افزایش احتمالی فراهمی عناصر غذایی برای ریزجانداران خاک در اثر کاربرد بیوچارها در خاک باشد (Khadem and Raiesi, 2017). همچنین افزایش کربن زیست‌توده میکروبی خاک در اثر افزودن بیوچارها به خاک می‌تواند به این دلیل باشد که

بیوچار با داشتن ساختار متخلخل و سطح ویژه بالا می‌تواند زیستگاه مناسبی را برای ریزجانداران خاک فراهم کند (Zhu و همکاران، ۲۰۱۷). نتایج این پژوهش نشان داد مقدار MBC در تیمار B200 به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از تیمارهای B350 و B500 بود. همچنین اگرچه این مقدار در تیمار B350 بیش‌تر از تیمار B500 بود، اما اختلاف آن‌ها معنی‌دار نبود. این نتایج می‌تواند به‌دلیل مواد فرار بیش‌تر، کربن تثبیت شده کم‌تر و همچنین بیش‌تر بودن نسبت‌های مولی O/C و H/C در بیوچار B200 در مقایسه با تیمارهای B350 و B500 باشد (جدول ۲)، چرا که مقادیر بیش‌تر کربن تثبیت شده و مقادیر کم‌تر نسبت‌های مولی O/C و H/C در بیوچارها نشان‌دهنده بیش‌تر بودن محتوای کربن آروماتیک آن‌ها و در نتیجه فراهمی کم‌تر و پایداری بیش‌تر کربن آن‌ها می‌باشد (Leng و همکاران، ۲۰۱۹).

در اثر کاربرد هر سه نوع بیوچارها فعالیت کاتالاز و دهیدروژناز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۱). تاثیر بیوچارها در افزایش فعالیت دهیدروژناز و کاتالاز با افزایش دمای گرماکافت (از ۲۰۰ به ۵۰۰ درجه سلسیوس) کاهش یافت. از بین رفتن بسیاری از کربوهیدرات‌های قابل دسترس مانند سلولز و همی‌سلولز و ترکیبات غنی از نیتروژن مانند پروتئین‌ها در اثر افزایش دمای گرماکافت (Singh و همکاران، ۲۰۱۷) می‌تواند از دلایل کاهش فعالیت این آنزیم‌ها در اثر افزایش دمای گرماکافت باشد. همچنین کم‌تر بودن زیست‌توده میکروبی در تیمارهای B350 و B500 در مقایسه با تیمار B200 (شکل ۴) نیز می‌تواند از دلایل کم‌تر بودن فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و دهیدروژناز در این تیمارها در مقایسه با تیمار B200 باشد. نتایج پژوهش Beheshti و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان داد فعالیت آنزیم دهیدروژناز در یک خاک آهکی تیمار شده با بیوچارهای کاه گندم و کود گاوی افزایش یافت، که این افزایش در بیوچارهای گرماکافت شده در دماهای بالاتر، کمتر بود.



شکل ۳- پیامد کاربرد بیوچارهای تهیه شده در دماهای گوناگون گرماکافت بر کربن زیست‌توده میکروبی (MBC) و فعالیت دهیدروژناز و کاتالاز

C: شاهد، B200، B350 و B500: بیوچار بقایای ذرت تهیه شده در دماهای به‌ترتیب ۲۰۰، ۳۵۰ و ۵۰۰ درجه سلسیوس

میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد بیوچارهای تهیه شده در دماهای ۲۰۰، ۳۵۰ و ۵۰۰ درجه سلسیوس، سبب افزایش چشم‌گیر کربن آلی خاک، کربن زیست‌توده میکروبی و فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز شد. اثر مثبت بیوچار بر ویژگی‌های بررسی شده با افزایش دمای گرماکافت روند کاهشی داشت. بنابراین کاربرد بیوچار بقایای ذرت تهیه شده در دماهای گوناگون (به‌ویژه دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس) می‌تواند در بهبود فعالیت میکروبی و آنزیمی خاک، به‌عنوان شناسه‌های مهم کیفیت خاک، بسیار مفید باشد. همچنین با توجه به ویژگی‌های بیوچار بقایای ذرت تهیه شده در دماهای ۳۵۰ و ۵۰۰ درجه سلسیوس از جمله درصد بالای کربن آن‌ها و همچنین پایداری بیش‌تر کربن آن‌ها، می‌توانند در بهبود کربن آلی در خاک-های مناطق خشک و نیمه خشک ایران و همچنین در ترسیب کربن در این خاک‌ها موثر باشند.

منابع

Alef, K. and Nannipieri, P. 1995. Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press, London, 608p.

Beheshti M., Etesami H. and Alikhani H. A. 2018. Effect of different biochars amendment on soil biological indicators in a calcareous soil. Environmental Science and Pollution Research. 25, 14752-14761.

Carter, M.R. and Gregorich E.G. 2008. Soil Sampling and Methods of Analysis (2nd Ed.). CRC Press, Boca Raton, Florida, 1204p.

El-Naggar A., Lee S. S., Rinklebe J., Farooq M., Song H., Sarmah A. K., immerman A. R., Ahmad M., Shaheen S. M. and Ok Y.S. 2019. Biochar application to low fertility soils: a review of current status, and future prospects. Geoderma. 337, 536-554.

Jenkinson D. S. and Ladd J. N. 1981. Microbial biomass in soil measurement and turnover. P 415-471, In: E.A. Paul and J. N. Ladd (eds), Soil Biochemistry, Marcel Dekker, Inc., New York.

Khadem, A. and Raiesi F. 2017. Responses of microbial performance and community to corn biochar in calcareous sandy and clayey soils. Applied Soil Ecology. 114, 16-27.

Leng L., Huang H., Li H., Li J. and Zhou W. 2019. Biochar stability assessment methods: A review. Science of the Total Environment. 640, 210-222.

Liu, J. Xie J., Chu, Y., Sun, C., Chen, C. and Wang, Q. 2008. Combined effect of cypermethrin and copper on catalase activity in soil. Journal of Soils and Sediments. 5, 327–332.

Singh, B., Camps-Arbestain, M. and Lehmann, J. 2017. Biochar: A Guide to Analytical Methods. Csiro Publishing. 320p.

Song, D., Tang, J., Xi, X., Zhang, S., Liang, G., Zhou, W. and Wang, X. 2018. Responses of soil nutrients and microbial activities to additions of maize straw biochar and chemical fertilization in a calcareous soil. European Journal of Soil Biology. 84, 1-10.

Xu, Y., Seshadri, B., Sarkar, B., Wang, H., Rumpel, C., Sparks, D., Sparks, D., Farrell, M., Hall, T., Yang, X. and Bolan, N. 2018. Biochar modulates heavy metal toxicity and improves microbial carbon use efficiency in soil. Science of the Total Environment. 621, 148-159.

Yu, H., Zou, W., Chen, J., Chen, H., Yu, Z., Huang, J., Tang, H., Wei, X. and Gao, B. 2019. Biochar amendment improves crop production in problem soils: A review. Journal of Environmental Management. 232, 8-21.

Zhu, X., Chen, B., Zhu L. and Xing, B. 2017. Effects and mechanisms of biochar-microbe interactions in soil improvement and pollution remediation: A review. Environmental Pollution. 227, 98-115.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Influence of maize residue-biochar application on some soil biological properties of a calcareous soil

Karimi[*1], A., Moezzi[2], A., Chorom[3], M. and Enayatizamir[4], N.

[1] Ph.D. Student of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

[2] Associate Prof., Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

[3] Prof., Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

[4] Associate Prof., Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Abstract

Biochar addition to soil can affect microbial activity and soil biological properties. The purpose of this study was to evaluate the effect of maize residue-biochar application on soil organic carbon, microbial biomass carbon (MBC) and activity of dehydrogenase and catalase in a calcareous soil. This study was carried out based on a randomized complete design with four treatments including control and maize residue-biochar produced at 200 (B200), 350 (B350) and 500°C (B500), in four replications under incubation condition. After biochars application (in 1% w/w application rate), the soil samples were incubated for 90 days in ambient temperature (25±2°C) and 80% of field capacity moisture. The results indicated that all biochar treatments led to a significant increase of soil organic carbon (80.9-157.1%), microbial biomass carbon (21.6-102.7%), and activity of dehydrogenase (47.1-94.9%) and catalase (80.1-147.0%). Biochars effect on soil biological properties decreased with increasing pyrolysis temperature. In general, the results revealed that maize residue-biochar (especially biochar produced at 200°C) is suitable organic amendments for improving soil biological properties in calcareous soils.

Keywords: Organic amendment, Pyrolysis temperature, Microbial biomass, Enzyme activity, Soil quality

[*] Corresponding author, Email: akbar.karimi@scu.ac.ir

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

برای تخمین پخشیدگی گاز در خاکU-WLR Modelاستفاده از معادله

مصلح‌الدین رضایی[۱] و مجتبی فتحی [۱]

بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران،

چکیده

بررسی بسیاری از واکنشهای در خاک از قبیل شبیه سازی و تبادل اکسیژن و گاز کربنیک نیازمند تعیین ضریب پخشیدگی گاز در خاک می‌باشد. در این مطالعه ضریب پخشیدگی گاز بر روی سه نمونه ستون خاک لومی در تخلخل‌های ۰/۱۲۵، ۰/۱۵۰ و ۰/۱۷۵، پخشیدگی گاز در خاک به کمک معادله U-WLR Model تخمین زده شد. مقادیر Dp/Do اندازه‌گیری شده در رطوبت‌های بیش از اشباع خاکدانه‌ها و باشروع پر شدن خلل و فرج بین خاکدانه‌ها توسط آب به علت کاهش غیر متناسب سطح گردن‌های خلل و فرج بین خاکدانه‌ها همراه با کاهش تخلخل تهویه‌ای بشدت کاهش می‌یابد.

کلمات کلیدی: رفتار گازها در خاک، تخمین پخشیدگی، تخلخل تهویه‌ای، **U-WLR Model**

مقدمه

بررسی بسیاری از واکنشهای در خاک نیازمند تعیین ضریب پخشیدگی گاز در خاک می‌باشد. شبیه سازی و تبادل اکسیژن (O2) و گاز کربنیک (Co2) بین نیوار و خاک، توزیع دوباره مواد شیمیایی فرار که برای کنترل بیماری‌ها و آفات بکار می‌رود و حرکت بخار آب در خاک از آن جمله‌اند. همچنین نتایج اندازه‌گیری انتشار و حرکت توده‌ای گاز در خاک می‌تواند عوامل کلیدی در ساختمان خاک را نشان دهد (Eden و همکاران، ۲۰۱۲).

پخشیدگی گاز در خاک بعلت کم شدن سطح قابل استفاده و افزایش طول مسیر حرکت ملکولی کندتر از محیط آزاد می‌باشد. ضریب پخشیدگی گاز در خاک بصورت Dp/Do که در آن Dp و Do بترتیب ضریب پخشیدگی گاز در خلل و فرج خاک و محیط آزاد می‌باشند Dp/Doو تخلخل تهویه‌ای (εa) با هم کاهش می‌یابند.

ضریب پخشیدگی گاز در خاک (Dp/Do) قابلیت جسم متخلخل را جهت انتقال گاز بصورت پخشیدگی بیان می نماید و در دامنه وسیعی مستقل از گاز نفوذ کننده بوده و در برگیرنده اثرات تخلخل، ضریب اعوجاج و پیوستگی خلل و فرج می‌باشد (کاری، ۱۹۸۴). ضریب اعوجاج مستقل از تخلخل نبوده و معمولا با افزایش تخلخل کاهش می‌یابد. میزان مؤثر بودن واحد حجم خلل و فرج برای پخشیدگی برابر است با Dp/(Doεa) و نشان دهنده کسری از خلل و فرج بصورت یک کانال مستقیم بوده که در آن گاز بدون مانع می‌تواند پخش گردد (Marshall ، ۱۹۶۲).

شکل ذرات و توزیع مکانی خلل و فرج به واسطه اثرات خود بر شکل هندسی خلل و فرج که خود ضریب اعوجاج و پیوستگی خلل و فرج را تعیین می کند بر پخشیدگی گاز در خاک اثر گذار است. هر چه خاک دانه ها کروی تر و کمتر ورقه‌ای شکل باشند مقدار Dp/Do در یک مقدار مساوی (εa) بیشتر است (دی-ورز، ۱۹۵۰). بعلت تعدیل شکل هندسی خلل و فرج به وسیله آب در خاک‌های مرطوب، شکل هندسی خلل و فرج اثر کمتری بر ضریب پخشیدگی نسبت به خاک‌های خشک دارد. کاری و روز (۱۹۸۵) Dp/Do را در نمونه‌های خرده سنگ‌های پورتلند که دارای توزیع سه گانه خلل و فرج بود اندازه‌گیری نمودند. کاهش Dp/Do در مقابل کاهش εa در سه بخش که بترتیب مطابق با زهکشی هریک از کلاس‌های خلل و فرج بود انجام

[1] * ایمیل نویسنده مسئول: mjtb.fathi@gmail.com

گردید. بیوجاسک و همکاران (۱۹۸۳) Dp/Do را برای خاک رسی اندازه گیری نمودند با ظاهر شدن شکاف‌های حاصله از انقباض خاک افزایش Dp/Do برابر با افزایش εa کزارش گردید.

تراکم و خیس نمودن خاک هر دو باعث کم شدن خلل و فرجی که گاز از درون آنها انتشار پیدا می‌کند می شوند. لیکن آب بعلت دارابودن کشش سطحی زیادتر نسبت به هوا، خلل و فرج کوچکتر و هوا خلل و فرج بزرگتر را اشغال می‌کند. راست و همکاران (۱۹۷۵) Dp/Do را برابر با ۰/۶εa+۰/۰۴ و ۰/۶۸εa-۰/۰۱ به ترتیب برای مواد خشک و مرطوب گزارش نموده و نتیجه گرفتند که Dp/Do برای مواد خشک بیشتر از مواد مرطوب در تخلخل یکسان است. کاری (۱۹۸۴) Dp/Do را در ستون خاک با خاکدانه‌های ۱ تا ۲ میلیمتری در ۵ سطح تراکم خاک مرطوب و در دامنه رطوبت اشباع تا خشکی (در مجاورت با P2O5) اندازه‌گیری نمود. Dp/Do با εa در دو بخش کاهش یافت، مرحله اول پر شدن خلل و فرج درون خاکدانه‌ها و در مرحله دوم پر شدن خلل و فرج بین خاکدانه‌ها. محل تقاطع این رابطه دو قسمتی بسمت تخلل کمتری با افزایش تراکم میل نمود. بیشترین مقدار تخلخلی که در آن Dp/Do بسمت صفر میل می‌کند در پوک ترین خاک مشاهده شد. برای تمامی سطوح تراکم و در دامنه εa> ۵ εa(تخلخل در ۵- کیلو پاسکال) رابطه (εa-۰/۰۱۱۵) Dp/Do=۰/۰۶۰۸ و پس از اشباع شدن درون خاکدانه‌ها رابطه نمایی بصورت Dp/Do=aεab حاصل گردید. مقدار b برای خاک غیر فشرده برابر با ۰/۶ و با افزایش تراکم از ۹.۸۷ به ۲.۶۷ کاهش پیدا نمود. برای هر سطح فشردگی کاهش Dp/Do در واحد حجم خلل و فرج داخل خاکدانه ها کمتر از خلل و فرج بین خاکدانه‌ای بود. لیکن تراکم و مرطوب شدن بین خاکدانه‌ها موجب کاهش مشابهDp/Do شدند.

بعلت در هم آمیختگی و پیچیدگی سیستم خلل و فرج و اثرات متقابل رطوبت و خواص مختلف خاک، استفاده از مدلهای ریاضی جهت تعیین میزان پیوستگی خلل و فرج جهت تعیین ضریب پخشیدگی گاز در خاک مورد توجه واقع شده است. Moldrup و همکاران (۲۰۱۲) معادله Dp/Do= εa^((1+Cm*Φ)*(εa/Φ)) را جهت تخمین پخشیدگی گاز در خاک ارائه نمودند که Cm ضریب پیچیدگی (Complexity) factor وΦ تخلخل کل خاک است.

مواد و روشها

خاک مورد مطالعه silty clay loam (۳۵٪ رس، ۶۰٪ سیلت و ۵٪ شن) با ساختمان ضعیف Blocky، Subangular (fine montmorillonyic mesic, Molic Ochraqualf) بود. نمونه‌های خاک به آرامی در بر روی میز آزمایشگاه بوسیله دسته هاونی که در ته آن یک قطعه پلاستیکی تعبیه شده بود کوبیده شد. سپس خاک از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد و خاک باقی مانده بر روی الک مورد استفاده قرار گرفت.برای پخشیدگی در طول ستون خاک دراستوانه برنجی با قطر داخلی ۵/۳۵ سانتیمتر و بطول ۴ سانتیمتر اندازه‌گیری شد. یک طرف انتهای ستون نمونه خاک قبل از ریختن خاک در درون آن بوسیله یک توری نازک پوشیده شد. توری بعد از مرطوب نمودن خاک و قبل از اندازه گیری ضریب پخشیدگی گاز در خاک برداشته می‌شد. همچنین بعلت آماس خاک، استوانه فقط،تا ارتفاع ۳۷ میلی‌متری از خاک پر می‌شد و بعد از جذب آب کل استوانه را پر می‌نمود. نمونه‌های خاک در سه مرحله که در هر مرحله یک سوم اراخاک پر و با ضربه متوالی تحکیم داده شد. جرم مخصوص ظاهری و حقیقی نمونه حاصله بترتیب برابر با ۱/۰۸و با ۲/۶۲ $gr.cm^{-3}$ بود.ضریب پخشیدگی گاز بر روی سه نمونه در تخلخل‌های ۰/۱۲۵، ۰/۱۵۰ و ۰/۱۷۵، اندازه‌گیری گردید. نمونه‌ها جهت خیس خوردن و مرطوب شدن بر روی یک جعبه مکش شنی قرار که در ۵- سانتیمتر پتانسیل آب تنظیم شده بود، با محلول ۸۳ و ۱۷/۵ میلی‌اکیوالانت در لیترکلرور کلسیم وکلرور منیزیم جهت جلوگیری از حبس هوا و پراکندگی خاکدانه‌ها به آرامی خیس گردید. در طول مدت خیس شدن خاک جهت جلوگیری از فعالیت میکروبی خاک محلولی شامل ۱/۳ تالوئین و ۲/۳ الکل متیکیک استفاده شد. تخلخل‌های مورد نظر با قرار دادن نمونه در هوای آزاد بر روی یک ترازوی با دقت ۰/۱۰ گرم بدست آمد. در این مطالعه Do از جداول استاندارد گاز ردیابی شده (اکسیژن در هوا) در محیط آزاد به ذست آمد.

نتایج و بحث

مقدار تعیین شده Dp/Do در این مطالعه نشان می‌دهد که Dp/Do رطوبت‌های بیش از اشباع خاکدانه‌ها و باشروع پر شدن خلل و فرج بین خاکدانه‌ها توسط آب به علت کاهش غیر متناسب سطح گردن‌های خلل و فرج بین خاکدانه‌ها همراه با کاهش تخلخل تهویه‌ای بشدت کاهش می‌یابد.

مقادیر Dp/Do در تخلخل‌های ۰/۱۲۵، ۰/۱۵۰ و ۰/۱۷۵، بتـــرتیب برابر ۳-۱۰x۵/۳(cv=٪۱۸)، ۳-۱۰x۱۸/۸ (cv=٪۱۲) و ۳-۱۰x۴۳/۹ (cv=٪۱۰) بدست آمد. برسی مدل Moldrup و همکاران (۲۰۰۰)، ((Dp/Do= εa^((1+Cm*Φ)*(εa/Φ)) در سه طوبت مورد مطالعه نشان داد که مقادیر Cm برای εa بترتیب برابر با ۰/۱۴. ، ۰.۱۶ و ۰/۲ می‌باشد.

کاری (۱۹۸۴) علت کاهش شدید سطح مقطع مؤثر در پخشیدگی که با کاهش تخلخل تهویه‌ای در بعد از اشباع شدن خلل و فرج داخل خاکدانه‌ها رخ می‌دهد را در اثر کاهش سطح گردن‌های حفرات عاری از آب در مقایسه با کاهش کمتر تخلخل کل بیان می‌نماید، که این اثر همراه با آماس خاک تشدید می‌گردد. میلینگتون و کورک (۱۹۶۰) این رفتار را به کاهش احتمال اتصال و پیوستگی خلل و فرج با یکدیگر همراه با کاهش تخلخل نسبت می‌دهند.

منابع

Aachib, M., Mbonimpa, M., and Aubertin, M. 2002. Measurement and predicting of the oxygen diffusion coefficient in partly saturated porous media. Submitted for publication, Journal of Environmental Engineering and Science.

Brooks, R.H., and Corey. A.J. Hidraulic properties of porous media. Hydrol. Paper 3, Colo. State Univ., Fort Collins, CO. 1964.

Lange S.F., Allaire S.E., Rolston D.E. 2009. Soil-gas diffusivity in large soil monoliths. Eur J Soil Sci. 60:1065-1077.

Marshall, T.J. 1959. The diffusion of gases through porous media. J. Soil Sci., 10:79-82.

Mbonimpa, M., Aubertin, M., Aachib, M., et Bussière, B. 2001. Oxygen diffusion and consumption in unsaturated cover materials. Submitted for publication to the Canadian Geotechnical Journal.

Moldrup, P., T. Olesen, J. Gamst, P. Schjønning, T. Yamaguchi, and D.E. Rolston. 2000. Predicting the gas diffusion coefficient in repacked soil: Water-induced linear reduction model. Soil Sci. Soc. Am. J. 64:1588–1594.

Moldrup, P., T.K.K. Chamindu Deepagoda, S. Hamamoto, T. Komatsu, K. Kawamoto, D. E. Rolston, and L.W. de Jonge. 2012. Predicting the soil-gas diffusion coefficient in repacked and intact soil: A universal, water-induced linear reduction model. Soil Sci. Soc. Am. J.

Moldrup, P., T.K.K. Chamindu Deepagoda, S. Hamamoto, T.Komatsu, K. Kawamoto, D. E. Rolston, and L.W. de Jonge. 2012. Predicting the soil-gas diffusion coefficient in repacked and intact soil: A universal, water-induced linear reduction model. Soil Sci. Soc. Am. JSallam, A., Jury, W.A., and Letey, J. 1984. Measurement 4 of gas diffusion coefficient under relatively low air filled porosity. Soil Science Society of America Journal 48: 3-6.

Shackelford, C.D. 1991. Laboratory diffusion testing for waste disposal. A review. J. Contam. Hydrol. 7:177- 217.

Shair, F.H. and Cohen, D.S. 1969. Transient ordinary and forced diffusion in a tube connecting stirred-tank end bulbs of finite size. Chem. Eng. Sci., 24:39-48.

Shearer, R.C., and Millington, R.J. Diffusion in aggregated porous media. Soil Sci. 111:372-378., 1971.

Talbot, A. 1979. The accurate numerical integration of Laplace transforms. Journal Inst. Maths. Applics., 23:97-120.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Estimation of Soil Gas Diffusionn using U-WLR Model

Mosleh_Edin Rezaii and Mojtaba Fathi [*1]

Soil and water research department, Isfahan agricultural and natural resources research and education center, AREEO, [1and2] Isfahan, Iran

Abstract

Determination of soil gas diffusion coefficient is necessary in many reactions in soil such as oxygen and carbon dioxide simulating studies. In this study, the gas diffusion coefficient was measured on three samples of loamy soil columns in porosity of 0.015, 0.150 and 0.175. The distribution of gas in the soil was estimated using the U-WLR Model equation. The results showed that Dp / Do values measured in moisture content less than soil saturation water is greatly reduced due to the reduction of soil porosity.

Keywords: behavior of gases in soil, distribution estimation, aeration porosity

[*] Corresponding author, Email:mjtb.fathi@gmail.com

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

بررسی اثرات پساب فاضلاب شهری بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

مصلح‌الدین رضایی[۱] و مجتبی فتحی[۱*]

[۱] بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

چکیده:

با توجه به نوع ترکیبات شیمیایی و خواص فیزیکی پساب‌ها، پایش فیزیکی و شیمیایی اراضی که با این گونه منابع آبیاری می‌شوندلازم است. انبارش و ترابری ترکیبات شیمیایی موجود در پساب‌ها در خاک و اثرات آن بر خواص فیزیکی و شیمیایی آن در دراز مدت می‌تواند از حد مجاز به حد محدودکننده افزایش یابد. در این مطالعه، در مزارع گندم که بطور جداگانه با پساب و با آب چاه آبیاری می‌شدند نمونه خاک تهیه و جرم مخصوص ظاهری و ضریب آبگذری، درصد مواد آلی، شوری، درصد سدیم قابل تبادل، و ظرفیت رطوبت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم اندازه‌گیری شد. نتایج نشان می‌دهد که میزان شوری، غلظت کلر و SAR آب چاه موردئ رررسی بیشتر از پساب فاضلاب شهری است. از طرف دیگر میزان عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در پساب بیشتر از آب چاه‌های منطقه می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد آبیاری با پساب فاضلاب باعث افزایش مواد آلی، بهبود شرایط فیزیکی و حاصلخیزی خاک شده است.

کلمات کلیدی: کیفیت خاک، پساب شهری، ویژگی‌های خاک

مقدمه:

با توجه به نوع ترکیبات شیمیایی و خواص فیزیکی پساب‌ها، پایش فیزیکی و شیمیایی اراضی که با این گونه منابع آبیاری می‌شوند؛ و بررسی اثرات آن بر محیط زیست و سلامت محصولات تولیدی لازم است. انبارش و ترابری ترکیبات شیمیایی موجود در پسابها در خاک و اثرات آن بر خواص فیزیکی و شیمیایی آن در دراز مدت می‌تواند از حد مجاز به حد محدودکننده افزایش یابد(Brian و همکاران، ۱۹۹۹). استفاده از پساب مستلزم سه تغییر اساسی در مقایسه با آب‌های رایج است: ۱- انتخاب گیاهان مناسب ۲- بهبود مدیریت زراعی ۳- حفظ خواص فیزیکی خاک در جهت اطمینان از کشت‌پذیری و نفوذ آب در خاک برای تامین نیاز آبی گیاه و اعمال برخه آبشویی(Oster و همکاران، ۱۹۹۴). در استرالیا پس از ۲۸ سال استفاده از پساب که دارای ۱/۷ برابر شوری و ۲ برابر نسبت جذب سدیم (SAR) نسبت به آبهای رایج در منطقه بود، شوری و غلظت بر (B) در پساب موجب کاهش عملکرد نشد. لیکن تغییرات SAR امکان محدودیت زهکشی و در نتیجه افزایش شوری را بدنبال داشت(Stevens و همکاران، ۲۰۰۴). کاربرد فاضلاب با افزایش ماده آلی، موجب بهبود پایداری خاکدانه‌ها، کاهش چگالی ظاهری، و بهبود سایر ویژگی‌های فیزیکی-خاک مانند هدایت هیدرولیکی-اشباع، درصد تخلخل و رطوبت- اشباع می‌گردد. استفاده از پساب در مناطق خشک به علت افزایش مواد آلی اثرات مطلوبی بر خصوصیات فیزیکی خاک دارد. در ایران-اصفهان پس از دوسال، اثر پساب و لجن بر جرم مخصوص ظاهری، ضریب آبگذری اشباع، سرعت نفوذ نهایی آب در خاک و رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. مصرف پساب و لجن نسبت به شاهد (آب رودخانه) جرم مخصوص ظاهری را کاهش و پارامترها دیگر را افزایش داد. میزان تغییرات در اثر لجن بیشتر از پساب بود(افیونی ، ۱۳۸۱). می‌توان گفت با توجه به میزان کم نزولات جوی منطقه در طول سال (کمتر از ۱۲۰ میلیمتر) سرنوشت کیفیت خاک در گرو کیفیت آب آبیاری و میزان آب شویی املاح از منطقه رشد ریشه است.

مواد و روش‌ها:

این آزمایش، در مزارع گندم که بطور جداگانه با پساب و با آب چاه آبیاری می‌شدند؛ در یک خاک silty clay انجام گردید. از اعماق ۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰ سانتیمتری نمونه خاک تهیه گردید. نمونه برداری شامل تهیه نمونه دست نخورده جهت اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک و ضریب آبگذری با استفاده از حلقه‌های فلزی بود. همچنین درصد مواد آلی، شوری و درصد سدیم قابل تبادل، و ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم

1

*ایمیل نویسنده مسئول: mjtb.fathi@gmail.com

نمونه‌های دست خورده به روش مورد تایید موسسه تحقیقات خاک و آب تعیین گردید(اسپارکز و همکاران، ۱۹۹۶). پساب و منابع آب سفره‌های زیرزمینی (چاه‌های آب) نمونه برداری و مورد تجزیه قرار گرفت. آنالیز داده‌ها ه کمک نرم افزار Excell و Spss انجام شد.

نتایج و بحث:

نتایج تجزیه پساب و آب چاه در جدول ۱ نشان می‌دهد که میزان شوری، غلظت کلر و SAR آب چاه بیشتر از پساب فاضلاب شهری است. از طرف دیگر میزان عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در پساب بیشتر از آب چاه‌های منطقه می‌باشد. فساد و تجزیه ریشه بنوبه خود باعث افزایش مواد آلی در خاک گردیده و در نتیجه کیفیت خاک را بهبود یافته است.

جدول ۱ - برخی خصوصیات شیمیایی پساب خروجی فاضلاب شهری و آب چاه‌های مورد استفاده برای آبیاری مزارع گندم

منابع	pH	شوری	Cl^-	$Mg^{2+}+Ca^{2+}$	Na^+	SAR	No3-N	NH4-N	TDS
		(dS/m)	-- me/l --						mg/l
فاضلاب	۷/۱۰	۱/۱	۴/۲	۵/۷	۶/۳	۲/۳	۲/۹	---	۵۳۲
چاه	۷/۰۵	۳/۷	۶۶/۷	۴۰/۷	۴۶/۶	۵	۱/۷	۰/۸۳	۵۹۲۸

ضریب آبگذری در خاکهای آبیاری شده با پساب نسبت به آب چاه افزایش شدیدی دارد(جدول ۲). این امر در اثر بهبود وضعیت فیزیکی خاک بعلت افزایش مواد آلی و کاهش SAR خاک می‌باشد.

جدول ۲- اثر منبع آب آبیاری و عمق نمونه برداری بر میزان شوری، SAR، وزن مخصوص ظاهری، مواد آلی میزان رطوبت خاک در ظرفیت مزرعه (FC) و نقطع پژمردگی دائم (PWP).و ضریب آبگذری.

منابع آب آبیاری	عمق (cm)					
	۰-۲۰	۲۰-۴۰	۴۰-۶۰	۰-۲۰	۲۰-۴۰	۴۰-۶۰
	EC (dS/m)			SAR		
پساب	۲/۱	۲/۳	۲/۲	۴/۱۲	۳/۷۸	۲/۷۲
چاه	۷/۵	۹/۳	۸/۵	۷/۵۸	۸/۰۵	۹/۲۵
	BD (gr/cm^3)			مواد آلی (٪)		
پساب	**۱/۱۷**	**۱/۱۹**	**۱/۴۳**	**۱/۴**	**۱/۱**	**۰/۶**
چاه	۱/۳۲	۱/۳۱	۱/۵۱	۰/۹	۰/۸	۰/۵
	FC%			PWP%		
پساب	۳۲/۱	۳۱/۹	۲۹/۵	۲۱/۲	۲۱/۹	۱۹/۷
چاه	۳۰/۷	۲۹/۷	۳۰/۱	۱۷/۶	۱۸/۸	۱۸/۸
	ضریب آبگذری (mm/hr)					
پساب	۱۲/۰	۳۲/۵	۲۵/۵			
چاه	۵/۰	۱/۵	۰/۶			

نتیجه گیری:

ادر کل می‌توان گفت افزایش مواد غذایی مورد نیاز گیاه در پساب و غلظت کمتر عناصر زیان بار (کلر و سدیم) برای رشد گیاهان در پساب فاضلاب نسبت به آب چاه‌های مورد استفاده در منطقه بر کیفیت خاک از دو جهت تاثیر گذاشته است ۱- شرایط فیزیکی خاک را برای رشد گیاهان بهبود بخشیده است ۲- بهبود شرایط فیزیکی خاک و تغذیه گیاه از مواد غذایی در پساب باعث افزایش تراکم و رشد ریشه گیاه در خاک شده است.

منابع:

افیونی، مجید. ۱۳۸۱. استفاده از پساب خروجی و لجن تولیدی تصفیه خانه کارخانه پلی‌اکریل ایران. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

امیری نژاد، ا و شهباززاده، ر.۱۳۹۷. تاثیر کاربرد فاضلاب خام شهری بر کیفیت فیزیکی خاک و عملکرد بیولوژیکی گندم)مطالعه موردی: منطقه هرسین. تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۹۴ ، شماره ۱،ص ۸۳-۹۰

Brian J, B.J. Myers, and R. Falkiner 1999. Australian guidelines for sustainable effluent-irrigated plantations www.ffp.csiro.au/pff/effluent_guideline/guideline.htm.

Sparks, D.L., Page, A., Helmke, P., Loeppert, R., Soltanpour, P., Tabatabai, M., Johnston, C. and Sumner, M. 1996. Methods of soil analysis. Part 3-Chemical methods, Soil Science Society of America Inc.

Stevens, D. P., M. J. McLaughlin and M. K. Smart. 2004. Effects of long-term irrigation with reclaimed water on soils of the Northern Adelaide Plains, South Australia. Australian Journal of Soil Research 41(5) 933 - 948

Oster J.D. 1994. Irrigation with poor quality water. Agricultural Water Management 25 p: 217-297.

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Effect of municipal wastewater on soil physical and chemical properties

Mosleh_Edin Rezaii and Mojtaba Fathi [*1]

Soil and water research department, Isfahan agricultural and natural resources research and education center, AREEO, [1and2] Isfahan, Iran

Soil physical and chemical properties and wastewater effects on the environment and crops monitoring is necessary in wastewater irrigated land. This study was conducted in 2 adjacent fields irrigated with wastewater and underground water, soil samples were collected and bulk density and infiltration, organic matter percentage, salinity, exchangeable sodium percentage, field capacity , permanent wilting point were measured. The results show that irrigation with wastewater increases organic matter improves soil physical condition, soil fertility , root density and improves soil quality.

Kewwords: Soil quality, municipal wastewater, Physical propetties

[*] Corresponding author, Email:mjtb.fathi@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

ارزیابی پایداری خاکدانه ها در روش‌های مختلف خاک‌ورزی

مصلح‌الدین رضایی [۱] و مجتبی فتحی [۲*].

بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران،

چکیده:

آگاهی و شناخت اثر روش‌های مختلف خاکورزی بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک جهت بهره‌برداری پایدار، پایش و حفظ سلامت و کیفیت خاک با استفاده از شاخص‌های کمی ضروری می‌باشد. در خاکهای زراعی مواد آلی و برخی مواد معدنی ذرات خاک را بهم پیوند داده و خاکدانه‌ها را بوجود می‌آورد. در این آزمایش اثر روش‌های مختلف خاکورزی در کشت ذرت و در زمینی که قبلا به کشت جو اختصاص داشت بر پایداری خاکدانه ها با استفاده از الک تر، اسیدیته و مواد آلی خاک اندازه گیری شد. تیمارهای خاک‌ورزی شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک و کشت فارویی، خرد کردن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن چیزل+ دیسک و کشت فارویی، خرد کردن بقایای گیاهی جو+ آبیاری+ کشت مستقیم دستی بذر در کف کرت، خردکردن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن برگرداندار+ دیسک و کشت فارویی، سوزاندن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن برگرداندار+ دیسک و کشت فارویی و خرد کردن بقایای گیاهی جو+ کشت مستقیم با خطی‌کار آمازون در کف کرت بودند. مقادیر میانگین وزنی، هندسی قطر خاکدانه ها و همچنین بعد فراکتال هر یک تیمارهای خاکورزی محاسبه شد. نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش شدت خاکورزی و بر هم خوردن خاک و سوزاندن بقایای گیاهی میزان پایداری خاکدانه ها و مواد آلی کاهش و با کاهش شدت خاکورزی و حفظ بقایای گیاهی پایداری خاکدانه ها و مواد آلی افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: بعد فراکتال، پایداری خاکدانه، خاکورزی، میانگین هندسی قطر خاکدانه،

مقدمه

در خاکهای زراعی مواد آلی و برخی مواد معدنی و آلی ذرات خاک را بهم پیوند داده و خاکدانه‌ها را بوجود می‌آورد. ثبات و پایداری خاکدانه‌ها تأثیر بسزائی در جلوگیری از فرسایش خاک، قابلیت نفوذ آب در خاک، افزایش و تبادل هوا بین خاک و نیوار، استقرار گیاه و فراهم آوردن بستر مناسبی برای فعالیت میکروارگانسیم‌های خاک دارد بطوریکه، یکی از شاخص‌های سلامت و کیفیت خاک می‌باشد. بررسی اثرات مدیریتهای زراعی و روش‌های مختلف خاک ورزی بر پراکنش اندازه خاکدانه ها پایدار مورد توجه قرار گرفته است، پایداری خاکدانه‌ها به عوامل متعدد قابل مدیریت مانند نوع گیاه، مرحله رشد، نوع سیستم ریشه گیاه، مواد باقیمانده از گیاه، میزان و مدیریت مواد آلی خاک و روش خاک‌ورزی ارتباط دارد (بای‌بوردی،۱۳۷۰؛ Wright و همکاران ۱۹۸۸). Pirmoradian و همکاران (۲۰۰۵) گزارش می‌دهند که بعد فراکتال برای کمی کردن اثرات خاکورزی بر پایداری خاکدانه‌ها مناسبتر از میانگین وزنی و میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها است. Zolfagari و همکاران (۲۰۰۸) گزارش می‌دهند که تبدیل اراضی جنگلی و مرتع به اراضی کشاورزی موجب تجزیه مکانیکی و شکست بیشتر خاکدانه‌ها شده و بعد فراکتالی را افزایش داده است. نتایج مقایسه خاکهای بکر و مرغزارها با خاکهای تحت کشت نشان داده است که خاک‌ورزی بیشترین نیروی تخریب کننده منابع خاک می‌باشد. کشت سویا اثرات مخربتری بر ساختمان خاک نسبت به کشت ذرت دارد (Dean، ۱۹۹۷). در تیمار بی‌خاک‌ورزی میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) را نسبت به سایر تیمارها ۲۰٪ و بزرگتر بوده است. در تیمارها بی‌خاک‌ورزی میزان ماده آلی خاک حدود ۴۰٪ نسبت به سایر تیمارها افزایش نشان داد (حاج عباسی، و همکاران ۱۳۷۸). هدف این تحقیق ارزیابی پایداری خاکدانه ها در روش‌های مختلف خاک‌ورزیشامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک و کشت فارویی، خرد کردن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن چیزل+ دیسک و کشت فارویی، خرد کردن بقایای گیاهی جو+ آبیاری+ کشت مستقیم دستی بذر در کف کرت، خردکردن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن برگرداندار+ دیسک و کشت فارویی، سوزاندن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن برگرداندار+ دیسک و کشت فارویی و خرد کردن بقایای گیاهی جو+ کشت مستقیم با خطی‌کار آمازون در کف کرت می‌باشد.

روش تحقیق

1

* ایمیل نویسنده مسئول: mjtb.fathi@gmail.com

آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان واقع در شرق شهر اصفهان در ۵۲ درجه و ۵۱ دقیقه طول شرقی و ۳۲ دقیقه و ۳۲ درجه عرض شمالی که در ارتفاع ۱۵۲۷ متری از سطح دریا واقع شده است انجام شد. خاک مزرعه از سری اصفهان (fine mixed, thermic; Fluventic Haplocambids) بود.

اثر شش تیمار خاک‌ورزی بشرح:

A شخم با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک و کشت فارویی

B خرد کردن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن چیزل+ دیسک و کشت فارویی

C خرد کردن بقایای گیاهی جو+ آبیاری+ کشت مستقیم دستی بذر در کف کرت

D خردکردن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن برگرداندار+ دیسک و کشت فارویی

E سوزاندن بقایای گیاهی جو+ شخم با گاوآهن برگرداندار+ دیسک و کشت فارویی

F خرد کردن بقایای گیاهی جو+ کشت مستقیم با خطی‌کار آمازون در کف کرت

در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در تناوب جو - ذرت (کشت دوم) بر پایداری خاکدانه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. جو در پاییز سال قبل کشت شد و پس از برداشت جو در تابستان، تیمارهای خاک‌ورزی همزمان/ همراه با کشت ذرت اعمال شد. در پایان فصل در زمان برداشت ذرت نمونه خاک تهیه و مورد آزمایش قرار گرفت. اندازه‌گیری توزیع خاکدانه‌ها با الک تر: نمونه خاک از عمق ۰-۷ سانتیمتری تهیه شد و پس از انتقال به آزمایشگاه و خشک شدن ریشه و بقایای گیاهی از آن خارج شد. سپس نمونه‌ها از یک الک ۸ میلیمتری عبور داده و باقی‌مانده آن بر روی الک ۴ میلیمتری مورد آزمایش قرار گرفت. در هنگام خیس کردن خاکدانه‌ها برای جلوگیری از انهدام خاکدانه‌ها نمونه‌های آماده شده بر روی الک ۴ میلیمتری قرار داده شد و به آرامی توسط یک آب‌فشان با استفاده از محلول یک سوم الکل اتلیک و دو سوم آب (بای‌بوردی،۱۳۷۰) در چندین نوبت خیس شد و بر روی یک سری الک بترتیب با قطرهای ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱۲۵ و ۰/۰۶۵۲ میلیمتر قرار داده شد و به آرامی در یک سطل آب فروبرده شد. سطح آب در داخل سطل طوری تنظیم شد که در اثر بالا و پایین شدن الک‌ها در آب خاکدانه‌ها از آب بیرون نیامده و همیشه در آب غوطه‌ور باقی بمانند. پس از الک کردن، خاک باقی مانده در هر یک از الکها به یک قوطی انتقال یافت و پس از خشک کردن، میزان خاک در هر الک تعیین شد. همچنین ریگ‌ها و سخت دانه‌ها (خاکدانه‌های سیمانی شده) در هر الک جداگانه توزین، و وزن آن از وزن خاک محتوی خاک آن الک و کل خاک مورد استفاده کم شد.

با استفاده از توزیع خاکدانه‌ها، پارامترهای میانگین وزنی (MWD) و میانگین هندسی (GMD) قطر خاکدانه‌ها و توزیع اندازه (قطر) خاکدانه‌ها با استفاده روش فراکتال از فرمولهای زیر که در آن n تعداد الک‌ها، Wi درصد وزنی خاک در هر الک و Xi متوسط اندازه خاکدانه‌ها در هر الک است، تعیین شد.

فرمول (۱)

$$GWD = \exp\left(\frac{\sum_{i=1}^{n} W_i \log(\bar{x}_i)}{\sum_{i=1}^{n} w_i}\right)$$

فرمول (۲)

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} W_i \bar{x}_i$$

در روش فراکتال بعد فراکتال (D) از رابطه نمایی بین تعداد و اندازه هدف N>x =K(x)-D که N>x تعداد تجمعی اهداف بزرگتر از x، و K ضریب مساوی با N>x زمانیکه x=۱ می‌باشد استفاده شد. تعیین بعد فراکتال با استفاده از روش شمارش خاکدانه‌ها و وزرن خاکدانه‌ها یک رابطه خطی معنی دار (R2=۰/۹۳) را نشان داد (Perfect و همکاران، ۱۹۹۸).

نتایج و بحث

اثر روش‌های مدیریت خاک‌ورزی و بقایای گیاهی در جدول ۱ نشان می‌دهد که حفظ بقایای گیاهی جو در زراعت ذرت موجب افزایش GWD، MWD و مواد آلی نسبت به سوزاندن بقایای گیاهی خاک می شود. افزایش مداوم شوری آب آبیاری در طول فصل رشد شوری خاک را افزایش

داد، بطوریکه میانگین شوری خاک در زمان نمونه برداری از خاک در روش کرتی مسطح ۸/۰ و در روش فارویی ۱۴/۲ dS/m حاصل شد. با توجه به میزان شوری خاک که بخش عمده‌ای از آن ناشی از یون سدیم می‌باشد و اثر مخرب یون سدیم در تخریب خاکدانه‌ها، میزان شوری کمتر خاک در تیمار سوزندان بقایای گیاهی نسبت به سایر تیمارها می‌تواند اثر واقعی تیمار سوزاندن بقایای گیاهی بر تخریب خاکدانه‌ها را و اثر مثبت تیمارهای حفظ بقایای گیاهی بر پایداری خاکدانه‌ها را در جهت کاهش توجیه نماید. تیمار سوزاندن بقایای گیاهی (E) موجب افزایش بعد فراکتال و کاهش MWD و GWD نسبت به سایر تیمارها شد که نشان دهنده اثرات مخرب سوزاندن بقایای گیاهی بر خاک و افزایش تعداد خاکدانه‌های کوچک و کاهش تعداد خاکدانه های بزرگتر پایدار در آب می شود. خرد کردن بقایای گیاهی و کشت مستقیم بدون بر هم زدن خاک (F) با عث افزایش خاکدانه‌های پایداری در آب شده است.

جدول ۱- اثر روش‌های خاک‌ورزی بر بعد ضریب بعد فراکتال (K)؛ بعد فراکتال (D)؛ میانگینوزنی (MWD) و میانگین هندسی (GWD) قطر خاکدانه‌ها، شوری عصاره اشباع (ECe)؛ درصد مواد آلی خاک (OC) و پ-هاش pH خاک.

تیمار خاک‌ورزی	K	D	MWD	GWD	EC_e	OC	pH
					dS/m	٪	
A	2.502	2.7138	2.178	1.088	14.2	1.07	7.53
B	2.556	2.7136	2.314	1.098	10.4	1.11	7.60
C	2.540	2.6411	2.464	1.147	7.70	1.10	7.70
D	2.331	2.7839	2.081	1.060	14.8	.993	7.50
E	2.201	2.8761	1.800	0.979	9.63	.943	7.67
F	2.530	2.6003	2.355	1.088	8.27	1.01	7.67
میانگین	2.443	2.7215	2.199	1.098	10.8	1.04	7.61

جدول ۲ نشان می‌دهد که همبستگی بعد فراکتال (D) با شوری خاک مثبت و با میانگین وزنی و هندسی و میزان کربن آلی خاک منفی می‌باشد. افزایش میزان MWD و GWD نشان دهنده افزایش ثبات خاکدانه ها می‌باشد و بر خلاف آن افزایش بعد فراکتال نشان دهده کاهش میزان خاکدانه‌های پایدار در آب است. افزایش بعد فراکتال نشانده تجزیه بیشتر خاکدانه های بزرگ به خاکدانه‌های کوچک است. همبستگی مثبت میزان شوری خاک با بعد فراکتال و همبستگی منفی آن با MWD و GWD نشاند و همبستگی منفی میزان مواد آلی خاک با بعد فراکتال و همبستی مثبت آن با با MWD و GWD نشاند اثرات مثبت مواد آلی خاک بر میزان خاکدانه‌های پایدار در آب می‌باشد. بنابراین برای حفظ کیفیت خاک باید از خاکورزی شدید خوداری شده و بقایای گیاهی در سطح خاک حفظ شود

جدول ۲- ماتریس همبستگی بین بعد فراکتال (D)، میانگین وزنی(MWD)میانگین هندسی (GWD) شوری (EC)و مواد آلی خاک(OC)

متغیر	D	MWD	GWD	EC	OC
D	1.00000				
MWD	-0.88600 <.0001	1.00000			

		1.00000	0.95861	-0.97418	GWD
			<.0001	<.0001	
	1.00000	-0.20948	-0.23770	0.23473	EC
		0.4041	0.3422	0.3485	
1.00000	-0.03325	0.50952	0.58527	-0.50604	OC
	0.8958	0.0308	0.0107	0.0321	

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد با افزایش شدت خاکورزی و بر هم خوردن خاک و سوزاندن بقایای گیاهی میزان پایداری خاکدانه ها و مواد آلی کاهش و با کاهش شدت خاکورزی و حفظ بقایای گیاهی پایداری خاکدانه ها و مواد آلی افزایش می‌یابد. بنا بر این برای حفظ پایداری خاکدانه‌ها و مواد آلی خاک توجه به نوع روش و شدت خاک‌ورزی ضروری به نظر می‌رسد.

منابع مورد استفاده :

بای‌بوردی، م. ۱۳۷۰. فیزیک خاک ۱۳۷۲. انتشارات دانشگاه تهران. شماره مسلسل ۲۹۲۳.

حاج عباسی، م. ع.، ع، همت و ا. اسدی . ۱۳۷۸. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم خاک .ایران مشهد. اثر شیوه‌های مختلف خاک‌ورزی بر بعضی خوصیات فیزیکی خاک و برخی خواص مورفولوژیکی ریشه گندم.

Dean M. 1997. Management and crop Residue Influence soil Aggregate Stability. Journal of Environmental Quality.

Perfect E., Rasiah V. and Kay B.D. 1992. Fractal dimension of soil aggregate-size distribution calculated by number and mass. Soil Sci. Soc. Am. J. 56:1407-1409.

Pirmoradian N., Sepaskhah A.R. and Hajabasi, M.A. 2005. Application of fractal theory to quantify soil aggregate stability by tillage treatments. Biosystems Engineering. (90):227-234.

Wright S. E., Starr J. L. and Ioan I. C. 1998, TEKTRAN. Changes In Aggregate Stability And Concentration of Glomalin During Transition From Plow to no Tillage Management.

Yoder R. E. 1936. A Direct Method of Aggregate Analysis of Soils and a Study of the Physical Nature of Erosion losses. J. of Am. Soci. of Agronomy. 28:337-350.

Zolfaghari A.A. and Hajabasi, M.A.. 2008. Effect of Different land use on soil structural Quality and relation with Fractal Dimension. International Journal of Soil Science 3 (2): 101-108.

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Soil Aggregate stability Evaluation in different tillage systems

Mosleh_Edin Rezaii and Mojtaba Fathi [*1]

Soil and water research department, Isfahan agricultural and natural resources research and education center, AREEO, [1and2] Isfahan, Iran

Quantitative estimation of different tillage systems effects on soil chemical and physical properties is necessary for sustainable management. In this experiment, the effect of various tillage methods on aggregate stability in corn barley rotation was studied using wet sieving method. Soil alkalinity, acidity and soil organic matter was measured. Aggregate diameter geometric mean and also fractal dimension of each tillage treatment were calculated. The results showed that increasing the severity of tillage reduce the stability of aggregates, decrease soil organic matter. Low intensive tillage and keeping plant residue increase aggregates stability and soil organic matter.

Keywords: fractal dimension, aggregate stability, tillage, aggregate diameter geometric mean, average aggregate diameter,

[*] Corresponding author, Email:mjtb.fathi@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

نقش نوع کشت زراعی بر کربن‌آلی و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: دشت گیان نهاوند)

طاهره ترکاشوند*[۱]، پری‌ناز عبدلی[۱]، سهیلاسادات هاشمی[۲]

۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

۲- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

چکیده

نوع پوشش گیاهی یکی از عوامل تأثیرگذار بر خصوصیات خاک است. در این مطالعه سعی شده تا تأثیر چند نوع کشت زراعی (کلزا، چغندرقند، گندم، ذرت و آفتابگردان) را بر روی کربن آلی و دیگر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (کربنات کلسیم، pH، EC، CEC و درصد رس) بررسی شود. به این منظور نمونه‌برداری از دشت گیان نهاوند و به صورت تصادفی انجام شد. نمونه‌ها از عمق ۰ الی ۳۰ سانتی‌متری برداشت شدند و پس از آماده‌سازی مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج بدست آمده توسط برنامه‌ی Excel (2010) بررسی و میانگین و دیگر پارامترهای آماری محاسبه شدند. بیش‌ترین میانگین کربن آلی در کشت گندم و سپس در کشت کلزا بدست آمد. نوع کشت برروی pH و درصد رس تأثیری نداشت. همچنین EC تغییر چشم‌گیری در کشت‌های متفاوت نداشت. CEC در کشت آفتابگردان بیش‌تر از دیگر کشت‌ها مشاهده شد که تفاوت چشم‌گیر نبود. کربنات کلسیم نیز تحت تأثیر نوع کشت قرار نگرفت.

کلمات کلیدی: کربن آلی، کلزا، گندم

مقدمه

نوع پوشش گیاهی یکی از مواردی است که می‌تواند بر خصوصیات خاک تأثیرگذار باشد. این تأثیر می‌تواند ناشی از میزان بازگشت بقایای گیاهی به خاک باشد که در کشت‌های مختلف متفاوت است. Kabirinejad و همکارانش (۲۰۱۴) بیان کردند که بازگشت بقایای گیاهی به خاک تأثیرات خوبی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دارد. در بررسی دیگری مشخص شد که مواد آلی که جزئی از خاک می‌باشد با تولیدات کشاورزی و بازگشت کم‌تر بقایای گیاهی به خاک و افزایش سرعت معدنی شدن، کاهش می‌یابد و سیستم زراعی تأثیر زیادی بر ذخیره‌ی کربن آلی دارد (Alvarez و همکاران، ۲۰۱۴). در حقیقت بقایای گیاهی می‌تواند بر شرایط خاک مثل pH تأثیر بگذارد و ممکن است نقش مهمی در حاصلخیزی و چرخه‌ی عناصر در خاک داشته باشد.

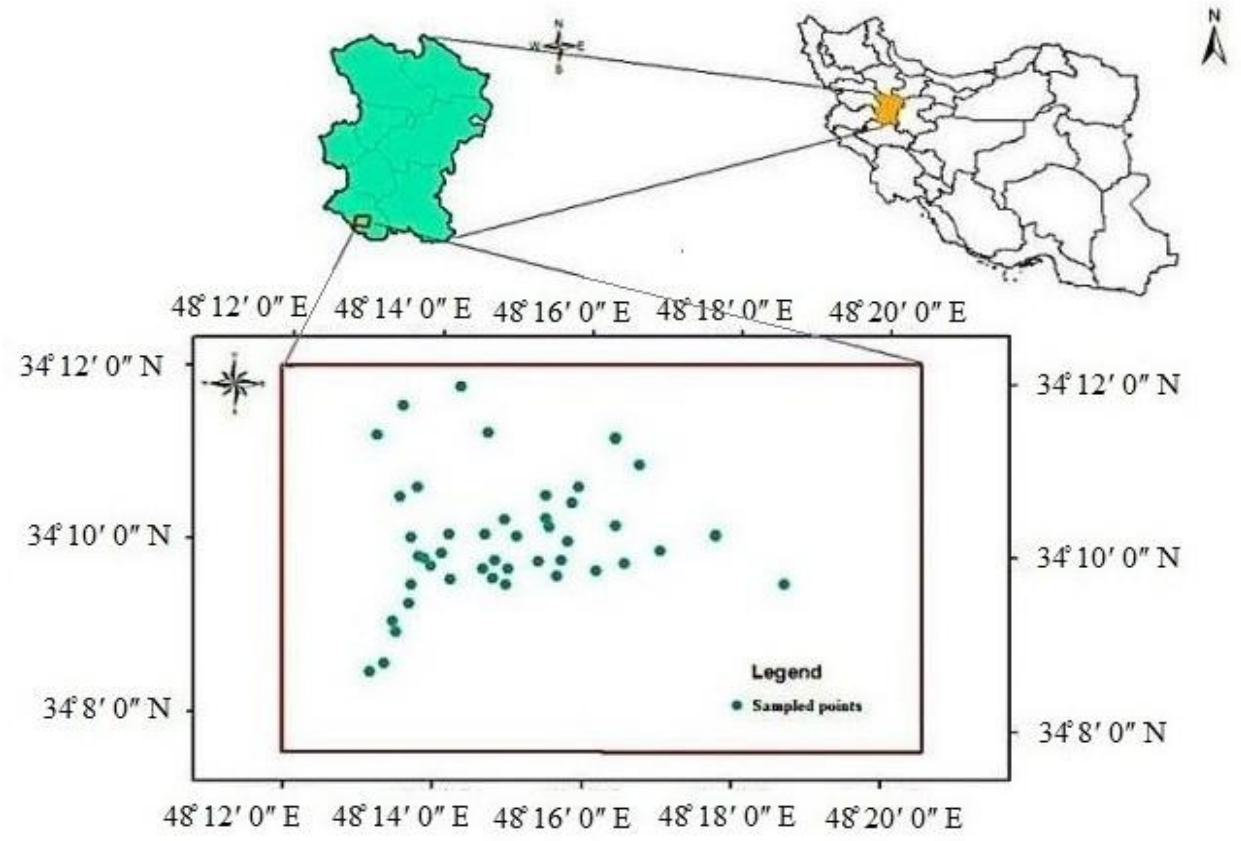
با توجه به مطالب درج شده و با توجه به مطالعات کم صورت گرفته بر روی خاک منطقه مورد مطالعه، هدف از تحقیق حاضر، بررسی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در کاربری کشاورزی و نقش نوع پوشش گیاهی بر کربن آلی خاک و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک این منطقه در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در شهر گیان واقع در جنوب شهرستان نهاوند قرار دارد. موقعیت جغرافیایی گیان بر روی نقشه ایران به صورت N ″۵ ′۱۱ °۳۴ و E ″۵۶ ′۱۴ °۴۸ می‌باشد و دارای ۱۵۶۳ متر ارتفاع از سطح دریاست. به طور کلی از نظر آب و هوایی، محدوده مورد مطالعه بر اساس روش دومارتن دارای اقلیم نیمه‌خشک با زمستان‌های سرد و تابستان‌های ملایم و خشک می‌باشد. منطقه مورد مطالعه دارای رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی مزیک می‌باشد. مواد مادری غالب در منطقه مورد به طور عمده شامل سنگ‌های آهکی است. کاربری‌های اراضی غالب منطقه جنگل (عمدتا درخت چنار) و اراضی زراعی است که بطور کلی گندم و جو، کلزا، ذرت و چغندرقند بخش وسیعی از زراعت اراضی را به خود اختصاص داده است. محصولات مهم دیگر منطقه عبارتند از یونجه، گشنیز و آفتابگردان که عمدتا به صورت آبی کشت می‌شوند. نمونه برداری در مهر ماه ۱۳۹۵ (سپتامبر ۲۰۱۶) از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری به صورت تصادفی صورت گرفت (شکل ۱) و نمونه‌های خاک هوا خشک شده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. سپس درصد رس به روش هیدرومتر، کربنات کلسیم معادل با روش تیتراسیون،

* ایمیل نویسنده مسئول: torkashvand_ta95@yahoo.com

اسیدیته (pH) خاک در سوسپانسیون ۱:۵ خاک و آب مقطر، قابلیت هدایت الکتریکی (EC) در عصاره سوسپانسیون ۱:۵ خاک و آب مقطر، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) به روش باور و کربن آلی به روش والکی بلک اندازه‌گیری شد. داده‌ها در برنامه‌ی Excel (2010) بررسی و پارامترهای آماری موردنظر شامل میانگین و ضریب تغییرات و دیگر پارامترهای مرتبط بدست آمد.



شکل ۱. پراکنش نمونه‌های خاک در منطقه مورد مطالعه

نتایج و بحث

تاثیر کشت‌های مختلف بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در کاربری کشاورزی با کشت‌های گندم، کلزا، ذرت، چغندرقند و آفتابگردان مورد بررسی قرار گرفت. جدول ۱ پارامترهای آماری توصیفی به دست آمده از کشت‌های مختلف را نشان می‌دهد.

جدول۱. پارامترهای آماری توصیفی کشت‌های زراعی مختلف در کاربری کشاورزی منطقه مورد مطالعه

نوع کشت	خصوصیات آماری متغیر / ویژگی‌های خاک	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	دامنه تغییرات	چولگی	کشیدگی	ضریب تغییرات
کلزا	کربن آلی	۰/۹	۰/۳	۱/۳	۰/۴	۱	-۰/۸	-۱/۷	۴۸/۸
	کربنات کلسیم	۲۹/۷	۲۵	۳۳/۷	۳/۹	۸/۷	-۰/۵	-۲/۷	۱۳/۰۳
	pH	۷/۴	۷/۲	۷/۷	۰/۲	۰/۵	۰/۲	-۱/۹	۲۳/۴
	EC	۰/۲	۰/۱	۰/۲۲	۰/۰۴	۰/۰۹	۱/۳	۱/۳	۲/۸
	CEC	۳۲/۱	۲۶/۹	۳۶/۷۵	۴/۷	۹/۸	-۰/۴	-۳/۱	۱۴/۷
	رس	۳۴/۲	۲۳	۴۳	۸/۱	۲۰	-۰/۴	-۰/۹	۲۳/۶
چغندرقند	کربن آلی	۰/۶	۰/۱	۱/۴	۰/۵	۱/۳	۰/۷	-۰/۶	۷۵/۷
	کربنات کلسیم	۲۹/۷	۲۱/۲	۴۲/۵	۵/۹	۲۱/۳	۱/۱	۲/۵	۱۹/۷
	pH	۷/۵	۷/۱	۷/۹	۰/۲	۰/۸	۰/۲	۰/۶	۳/۱
	EC	۰/۲	۰/۱	۰/۴۵	۰/۱	۰/۴	۱/۱	۱/۴	۴۶/۳
	CEC	۳۳/۱	۲۷/۳	۳۳/۰۶	۳/۹	۱۰/۹	۵/۰۲	-۱/۴	۱۱/۹
	رس	۳۳/۳	۲۳	۳۹	۴/۹	۱۶	-۱/۱	۱/۶	۱۴/۸
گندم	کربن آلی	۱/۱	۰/۴	۱/۷	۰/۴	۱/۳	-۰/۳	-۰/۷	۳۸
	کربنات کلسیم	۲۹/۹	۱۵	۴۷/۵	۱۰	۳۲/۵	۰/۵	۰/۲	۳۳/۳
	pH	۷/۴	۰/۱	۷/۷	۰/۳	۰/۷	-۰/۶	-۰/۷	۳۸/۷
	EC	۰/۳	۷	۰/۴	۰/۱	۰/۳	۰/۲	-۰/۸	۳/۴
	CEC	۳۳/۱	۲۷/۱	۳۲/۶۲	۱/۶	۵/۵	۰/۴	۰/۸	۵/۲
	رس	۳۱/۳	۱۶	۴۲	۷/۹	۲۶	-۰/۹	۰/۳	۲۵/۲
ذرت	کربن آلی	۰/۶	۰/۵	۰/۸	۰/۱۵	۰/۳	۰/۹	-	۲۴/۱
	کربنات کلسیم	۳۱/۱	۲۴/۵	۳۷/۵	۶/۵	۱۳	-۰/۱	-	۲۰/۱
	pH	۷/۵	۷/۵	۷/۷	۰/۱	۰/۱	۱/۷	-	۲۰/۱
	EC	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۰۴	۰/۱	۱/۷	-	۷/۷
	CEC	۳۶/۸	۳۶/۸	۳۸/۴	۰/۸	۱/۷	-۰/۰۱	-	۲/۲
	رس	۳۴/۳	۲۹	۳۹	۵/۰۳	۱۰	-۰/۶	-	۱۴/۷
آفتابگردان	کربن آلی	۰/۶	۰/۵	۰/۷	۰/۱	۰/۲	۱/۷	-	۲۰/۴
	کربنات کلسیم	۳۰/۲	۲۰/۷	۴۱/۲	۱۰/۳	۲۰/۵	۰/۶	-	۳۴/۲
	pH	۷/۳	۷/۱	۷/۵	۰/۲	۰/۴	۱/۳	-	۳/۸
	EC	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۱/۷	-	۲/۹
	CEC	۳۳/۸	۲۸/۱	۴۰/۱	۶/۰۱	۱۱/۹	-۲/۱	-	۱۷/۸
	رس	۳۶	۳۲	۴۳	۶/۱	۱۱	۱/۷	-	۳۱/۵

کربن آلی: برگرداندن بقایای گیاهی گندم به خاک موجب افزایش معنی‌دار کربن آلی خاک (۱/۱٪) نسبت به کشت‌های دیگر گردید (جدول ۱). برگ‌های کلزا با شروع محله رسیدن خشک شده و می‌ریزند. برگ‌های کلزای ریزش یافته به دلیل داشتن بافت اسفنجی در تماس با خاک مرطوب به سرعت تجزیه شده و به این ترتیب مقداری از مواد غذایی جذب شده از خاک مجددا به خاک برمی‌گردد (حاتمی، ۱۳۹۳). همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود میزان کربن آلی در کشت کلزا ۰/۹٪ می‌باشد که نسبت به کشت‌های ذرت، چغندرقند و آفتابگران بیش‌تر است. همچنین در منطقه‌ی مورد مطالعه کلزا با شبدر و یونجه در تناوب هم کاشته می‌شوند که می‌تواند دلیلی بر کربن آلی بالاتر نسبت به سه

کشت دیگر باشد. نتایج بررسی‌های Kabirinejad و همکارانش (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای که انجام دادند، نشان داد که بقایای شبدر تأثیر چشم‌گیری بر محتوای کربن آلی خاک دارد و کم‌ترین تأثیر را آفتابگردان داشته است. همچنین Diekow و همکارانش (۲۰۰۵) گزارش کردند که بازگشت بقایای گیاهان خانواده‌ی لگوم‌ها کربن آلی خاک را بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهند همچنین سلحشور و همکارانش (۱۳۹۶) بیان کردند که با رشد پوشش علفی مانند بقولات، هدر رفت کربن آلی خاک کاهش می‌یابد. ضریب تغییرات در کشت چغندرقند بسیار بالا (۷۵/۷٪) است که می‌توان گفت که عوامل دیگری بر کربن آلی بجز نوع کشت، مؤثر بوده‌اند.

کربنات کلسیم: میانگین کربنات کلسیم در بین کشت‌ها تقریبا شبیه به هم می‌باشد که می‌تواند به دلیل بالا بودن آهک در منطقه باشد.

pH: در بین کشت‌ها شاهد تفاوت چشم‌گیری در میزان pH نیستیم که Hulugalle (۱۹۸۸) در گزارشی اعلام کرد که pH تحت تأثیر پوشش گیاهی قرار نمی‌گیرد.

EC: Kabirinejad و همکارانش (۲۰۱۴) گزارش کردند که بازگشت بقایای گیاهی به خاک موجب افزایش EC می‌شود به دلیل اینکه بقایا باعث افزایش حلالیت شوری خاک می‌شوند. در این بررسی شاهد بیش‌تر بودن هرچند ناچیز EC در خاک زیر کشت گندم هستیم که می‌توان دلیل آن را بازگشت بیش‌تر بقایا در این نوع کشت نسبت به دیگر کشت‌ها دانست. Dahiya و همکاران (۱۹۸۴) در مطالعات خود بر روی طبقه‌بندی ضریب تغییرات خصوصیات خاک، آن را به دو دسته پایین (۰٪- ۱۵٪) و بالا (۱۵٪- ۷۵٪) قرار دادند. با توجه به جدول ۱ می‌توان گفت که چغندرقند دارای ضریب تغییرات بالا ولی دیگر کشت‌ها از ضریب تغییرات پایین برخودار هستند. پس این خصوصیت از خاک تحت تأثیر عواملی بجز نوع کشت (کشت چغندر) قرار گرفته است.

CEC: میانگین CEC خاک‌ها در کشت‌های متفاوت نزدیک به هم می‌باشد. Hulugalle (۱۹۸۸) بیان کرد که CEC بطور چشمگیری تحت تأثیر پوشش گیاهی قرار نگرفته است. همچنین بجز آفتابگردان که دارای ضریب تغییرات ۱۷/۸٪ است، دیگر کشت‌ها دارای ضریب تغییرات پایین می‌باشند که نشان دهنده‌ی این مطلب است که تأثیر عوامل دیگر بر میزان CEC خاک در یک نوع کشت کم می‌باشد.

درصد رس: با توجه به میانگین رس در هر کشت (جدول ۱) تفاوت زیادی را بین کشت‌ها شاهد نیستیم. ولی Hulugalle (۱۹۸۸) به این نتیجه رسید که سیلت و شن بصورت قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر پوشش گیاهی قرار نمی‌گیرند ولی رس متأثر از این قضیه است. در اینجا و با توجه به ضریب تغییرات بالا در کشت‌ها (کلزا، گندم و آفتابگردان) می‌توان گفت که عوامل دیگری بجز نوع کشت می‌تواند بر میزان رس تأثیرگذار باشد.

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که کربن آلی تحت تأثیر نوع کشت قرار می‌گیرد و خاک تحت کشت گندم در مقایسه با کشت‌های کلزا، چغندرقند، ذرت و آفتابگردان دارای کربن آلی بیش‌تری است که دلیل آن احتمالا بازگشت بقایای گیاهی بیش‌تر در این نوع کشت نسبت به دیگر کشت‌ها است. همچنین مشخص شد که کربنات کلسیم، pH، درصد رس، CEC و EC تغییرات چشم‌گیری در کشت‌های متفاوت نداشتند.

منابع

سلحشور، ز.، میری‌کرم، ن.، و شهبازی، ا. ۱۳۹۶. مطالعه اثر ترسیب کربن آلی خاک بر تغییرات اقلیم. چهارمین کنفرانس بین المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، ۲ و ۳ خرداد ماه ۱۳۹۶.

حاتمی، م.، ۱۳۹۳. زراعت کلزا. مدیریت هماهنگی ترویج سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه. چاپ اول.

Alvarez, C, R., Costantini, A., & Basanata, M. 2014. Carbon and nitrogen sequestration in soils under different management in the semi-arid Pampa (Argentina). Soil & Tillage Research, 142, 25-31.

Dahiya, I, S., Richter, J. and Malik, R, S. 1984. Soil spatial variability: a review, International Journal of Tropical Agricultural, 11: 1-102.

Diekow JJ, Mielniczuk J, Knicker H, Bayer C, Dick DP, Ko¨gel-Knabner I. 2005. Soil C and N stocks as affected by cropping systems and nitrogen fertilisation in a southern Brazil Acrisol managed under no-tillage for 17 years. Soil Tillage Res, 81: 87-95.

Hulugalle, N. R., 1988. Effect of cover crop on soil physical and chemical properties of an alfisol in the Sudan savannah of Burkina faso, Arid Soil Research and Rehabilitation, 2:4, 251-267.

Kabirinejad, Sh., Kalbasi, M., Khoshgoftarmanesh, A. H., Hoodaji, M. and Afyuni, M. 2014. Effect of Incorporation of Crops Residue into Soil on Some Chemical Properties of Soil and Bioavailability of Copper in Soil. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2 (11), 2819-28.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

The role of crops type on organic carbon and some physical and chemical properties of soil (Case study: Gyan plain of Nahavand)

Torkashvand[*2], T., Abdoli[1], P., Hashemi[2], S.S.

[1] M Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Malayer

[2] Associate Prof, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Malayer

Abstract

Plants type is one of the effective factors on soil properties. In this study, we have tried that evaluate effect of several type of crop (Rapeseed, Sugar beet, Wheat, Corn and Sunflower) on organic carbon and other the physical and chemical properties of soil ($CaCO_3$, pH, EC, CEC and clay%). For this purpose, sampling was done from Gyan plain of Nahavand randomly. Samples were taken from 0 to 30 cm depth. After preparation, they were analysed. The result were evaluated by Excel (2010) and the mean and other statistical parameters were calculated. The most average of organic carbon was obtained in wheat cultivation and then rapeseed cultivation. Type of crop did not affect on pH and clay%. Also, EC did not change in different crops significantly. CEC was observed in sunflower crop more than other crops, which the difference was not significant. Also, calcium carbonate was not influenced by type of crop.

Keywords: Organic Carbon, Rapeseed, Wheat

[*] Email: Torkashvand_ta95@yahoo.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تأثیر کاربری اراضی بر پایداری خاکدانه‌ها در اعماق مختلف خاک

حسن مظفری[۱]، مهروز رضائی[۲*]

[۱] دانشجوی دکتری، بخش علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

[۲*] استادیار بخش علوم و هندسی خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده

از جمله ویژگی‌هایی که تحت تأثیر کاربری اراضی قرار می‌گیرد ساختمان خاک است. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی نقش تغییر کاربری اراضی بر تغییرات پایداری خاکدانه‌ها انجام شد. دو فاکتور میانگین وزنی (MWD) و هندسی (GMD) به عنوان شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها در نظر گرفته شدند. MWD و GMD در ۴ کاربری زراعت معمولی سالیانه (ACF) با تناوب‌های کشت گندم، جو و ذرت، آیش (FF)، مرتع (R) و باغ گلابی (OF) در ۳ نقطه و از دو عمق ۰-۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که تغییر کاربری اراضی از ACF به OF باعث افزایش معنی‌دار ۳۸ درصدی میانگین مقدار MWD شد. میانگین مقادیر این ویژگی در عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متری کاربری‌های FF و R به‌ترتیب به میزان ۱۷ و ۷ درصد کمتر از این ویژگی در کاربری ACF بود، در حالی که تغییر کاربری اراضی از ACF به OF باعث افزایش معنی‌دار ۱۴ درصدی MWD در عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متر شد. نتایج همچنین نشان داد که تغییر کاربری اراضی از ACF به R به‌ترتیب باعث کاهش معنی‌دار ۳۵ درصدی در عمق ۰-۱۰ سانتی متر و ۳۴ درصدی در عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متر میانگین مقادیر این ویژگی شد. احتمالاً زیاد بودن MWD در کاربری OF را می‌توان به زیاد بودن ماده آلی و عدم تردد ماشین‌آلات نسبت داد.

کلمات کلیدی: شاخص پایداری خاکدانه‌ها، ماده آلی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها

مقدمه

تغییر کاربری اراضی یکی از مهم‌ترین دلایل تغییرات جهانی اقلیمی و آب و هوایی است (Lambrin and Meyfroidt, 2011). تغییر کاربری اراضی به دو دلیل اصلی صورت می‌گیرد: دلیل اول شامل افزایش اراضی کشاورزی در پی تخریب اکوسیستم‌های طبیعی به‌ویژه جنگل به‌دلیل رشد جمعیت و افزایش نیاز جهانی به غذا و دلیل دوم شامل بهبود و بازیافتن اکوسیستم‌هایی که تحت تأثیر اراضی کشاورزی حاشیه‌ای خطرناک قرار دارند، می‌باشد (Izquierdo and Ricardo, 2009). تغییر کاربری اراضی بر ویژگی‌های مختلف خاک از جمله ساختمان خاک، چگالی ظاهری خاک، ماده آلی و غیره موثر است. مطالعات نشان می‌دهد که خاک‌هایی که در آن‌ها خاکدانه‌سازی صورت گرفته است، نه تنها در برابر فرسایش بادی و آبی مقاومت می‌کنند، بلکه شرایط مفیدی را برای نفوذ، زهکشی، نگهداری رطوبت، تهویه، فعالیت بیولوژیکی، چرخه غذایی و پایداری بقا و استقرار گیاه مهیا می‌نمایند (Carpenter and Chong, 2010). بنابراین پایداری خاکدانه‌های خاک یک شاخص از خصوصیت و کیفیت فیزیکی خاک می‌باشد (Emadodin و همکاران ۲۰۰۹). سامانه‌های زراعی مناسب، به دلیل بهبود ساختمان خاک از طریق ساز و کارهایی همانند تقویت خاکدانه‌ها به‌وسیله ریشه‌های مویین و هیف‌های قارچی، تحریک تولید کربوهیدرات‌های میکروبی یا اصلاح روابط آب و خاک اثرات مهمی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک ایجاد می‌کنند (Gregory و همکاران ۲۰۱۲).

خاکدانه‌سازی شامل ذرات خاک، فضای خالی بین ذرات و مواد سیمانی کننده که ذرات خاک را به هم می‌چسباند، می‌باشد (Boix-Fayos و همکاران ۲۰۰۱). خاکدانه‌سازی از نظر مقاومت خاک سطحی در مقابل فرسایش بسیار مهم است. به‌طور کلی خاک‌های با خاکدانه‌های بزرگتر در سطح خاک بخاطر داشتن وزن بیشتر مقاومت بیشتری را در مقابل فرسایش نشان می‌دهند (Amézketa, 1999). مطالعات نشان می‌دهد که شخم مداوم و زراعت‌های یکساله پایداری خاکدانه‌ها را کاهش می‌دهد (Mbagwu و همکاران ۱۹۹۳؛ Eynard و همکاران ۲۰۰۴؛ Kavdir و همکاران ۲۰۰۴). بنابراین، خاکدانه‌سازی یک ویژگی پویا در خاک است که به سرعت به تغییرات محیطی پاسخ می‌دهد (Coote و همکاران ۱۹۹۸). شاخص‌های زیادی برای کمی کردن میزان خاکدانه‌های پایدار در خاک استفاده می‌شود که می‌توان به میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) و میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (GMD) به روش خشک اشاره کرد. از آنجایی که تغییر کاربری اراضی بر ویژگی‌های مختلف خاک تأثیر می‌گذارد و شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها

*ایمیل نویسنده مسئول: mahrooz.rezaei@shirazu.ac.ir

اغلب تحت تأثیر تغییرات محیطی و مدیریتی هستند بنابراین این تحقیق با هدف بررسی نقش تغییر کاربری اراضی بر تغییرات میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه‌ها انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

محل انجام تحقیق و نمونه‌برداری

پژوهش حاضر در منطقه باجگاه واقع در ۱۲ کیلومتری شمال شیراز انجام شد. ارتفاع منطقه مورد مطالعه به‌صورت میانگین ۱۸۱۰ متر بالاتر از سطح دریا و همچنین میانگین سالیانه بارش و تبخیر و تعرق به‌ترتیب ۴۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌متر می‌باشد. پژوهش حاضر در چهار کاربری مختلف اراضی که مدت زمان زیادی تحت یک نوع مدیریت خاص بوده‌اند شامل ۱) زراعت معمولی سالیانه (Annual cultivated field, ACF) با تناوب‌های کشت گندم (*Triticum aestivum* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.) و ذرت (*Zea mays* L.)، ۲) آیش (Fallow field, FF)، ۳) مرتع (Rangeland, R) و ۴) باغ (Orchard field, OF) که درختان آن از نوع گلابی (*Pirus communis* L.) بودند، انجام شد. در هر کاربری ۳ نقطه به‌صورت تصادفی انتخاب شدند و ازدو عمق ۰-۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی‌متری در هر نقطه نمونه‌برداری صورت گرفت. سپس نمونه‌ها هواخشک و پس از عبور از الک ۴ میلی-متری جهت تعیین مقدار میانگین وزنی (MWD) و هندسی (GMD) قطر خاکدانه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند.

محاسبه میانگین وزنی (MWD) و هندسی (GMD) قطر خاکدانه‌ها

ابتدا توزیع اندازه خاکدانه‌ها با استفاده از روش الک خشک (Kemper and Rosenau, 1986) تعیین شد. سپس مقادیر MWD وGMD با استفاده از روابط زیر محاسبه شد:

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} \overline{X_i} W_i \qquad (۱)$$

$$GMD = EXP\left[\frac{\sum_{i=1}^{n} W_i Ln(\overline{X_i})}{\sum_{i=1}^{n} W_i}\right] \qquad (۲)$$

که در آن‌ها $\overline{X_i}$ قطر میانگین دو الک متوالی (میلی‌متر) و W_i درصد خاکدانه‌های عبور کرده از یک الک مشخص و باقیمانده روی الک بعدی می‌باشد.

آنالیز آماری

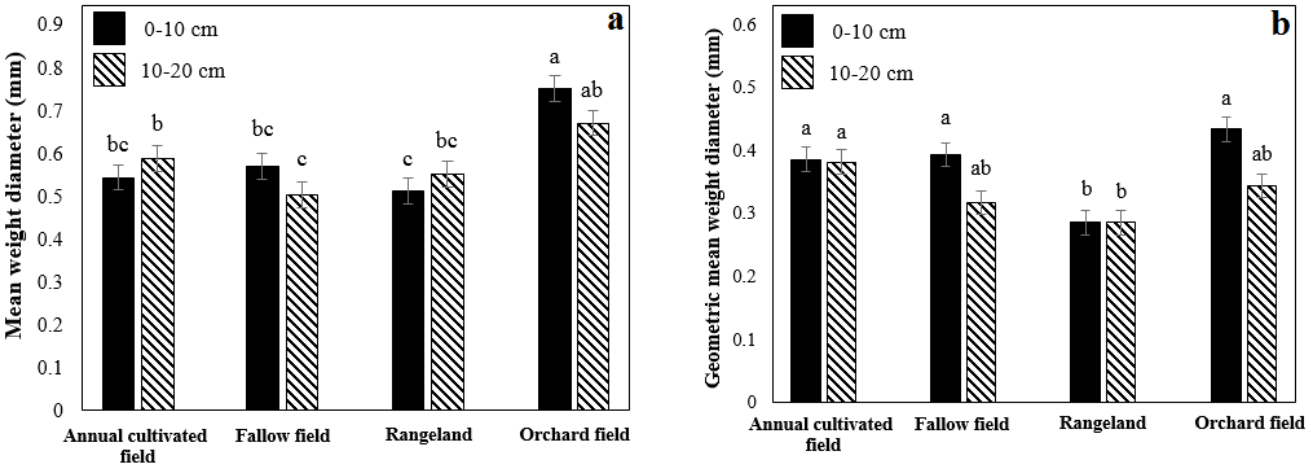
مقادیر MWD و GMD در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد آنالیز قرار گرفتند. میانگین مقادیر ویژگی‌های اندازه‌گیری و محاسبه شده در هر کاربری و در هر عمق بر اساس آزمون آماری LSD با استفاده از بسته نرم افزاری STATISTICA در سطح احتمال ۹۵ درصد مورد مقایسه و آزمون قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین مقادیر MWD و GMD در کاربری‌ها و عمق‌های مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است. مقادیر MWD در عمق ۰-۱۰ سانتی‌متر در کاربری‌های ACF، FF و R تفاوت معنی‌داری را نشان نداد در حالی‌که تغییر کاربری اراضی از ACF به OF باعث افزایش معنی‌دار ۳۸ درصدی در این ویژگی شد. میانگین مقادیر این ویژگی در عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متری کاربری‌های FF و R به‌ترتیب به میزان ۱۷ و ۷ درصد کمتر از این ویژگی در کاربری ACF بود (هرچند این تفاوت بین کاربری‌های ACF و R معنی‌دار نبود)، در حالی که تغییر کاربری اراضی از ACF به OF باعث افزایش معنی‌دار ۱۴ درصدی MWD در عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متر شد. نتایج همچنین نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میانگین مقادیر MWD بین دو تیمار عمق مطالعه شده در هر کاربری وجود نداشت [شکل ۱ (a)]. بر اساس کلاس‌بندی لال (Lal, 1994)، در تمام کاربری‌های مطالعه شده محدودیت شدید در پایداری خاکدانه‌ها وجود دارد. در کاربری‌های ACF و FF کم بودن مقدار MWD احتمالاً به‌دلیل کم بودن مقدار ماده آلی و همچنین تردد زیاد ماشین‌آلات سنگین به‌خصوص در رطوبت نامناسب می‌باشد. دلیل احتمالی کم بودن این ویژگی در کاربری R را می‌توان به تردد بیش از حد حیوانات اهلی و دام‌ها نسبت داد. مقادیر زیاد کود دامی در کاربری OF (به‌واسطه زیاد بودن مقدار سدیم در این کودها و تأثیر آن بر ساختمان خاک)

می‌تواند دلیل احتمالی کم بودن MWD در خاک‌های این کاربری باشد. اما با وجود کاربرد مقدار زیاد کود دامی در این کاربری، وجود ماده آلی زیاد و همچنین عدم تردد ماشین‌آلات باعث شده است که مقدار MWD در این کاربری بیشتر از دیگر کاربری‌ها باشد. پایداری خاکدانه‌ها یک ویژگی مهم در ارزیابی خاک در مقابل فرسایش است، زیرا اگر خاکدانه‌ها با جذب آب یا تماس با ماشین‌آلات از هم پاشیده نشوند، می‌توان گفت که آبیاری، بارندگی، زهکشی و عملیات کشاورزی تأثیرات منفی بر بر ساختمان خاک ندارند و خاک پایداری خوبی دارد.

همان‌گونه که نتایج در شکل ۱ (b) نشان می‌دهد، تفاوت معنی‌داری در میانگین مقادیر GMD بین کاربری‌های ACF، FF و OF در هر دو عمق مورد مطالعه وجود ندارد درحالی‌که، تغییر کاربری اراضی از ACF به R به‌ترتیب باعث کاهش معنی‌دار ۳۵ درصدی در عمق ۰-۱۰ سانتی متر و ۳۴ درصدی در عمق ۰-۲۰ سانتی‌متر میانگین مقادیر این ویژگی شد. مشابه با MWD، تفاوت معنی‌داری در میانگین مقادیر GMD بین دو تیمار عمق مطالعه شده در هر کاربری وجود نداشت. ای نتایج می‌تواند به دلایل کم بودن مقدار ماده آلی، فعالیت میکروبی محدود و کم بودن زیست توده ریشه در کاربری‌های ACF، FF و R باشد که نقش مهمی را در تشکیل خاکدانه ایفا می‌کنند (Emadi و همکاران ۲۰۰۹). شاخص‌های MWD و GMD بسیار وابسته به عملیات مدیریتی می‌باشند و نمایانگر وضعیت فیزیکی در یک خاک هستند. مطالعات نشان می‌دهد که چرای بیش از حد دام و حذف بقایای گیاهی از سطح خاک از دلایل اصلی تضعیف و اختلال در خاکدانه‌سازی است (Chirinda و همکاران ۲۰۱۰؛ Mukherjee and Lal, 2015) که با نتایج موجود در این تحقیق هم‌خوانی دارد.



شکل ۱. نتایج مقایسه میانگین مقادیر میانگین وزنی (a) و هندسی (b) قطر خاکدانه‌ها در کاربری‌های مختلف اراضی و عمق‌های مختلف. حروف مشابه نشان دهنده تفاوت غیرمعنی‌دار در ویژگی‌های مورد مطالعه است.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که بین میانگین مقادیر MWD در عمق ۰-۱۰ سانتی‌متر در کاربری‌های ACF، FF و R تفاوت معنی‌داری وجود نداشت در حالی‌که تغییر کاربری اراضی از ACF به OF این ویژگی را به‌صورت معنی‌داری افزایش داد. میانگین مقادیر این ویژگی در عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متری کاربری‌های FF و R کمتر از این ویژگی در کاربری ACF بود (هرچند این تفاوت بین کاربری‌های ACF و R معنی‌دار نبود)، در حالی که تغییر کاربری اراضی از ACF به OF باعث افزایش معنی‌دار MWD در عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متر شد. نتایج همچنین نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میانگین مقادیر MWD بین دو تیمار عمق مطالعه شده در هر کاربری وجود نداشت. در کاربری‌های ACF و FF کم بودن مقدار MWD احتمالاً به‌دلیل کم بودن مقدار ماده آلی و همچنین تردد زیاد ماشین‌آلات سنگین به‌خصوص در رطوبت نامناسب می‌باشد. دلیل احتمالی کم بودن این ویژگی در کاربری R را می‌توان به تردد بیش از حد حیوانات اهلی و دام‌ها نسبت داد. مقادیر زیاد کود دامی در کاربری OF (به‌واسطه زیاد بودن مقدار سدیم در این کودها) می‌تواند دلیل احتمالی کم بودن MWD در خاک‌های این کاربری باشد. اما با وجود کاربرد مقدار زیاد کود دامی در این کاربری، وجود ماده آلی زیاد و همچنین عدم تردد ماشین‌آلات باعث شده است که مقدار MWD در این کاربری بیشتر از دیگر کاربری‌ها باشد. نتایج همچنین نشان داد که تفاوت

معنی‌داری در میانگین مقادیر GMD بین کاربری‌های ACF، FF و OF در هر دو عمق مورد مطالعه وجود ندارد درحالی‌که، تغییر کاربری اراضی از ACF به R به‌ترتیب باعث کاهش معنی‌دار این ویژگی در هر دو عمق مورد مطالعه شد. مشابه با MWD، تفاوت معنی‌داری در میانگین مقادیر GMD بین دو تیمار عمق مطالعه شده در هر کاربری وجود نداشت. شاخص‌های MWD و GMD بسیار وابسته به عملیات مدیریتی می‌باشند و نمایانگر وضعیت فیزیکی در یک خاک هستند.

منابع

Amézketa, E. 1999. Soil aggregate stability: a review. Journal of Sustainable Agriculture, 14 (2–3), 83–151.

Boix-Fayos, C., Calvo-Cases, A., Imeson, A. C. and Soriano-Soto, M. D. 2001. Influence of soil properties on the aggregation of some Mediterranean soils and the use of aggregate size and stability as land degradation indicators. Catena, 44, 47–67.

Carpenter, D. R. and Chong, G. W. 2010. Pattern in the aggregate stability of Mancos shale derived soils. Catena, 80, 73–65.

Chirinda, N., Olesen, J. E., Porter, J. R. and Schjønning, P. 2010. Soil properties, crop production and greenhouse gas emissions from organic and inorganic fertilizer-based arable cropping systems. Agriculture, Ecosystems and Environment, 139, 584–594.

Coote, D. R., Malcolm-Mcgovern, C. A., Wall, G. J., Dickinson, W. T. and Rudra, R. P. 1988. Seasonal variation of erodibility indices based on shear strength and aggregate stability in some Ontario soils. Canadian Journal of Soil Science, 68, 405-416.

Emadi, M., Baghernejad, M. and 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.

Emadodin, I., Reiss, S. and Bork, R. 2009. A study of the relationship between land management and soil aggregate stability (case study near Albersdorf northern-Germany). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 4, 53-48.

Eynard, A., Schumacher, T. E., Lindstorm, M. J. and Malo, D. D. 2004. Aggregates size and stability in cultivated South Dakorta Prairie Ustolls and Usterts. Soil Science Society of America Journal, 68, 1360-1365.

Gregory, A. S., Bird, N. R. A., Watts, C. W., and Whitmore, A. P. 2012. An assessment of a new model of dynamic fragmentation of soil with test data. Soil and Tillage Research, 120, 61-68.

Izquierdo, A. E. and Ricardo Grau, H. 2009, Agriculture Adjustment, Land-use Transition and Protected Areas in Northwestern Argentina. Journal of Environmental Management, 90, 858-865.

Kavdir, V., Ozcan, H. and Yigini, Y. 2004. The influence of clay content, organic carbon and land use types on soil aggregates stability and tensile strength. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 28, 155-162.

Kemper, W. D. and Rosenau, R. C. 1986. Aggregate stability and size distribution. In: Klute, A. (ed.) Methods of soil analysis. ASA and SSSA, Madison, pp. 425-442.

Lal, R. (1994). Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics. SCS technical monograph. No. 21. Soil Management Support Services, Washington, DC, 78pp.

Lambrin, E. F. and Meyfroidt, P. 2011. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108, 3465–3472.

Mbagwu, J. S. C., Piccolo, A. and Mbila, M. O. 1993. Water stability of aggregates of some tropical soils treated with humic substances. Pedologei, 2, 269-284.

Mukherjee, A. and Lal, R. 2015. Tillage effects on quality of organic and mineral soils under on-farm conditions in Ohio. Environmental Earth Sciences, 74, 1815–1822.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Effect of land use change on aggregates stability at different soil depths

Mozaffari, H. [1], Rezaei, M. [*2]

[1] Ph.D. Student, Soil Science Department, School of Agriculture, Shiraz University, Iran
[2*] Assistant Prof., Soil Science Department, School of Agriculture, Shiraz University, Iran

Abstract

One of the soil properties that is affected by land use change is soil structure. Thus this study aimed to investigate the effects of land use change on soil aggregates stability. Mean weight diameter (MWD) and geometric mean diameter (GMD) were considered as two soil aggregates stability indices. MWD and GMD were measured in 4 land use types including annual cultivated field (ACF) with rotation of wheat, barley and corn, fallow field (FF), rangeland (R), and orchard field (OF) at 3 points and two depths (0-10 and 10-20 cm). Results showed that land use change from ACF to OF caused a significant increase of 38% in MWD. Mean values of MWD at 10-20 cm depth of FF and R was 17 and 7% lower than of ACF, respectively. On the other hand, land use change from ACF to OF caused a significant increase of 14% in MWD at 10-20 cm depth. Results also revealed that land use change from ACF to R caused a significant decrease of 35% at 0-10 cm depth and 34% at 10-20 cm depth of this property. Probably, high amount of MWD at OF is due to the high amount of organic matter and no traffic of machinery in this type of land use.

Keywords: Aggregate stability index, Organic matter, Geometric mean diameter, Mean weight diameter

[*] Corresponding author, Email: mahrooz.rezaei@shirazu.ac.ir

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

پیش‌بینی تنفس میکروبی برانگیخته و پایه در باغ‌های پسته با کمک شبکه عصبی

اردوان کمالی[۱]، مریم دوستکی[۲*]، محسن باقری بداغ‌آبادی[۳]

[۱] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان

[۲] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان

[۳] موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

چکیده

کیفیت خاک، نقطه کانونی برای ارزیابی و حفظ سلامت خاک است. آگاهی از وضعیت کیفیت خاک در اراضی کشاورزی برای مدیریت بهینه زمین‌ها و رسیدن به بیشینه بهره‌وری اقتصادی ضروری است. از آنجاکه ویژگی‌های بیولوژیکی خاک نیز علاوه بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در بررسی کیفیت خاک اهمیت دارند، در این پژوهش دو ویژگی بیولوژیکی شامل تنفس میکروبی پایه و برانگیخته خاک در باغ‌های پسته شهرستان رفسنجان اندازه‌گیری شدند و همچنین برای بررسی پیش‌بینی و ارتباط بین تنفس میکروبی و برخی پارمترها از جمله شوری، اسیدیته، سدیمی شدن خاک از روش مدلسازی توسط شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. نتایج معیارهای اعتبارسنجی نشان داد که شبکه عصبی به‌خوبی تنفس میکروبی پایه و برانگیخته را پیش‌بینی کرد اما ضریب تعیین برای تنفس برانگیخته با مقدار ۰/۶۴ نسبت به تنفس پایه (۰/۵۷) بیشتر بود و مقادیر جذر میانگین مربعات خطا و میانگین مطلق خطا برای تنفس پایه به ترتیب ۰/۱۶۹ و ۰/۱۲ به‌دست آمد.

کلمات کلیدی: سدیمی شدن، شوری، کیفیت خاک ، مدیریت اراضی

مقدمه

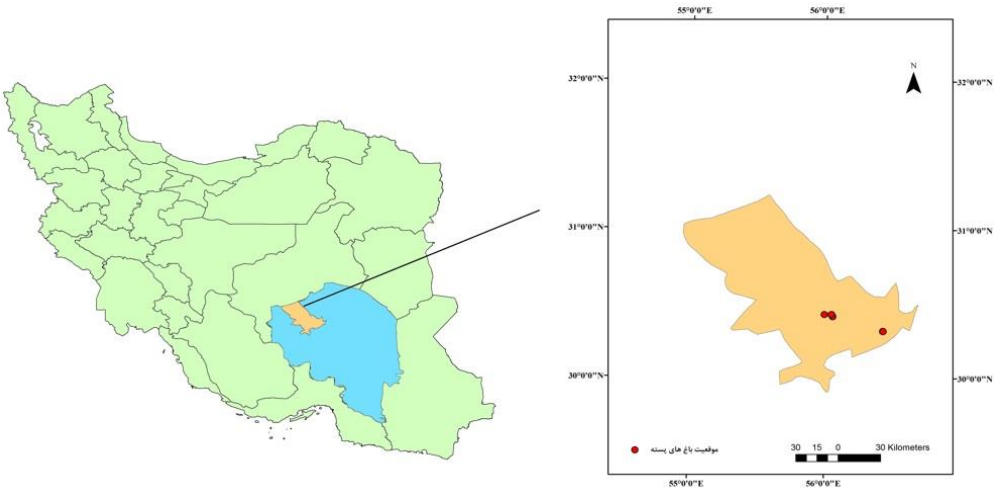
برای ارزیابی کیفیت خاک از شاخص‌های کیفیت خاک بهره‌گیری می‌شود. آن دسته از ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری خاک که بر ظرفیت خاک در تولید محصول تاثیر دارند، شاخص‌های کیفیت خاک نامیده می‌شوند (Arshad and Martin, 2002). در واقع برایند عوامل مختلف شیمیایی، فیزیکی و زیستی بر کیفیت خاک تاثیرگذار است. جنبه پویای کیفیت خاک، نقطه کانونی برای ارزیابی و حفظ سلامت خاک است. کیفیت خاک را می‌توان از جنبه ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و یا بیولوژیکی آن ارزیابی نمود. بسیاری از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مربوط به کیفیت ذاتی خاک هستند، و ویژگی‌های بیولوژیکی و برخی از ویژگی‌های فیزیکی، کیفیت پویای خاک را تشکیل می‌دهند (Bunemanna و همکاران ۲۰۱۸). همچنین تغییراتی که در کوتاه مدت در سلامت خاک ایجاد می‌شود توسط پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مثل بافت خاک، اسیدیته و غیره قابل سنجش نیستند. این پارامترها در دراز مدت تحت تأثیر قرار می‌گیرند ولی پارامترهای بیولوژیک سریعاً تحت تأثیر قرار گرفته و با اندازه‌گیری آنها می‌توان به میزان و نوع تغییرات در اکوسیستم خاک پی برد. سهم متابولیک و سهم میکروبی از جمله شاخص‌های اکوفیزیولوژیک هستند که برای تعیین وضعیت میکروبی خاک مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. از آنجاکه خاک دارای میکرواورگانیسم‌های مختلفی است، پی بردن به فعالیت بیولوژیکی آن می‌تواند معیار مناسبی برای ارزیابی کیفیت خاک باشد. تنفس میکروبی پایه (BIR) و تنفس میکروبی تحریک شده با بستره (SIR)، از جمله پارامترهای بیولوژیکی در ارزیابی سلامت و کیفیت خاک استفاده می‌شوند (Bonfante, 2019). تنفس پایه یکی از قدیمی‌ترین و متداول‌ترین پارامترهای بیولوژیک مورد استفاده در سنجش فعالیت‌های میکروبی خاک می‌باشد. تنفس پایه یا معدنی شدن کربن آلی خاک، فرآیندی است که طی آن، اکسیژن به عنوان گیرنده نهایی الکترون عمل می‌کند. تنفس‌میکروبی خاک که تحت شرایط کنترل شده و در آزمایشگاه تعیین می‌گردد، معیاری برای ارزیابی فعالیت کل جمعیت میکروبی می‌باشد(Drobnik و همکاران ۲۰۱۸). تنفس برانگیخته یا تنفس ناشی از بستره که میزان کربن معدنی متصاعد شده از تنفس میکروبی پس از اضافه کردن بستره آسان تجزیه شونده مانند گلوگز می‌باشد، می‌تواند نشان‌دهنده میزان جمعیت فعال میکروبی از نظر متابولیکی و فراهمی زیستی کربن برای هتروتروف‌ها باشد. بیشتر میکروارگانیسم‌ها در خاک خواب هستند بنابراین تنفس‌شان کم است، پس تنفس آن‌ها را می‌توان با اضافه کردن یک بستره راحت تجزیه شونده تحریک کرد (Jenkinson and Ladd, 1981). باپیری و همکاران (۱۳۹۵) همبستگی بین شاخص‌های کیفیت فیزیکی و تنفس میکروبی پایه و برانگیخته برای ارزیابی کیفیت خاک استفاده کردند، نتایج آن‌ها نشان داد که با تخریب شاخص‌های فیزیکی، تنفس میکروبی پایه

* ایمیل نویسنده مسئول: m.doustaky@gmail.com

و برانگیخته نیز به‌شدت کاهش می‌یابد. همچنین Zalaghi and Landi (۲۰۰۹) بیان کردند که متغیرهای غیرزیستی مختلفی می‌تواند بر فعالیت میکروبی خاک موثر هستند که بر تنفس میکروبی نیز اثرگذارند. برای پی‌بردن به فعالیت میکروبی و کیفیت خاک، به‌منظور مدیریت بهتر اراضی و باغ‌ها، استفاده از روش‌های مدلسازی برای پیش‌بینی بسیار قابل اهمیت می‌باشد از این‌رو در این پژوهش مقدار تنفس میکروبی پایه و برانگیخته در چند باغ پسته در منطقه رفسنجان با کمک شبکه عصبی و برخی پارامترهای مهم خاک، پیش‌بینی شد.

مواد و روش‌ها

شهرستان رفسنجان با وسعت حدود ۱۰۴۱۲ کیلومترمربع معادل ۵/۶۹ درصد مساحت استان کرمان را به خود اختصاص داده است و بین مختصات جغرافیایی ۵۴ درجه ۵۶ دقیقه تا ۵۶ درجه ۴۳ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۲۹ درجه ۵۵ دقیقه تا ۳۱ درجه ۱۷ دقیقه عرض شمالی واقع می‌باشد. میانگین بارش سالانه شهر رفسنجان ۱۰۰ میلی‌متر است. ارتفاع شهر رفسنجان از سطح دریا ۱۵۲۸ متر است. میانگین سالانه دمای رفسنجان ۱۷/۶ درجه سلسیوس است. از نظر کشاورزی تنها محصولی که در این شهرستان کشت می‌شود پسته است که ۸۸ هزار هکتار از اراضی رفسنجان زیر کشت این محصول می‌باشد. شهرستان رفسنجان در طبقه‌بندی اقلیمی به روش دومارتن دارای اقلیم خشک است (اکرمی‌مهاجری، ۱۳۹۵). منطقه مورد مطالعه بخشی از باغ‌های پسته واقع در حومه شرقی شهرستان رفسنجان می باشد. جمع آوری نمونه ها در تابستان ۹۷ از عمق ۰-۴۰ سانتی‌متری خاک باغ‌های پسته به‌صورت کاملا تصادفی انجام‌شد و در مجموع ۱۰۰ نمونه از سه باغ جمع آوری شد و سپس برای آنالیز به آزمایشگاه منتقل شدند همچنین از هر نقطه نمونه‌ای دست نخورده برای اندازه گیری چگالی ظاهری خاک به وسیله نمونه‌بردار سیلندری برداشت شد.



شکل ۱- موقعیت باغ‌های پسته مورد مطالعه

آنالیز آزمایشگاهی

پس از هواخشک کردن نمونه‌های دست‌خورده خاک و عبور آن‌ها از الک دو میلی‌متری، پی‌اچ خمیر اشباع توسط دستگاه پی‌اچ متر، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک توسط دستگاه هدایت‌سنج، سدیم به روش شعله سنجی اندازه گرفته شد.

تنفس پایه[1] (BIR)

۱۰ گرم خاک پس از وزن کردن، داخل ارلن ظروف شیشه‌ای مخصوص ریخته و به میزان ۵ میلی‌لیتر آب اضافه گردید. لوله آزمایش حاوی ۱۰ میلی‌لیتر هیدرواکسیدسدیم ۰/۱ نرمال درون ظروف قرار و به مدت یک هفته درون انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد گذاشته شدند. پس از

[1] Basal microbial

گذشت این زمان محتویات درون لوله آزمایش را درون ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته و با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر لوله آزمایش را شستشو داده و سپس ۱ میلی‌لیتر کلریدباریم اشباع و ۲ قطره فنل‌فتالئین به آن اضافه نموده و آن با اسید کلریدریک (۰/۱ نرمال) تیتر شدند و در نهایت میزان دی-اکسیدکربن تصاعد شده در نمونه‌ها اندازه گرفته شد (Stotzky, 1965).

تنفس برانگیخته[2] (SIR)

برای اندازه‌گیری تنفس برانگیخته با بستره ۱۰ گرم از نمونه‌های خاک وزن کرده مقداری مرطوب کرده و به درون ظروف شیشه‌ای درب‌دار ویژه‌ی اندازه‌گیری تنفس ریخته شدند. یک میلی‌لیتر گلوکز یک درصد به عنوان بستره به هر کدام از ظروف افزوده و لوله آزمایش حاوی ۱۰ میلی‌لیتر هیدرواکسیدسدیم ۰/۱ نرمال درون ظروف قرار داده شد. درب ظروف را محکم بسته و به مدت ۶ ساعت در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. پس از گذشت این زمان محتویات درون لوله آزمایش را درون ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته و با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر لوله آزمایش را شستشو داده و سپس ۱ میلی‌لیتر کلریدباریم اشباع و ۲ قطره فنل‌فتالئین به آن اضافه نموده و با اسید کلریدریک (۰/۱ نرمال) تیتر شدند و در نهایت میزان دی‌اکسیدکربن تصاعد شده در نمونه‌ها اندازه گرفته شد (Nannipieri and Alef, 1995).

مدل شبکه عصبی (ANN)

در این پژوهش داده‌ها قبل از ورود به مدل به روش خطی نرمال شدند. مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی با ورودی‌های شامل سدیم، اسیدیته، شوری و سدیمی شدن خاک اجرا گردید و میزان BIR و SIR به‌عنوان متغیر هدف تخمین زده شدند. بدین منظور ۷۰ درصد داده‌ها به‌عنوان داده آموزشی و ۳۰ درصد به‌عنوان داده آزمون در نظر گرفته شدند. برای مدل‌سازی از شبکه پرسپترون چند لایه (پیش خور)[3] استفاده شد که دو لایه پنهان با ده نرون در این لایه و الگوریتم آموزشی Leverrberg Marq و Tangent sigmoid به‌عنوان تابع فعالیت در لایه‌ی پنهان و تابع خطی در لایه‌ی خروجی، در نظر گرفته شد. برای مدل نیز ۱۰۰ دوره آموزشی در نظر گرفته شد و تجزیه و تحلیل شبکه عصبی مصنوعی در نرم‌افزار متلب[4] نسخه ۲۰۱۸ انجام شد.

شاخص‌های بررسی اعتبار مدل

در این پژوهش به‌منظور بررسی عملکرد و دقت مدل شبکه عصبی از شاخص‌های ضریب تبیین (R^2)، جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین مطلق خطا (MAE) استفاده شد.

$$R^2 = \sum_{i=1}^{n}(Pi - \bar{O})^2 / \sum_{i=1}^{n}(Oi - \bar{O})^2 \quad (۱)$$

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{[p_i - o_i]}{oi}\right| \times 100 \quad (۲)$$

$$RMSE = [\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Pi - Oi)^2]^{1/2} \quad (۳)$$

که در روابط بالا Oi: مقدار مشاهده‌شده، Pi: مقدار پیش‌بینی شده، n: تعداد مشاهدات و $\overline{O}$: میانگین مقادیر مشاهداتی می‌باشند.

[2] Substrate induced respiration
[3] Feed forward
[4] MATLAB

نتایج

جدول ۱ تجزیه واریانس خصوصیات خاک نشان می‌دهد میانگین تنفس میکروبی پایه (BIR) و میانگین تنفس میکروبی برانگیخته (SIR)، شوری (EC)، اسدیته (PH)، سدیم (NA) و سدیمی شدن خاک (SAR) به‌ترتیب؛ ۰/۱۷ و ۱/۵۹ میلی گرم دی‌اکسیدکربن در یک روز در یک گرم خاک، ۵/۳۱ میلی زیمنس بر سانتی‌متر، ۷/۴۱۱، ۵۱/۸۴ میلی‌اکی والان بر لیتر و ۱۳/۹۱ می‌باشد. بیشترین ضریب تغییرات مربوط می‌شود به شوری (۱۳۶ درصد) و کمترین ضریب تغییرات را اسیدیته خاک (۶ درصد) دارد. ضریب تغییرات تنفس میکروبی پایه و برانگیخته با بستره به ترتیب ۲۹ و ۵۸ درصد بود که تقریبا تغییرات کم نشان می‌دهد که می‌توان گفت در سطح محدوده مورد مطالعه تنفس میکروبی پایه و برانگیخته تغییرات متوسطی داشته است. آهکی بودن خاک‌های منطقه و هم‌چنین خاصیت بافری بالای خاک را می‌توان دلیلی بر پایین بودن ضریب تغییرپذیری واکنش خاک عنوان کرد.

جدول ۱- آنالیز تجزیه واریانس برخی از پارامترهای خاک

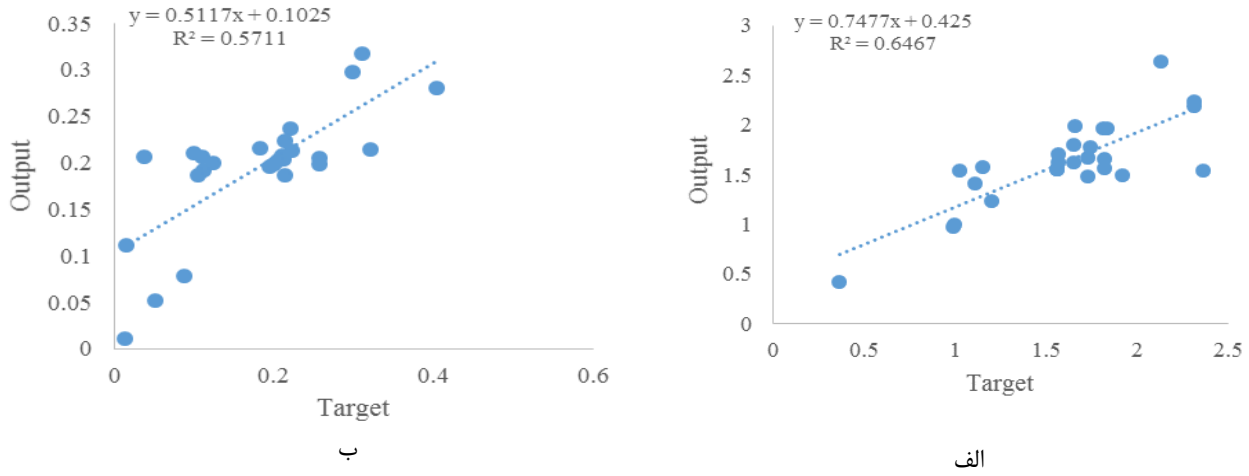
متغیرها	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	واریانس	ضریب تغییرات (درصد)
pH	۱۰۰	۶/۴۳	۸/۳	۷/۴۱۱	۰/۴۷۵	۰/۲۲۶	۶/۴۰
EC	۱۰۰	۰/۶۹	۳۱/۷	۵/۳۱	۷/۲۳۷	۵۲/۳۸۸	۱۳۶/۲۹
Na	۱۰۰	۷/۶۱	۲۷۳/۹۱	۵۱/۸۴	۶۴/۷۸۸	۴۱۹۷/۵۳۷	۱۲۴/۹۷
SAR	۱۰۰	۲/۶۶	۱۰۰/۰۲	۱۳/۹۱	۱۸/۶۲۴	۳۴۶/۸۷۷	۱۳۳/۸۸
SIR	۱۰۰	۰/۳۷	۲/۳۶	۱/۵۹	۰/۴۶۶	۰/۲۱۷	۲۹/۳۰
BIR	۱۰۰	۰/۰۱	۰/۴	۰/۱۷	۰/۰۹۹۳	۰/۰۱	۵۸/۴۱

پیش‌بینی تنفس پایه و تنفس برانگیخته با شبکه عصبی

همانطور که گفته شد ورودی‌های شبکه عصبی برای پیش‌بینی تنفس میکروبی پایه و برانگیخته شامل؛ شوری، سدیمی شدن، اسیدیته و مقدار سدیم خاک بودند. نتایج پیش‌بینی تنفس میکروبی پایه و برانگیخته با شبکه عصبی در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج معیارهای ارزیابی مدل شبکه عصبی نشان می‌دهد که تنفس میکروبی برانگیخته با بیشترین ضریب تعیین ۰/۶۴۶ و کمترین جذر میانگین مربعات خطا (۰/۱۶۹) و میانگین مطلق خطا (۰/۱۲۰) نسبت به تنفس پایه بود. همچنین در شکل ۱ نمودار مقادیر پیش‌بینی شده تنفس میکروبی پایه و برانگیخته توسط مدل شبکه عصبی نشان داده شده است و همانطور که مشاهده می‌شود ضریب تعیین در پیش‌بینی تنفس برانگیخته توسط شبکه عصبی و مقادیر مشاهداتی نسبت به تنفس پایه بیشتر بوده است. مقادیر معیارهای ارزیابی برای دو نوع تنفس نشان می‌دهد که مدل شبکه عصبی برای پیش‌بینی تنفس برانگیخته بهتر می‌تواند بین ورودی‌ها و تنفس میکروبی برانگیخته ارتباط برقرار کند. در نتیجه می‌توان برای پیش‌بینی وضعیت بیولوژیک خاک با توجه به پارامترهای مختلف از روش‌های مدلسازی استفاده کرد. Qu و همکاران (۲۰۱۸) از روش‌های مدلسازی برای تخمین فعالیت بیولوژیکی در خاک استفاده کردند. همچنین Rayan و Law (۲۰۰۵) برای تخمین میزان تنفس باکتری‌ها از مدل CENTURY استفاده کردند.

جدول ۲- معیارهای اعتبارسنجی پیش‌بینی تنفس میکروبی پایه و برانگیخته با شبکه عصبی

	R	RMSE	MAE
BIR	۰/۵۷	۰/۵۹۷	۰/۳۳۴
SIR	۰/۶۴۶	۰/۱۶۹	۰/۱۲۰



ب الف

شکل ۱- همبستگی بین مقادیر مشاهده‌ای (Target) و پیش‌بینی شده‌ی (Output) تنفس میکروبی برانگیخته (الف) و تنفس میکروبی پایه (ب) با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی برای کل داده‌ها

نتیجه‌گیری

در این پژوهش از روش شبکه عصبی برای پیش‌بینی مقادیر تنفس میکروبی پایه و برانگیخته در باغ‌های تحت کشت پسته استفاده شد. ورودی‌های مدل شبکه شامل سدیم، شوری، سدیمی شدن و اسدیته خاک برای هر دو نوع تنفس میکروبی بودند. نتایج پیش‌بینی شبکه نشان داد که ضریب تعیین بین مقادیر مشاهداتی و پیش‌بینی شده توسط مدل شبکه عصبی برای تنفس میکروبی برانگیخته (۰/۶۴) نسبت به تنفس پایه (۰/۵۷) بیشتر بود. همچنین با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس بین مقادیر تنفس میکروبی پایه و برانگیخته تفاوت زیادی مشاهده شد، در نتیجه می‌توان بیان کرد که در خاک باغ‌های پسته مورد مطالعه میکرواورگانیسم‌هایی وجود دارند که درصورتیکه شرایط محیطی از جمله وجود یک منبع تغذیه‌کننده وجود داشته باشد، برانگیخته می‌شوند و می‌توانند فعالیت داشته باشند. همچنین برای مدیریت بهتر در اراضی زراعی و باغی باید از وضعیت بیولوژیکی و کیفیت اطلاع داشت، که با کمک روش‌های مدلسازی و در دسترس بودن پارامترهای فیزیکی و شیمیایی می‌توان سلامت خاک را از نظر بیولوژیکی پیش‌بینی کرد.

منابع

اکرمی‌مهاجری، م. ۱۳۹۵. بررسی پایداری تولید پسته در شهرستان رفسنجان (شاخص‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی سیستان و بلوچستان.

باپیری، د. ۱۳۹۵. بررسی همخوانی شاخص‌های کیفیت فیزیکی و بیولوژیکی در برخی خاک‌های استان آذربایجان غربی، ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته‌ی علوم خاک، گرایش فیزیک و حفاظت خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه. ۱۴۳ صفحه.

Arshad, M.A., Franzluebbers, A.J., Azooz, R.H. 1999. Components of surface soil structure under conventional and no-tillage in northwestern Canada. Soil Tillage Research. 53: 41– 47.

Bunemanna, E. K., Bongiornoa, G, Baic, Z., Creamerb, R.E., Deynb, G. D., Goedeb, R., Fleskensd, L., Geissend, V., Kuyperb, T. W., Madera, P., Pullemanb, M., Sukkelf, W., Groenigenb, J. W. and Brussaard, L. 2018. Soil quality – A critical review. Soil Biology and Biochemistry, 120: 105-125.

Bonfante, A., Terribile, F. and Bouma, J. 2019. Refining physical aspects of soil quality and soil health when exploring the effects of soil degradation and climate change on biomass production: an Italian case study. Soil, 5:1-14.

Drobnik, T., Greiner, L., Keller, A. and Gret-Regamey, A. Soil quality indicators – From soil functions to ecosystem services. Ecological Indicators, 94:151–169.

Jenkinson, D.S., Ladd, J.N., 1981. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: Paul, E.A., Ladd, J.N. (Eds.), Soil Biochemistry, vol. 5. Marcel Dekker, New York and Basel. 415-471.

Nannipieri, P., Alef, K. 1995. Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Journal. University and Research. p.576.

Rayan, M. G. and Law, B. E. 2005. Interpreting, measuring, and modeling soil respiration. Biogeochemistry, 73:3-27.

Qu, K., Guo, F., Liu, X., Lin, Y. and Zou, Q. 2018. Application of Machine Learning in Microbiology. Frontiers in Microbiology, 10:827.

Stotzky, G. 1965. Microbial respiration. In: Black, C.A. (Ed). Methods of soil analysis, part2. American Society of Agronomy: 1550-1572. Inc, Madision, wis.

Zalaghi, R. and Landi, A. 2009. Evaluting carbonic greengouse gases emission and organic carbon balance from soil under current agricultural land use. J. Appl. Sci. 9(12):2307-2312.

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Prediction of Substrate induced respiration and basal microbial by Artificial Neural Network in pistachio gardens

Kamali, A[1], Doustaky, M[*2] , Bagheri Bodaghabadi, M[3]

[1] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of vali-e-asr of Rafsanjan, Iran
[2] PhD. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of vali-e-asr of Rafsanjan, Iran
[3]Soil and Water Research Istitute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Abstract

Soil quality is the focal point for assessing and maintaining soil health. Knowledge of the status of soil quality is essential in agricultural lands for optimal land management and achieving maximum economic productivity. Since biological soil properties are also important in soil quality studies, in this study two biological properties including basal microbial and Substrate induced respiration were measured pistachio gardens in Rafsanjan. Also, for prediction and correlation between microbial respiration and some parameters such as salinity, acidity, sodium adsorption ratio, modelling was done with Artificial Neural Network. Validation results showed that neural network was effective in predicting microbial respiration. However, the coefficient of determination (R2) for Substrate induced respiration with a value of 0.64 was higher than basal respiration (0.57). Root mean square error and mean absolute error for Substrate induced respiration were respectively 0.169 and 0. 12 respectively.

Keywords: Land management, Salinity, Soil quality, Substrate induced respiration.

[*] Corresponding author, Email: M.doustaky@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تعیین بهترین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده برای نقشه‌برداری رقومی کربن آلی خاک

الهام علی‌دوست[۱*]، مجید افیونی[۲]، محمدعلی حاج‌عباسی[۲]، سعید پورمنافی[۳]، مجتبی زراعت‌پیشه[۴]

[۱] فارغ‌التحصیل دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۲] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۳] استادیار گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۴] استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی

چکیده

اتخاذ استراتژی‌های مدیریت پایدار اراضی، مستلزم شناخت توزیع مکانی کربن آلی خاک است. در این زمینه، استفاده از روش نقشه‌برداری رقومی کربن آلی خاک با تکیه بر تکنیک‌های یادگیری ماشین به‌طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. یکی از گام‌های اساسی در کاربرد این روش، تعیین متغیرهای بهینه پیش‌بینی‌کننده کربن آلی خاک است. به‌منظور بررسی اثر نوع متغیرهای پیش‌بینی‌کننده کربن آلی خاک بر دقت نتایج مدل‌سازی، ۱۰۰ نمونه خاک از حوضه آبخیز لردگان واقع در استان چهارمحال و بختیاری جمع‌آوری شده و ویژگی‌های خاکی مربوطه اندازه‌گیری شد. همچنین پارامترهای توپوگرافی از نقشه مدل رقومی ارتفاع، ویژگی‌های بازتابی از تصاویر لندست ۸ و داده‌های اقلیمی از ایستگاه‌های هواشناسی بدست آمدند. به‌منظور پیش‌بینی مقدار کربن آلی خاک، ویژگی‌های ذکر شده پس از دسته‌بندی، به‌صورت جداگانه وارد مدل جنگل تصادفی شدند. نتایج نشان داد که بهترین خروجی‌های مدل در صورت استفاده هم‌زمان از انواع ویژگی‌های توپوگرافی، بازتابی، اقلیمی و متغیرهای کمکی خاکی بدست می‌آید. مهم‌ترین متغیرهای وارد شده در ساختار مدل شامل دما، MSAVI، ارتفاع، باند ۶ تصویر لندست ۸، درصد شن خاک و چگالی ظاهری بودند. بنابراین استفاده از مجموعه‌ای از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده کربن آلی با ماهیت متفاوت، در نقشه‌برداری رقومی کربن آلی خاک مورد تاکید قرار می‌گیرد.

کلمات کلیدی: مدل جنگل تصادفی، تصاویر لندست ۸، شاخص‌های توپوگرافی، ویژگی‌های اقلیمی، MSAVI.

مقدمه

روش‌های موجود پایش کربن آلی خاک بر نمونه‌برداری منظم ویژگی‌های خاک و تکرار آن در طول زمان، استوار است. این روش، وقت‌گیر و دشوار بوده و نتایج آن‌ها از نظر مکانی گسسته است. بنابراین یکی از چالش‌های مهم جامعه خاک‌شناسی، پیش‌بینی دقیق ویژگی‌های خاک از جمله کربن آلی بر اساس اطلاعات محدود نقطه‌ای و دانش قبلی پیرامون روابط خاک و محیط است. در دهه‌های گذشته پژوهشگران فراوانی به‌منظور پیش-بینی ویژگی‌های خاک در مکان‌های نمونه‌برداری نشده، انواع روش‌های درون‌یابی را توسعه داده‌اند. امروزه توسعه سریع کامپیوترها و فناوری اطلاعات در کنار دسترسی به انواع داده‌های سنجش از دور و مدل‌های رقومی ارتفاع، باعث شده است که روش‌های درون‌یابی به تدریج جای خود را به تکنیک‌های سریع، مقرون به صرفه و قابل تکرار برای تخمین ویژگی‌های خاک دهند. به‌منظور دستیابی به اطلاعات کمّی پیوسته درباره ویژگی‌های خاک، McBratney و همکاران (۲۰۰۳) نقشه‌برداری رقومی خاک (Digital Soil Mapping; DMS) را پیشنهاد دادند. در نقشه‌برداری رقومی خاک فرض می-شود که ویژگی مورد بررسی خاک (متغیر هدف) با متغیرهای کمکی خاکی یا محیطی قابل تشخیص و زودیافت ارتباط دارد. بنابراین می‌توان ویژگی هدف را با استفاده از روابط به‌دست آمده بین آن ویژگی و متغیرهای کمکی، پیش‌بینی کرد.

یکی از منابع ارزشمند اطلاعاتی در نقشه‌برداری رقومی کربن آلی خاک، تصاویر ماهواره‌ای هستند که در طول زمان ثبت شده‌اند و می‌توان با استفاده از آن‌ها، اطلاعاتی درباره وضعیت خاک در حال و گذشته کسب کرد. پژوهش‌های اولیه سنجش از دور نشان دادند که در اثر افزایش کربن آلی خاک، به‌طور کلی مقدار انعکاس طیف الکترومغناطیس در محدوده نور مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز طول موج کوتاه کاهش می‌یابد (Croft و همکاران، ۲۰۱۲). در بحث نقشه‌برداری رقومی کربن آلی خاک، تعدادی از مطالعات تنها از ویژگی‌های طیفی ثبت شده در تصاویر ماهواره‌ای استفاده کرده‌اند (Anne و همکاران، ۲۰۱۴؛ Vågen و همکاران، ۲۰۱۳). در بعضی از پژوهش‌ها نیز بر استفاده از ویژگی‌های توپوگرافی اکتفا شده است (باقری بداغ‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۰؛ میرزایی و همکاران، ۱۳۹۵). این در حالی است که در مقیاس‌های حوضه‌ای و بزرگ‌تر، ترکیبی از شرایط توپوگرافی، نوع خاک و فرآیندهای بیولوژیکی باعث تغییرات زمانی و مکانی کربن آلی خاک می‌گردند (Dlugoß و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین علاوه بر ویژگی‌های بازتابی

* ایمیل نویسنده مسئول: elham.alidoust@gmail.com

ثبت‌شده در تصاویر ماهواره‌ای، استفاده هم‌زمان از ویژگی‌های کمکی دیگر مانند ویژگی‌های توپوگرافی، پارامترهای اقلیمی و ویژگی‌های خاکی سهل-الوصول در صورت وجود، دقت پیش‌بینی مقدار کربن آلی خاک را افزایش می‌دهد. دسترسی به آرشیو تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های اقلیمی بلندمدت، بررسی تغییرات زمانی کربن آلی خاک را مقدور می‌کند. پژوهش‌های متعددی با استفاده از این ویژگی‌ها و روش‌های مختلف داده‌کاوی، مقدار کربن آلی خاک را پیش‌بینی کرده و نقشه رقومی آن را تولید کرده‌اند (Were و همکاران، ۲۰۱۵؛ Yang و همکاران، ۲۰۱۶؛ Vašát و همکاران، ۲۰۱۷).

تکنیک‌های آماری بسیاری در نقشه‌برداری رقومی کربن آلی خاک مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از جمله این تکنیک‌ها می‌توان به روش‌های درون‌یابی مانند کریجینگ (Cambule و همکاران، ۲۰۱۴) و نیز تکنیک‌های جدید یادگیری ماشین مانند شبکه عصبی مصنوعی (Li و همکاران، ۲۰۱۳)، ماشین بردار پشتیبان (Viscarra Rossel and Behrens, 2010) و جنگل تصادفی (Vågen و همکاران، ۲۰۱۳) اشاره کرد که به‌منظور تهیه نقشه کربن آلی خاک مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

علیرغم پیشرفت‌های فراوان در به‌کارگیری انواع مدل‌های یادگیری ماشین، هنوز چالش‌های روش‌شناختی در این زمینه وجود دارد. این مسائل به‌ویژه در مناطق ناهمگون که روابط متفاوتی بین کربن آلی خاک و متغیرهای محیطی وجود دارد، بیشتر دیده می‌شود (Song و همکاران، ۲۰۱۶). یکی از چالش‌های نقشه‌برداری رقومی کربن آلی خاک، انتخاب بهترین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده مقدار کربن آلی خاک است. بنابراین هدف این پژوهش مقایسه ترکیب‌های مختلف متغیرهای پیش‌بینی‌کننده شامل ویژگی‌های توپوگرافی، ویژگی‌های بازتابی، خصوصیات اقلیمی و خاکی و تعیین بهترین ترکیب متغیرهای پیش‌بینی‌کننده کربن آلی خاک در یک منطقه نیمه‌خشک است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بخشی از حوضه آبخیز لردگان با مساحت تقریبی ۳۸۵ کیلومترمربع در حدفاصل عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۳۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۵۶ دقیقه شرقی و در ارتفاع متوسط ۲۳۰۰ متری از سطح دریا انجام شد. میانگین دمای سالانه منطقه ۱۴/۹ درجه سلسیوس و میانگین بارش سالانه آن ۶۵۰ میلی‌متر است که حداکثر مقدار بارش در ماه‌های آبان تا بهمن رخ می‌دهد. رژیم رطوبتی و حرارتی منطقه به‌ترتیب زریک و مزیک است. کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه شامل چهار کاربری مرتع، جنگل، دیم‌زار و کشت آبی بود که نمونه‌های خاک متناسب با وسعت هر یک از کاربری‌ها و به‌روش تصادفی از سه لایه ۵-۰، ۱۵-۵ و ۳۰-۱۵ سانتیمتری برداشت شدند. نمونه‌برداری مجموعا از ۱۰۰ نقطه و در دو فصل بهار و پاییز سال ۱۳۹۳ همزمان با عبور ماهواره لندست از فراز منطقه انجام شد. هر یک از نمونه‌ها در هر لایه، از چهارگوشه مربعی به ابعاد تقریبی ۳۰ متر برداشت شده و پس از مخلوط کردن آن‌ها، یک نمونه مرکب که معرف شرایط آن منطقه باشد، به آزمایشگاه منتقل شد.

متغیرهای مورد استفاده در چهار دسته قرار گرفتند که شامل ویژگی‌های خاک، داده‌های استخراج شده از تصویر ماهواره‌ای، متغیرهای توپوگرافی و فاکتورهای اقلیمی بودند. ویژگی‌های خاک شامل کربن آلی، جرم مخصوص ظاهری و بافت خاک در ۳۰۰ نمونه خاک، اندازه‌گیری شده و از میانگین وزنی ویژگی‌های ذکر شده در هر نقطه به‌منظور دستیابی به مقدار آن ویژگی در لایه ۳۰-۰ سانتی‌متر استفاده شد. متغیر پیش‌بینی در این بخش چگالی کربن آلی خاک (تن بر هکتار) بود که مقدار آن بر اساس عمق، چگالی ظاهری و مقدار سنگریزه اصلاح شد (Poeplau و همکاران، ۲۰۱۷).

ویژگی‌های بازتابی مورد نظر از تصاویر سنجنده OLI لندست ۸ استخراج شد. مجموعه ماهواره‌های لندست از سال ۱۹۷۲ و لندست ۸ از سال ۲۰۱۳ در مدار زمین مستقر شده و هر ۱۶ روز یک‌بار تصاویر چندطیفی، با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر و کیفیت بالا از سطح زمین ثبت می‌کند. این تصاویر به صورت رایگان در دسترس بوده و در پژوهش‌های منابع طبیعی به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. متغیرهای بدست آمده از تصاویر ماهواره-ای شامل ۷ باند ثبت‌شده در تصویر، شاخص تفاضل نرمال‌شده پوشش گیاهی (NDVI) و شاخص گیاهی تعدیل‌کننده اثرات خاک اصلاح‌شده (MSAVI) بودند. متغیرهای توپوگرافی مورد استفاده شامل ارتفاع، شیب (٪)، جهت شیب (درجه)، فاکتور طول شیب، شاخص همگرایی، انحنای کلی و شاخص نمناکی بودند که از نقشه مدل رقومی ارتفاع (DEM) با دقت ۳۰ متر و در نرم‌افزار SAGA بدست آمدند.

داده‌های اقلیمی شامل میانگین مقدار دمای ماهانه و مجموع بارش سالانه بود که از آمار پنج سال منتهی به زمان نمونه‌برداری از خاک استفاده شد. اطلاعات اقلیمی از ایستگاه‌های هواشناسی اطراف حوضه مورد مطالعه دریافت شده و با استفاده از روش درون‌یابی IDW، مقدار دما و بارش برای کل حوضه مورد مطالعه محاسبه شده و مقادیر متناظر برای هر یک از نقاط نمونه‌برداری استخراج شد.

در این پژوهش از مدل جنگل تصادفی با تخمین‌گر خطای ارزیابی متقابل به روش K-Fold با ۲۰ دسته به‌منظور پیش‌بینی مقادیر کربن آلی خاک استفاده شد. به‌طوری‌که مدل، برای ترکیب‌های مختلف متغیرها اجرا شده و کارایی آن بر اساس شاخص‌های خطای ریشه میانگین مربعات خطا

(RMSE)، میانگین قدر مطلق خطا (MAE) و ضریب تبیین (R^2) ارزیابی شده و ترکیبات مختلف مورد مقایسه قرار گرفتند. به‌منظور بررسی وجود هم-خطی بین متغیرهای مورد استفاده از جدول همبستگی و عامل تورم واریانس (Variance Inflation Factor) استفاده شد. به‌طوری‌که متغیرهایی که ضریب همبستگی بین آنها بیشتر از ۰/۸ بوده و عامل تورم واریانس‌شان بیشتر از ۱۰ بود کنار گذاشته شدند (Hair و همکاران، ۱۹۹۸). در این پژوهش، پردازش‌های آماری در نرم افزار SPSS20، درون‌یابی‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAGA6.2.0 و مراحل مدل‌سازی در نرم‌افزار R 3.5.1 و با استفاده از بسته Caret انجام شد.

مقدار چگالی کربن آلی خاک در ۶ حالت و با استفاده از مدل جنگل تصادفی مورد پیش‌بینی قرار گرفت. در سه حالت اول، متغیرهای توپوگرافی، بازتابی و اقلیمی به صورت جداگانه وارد مدل شدند. در حالت چهارم مجموعه‌ای از متغیرهای توپوگرافی، بازتابی و اقلیمی مورد سنجش قرار گرفتند. در حالت پنجم علاوه بر متغیرهای ذکر شده، از ویژگی‌های کمکی خاکی نیز استفاده شد. در حالت ششم، مجموعه متغیرهای مورد استفاده در حالت پنجم از نظر وجود هم خطی مورد بررسی قرار گرفته و متغیرهای برگزیده وارد مدل جنگل تصادفی شدند.

نتایج و بحث

بررسی ویژگی‌های توصیفی متغیرهای مورد استفاده برای پیش‌بینی کربن آلی خاک نشان داد که مقدار چگالی کربن آلی در ۳۰ سانتی‌متر فوقانی خاک، بین ۱۲ تا ۹۰ تن بر هکتار متغیر است. ضریب تغییرات چگالی کربن آلی خاک (۴۳/۹ درصد) زیاد بود که نشان‌دهنده بازه وسیع مقادیر کربن آلی خاک در حوضه مورد مطالعه است. تغییرات زیاد چگالی کربن آلی خاک در منطقه، ممکن است به‌علت فاکتورهای محیطی مانند اقلیم، پوشش گیاهی و توپوگرافی و همچنین خطای اندازه‌گیری باشد (Were و همکاران، ۲۰۱۵).

پس از دسته‌بندی متغیرها، چگالی کربن آلی خاک با استفاده از مدل جنگل تصادفی برای هر دسته از متغیرها به‌صورت جداگانه پیش‌بینی شد. جدول ۱ خلاصه نتایج اعتبارسنجی مدل جنگل تصادفی را به روش ارزیابی متقابل برای هر یک از حالت‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۱- شاخص‌های ارزیابی مدل پیش‌بینی‌کننده چگالی کربن آلی خاک (تن بر هکتار)

ردیف	نوع متغیرها	تعداد متغیر	RMSE	MAE	R^2
۱	متغیرهای توپوگرافی	۷	۱/۴۱۹	۱/۳۳۴	۰/۴۴
۲	متغیرهای بازتابی	۹	۱/۴۳۰	۱/۳۳۸	۰/۴۲
۳	متغیرهای اقلیمی	۲	۱/۴۳۳	۱/۳۶۲	۰/۳۹
۴	توپوگرافی+بازتابی+اقلیمی	۱۸	۱/۳۶۳	۱/۲۹۰	۰/۵۸
۵	همه متغیرها	۲۱	۱/۳۴۷	۱/۲۷۳	۰/۶۱
۶	متغیرهای برگزیده	۱۳	۱/۳۴۵	۱/۲۶۸	۰/۶۴

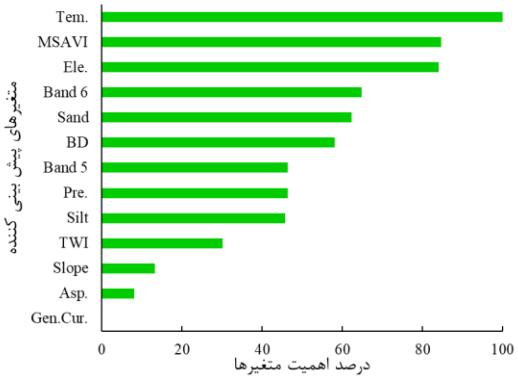
نتایج نشان داد که زمانی که تنها از یک دسته خاص از ویژگی‌های پیش‌بینی‌کننده کربن آلی خاک استفاده می‌شود، ضریب تبیین مدل کاهش یافته و خطای آن افزایش می‌یابد (حالت‌های ۱ تا ۳، جدول ۱). این یافته درباره همه ویژگی‌های توپوگرافی، بازتابی و اقلیمی صدق می‌کند و اختلاف ناچیزی بین نتایج سه روش مشاهده می‌شود. ضعیف‌ترین نتایج مربوط به متغیرهای اقلیمی است که به‌نظر می‌رسد در شرایط منطقه مطالعاتی، ویژگی-های اقلیمی تاثیرگذاری کمتری در مقایسه با سایر متغیرهای مورد استفاده بر مقدار کربن آلی خاک دارند. در هنگام استفاده هم‌زمان از سه دسته ویژگی‌های ذکر شده، ضریب تبیین مدل تا ۰/۵۸ افزایش یافته و خطای آن تاحدی کاهش می‌یابد (حالت ۴، جدول ۱). در صورتی‌که علاوه بر متغیرهای توپوگرافی، بازتابی و اقلیمی که از جمله متغیرهای زودیافت هستند، از سایر ویژگی‌های خاکی اندازه‌گیری شده به‌عنوان متغیرهای کمکی در پیش‌بینی کربن آلی خاک استفاده شود، کیفیت مدل‌سازی افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که ضریب تبیین مدل تا ۰/۶۱ افزایش یافته و خطای آن نسبت به حالت‌های قبل، کاهش می‌یابد. در پژوهش Huang و همکاران (۲۰۰۷) نیز استفاده از متغیرهای کمکی مانند رطوبت و بافت خاک در کنار ویژگی‌های بازتابی ثبت شده توسط ماهواره، باعث بهبود پیش‌بینی مقدار کربن آلی خاک شد (حالت ۵، جدول ۱).

نتایج پردازش‌های آماری نشان داد که اگر قبل از ورود به مرحله مدل‌سازی، رابطه بین متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گرفته و متغیرهایی که دارای هم‌خطی هستند کنار گذاشته شوند، تعداد متغیرهای پیش‌بینی‌کننده کاهش یافته و کیفیت نتایج مدل‌سازی نسبت به حالتی که از همه متغیرها استفاده شود، بهتر خواهد شد. پس از حذف متغیرهای دارای هم‌خطی، نهایتا ۱۳ متغیر شامل جرم مخصوص ظاهری، درصد شن، درصد سیلت، دما، بارش، ارتفاع، شیب، جهت شیب، انحنای کلی، شاخص نمناکی، باند ۵ و ۶ سنجنده لندست ۸ و MSAVI وارد مرحله مدل‌سازی شدند. مدل جنگل

تصادفی در هنگام استفاده از این ۱۳ متغیر به‌منظور پیش‌بینی چگالی کربن آلی خاک، دارای ضریب تبیین ۰/۶۴ و خطای نسبتا کمتری در مقایسه با سایر حالت‌ها بود (حالت ۶، جدول ۱).

این نتایج نشان می‌دهد که ماهیت متغیرهای ورودی به مدل، نقش مهمی در کیفیت خروجی‌های آن دارد. با اینکه هر یک از دسته متغیرهای مورد بررسی مانند فاکتورهای اقلیمی و توپوگرافی به‌تنهایی نیز قادر به پیش‌بینی قابل قبول کربن آلی خاک بودند، اما ترکیب متغیرهای پیش‌بینی‌کننده با ماهیت متفاوت باعث بهبود نتایج مدل‌سازی شد. با توجه به این نتایج می‌توان گفت که تجمع کربن آلی در خاک تابع مجموعه‌ای از عوامل توپوگرافی، اقلیمی، خاکی و نیز برهم‌کنش بین آنها است. بطوری‌که با استفاده همزمان از این متغیرها، به‌شکل بهتری می‌توان مقدار کربن آلی خاک را تبیین کرد. همچنین نتایج به‌دست آمده اثر مثبت انجام پیش‌پردازش‌های آماری، قبل از مرحله مدل‌سازی را نشان می‌دهد. به‌منظور کاهش تعداد متغیرهای ورودی در برخی از پژوهش‌های مشابه، از روش‌های دیگری مانند PCA استفاده شده است (Jague و همکاران، ۲۰۱۶).

بررسی اهمیت متغیرها در مدل‌سازی، هنگامی که از متغیرهای برگزیده به‌منظور پیش‌بینی کربن آلی خاک استفاده شد، نشان داد که متغیرهای دما، MSAVI، ارتفاع، باند ۶ تصویر لندست ۸، درصد شن خاک و چگالی ظاهری خاک دارای بیش‌ترین اهمیت هستند و سایر متغیرها در مراتب بعدی جای گرفتند (شکل ۱). دستیابی به این ترکیب متغیرها، اهمیت هم‌زمان ویژگی‌های اقلیمی، توپوگرافی، بازتابی و خاکی را در پیش‌بینی موفق چگالی کربن آلی خاک نشان می‌دهد.



شکل ۱- اهمیت متغیرهای به‌کار رفته در مدل جنگل تصادفی در هنگام استفاده از متغیرهای برگزیده

به‌نظر می‌رسد که در فضای چندبعدی متغیرهای پیش‌بینی‌کننده، فاکتورهای دما، MSAVI و ارتفاع نقش مهمی در روند مدل‌سازی داشته‌اند و به‌عنوان مهم‌ترین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده چگالی کربن آلی خاک انتخاب شده‌اند. بررسی رابطه بین این متغیرها و چگالی کربن آلی خاک حاکی از وجود همبستگی معنی‌دار بین آنهاست. به‌طوری‌که همبستگی‌های معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ بین چگالی کربن آلی خاک با دما (۰/۴۳)، ارتفاع (۰/۵۳-) و MSAVI (۰/۴۶) دیده شد (جدول همبستگی ارائه نشده است). افزایش ارتفاع در منطقه، با کاهش معنی‌دار دمای هوا و نیز نامساعد بودن سایر شرایط برای تولید و تجمع ماده آلی در خاک منطقه مورد مطالعه همراه است. از جمله این شرایط نامساعد می‌توان به کمبود آب، عمق کم خاک، شیب‌دار بودن اراضی و فرسایش خاک اشاره کرد که رشد گیاهان و تولید توده زیستی را محدود می‌کنند. ماهیت شاخص MSAVI مشابه NDVI بوده و علاوه بر اینکه یک شاخص گیاهی است، اثر خاک زمینه را نیز در نظر می‌گیرد. انتخاب شاخص MSAVI نشان‌دهنده این است که نوع پوشش گیاهی تاثیر زیادی بر مقدار چگالی کربن آلی خاک دارد و شاخص‌های گیاهی مانند NDVI و MSAVI معمولاً پیش‌بینی‌کننده‌های خوبی در این زمینه می‌باشند که در پژوهش‌های بسیاری به‌عنوان یکی از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده مهم کربن آلی خاک انتخاب شده‌اند (Minasny و همکاران ۲۰۱۳؛ Liu و همکاران ۲۰۱۳).

با استفاده از متغیرهای برگزیده و با توجه به ساختار به‌دست آمده در این پژوهش، مدل جنگل تصادفی توانست ۶۴ درصد از تغییرات چگالی کربن آلی خاک را با خطای ۱/۳۴۵ تن بر هکتار، تبیین کند. در پژوهش مشابهی که از این مدل برای پیش‌بینی کربن آلی خاک در فلات تبت در چین استفاده شده بود، مقادیر ضریب تبیین و RMSE به‌ترتیب برابر با ۰/۶۸ و ۳/۲۳ گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد (Yang و همکاران ۲۰۱۶). همچنین Were و همکاران (۲۰۱۵) به‌منظور پیش‌بینی چگالی کربن آلی خاک در نروژ از سه مدل شبکه عصبی، ماشین بردار پشتیبان و جنگل تصادفی استفاده کردند که ضریب تبیین و RMSE مدل جنگل تصادفی در پژوهش آن‌ها برابر با ۰/۵۳ و ۱۷/۵۷ تن بر هکتار بود. در مطالعه Rodriguez-Galiano و همکاران

(۲۰۱۵) نیز مدل جنگل تصادفی توانست نتایج را با کم‌ترین خطا نسبت به مدل‌های شبکه عصبی، ماشین بردار پشتیبان و درخت رگرسیون پیش‌بینی کند.

نتیجه‌گیری

انتخاب متغیرهای پیش‌بینی کننده مناسب، یکی از گام‌های مهم در نقشه‌برداری رقومی ویژگی‌های خاک و به‌ویژه کربن آلی خاک است. مقایسه اثر نوع متغیرهای پیش‌بینی‌کننده بر نتایج مدل‌سازی مقدار کربن آلی خاک نشان داد که استفاده توأمان از چند دسته متغیر شامل ویژگی‌های توپوگرافی، بازتابی، اقلیمی و خاکی، و همچنین پیش‌پردازش و حذف متغیرهای دارای هم‌خطی شدید، باعث بهبود کیفیت مدل‌سازی خواهد شد. بررسی اهمیت متغیرهای مورد استفاده در مدل جنگل تصادفی نیز نشان داد که متغیرهای دما، MSAVI، ارتفاع، باند ۶ تصویر لندست ۸، درصد شن و چگالی ظاهری خاک به‌عنوان مهم‌ترین متغیرها در ساختار مدل وارد شدند. این مشاهده بر اهمیت استفاده از مجموعه‌ای از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده با ماهیت متفاوت به‌جای تاکید بر استفاده از یک نوع پیش‌بینی‌کننده اشاره دارد.. بنابراین پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های نقشه‌برداری رقومی کربن آلی خاک، از ویژگی‌های پیش‌بینی‌کننده با ماهیت متفاوت در مرحله مدل‌سازی استفاده شود تا اثرات کلیه فاکتورهای محیطی تجمیع شده و اطلاعات دقیق‌تری درباره توزیع مکانی کربن آلی خاک به‌دست بیاید.

منابع

باقری بداغ آبادی م.، صالحی م.ح.، محمدی ج.، تومانیان ن.، اسفندیارپور بروجنی ع. ۱۳۹۰. کارآیی مدل رقومی ارتفاع و مشتقات آن در نقشه‌برداری خاک با استفاده از مدل استنتاجی خاک-سرزمین (SoLIM). نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی، ۲۵ (۵)، ۱۱۱۸-۱۱۰۶.

میرزایی س.، قربانی دشتکی ش.، محمدی ج.، اسدی ح.، اسدزاده ف. ۱۳۹۵. برآورد ماده آلی و رس خاک با استفاده از مدل رقومی ارتفاع. نشریه پژوهش‌های خاک، ۳۰ (۱)، ۷۰-۶۱.

Anne, N. J. P., Abd-Elrahman, A. H., Lewis, D. B. and Hewitt, N. A. 2014. Modeling soil parameters using hyperspectral image reflectance insubtropical coastal wetlands. Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf. 33: 47–56.

Cambule, A. H., Rossiter, D. G., Stoorvogel, J. J. and Smaling, E. M. A. 2014. Soil organic carbon stocks in the limpopo national park, mozambique: amount, spatial distribution and uncertainty. Geoderma 213: 46–56.

Croft, H., Kuhn, N. J. and Anderson, K. 2012. On the use of remote sensing techniques for monitoring spatio-temporal soil organic carbon dynamics in agricultural systems. Catena 94: 64–74.

Dlugoß, V., Fiener, P. and Schneider, K. 2010. Layer-specific analysis and spatial prediction of soil organic carbon using terrain attributes and erosion modeling. Soil Sci. Soc. Am. J. 74: 922–935.

Hair J.F., Anderson R.E., Tatham R.L. and Black W.C. 1998. Multivariate Data Analysis. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Huang, X., Senthilkumar, S., Kravchenko, A., Thelen, K. and Qi, J. 2007. Total carbon mapping in glacial till soils using near-infrared spectroscopy, Landsat imagery and topographical information. Geoderma 141: 34-41.

Jague, E. A., Sommer, M., Saby, N. P., Cornelis, J. T., Van Wesemael, B., and Van Oost, K. 2016. High resolution characterization of the soil organic carbon depth profile in a soil landscape affected by erosion. Soil and Tillage Research, 156: 185–193.

Li, Q., Yue, T., Wang, C., Zhang, W., Yu, Y., Li, B., Yang, J. and Bai, G. 2013. Spatially distributed modeling of soil organic matter across China: an application of artificial neural network approach. Catena 104: 210–218.

Liu, F., Zhang, G.-L., Sun, Y.-J., Zhao, Y.-G. and Li, D.-C. 2013. Mapping the Three-Dimensional Distribution of Soil Organic Matter across a Subtropical Hilly Landscape. Soil Sci. Soc. Am. J. 77: 1241. doi: 10.2136/sssaj2012.0317.

McBratney, A. B., Mendonça Santos, M. L. and Minasny, B. 2003. On digital soil mapping. Geoderma 117: 3–52.

Minasny, B., McBratney, A. B., Malone, B. P. and Wheeler, I. 2013. Digital Mapping of Soil Carbon. In: Advances in Agronomy. vol. 118. Academic Press. pp. 1–47.

Poeplau, C., Vos, C. and Don, A. 2017. Soil organic carbon stocks are systematically overestimated by misuse of the parameters bulk density and rock fragment content. Soil 3: 61–66.

Rodriguez-Galiano, V., Sanchez-Castillo, M., Chica-Olmo, M. and Chica-Rivas, M. 2015. Machine learning predictive models for mineral prospectivity: An evaluation of neural networks, random forest, regression trees and support vector machines. Ore Geol. Rev. 71: 804–818.

Song, X. D., Brus, D. J., Liu, F., Li, D. C., Zhao, Y. G., Yang, J. L. and Zhang, G. L. 2016. Mapping soil organic carbon content by geographically weighted regression: A case study in the Heihe River Basin, China. Geoderma 261: 11–22.

Vågen, T. G. and Winowiecki, L. A. 2013. Mapping of soil organic carbon stocks for spatially explicit assessments of climate change mitigation potential. Environ. Res. Lett. 8: 15011.

Vašát, R., Kodešová, R. and Borůvka, L. 2017. Ensemble predictive model for more accurate soil organic carbon spectroscopic estimation. Comput. Geosci. 104: 75–83.

Viscarra Rossel, R. A. and Behrens, T. 2010. Using data mining to model and interpret soil diffuse reflectance spectra. Geoderma 158: 46–54.

Were, K., Bui, D. T., Dick, Ø. B. and Singh, B. R. 2015. A comparative assessment of support vector regression, artificial neural networks, and random forests for predicting and mapping soil organic carbon stocks across an Afromontane landscape. Ecol. Indic. 52: 394–403.

Yang, R. M., Zhang, G. L., Liu, F., Lu, Y. Y., Yang, F. F., Yang, F. F., Yang, M., Zhao, Y. G. and Li, D. C. 2016. Comparison of boosted regression tree and random forest models for mapping topsoil organic carbon concentration in an alpine ecosystem. Ecol. Indic. 60: 870–878.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Determination of the best predictors for digital soil organic carbon mapping

Alidoust, E.[*1], S., Afyuni, M.[2], A.R., Hajabbasi, M.A.[2] Pourmanafi,. S.[3], Zeraatpisheh, M.[4]

[1] Ph.D., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran

[2] Professor, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran

[3] Assistant Prof., Environmental Science Department, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Iran

[4] Assistant Prof., Soil Science Department, Khuzestan University of agricultural sciences and natural resources, Mollasani

Abstract

Adapting sustainable land management strategies requires an understanding of the spatial distribution of SOC stocks. In this regard, the application of digital soil organic carbon mapping based on machine learning techniques has been widely considered. Determining the optimal soil organic carbon predictors is a main step in this method. To investigate the impact of the type of SOC predictors on the modeling results accuracy, 100 soil samples were collected from Lordegan watershed in Chaharmahal and Bakhtiari province and the soil attributes were measured. Also, topographic and reflectance parameters were derived from digital elevation model and Landsat 8 images respectively and climatic data were obtained from meteorological stations. In order to predict the soil organic carbon, the grouped predictors were entered to Random Forest model separately. The results showed that the best model outputs are obtained by using of all kind of the topographic, reflectance, climatic and auxiliary soil variables. The most important variables included in the model structure were temperature, MSAVI, elevation, band 6 of Landsat 8, sand content, and bulk density. Therefore, the use of a combination of predictors with a different essence is emphasized in digital soil organic carbon mapping.

Keywords: Random Forest model, Landsat 8 images, Topographic index, Climatic attributes, MSAVI.

[*] Corresponding author, Email: elham.alidoust@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تأثیر کاربرد کودهای زیستی و مواد آلی بر برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک زیر کشت گندم

فرهاد آذرمی آتاجان[1*]

[1] استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

چکیده

بخش وسیعی از اراضی کشاورزی ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته و از نظر مواد آلی فقیر می‌باشند. مواد آلی بر بسیاری از خصوصیات خاک مانند تخلخل، جمعیت میکروبی و غلظت عناصر غذایی مؤثر است. در این پژوهش تأثیر کاربرد کود زیستی (شاهد و مایه تلقیح باکتری‌های سودوموناس) و کود دامی (صفر، ۱۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار) بر برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک زیر کشت گندم بررسی شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و با سه تکرار در شرایط مزرعه‌ای انجام شد. نتایج نشان داد که با کاربرد کود زیستی وزن مخصوص ظاهری (از ۱/۴۰ به ۱/۳۴) و اسیدیته خاک (از ۷/۷۰ به ۷/۶۴) کاهش، ولی درصد مواد آلی (۶ درصد)، تنفس پایه (۱۵ درصد) و تنفس برانگیخته (۷ درصد) افزایش یافت. از طرفی، کاربرد ۲۰ کیلوگرم کود دامی در هکتار موجب کاهش وزن مخصوص ظاهری (۱۵ درصد) و اسیدیته خاک (از ۷/۷۹ به ۷/۵۷)، و افزایش قابلیت هدایت الکتریکی (از ۲/۴۹ به ۲/۶۶)، درصد مواد آلی (۵۲ درصد) و تنفس پایه (۴۱ درصد) شد. بنابراین کاربرد کودهای محتوی ریزجانداران مفید خاکزی و مواد آلی می‌تواند علاوه‌بر تأمین بخشی از نیاز غذایی گیاه، موجب بهبود کیفیت و سلامت خاک شود.

کلمات کلیدی: تنفس میکروبی، سودوموناس، کود دامی، کیفیت خاک

مقدمه

به‌دلیل قرار گرفتن بخش عظیمی از اراضی کشاورزی ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک، اغلب خاک‌های زراعی ایران از نظر مقدار ماده آلی فقیر است. از طرفی ماده آلی یکی از شاخص‌های ارزیابی کیفیت خاک بوده و مدیریت آن نقش مهمی در بهبود خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و زیستی خاک دارد. علاوه‌بر سلامت و کیفیت خاک، ماده آلی شاخص مناسبی برای باروری خاک به‌شمار می‌رود که حاصل برهم‌کنش فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی است. ماده آلی با بهبود شرایط خاکدانه‌سازی، وضعیت تخلخل و نفوذپذیری خاک را بهبود می‌بخشد. در خاک‌های متراکم، تجمع دی‌اکسید کربن اطراف ریشه افزایش یافته و این امر علاوه‌بر خفگی ریشه، از جذب عناصر غذایی جلوگیری می‌کند. هم‌چنین مواد آلی به‌دلیل داشتن گروه‌های عاملی مختلف مانند کربوکسیلی، فنلی و هیدروکسی، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را افزایش داده و سبب می‌گردد که عناصرغذایی در خاک برای گیاه بیشتر قابل‌دسترس باشند (میرزاشاهی و بازرگان، ۱۳۹۴).

علاوه‌بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، کیفیت خاک ارتباط نزدیکی با خصوصیات زیستی آن دارد (Govaerts و همکاران، ۲۰۰۷). ترکیبات آلی رها شده از ریشه گیاهان، موجب افزایش جمعیت میکروبی به‌ویژه در ناحیه ریزوسفر شده و به‌دنبال آن تنوع زیستی و کارکردی در خاک تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Bending و همکاران، ۲۰۰۲). جمعیت میکروبی خاک به‌ویژه باکتری‌ها و قارچ‌ها نقش مهمی در تجزیه و تخریب مواد آلی خاک و معدنی شدن آن دارند. نخستین عامل محدود کننده زیستی در اغلب خاک‌ها، فعالیت‌های میکروبی برای تجزیه کربن آلی است. در یک خاک فاقد و یا مقدار کم ماده آلی، جمعیت میکروبی به‌شدت کاهش یافته و جذب بسیاری از عناصر غذایی که فراهمی آن‌ها برای گیاه وابسته به اکسیداسیون زیستی در خاک می‌باشد، مختل می‌گردد. اگرچه کودهای شیمیایی از عوامل اصلی حفظ حاصلخیزی خاک و تولید محصولات کشاورزی هستند، ولی با مصرف روزافزون کودهای شیمیایی و عدم بازگشت بقایای آلی به خاک و حتی سوزاندن بقایای گیاهی، سالیانه از مقدار ماده آلی خاک‌ها به‌ویژه در ایران کاسته شده و خاک به کلوخه‌هایی نفوذناپذیر تبدیل می‌شود (میرزاشاهی و بازرگان، ۱۳۹۴). امروزه استفاده از منابع آلی و زیستی به همراه کاربرد بهینه کودهای شیمیایی در تغذیه گیاه و حفظ سطح حاصلخیزی خاک بیشتر مورد توجه است (Singh و همکاران، ۲۰۰۶). گزارش شده است که افزودن مواد آلی به خاکهای شور موجب بهبود ساختمان خاک، وزن مخصوص ظاهری و زیتوده میکروبی خاک می‌شود (Tejada and Gonzalez, 2005). هم‌چنین شمس‌الدین سعید و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که کاربرد کودهای آلی موجب بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و سطح حاصلخیزی

* ایمیل نویسنده مسئول: farhadazarmi@birjand.ac.ir

خاک شد. با توجه به مقدار کم مواد آلی در بسیاری از اراضی کشاورزی ایران و هم‌چنین اثرات منفی مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی بر کیفیت خاک و محصولات کشاورزی، هدف از این پژوهش بررسی نقش کودهای زیستی و مواد آلی بر برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک زیر کشت گندم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. دشت بیرجند دارای اقلیم خشک بوده و بارندگی سالیانه آن کمتر از ۱۲۰ میلی‌متر می‌باشد. تیمارهای آزمایشی شامل کودهای زیستی در دو سطح [شاهد (BF_0) و باکتری‌های محرک رشد گیاه (BF_1)] و مواد آلی از منبع کود دامی پوسیده در سه سطح [OM_0 (شاهد)، OM_1 (۱۰تن در هکتار) و OM_2 (۲۰ تن در هکتار)] بود. واحدهای آزمایشی به‌صورت کرت‌هایی با ابعاد ۳×۳ متر بود. قبل از کشت از خاک محل کشت نمونه‌برداری و پس از انتقال به آزمایشگاه، برخی خصوصیات آن اندازه‌گیری شد (جدول ۱). قبل از کشت کود دامی براساس تیمارهای تعریف شده با خاک مخلوط شده و بذور گندم در کرت‌ها کشت گردید. برای تیمار کود زیستی نیز بذور گندم با مایه تلقیح محتوی باکتری‌های محرک رشد گیاه از جنس سودوموناس آغشته شده و سپس کشت گردید. پس از طی دوره رشد و برداشت محصول، از محل کرت‌های آزمایشی نمونه خاک تا عمق ۲۰ سانتی‌متری برداشت و خصوصیات فیزیکی (وزن مخصوص ظاهری در نمونه‌های دست نخورده)، شیمیایی (اسیدیته در گل اشباع، هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع، درصد مواد آلی) و زیستی (تنفس پایه و تنفس برانگیخته) اندازه‌گیری شد. هم‌چنین، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به‌روش LSD انجام شد.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده قبل از کشت

بافت خاک	شن	سیلت	رس	اسیدیته (pH)	قابلیت هدایت الکتریکی (ECe)	ماده آلی
	٪				$dS\ m^{-1}$	٪
لوم رسی	۳۳	۳۷	۳۰	۷/۸۴	۲/۶۰	۰/۴۳

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که فقط اثرات اصلی کود زیستی و مواد آلی بر خصوصیات مختلف مورد مطالعه در خاک معنی‌دار شد. اثر متقابل کود زیستی و مواد آلی بر هیچ‌یک از خصوصیات مورد مطالعه معنی‌دار نشد (جدول ۲).

جدول۲- تجزیه واریانس اثر برهم‌کنش کود زیستی و مواد آلی بر خصوصیات مختلف خاک تحت کشت گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن مخصوص ظاهری	اسیدیته	قابلیت هدایت الکتریکی	مواد آلی	تنفس پایه	تنفس برانگیخته
کود زیستی	۱	**	**	NS	*	**	*
مواد آلی	۲	**	**	**	**	**	NS
کود زیستی × مواد آلی	۲	NS	NS	NS	NS	NS	NS
ضریب تغییرات		۳/۴۰	۴/۴۵	۵/۰۶	۷/۸۶	۷/۰۱	۷/۲۳

NS، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح یک درصد و معنی‌دار در سطح پنج درصد.

براساس نتایج بدست آمده کاربرد کود زیستی بر همه خصوصیات مورد مطالعه به‌غیر از قابلیت هدایت الکتریکی (ECe) تأثیر معنی‌دار داشت. نتایج نشان داد که کاربرد کود زیستی وزن مخصوص ظاهری خاک را از ۱/۴۰ به ۱/۳۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب و اسیدیته آن را از ۷/۷۰ به ۷/۶۴ کاهش داد. رابطه معکوس بین وزن مخصوص ظاهری خاک و جمعیت میکروبی در مطالعات مختلف نشان داده شده است (Canbolat و همکاران، ۲۰۰۶). جمعیت میکروبی خاک با تولید اسیدهای آلی، اسیدهای معدنی و پروتون، نقش مهمی در کاهش اسیدیته خاک به‌ویژه در ناحیه ریزوسفر و در نتیجه فراهمی عناصر غذایی برای گیاه دارند (Rodriguez and Fraga, 1999). از طرفی، تلقیح با این کود مواد آلی، تنفس پایه و تنفس برانگیخته در خاک را به‌ترتیب ۶، ۱۵ و ۷ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (جدول ۳). نقش جمعیت میکروبی در بسیاری از فرآیندهای موجود در خاک مشخص شده است. نخستین عامل محدود کننده زیستی در بسیاری از خاک‌ها، فعالیت میکروبی برای تجزیه کربن آلی است. افزایش تنفس پایه و برانگیخته در اثر

کاربرد کود زیستی را می‌توان به افزایش جمعیت ریزجانداران و فعالیت آن‌ها نسبت داد. از طرفی، ترشح ترکیبات محرک رشد توسط باکتری‌ها موجب افزایش رشد گیاه شده و تنفس ریشه را افزایش می‌دهد. نتایج مشابهی توسط سلطانی طولارود و همکاران (۱۳۹۷) گزارش شده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی کود زیستی بر برخی خصوصیات خاک تحت کشت گندم

کود زیستی	وزن مخصوص ظاهری	اسیدیته (pH)	مواد آلی	تنفس پایه	تنفس برانگیخته
	g cm^{-3}		%	$\mu g\ CO_2\ g^{-1}$ soil day	
BF_0	۱/۴۰ a	۷/۷۰ a	۰/۶۵ b	۳۴/۰ b	۴۲/۵ b
BF_1	۱/۳۴ b	۷/۶۴ b	۰/۶۹ a	۳۹/۱ a	۴۵/۴ a

کاربرد مواد آلی (کود دامی) نیز به‌غیر از تنفس برانگیخته، بر همه خصوصیات اندازه‌گیری شده اثر معنی‌دار داشت. نتایج نشان داد که کاربرد ۱۰ و ۲۰ تن کود دامی در هکتار وزن مخصوص ظاهری خاک را به‌ترتیب ۹ و ۱۵ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داد. هم‌چنین کاربرد ۱۰ و ۲۰ تن کود دامی در هکتار اسیدیته خاک را از ۷/۷۶ (تیمار شاهد) به‌ترتیب به ۷/۶۹ و ۷/۵۷ کاهش داد. ترکیبات آلی مانند کود دامی با بهبود خصوصیات یزیکی خاک مانند افزایش تخلخل، موجب کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شوند. جلیلی (۱۳۹۶) نشان داد که کاربرد کود دامی موجب کاهش معنی‌دار وزن مخصوص ظاهری خاک شد. از طرفی اضافه کردن کود دامی به خاک موجب افزایش قابلیت هدایت الکتریکی در خاک شد که بین سطوح کود دامی از این نظر تفاوتی مشاهده نشد. با توجه به اینکه کودهای دامی سرشار از کاتیون‌ها و املاح هستند، از اینرو تجزیه این ترکیبات موجب افزایش املاح به محلول خاک شده و هدایت الکتریکی خاک را افزایش می‌دهند. هم‌چنین با کاربرد ۱۰ و ۲۰ تن کود دامی در هکتار درصد مواد الی خاک به‌ترتیب ۲۲ و ۵۲ درصد و تنفس پایه به‌ترتیب ۳۴ و ۴۱ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. بین سطوح مختلف کود دامی (OM_1 و OM_2) تفاوت معنی‌داری بر تنفس پایه مشاهده نشد (جدول ۴). مقدار کربن و نیتروژن در خاک از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر فعالیت‌های میکروبی خاک هستند. Liang و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که کاربرد ترکیبات آلی در خاک موجب افزایش مقدار فعالیت میکروبی، تنفس و فعالیت آنزیمی در خاک شد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی مواد آلی بر برخی خصوصیات خاک تحت کشت گندم

مواد آلی	وزن مخصوص ظاهری	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (ECe)	مواد آلی	تنفس پایه
	g cm^{-3}		dS m^{-1}	%	$\mu g\ CO_2\ g^{-1}$ soil day
OM_0	۱/۴۹ a	۷/۷۶ a	۲/۴۹ b	۰/۵۴ c	۲۹/۲ b
OM_1	۱/۳۶ b	۷/۶۹ b	۲/۶۲ a	۰/۶۶ b	۳۹/۲ a
OM_2	۱/۲۷ c	۷/۵۷ c	۲/۶۶ a	۰/۸۲ a	۴۱/۳ a

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از کود زیستی و مواد آلی موجب بهبود خصوصیات مختلف خاک مانند وزن مخصوص ظاهری، اسیدیته، درصد مواد آلی و تنفس در خاک مورد مطالعه شد. با توجه به فقر اغلب خاکهای کشاورزی ایران از مواد آلی و نقش این مواد در بهبود خصوصیات خاک و تولید گیاه، استفاده از مواد آلی از جمله کود دامی پوسیده می‌تواند نقش مه‌می در بهبود کیفیت خاک و حفظ سطح باروری خاک داشته باشد. از طرفی با توجه به مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی و اثرات زیانبار این کودها بر کیفیت خاک و محصولات کشاورزی، کودهای زیستی می‌توانند علاوه بر تأمین بخشی از نیازهای غذایی و رشدی گیاهان، از تخریب خاک نیز تا حدودی جلوگیری کرده و موجب افزایش کیفیت خاک گردند. علاوه‌بر کمبود مواد آلی، یکی از مشکلات مهم در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک اسیدیته بالای آن‌ها می‌باشد که این عامل تأثیر مستقیمی بر رشد گیاه و جذب بسیاری از عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان دارد. با توجه به نقش کود زیستی و مواد آلی مورد استفاده در این پژوهش در کاهش اسیدیته خاک، کاربرد این ترکیبات می‌تواند به جذب عناصر غذایی مختلف توسط گیاه در مناطق خشک و نیمه‌خشک کمک کند.

منابع

جلیلی، ف. ۱۳۹۶. اثر گوگرد و کود دامی بر عملکرد گندم و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک. نشریه دانش آب و خاک، ۲۷ (۳)، ۲۰۹-۱۹۹.

سلطانی طولارود، ع.، وفادار، ر.، قویدل، ا. و گلی کلانپا، ا. ۱۳۹۷. تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاه و کاربرد کلریدسدیم بر رشد رویشی گندم و برخی از شاخص‌های زیستی خاک. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، ۸ (۴)، ۹۳-۷۹.

شمس‌الدین سعید، م.، قنبری، ا.، رومرودی، م. و خضری، ا. ۱۳۹۶. تأثیر مدیریت کاربرد کود سبز و تیمارهای کود دهی آن بر خصوصیات فیزیکی-شیمیایی و حاصلخیزی خاک. نشریه علوم آب و خاک، ۲۱ (۱)، ۴۹-۳۷.

میرزاشاهی، ک. و بازرگان، ک. ۱۳۹۴. مدیریت ماده آلی خاک. نشریه فنی شماره ۵۳۵، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

Bending, G. D., Turner, M. K. and Jones, J. E. 2002. Interactions between crop residue and soil organic matter quality and the functional diversity of soil microbial communities. Soil Biology and Biochemistry, 34, 1073-1082.

Canbolat, M. Y., Bilen, S., Cakmakci, R., Sahin, F. and Aydin, A. 2006. Effect of plant growth promoting bacteria and soil compaction on barely seedling growth, nutrient uptake, soil properties and rhizosphere microflora. Biology and Fertility of Soils, 42, 350-357.

Govaerts, B., Mezzalama, M., Unno, Y., Sayre, K., Luna-Guido, M., Vanherck, K., Dendooven, L. and Deckers, J. 2007. Influence of tillage, residue management, and crop rotation on soil microbial biomass and catabolic diversity. Applied soil ecology, 37, 18-30.

Liang, Y., Nikolic, M., Peng, Y. and Chen, W. 2005. Organic manure stimulates biological activity and barley growth in soil subject to secondary salinization. Soil biology and biochemistry, 37, 1185- 1195.

Rodriguez, H. and Fraga, R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnology Advances, 17, 319– 339.

Singh, B. R., Dalal, R. C. and Lal, R. 2006. Integrated nutrient management. Encyclopedia of Soil Science.

The effect of biofertilizer and organic matters on some physical, chemical, and biological properties of soil under wheat cultivation

Azarmi-Atajan[*1], F.

[1] Assistant Prof., Soil Science and Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran

Abstract

There are large areas of Iran's agricultural lands in arid and semi-arid regions and are poor in organic matter. Organic matter affects many soil properties such as porosity, microbial populations, and nutrient concentrations. In this research, the effect of biofertilizer (control and inoculation of Pseudomonas bacteria) and manure (0, 10 and 20 kg ha^{-1}) on some physical, chemical and biological properties of soil under wheat cultivation was investigated. The experiment was factorial based on a randomized complete block design with three replications in field conditions. The results showed that the application of biological fertilizers reduced the bulk density (from 1.40 to 1.34) and soil acidity (from 7.70 to 7.64), but increased the content of organic matter (6%), basal respiration (15%) and substrate-induced respiration (7%). Also, application of 20 kg ha^{-1} manure reduced bulk density (15%) and soil acidity (from 7.79 to 7.7), and increased electrical conductivity (from 2.49 to 2.66), content of organic matter (52%) and basal respiration (41%). Thus, the use of fertilizers containing useful soil microorganisms and organic matter can, in addition to providing part of the plant's nutritional needs, improves the quality and health of the soil.

Keywords: Microbial respiration, Pseudomonas, manure, soil quality

[*] Corresponding author, Email: farhadazarmi@birjand.ac.ir

محور مقاله: کیفیت خاک ومدیریت پایدارخاک

اثر سه کاربری متفاوت پارک جنگلی، مرتع و کشاورزی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها

احمد گودرزی[۱*]، سهیلا سادات هاشمی[۲]، محمدگودرزی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

[۲] استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

[۳] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

چکیده

تغییر کاربری اراضی کشاورزی پارامتر مهمی در تخریب خاک و از دست رفتن حاصلخیزی خاک بوده و لذا دارای اهمیت بسیاری است. تغییر در کاربری می‌تواند بر ویژگیهای فیزیکی و شیمیائی خاک اثرگذار باشد. هدف از این تحقیق بررسی اثر سه کاربری مرتع، پارک جنگلی و کشاورزی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک است. فاکتورهای فیزیکی شامل؛ وزن مخصوص ظاهری، درصد رطوبت اشباع، درصد شن، سیلت و رس و فاکتورهای شیمیایی شامل؛ ظرفیت تبادل کاتیونی و ماده آلی در سه کاربری در لایه سطحی خاک تعیین شدند. نتایج نشان داد که تغییر کاربری از مرتع به جنگل باعث افزایش وزن مخصوص ظاهری، درصد رطوبت اشباع، درصد ذرات رس، سیلت خاک و کاهش ظرفیت تبادل کاتیونی، مواد آلی خاک و درصد ذرات شن گردید. هم‌چنین تغییر کاربری از مرتع به کشاورزی باعث افزایش درصد شن، درصد رطوبت اشباع، ظرفیت تبادل کاتیونی و کاهش خاکدانه‌سازی و وزن مخصوص ظاهری خاک گردید.

کلمات کلیدی: وزن مخصوص ظاهری، رس، شن، ماده آلی

مقدمه:

خاک یکی از عوامل تشکیل دهنده هر اکوسیتم است که به عنوان یک منبع حیاتی، نقش مهمی در انجام وظایف اقتصادی اجتماعی و محیطی ایفاء می‌نماید.

خصوصیات خاک ترکیبی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی هستند که به شرایط و تغییرات مختلف واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهند. بطوری که هر نوع اختلال در چرخش عناصر غذایی خاک ممکن است در دراز مدت منجر به کاهش باروری، تخریب و در نتیجه کاهش بهره‌وری آن می‌شود (Lal, 1990).

یکی از مهم‌ترین عوامل در جهت پایداری قلمرو زیستی، کیفیت خاک می‌باشد (Doran and Parkin, 1994).

کاربری اراضی در مفهوم کلی آن به نوع استفاده از زمین در وضعیت موجود گفته می‌شود. ارزیابی روند تغییر کاربری فرآیندی است که منجر به ایجاد درک صحیحی از نحوه تعامل انسان و محیط زیست می‌شود و این مسئله در مورد مناطق حساس زیستی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با بررسی ویژگی‌های خاک تحت تاثیر کاربردهای مختلف در برزیل نشان داد که تغییر کاربری منجر به کاهش نفوذپذیری، کاهش پایداری خاکدانه‌ها و افزایش pH خاک می‌شود (Hunk و همکاران۲۰۱۴). تغییرکاربری و انجام فعالیت‌های کشاورزی می‌تواند به مقدار زیادی تخلخل خاک، مقدار ماده آلی خاک و ازت خاک را کاهش و وزن مخصوص ظاهری را افزایش دهد.

یوسفی‌فرد و همکاران (۲۰۰۷) در منطقه‌ی چشمه‌علی استان چهارمحال و بختیاری طی پژوهشی دریافتند که بیشترین مقدار کاهش ظرفیت تبادل کاتیونی، تنفس میکروبی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و تخلخل کل در دیمزار رها شده مشاهده شد.

نیک نهاد و مارامایی (۲۰۱۱) گزارش نمودند که در اثر تغییر کاربری اراضی، نیتروژن کل و قطر خاکدانه‌ها به ترتیب از ۰/۳۵ درصد و ۱/۶۴ میلی‌متر در خاک جنگلی به ۰/۲۱ و ۱/۱۸ در خاک مرتعی و ۰/۰۸ درصد و ۰/۵۴ میلی‌متر در خاک زراعی به طور معنی‌دار کاهش یافت. هدف از این مطالعه نیز بررسی تغییرات ایجاد شده در اثر تغییر کاربری از مرتع به کشاورزی و اثر تغییر کاربری به پارک جنگلی می‌باشد.

* ایمیل نویسنده مسئول: goudarzi.ahmad58@gmail.com

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در محدوده اراضی کشاورزی شهر اشترینان واقع در شمال شهرستان بروجرد استان لرستان با مختصات جغرافیایی طول جغرافیایی "۲۸/۵۳ '۳۸ °۴۸ طول شرقی و "۵۸/۳۵ '۰۰ °۳۴ عرض شمالی و مساحت ۲۵۰ هکتار در سال ۹۷ به اجرا درآمد. طبق آمار اخذ شده از ایستگاه سینوپتیک هواشناسی بروجرد این شهر با ارتفاع ۱۸۵۹ متر از سطح دریا دارای تابستان‌های معتدل و زمستان‌های بسیار سرد می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه ۴۶۶ میلی‌متر، میانگین دمای متوسط سالانه ۱۴/۴ درجه سانتی‌گراد، میانگین روزهای یخبندان ۶۶ روز و میزان رطوبت نسبی ۴۷ درصد می‌باشد. اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری، درصد رطوبت اشباع، درصد شن، سیلت، رس ظرفیت تبادل کاتیونی و ماده آلی خاک در سه کاربری متفاوت در عمق ۰-۱۰ سانتی‌متری خاک در ۴۵ نقطه انجام شد و اندازه‌گیری بافت خاک به روش هیدرومتری، درصد رطوبت اشباع به روش وزنی، وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور و ماده آلی به روش والکی بلک اندازه‌گیری انجام گردید و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل نسخه ۲۰۱۶ انجام گردید.

نتایج وبحث

نتایج مربوط به برخی ویژگی‌های خاک در سه کاربری متفاوت، درجدول (۱) ارایه شد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که؛

تغییر کاربری مرتع به کشاورزی به دلیل عملیات شخم باعث کاهش ماده آلی خاک گردید. زیرا که مهمترین عامل در تسریع کاهش ماده آلی کشت و کار است که موجب تجزیه مواد آلی خاک طی عملیات شخم می‌شود (Six و همکاران، ۲۰۰۰).

Anderson (۱۹۹۵) نیز نشان داد که طی ۸۰ سال کشاورزی در چمن‌زارهای کانادا مقدار ماده الی ۳۰ درصد کاهش یافته است.

تغییر کاربری از مرتع با شرایط چرای سنگین دام به کشاورزی به دلیل عملیات شخم در کشاورزی باعث افزایش تخلخل و در نتیجه افزایش درصد رطوبت اشباع و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک گردید (شکل۱). چنانچه در خاکورزی مرسوم در اثر شخم عمیق، خاک سست شده و تخلخل آن افزایش یافته و به واسطه آن خاک در لایه شخم از حالت فشرده متراکم خارج می‌شود و از طرفی به واسطه کلوخه‌هایی که در خاک ایجاد می‌شود، درصد خلل و فرج درشت در خاک زیاد می‌شود (Rynold و همکاران ۱۹۹۵). تغییر کاربری از مرتع به کشاورزی به دلیل انجام عملیات شخم و کشت و در نتیجه تبدیل کانی‌های رسی به اسمکتیت باعث افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی گردید. زیر و رو شدن بیشتر خاک زراعی و کشت پی‌درپی و متراکم باعث تخلیه پتاسیم تبادلی از خاک شده و می‌تواند کانی حاوی پتاسیم را تحت تاثیر قرار دهد. لذا میکا به مرور پتاسیم را از دست داده و به اسمکتیت تبدیل می‌شود (جلالی و ضرابی ۲۰۰۶).

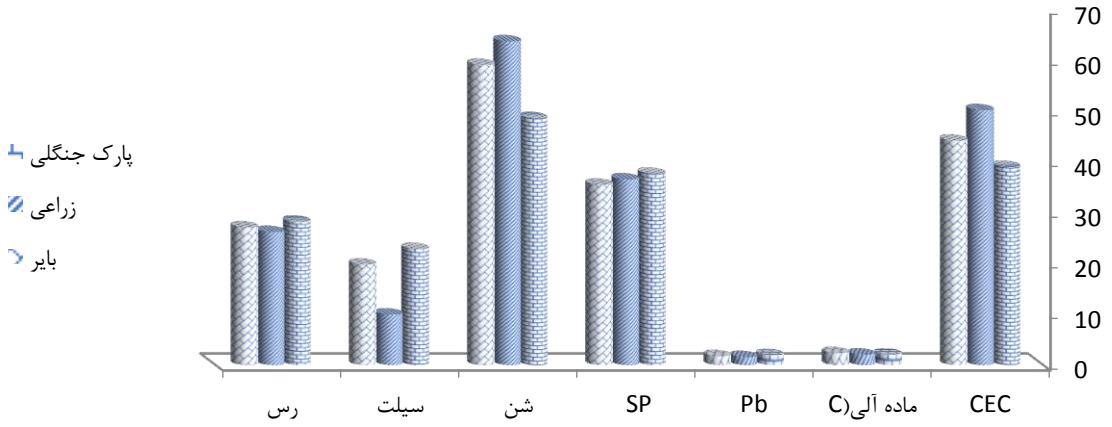
تغییر کاربری از مرتع به کشاورزی به دلیل کاهش مواد آلی خاک، انجام عملیات خاکورزی مرسوم و شستشوی خاکدانه‌های ریزتر و فاقد چسبندگی کمتر در اثر بارندگی باعث افزایش درصد شن در لایه سطحی(۰ تا ۱۰ سانتیمتر) و کاهش ذرات رس و به خصوص سیلت در عمق مذکور و انتقال به عمق زیرسطحی(۱۰-۲۰سانتی متری) شده است (شکل۱).

تغییر کاربری از مرتع به پارک جنگلی به دلیل کاهش تراکم پوشش گیاهی و کاهش ماده آلی باعث کاهش ظرفیت تبادل کاتیونی گردید. Khormali و همکاران (۲۰۰۹) طی پژوهشی روی خاک‌های زراعی وجنگلی اراضی لسی استان گلستان تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی را به مقدار رس و ماده آلی خاک‌ها نسبت دادند.

تغییر کاربری از مرتع به پارک جنگلی به دلیل بهبود ساختمان خاک و خاکدانه‌سازی و همچنین عملیات خاکورزی در پارک جنگلی باعث افزایش درصد رس و سیلت وکاهش درصد شن گردید. به طبع آن افزایش درصد تخلخل و در نتیجه افزایش درصد رطوبت اشباع در پارک جنگلی مشاهده گردید (شکل۱).

جدول۱ . میانگین برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

کاربری	درصد شن	درصد سیلت	درصدرس	درصد رطوبت اشباع	وزن مخصوص ظاهری	ظرفیت تبادل کاتیونی	ماده آلی
پارک جنگل	۴۸/۶	۲۳	۲۸/۳	۳۷/۷۶	۲	۳۹/۰۸	۲/۱
مرتع	۵۹/۱	۱۹/۹	۲۷/۲	۳۵/۵۸	۱/۸	۴۴/۲۱	۲/۴
کشاورزی	۶۳/۷	۱۰	۲۶/۳	۳۶/۶۲	۱/۶	۵۰/۱۹	۲/۱



شکل۱. مقایسه میانگین برخی خصوصیات اندازه‌گیری شده در سه کاربری.

نتیجه گیری

با تغییر کاربری از مرتع به کشاورزی در اثر عملیات خاکورزی مرسوم، اولا کاهش ماده آلی خاک به دلیل تصعید کربن و ثانیا سست شدن خاک، افزایش تخلخل، افزایش درصد رطوبت اشباع و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک مشاهده گردید.

نتایج نشان داد که با تغییر کاربری از مرتع به پارک جنگلی در اثر کاهش تراکم پوشش گیاهی تازه، کاهش ماده آلی و به دنبال آن کاهش ظرفیت تبادل کاتیونی را داریم. اما در پارک جنگلی در مقایسه با مرتع به دلیل عملیات خاکورزی مکرر در کنترل علف‌های هرز پارک جنگلی افزایش درصد رس، سیلت و کاهش درصد شن و به دنبال آن افزایش درصد رطوبت اشباع و همچنین افزایش وزن مخصوص ظاهری در اثر تردد ماشین آلات خاکورزی و ماشین‌آلات جهت آبیاری پارک جنگلی مشاهده گردید.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌گردد که تغییر کاربری از مرتع به کشاورزی و حتی از مرتع به ایجاد پارک‌های جنگلی بایستی با دید حفاظت خاک صورت بگیرد. در جهت ایجاد پارک جنگلی نوع گونه جنگلی مورد استفاده در بهبود شرایط ساختمانی خاک، بسیار حائز اهمیت است.

منابع

۱. نیک نهاد قرماخر، حمید؛ مارامایی، مشهدقلی. (۱۳۹۰). مطالعه اثرات تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کچیک)، مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد اول، شماره دوم.

۲. یوسفی فرد، م.، ح. خادمی و ا. جلالیان. (۱۳۸۵).تنزل کیفیت خاک طی تغییر کاربری اراضی مرتعی منطقه چشمه علی استان چهار محال بختیاری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد چهاردهم، شماره اول، صفحه ۳۸-۲۸.

3. Anderson, D.W., 1995. Decomposition of organic matter and carbon emission from soils. In: Lal, R., John Kimble, Elissa Levine, B.A., Stewart, (Eds.), Soils and Global Change. Advances in Soil Since. CRC Press, USA, pp. 165-175.
4. Doran, J.W. & Parkin, T.B. 1994. Defining and Assessing Soil Quality. In: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdicek, D.F.and Stewart, B.A., Eds., Defining Soil Quality for a Sustainable Environment, Soil Science Society of America Journal, Madison, 3-21.
5. Hunke, P., Roller, R., Zeihofer, P., Schroder, B., & Mueller, E.N. 2015. Soil change under different land-uses in the Cerrado of MatoGrosso, Brazil. Geoderma Regional, 4: 31-43
6. Khormali, F., Ajami, M., Ayoubi, S., Srinivasarao, Ch., & Wani, S.P. 2009. Role of deforestation and hillslope position on soil quality attributes of loessderived soils in Golestan province, Iran. Agriculture, Ecosystems and Environment. 134: 178-189.
7. Lal R., Logan T.J., & Fausey N.R. 1990. Long-term tillage effects on amollicochraqualf in North-West Ohio. III. Soil nutrient profile. Soil and Tillage Research, 15: 371-382.
8. Reynolds, W.D., E.G. Gregorich, and W. E. Curnoe. 1995. Characterization of water transmission properties in tilled and untilled soils using tension infiltrometers. Soil Tillage Res. 33: 117.

9. Six, J., K. Paustian, E. T. Elliott and C. Combrink, 2000. Soil structure and organic matter: i. Distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. Soil Science Society of America Journa, 1 64, pp. 681-689.

Soil quality and sustainable soil management

The Effect of Three Different Land use, Forest Park, rangland and agriculture on Physical and Chemical Properties of Soils

Goudarzi*[1], A., Sadat hashemy[2], S., Goudarzi[3], M.

[1] M.Sc .student, Soil Sciences Department, Faculty of Agriculture University of Malayer, Iran

[2] Assistant Prof, Soil Sciences Department, Faculty of Agriculture University of Malayer, Iran

[3] M.Sc Graduated, Soil Sciences Department, Faculty of Agriculture University of Tehran, Iran

Abstract

Land use change has been an important factor in soil degradation and loss of soil fertility and its consequences is the most important. Changes in land use can affect physical and chemical properties of the soil. However, purepose of this research was investigation of the affect three rangland, forest and agriculture landuse on soil physichal and chemical properties. Physical chractrisitics include bulk density, saturation moist percentage, sand, silt, clay and chemical factors include cation exchange capacity and organic matter were determined in three landuse at surface layer. The results showed that land use change from rangeland to forest increseaing bulk density, moist percentage, caly and silt percentage and reduced CEC, organic matter and sand percentage. Land use change from range land to agriculture induced to increasing sand percentage, moist percenage and CEC and also, bulck density and pedality were reduced.

Key words: Bulk density, Clay, Sand, Organic matter

* Corresponding author, Email: goudarzi.ahmad58@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تأثیر لجن فاضلاب و بیوچار آن بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

میترا حاج‌عابدی[1]*، شمس‌الله ایوبی[2]، محمد رضا مصدقی[2]

[1] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[2] استاد گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

در این پژوهش به منظور بررسی اثر لجن فاضلاب و بیوچار آن بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، این اصلاح‌کننده‌ها در سطوح صفر، ۰/۵٪، ۱٪ و ۲٪ به دو نوع خاک با بافت لوم رسی سیلتی و لوم رسی شنی با سه تکرار افزوده شدند. زمان انکوباسیون این اصلاح‌کننده‌ها در خاک سه ماه بود. در زمان‌های یک ماه و سه ماه پس از انکوباسیون، برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مانند ماده آلی، هدایت هیدرولیکی اشباع (K_s) و چگالی ظاهری خاک اندازه‌گیری شدند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با آرایش فاکتوریل تیمارها انجام شد و از آزمون آماری t برای مقایسه نتایج دو زمان استفاده شد. نتایج نشان داد که میزان ماده آلی در هر دو نوع خاک با افزودن اصلاح‌کننده‌ها افزایش یافته و چگالی ظاهری خاک کاهش یافت. به‌طورکلی با گذشت زمان، تأثیر اصلاح‌کننده‌ها بر خاک افزایش یافت. هم‌چنین لجن فاضلاب و بیوچار آن با گذشت زمان موجب کاهش چگالی ظاهری خاک شدند. لجن و بیوچار آن در ماه اول موجب افزایش K_s خاک لوم رسی سیلتی شدند ولی K_s خاک لوم رسی شنی را کاهش دادند.

کلمات کلیدی: بیوچار، ماده آلی، لجن فاضلاب، هدایت هیدرولیکی اشباع

مقدمه

شناخت و بررسی ویژگی‌های فیزیکی خاک برای افزایش بهره‌وری خاک ضروری است. ویژگی‌های هیدرولیکی تعیین‌کننده توانایی نگهداشت آب در خاک بوده و بر نفوذ آب به خاک موثر هستند (Geibler،۲۰۱۲). قربانی (۱۹۹۷) نشان داد که هدایت هیدرولیکی اشباع خاک با سرعت نفوذ رابطه مستقیم دارد؛ بنابراین هرچه سرعت نفوذ در خاک بیش‌تر باشد میزان رواناب و در نتیجه فرسایش خاک کم‌تر می‌شود. لذا یکی از راه‌های جلوگیری از فرسایش خاک افزایش نفوذپذیری است (Geibler و همکاران ۲۰۱۲). اخیراً تعداد زیادی از پژوهش‌ها تأثیر بیوچار بر تراکم خاک (ساختمان و دانه‌بندی)، چگالی ظاهری و نگهداری آب و هدایت هیدرولیکی اشباع[1] (K_s) را گزارش کرده‌اند (Obia و همکاران ۲۰۱۷). ایران، با میانگین بارندگی سالانه حدود ۲۴۷ میلی‌متر به عنوان یک کشور خشک و نیمه‌خشک در جهان طبقه‌بندی شده است. بیش از ۸۰ درصد زمین‌های ایران خشک و نیمه‌خشک هستند. علاوه بر این حدود ۷۵ درصد از بارش‌ها خارج از فصل رشد رخ می‌دهند. متأسفانه حدود ۵۵ درصد از زمین‌های ایران جزء مناطق شیب‌دار است که بیشتر در معرض فرسایش و سیل قرار دارند (Abu Hammad و همکاران ۲۰۱۱). ایران دارای رتبه بالایی در فرسایش آبی (۱۵-۲۰ تن در هکتار) در جهان است. آسیب این فرسایش حدود ۱۴ درصد تولید ناخالص داخلی است. بنابراین پژوهش‌ها در حوضه منابع طبیعی و حفاظت خاک بسیار مهم است (Prosdocimi و همکاران ۲۰۱۶). نفوذ آب به خاک یک فرآیند مهم در چرخه هیدرولوژیکی است؛ کاهش نفوذپذیری آبی خاک موجب افزایش فرسایش خاک می‌شود. در مناطق خشک، بارش کم موجب تشکیل لایه سله در سطح خاک، با ویژگی‌هایی شامل تراکم بیش‌تر، منافذ ریزتر و هدایت هیدرولیکی اشباع کم نسبت به خاک زیرین شده و در نتیجه منجر به کاهش شدید در نفوذ می‌شود (Abrol و همکاران ۲۰۱۶).

اصلاح خاک با زغال زیستی، در بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند ساختار، تخلخل و توزیع اندازه منافذ، ظرفیت آب قابل دسترس و خواص زهکشی خاک مؤثر است. زغال زیستی موجب کمک به بهبود ساختار و کاهش هدررفت خاک با افزایش ثبات خاکدانه‌ها می‌شود (Glaser و همکاران ۲۰۰۲). ورودی فرآیند تولید زغال زیستی، زیست‌توده گیاهی است که می‌تواند بقایای گیاهی، چوب و ضایعات چوبی، برخی کودهای حیوانی، زباله‌ها و پس‌ماندها مانند بقایای کارخانه‌های چوب‌بری، تراشه‌های چوب، خاک اره، بقایای چمن شهری مانند برگ، چمن بریده شده و شاخه درخت، بستر طیور، لجن فاضلات و مواد زائد مقوایی باشد. لیندسی و لوگان (۱۹۹۸) و آرتور و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که با افزودن لجن فاضلاب به خاک لوم سیلتی و لوم شنی تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های فیزیکی خاک مشاهده نشد. علاوه بر این پژوهش‌های دیگر نشان می‌دهند که درصدهای مختلف ماده آلی و به‌ویژه مواد هومیک در خاک منجر به پراکندگی و تجزیه ذرات رس می‌شود (ممدو و همکاران ۲۰۱۶).

* ایمیل نویسنده مسئول: mitrahajabedi.iut95@gmail.com

[1]- Saturated hydraulic conductivity

با توجه به افزایش مقدار ضایعات کشاورزی و شهری، نیاز به یک استراتژی پایدار برای مدیریت و کاهش این باقی‌مانده‌ها وجود دارد. از این رو زغال زیستی (کربن سیاه) به عنوان یک اصلاح‌کننده جدید برای دستیابی به این هدف پیشنهاد شده است (Konz و همکاران ۲۰۰۹). با توجه به اهمیت حفظ آب و خاک در نواحی خشک و نیمه‌خشک، بررسی اثرات اصلاح‌کننده‌های آلی در حفظ خاک و افزایش عملکرد اهمیت دارد. بنابراین پژوهش حاضر با بررسی اثرات سطوح مختلف لجن فاضلاب و بیوچار آن بر برخی ویژگی های شیمیایی و فیزیکی خاک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال ۹۷-۱۳۹۶ به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح لجن خشک و بیوچار آن (صفر، ۰/۵٪، ۱٪ و ۲ درصد وزنی) بود که در سه تکرار در ظروف با ابعاد ۱۰×۲۰ سانتی‌متر آماده شده و ترکیب شدند. اصلاح‌کننده‌ها به صورت یکنواخت با خاک‌های نمونه‌برداری‌شده از منطقه تیران اصفهان با دو بافت لوم رسی سیلتی و لوم رسی شنی مخلوط شدند. برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در دو ماه، اصلاح‌کننده‌ها در ۱۴۴ ظرف جداگانه با خاک ترکیب شدند. مدت زمان برای انکوباسیون اصلاح‌کننده‌ها در خاک سه ماه بود. در طول مدت انکوباسیون در سه فاصله زمانی ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز، عمق تیمارشده خاک به وسیله آب‌پاش تا حد ظرفیت مزرعه آبیاری شد.

اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

پیش از اعمال تیمارها، برخی از ویژگی‌های خاک‌های مورد مطالعه تعیین گردید که در جدول ۱ نشان داده شده است. خاک لوم رسی سیلتی (SiCL) با داشتن ۰/۶۷ درصد ماده آلی و pH برابر ۸/۶۸ یک خاک قلیایی و غیرشور است. خاک لوم رسی شنی (SCL) با داشتن ۰/۲۹ درصد ماده آلی و pH برابر ۸/۸۱ یک خاک قلیایی غیرشور است. موقعیت خاک لوم رسی سیلتی در دامنه کوه بود و احتمالاً بیش‌تر در معرض چرای دام قرار گرفته و در اثر بارندگی کربنات کلسیم شسته شده و میزان آن در خاک کاهش یافته است.

پس از اعمال تیمارها در ظروف آزمایشگاهی، برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در فواصل زمانی ۱ و ۳ ماه از زمان اعمال تیمارها اندازه‌گیری شد. آزمایش‌ها شامل اندازه‌گیری ماده آلی به روش والکی و بلاک، آب‌گریزی به روش زمان نفوذ قطره آب (WDPT)، چگالی ظاهری خاک به روش استوانه، توزیع اندازه ذرات به روش پیپت، و هدایت هیدرولیکی اشباع به روش بار ثابت بود. pH در عصاره اشباع با نسبت ۱ به ۱۰ توسط دستگاه pH-متر اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری ظرفیت مزرعه (FC) خاک با استفاده از دستگاه صفحه فشار در مکش ۰/۳۳ بار انجام شد. رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel و تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS-9.4 و از آزمون LSD و طرح فاکتوریل دو فاکتوره برای مقایسه‌ی میانگین‌ها استفاده شد. برای مقایسه نتایج دو ماه از آزمون t و نرم‌افزار SPSS[۲] نسخه ۱۷ استفاده شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

خاک	بافت	شن	سیلت	رس	ماده آلی	کربنات کلسیم معادل	ظرفیت مزرعه (FC) ($g\ g^{-1}$)	pH
		---------- $kg\ 100\ kg^{-1}$ ----------						
تیران ۱	لوم رسی شنی	۵۱/۳	۲۰/۹	۲۷/۷	۰/۲۹	۴۶/۳	۱۲/۲	۸/۸
تیران ۲	لوم رسی سیلتی	۱۷/۵	۴۷/۳	۳۵/۲	۰/۶۷	۲۷/۸	۱۶/۶	۸/۶۷

نتایج و بحث

مقایسه میانگین اثر اصلی نوع تیمار بر ویژگی‌های خاک در ماه اول در جدول ۲ نشان داده شده است. تأثیر لجن فاضلاب و بیوچار آن بر ویژگی‌های خاک در ماه اول معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین اثر اصلی نوع خاک بر ویژگی‌های خاک در ماه اول در جدول ۳ نشان داده شده است. تأثیر اصلاح‌کننده‌ها در خاک SiCL بیش‌تر از خاک SCL بود. اثر اصلی سطوح تیمارها بر چگالی ظاهری (ρ_b) خاک معنی‌داری شد. به طوری که میزان ρ_b

1- Statistical Package for the Social Sciences

خاک در سطح ۲٪ تیمارها کمتر از شاهد و دو سطح دیگر شد. گزارش‌های مختلفی وجود دارد که اصلاح‌کننده‌های افزوده‌شده به‌خاک می‌تواند باعث کاهش ρ_b خاک شود. کاهش ρ_b معمولاً ناشی از افزایش تخلخل کل و به‌ویژه تخلخل منافذ درشت است. منافذ درشت نقش عمده در حرکت آب در خاک دارند و سبب افزایش K_s می‌شوند (Abrol و همکاران ۲۰۱۶)

اثر اصلی بافت خاک بر میزان K_s خاک معنی‌دار شد (جدول ۳). این تأثیر در خاک SiCL بیش‌تر بود. اثر اصلی نوع تیمار بر میزان K_s خاک معنی‌دار بود و تأثیر تیمار لجن فاضلاب بیش‌تر از بیوچار بود (جدول ۲). هم‌چنین اثر اصلی سطوح تیمارها بر میزان K_s خاک معنی‌دار شد. به این صورت که سطح ۱ درصد ($C_۲$) و ۲ درصد ($C_۴$) تیمارها، مقادیر K_s بیش‌تری نسبت به سطح ۰/۵ درصد ($C_۲$) و شاهد ($C_۱$) داشتند. بیوچار دارای تخلخل و سطوح داخلی زیاد است. هرات و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که کاربرد بیوچار در خاک می‌تواند ساختمان و هدایت هیدرولیکی خاک را بهبود بخشد (Zong و همکاران ۲۰۱۷). آتکنسون (۲۰۱۰) بیان کرد که ظرفیت نگهداری آب در خاک‌های شنی اصلاح‌شده با بیوچار، بیش‌تر از خاک‌های رسی است (Zong و همکاران ۲۰۱۷).

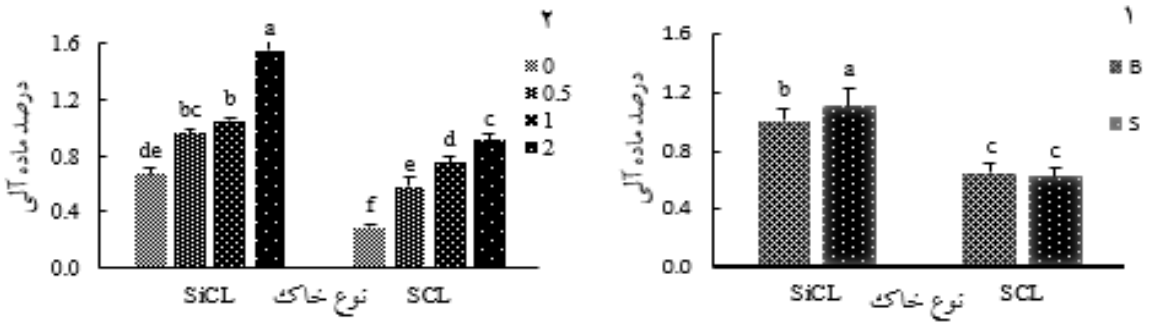
جدول ۲- مقایسه میانگین اثر اصلی نوع تیمار بر ویژگی‌های خاک در ماه اول

نوع تیمار	ماده آلی (٪)	چگالی ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	هدایت هیدرولیکی اشباع ($cm\ h^{-1}$)
بیوچار	۰/۸۳^a	۱/۴۰^a	۴/۳^b
لجن فاضلاب	۰/۸۶^a	۱/۴۳^a	۴/۵^a

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر اصلی نوع خاک بر ویژگی‌های خاک در ماه اول

نوع خاک	ماده آلی (٪)	چگالی ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	هدایت هیدرولیکی اشباع ($cm\ h^{-1}$)
لوم رسی سیلتی	۱/۰۶^a	۱/۳۳^b	۶/۱^a
لوم رسی شنی	۰/۶۳^b	۱/۵۳^a	۳/۲^b

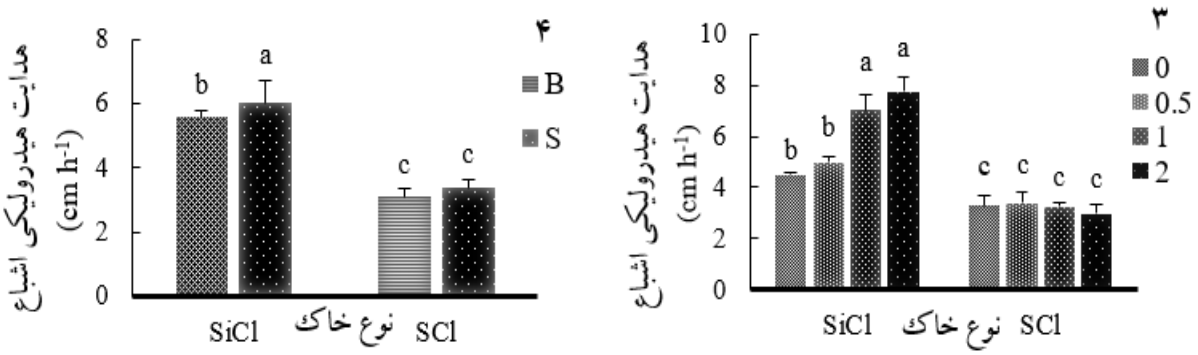
برهم‌کنش نوع خاک و تیمار بر میزان ماده آلی خاک (OM) در خاک SCL در شکل ۱ نشان داده شده است. در این خاک تفاوت معنی‌داری بین تأثیر لجن فاضلاب و بیوچار آن بر میزان OM مشاهده نمی‌شود. برهم‌کنش نوع خاک و سطح تیمار بر میزان OM خاک معنی‌دار شد (شکل ۲). تأثیر تیمار لجن فاضلاب و بیوچار آن بر افزایش OM در خاک SiCL بیش‌تر از خاک SCL بود. هم‌چنین در سطوح مختلف تیمارها، سطح ۲ درصد ($C_۴$) حداکثر تأثیر را بر افزایش OM در هر دو خاک داشت. در این پژوهش برهم‌کنش نوع خاک با تیمار و نوع خاک با سطوح تیمارها بر افزایش OM خاک، تأثیر مثبت و معنی‌داری را نشان داد. این تأثیر مثبت در خاک SiCL بیش‌تر از خاک SCL بود. راملو و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که اصلاح‌کننده افزوده‌شده به خاک مانند لجن فاضلاب، ویژگی‌های خاک را بهبود می‌بخشد و موجب افزایش تخلخل و OM، و کاهش ρ_b خاک می‌شود، که این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. در این پژوهش برهم‌کنش نوع خاک با تیمار و نوع خاک با سطوح تیمارها بر افزایش OM خاک، تأثیر مثبت و معنی‌داری را نشان داد. این تأثیر مثبت در خاک SiCL بیش‌تر از خاک SCL بود. افزودن بیوچار مقدار ماده آلی خاک را بهبود می‌بخشد (Laghari و همکاران ۲۰۱۵). لایرد (۲۰۱۰) گزارش کرد که استفاده از بیوچار میزان OM خاک را افزایش داد و حتی ترکیب بیوچار با کود کشاورزی منجر به افزایش بیش‌تر آن شد (Laghari و همکاران ۲۰۱۵). ماده آلی خاک یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده باروری خاک به‌عنوان شاخصی از کیفیت خاک است. با این حال، سطح کربن آلی در خاک‌های کشاورزی در سراسر جهان از طریق کشت فشرده، چرا و فرسایش خاک کاهش می‌یابد. افزودن لجن فاضلاب و بیوچار آن، یک عامل افزایش‌دهنده برای اطمینان از سطح کافی کربن و جلوگیری از تخریب خاک است (Glab و همکاران ۲۰۱۸).



شکل ۱- برهم‌کنش نوع خاک و تیمار بر درصد ماده آلی خاک، شکل ۲- ابرهم‌کنش نوع خاک و سطوح تیمار بر درصد ماده آلی خاک

برهم‌کنش دوگانه نوع خاک و سطوح تیمار بر میزان K_s در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (شکل ۳). تأثیر سطوح مختلف تیمارها بر K_s در خاک SiCL، معنی‌دار بود و با افزایش سطوح تیمارها، روند افزایشی داشت. سطوح ۲ و ۱ درصد تیمارها تأثیر بیش‌تری در افزایش K_s خاک SiCL داشت. تأثیر سطوح مختلف تیمارها بر میزان K_s خاک SCL به‌صورت کاهشی بود و بین سطوح مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳). فرض کلی بر این است که لجن و بیوچار آن، به‌علت تعداد زیادی از منافذ ریز و درشت منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌شوند. هراس (۲۰۱۳) گزارش کرد که ذرات بیوچار منجر به افزایش ذرات متخلخل درشت در خاک لوم شنی می‌شود. بنابراین افزودن بیوچار منجر به تغییر K_s خاک می‌شود (Lim و همکاران ۲۰۱۶). خاک اصلاح‌شده با بیوچار به‌دلیل قرار گرفتن ذرات بزرگ بیوچار بین ذرات خاک، اثر بیش‌تری بر کاهش K_s خاک نسبت به اصلاح-کننده با اندازه کوچک‌تر (لجن خشک) دارد (Lim و همکاران ۲۰۱۶). لایرد (۲۰۱۰) هیچ تغییری در مقدار K_s خاک در اثر افزودن بیوچار مشاهده نکرد (Eibisch و همکاران ۲۰۱۵)، که با نتایج پژوهش حاضر در مورد خاک SCL هم‌خوانی داشت.

برهم‌کنش دوگانه نوع خاک و نوع تیمار بر میزان K_s در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳ و شکل ۳). تأثیر تیمارهای لجن فاضلاب و بیوچار آن بر K_s خاک SiCL معنی‌دار و به‌صورت افزایشی بود. تیمار لجن فاضلاب موجب افزایش بیش‌تر K_s خاک نسبت به تیمار بیوچار شد (شکل ۴). خاک اصلاح‌شده با بیوچار به‌دلیل قرار گرفتن ذرات بزرگ بیوچار بین ذرات خاک، اثر بیش‌تری بر کاهش K_s خاک نسبت به اصلاح‌کننده با اندازه کوچک‌تر (لجن خشک) دارد (Lim و همکاران ۲۰۱۶). برهم‌کنش دوگانه نوع خاک و تیمار بر K_s خاک SCL معنی‌دار نشد. اهمیت آب‌گریزی بیوچار در ویژگی‌های هیدرولیکی خاک مورد توجه قرار گرفته است. گیتینجای (۲۰۱۴) کاهش هدایت هیدرولیکی خاک را به ویژگی آب‌گریزی بیوچارها نسبت داد (Eibisch و همکاران ۲۰۱۵). لیم و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که استفاده از بیوچار چوب موجب کاهش K_s در خاک لوم شنی شد. این کاهش در هدایت هیدرولیکی می‌تواند در خاک‌های با بافت شنی سودمند باشد، زیرا ریشه گیاهان برای مدت طولانی در تماس با جبهه نفوذ قرار می‌گیرند (Lim و همکاران ۲۰۱۶). بوسچر (۲۰۱۰)، کاهش هدایت هیدرولیکی در خاک اصلاح‌شده با بیوچار را، به پوشش داخلی ذرات خاک توسط بیوچار نسبت داد. ذرات ریز اصلاح‌کننده منافذ خاک SCL را پر می‌کند که موجب کاهش نفوذپذیری و افزایش نگهداری آب می‌شود (Laghari و همکاران ۲۰۱۵).



شکل ۳- برهم‌کنش نوع خاک و سطوح تیمار بر هدایت هیدرولیکی اشباع، شکل ۴- برهم‌کنش نوع خاک و تیمار بر هدایت هیدرولیکی اشباع

تغییرات زمانی دو ماه

آزمون آماری t برای بررسی تغییرات زمانی تأثیر اصلاح‌کننده‌ها بر ویژگی‌های مورد مطالعه خاک استفاده شد (جدول ۴).

جدول ۴- آزمون آماری t برای بررسی تغییرات زمانی تأثیر اصلاح‌کننده‌ها بر ویژگی‌های خاک لوم رسی سیلتی

ویژگی	ماده آلی	چگالی ظاهری	هدایت هیدرولیکی اشباع
میانگین ماه اول	۱/۱۲	۱/۳۲	۶/۳
میانگین ماه سوم	۱/۰۴	۱/۲۰	۵/۶
تفاوت میانگین دو ماه	۰/۰۶۹**	۰/۱۱۸***	۰/۷۰***

*** معنی‌داری با ۰/۱ درصد احتمال خطا ** معنی‌داری با ۱ درصد احتمال خطا * معنی‌داری با ۵ درصد احتمال خطا ns عدم معنی‌داری

ماده‌آلی (٪)، چگالی ظاهری ($g\ cm^{-3}$)، هدایت هیدرولیکی ($cm\ h^{-1}$).

تغییرات زمانی بین ماه اول و سوم برای بررسی تأثیر اصلاح‌کننده‌های مورد مطالعه بر ویژگی‌های خاک SiCL نیز بررسی شد (جدول ۴). مقادیر OM این خاک در ماه‌های اول و سوم تفاوت معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۱$). هم‌چنین تأثیر لجن و بیوچار آن بر ρ_b خاک SiCL در دو ماه مختلف دارای تفاوت معنی‌داری بود ($P<۰/۰۰۱$). به‌این‌صورت که میزان ρ_b خاک در ماه سوم کم‌تر از ماه اول شد. لجن و بیوچار آن دارای ρ_b پایینی هستند. بنابراین ترکیب این اصلاح‌کننده‌ها در خاک حجم همه منافذ خاک را افزایش داده و موجب کاهش ρ_b خاک می‌گردند (Glab و همکاران ۲۰۱۸). کاربرد بیوچار در خاک می‌تواند ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند ساختمان خاک، ρ_b، ظرفیت نگهداری آب و K_S را بهبود بخشد (Zong و همکاران ۲۰۱۷). مقدار K_S خاک SiCL در دو زمان دارای تفاوت معنی‌داری بود ($P<۰/۰۰۱$). به‌این‌صورت که میزان K_S ماه سوم کمتر از ماه اول شد. اپستین (۱۹۷۶) بیان کرد که لجن و کمپوست آن میزان نگهداری آب را در خاک لوم سیلتی افزایش می‌دهد که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی داشت (Lee و همکاران ۲۰۱۵). البته در پژوهش حاضر K_S ماه سوم کمتر از ماه اول شد. خاک‌های دارای مقدار زیاد رس به‌منظور بهبود زهکشی و نفوذ آب برای بهره‌وری محصول، باید با اصلاح‌کننده‌های آلی ترکیب شوند (Lim و همکاران ۲۰۱۶). در نهایت ماندگاری اصلاح‌کننده‌ها در خاک SiCL موجب کاهش درصد ماده آلی و ρ_b خاک شد. ماندگاری این اصلاح‌کننده‌ها در خاک موجب کاهش ρ_b و در نتیجه افزایش پایداری ساختمان و K_S نسبت به شاهد شد.

جدول ۵- آزمون آماری t برای بررسی تغییرات زمانی تأثیر اصلاح‌کننده‌ها بر ویژگی‌های خاک لوم رسی شنی

ویژگی	ماده آلی	چگالی ظاهری	هدایت هیدرولیکی اشباع
میانگین ماه اول	۰/۶۸	۱/۵۳	۳/۲۱
میانگین ماه سوم	۰/۹۸	۱/۴۲	۳/۵۹
تفاوت میانگین دو ماه	۰/۳۰**	۰/۱۰***	۰/۳۷*

*** معنی‌داری با ۰/۱ درصد احتمال خطا ** معنی‌داری با ۱ درصد احتمال خطا * معنی‌داری با ۵ درصد احتمال خطا ns عدم معنی‌داری

ماده‌آلی (٪)، چگالی ظاهری ($g\ cm^{-3}$)، هدایت هیدرولیکی اشباع ($cm\ h^{-1}$).

تغییرات زمانی بین ماه اول و سوم برای بررسی تأثیر اصلاح‌کننده‌ها بر ویژگی‌های خاک SCL نیز بررسی شد (جدول ۵). مقادیر ماده آلی خاک SCL در دو زمان تفاوت معنی‌داری داشت ($P<0/01$) به‌این‌صورت که ماده آلی در ماه سوم بیش‌تر از ماه اول شد. مقادیر ρ_b خاک SCL در دو زمان تفاوت معنی‌داری داشت ($P<0/001$). به‌این‌صورت که میزان ρ_b خاک در ماه سوم کمتر از ماه اول شد. در نتیجه ماندگاری اصلاح‌کننده‌ها در خاک ρ_b خاک را کاهش دادند. کاهش ρ_b معمولاً نتیجه افزایش تخلخل کل و به‌ویژه تخلخل منافذ بزرگ خاک است. منافذ بزرگ نقش زیادی در هدایت هیدرولیکی اشباع خاک دارند (Abrol و همکاران ۲۰۱۶). مقادیر K_s خاک SCL در ماه اول و سوم تفاوت معنی‌داری داشت ($P<0/001$). به‌این‌صورت که میزان K_s خاک در ماه سوم بیش‌تر از ماه اول شد. لجن و بیوچار آن به‌دلیل آب‌گریزی و یا پرکردن فضای بین ذرات خاک موجب کاهش K_s خاک شد. اما با گذشت زمان میزان K_s خاک در ماه سوم بیش‌تر از ماه اول شد. ماندگاری لجن و بیوچار آن در خاک، به‌دلیل ساختار بسیار متخلخل و سطوح داخلی بزرگ بیوچار، منافذ درشت خاک را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد؛ در نتیجه موجب بهبود هوادهی و نگهداری آب می‌گردد (Glab و همکاران ۲۰۱۸). توماس و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند که تأثیر لجن فاضلاب در خاک با بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک، موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌گردد. این اثر در خاک‌های شنی بیش‌تر مشهود است. با این‌حال، جعفری و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که هیچ اثر قابل توجهی برای استفاده از بیوچار در حفظ رطوبت خاک‌های شنی یافت نشد (Glab و همکاران ۲۰۱۸).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که ماندگاری اصلاح‌کننده‌ها در خاک موجب افزایش ماده آلی خاک شد. درصدهای مختلف اصلاح‌کننده‌ها در خاک لوم رسی شنی موجب کاهش هدایت هیدرولیکی اشباع خاک نسبت به شاهد در ماه‌های اول و سوم شدند. افزایش سطح اصلاح‌کننده‌ها موجب کم‌ترین هدایت هیدرولیکی اشباع در خاک لوم رسی شنی، و بیش‌ترین هدایت هیدرولیکی اشباع در خاک لوم رسی سیلتی شد. با این‌حال ماندگاری اصلاح‌کننده‌ها موجب افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع خاک لوم رسی شنی، و کاهش هدایت هیدرولیکی اشباع خاک لوم رسی سیلتی در ماه سوم شد. به‌طورکلی اصلاح‌کننده لجن فاضلاب با گذشت زمان موجب کاهش ρ_b در خاک شد، و پایداری بیوچار لجن فاضلاب در خاک موجب کاهش ρ_b شد.

منابع

Abrol, V., Ben-Hur, M., Varheijen, G., Keizer, J.J., Martins, M.A., Tenaw, H., and Graber., E. R. 2016. Biochar effects on soil water infiltration and erosion under seal formation conditions: rainfall simulation experiment. J. Soil Sediment. 16, 2709–2719.

Abu Hammad, A. 2011. Watershed erosion risk assessment and management utilizing revised universal soil loss equation-geographic information systems in the Mediterranean environments. Water Environ. J. 25(2), 149–162.

Eibisch, N., Durner, W., Bechtold, M., Fub, R., Mikutta, R., Woche, S. K., and Helfrich, M. 2015. Does water repellency of pyrochars and hydrochars counter their positive effects on soil hydraulic properties. Geoderma 245, 31–39.

Geibler, C., Kuhn, P., Bohnke, M., Bruelheide, H., Shi, X., and Scholten, T. 2012. Splash erosion potential under tree canopies in subtropical SE China. Catena. 91, 85–93.

Glab, T., Zabinski, A., Sadowska, U., Gondek, K., Kopec, M., Mierzwa–Hersztek, M., and Tabor, S. 2018. Effects of co-composted maize, sewage sludge, and biochar mixtures on hydrological and physical qualities of sandy soil. Geoderma. 315, 27–35.

Glaser, B., Lehmann, J., and Zech, W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal- a review. Biol. Fertil. Soils. 35(4), 219–230.

Konz, N., Banninger, D., Nearing, M., and Alewell, C. 2009. Does WEPP meet the specificity of soil erosion in steep mountain regions. Hydrol. Earth. Syst. Sci. Discuss. 6, 2153–2188.

Laghari, M., Mirjat, M. S., Hu, Z., Fazal, S., Xiao, B., Hu, M., and Guo, D. 2015. Effects of biochar application rate on sandy desert soil properties and sorghum growth. Catena. 135, 313–320.

Lee, S. S., Shah, H. S., Awad, Y. M., Kumar, S., and Ok, Y. S. 2015. Synergy effects of biochar and polyacrylamide on plants growth and soil erosion control. Environ. Earth Sci. 74, 2463–2473.

Lim, T. J., Spokas, K. A., Feyereisen, G., and Novak, J. M. 2016. Predicting the impact of biochar additions on soil hydraulic properties. Chemosphere. 142,136–144.

Mamedov, A. I., Bar-Yosef, B., Levkovich, I., Rosenberg, R., Silber, A., Fine, P., and Levy, G. J. 2016. Amending soil with sludge, manure, humic acid, orthophosphate and phytic acid: effects on infiltration, runoff and sediment loss. Land Degrad. Dev. 27, 1629–1639.

Obia, A., Borresen, T., Martinsen, V., Cornelissen, G., and Mulder, J. 2017. Effect of biochar on crust formation, penetration resistance and hydraulic properties of two coarse-textured tropical soils. Soil Till. Res. 170, 114–121.

Prosdocimi, M., Jordan, A., Tarolli, P., Keesstra, S., Novara, A., and Cerda, A. 2016. The immediate effectiveness of barley straw mulch in reducing soil erodibility and surface runoff generation in Mediterranean vineyards. Sci. Total Environ. 547, 323–330.

Sadeghi, S. H., Hazbavi, Z., and Harchegani, M. K. 2016. Controllability of runoff and soil loss from small plots treated by vinasse-produced biochar. Sci. Total Environ. 541, 483–490.

Zong, Y., Wang, Y., Sheng, Y., Wu, C., and Lu, S. 2017. Ameliorating soil acidity and physical properties of two contrasting texture Ultisols with wastewater sludge biochar. Environ. Sci. Pollution Res. 25(26), 25726–25733.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Impact of Sewage Sludge and its Biochar on Selected Soil Physical and Chemical Properties

Hajabedi*[1], M., Ayoubi, S.,[2] Mosaddeghi, M.R.[2]

[1] M.Sc. Student, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, 84156-83111, Isfahan, Iran.

[2] Professor of Soil Science, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, 84156-83111, Isfahan, Iran.

Abstract

This study was conducted to examine the effects of sewage sludge and its biochar on selected soil physical and chemical properties. The amendments were applied at the rates of zero, 0.5%, 1% and 2% to two soil types of silty clay loam and sandy clay loam with three replications. The incubation time of these amendments was 3 months. One month and 3 months after the incubation, some soil physical and chemical properties (i.e., organic matter content, saturated hydraulic conductivity, K_s, and bulk density) were measured. The experiment was conducted in a randomized complete block design with factorial arrangement of treatments and the results of the two times were compared using *t*-test. The results showed that the organic matter content of both soil types increased and the bulk density decreased with the addition of amendments. With an increment in the incubation time, the effects of amendments on soil increased; sewage sludge and its biochar over the time reduced the soil bulk density. In the first month, they increased the K_s of silty clay loam soil and reduced the K_s of sandy clay loam soil.

Keywords: Biochar, Organic matter, Sewage sludge, Saturated hydraulic conductivity

* Corresponding author, Email: mitrahajabedi.iut95@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

برآورد برخی از شناسه‌های فیزیکی و بیولوژیکی کیفیت خاک با استفاده از تکنیک طیف‌سنجی

گلناز رستم‌خانی[۱]، محمدصادق عسکری[۲*]، تورج خوش‌زمان[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۲] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۳] عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، استان زنجان

چکیده

توسعه یک روش کمی، سریع و دقیق به منظور ارزیابی تاثیر روش‌های مدیریتی بر کیفیت خاک، یک ابزار نظارتی کاربردی را در اختیار محققین و مدیران اراضی قرار خواهد داد. هدف از این پژوهش ارزیابی قابلیت طیف‌سنجی برای برآورد برخی از ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی مرتبط با کیفیت خاک در اراضی زراعی استان زنجان بود. برای انجام این پژوهش ۷۷ نمونه خاک از اراضی با کاربری زراعی جمع‌آوری شد و مهمترین ویژگی-های فیزیکی و بیولوژیکی مرتبط با کیفیت خاک اندازه‌گیری گردید. طیف‌های خاک در محدوده مرئی و مادون قرمز تهیه و مدل‌های طیفی با استفاده از رگرسیون حداقل مربعات جزئی محاسبه شد. بالاترین دقت مربوط به مدل‌های برآورد تنفس میکروبی خاک، مقدار رس و کربن آلی خاک بود (R^2 ۰/۸ < و RPD > ۲/۵) و پایداری خاکدانه، مقدار شن و کربن زیست توده میکروبی نیز با دقت بالایی برآورد شد (R^2 > ۰/۷ و RPD > ۲). طیف‌سنجی در محدوده مرئی و مادون قرمز کارائی بالایی برای برآورد برخی از مهمترین ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی مرتبط با کیفیت خاک در اراضی زراعی استان زنجان نشان داد. این تکنیک قابلیت قابل توجهی به منظور ارزیابی مستقیم کیفیت خاک در اراضی استان نشان داد.

کلمات کلیدی: : کشاورزی دیم و آبی، طیف‌های مرئی و مادون قرمز، آنالیزهای چند متغیره

مقدمه

افزایش تولید محصول زراعی یک نیاز ضروری برای پاسخ‌گویی به رشد سریع جمعیت جهان است و در چند دهه‌ی گذشته تلاش زیادی در جهت تأمین امنیت غذایی جمعیت در حال رشد صورت گرفته است. عملیات و سیاست‌هایی که باعث افزایش تولید شده‌اند از طرف دیگر باعث افزایش فشار بر منابع‌طبیعی شده و اساس بهره‌وری و تولید را در معرض نابودی قرار داده است (Lal, 2009) . یکی از این منابع که به شدت تحت تأثیر فعالیت‌های کشاورزی قرار دارد، منابع خاک است که مدیریت صحیح آن در جهت پایداری کل اکوسیستم از اهمیت زیادی برخوردار است.

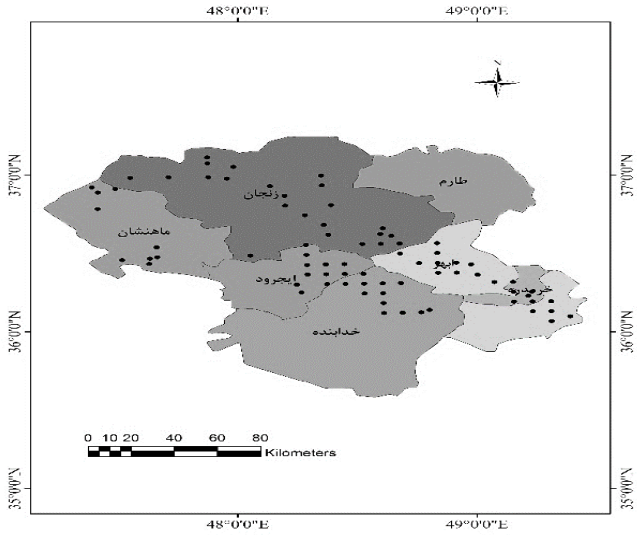
کیفیت خاک که به عنوان توانایی خاک برای انجام وظایفی در هر اکوسیستم تعریف شده است به ساختار، ترکیب و ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی آن بستگی دارد (Bouma, 1997). ارزیابی دقیق، سریع و کمی کیفیت خاک در اکوسیستم‌های کشاورزی یک ابزار کاربردی را به منظور نظارت بر تاثیر روش‌های مدیریتی بر منابع طبیعی فراهم می‌سازد. کیفیت فیزیکی و بیولوژیکی از ابعاد مهم کیفیت کلی خاک است. بسیاری از عملکردهای خاک در سامانه‌های زیستی مانند تنوع و فعالیت زیستی، توانایی تولید و پایداری ساختمان خاک تحت تاثیر کیفیت فیزیکی و بیولوژیکی خاک قرار دارند (Askari و همکاران ۲۰۱۵). روش‌های متداولی که به منظور ارزیابی کیفیت فیزیکی خاک استفاده می‌شوند بر اساس اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی و آنالیزهایی است که نیاز به زمان و هزینه زیادی دارند (Cécillon و همکاران، ۲۰۰۹). طیف‌سنجی این قابلیت را نشان داده است که به عنوان یک روش جایگزین موثر برای اندازه‌گیری همزمان چندین ویژگی خاک مورد استفاده قرار گیرد و می‌تواند یک رویکرد مناسب برای کاهش زمان و هزینه لازم برای نظارت و مدیریت شرایط خاک فراهم کند (Viscarra Rossel و همکاران، ۲۰۰۹). داده‌های طیفی اغلب برای ارزیابی خصوصیات شیمیایی خاک مورد استفاده قرار گرفته‌اند که برخی از آنها از جمله کربن آلی خاک با کیفیت فیزیکی و بیولوژیکی خاک در ارتباط نزدیک است (O'Rourke and Holden, 2012). تهیه و اعتبارسنجی یک روش سریع، دقیق و کمی برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی مرتبط با کیفیت خاک با استفاده از تکنیک‌های طیف‌سنجی می‌تواند ابزار ارزشمندی را در اختیار پژوهشگران و مدیران اراضی قرار دهد. هدف این پژوهش

* ایمیل نویسنده مسئول: askari@znu.ac.ir

بررسی قابلیت طیف‌سنجی برای ارزیابی برخی خصوصیات فیزیکی، بیولوژیکی و بیوشیمیایی مرتبط با کیفیت خاک در برخی مناطق نیمه خشک ایران است.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این پژوهش ۷۷ پایگاه نمونه برداری در استان زنجان در دو کاربری زراعی (آبی و دیم) انتخاب شد (شکل ۱). برای انتخاب پایگاه‌ها از اطلاعات مربوط به کاربری اراضی، جهت و میزان شیب زمین، نقشه‌ی خاک‌های استان، اقلیم و اطلاعات زمین‌شناسی استفاده شده است. پس از انتخاب پایگاه‌ها، نمونه‌برداری خاک در هر پایگاه انجام شد و طول و عرض جغرافیایی محل هر نقطه با دستگاه GPS تعیین گردید. نمونه‌های دست نخورده با استفاده از استوانه‌های فلزی تهیه شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و تجزیه‌های فیزیکی و بیولوژیکی بر روی آن‌ها انجام شد. مهمترین شناسه‌های فیزیکی و بیولوژیکی خاک که به طور متداول در ارزیابی کیفیت خاک استفاده می‌شوند، اندازه گیری شدند. علاوه بر آنها به دلیل اهمیت کربن آلی خاک در ارزیابی طیفی خاک و تاثیر آن بر ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی خاک، مقدار کربن آلی نیز اندازه‌گیری شد.



شکل ۱- موقعیت نقاط نمونه‌برداری شده در استان زنجان

اندازه گیری‌های آزمایشگاهی

ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند. جرم مخصوص ظاهری با استفاده استوانه فلزی و نمونه-های دست نخورده تعیین شد (Grossman and Reinsch, 2002). پایداری خاک‌دانه با استفاده از روش الک‌تر تعیین و میانگین وزنی قطر خاکدانه و میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها محاسبه شد. درصد ذرات شن، سیلت و رس به روش هیدرومتر اندازه‌گیری شد. برای تعیین هدایت هیدرولیکی از نمونه خاک دست نخورده و روش بار ثابت استفاده شد. کربن آلی خاک به روش والکی و بلاک و ضریب جذب پذیری آب در خاک (Sorptivity) با استفاده از روش ارائه شده توسط Philip (۱۹۵۷) اندازه‌گیری شدند. تنفس میکروبی خاک با استفاده از روش انکوباسیون و استفاده از شیشه‌های دربسته به مدت هفت روز مورد مطالعه قرار گرفت (Alef, 1995). برای اندازه‌گیری کربن زیست توده میکروبی از روش تدخین – استخراج استفاده شد و از اختلاف مقدار کربن آلی در خاک تدخین شده و تدخین نشده محاسبه شد (Vanceو همکاران، ۱۹۸۷).

تهیه و ارزیابی مدل‌های طیفی

قبل از انجام آنالیزهای طیفی به منظور حذف تاثیر رطوبت، نمونه‌های خاک هوا خشک و عبور داده شده از الک ۲ میلی‌متر در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۴ ساعت در آون خشک شدند. داده‌های طیفی با استفاده از دستگاه طیف‌سنجی موجود در دانشگاه ملی ایرلند (Foss NIRSystems) تهیه شد. روش تهیه داده‌ها بر طبق روش توضیح داده شده توسط Askari و همکاران (۲۰۱۸) انجام گردید و پردازش‌های اولیه جهت

ارتقاء کیفیت داده‌ها انجام شد. به منظور ایجاد مدل‌های طیفی، نمونه‌ها به‌طور کاملاً تصادفی به دو دسته داده‌ها تقسیم شدند. ۷۰ درصد داده‌ها به منظور واسنجی و ۳۰ درصد داده‌ها جهت اعتبارسنجی مدل‌ها استفاده شد. مدل‌های طیفی با استفاده از رگرسیون حداقل مربعات جزئی (PLSR) در محیط نرم افزار Unscrambler X 10.4.1 ایجاد و ارزیابی شدند. صحت مدل‌های طیفی با استفاده از آماره‌های ضریب تبیین (R^2)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و درصد انحراف نسبی (RPD) بررسی گردید.

نتایج و بحث

نوع کاربری زمین تأثیر معنی‌داری ($p <$ ۰/۰۰۱) بر ویژگی‌های فیزیکی خاک شامل میانگین وزنی و میانگین هندسی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب، جرم مخصوص ظاهری و هدایت هیدرولیکی اشباع در خاک داشت. توصیف آماری محدوده ویژگی‌های خاک در دو کاربری دیم و آبی در جدول (۱) خلاصه شده است. روش‌های مدیریتی انجام شده در اکوسیستم‌های کشاورزی معمولاً بیش‌ترین تأثیر را بر ویژگی‌های فیزیکی خاک‌های سطحی دارند (Shukla و همکاران، ۲۰۰۶). هم‌چنین، کشت متراکم و متوالی در کاربری دیم و استفاده از روش‌های مدیریتی نامناسب مانند سیستم کشت تک‌محصولی منجر به افزایش فشردگی و تخریب ساختمان خاک شده و در نتیجه جرم مخصوص ظاهری خاک افزایش می‌یابد. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در کاربری آبی (۲/۹۳ mm) به طور معنی‌داری بالاتر از کاربری دیم (۱/۴۸mm) بود. تخریب خاکدانه‌ها در اثر عملیات زراعی نامناسب شامل کشت متراکم و برنگرداندن بقایای گیاهی به خاک در کاربری دیم و هم‌چنین پایین‌بودن کربن آلی خاک در کاربری دیم نسبت به کاربری آبی باعث شد میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD)، در کاربری دیم ۴۹/۴۹ درصد نسبت به کاربری آبی کم‌تر باشد. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) همبستگی مثبت معنی‌داری با کربن آلی و ویژگی‌های زیستی خاک داشت. پژوهش‌های بسیاری تأثیر ماده‌ی آلی بر افزایش پایداری خاکدانه‌ها را گزارش نموده‌اند (Green و همکاران ۲۰۰۸). نتایج نشان داد که هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در کاربری آبی ($cm\ day^{-1}$ ۵۵/۶۶) به طور معنی‌داری بالاتر از کاربری دیم ($cm\ day^{-1}$ ۴۳/۳۹) بود. در کاربری دیم به دلیل بالا بودن جرم مخصوص ظاهری و تخریب ساختمان خاک در اثر کشت متراکم و برنگرداندن بقایای گیاهی به خاک و کاهش ماده‌ی آلی، هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ۲۲/۰۴ درصد نسبت به کاربری آبی کم‌تر بود. ویژگی‌های زیستی خاک شامل تنفس میکروبی و کربن زیست توده‌ی میکروبی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد در دو کاربری دیم و آبی و داشتند. میزان کربن زیست توده‌ی میکروبی تابعی از کربن آلی خاک است و کربن زیست توده‌ی میکروبی در بیشتر مواقع ۱ تا ۳ درصد کربن آلی خاک را شامل می‌شود (Franzluebbers و همکاران ۲۰۱۱). کربن آلی بالاتر در کاربری آبی منجر به افزایش جمعیت میکروبی خاک نسبت به کاربری دیم شده است.

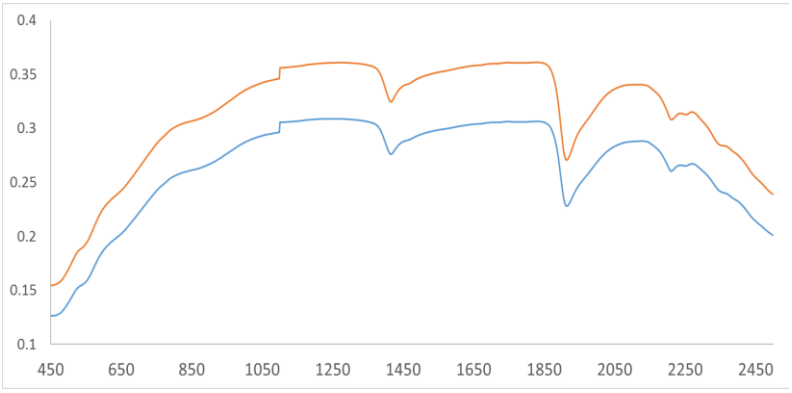
جدول ۱- محدوده تغییرات ویژگی‌های خاک در دو کاربری دیم و آبی

ویژگی‌های خاک	واحد	کاربری آبی		کاربری دیم	
		حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
رس	%	۱۰	۷۵	۱۲	۴۷/۵۰
شن	%	۳	۶۵	۱۵	۷۲/۵۰
سیلت	%	۲۰	۴۵	۱۲/۵۰	۴۲/۵۰
جرم مخصوص ظاهری	$g\ cm^{-3}$	۱/۱۴	۱/۴۶	۱/۱۷	۱/۵۹
میانگین وزنی قطر خاکدانه	mm	۰/۷۳	۵/۷۵	۰/۵۶	۳/۸۷
میانگین هندسی قطر خاکدانه	mm	۰/۵۵	۱/۹۳	۰/۵۱	۱/۳۴
هدایت هیدرولیکی اشباع	$cm\ day^{-1}$	۱۱/۸۵	۱۰۴/۵۵	۹/۱۳	۸۸/۱
کربن آلی	%	۰/۲۵	۱/۲	۰/۰۵	۱/۱۷
تنفس خاک	$mg\ c\ kg^{-1}\ day^{-1}$	۷/۲۴	۱۳/۱۴	۵/۶۸	۱۰/۶۶
کربن زیست توده میکروبی	$mg\ kg^{-1}$	۱۲۲/۱۱	۵۰۳/۹۱	۲۸/۶۵	۴۱۷/۰۳

بررسی طیفی نمونه‌های خاک

مقدار ماده آلی خاک، درصد نسبی ذرات رس، سیلت و شن و مقدار رطوبت خاک از عوامل موثر بر بازتاب طیفی خاک هستند که به عنوان شناسه‌های مهم طیفی خاک شناخته می شوند (Askari و همکاران ۲۰۱۴). با کنترل رطوبت نمونه‌ها در این تحقیق، تاثیر رطوبت بر اطلاعات طیفی

خاک کنترل شد. شکل (۲) میانگین طیف‌های در کاربرهای دیم و آبی را نشان می‌دهد. کاربری دیم بازتاب بیشتری نسبت به کاربری آبی دارد. دلیل این امر را می‌توان تفاوت در مقدار ماده آلی خاک بین دو کاربری باشد. با کاهش ماده آلی خاک مقدار بازتابش خاک بیشتر می‌شود.



شکل۲- میانگین بازتاب طیفی در دو کاربری کشاورزی آبی (رنگ آبی) و دیم (رنگ قرمز)

مقایسه مدل‌های طیفی برآورد ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی خاک

مدل‌های طیفی بصورت مدل‌های با دقت عالی (RPD≥ ۲/۵ و R^2 ≥۰/۸)، خوب با RPD بین ۲ تا۲/۵ و R^2≥۰/۷ ، متوسط با RPD بین ۱/۵تا ۲ و R^2 ≥۰/۶ و مدل‌های ضعیف با RPD زیر ۱/۵ و R^2 کمتر از ۰/۶ بیان شده است (Askari و همکاران ۲۰۱۸). جدول (۲) پارامترهای آماری مربوط به مدل‌های که با دقت عالی برآورد شده‌اند را نشان می‌دهد. مقدار رس، کربن آلی و تنفس میکروبی با دقت عالی برآورد شدند. مدل‌های طیفی میانگین هندسی قطر خاکدانه، شن و کربن زیست‌توده میکروبی از دقت خوبی برخوردارند. برآورد طیفی میانگین وزنی قطر خاکدانه، جرم مخصوص ظاهری و سیلت از نظر دقت متوسط می‌باشند. مدل‌های طیفی برآورد هدایت هیدرلیکی اشباع و ضریب جذب‌پذیری آب در خاک دقت قابل قبولی ندارند. آن دسته از ویژگی‌های خاک که در ارتباط با بخش جامد خاک می‌باشند (مانند رس، شن، سیلت ،کربن آلی میانگین وزنی قطر خاکدانه، میانگین هندسی قطر خاکدانه ،جرم مخصوص ظاهری، کربن زیستی توده میکروبی و تنفس زیستی)، نسبت به ویژگی‌هایی از خاک که با منافذ خاک در ارتباط می‌باشند (مانند هدایت هیدرولیکی اشباع و ضریب جذب پذیری آب در خاک) با دقت بیشتری توسط داده‌های طیفی برآورد شده اند.

جدول۲ آماره‌های مربوط مدل‌های اعتبارسنجی برآورد شده با دقت عالی در این پژوهش

خصوصیات خاک	RPD	R^2	RMSE
تنفس میکروبی	۲/۵۶	۰/۸۳	۰/۵۷
کربن آلی	۲/۶۳	۰/۸۵	۰/۰۱
رس	۲/۹۶	۰/۸۴	۳/۶۳

نتیجه‌گیری

در این پژوهش تکنیک طیف‌سنجی قابلیت بالای برای برآورد تنفس میکروبی، کربن زیست توده میکروبی و کربن آلی خاک نشان داد. برخی شناسه‌های کیفیت فیزیکی خاک شامل میانگین هندسی قطر خاکدانه (شناسه پایداری خاکدانه)، مقدار ذرات رس و شن خاک با دقت خوبی برآورد شدند و دقت قابل قبولی (متوسط) برای برآورد طیفی میانگین وزنی قطر خاکدانه، جرم مخصوص ظاهری و مقدار ذرات سیلت در خاک بدست آمد. این تکنیک کارائی لازم را برای برآورد هدایت هیدرولیکی اشباع و ضریب جذب‌پذیری آب در خاک نداشت. نتایج این پژوهش نشان داد که مدل رگرسیون حداقل مربعات جزئی روش مناسبی برای استنتاج روابط خطی بین طیف‌های الکترومغناطیس و ویژگی‌های خاک در مناطق نیمه خشک است. میانگین طیف‌های بازتابی خاک در محدوده مرئی و مادون قرمز نزدیک به‌طور معنی‌داری بین دو کاربری کشاورزی آبی و دیم متفاوت بودند. با توجه به تشابه خاک‌ها در دو کاربری این نتیجه تایید کننده قابلیت تکنیک طیف‌سنجی در تشخیص تاثیر روش‌های مدیریتی بر کیفیت خاک بین این دو کاربری است

منابع

Askari MS. Cui J, O'Rourke, S.M. and Holden, N.M. 2014. Evaluation of soil structural quality using VIS-NIR spectra. Soil and Tillage Research.; 146: 108–117.

Askari, M.S. O'Rourke, S.M. and Holden, N.M. 2015. Evaluation of soil quality for agricultural production using visible–near-infrared spectroscopy. Geoderma 243-244, 80-91.

Askari, M.S. O'Rourke, S.M. and Holden, N.M. 2018. A comparison of point and imaging visible-near infrared spectroscopy for determining soil organic carbon. Journal of Near Infrared Spectroscopy 26(2), 133-146.

Bouma, J. 1997. Soil environmental quality: A European perspective. Journal of Environmental Quality,26: 26–31.

Cécillon, L. Barthès, B.G. Gomez, C. Ertlen, D. Genot, V., Hedde, M. Stevens, A. and Brun, J.J. 2009. Assessment and monitoring of soil quality using near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS). European Journal of Soil Science 60(5), 770-784.

Franzluebbers, A.J. Causarano, H.J. and Norfleet, M.L. 2011. Soil conditioning index and soil organic carbon in the Midwest and southeastern United States. Journal of Soil and Water Conservation. 66: 3. 178-182.

Green, V.S., Stott, D.E., Cruz, J.C., and Curi, N. 2008. Tillage impacts on soil biological activity and aggregation in Brazilian cerrado oxisols. Soil and Tillage Research. 92: 114-121.

Lal, R. 2009. "Soil degradation as a reason for inadequate human nutrition." Food Security 1(1): 45-57.

O'Rourke, S. M. and N. M. Holden. 2012. "Determination of Soil Organic Matter and Carbon Fractions in Forest Top Soils using Spectral Data Acquired from Visible–Near Infrared Hyperspectral Images." Soil Sci. Soc. Am. J. 76(2):586-596.

Philip, J., 1957. The theory of infiltration: 4: sorptivity and algebraic infiltration equations. Soil Sci.84, 257–335.

Shukla, M.K., Lal, R. and Ebinger, M. 2006. Determining soil quality indicators by factor analysis. Soil and Tillage Research. 87: 2. 194-204.

Viscarra Rossel, R.A. Cattle, S.R. Ortega, A. and Fouad, Y. 2009. In situ measurements of soil colour, mineral composition and clay content by vis–NIR spectroscopy. Geoderma 150(3–4), 253-266.

Vance E.D. Brookes P.C. and Jenkinson D.S. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass-C. Soil Biology and Biochemistry, 19: 703–707.

Grossman R.B. and Reinsch T.G. 2002. 2.1 Bulk Density and Linear Extensibility. In: Dick A.W. (Ed.), Methods of Soil Analysis: Part 4 Physical Methods. Soil Science Society of America Book Series, Madison, pp. 201–228.

Alef K. 1995. Soil respiration. P 214-215, In: K. Alef and P. Nannipieri (eds.), Methods in Soil Microbiology and Biochemistry, Academic Pres

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Prediction of some physical and biological indicators of soil quality using spectroscopic technique

Rostamkhani[*1], G., Askari[2], M.S., Khoshzaman, T.[3]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

[2] Assistan Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

[3] Assistant Prof., Agricultural and Natural Resources Research Center, Zanjan, Iran

Abstract

Development of a quick, reliable and quantitative approach for assessing the impact of management operations on soil quality would provide a practical monitoring tool for both scientists and land managers. The objective of this study is to evaluate the efficiency of spectroscopic technique for predicting several physical and biological indicators of soil quality in agricultural lands of Zanjan province. To conduct the study, 77 soil samples were collected from agricultural lands under irrigation and rainfed land uses. The most important physical and biological properties associated with soil quality were measured. Soil spectra were acquired in VIS and NIR wavelengths range, and Partial least square regression was used to develop spectral prediction models. The models with the highest accuracy were achieved for the prediction of soil microbial respiration, soil organic carbon and clay content (RPD >2.5 and R^2 > 0.8). Soil aggregate stability, sand content and soil microbial biomass were also predicted with high accuracy (RPD >2 and R^2 > 0.7). VIS and NIR spectroscopy indicated a good efficacy to predict some physical and biological indicators of soil quality under agricultural lands of Zanjan Province. This technique has the potential to be used for a direct evaluation of soil quality in this province.

Keywords: irrigation and rainfed agriculture, VIS and NIR spectra, multivariate analysis.

[*] Corresponding author, Email: Askari@znu.ac.ir

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

پهنه‌بندی برخی خصوصیات کمی و کیفی خاک در اراضی کشاورزی دشت زنجان

پیمان مرادزاده[۱]، حسن اوجاقلو[۲]*، سعید الماسی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ایران

[۲] استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ایران

[۳] دانشجوی کارشناسی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ایران

چکیده

همان‌طور که بشر برای بقای خود به خاک متکی است، دوام و تکامل خاک نیز تا حد زیادی به نحوه استفاده بشر از آن بستگی دارد. استفاده از ابزارهایی نظیر GIS می‌تواند در مدیریت بهنگام و مطلوب این منبع ارزشمند موثر واقع گردد. در این پژوهش، به بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در اراضی کشاورزی دشت زنجان، با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداخته شده است. ابتدا داده‌های ۵۶ نمونه خاک از منطقه مورد مطالعه تهیه شد و سپس لایه‌های اطلاعاتی شامل شوری، پ.هاش، رس، شن، سیلت، درصد کربن آلی، درصد اشباع خاک، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب، درصد آهک و مقدار نیتروژن خاک در محیط GIS تهیه گردید. به منظور تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی از روش درون‌یابی کریجینگ استفاده شد. نتایج نشان داد از نظر شوری، حدود ۶۵ درصد از اراضی در کلاس مناسب از نظر آبیاری قرار دارند و حدود ۳۵ درصد نیز در وضعیت متوسط و نامناسب ارزیابی شد. از نظر میزان درصد ماده آلی خاک نیز حدود ۴۷ درصد از اراضی در وضعیت مناسب و مابقی در کلاس متوسط و ضعیف طبقه‌بندی شدند.

کلمات کلیدی: کیفیت خاک، درون‌یابی، سامانه اطلاعات جغرافیایی

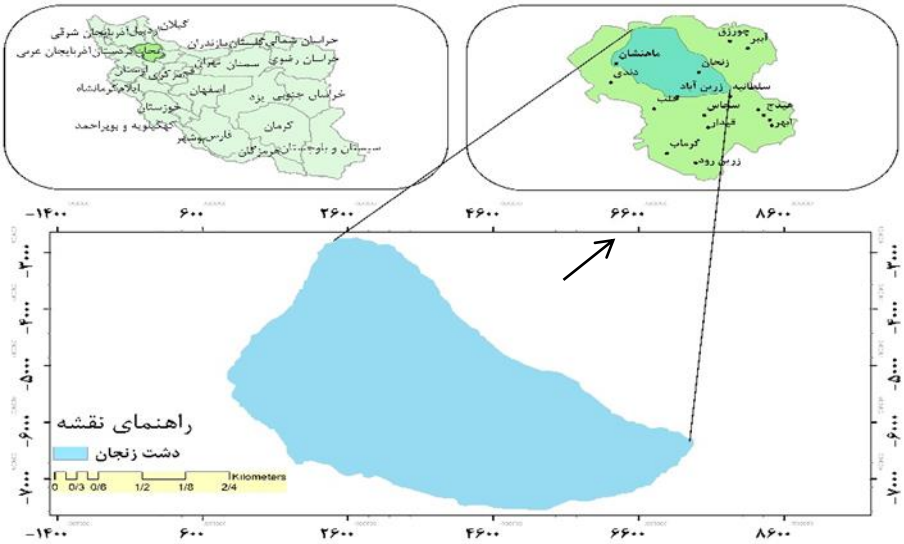
مقدمه

از اوایل دهه ۱۹۹۰ کیفیت خاک مورد توجه بیش‌تری قرار گرفت و تلاش های زیادی برای توصیف مفهوم مبهم کیفیت خاک انجام شد. کیفیت خاک معیاری از کیفیت محیط زیست، امنیت غذایی و توانمندی اقتصادی می‌باشد(Aparicio and Costa, 2007). برای شناخت ویژگی‌های خاک نیاز به درک صحیحی از الگوی تغییرپذیری آن‌ها می‌باشد. اطلاع از تغییرپذیری ویژگی‌های خاک، پیش-نیاز برای ارزیابی اراضی کشاورزی، مدیریت منابع خاک، کشاورزی دقیق و تولید پایدار است(Rosemary et al, 2017). ارزیابی کیفیت خاک با وجود حجم زیاد داده‌ها مشکل و پیچیده است. هم‌چنین بسته به هدف کاربری از خاک، کیفیت خاک می‌تواند مؤلفه‌های متفاوتی را شامل شود. تعداد عناصر ریز مغذی و اطلاعات مربوطه به آن در یک مزرعه سبب سردرگمی برای کشاورزان، که اغلب به دنبال جوابی ساده برای کیفیت خاک از نظر عناصر ریز مغذی هستند، می‌شود. هم‌چنین تعداد عناصر کمیاب در یک دشت، کار مدیریت حفاظت خاک و محیط زیست را برای مدیران محیط زیست مشکل می‌سازد لذا بیان یک برداشت کلی، فراگیر و عامه پسند از کیفیت خاک ضروری به نظر می‌رسد (Su and Yang, 2008). در ادامه به مهم‌ترین مطالعات انجام گرفته در خصوص کاربرد روش‌های زمین آمار در امکان‌سنجی عوامل کیفی خاک با استفاده از GIS پرداخته شده است. رضایی و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای پهنه‌بندی پارامترهای مؤثر در کیفیت حاصلخیزی خاک شالیزاری برای مدیریت بهینه مصرف کود مورد ارزیابی قرار دادند. نقشه‌های پراکنش مکانی پارامترهای ذکر شده با استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ تهیه شد که معیارهای RMSE و MAE نشان داد که دقت نقشه‌های پهنه‌بندی قابل قبول است. جعفرنیا و اکبرنیا (۱۳۹۳) با استفاده از تکنیک زمین آمار به بررسی توزیع مکانی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آب در جنگل‌های مانگرو جزیره قشم پمورد مطالعه قرار دادن. ارزیابی نتایج بر اساس محاسبه معیارهای RMSE، MAE و R نشان‌دهنده دقت قابل قبول روش کریجینگ در بررسی خصوصیات خاک و آب بود. Bogunovic و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای ویژیگی‌های PH، ماده-آلی، فسفر و پتاسیم قابل‌دسترس را در اراضی شرق کرواسی با استفاده از روش میان‌یابی کریجینگ معمولی پهنه‌بندی کردند. Behera و همکاران (۲۰۱۷) طی پژوهشی پراگندکی مکانی ویژگی‌های PH، کربن آلی، ازت، پتاسیم، فسفر قابل‌دسترس، کلسیم، منیزیم تبادلی، سولفور و بر را در منطقه اندهرا پرادش هندوستان به منظور مدیریت پایدار عناصر خاک مورد مطالعه قرار دادند. در نتیجه نقشه‌های پراکنش مکانی این ویژگی‌ها را در محیط GIS با استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ معمولی به دست آوردند. تاکنون تحقیقی در خصوص شناسایی و پهنه‌بندی عوامل کمی و کیفی خاک در دشت زنجان انجام نشده است. لذا در این پژوهش، با لحاظ نمودن عوامل مرتبط با عوامل کمی و کیفی خاک استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، نقشه پهنه‌بندی پارامترهای مؤثر در دشت زنجان تهیه شد.

*ایمیل نویسنده مسئول: ojaghlou@znu.ac.ir

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر با استفاده از آمار و اطلاعات جمع آوری شده از دشت زنجان واقع در شمال غرب ایران و شرق رودخانه قزل اوزن و بین ۴۸ تا ۴۹ درجه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی انجام شده است. این منطقه درحوزه آبخیز زنجان‌رود قرار دارد و به نام دشت زنجان معروف می‌باشد و مساحت کل این دشت حدود ۴۷۰۵ کیلومتر مربع است. نوع اقلیم دشت زنجان بر اساس روش دومارتن نیمه خشک فرا سرد بوده و میانگین ارتفاع آن ۱۶۵۹ متر می‌باشد. شکل (۱) محدوده مورد مطالعه در این تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۱ – نقشه موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه (دشت زنجان)

به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نتایج مربوط به آزمایش‌های تجزیه خاک از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان اخذ گردید. با توجه به داده های به دست آمده که از پراکندگی مناسبی برخوردار بودند در محیط نرم افزار ArcGIS به منظور تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی مقدار رس(Clay)، سیلت(Silt)، شن(Sand)، پ.هاش خاک (pH)، شوری یا هدایت الکتریکی خاک(EC)، درصد کربن آلی (O.C)، درصد اشباع خاک(Sp)، فسفر قابل جذب(P)، پتاسیم قابل جذب (K)، درصد آهک(T.N.V) و مقدار نیتروژن یا ازت خاک(Total N) از اطلاعات مربوط به تعداد ۵۲ نمونه خاک از اراضی کشاورزی منطقه مورد مطالعه استفاده شد. در این پژوهش با توجه به وضعیت منطقه درون‌یابی‌ها با استفاده از سه روش کریجینگ، عکس فاصله وزن‌دار، کوکریجینگ و توابع پایه شعاعی انجام گرفت و با توجه به کم‌ترین خطای به دست آمده روش قابل قبول درون‌یابی انتخاب شد.

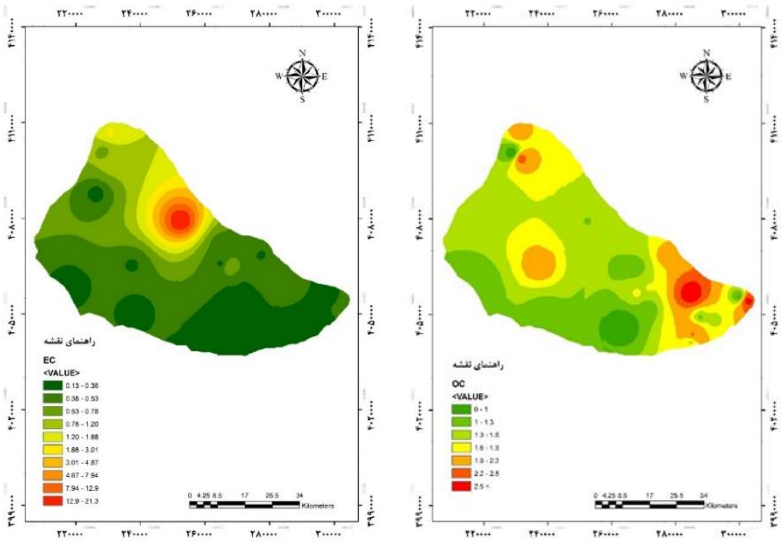
نتایج و بحث

مطابق جدول (۱) ملاحظه می‌گردد که روش کریجینگ معمولی با کم‌ترین میانگین مربعات خطا ۰/۱۹۸ و میانگین انحراف خطا ۰/۱۳ از دقت بیش‌تری نسبت به سایر روش‌های میان‌یابی برخودار است. کریجینگ یکی از بهترین روش‌های میان‌یابی در زمین آمار می‌باشد که نقش مهمی در بر آورد تغییرات توزیع مکانی، درون‌یابی و تهیه نقشه خصوصیات خاک دارد(Triantafilis and Buchanan, 2010).

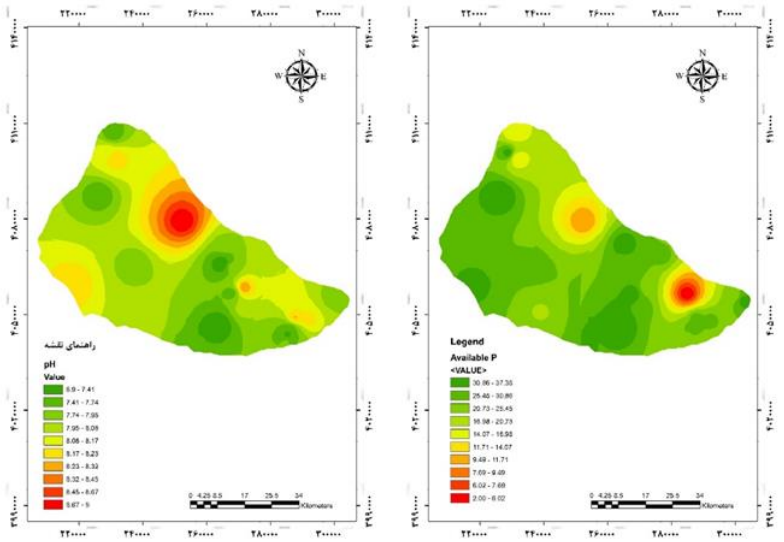
جدول ۱- نتایج ارزیابی روش‌های میان‌یابی در ارتباط با عوامل کمی و کیفی خاک در اراضی دشت زنجان

روش‌های میان‌یابی	میانگین مربعات خطا	میانگین انحراف خطا	خطای مطلق
عکس فاصله وزن‌دار	۰/۲۲۴	۰/۱۴	۰/۰۳
کوکریجینگ	۰/۲۹۰	۰/۱۵	۰/۰۲
کریجینگ معمولی	۰/۱۹۸	۰/۱۳	۰/۰۱
توابع پایه شعاعی	۰/۲۵۴	۰/۱۴	۰/۰۲

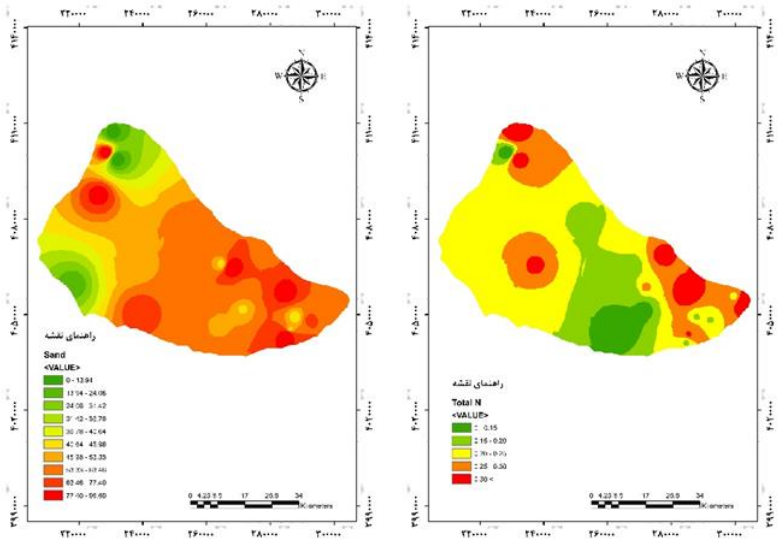
نقشه‌های پهنه‌بندی مربوط به هر کدام از پارامترهای خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در محیط GIS تهیه شد که در ادامه نقشه هر یک از پارامترها در شکل ۲ آورده شده است.



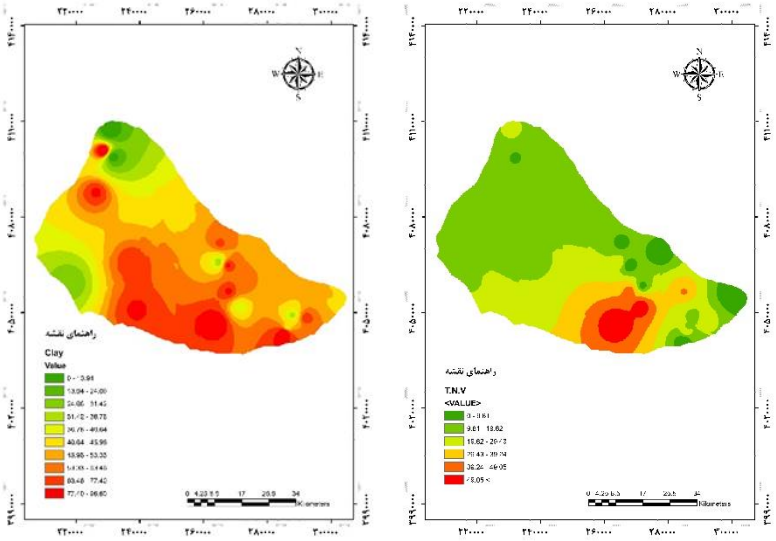
شکل۲- نقشه‌های پهنه‌بندی شده پارامترهای شوری و درصد ماده آلی خاک در دشت زنجان



شکل ۳- نقشه‌های پهنه‌بندی شده پارامترهای پ.هاش و فسفر قابل جذب در دشت زنجان



شکل ۴- نقشه‌های پهنه‌بندی شده پارامترهای درصد شن و نیتروژن کل در دشت زنجان



شکل ۵- نقشه‌های پهنه‌بندی شده پارامترهای درصد رس و درصد آهک خاک در دشت زنجان

جدول ۲- طبقه بندی عوامل کمی و کیفی خاک منطقه مورد مطالعه (بر اساس راهنمای طبقه‌بندی کیفی آب آبیاری، فائو)

محدوده	EC[۱]	pH[۲]	P[۳]	K[۴]	OC[۵]	SP[۶]	T.N.V[۷]	N [۸]	Clay[۹]	Sand[۱۰]	Silt[۱۱]
کاملاً مناسب	۲۵/۴	۱۹/۱	۱۸/۷	۱۷/۱	۹/۱	۱۰/۲	۱۵/۲	۹/۹	۷/۱	۸/۳	۱۴/۷
مناسب	۳۹/۸	۲۹/۵	۴۳/۴	۲۹/۷	۳۷/۳	۱۹/۳	۳۶/۷	۲۱/۸	۱۶/۳	۱۴/۷	۲۱/۳
بدون محدودیت	۱۴/۲	۲۵/۸	۱۶/۱	۱۵/۳	۲۱/۷	۱۴/۷	۲۱	۳۲/۴	۱۱/۷	۱۰/۱	۳۰/۸
محدودیت کم	۱۳/۹	۱۴/۹	۱۳/۲	۲۰/۹	۱۸/۴	۳۰/۸	۱۶/۴	۱۹/۸	۴۰/۲	۳۷/۲	۱۹/۲
نامناسب	۶/۷	۹/۷	۸/۶	۱۷	۱۳/۵	۲۵	۹/۷	۱۶/۱	۲۴/۷	۲۹/۷	۱۴

۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱: به ترتیب شوری بر حسب دس‌زیمنس بر متر، پ.هاش، فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)، پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)، کربن آلی (درصد)، اشباع خاک (درصد)، آهک (درصد)، نیتروژن (درصد)، رس (درصد)، شن (درصد) و سیلت (درصد).

بر اساس پهنه‌بندی قابلیت شوری خاک (شکل ۲) و نتایج به دست آمده از جدول (۲)، ۲۵/۴ درصد از اراضی خاک منطقه مورد مطالعه در محدوده کاملاً مناسب و ۳۹/۸ درصد در محدوده مناسب قرار گرفته است. تنها ۶/۷ درصد در محدوده نامناسب بوده و برای خاک دشت

زنجان محدودیت ایجاد می‌کند که بیش‌تر این اراضی در قسمت شمال شرقی دشت واقع شده است. از نظر پ.هاش خاک شکل (۳) حدود ۱۹/۱ درصد از منطقه مورد مطالعه در محدوده کاملاً مناسب، ۲۹/۵ درصد در محدوده مناسب و ۹/۷ درصد در محدوده نامناسب از نظر خصوصیات شیمیایی خاک قرار دارند. مشابه پهنه‌بندی شوری، اراضی با کلاس پایین از نظر معیار پ.هاش نیز در شمال شرقی دشت قرار گرفته‌اند. جعفری و حبشی (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای بررسی ساختار مکانی و پهنه‌بندی خصوصیات خاک به این نتیجه رسیدند که مقدار پ.هاش و شوری خاک نیز تقریباً دارای پراکنش الگوی مکانی مشابه‌تری نسبت به دیگر خصوصیات مورد مطالعه هستند. بررسی نقشه طبقه‌بندی شده مربوط به فسفر قابل جذب در محدوده مورد مطالعه شکل (۳) نشان داد، بیش‌تر مناطق دشت از نظر این معیار در محدوده ۳۰/۵۹-۲۵/۴۵ قرار گرفته‌اند و برای خاک منطقه مورد مطالعه مناسب بوده و یا حداقل محدودیت خاصی وجود ندارد و حدود ۸/۶ درصد از مناطق دشت نامناسب ارزیابی شد که در جنوب شرقی دشت زنجان می‌باشد. در اکثر نقاط دشت عوامل کیفی خاک از نظر معیار پتاسیم قابل جذب مناسب می‌باشد. از نظر معیار پتاسیم قابل جذب حدود ۱۷/۱ درصد از اراضی دشت در محدوده کاملاً مناسب، ۲۹/۷درصد در محدوده مناسب و ۱۷ درصد در مناسب نامناسب از نظر عوامل کیفی خاک قرار دارند. . نیتروژن خاک شکل (۴) در منطقه مورد مطالعه محدودیتی برای عوامل کمی و کیفی خاک ایجاد نمی‌کند. حدود ۱۶/۱ درصد از اراضی دشت زنجان در محدوده نامناسب قرار گرفته که محدودیت ایجاد می‌کند که در قسمت‌های شمال شرقی و جنوب شرقی دشت می‌باشد. رضایی و همکاران (۱۳۹۷) طی پژوهشی در تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی، پراکنش مکانی مقدار پتاسیم در شمال غرب، غرب و مرکزی منطقه خوب بوده و بیش‌تر در شمال شرق و جنوب دارای کمبود می‌باشد. مقادیر فسفر و ازت در نواحی مرکزی تا شمال مناسب بوده و در جنوب منطقه دارای کمبود هستند. در رابطه با معیار کربن آلی شکل (۲) می‌توان بیان داشت اراضی دشت زنجان از این نظر در شرایط نسبتا مطلوبی قرار داشته به طوری که حدود ۹/۱ و ۳۷/۳ درصد از اراضی دشت در محدوده کاملاً مناسب و مناسب طبقه‌بندی شده‌اند. بخش عمده‌ای از اراضی کشاورزی در محدوده مورد مطالعه دارای شیب بزرگ‌تر از ۲۵ درصد می‌باشد و نامناسب عوامل کیفی خاک دشت زنجان می‌باشد. درصد آهک شکل (۵) در محدوده مورد مطالعه بین ۹/۸۱-۰ درصد بوده و بر اساس پهنه‌بندی آهک ۳۶/۷ درصد از منطقه برای عوامل کیفی خاک مناسب می‌باشد. مطابق شکل (۴) پهنه‌بندی شن ملاحظه می‌گردد که ۸/۳ و ۱۴/۷ درصد از اراضی دشت زنجان در محدوده کاملاً مناسب و مناسب قرار گرفته‌اند و حدود ۲۹/۷ درصد ار اراضی دشت زنجان در محدوده نامناسب قرار گرفته که برای عوامل کمی خاک محدودیت ایجاد می‌کند. بر اساس پهنه‌بندی عوامل کمی خاک از نظر معیار رس شکل (۵) ۲۴/۷ درصد از اراضی دشت زنجان در محدوه نامناسب قرار گرفته که برای عوامل کمی خاک محدودیت ایجاد می‌کند. البته قسمت‌های شمال شرقی و جنوب شرقی دشت شرایط مناسبی را نشان می‌دهد. موسوس‌فرد و همکاران (۱۳۹۲) نیز با بررسی کارآیی برخی تخمین‌گرهای زمین‌آماری در میان‌یابی و پهنه‌بندی شماری از ویژگی‌های کیفی خاک نتایج مشابهی را گزارش نمودند که به منظور تخمین رس خاک روش کریجینگ بر روش‌های دیگر ارجحیت دارد. درصد اشباع در کل دشت بیش‌تر از ۵۶/۹۷ بوده است. بنابراین کل دشت از نظر SP برای عوامل کمی و کیفی خاک در محدوده نامناسب قرار گرفته است بر اساس پهنه‌بندی عوامل کمی خاک از نظر سیلت بیش‌ترین مساحت دشت حدوداً ۳۰/۸ درصد در محدوده بدون محدودیت قرار گرفته است و حدود ۱۴ درصد از اراضی دشت در محدوده نامناسب قرار گرفته که در قسمت‌های شمال غربی و جنوب غربی دشت وضعیت نامناسبی را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

استفاده از روش‌های میان‌یابی به همراه سامانه اطلاعات جغرافیایی به منظور شناسایی و پهنه‌بندی عوامل کمی و کیفی خاک مؤثر است. مکان‌یابی مناطق مستعد خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به وسیله بررسی کلیه پارامترهای شوری، درصد کربن آلی، درصد اشباع خاک، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب، درصد آهک و مقدار نیتروژن خاک منطقه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی که نهایتاً با انجام تحلیل‌های مکانی به درک درستی از منطقه می‌انجامد امری لازم و ضروری در تمام منطقه می‌باشد. نتایج پهنه‌بندی خصوصیات کمی و کیفی خاک در بخشی از اراضی کشاورزی دشت زنجان نشان داد، بخش قابل توجهی از اراضی با مشکلاتی نظیر شوری و کمبود ماده آلی و برخی عناصر غذایی مواجه می‌باشد و ضروری است کشاورزان دشت مورد مطالعه با راهکارهای اصلاح و بهبود خاک بیش‌تر آشنا گردند.

منابع

جعفرنیا، ش. و اکبرنیا، م. ۱۳۹۳. بررسی توزیع مکانی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آب جنگل‌های مانگرو جزیره قشم با استفاده از زمین‌آمار. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۲(۴): ۶۷۳-۶۸۶.

جعفری، ا. و حبشی، ه. ۱۳۹۱. بررسی ساختار مکانی و پهنه‌بندی برخی خصوصیات خاک در جنگل‌های بلوط زاگرس شمالی. اکوسیستم-های طبیعی ایران، ۳(۲): ۱۳-۲۵.

رضایی، ح.، اسمعیل‌نژاد، ل.، سعادت، سعید. و ملکی، پ. ۱۳۹۷. پهنه‌بندی پارامترهای مؤثر در کیفیت حاصلخیزی خاک شالیزار برای مدیریت بهینه مصرف کود. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۵(۴): ۲۵۹-۲۷۴.

موسوی‌فرد، س.م.، ممتاز، ح.ر. و خداوردیلو، ح. ۱۳۹۲. کارآیی برخی تخمین‌گرهای زمین‌آماری در میان‌یابی و پهنه‌بندی شماری از ویژگی‌های کیفی خاک. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۲(۳): ۵۷-۷۱.

Aparicio V., and Costa J. L. 2007. Soil quality indicators under continuous cropping systems in the Argentinean pampas. Soil and Tillage Research, 96:155–165.

Bogunovic, I., Trevisani, S., Seput, M., Juzbasic, D., and Durdevic, B. 2017. Short-range and regional spatial variability of soil chemical properties in an agro-ecosystem in eastern Croatia. Catena. 154: 50-62.

Behera, S.K., Mathur, R.K., Shukla, A.K., Suresh, K., and Prakash, C. 2018. Spatial variability of soil properties and delineation of soil management zones of oil palm plantations grown in a hot and humid tropical region of southern India. Catena. 165: 251-259.

FAO. 1994. Water quality for agriculture. Irrigation and drainage paper, NO:29.

Rosemary, F., Indraratne, S.P., Weerasooriya, R. and Mishra, U. 2017. Exploring the spatial variability of soil properties in an Alfisol Catena. Catena, 150:53-61.

Su, Y.Z. and Yang R. 2008. Background concentrations of elements in surface soils and their changes as affected by agriculture use in the desert-oasis ecotone in the middle of Heihe River Basin, North-west China. Journal of Geochemical Exploration 98:57-64.

Triantafilis, J. and Buchanan, S.M. 2010. Mapping the spatial distribution of subsurface saline material in the Darling River valley. Journal of Applied Geophysics, 70:144-160.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Zoning of soil quantitative and qualitative characteristics in agricultural lands (Case Study: Zanjan plain)

Moradzadeh[1], P., Ojaghlou [*2], H., Almasi [3], S

[1] M. Sc Student, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran
[2*] Assistant Prof, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran
[3] B. Sc Student, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

Abstract

As humans rely on soil survival, the sustainability and evolution of the soil depend heavily on how humans use it. The use of tools such as GIS can be effective in on-time and desirable management of this valuable resource. In this research, the physical and chemical properties of soil in the plain of Zanjan was investigated using the Geographic Information System (GIS). At first, 56 soil samples from the study area were prepared and then the factors affecting the soil were determined. Finally, the relevant information layers consisted of 11 layers including EC, Ph, Clay, Sand, Silt, OC, SP, P, K, T.N.V, Total N. In order to prepare zoning maps, the kriging interpolation method was used. The results showed that about 65% of the land is suitable for irrigation in terms of salinity and about 35% was evaluated as moderate and inappropriate. In terms of percentage of organic matter, about 47% of the land was classified as suitable and the rest was classified as moderate and poor.

Keywords: Soil Quality, Interpolation, Geographic Information System

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک ومدیریت پایدار

انتخاب بهترین الگوریتم طبقه بندی جهت جداسازی کاربری اراضی کشاورزی در شهرستان شوشتر

مهرزادجمال‌پور[۱]، احمد لندی[۲*]، هادی عامری‌خواه[۳]،

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم ومهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

[۲*] استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز- نویسنده مسئول

[۳] عضو هیئت علمی گروه علوم ومهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

نقشه‌های کاربری اراضی یکی از ضروری‌ترین نقشه‌های مورد نیاز کاربران در محیط زیست است که با صرف هزینه و زمان زیادی از طریق عکس برداری هوایی تهیه می‌شوند. درحالیکه با استفاده از تصاویر سنجش از دور اطلاعات جدیدتری در رابطه با مباحث مربوط به کاربری اراضی در اختیار کاربران قرار می‌گیرد. تحقیق حاضر با هدف انتخاب بهترین روش طبقه‌بندی تصاویر سنجنده OLI ماهواره Landsat 8 از بین ۵ روش طبقه-بندی نظارت شده جهت استخراج نقشه کاربری اراضی در شهرستان شوشتر صورت گرفت. ارزیابی و قابلیت استفاده نقشه‌های کاربری اراضی از طریق دو مرحله ارزیابی که مرحله اول شامل ۴ فاکتور ارزیابی صحت تولید کننده، صحت کاربر، omission و commission انجام شد و در مرحله دوم ارزیابی این ۴ فاکتور توسط ۲ پارامتر ضریب کاپا و صحت کلی مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت. درنهایت نتایج نشان داد روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال با ضریب کاپا برابر با ۰/۸۹ و ضریب صحت کلی برابر با ۹۲/۷۶ بیشترین دقت را در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای دارد. همچنین بعد از روش حداکثر احتمال بترتیب روش‌های ماشین پشتیبان بردار، فاصله مالانوبیی، حداقل فاصله از میانگین و سطوح موازی بیشترین دقت را جهت کاربرد دارند.

کلمات کلیدی: تصاویر ماهواره‌ای، نقشه کاربری، طبقه بندی، Landsat 8

مقدمه

استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای در دهه‌های اخیر رشد چشم‌گیری داشته و در این راستا الگوریتم‌های مختلفی جهت استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای معرفی شده‌اند که هر کدام از این روش‌ها مزایا و معایبی دارند (رنجبر و همکاران، ۱۳۸۵). نقشه کاربری اراضی یکی از فاکتورهای اساسی در مطالعات منابع طبیعی و مدیریت محیط زیست می‌باشد و اغلب تهیه نقشه‌های کاربری اراضی یک منطقه از پرهزینه‌ترین بخش-های پژوهش‌های زیست محیطی و منابع طبیعی است، از طرفی داده‌های ماهواره‌ای یکی از سریع‌ترین و کم هزینه‌ترین روش‌های تهیه نقشه کاربری اراضی می‌باشد که تجزیه و تحلیل این داده‌ها می‌تواند بینش‌های صحیح جهت تعامل انسان با محیط طبیعی فراهم کند (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۳). راهدارای و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای که در استان اصفهان انجام شد به مقایسه روش‌های مختلف طبقه‌بندی پرداختند و آن‌ها نتایج مطالعه خود را این گونه بیان کرده‌اند که از بین روش‌های استفاده شده برای طبقه‌بندی، روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال با ضرب کاپا ۰/۹ دارای بیشترین دقت می‌باشد. ریاحی بختیاری (۱۳۷۹) در دشت ارژان استان فارس به مقایسه روش‌های مختلف تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصاویر سنجنده TM[1] پرداخت نتایج آنها نشان داد که روش هیبرید نسبت به روش‌های بصری و حداکثر احتمال با ضریب کاپا ۰/۵۱دارای دقت بالاتری می‌باشد. الاحمدی و هامس (۲۰۰۹) مطالعه‌ای در مناطق خشک عربستان سعودی با مقایسه چهار روش طبقه‌بندی نظارت نشده و نظارت شده (حداکثر احتمال، حداکثر فاصله از میانگین و فاصله ماهالانوبیی) با استفاده از تصاویر سنجنده ETM+[2] پرداختند نتایج آنها نشان داد که روش حداکثر احتمال با ضریب کاپا ۰/۶۸ دارای بیشترین دقت می‌باشد. دمورت (۱۹۹۸) در مطالعه‌ای در هند با استفاده از تصاویر سنجنده TM به تهیه نقشه کاربری اراضی در مناطق استخراج زغال سنگ پرداخت. نتایج دمورت نشان داد که روش حداکثر احتمال با ضریب صحت ۰/۸ دارای بیشترین دقت می‌باشد. در مطالعه‌ای دیگری که الیزابت و همکاران (۲۰۰۶) در قسمتی از ایالت آریزونا در امریکا انجام دادند به بررسی مقایسه چند روش تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصاویر سنجنده TM پرداختند و بیان کردند که استفاده از تصاویر ماهواره‌ای جهت تهیه نقشه کاربری اراضی دارای دقت بسیار بالاتری می‌باشد.

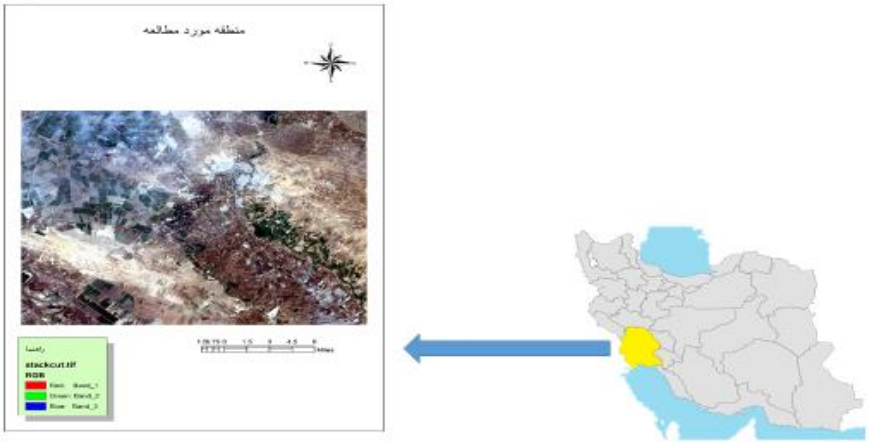
[1] Thematic mapper
[2] Enhanced thematic mapper

با توجه به اینکه مطالعات زیادی در این زمینه در سرتاسر جهان انجام شده است و از آنجایی که جلگه خوزستان نقش مهمی را در صنعت کشاورزی بر عهده دارد،س لذا تحقیق حاضر جهت انتخاب بهترین روش تهیه نقشه کاربری اراضی در این منطقه صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از شهرستان شوشتر در استان خوزستان با مساحتی تقریبا برابر ۸ هزار هکتار می‌باشد (شکل۱). ارتفاع منطقه از سطح دریا برابر با ۶۸ متر و در مدار ۴۲ درجه و ۸ دقیقه طول شرقی و مدار ۳۲ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی می‌باشد. حداکثر دمای منطقه در گرم-ترین ماه سال ۴۶/۶ و حداقل دما در این منطقه در سردترین ماه سال ۶ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است، طبق نتایج نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به مطالعاتی حداکثر بارش را ۳۵۷ میلی متر به ثبت رسیده است. برای این تحقیق از داده‌های تصاویر ماهواره Landsat 8 از تاریخ ۲۶ ژانویه ۲۰۱۹ الی ۱۶ فوریه ۲۰۱۹ استفاده گردید.



شکل۱. منطقه مورد مطالعه

نتایج و بحث

روش تحقیق

جهت تهیه نقشه کاربری اراضی از روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده از جمله (حداکثر احتمال، ماشین پشتیبان بردار، حداقل فاصله از میانگین، فاصله مالانویی و سطوح موازی) استفاده گردید، به این ترتیب که برای کاربری‌های موجود در منطقه با استفاده از بازدیدهای میدانی و دستگاه موقعیت‌یاب جهانی نقاط تعلیمی برای هر کاربری در منطقه تهیه گردید. نقاط تعلیمی به دودسته تقسیم گردید، یک دسته جهت استفاده در طبقه‌بندی و دسته دوم جهت بررسی صحت طبقه‌بندی استفاده شد. شایان ذکر است که برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در منطقه از نقاط تعلیمی ثابتی استفاده شد و در نقاط تعلیمی تغییری حاصل نگردید. پس از انجام تصحیحات تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از نرم افزارENVI 4.7 به کمک نقاط تعلیمی، نقشه کاربری اراضی برای منطقه مورد مطالعه تهیه گردید.

صحت طبقه بندی

اطمینان از صحت اطلاعات موضوعی است که استفاده از اطلاعات را تحت الشعاع قرار می‌دهد. بنابراین پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای که با استفاده نقاط تعلیمی که در فرآیند طبقه‌بندی تصاویر از آن‌ها استفاده نشد صحت و درستی اطلاعاتی که از طبقه‌بندی تصاویر بدست آمده را مورد سنجش قرار می‌دهیم.

درتحقیق حاضر از ضرایب صحت کلی(Overall accuracy)، ضریب کاپا (Kappa coefficient)، صحت تولید کننده، صحت کاربر، خطای Omission و خطای Commission جهت بررسی صحت طبقه‌بندی استفاده گردید. دقت کلی از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا تقسیم بر تعداد کل پیکسل‌ها طبق رابطه (۱) به دست می آید:

رابطه (۱) $OA = \frac{1}{N} \sum ii\ P_n$

در رابطه (۱)OA بیانگر دقت کلی، $\sum ii\ P_n$ مجموع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا و N تعداد پیکسل‌های آزمایشی را نشان می‌دهد (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به اینکه برای نهایی نمودن نقشه اراضی، باید همه شاخص‌های درست و نادرست طبقه‌بندی با یک و یا چند شاخص آماری معتبر برازش داده شود، از این رو علاوه بر دقت کلی از شاخص کاپا نیز استفاده می‌شود (کلنگتون، ۱۹۹۱). شاخص کاپا از رابطه (۲) بدست می‌آید.

رابطه(۲) $= \frac{p_o - p_c}{1 - p_c} \times 100$

در رابطه (۲) K بیانگر ضریب کاپا، P_o درستی مشاهده و P_c توافق مورد انتظار است، دقت تولیدکننده، احتمال این که یک پیکسل درتصویر کلاسه‌بندی در همان کلاس در روی زمین قرار بگیرد و دقت کاربر احتمال اینکه یک کلاس مشخص در روی زمین در همان کلاس بر روی تصویر طبقه‌بندی شده قرار بگیرد، می‌باشد که از روابطه زیر محاسبه می‌گردند:

۴ $p_A = \frac{ta}{ga} \times 100$ $U_A = \frac{ta}{n1} \times 100$(۴)

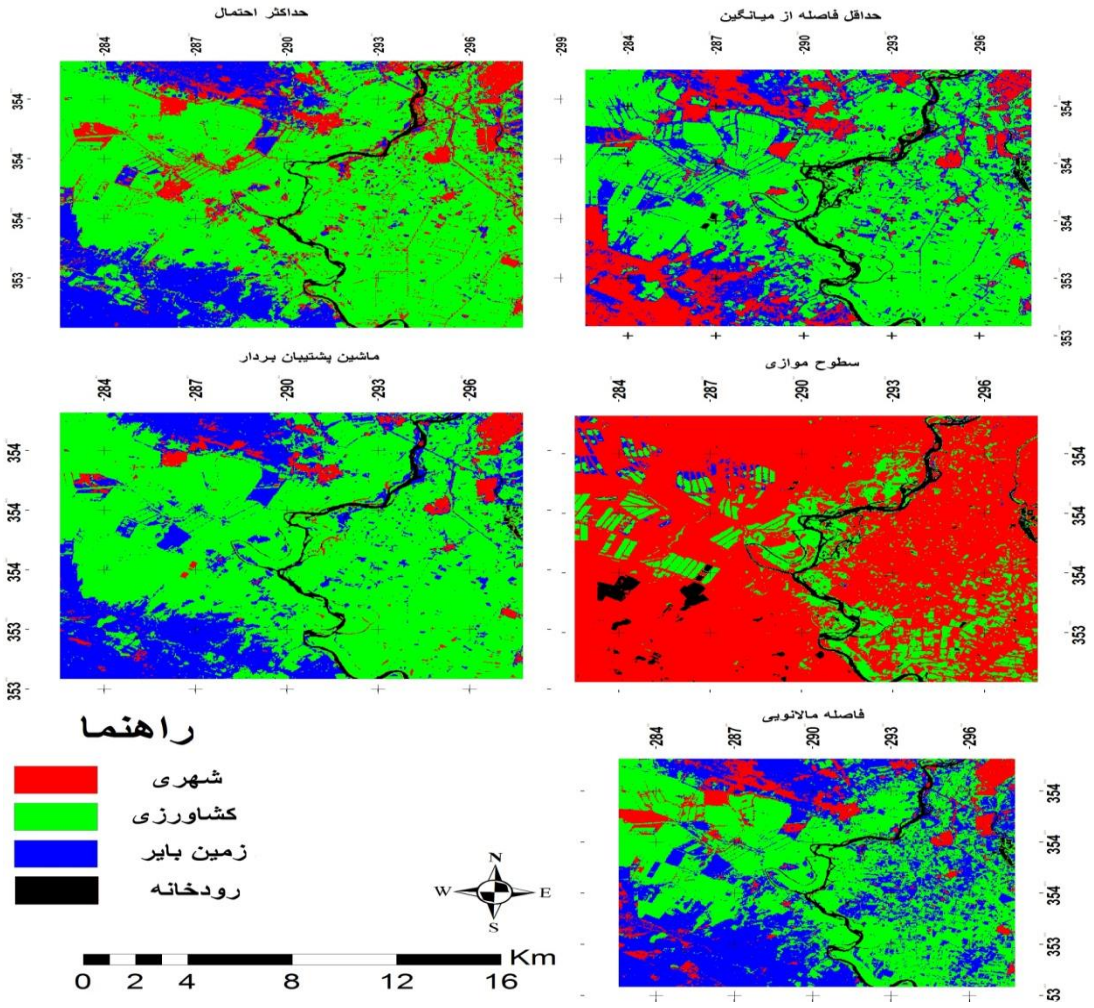
رابطه (۴) $U_A = \frac{ta}{n1} \times 100$

در روابط بالا P_A درصد دقت کلاس a برای دقت تولیدکننده، t_a تعدادپیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده به عنوان کلاس a، g_a بیانگر تعداد پیکسل‌های کلاس a در واقعیت زمینی است، U_A درصد دقت کلاس a برای دقت کاربر، n_1 تعداد پیکسل‌های کلاس a در نتیجه طبقه‌بندی براساس دو دقت ذکر شده، دو خطای گماشته شده (commission error) و حذف شده (omission error) به صورت زیر بیان می‌شوند:

رابطه (۵) $C_e = 1 - U_A$

رابطه(۶) $O_e = 1 - P_A$

خطای گماشته شده (C_e) که بر اساس دقت کاربر محاسبه می‌گردد، معادل آن درصد از پیکسل‌هایی است که در واقع متعلق به کلاس مورد نظر نبوده ولی طبقه‌بندی کننده آن ها راجزء آن کلاس خاص در نظر گرفته است. خطای حذف شده (Oe) مربوط به آن درصد از پیکسل‌هایی است که در واقعیت زمینی مربوط به کلاس مورد نظر است ولی جزء کلاس‌های دیگر طبقه‌بندی شده‌اند (آرخی و نیازی، ۱۳۸۹).



شکل۲. نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده براساس روش‌های ۵ گانه طبقه‌بندی نظارت‌شده

جدول۱. ضرایب صحت روش‌های ۵ گانه طبقه‌بندی نظارت شده

روش طبقه بندی	کاربری	صحت تولید کننده	صحت کاربر	omission	commission	ضریب کاپا	صحت کلی
حداکثر احتمال	شهری	90/54	89/23	9/46	10/77	0/89	92/76
	کشاورزی	99/48	92/11	0/52	7/89		
	زمین بایر	88/1	96/65	11/9	3/35		
	رودخانه	94/78	100	5/22	0		
ماشین پشتیبان بردار	شهری	85/64	89/43	14/36	10/57	0/88	92/09
	کشاورزی	99/96	95/62	0/04	4/38		
	زمین بایر	89/9	90/46	10/1	9/54		
	رودخانه	96/52	98/23	3/48	1/77		
فاصله مالانویی	شهری	55/92	74/67	45/7	26/32	69/0	29/79
	کشاورزی	09/85	1/98	91/14	9/1		
	زمین بایر	24/61	7/75	76/38	3/24		
	رودخانه	52/96	11/99	48/3	89/0		
سطوح موازی	شهری	31/98	99/38	69/1	01/61	23/0	42/46
	کشاورزی	26/45	77/98	74/54	23/1		
	زمین بایر	0	0	100	100		
	رودخانه	3/91	100	7/8	0		
حداقل فاصله از میانگین	شهری	97/77	65/51	03/22	35/48	57/0	98/70
	کشاورزی	84/99	32/96	16/0	68/3		
	زمین بایر	59/35	66/68	41/64	34/31		
	رودخانه	52/96	11/99	48/3	89/0		

نتیجه‌گیری

از ۵ روش طبقه‌بندی نظارت‌شده (ماشین پشتبان بردار، حداکثر احتمال، حداقل فاصله از میانگین، فاصله ماهالانویی و سطوح موازی) برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی استفاده شد، کاربری‌های موجود در منطقه شامل: رودخانه(آب)، مسکونی، کشاورزی و زمین‌های بایر می‌باشد. که نقشه‌های آنها در شکل(۲) آورده شده است. در جـدول (1) نتـایج ضرایب صحت کلی، ضریب کاپا، صحت تولیـد کننـده، صحت کاربر، خطایOmission و خطای Commission روش‌های۵ گانه طبقه‌بندی ارائه شده است. ۵ روش ذکر شده از نظر صحت طبقه‌بندی با استفاده از ضرایب صحت‌کلی، ضریب‌کاپا، صحت کاربر، صحت تولید کننده، omission، commission مورد مقایسه و آنالیز آماری قرار گرفت. نتایج حاصل از آنالیز آماری ضرایب صحت نشان می‌دهد که روش حداکثر احتمال نسبت به روش‌های دیگر با ضریب کاپا ۰/۸۹ و صحت کلی ۹۲/۷۶ دارای دقت بیشتری می‌باشد. بعد از روش حداکثر احتمال به ترتیب روش‌های ماشین پشتیبان بردار، فاصله مالانویی، حداقل فاصله از میانگین و سطوح موازی دارای بیشترین درصد دقت می‌باشند. طبق نتایج حاصل روش حداکثر احتمال و روش سطوح موازی طبق ضریب صحت کاربر بیشترین دقت را در جداسازی کاربری رودخانه از سایر روش‌ها داراست و همچنین دو روش مذکور طبق ضریب commission کمترین دقت را در جداسازی کاربری رودخانه از سایر کاربری‌ها دارد. شایان ذکر است که در روش سطوح موازی طبق ضرایب صحت کاربر و صحت تولید کننده کمترین دقت را در جداسازی کاربری زمین‌های بایر و بیشترین دقت را در جداسازی زمین‌های بایر طبق ضرایب commission و omission را داشتند. لازم به ذکر که نتایج این تحقیق با مطالعات شوازی و همکاران(۱۳۹۶) در منطقه اردکان یزد مطابقت دارد. از نتایج تحقیق حاضر می‌توان جهـت تهیه نقشه کاربری اراضی با دقت بالاتر با استفاده از روش حداکثر احتمال در کارهای ارزیابی زیست محیطی و منابع طبیعی درمناطق با شرایط مشابه استفاده نمـود.

منابع

آرخی،ص. و ی. نیازی. ۱۳۸۹. مقایسه تکنیک‌های مختلف پایش تغییر کاربری اراضی- پوشش گیاهی با +استفاده ازRSو GIS (مطالعه موردی: حوزه دره شهر- ایلام)، مجله کاربرد در سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی ۱(۱):۶۱-۷۹

یوسفی، ص. تازه، م. میرزایی، س. مرادی، ح ر. توانگر، ش. ۱۳۹۳. مقایسه الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در تهیه نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: شهرستان نور)، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی و منابع طبیعی ۳(۵):۶۷-۷۶

راهداری، و ،س. ملکی نجف‌آبادی، و. رهنما، م. ۱۳۸۸. مقایسه روش‌های طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای(نظارت شده و نظارت نشده) در تهیه نقشه کاربری اراضی و پوشش اراضی مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی:پناهگاه حیات وحش موته). همایش ملی ژئوماتیک۸۸، تهران

ریاحی بختیاری،ح. ۱۳۷۹. تعیین مناسب‌ترین روش تهیه نقشه پوشش منابع طبیعی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ با استفاده از داده های ماهواره‌ای در منطقه دشت ارژان،پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی تهران

رعیتی شوازی، م. کرم، الف. غفاریان مالمیری، ح ر. سپهر،ع. ۱۳۹۶. مقایسه کارایی برخی الگوریتم‌های طبقه‌بندی در مطالعه لندفرم‌های بیابانی دشت یزد-اردکان، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی ۱(۶): ۵۷-۷۳

رنجبر، الف. اخباری، م. فاطمی، س م ب.۱۳۸۵. بررسی روش‌های طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، نشری اطلاعات جغرافیایی(سپهر) ۱۵(۵۹):۶۱-۶۴

Congalton, R G., 1991, Areview of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data, Remote sensing of Environment, Vol. 37, NO. 1, pp.35-46

Al-Ahmadi,F.S. and A. S. Hames. 2009. Comparison of four classification methods to extract land use and land cover from raw satellite images for some remote arid areas, kingdom of Saudi arabia.JKAU, Earth science, 20(1):167-191

De Moraes, J. F. L., F . Seyler, C. C. Cerri and B. Volkoff. 1998. Land cover mapping and carbon pools estimates in Rondonia, Brazil, International Journal Of Remote Sensing. 19(5): 921-934

Elizabeth, A.W., L.William, C.G. Stefanov and H. Diane.2006. Land use and land cover mapping from diverse data sources for an arid urban environments. Computers, Environmen and urban Systems 30(3):320-346

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Selection of the best classification algorithm to isolate land use in Shoushtar

Jamalpour[1], M., Landi, A*[2], and H. Amrikhah [3]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran

[2*] Professor., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran corresponding author

[3] Member of faculty member., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran

Abstract

Land use clusters are one of the most urgent environmental maps users need to spend time and money on aerial photography. Whereas, using remote sensing images, users are provided with newer information on land use issues. The purpose of this study was to select the best method of classification of Landsat 8 OLI images from 5 supervised classification methods for land use mapping in Shoushtar. Evaluation and usability of land use maps through two evaluation stages, the first stage consisting of 4 factors of producer accuracy, user accuracy, omission and commission. Measured and evaluated. The results showed that the maximum likelihood classification method with kappa coefficient of 0.89 and overall accuracy coefficient of 92.76 had the highest accuracy in classifying satellite images. Also, after the maximum likelihood method, respectively, the back-up machine methods, the Malanoi distance, the minimum distance from the mean and the parallel surfaces have the highest accuracy for application.

Keywords: Satellite imagery, Map, Classification, Landsat 8

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

بررسی روند تغییرات برخی از خصوصیات بیولوژیکی خاک پس از اعمال شخم تا برداشت محصول

ساناز هاشمی[1*]، مهدی رحمتی [2]، اسماعیل کریمی [2]، ایرج اسکندری [3]

[1] دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

[2] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

[3] عضو هیئت علمی سازمان تحقیقات، آموزش، و ترویج کشاورزی - موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور. مراغه، ایران

چکیده

تحقیق حاضر به منظور بررسی رابطه و روند تغییرات برخی از خصوصیات بیولوژیکی در اثر اعمال تیمارهای مختلف خاک‌ورزی در دوره‌ی زمانی بعد از کاشت انجام شد. آزمایش در قالب طرح فاکتوریل با آزمایشات مکرر و طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در چهار دوره، دو فاکتور و سه تکرار در ایستگاه تحقیقات دیم شهرستان مراغه اجرا شد. فاکتور اول شامل تیمارهای خاک‌ورزی و فاکتور دوم شامل عمق‌های مختلف نمونه‌برداری (۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر) بود. تیمارهای خاک‌ورزی شامل کم‌خاک‌ورزی با چیزل (CH)، خاک‌ورزی حفاظتی با کولتیواتور کلشی (MT) ، بی‌خاک‌ورزی (NT) و خاک‌ورزی مرسوم (CT) بود. نمونه‌برداری‌ها به صورت مرکب انجام شده و برای اندازه‌گیری میزان رطوبت، کربن آلی، فعالیت آنزیم دهیدروژناز و تنفس خاک به آزمایشگاه انتقال یافت. بر طبق نتایج به‌دست آمده تمامی شاخص‌های بیولوژیکی در طول زمان و در اعماق مختلف نمونه‌برداری دارای اختلاف معنی‌داری بودند. مقدار کربن آلی در دوره‌ی اول نمونه‌برداری در اوایل فصل رشد (۲۱فروردین ۹۶) به دلیل وجود بقایای گیاهی تجزیه نشده از محصول قبلی و دوره‌ی چهارم در زمان برداشت محصول (۳۱ خرداد ۹۶) به دلیل وجود بقایای گیاهی تجزیه نشده، تخریب و از بین رفتن ریشه‌های گیاهی در بالاترین سطح قرار داشت. همچنین بر طبق نتایج همبستگی (افزایشی) معنی‌داری بین درصد رطوبت و میزان فعالیت آنزیم دهیدروژناز و مقدار تنفس خاک در طول ۴ دوره‌ی نمونه‌برداری وجود داشت.

کلمات کلیدی: رطوبت، ماده آلی خاک، آنزیم دهیدروژناز، تنفس خاک

مقدمه

خاک از جمله منابع طبیعی تجدید شونده (در طولانی مدت) است که حفاظت و یا تخریب آن بستگی به نحوه‌ی استفاده و مدیریت کشاورزی دارد. خاک‌ورزی از جمله مدیریت‌هایی است که خصوصیات خاک را از نظر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تحت تاثیر قرار می‌دهد (Moussadek et al., 2014) و بر بخش مهمی از خصوصیات شامل دما، ذخیره و توزیع رطوبت خاک اثرگذار می‌باشد (Lampurlanes et al., 2001). رطوبت و دما بیشترین تاثیر را بر روی مقدار ماده‌ی آلی و خصوصیات بیولوژیکی دارند (jia et al., 2007). به طور کلی، میزان و جهت کلیه فرآیندهای فیزیکی و بیولوژیکی خاک به صورت مستقیم یا غیر مستقیم وابسته به دماست (Najafi et al, 2008). میزان مخازن کربن آلی خاک توسط فاکتورهای اساسی شامل میزان کربن ورودی به خاک و کمیت و کیفیت بقایای گیاهی و سرعت تجزیه‌ی آن‌ها کنترل می‌شود(Lutzow et al, 2006). روند تغییرات کربن آلی نیز باعث تغییر میزان فعالیت زیستی می‌شودکه برای تعیین مقدار فعالیت زیستی از اندازه‌گیری کمی مقدار تنفس خاک و آنزیم‌ها که یکی از شاخص‌های تعیین کننده کیفیت خاک است استفاده می‌شود. (Tabatabai and Dick, 2002). برای این منظور فعالیت آنزیم دهیدروژناز به عنوان قابل اطمینان‌ترین پارامتر در نظر گرفته شده‌اند. شرایط رطوبتی و دمایی تاثیر شدیدی بر روی فعالیت میکروارگانیسم‌ها و میزان فعالیت آنزیم دهیدروژناز دارد(Mikanova et al,2006). تنفس خاک نیز یکی از قدیمی‌ترین پارامترهای بیولوژیکی مورد استفاده در سنجش فعالیت‌های میکروبی خاک می‌باشد(;Gil-Sotres et al., 2005). یوست و همکاران (Yuste et al, 2007) رطوبت و حرارت خاک را به عنوان دو عامل کنترل کننده‌ی تغییرات تنفس خاک در مقیاس فصلی معرفی کردند و درجه حرارت، نوع تیپ گیاهی و ترکیب شیمیایی لاشبرگ را به عنوان عوامل کنترل کننده‌ی آن در مقیاس روزانه معرفی کردند. هاپکینز و همکاران (Hopkins et al, 2012) حرارت را مهمترین عاملی می‌دانند که تغییرات تنفس میکروبی را کنترل می‌کندبا توجه به مطالب فوق و به دلیل اهمیت تغییرات خصوصیات بیولوژیکی خاک و نحوه‌ی ارتباط موجود در بین این پارامترها، تحقیق حاضر به منظور بررسی روابط و روند تغییرات برخی از خصوصیات بیولوژیکی کیفیت خاک در اثر اعمال تیمارهای مختلف خاک‌ورزی در بازه‌ی زمانی ۳ ماهه‌ی مربوط به فصل رشد گیاه گندم در ۲ عمق اجرا شد.

* ایمیل نویسنده مسئول: sanar_357@yahoo.com

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه با طول جغرافیایی ۴۶/۱۵ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷/۱۵ درجه شمالی و در سال زراعی ۹۶-۹۵ اجرا شد. شهرستان مراغه در جنوب استان آذربایجان شرقی قرار دارد. این ایستگاه در ارتفاع ۱۷۲۰ متری از سطح دریا قرار دارد و از یک اقلیم نیمه‌خشک سرد هم‌مرز با فراسرد برخوردار است. (مسلمی و همکاران ،۱۳۹۱).

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۲ فاکتور انجام گردید. فاکتور اول در ۴ سطح و شامل تیمارهای خاک‌ورزی بود. تیمارهای خاکورزی شامل ۱- کم خاک‌ورزی با چیزل با عمق شخم ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر (CH)، تیمار ۲– خاک‌ورزی حفاظتی با کولتیواتور کلشی با عمق شخم ۱۵ سانتی‌متر (MT)، تیمار ۳– بی‌خاک‌ورزی و باقی ماندن بقایای گیاهی در سطح خاک (NT)، تیمار ۴- خاک‌ورزی مرسوم با گاو آهن برگرداندار عمق شخم ۲۵ سانتی‌متر و دیسک با عمق شخم ۱۵ سانتی‌متر (CT) بود. فاکتور دوم شامل عمق‌های مختلف نمونه‌برداری، عمق اول۰ تا ۱۵ و عمق دوم ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. به غیر از تنفس میکروبی که فقط از ۱ عمق(۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) نمونه‌برداری شد، سایر پارامترها در ۲ عمق مورد بررسی قرار گرفتند. عملیات خاک‌ورزی و کاشت گندم (رقم هما) در پاییر سال ۹۵ انجام شد. نمونه‌برداری رطوبت، کربن آلی، آنزیم دهیدروژناز و تنفس خاک در ۴ دوره با فواصل زمانی تقریبی ۲۰ روزه بسته به شروع رشد گیاه از فروردین ماه سال ۹۶ شروع و تا زمان برداشت محصول ادامه داشت. دوره اول ۲۱ فروردین ۹۶، دوره‌ی دوم ۱۲ اردیبهشت ۹۶، دوره‌ی سوم ۱ خرداد ۹۶ و دوره‌ی چهارم مربوط به۲۰ خرداد ۹۶ بود.

اندازه‌گیری کربن آلی خاک با استفاده از روش والکلی و بلک (Walkley and Black., 1934)، اندازه‌گیری تنفس خاک به روش تیتراسیون (علی اصغر زاده، ۱۳۸۹)، اندازه‌گیری آنزیم دهیدروژناز به روش احیا بستری تترازولیوم کلرایت بفومارزان (علی اصغر زاده، ۱۳۸۹) بافت خاک به روش هیدرومتر چهار قرائت (Gee and Or, 2002)، pH با دستگاه pH متر و هدایت الکتریکی با دستگاه EC متر و جرم مخصوص ظاهری خاک با استفاده از نمونه‌های دست نخورده (Grossman and Reinsch, 2002) صورت گرفت. در نهایت تجزیه و تحلیل‌ها به صورت آزمایشات مکرر و با نرم‌افزار SAS صورت گرفت.

نتایج و بحث

به منظور ارزیابی عمومی محل اجرای آزمایش، قبل از اجرای طرح از هر کرت نمونه‌ی مرکب از عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری تهیه شد. با توجه به آزمایشات، بافت خاک منطقه لوم رسی بوده و منطقه دارای خاک خنثی و غیر شور با pH حدود ۶/۸ و هدایت الکتریکی ۰/۶۶ میکرو موس بر متر بوده است.

نتایج جدول(۱) نشان دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار در میزان رطوبت در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری در سطح احتمال ۱ درصد است. با توجه به شکل ۱ (الف) بیشترین و کمترین مقدار رطوبت خاک به ترتیب در اولین و آخرین دوره نمونه‌برداری حاصل شد. بررسی روابط بین میانگین دمای خاک در عمق ۱۰ سانتی‌متری با میزان رطوبت وزنی در لایه ۱۵ سانتی‌متری نشان می‌دهد، اولا رابطه خطی کاهشی معنی‌داری بین این دو عامل در تمامی مدیریت‌های خاک‌ورزی وجود دارد. به طور متوسط ۹۸ درصد از تغییرات مربوط به رطوبت خاک در لایه ۱۵ سانتی‌متری را میزان دمای خاک در عمق ۱۰ سانتی متری توجیه می‌کند. ثانیا با افزایش هر سانتی‌گراد دمای خاک از اولین مرحله نمونه‌برداری تا مرحله نهایی (در دامنه ۱۰ الی ۲۰ سانتی‌گراد) به طور متوسط میزان رطوبت خاک ۱/۸ درصد کاهش می‌یابد. به تعبیر دیگر، در مجموع در مدت چهار مرحله نمونه‌برداری (۶۲ روز) در هر روز به طور متوسط ۰/۱۶ درجه سانتی‌گراد به دمای خاک در عمق ۱۰ سانتی‌متری افزوده و در مقابل ۰/۲۹ درصد رطوبت خاک از لایه (۳۰-۰) کاهش یافته است (شکل۳-ج). پس دلیل کاهش رطوبت خاک از اواخر فروردین تا زمان برداشت محصول به افزایش دما و نبود بارندگی کافی بستگی دارد(jia et al., 2007).

جدول (۲) نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در مقدار رطوبت خاک در دو عمق در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد(شکل ۲ الف). واضح است که مقدار رطوبت در تمامی دوره‌های نمونه‌برداری در عمق اول (۱۵-۰ سانتی‌متر) کمتر از عمق دوم (۳۰-۱۵ سانتی‌متر) می‌باشد که نتایج مشابهی نیز در این مورد توسط دوران (Doran, 1980) به دست آمده است. به نظر می‌رسد در اثر افزایش دمای خاک، میزان رطوبت هدر رفته از سطح خاک بیشتر از عمق خاک باشد، که با توجه به شکل ۳ (ج) قابل توجیه است.

جدول ۱- تجزیه‌ی واریانس اثرات مستقل و بین گروهی زمان با دیگر فاکتورهای آزمایش بر متغیرهای اندازه‌گیری شده

		میانگین مربعات		
منبع تغییرات	Df	کربن آلی(٪)	آنزیم دهیدروژناز	رطوبت خاک(٪)
زمان	۳	۰/۶۱۶**	۰/۱۳۲**	۰/۲۷۸**
زمان*بلوک	۶	۰/۰۷۸^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
زمان* تیمار	۹	۰/۰۲۰ ^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}
زمان* عمق	۳	۰/۰۴۸^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۸*
زمان*تیمار*عمق	۹	۰/۰۱۳^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}
خطا	۴۲	۰/۰۶۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲

**: معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد؛ *: معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد: ns : غیر معنی‌دار

جدول ۲-تجزیه‌ی واریانس تاثیر تیمار و عمق بر متغیرهای اندازه‌گیری شده

		میانگین مربعات		
منبع تغییرات	Df	کربن آلی(٪)	آنزیم دهیدروژناز	رطوبت خاک(٪)
تیمار	۳	۰/۰۵۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۴۶۷^{ns}
عمق	۱	۰/۹۰۱**	۰/۰۱۲*	۰/۰۰۱**
تیمار در عمق	۳	۰/۰۵۹^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۶۰۱^{ns}
خطای نمونه	۱۶	۰/۱۸۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴

**: معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد؛ *: معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد: ns : غیر معنی‌دار

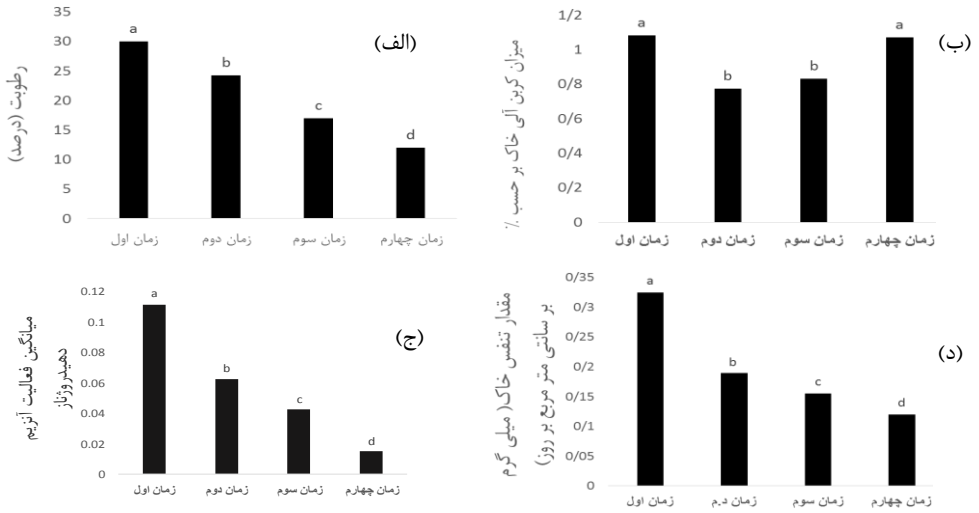
نتایج تجزیه واریانس جدول (۱) نشان دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار در میزان کربن آلی در طی دوره‌های مختلف نمونه‌برداری در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد. با توجه به شکل۱ (ب)، مقدار کربن آلی در دوره اول در بالاترین سطح قرار دارد. به نظر می‌رسد که مقدار بالای کربن آلی در این دوره به دلیل اضافه شدن بقایای محصول سال قبلی و عدم تجزیه آن توسط میکروارگانیسم‌های خاک در شرایط آب و هوایی نامساعد و سرد زمستانه باشد. کاهش مقدار کربن آلی خاک در دوره‌ی دوم و سوم می‌تواند به دلیل مصرف و تجزیه‌ی سریع مواد آلی خاک در اثر شرایط بهینه آب و هوایی و فعالیت حداکثری میکروارگانیسم‌های خاک باشد(ابراهیمیان و همکاران ۱۳۹۵). در نهایت در دوره‌ی چهارم مقدار کربن آلی با کاهش رطوبت و افزایش دما که باعث کاهش فعالیت میکروبی خاک می‌شود افزایش می‌یابد. ورود ریشه‌های ریز گندم و سایر مواد آلی احتمالی که در اواخر فصل رشد از ریشه‌ی گیاه آزاد می‌شوند توجیح مناسبی برای افزایش ناگهانی مقدار کربن آلی در این مرحله می‌باشد.

با توجه به جدول(۲) میزان کربن آلی در دو عمق نمونه‌برداری دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بود. مقدار کربن آلی در عمق اول بیشتر از عمق دوم می‌باشد. این نتیجه با نتایج به دست آمده از تحقیقات موسادک و همکاران (Moussadek et al., 2014) مطابقت دارد. آن‌ها بیان داشتند بالا بودن مقدار کربن آلی در سطح به خاطر میزان بالای بقایای گیاهی و تجزیه‌ی آن‌ها در این عمق می‌باشد (شکل۲ ب).

نتایج جدول (۱) نشان دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار در میزان آنزیم دهیدروژناز در طی دوره‌های مختلف نمونه‌برداری در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد. با توجه به شکل۱ (ج) مشاهده می‌شود که فعالیت آنزیم دهیدروژناز از دوره‌ی اول نمونه‌برداری تا دوره‌ی چهارم نمونه‌برداری روند کاهشی داشته است. با توجه به شکل (۴ و ۵) مشاهده می‌شود که میزان فعالیت آنزیم دهیدروژناز همبستگی بالایی با دما و درصد رطوبت خاک دارد. به طوری که با افزایش دمای خاک، فعالیت آنزیم دهیدروژناز کاهش یافته است. از طرف دیگر نتایج فوق نشان می‌دهد که با افزایش رطوبت خاک میزان فعالیت آنزیم دهیدروژناز افزایش یافته است. لذا با توجه به اینکه از دوره اول تا دوره چهارم نمونه‌برداری دمای خاک روند افزایشی و رطوبت خاک روند کاهشی داشته است، لذا طبیعی است که مقدار فعالیت آنزیم دهیدروژناز در طول آزمایش سیر نزولی داشته باشد. نتایج مشابهی (Mikanová et al., 2009) درباره‌ی علت کاهش مقدار فعالیت آنزیم دهیدروژناز نیز به دست آمده‌است. آنزیم دهیدروژناز یکی از بهترین شاخص‌ها برای بیان فعالیت موجودات زنده است (Gil-Sotres et al., 2005). پس میزان فعالیت موجودات در خاک در طول دوره‌های نمونه‌برداری به حالت نزولی کاهش یافته است. کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک می‌تواند به دلیل شرایط رطوبتی و تغذیه‌ای باشد (Mikanová et al, 2009).

با توجه به جدول (۲) میزان آنزیم دهیدروژناز در اعماق مختلف نمونه‌برداری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۲ج). واضح است که مقدار آنزیم دهیدروژناز در تمامی دوره‌های نمونه‌برداری در عمق اول (۱۵-۰ سانتی‌متر) بیشتر از عمق دوم (۳۰-۱۵ سانتی‌متر) بود. این نتیجه با نتیجه‌ی به دست آمده از تحقیق میکانووا و همکاران (Mikanová et al., 2009) مطابقت دارد.

نتایج تجزیه‌ی واریانس داده‌ها جدول(۳)نشان دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار در تنفس خاک در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری در سطح احتمال ۱ درصد، است (شکل ۱د). در مبحث مربوط به فعالیت آنزیم دهیدروژناز اشاره شد که این آنزیم شاخص فعالیت میکروبی خاک است و مقدار این شاخص نیز در طول دوره‌ی آزمایش سیر نزولی داشت. پس در دوره‌ی اول مقدار فعالیت میکروبی خاک به دلیل مساعد بودن شرایط دمایی و رطوبتی بالا بوده در نتیجه مقدار تنفس خاک نیز زیاد بود. در زمان‌های بعدی نمونه‌برداری نیز به همین ترتیب با کاهش مقدار فعالیت آنزیم دهیدروژناز و فعالیت میکروبی، تنفس خاک سیر نزولی داشته و در هر زمان اختلاف معنی‌داری با زمان‌های دیگر نمونه‌برداری داشت. کمترین مقدار تنفس مربوط به دوره‌ی چهارم بود. می‌توان علت وقوع این پدیده را به دلیل کاهش محسوس رطوبت و افزایش شدید دما دانست (Hopkins et al, 2012; Yuste et al, 2007). علاوه بر این طی تحقیقات وایرتی و همکاران (Vaieretti et al., 2005) نتایج نشان دادند که مواد سهل التجزیه بقایای گیاهی در ماه‌های اولیه به سرعت تجزیه و از بین می‌روند و پس از آن مواد مقاوم به تجزیه با سرعت کم تری تجزیه شده و برای مدت طولانی‌تری در خاک باقی می‌مانند.



شکل ۱- مقایسه‌ی میانگین سطوح مختلف الف) رطوبت، ب) کربن آلی،ج) فعالیت آنزیم دهیدروژناز و د) میزان تنفس خاک در ۴ دوره‌ی نمونه‌برداری

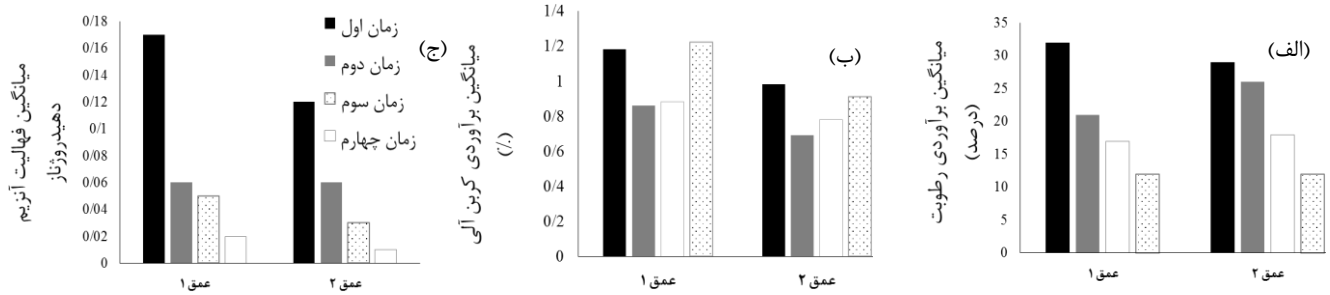
جدول ۳- جدول تجزیه‌ی واریانس اثرات درون گروهی و بین گروهی زمان و دیگر فاکتورهای آزمایش بر تنفس میکروبی خاک

منبع تغییرات	Df	MS
زمان	۳	۰/۰۱۸**
زمان- بلوک	۶	۰/۰۰۱**
زمان- تیمار	۹	۰/۰۰۰ns
خطا	۱۸	۰/۰۰۰

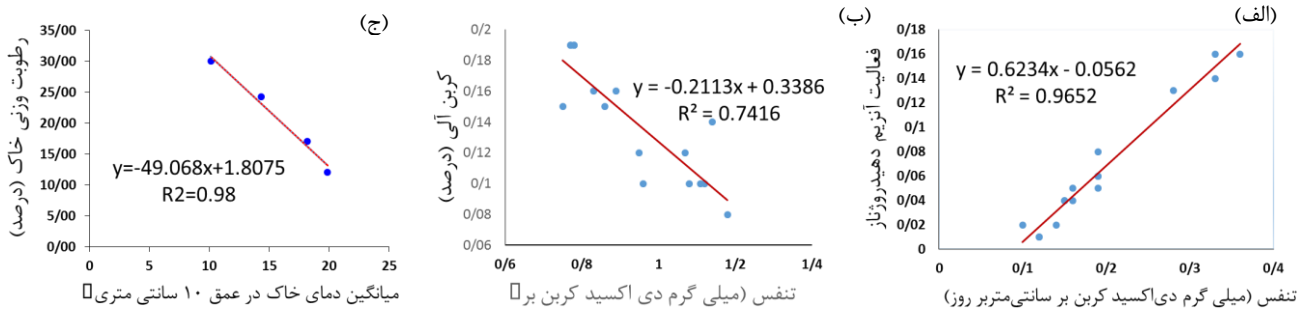
**: معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد؛ *: معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد؛ ns : غیر معنی‌دار

شکل ۳(ب) همبستگی بین تنفس خاک و میزان کربن آلی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل می‌توان نتیجه گرفت که بین کربن آلی خاک و تنفس خاک رابطه‌ی معکوسی وجود دارد. با افزایش میزان تنفس خاک، کربن آلی مقدار پایینی را نشان می‌دهد. کوچ یحیی (۱۳۹۴) اذعان نمود که در ارتباط با تنفس میکربی خاک، مشخصه کربن آلی مهمترین مولفه‌های تاثیرگذار می‌باشند. بررسی روابط بین میانگین مقدار کربن آلی با میزان تنفس نشان می‌دهد، اولا رابطه‌ی خطی کاهشی معنی‌داری بین این دو عامل در تمامی مدیریت‌های خاک‌ورزی وجود دارد. به طور متوسط ۷۴ درصد از از تغییرات مربوط به تنفس خاک را میزان کربن آلی خاک توجیه می‌کند.

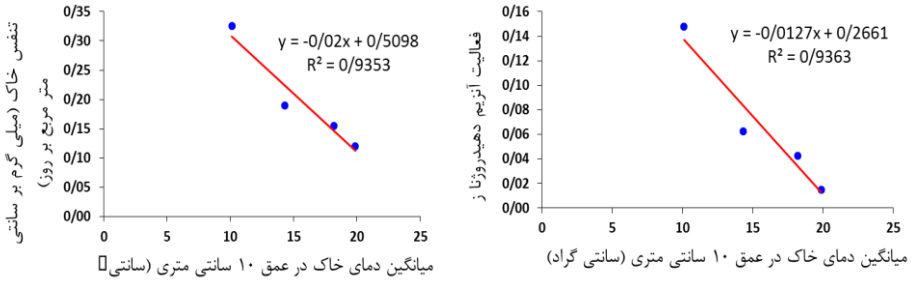
با توجه به شکل (۴ و ۵) و بررسی روابط بین میانگین مقدار رطوبت خاک با میزان تنفس نشان می‌دهد، رابطه‌ی خطی افزایشی معنی‌داری بین این دو عامل در تمامی مدیریت‌های خاک‌ورزی وجود دارد. به طور متوسط ۷۸ درصد از از تغییرات مربوط به تنفس خاک را میزان رطوبت خاک توجیه می‌کند.



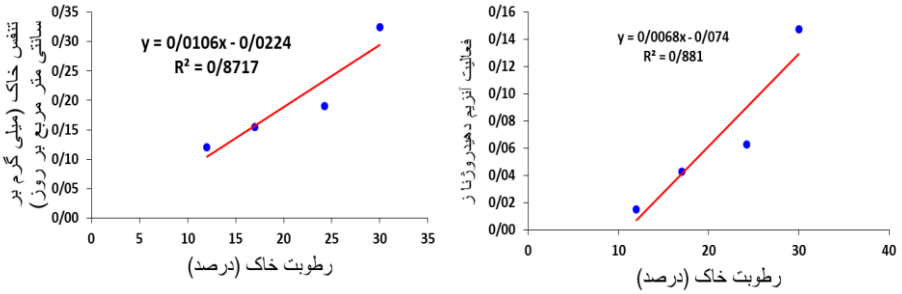
شکل۲- مقایسه‌ی تغییرات الف) درصد رطوبت، ب)میزان کربن آلی، ج) میزان فعالیت آنزیم دهیدروژناز در۴ دوره‌ی نمونه‌برداری در دو عمق



شکل ۳- الف و ب)رابطه‌ی بین میزان تنفس خاک با میزان فعالیت آنزیم دهیدروژناز و کربن آلی خاک و ج)رابطه بین دما و رطوبت خاک



شکل ۴- رابطه‌ی بین دمای خاک با تنفس میکروبی و فعالیت آنزیم دهیدروژناز در خاک



شکل ۵- رابطه‌ی بین رطوبت خاک با تنفس میکروبی و فعالیت آنزیم دهیدروژناز در خاک

نتیجه‌گیری

تمامی پارامترهای مورد آزمایش در طول زمان دارای اختلاف معنی‌داری بودند و همبستگی بالایی بین پارامترهای اندازه‌گیری شده با همدیگر و با رطوبت خاک و دمای خاک وجود داشت. لذا می‌توان نتیجه گرفت که در طول زمان خصوصیات بیولوژیکی به طور چشم‌گیری تحت تاثیر عوامل محیطی بخصوص رطوبت و دما قرار داشتند. وجود اختلاف چشمگیر و معنی‌دار بین عمق‌های نمونه‌برداری به دلیل توزیع بقایای گیاهی و در نتیجه توزیع کربن آلی می‌باشد. با این حال اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای خاک‌ورزی از نظر پارامترهای اندازه‌گیری شده مشاهده نشد، لذا به نظر می‌رسد اندازه‌گیری یک مرتبه‌ی پارامترهای مورد نظر در انتهای سال زراعی که در اکثر تحقیقات صورت می‌گیرد مناسب نباشد و باید تغییرات در طول زمان مورد بحث و بررسی قرار گیرند.تغییرات پارامترها در طول زمان در صورت اعمال طولانی مدت خاک‌ورزی‌ها می‌تواند بسیار واضح‌تر دیده شود.

منابع:

ابراهیمیان، ا؛ کوچکی، ع؛ نصیری محلاتی، م؛ خرم دل، س و بهشتی، ع. ۱۳۹۵. اثر سیستم های خاک ورزی و سطوح بقایای گندم بر شاخص های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، مجله به زراعی کشاورزی، ۱۸(۴)، ۸۹۳-۹۰۵.

علی اصغر زاده، ن؛ ۱۳۸۹. کتاب روش های آزمایشگاهی در بیولوژی خاک.

کوچ، ی.۱۳۹۴. بکارگیری روش آماری تحلیل علیت جهت تفسیر شاخص های زیستی خاک. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۹(۶) ۱۵۴۲-۱۵۵۲.

مسلمی، م؛ روستایی، م و رشیدی، ا. ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد دانه و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های گندم نان در رژیم‌های متفاوت رطوبتی، مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۱(۴)،۶۱۱-۶۳۰.

Dick R.P. (1994). Soil enzyme activities as indicators of soil health. In: Pankhurst C.E., Doube, B.M. and Gupta, V.V.S.R. (eds). Biological Indicators of Soil Health. CABI. pp. 121–156.

Doran, J. W. (1980). Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. Soil Science Society of America Journal, 44(4), 765-771.

Gee, G.W and Or, D. (2002). Particle-Size Analysis. In: J.H. Dane and G. C. Topp (Eds.). Methods Of Soil Analysis: Physical Methods, Part 4. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wi, Usa, Pp. 255-295.

Gil-Sotres, F., Trasar-Cepeda, C., Leiro´ s, M.C., and Seoane, S. (2005). Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties. Soil Biol. Biochem. 37, 877–887.

Grossman, R.B and Reinsch, T.G. (2002). Bulk Density and Linear Extensibility. In: J.H. Dane and G. C. Topp (Eds.). Methods Of Soil Analysis: Physical Methods, Part 4. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wi, Usa, Pp. 201-229.

Hopkins, F.M., Torn, M.S., & Trumbore, S.E. (2012). Warming accelerates decomposition of decades-old carbon in forest soils. www.pnas.org/ cgi/ doi/ 10.1073/ pnas.1120603109, 9p.

Jia B., Zhou G., Wang F., Wang, Y., & Weng E. (2007). Effects of grazing on soil respiration of Leymus chinensis steppe. Climatic Change, 82: 211–223.

Lampurlanes J, Angas P, & Martines C. (2001). Root growth soil water content and yield of barely under different tillage systems on two soils in semiarid conditions. Field Crops Research 69: 27-40.

Lutzow, M. V., Kögel-Knabner, I., Ekschmitt, K., Matzner, E., Guggenberger, G., Marschner, B., and Flessa, H. (2006). Stabilization of organic matter in temperate soils: mechanisms and their relevance under different soil conditions–a review. European Journal of Soil Science, 57(4), 426-445.

Mikanova, O., Javůrek, M., Šimon, T., Friedlova, M., and Vach, M. (2009). The effect of tillage systems on some microbial characteristics. Soil and Tillage Research, 105(1), 72-76.

Moussadek, R., Mrabet, R., Dahan, R., Zouahri, A., El Mourid, M., and Ranst, E. V. (2014). Tillage system affects soil organic carbon storage and quality in Central Morocco. Applied and Environmental Soil Science, 2014.

Nakajima, T., & Lal, R. (2014). Tillage and drainage management effect on soil gas diffusivity. Soil and Tillage Research, 135, 71-78.

Tabatabai, M.A. and Dick, W.A., (2002). Enzymes in soil. In: Burns, R.G. and Dick, W.A., (Eds.). Enzymes in the Environment. Marcel Dekker, New York: 567-596.

Vaieretti, M. V., Harguindeguy, N. P., Gurvich, D. E., Cingolani, A. M., & Cabido, M. (2005). Decomposition dynamics and physico-chemical leaf quality of abundant species in a montane woodland in central Argentina. Plant and Soil, 278(1-2), 223-234.

Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil science, 37(1), 29-38.

Yuste, J.C., Baldocchi, D.D., Gershenson, A., & Goldstein, A. (2007). Microbial respiration and its dependency on carbon inputs, soil temperature and moisture. Global Change

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Investigating the trend of some of soil biological characteristics changes after tillage application till crop harvesting

Sanaz Hashemi[1*], Mehdi Rahmati[2], Esmaeil Karimi[2], Iraj Eskandari[3]

[1] Former M.Sc. student, Department of Soil Sciences and Engendering, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran

[2] Assistance professor, Department of Soil Sciences and Engendering, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran

[3] Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Maragheh, Iran

Abstract

The present study was carried out to investigate the relationship and trend of some biological properties of soil quality due to the application of different tillage treatments in post-tillage period. Experiments were carried out in a factorial arrangement with repeated experiments and RCBD in four time steps, two factors and three replications in Dryland Agricultural Research Institute of Maragheh during the crop year of 2015-2016. The first factor consisted of tillage treatments and a second factor included sampling depths (0-15 and 15-30 cm). Tillage treatments included moldboard ploughing (conventional tillage), chisel ploughing (reduced tillage), stubble cultivator (minimum tillage) and no-tillage. Sampling was carried out in a composite form and transferred to the laboratory to measure the amount of organic carbon, activity of urease and dehydrogenase. According to the results, all biological indices were significantly different over time and in different depths of sampling. The amount of organic carbon in the first period of sampling in the early part of the growing season (April 10, 2017) due to the undecomposed plant residues from the previous crop and the fourth period at harvest time (June 21, 2017) due to degradation and composition of the root residues was at the highest level. The results also showed that there was a significant (additive) correlation between moisture content and activity of dehydrogenase enzyme and soil respiration during 4 sampling periods.

Keywords: Moisture content, Soil organic matter, Dehydrogenase enzyme**,** Soil respiration.

sanar_357@yahoo.com

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تاثیر تیمارهای آلی و زیستی بر برخی ویژگی‌های خاک شنی منطقه امیدیه

آسیه بهادری[۱]، نعیمه عنایتی‌ضمیر*[۲]، احمد لندی[۲]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه شهید چمران اهواز

[۲] به ترتیب دانشیار و استاد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

به منظور بررسی تاثیر مواد آلی مختلف و قارچ *تریکودرما ویرنس* بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و زیستی خاک، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل مواد آلی مختلف در سطح ۰/۵ وزنی (بدون افزودن ماده آلی، ویناس، باگاس نیشکر و فیلتر کیک) و مایه‌زنی قارچ *تریکودرما ویرنس* (با و بدون مایه‌زنی) بودند. هر یک از تیمارهای ذکر شده به‌صورت جداگانه به گلدان‌های حاوی خاک شنی اضافه شد و نمونه‌ها با حفظ رطوبت در حد ۷۰ درصد ظرفیت زراعی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۶۰ روز نگهداری شدند. پس از سپری شدن زمان ذکر شده برخی ویژگی‌های خاک شامل تنفس و کربن زیتوده میکروبی، میانگین وزنی قطر خاکدانه (الک خشک) و مقاومت فروروی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج آزمایش نشان داد اثر متقابل کاربرد مواد آلی و تلقیح میکروبی بر تمام ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین مقدار ویژگی‌های اندازه‌گیری شده مربوط به تیمار ویناس در حضور قارچ و کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد ، بدون افزودن ماده آلی و تلقیح میکروبی بود. کاربرد مواد آلی و تلقیح میکروبی موجب افزایش مقاومت فروروی خاک شد که از نظر کنترل فرسایش بادی خاک دارای اهمیت است.

کلمات کلیدی: قارچ، مقاومت فروروی، مواد آلی، میانگین وزنی قطر خاکدانه

مقدمه

تپه‌های شنی بخش زیادی از بیابان‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک را دربرمی‌گیرند و کمی مواد آلی، شن زیاد، ناپایدار بودن خاکدانه‌ها، باعث گردیده تا استفاده از این خاک‌ها با محدودیت روبرو شود. تخریب خاک‌ها در گذر زمان ناشی از فعالیت‌های گذشته و حال انسانی است. تخریب زمانی رخ می‌دهد که لایه‌های سطحی فرسوده شوند، مواد آلی خاک کاهش یابد و ساختمان خاک تخریب شود. تخریب ساختمان خاک عمدتا به‌دلیل از دست دادن ماده‌آلی از طریق روش‌های نامناسب مدیریت خاک و تغییرات کاربری زمین است (Montgomery۲۰۰۷). خاکدانه‌سازی منجر به بهبود ساختمان خاک می‌شود و بسیاری از فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک عامل تشکیل دهنده آن هستند (Denef و همکاران ۲۰۰۲). ماده‌آلی یکی از مهمترین عوامل تشکیل و پایداری خاکدانه است. بنابراین، افزایش مواد آلی خاک برای بازسازی خاک‌های تخریب شده بسیار حیاتی است. پایداری خاکدانه‌های خاک در برابر فرسایش مهم است. پایداری خاکدانه‌ها توسط خواص فیزیکی، شیمیایی و یا جامعه میکروبی خاک و ریشه-های گیاهی کنترل می‌شود (Pérès و همکاران ۲۰۱۳). افزودن بقایای گیاهی سرعت رشد و فعالیت میکروبی را تحریک می‌کند و مواد پلی‌ساکاریدی تولید شده به‌عنوان عامل اتصال در فرایند خاکدانه‌سازی عمل می‌کنند (Tejada و همکاران ۲۰۰۸). بستره‌ی قابل تجزیه به‌سرعت میکروفلور خاک را تحریک می‌کنند و باعث افزایش قابل‌توجهی در پایداری خاکدانه می‌شود (Abiven و همکاران ۲۰۰۷). در مناطق گرمسیری و خشک و نیمه‌خشک شرایط برای کشت نیشکر فراهم است. ویناس مایعی است که محصول جانبی صنعت قند است که به‌دلیل محتوای آلی و عناصری مانند نیتروژن و پتاسیم موجب بهبود ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک می‌شود. Ribeiro و همکاران (۲۰۱۳) پس از بررسی بر روی ویناس به عنوان عامل اصلاح کننده خاک‌های تخریب شده گزارش کردند که ویناس ممکن است به‌علت ترکیبات آلی موجود در آن به روش‌های زیر باعث افزایش خاکدانه‌سازی شود: الف) ترکیبات آلی موجب تشکیل خاکدانه‌های پایدار می‌شود و ب) با افزایش فعالیت میکروبی، در نتیجه تولید پلی ساکاریدها، موسیلاژ و هیف‌های قارچی افزایش می‌یابد که نقش مهمی در خاکدانه‌سازی دارند (Rillig and Mummey ۲۰۰۶). از دیگر محصولات جانبی صنعت

*: n.enayatzamir@scu.ac.ir

نیشکر، فیلتر کیک است که طی فرایند رسوب‌گذاری و تصفیه شربت به‌دست می‌آید. افزودن فیلترکیک به خاک می‌تواند به بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک کمک کند و می‌تواند منبع عناصر غذایی برای گیاهان باشد، همچنین بر جمعیت میکروبی خاک و فرایند معدنی شدن کربن، نیتروژن و فسفر تاثیرگذار است (Pupin and Nahas ۲۰۱۱). باگاس مواد باقیمانده از خرد کردن ساقه نیشکر برای استخراج شیره نیشکر است. متأسفانه بخش زیادی از باگاس تولیدی استفاده‌ای نداشته و عموما بصورت خودبخودی یا عمدی سوزانده می‌شود. Muhieldeen و همکاران (۲۰۱۴) پژوهشی یک ساله بر روی تاثیر باگاس بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک انجام دادند. آنها از باگاس در چهار سطح (۰، ۳۰، ۴۵ و ۷۵ تن در هکتار) استفاده کردند و گزارش کردند که باگاس باعث کاهش جرم‌مخصوص‌ظاهری خاک و افزایش تخلخل خاک می‌شود. در طی سال‌های اخیر استان خوزستان با مشکل شدید فرسایش و ریزگرد به‌دلیل تخریب ساختمان خاک رو به رو بوده است. از طرفی استان خوزستان جزء مناطقی است که بخشی از زمین‌های کشاورزی آن زیر کشت نیشکر است و استفاده از بازمانده‌های این محصول به‌عنوان کود آلی برای بهبود خصوصیات خاک از نظر اقتصادی به‌صرفه است. پوسته‌های بیولوژیک ترکیب پیچیده‌ای از سیانوباکتری، جلبک‌سبز، گلسنگ‌ها، خزه‌ها، قارچ‌ها و سایر باکتری‌ها هستند. رشته‌های سیانوباکتریا و قارچ‌ها با نفوذ در شکاف‌های چند میلی‌متری سطح خاک، ذرات ریز خاک را به‌یکدیگر چسبانده و باعث تثبیت سطح خاک و حفاظت از آن در برابر نیروهای فرساینده‌ی خاک خواهند شد. ارزاقی و همکاران (۱۳۹۴) تأثیر *تریکودرما هارزیانوم* بر کنترل فرسایش بادی در یک خاک شنی بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد کاربرد قارچ باعث افزایش مقاومت فروروی خاک شد. *تریکودرما* قارچی خاکزی است که به‌دلیل تنوع متابولیسمی و قدرت رقابتی بالا در بیشتر مناطق از میکروفلور غالب خاک است و جزء متداول‌ترین قارچ‌های قابل کشت است. *تریکودرما* می‌تواند باعث افزایش مقاومت گیاه در برابر عوامل بیماری‌زا، تحریک رشد گیاه و افزایش تحمل گیاه به تنش‌های غیرزنده مثل خشکی و شوری می‌شود. این قارچ در اکثر نقاط دنیا به‌عنوان پوسته بیولوژیکی استفاده می‌شود. در این تحقیق از *تریکودرما ویرنس* به دلیل توان تحمل در برابر تنش شوری و دما استفاده شد (نصرآبادی و همکاران ۱۳۹۵). لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی استفاده از برخی بازمانده‌های صنعت نیشکر و استفاده از قارچ *تریکودرما ویرنس* برای بهبود برخی خصوصیات فیزیکی خاک به منظور جلوگیری از انتقال خاک طی پدیده فرسایش است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از خاک به‌صورت تصادفی از عمق ۵ سانتی‌متری خاک از تپه‌های شنی (ماسه بادی) منطقه امیدیه انجام شد. منطقه مورد مطالعه از مناطق حساس به‌فرسایش است و از کانون‌های بحرانی گرد و غبار و در فاصله حدودا ۲۵ کیلومتری شهرستان امیدیه واقع شده است. منطقه دارای مختصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۷ دقیقه و ۲۷/۶۹ ثانیه شمالی و ۴۹ درجه و ۴۵ دقیقه و ۵۸/۳۹ ثانیه شرقی می‌باشد. نمونه خاک از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد و به‌میزان ۳۷۰ گرم در گلدان‌هایی با قطر داخلی ۹/۸سانتی‌متری و ارتفاع ۳/۵سانتی‌متر توزین گردید. مقدار رطوبت خاک در حد گنجایش زراعی توسط دستگاه صفحه فشار تعیین و برای تمام گلدان‌ها رطوبت اولیه در حد ۷۰ درصد ظرفیت زراعی اعمال شد. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. شامل مواد آلی مختلف در سطح ۰/۵ وزنی (بدون افزودن ماده آلی، ویناس، باگاس نیشکر و فیلتر کیک) و مایه‌زنی قارچ *تریکودرما ویرنس* (با و بدون مایه‌زنی) بودند. قارچ مذکور در محیط کشت حاوی عصاره سیب‌زمینی کشت و به‌مدت یک هفته در دمای ۳۰ درجه سلسیوس نگهداری شد. اسپورهای تولید شده در هر پلیت بوسیله آب مقطر استریل جمع‌آوری و سپس تعداد اسپورها توسط لام توما مورد شمارش قرار گرفت. به تیمارهای دارای مایه‌تلقیح به مقداری اسپور اضافه شد که تعداد اسپور در هر گرم خاک خشک به 10^4 Cfu برسد. گلدانها پس از افزودن مواد آلی مختلف به‌مدت ۶۰ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند. برخی ویژگی‌های خاک شامل میانگین وزنی قطر (MWD) خاکدانه‌ها به‌روش الک خشک (۲۱)، مقاومت فروروی با دستگاه نفوذسنج اندازه‌گیری شد. مخروط استاندارد نفوذسنج (ASTM D7380) با سرعت ثابت (۳۰ میلی‌متر در ثانیه) در نمونه ها فرو رفت و نقطه شکست در نمودار ترسیم و تعیین شد. تنفس خاک به روش تیتراسیون با اندازه‌گیری دی‌اکسیدکربن جذب شده توسط سود محاسبه شد و کربن بیوماس میکروبی به روش تدخین- استخراج (Anderson and Ingram ۱۹۸۹) تعیین گردید. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹ و گروه‌بندی میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. نمودارها نیز به‌وسیله نرم افزار EXCEL ترسیم گردیدند.

نتایج و بحث

برخی از خصوصیات اولیه خاک مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. دانه‌بندی نمونه‌ها نشان داد که نمونه‌های شنی مورد استفاده شامل ذرات شن با قطر یکنواخت بوده به‌طوری که حدود ۷۰ درصد ذرات دارای قطر بین ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌متر و ۳۰ درصد دارای قطر کمتر از ۰/۲۵ میلی‌متر بودند.

..جدول ۱. برخی ویژگی‌های خاک مورد مطالعه

ویژگی	شن (در صد)	سیلت (در صد)	رس (در صد)	هدایت الکتریکی (dS/m)	پ.هاش	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm^3)
مقدار	۹۴	۴	۲	۱/۵۳	۷/۵	۱/۸

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۲) تاثیر متقابل مواد آلی اضافه شده به خاک و تلقیح میکروبی بر میانگین وزنی قطر خاکدانه، مقاومت فروروی، تنفس و کربن زیتوده میکروبی خاک در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. نتایج آزمون مقایسه میانگین تاثیر تیمارها بر میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD) نشان داد که بین تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (شکل ۱). بیشترین مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه مربوط به تیمار ویناس با و بدون استفاده از قارچ بود، کمترین مقدار نیز در تیمار شاهد اندازه‌گیری شد. کاربرد باگاس نیشکر و فیلترکیک نیز باعث افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه شد که با مایه‌زنی قارچ میانگین وزنی قطر خاکدانه نیز افزایش یافت. تاثیر فیلترکیک بر این ویژگی کمتر از دو ماده‌آلی دیگر بود. افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه در تیمارهای حاوی ماده‌آلی نسبت به شاهد نشان‌دهنده تاثیر ماده‌آلی بر افزایش پایداری خاکدانه‌ها است.

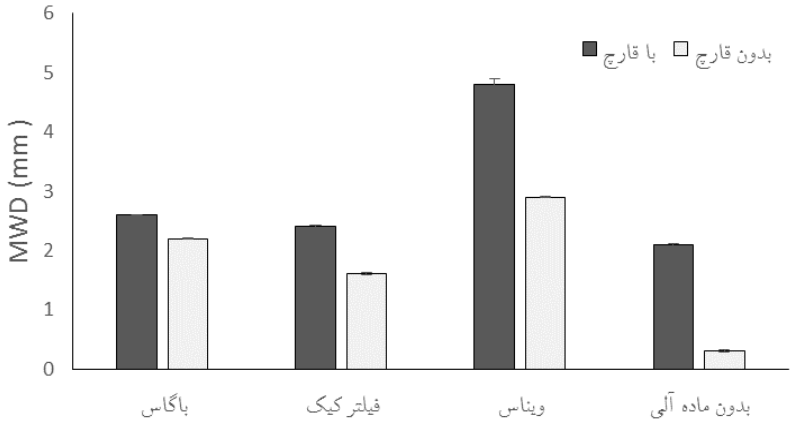
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تاثیر ماده آلی و تلقیح میکروبی بر برخی ویژگی‌های خاک

منبع تغییرات	درجه آزادی	مقاومت فروروی	MWD	تنفس خاک	کربن‌زیتوده میکروبی
ماده آلی	۳	۱۶۰۶۹/۶**	۷/۰۳**	۸/۸۳	۲۸۹/۰
قارچ	۱	۱۵۱۵۱/۱**	۸/۹۵**	۵۷/۷**	۲۷۳۳/۵**
ماده‌آلی*قارچ	۳	۱۴۸۹/۷**	۷۸۶/۵**	۲/۰۴**	۶۸/۰**
خطا	۱۶	۱۵/۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۰/۰۵
ضریب تغییرات	-	۴/۴	۱/۶۳	۱/۹	۱/۴

**: معنی‌دار در سطح یک درصد.

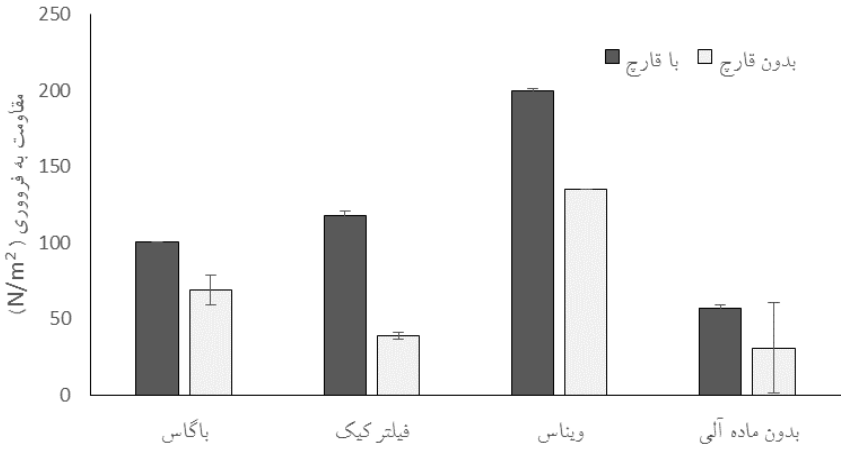
مواد آلی قادرند به‌عنوان یک ماده سیمان کننده باعث نگهداری ذرات و در کنار هم قرار گرفتن آنها و درنتیجه باعث تشکیل خاکدانه‌ها شوند که خاکدانه‌های کوچک نیز با اتصال به یکدیگر زمینه شکل‌گیری خاکدانه‌های بزرگ را فراهم می‌کنند و موجب مقاومت خاک در برابر عوامل فرساینده و مخرب می‌شود (Lado-ی و همکاران ۲۰۰۴). افزایش ماده‌آلی به خاک با افزایش جمعیت و فعالیت میکروبی خاک موجب افزایش ترشحات میکروبی و تشکیل هیف‌های قارچی شده و در نتیجه میزان خاکدانه‌سازی و همچنین تشکیل خاکدانه‌های پایدار افزایش پیدا می‌کند (Rillig and Mummey ۲۰۰۶). قارچ *تریکودرما* به‌وسیله هیف‌ها و همچنین ترشحات پلی‌ساکاریدی و تولید اسیدهای آلی شرایط اتصال ذرات را فراهم می‌کند و با اتصال ذرات به‌یکدیگر باعث تشکیل خاکدانه‌های بزرگ می‌شود. نتایج میانگین‌وزنی‌قطر خاکدانه‌ها در تیمار شاهد که کمتر از ۱ میلی‌متر است اما در تیمار قارچ به ۲/۱ میلی‌متر می‌رسد، نشان دهنده این است که تیمار قارچ تاثیر مثبت بر میانگین وزنی قطر خاکدانه دارد. بعضی از محققان گزارش کرده‌اند که پایداری کل خاک با توسعه میکروبی و همچنین توسعه هیف در خارج از ریزوسفر افزایش می‌یابد (Bedini و همکاران ۲۰۱۳). میسلیوم قارچ‌ها با دو

مکانیسم مستقیم و غیرمستقیم بر خاکدانه‌سازی تاثیر می‌گذارد. هیف‌های قارچ به‌طور مستقیم باعث اتصال ذرات خاک به‌یکدیگر می‌شوند (Zheng و همکاران، ۲۰۱۴). ترشحات پلی‌ساکاریدی باعث اتصال ذرات خاک و تشکیل خاکدانه‌ها می‌شوند.



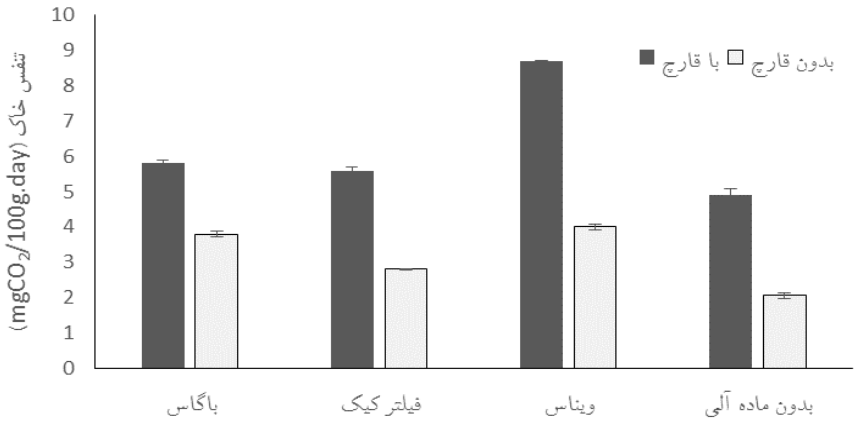
شکل ۲- اثر مواد آلی مختلف و قارچ بر میانگین وزنی قطر خاکدانه

نتایج آزمون مقایسه میانگین تاثیر تیمارها بر مقاومت فروروی خاک نشان داد که بین تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (شکل ۲). بیشترین میزان افزایش مقاومت فروروی مربوط به تیمار ویناس با و بدون استفاده از قارچ بود، کمترین مقدار نیز در تیمار شاهد اندازه‌گیری شد. کاربرد باگاس نیشکر و فیلتر کیک نیز باعث افزایش مقاومت فروروی خاک شد که که با مایه‌زنی قارچ مقاومت فروروی نیز افزایش یافت. تاثیر فیلتر کیک بر این ویژگی کمتر از دو ماده آلی دیگر بود.

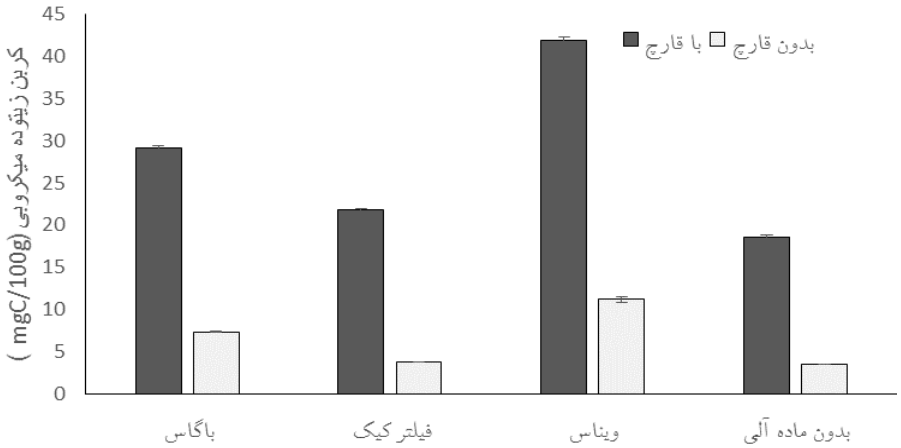


شکل ۲- اثر مواد آلی مختلف و قارچ بر مقاومت فروروی خاک

کلیک و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند افزایش ماده آلی (بقایای گیاهی ذرت و گندم) به خاک باعث افزایش مقاومت فروروی می‌شود. درواقع این افزایش در تیمارهای آلی که همراه با پایداری بیشتر خاکدانه بوده‌اند رخ داده است که نشان‌دهنده این موضوع است که مواد آلی با افزایش پایداری خاکدانه‌ها باعث افزایش مقاومت فروروی خاک شنی می‌شوند. Paulino و همکاران (۲۰۱۱) پس از بررسی بر روی کاربرد ویناس گزارش کردند که تیمارهای حاوی ویناس نیشکر به‌خصوص در طولانی مدت باعث افزایش مقاومت فروروی می‌شود. کلیک و همکاران(۲۰۱۰) در راستای استفاده طولانی مدت از کود آلی گزارش کردند که تاثیر کودآلی و قارچ بر مقاومت فروروی خاک معنی دار بوده است آنها گزارش کردند ترشحات قارچ مانند گلومالین باعث افزایش مقاومت به نفوذ شده است. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۲) نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار تیمارها بر مقدار تنفس و کربن زیتوده میکروبی خاک در سطح احتمال یک درصد است. کمترین و بیشترین مقدار تنفس و کربن زیتوده میکروبی خاک به‌ترتیب در تیمارهای شاهد و ویناس در حضور قارچ بدست آمد. کمترین میزان این دو ویژگی بعد از شاهد در تیمار فیلترکیک اندازه‌گیری شد (شکل۳ و۴). تنفس خاک با میزان ماده‌آلی و فعالیت ریزموجودات در خاک ارتباط دارد هر چه میزان مواد آلی و تجزیه‌پذیری آن زیاد باشد رشد ریزموجودات و میزان تنفس افزایش می‌یابد (Rahman و همکاران، ۲۰۱۷). ویناس نسبت به باگاس و فیلترکیک دارای ماده‌آلی زود تجزیه شونده است که کربن آن راحتتر در دسترس ریزموجودات قرار می‌گیرد و احتمالا همین عامل نیز موجب افزایش میزان تنفس خاک در تیمارهای حاوی ویناس نسبت به سایر تیمارها شده است. تنفس خاک با میزان ماده‌آلی و فعالیت ریزموجودات در خاک ارتباط دارد هر چه میزان مواد آلی و تجزیه‌پذیری آن زیاد باشد رشد ریزموجودات و میزان تنفس افزایش می‌یابد (Rahman و همکاران، ۲۰۱۷). با توجه به حضور قندهای قابل دسترس برای مصرف ریزجانداران در ویناس نسبت به فیلترکیک و باگاس افزایش کربن زیتوده میکروبی در این تیمار قابل انتظار است. از طرفی با توجه به بالاتر بودن هدایت الکتریکی اولیه فیلترکیک (داده‌ها ارائه نشده‌اند) احتمالا کمتر بودن کربن‌زیتوده‌میکروبی در این تیمار نسبت به تیمار دارای باگاس را بتوان توضیح داد. تیمارهای فیلترکیک و باگاس نیز موجب افزایش کربن زیتوده‌میکروبی نسبت به شاهد شدند. اما میزان افزایش در تیمار باگاس به دلیل بهبود ساختمان خاک و همچنین داشتن کربن‌آلی بیشتر نسبت به تیمار فیلترکیک بالاتر بود.



شکل ۳- اثر مواد آلی مختلف و قارچ بر تنفس خاک



شکل ۳- اثر مواد آلی مختلف و قارچ بر کربن زیتوده میکروبی

پایداری ساختمان و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک به عوامل متعددی بستگی دارد. در پژوهش حاضر افزودن ماده‌آلی به خاک باعث بهبود خصوصیات فیزیکی خاک شد. ماده‌آلی باعث افزایش فعالیت میکروبی خاک می‌شود و افزایش فعالیت زیستی در خاک باعث افزایش ترشحات میکروبی و تغییر در توزیع و اندازه منافذ و بهبود ساختمان خاک می‌شود. مواد آلی مانند پلی بین ذرات قرار می‌گیرند و آنها را به‌هم متصل می‌کند. مواد آلی مورد استفاده در این پژوهش از مواد سهل‌الوصول در استان خوزستان است که با افزودن مواد آلی و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش امکان کشت گیاه در مناطق خشک و نیمه خشک به سلامت محیط زیست و انسان‌ها از طریق کاهش فرسایش بادی خاک کمک شایانی خواهد شد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد کاربرد اصلاح‌کننده‌های آلی موجب افزایش پایداری خاک می‌شود. تیمار ویناس تأثیر بهتری نسبت به سایر تیمارها بر مقاومت فروروی خاک داشت. نتایج تونل باد نیز کاهش هدر رفت خاک را در این تیمار نشان داد (داده‌ها ادائه نشده‌اند). کاربرد باگاس نیشکر نیز تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر مقاومت فروروی خاک داشت اما نسبت به تیمار ویناس تأثیر کمتری داشت. در تمام تیمارها، کاربرد قارچ *تریکودرما ویرنس* موجب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک شد. ماده‌آلی ذرات خاک را بهم متصل می‌کند و همچنین با ایجاد پوشش بر سطح خاکدانه‌ها، آنها را در مقابل فرسایش بادی حفظ می‌کند. همچنین قارچ از طریق گسترش هیف‌های خود و ترشحات برون‌سلولی باعث اتصال ذرات به‌یکدیگر می‌شود.

منابع

ارزاقی، ف.، فرخیان فیروزی، ا. و عنایتی ضمیر، ن. ۱۳۹۴. بررسی اثر قارچ *تریکودرما هارزیانوم* بر کنترل فرسایش بادی خاک شنی دشت آزادگان در شرایط آزمایشگاهی و تونل باد. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، ۵(۲)، ۱۴ –۱.

نصرآبادی، ف.، عنایتی‌ضمیر، ن.، مهرابی کوشکی، م. و شمیلی، م. ۱۳۹۵. انتخاب جدایه‌های تریکودرما از نظر تحمل شوری و دما وتاثیر آن بر رشد گیاه

ذرت در شرایط In vitro. مجله گیاهپزشکی، ۳۹(۲)، ۵۸-۴۷.

Abiven, S., Menasseri, S., Angers, D.A., and Leterme, P. 2007. Dynamics of aggregate stability and biological binding agents during decomposition of organic materials. Eur. J. Soil Sci. 58: 239–247.

Anderson, J.M. and Ingram, J.S.I. eds., 1989. Tropical Soil Biology and Fertility, p. 171. Wallingford: CAB International.

Bedini, S., Avio, L., Sbrana, C., Turrini, A., Migliorini, P., Vazzana, C. and Giovannetti, M. 2013. Mycorrhizal activity and diversity in a long-term organic Mediterranean agroecosystem. Biology and fertility of Soils, 49(7), 781-790.

Celik, I., Gunal, H,. Budak, M, and Akpinar, C. 2010. Effects of long-term organic and mineral fertilizers on bulk density and penetration resistance in semi-arid Mediterranean soil conditions. Geoderma, 160, 236-243.

Denef, K., Six, J., Merckx, R., and Paustian, K. 2002. Short-term effects of biological and physical forces on aggregate formation in soils with different clay mineralogy. Plant and Soil, 246, 185–200.

Lado, M., Paz, A. and Ben-Hur, M. 2004. Organic matter and aggregate size interaction, seal formation, and soil loss. Soil Science Soc.iety of America Journal, 68: 935-942.

Montgomery, D.R., 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 104 (33), 13268–13272.

Muhieldeen, O. A., Ahmed, E. A. and Shalih, A. M. 2014. Effect Of sugar cane bagasse, cattle manure and sand addition on some physical and chemical properties of the clay soils and sunflower production in central of Sudan. International Journal of Scientific & Technology Research, 3(1), 47-52.

Paulino, J., Zolin, C. A., Bertonha, A., Freitas, P. S. and Folegatti, M. V. 2011. Exploratory study of the stillage use along the time: II. Characteristics of the sugarcane crop. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 15(3), 244-249.

Pérès, G., Cluzeau, D., Menasseri, S., Soussana, J.F., Bessler, H., Engels, C., Habekost,M., Gleixner, G., Weigelt, A., Weisser, W. and Scheu, S. 2013. Mechanisms linking plant community properties to soil aggregate stability in experimental grassland plant diversity gradient. Plant and Soil, 373 (1-2), 285–299.

Pupin, B., Nahas, E. 2011. Impact of successive sugarcane harvests and trash management practices on soil microbiological properties. Soil Respiratory, 49,183-189.

Rahman, M.T., Zhu, Q.H., Zhang, Z.B., Zhou, H. and Peng, X. 2017. The roles of organic amendments and microbial community in the improvement of soil structure of a Vertisol. Applied Soil Ecology, 111, 84-93.

Ribeiro, B.T., Lima, J.M., Curi, N., and Oliveira, G.C. 2013. Aggregate breakdown and dispersion of soil samples amended with sugarcane vinasse. Scientia Agricoloa, 6, 435-441.

Rillig, M.C., and Mummey, D.L. 2006. Mycorrhizas and soil structure. New Phytologist, 171, 41–53.

Tejada, M., González, J.L., García-Martínez, A.M. and Parrado, J. 2008. Application of a green manure and green manure composted with beet vinasse on soil restoration: effects on soil properties. Bioresource Technology, 99, 4949–4957.

Zheng, W., Morris, E. K., and Rillig, M. C. 2014. Ectomycorrhizal fungi in association with *Pinus sylvestris* seedlings promote soil aggregation and soil water repellency. Soil Biology and Biochemistry, 78, 326-331

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Impact of organic and biological treatments on some properties of sandy soil in Omidiyeh region

Bahadori [1], A., Enayatizamir [*2], N., Landi[2], A.

[1] M. Sc. Graduate, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
2 Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
[3] Full Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran

Abstract

In order to investigate the impact of different organic matter on physical and biological properties of soil the experiment was conducted as factorial in a completely randomized design. Experimental treatments included (without organic matter, vinasse, sugarcane bagasse and filter cake at levels of 0.5%) and *Trichoderma virens* inoculation (with and without inoculation). Each mentioned treatments were added to the pots containing sandy soil and the samples were stored at 25 °C for 60 days. After passing the mentioned time, some soil characteristics including mean weight diameter of aggregate, penetration resistance, respiration and microbial biomass carbon of the samples were measured. The experiment results indicated the significant effect ($p<0.01$) of different organic matters and microbial inoculation on all measured properties. The highest and lowest values of mentioned properties were obtained in treatment containing vinasse (with and without inoculation) and control, respectively. The application of organic matters and microbial inoculation caused to increase in penetration resistance which is important from the view of wind erosion control.

Keywords: Fungus, Penetration resistance, Mean weight diameter of aggregate, Organic matter.

.

[*] Corresponding author, Email: n.enayatzamir@scu.ac.ir

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

بررسی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در باغات چای با عملکرد متفاوت (مطالعه موردی: فومن استان گیلان)

حورا فیاض[۱*]، نفیسه یغمائیان مهابادی[۲]، عاطفه صبوری[۳]، احمد شیرین فکر[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

[۲] استادیار گروه علوم خاک دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

[۳] استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکد علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

[۴] مربی پژوهش موسسه چای لاهیجان، ایران

چکیده

چای یکی از مهم‌ترین محصولات مهم کشاورزی شمال کشور می‌باشد که عوامل فیزیکی و شیمیایی خاک اثر قابل توجهی در عملکرد برگ سبز آن دارد. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف مطالعه اثر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر روی عملکرد این گیاه در سه باغ از باغات چای شهرستان فومن استان گیلان با عملکرد متفاوت انجام شد. بعد از نمونه‌برداری از خاک‌ها و نمونه‌گیری از برگ سبز چای در فصل بهار، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد و مقدار متوسط عملکرد برگ سبز چای (وزن‌تر)، شامل یک غنچه و دو برگ انتهایی چای در سه برداشت متوالی در پلاتی به وسعت ۴ متر مربع به دست آمد. نتایج تحلیل واریانس ویژگی‌های خاک نشان داد که اختلاف بین باغات مورد بررسی از نظر pH، پتاسیم، شن و سیلت (در سطح ۱ درصد) معنی‌دار می‌باشد. همچنین مقایسه میانگین عملکرد باغات چای نشان داد که اختلاف بین باغ ۱ (معین) و باغ ۳ (سنگبیجار) معنی‌دار می‌باشد. بیشترین مقدار pH مربوط به باغ ۳ (سنگبیجار)،که دارای کمترین عملکرد (۱۷۲۰ گیلوگرم بر هکتار) است. همچنین بیشترین مقدار پتاسیم مربوط به باغ ۱ (معین)،که دارای بیشترین عملکرد (۳۴۲۰ کیلوگرم بر هکتار) است. بنابراین بررسی ویژگی‌های خاک در باغات چای می‌تواند در شناسایی منابع اصلی تغییرپذیری عملکرد محصول به منظور دستیابی به اصول کشاورزی پایدار و دقیق مفید واقع شود.

کلمات کلیدی: تغییرپذیری، پتاسیم، پ‌هاش، عملکرد چای

مقدمه

چای یکی از محصولات استراتژیک منطقه شمال کشور با تاریخی ۶۲۰ ساله می‌باشد، که سطح زیر کشت این محصول در کشور حدود ۹۲ هزار هکتار است و در بیش از ۳۰۰ روستا در شهرستان‌های صومعه سرا، فومن، شفت، رشت، لاهیجان، آستانه اشرفیه، سیاهکل، لنگرود، رودسر و املش در استان گیلان و شهرستان‌های رامسر و تنکابن تا حوالی چالوس در استان مازندران به طول حدود ۲۰۰ کیلومتر به صورت نامنظم و مجزا قرار گرفته است (گزارش وضعیت چای کشور، ۱۳۹۵).

پژوهش‌های مختلف نشان داده است که تغییرات عملکرد و کیفیت چای به عواملی مانند نوع خاک، ارتفاع، فصل، شرایط آب و هوایی و غیره بستگی دارد که ویژگی‌های خاکی اثر معنی‌داری برروی عملکرد این محصول دارد (Cheruiyot و همکاران ۲۰۱۰; Owuor و همکاران ۲۰۱۱). نوسانات فصلی و آب و هوایی تحت تأثیر عواملی مانند بارندگی، درجه حرارت، رطوبت نسبی و کمبود آب در خاک قرار می‌گیرند که خود بر توزیع و میزان عملکرد، کیفیت چای و تولید اقتصادی آن تأثیر گذار هستند (Owuor and Bowa, 2012).آب، عناصر غذایی و ویژگی‌های خاک از مهم‌ترین عوامل موثر در تولید برگ‌ها و شاخساره‌های چای هستند. از عوامل اصلی کمبود عناصر در خاک اراضی چای‌کاری می‌توان برداشت متوالی برگ و شاخساره‌های چای، انجام هرس‌های مختلف را نام برد به طور کلی، واکنش چای به سطوح مختلف عناصر و میزان رطوبت موجود در خاک، شرایط آب و هوایی، خصوصیات خاک و قابلیت جذب عناصر بستگی دارد (Carr, 2010). در هر سامانه کشاورزی، خاک و ویژگی‌های آن نقش تعیین‌کننده بر رشد گیاهان دارند؛ بنابراین شناخت نوع خاک‌ها و ویژگی‌های آن، کمک شایانی به تعیین محدودیت‌ها، پتانسیل‌ها و در نتیجه بهره‌برداری هر چه بهتر از آن‌ها می‌نماید. داشتن دانش کافی درباره ویژگی‌های خاک‌های تحت کشت چای و اثرات نامطلوب خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مسأله‌دار و شناخت درست و

* ایمیل نویسنده مسئول: haura.fayaz7264@gmail.com

صحیح از وضعیت عناصر غذایی آن‌ها در ارتباط با رشد، ما را در بهره‌برداری بهینه از باغات چای کمک می‌نماید؛ بنابراین شناخت محدودیت‌های خاکی و ارتباط آن با عملکرد برای بهره‌وری مناسب و تولید زیاد ضروری می‌باشد که در اکثر مناطق به این موضوع کمتر پرداخته شده است و سالانه بسیاری از اراضی به دلیل نداشتن الگوی پایدار کشاورزی و عدم شناسایی خاک‌ها در حال نابودی است (Nael و همکاران ۲۰۰۴). باغ‌های چای، اکثراً در شمال کشور احداث شده‌اند و چای جزء یکی از فرآورده‌های کشاورزی اساسی و استراتژیک کشور به شمار می‌رود که آگاهی از عوامل مؤثر بر ویژگی‌های خاک و میزان عملکرد چای به منظور مدیریت بهینه، چگونگی مصرف نهاده‌ها و رسیدن به حداکثر بهره‌وری اقتصادی حائز اهمیت می‌باشد. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی تأثیر ویژگی‌های خاک بر عملکرد چای در سه باغ از باغات چای شهرستان فومن در استان گیلان با عملکرد متفاوت انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سه باغ از باغات چای شهرستان فومن استان گیلان انجام شد. از نظر آب و هوایی، این منطقه دارای میانگین دمای سالیانه ۱۵/۷ درجه سانتی‌گراد، حداقل دمای مطلق ۱- درجه سانتی‌گراد، حداکثر دمای مطلق ۳۴/۵ درجه سانتی‌گراد و میزان بارندگی سالیانه ۱۲۷۵ میلی‌متر می‌باشد. پس از انجام بررسی‌ها اولیه، سه باغ با عملکرد متفاوت ولی تحت نظارت و مدیریت یکسان یک زارع انتخاب شد؛ سپس در مرحله اول، نمونه برداری از خاک و در مرحله بعد نمونه‌گیری از برگ سبز چای انجام شد. جمعاً ۶۶ نمونه خاک مرکب (از سه باغ مورد مطالعه) به روش نمونه‌برداری تصادفی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر جمع‌آوری گردید؛ برای تعیین عملکرد، نمونه‌برداری از برگ سبز چای در پلاتی به وسعت ۴ متر مربع به مرکزیت محل‌های نمونه‌برداری خاک انجام شد. به منظور تعیین متوسط عملکرد چای (وزن تر)، یک غنچه و دو برگ انتهایی چای در سه برداشت متوالی (سال ۱۳۹۸) از سطح مذکور برداشت شد. سپس نمونه‌های خاک هوا خشک شده و جهت همگن‌سازی ذرات از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی شامل بافت خاک با روش هیدرومتری، pH در عصاره گل اشباع، فسفر خاک به روش اولسن و پتاسیم قابل جذب توسط فیلم‌فتومتر (اندازه‌گیری شدند. در انتها جهت مقایسه اثر ویژگی‌های خاک روی عملکرد برگ چای آزمون آماری تجزیه واریانس یک‌طرفه انجام شد؛ بدین‌منظور ابتدا مفروضات تجزیه واریانس آزمون شد و نتایج آزمون یکنواختی واریانس‌های درون‌تیماری نشان داد برای متغیرهای میزان شن و سیلت این فرض برقرار نیست و با توجه به اینکه با تبدیل داده نیز این فرض برقرار نشد؛ لذا برای این متغیرها از تجزیه ناپارامتری کروسکال-والیس استفاده شد. پس از انجام تجزیه واریانس یکطرفه، به منظور مقایسه میانگین باغات از لحاظ متغیرهای اندازه‌گیری شده از آزمون توکی استفاده شد و پس از انجام آزمون کروسکال-والیس از مقایسه میانگین دوبه‌دو استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) ویژگی‌های خاک و عملکرد باغات نشان داد که اثر pH، پتاسیم بر عملکرد باغات در سطح ۱درصد معنی‌دار می‌باشد؛ اما برای رس و فسفر اختلاف بین باغات معنی‌دار نبوده است (جدول ۱). بر اساس طبقه‌بندی وایلدینگ (Wilding, 1985) خصوصیات خاک با ضریب تغییرات کم‌تر از ۱۵ درصد، ۱۵ تا ۳۵ درصد و بیشتر از ۳۵ درصد به ترتیب دارای تغییرپذیری کم، متوسط و زیاد هستند. به این ترتیب pH دارای تغییرپذیری کم، درصد رس دارای تغییرپذیری متوسط و سایر خصوصیات مورد بررسی دارای تغییرپذیری زیاد می‌باشند. Vasu و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی در هند به این نتیجه دست یافتند که کمترین مقدار ضریب تغییرات مربوط به pH می‌باشد. همچنین، افشار و همکاران (۱۳۸۸) و حسین‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) نیز در مورد pH خاک، کمترین مقدار ضریب تغییرات را به دست آوردند. به طور کلی pH خاک از ویژگی‌های پایدار خاک به شمار می‌رود (Bouma and Pinke, 1993) و به همین دلیل از تغییرپذیری کمی برخوردار است.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس یک طرفه بین ویژگی‌های خاک و عملکرد باغات

پارامترها	منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
پ‌هاش	باغات	۲	۲/۷۶	۲۸/۲۴ **
	خطای آزمایشی	۶۳	۰/۰۹۸	-
	ضریب تغییرات (درصد)	۶/۵۵	-	-
فسفر (mg/kg)	باغات	۲	۱۷۷/۳۷	۰/۲۹ ns
	خطای آزمایشی	۶۳	۵۹۶/۶۱	-
	ضریب تغییرات (درصد)	۴۹/۷۲	-	-
پتاسیم (mg/kg)	باغات	۲	۱۰۷۴۶۱/۰۲	۱۷/۰۲ **
	خطای آزمایشی	۶۳	۶۳۱۰/۵	-
	ضریب تغییرات (درصد)	۴۰/۰۵	-	-
رس (درصد)	باغات	۲	۴۲/۸۲	۲/۰۷ ns
	خطای آزمایشی	۶۳	۲۰/۶۱	-
	ضریب تغییرات (درصد)	۲۱/۵۱	-	-
عملکرد (kg/ha)	باغات	۲	۱۳۶۴۱۶۸۲/۶۰	۵/۷۷ **
	خطای آزمایشی	۲۸	۲۳۶۲۶۱۳/۸۹	-
	ضریب تغییرات (درصد)	۴۵/۵۶	-	-

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح یک درصد.

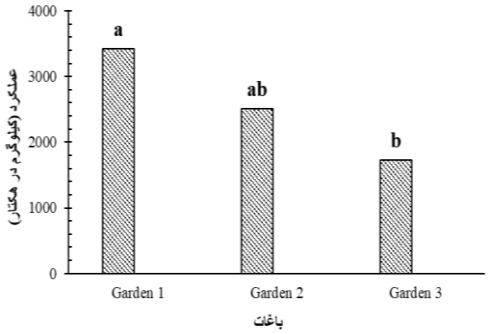
برای متغیرهای شن و سیلت به دلیل برقرار نبودن فرض یکنواختی واریانس‌ها، بجای ANOVA از آزمون کروسکال-والیس استفاده شد. نتایج آزمون کروسکال-والیس نشان داد، بین باغات از لحاظ میزان شن و سیلت اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد وجود دارد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج آزمون کروسکال-والیس برای شن و سیلت

پارامترها	منبع تغییرات	درجه آزادی	Chi-squares
شن	باغات	۲	۳۱/۱۷ **
سیلت	باغات	۲	۲۸/۶۰ **

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح یک درصد.

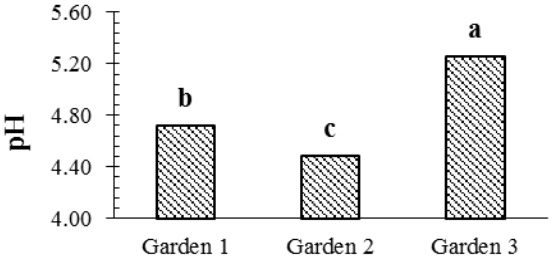
مقایسات میانگین با استفاده از آزمون توکی بین عملکرد باغات چای در سطح ۱ درصد انجام شد. نتایج مقایسات میانگین برای عملکرد این باغات نشان داد که اختلاف بین باغ ۲ (باغ پسیخان) و۳ (باغ سنگبیجار) غیر معنی‌دار و اختلاف بین باغ ۲(پسیخان) و ۱ (باغ معین) هم غیر معنی‌دار می‌باشد، اما اختلاف بین باغ ۱ (معین) و ۳ (سنگبیجار) معنی‌دار است. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد (۳۴۲۰ kg/ha) مربوط به باغ معین و کمترین عملکرد (۱۷۳۰ kg/ha) مربوط به باغ سنگبیجار می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه میانگین عملکرد

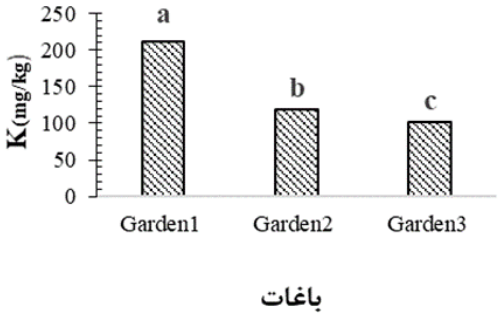
(۱؛ باغ معین، ۲؛ باغ پسیخان و ۳؛ باغ سنگبیجار)

نتایج مقایسه میانگین توکی در سطح ۵ درصد برای pH نشان داد که بالاترین مقدار pH مربوط به باغ شماره ۳ (باغ سنگبیجار) به میزان ۵/۲ و کمترین مقدار آن به باغ شماره ۲ (پسیخان) به میزان ۴/۴ می‌باشد (شکل ۲). نتایج مقایسه میانگین مقدار pH باغ‌های متفاوت نشان داد که باغ ۳ (سنگبیجار) با بیشترین مقدار pH از کمترین میزان عملکرد برخوردار بوده است. نتایج پژوهش Dutta و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که pH به عنوان تأثیر گذارترین و مهم‌ترین ویژگی خاک بر عملکرد چای در شمال شرق هند می‌باشد. نتایج مقایسات میانگین توکی در سطح ۵ درصد برای پتاسیم نشان داد که بالاترین مقدار پتاسیم مربوط به باغ شماره ۱ (باغ معین) به میزان ۲۱۱/۷۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کمترین مقدار آن به باغ شماره ۳ (باغ سنگبیجار) به میزان ۱۰۲/۴۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم مربوط می‌باشد (شکل ۳). Ruan و همکاران (۲۰۱۳) افزایش عملکرد چای در مقادیر بیشتر پتاسیم خاک را گزارش کردند. به دلیل برداشت غنچه و برگ‌های جوان چای، مقادیر زیادی پتاسیم به این طریق از خاک خارج می‌شود و به دنبال آن نیاز گیاه چای به پتاسیم افزایش می‌یابد. مقدار واکنش خاک ارتباط نزدیکی با تجزیه مواد آلی خاک دارد و معمولاً با افزایش تجزیه مواد آلی در خاک، کاهش واکنش خاک انتظار می‌رود. با توجه به اینکه در فصل‌های بهار و تابستان، درجه حرارت و رطوبت در باغ‌های چای مورد مطالعه از وضعیت مطلوبی برخوردار بوده است؛ در نتیجه تجزیه مواد آلی به خوبی انجام شده و منجر به تولید اسیدهای آلی و در نتیجه کاهش واکنش خاک شده است. به علاوه تراوشات گسترده اسیدهای آلی از ریشه‌های گیاه چای و مقدار CO_2 آزاد شده از ریشه‌ها می‌تواند علت مقادیر کمتر واکنش خاک در مناطق با عملکرد بیشتر باشد (Wang و همکاران، ۲۰۱۰).



شکل ۲- مقایسه میانگین pH خاک باغات مورد مطالعه

(۱؛ باغ معین، ۲؛ باغ پسیخان و ۳؛ باغ سنگبیجار)



شکل ۳- مقایسه میانگین پتاسیم خاک باغات مورد مطالعه

(۱؛ باغ معین، ۲؛ باغ پسیخان و ۳؛ باغ سنگبیجار)

نتیجه‌گیری

نتایج کلی این تحقیق نشان داد اختلاف بین باغات با عملکرد متفاوت از نظر pH، پتاسیم، شن و سیلت معنی‌دار می‌باشد که از بین ویژگی-های مورد مطالعه در باغات چای مورد بررسی، مقدار پتاسیم و pH بیشترین تأثیر را در عملکرد باغات چای مورد مطالعه دارد که دلیل آن می‌تواند ناشی از درجه حرارت و رطوبت زیاد باغات چای مورد مطالعه در فصل بهار و تابستان باشد که در نتیجه تجزیه مواد آلی، منجر به تولید اسیدهای آلی و در نتیجه کاهش واکنش خاک شده است. به علاوه تراوشات گسترده اسیدهای آلی از ریشه‌های گیاه چای و مقدار CO_2 آزاد شده از ریشه‌ها می‌تواند علت مقادیر کمتر pH خاک در مناطق با عملکرد بیشتر باشد. همچنین برداشت غنچه و برگ‌های جوان چای، باعث خروج مقادیر زیاد پتاسیم از خاک و به دنبال آن افزایش نیاز گیاه چای به پتاسیم می‌شود.

منابع

افشار، ح.، صالحی، م.ح. و جهانگرد، م. ۱۳۸۸. تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های خاک و عملکرد گندم آبی در یک نقشه تناسب کمی (مطالعه موردی: منطقه شهرکیان، استان چهار محال و بختیاری). آب و خاک. جلد ۲۳، شماره ۱. ۱۶۱-۱۷۲.

گزارش صنعت چای کشور. ۱۳۹۵. وزارت جهاد کشاورزی.

حسین زاده، ن.، صالحی، م.ح. و جهانگرد، م. ۱۳۹۳. اثر تراکم نمونه‌برداری بر دقت تخمین برخی از ویژگی‌های خاک در دشت شهرکرد. آب و خاک. جلد ۲۸، شماره ۳. ۱۹۰-۲۰۲.

Bouma J. and Finke P.A. 1993. Origin and nature of soil resource variability. In: Robert P.C., Rust R.H. and Larson W.E. (Eds.), Soil Specific Crop Management. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, pp. 3-14.

Carr, M.K.V. 2010a. The role of water in the growth of the tea (Camellia sinensis L.) crop: asynthesis of research in eastern Africa. 1. Water relations. Exper. Agric. 46: 3. 327-349.

Cheruiyot, E.K., Mumeraa, L.M., Ng'etichb, W.K., Hassanalic, A. and Wachirad, F.N. 2010. High fertilizer rates increase susceptibility of tea to water stress. J. Plant Nutr.33: 1. 115-129.

Dutta, R., Stein, A. and Bhagat, R.M., 2011. Integrating satellite images and spectroscopy to measuring green and black tea quality. Food chemistry, 127(2), pp.866-874.

Gee, G.W. and Or, D. (2002), "Particle-size analysis.In: Dane, J. H.and Topp, G. C. (Eds.)", Methods of Soil Analysis, Part 4- Physical Methods. Agronomy Monograph, vol. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, 255-293.

Neal, M., Khademi, H. and Hajabbasi, M.H., (2004), "Response of soil quality indicators and their spatial variability to land degradation in central Iran", Applied Soil Ecology, Vol. 27, pp 221232.

Owuor, P.O. and Bowa, O.K. 2012. Quality and yields of black tea camellia sinensis L. O. Kuntze in responses to harvesting in Kenya: a review. Asian J. Biol. Life Sci. 1: 1. 1-7.

Owuor, P.O., Kamau, D.M., Kamunya, S.M., Msomba, S.W., Uwimana, M.A., Okal, A.W. and Kwach, B.O. 2011. Effects of genotype, environment and management on yields and quality of black tea. Genetics, Biofuels and Local Farming Systems. 7: 277-307.

Vasu, d., Singh, S., Ray, S., Tiwary, P., Chandran, P., Nimkar, A. and Anantular, S. 2016. Soil Quality index (SQI) as a tool to evaluate crop productivity in semi-arid Deecan platcun, India. Geoderma 282: 70-79.

Wang H., Xu R.K., Wang N. and Li X.H. 2010. Soil acidification of Alfisols as influenced by tea cultivation in Eastern China. Pedosphere, 20 (6): 799–806.

Wilding, L.P. 1985. Spatial variability its documentation, accommodation and implication to soil survey. P: 166-194. In D, R. Nielsen and J. Bouma (Eds.). Soil Spatial Variability, Pudoc, Wagenigen, the Netherlands

Ruan, J., Ma, L. and Shi, Y., 2013. Potassium management in tea plantations: Its uptake by field plants, status in soils, and efficacy on yields and quality of teas in China. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 176(3), pp.450-459.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

The study of some soil physical and chemical properties in tea gardens with different productivity

(Case study: Fuman, Guilan province)

Fayyaz, H [*1], Yaghmaeian Mahabadi, N.[2], Saburi, A.[3], Shirinfekr, A. [4]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Guilan, Iran

[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Guilan, Iran

[3] Assistant Prof., Production Engineering and Plant Genetics Department, Faculty of Agriculture University of Guilan, Iran

[4] Research Instructor, Tea Research Center of Iran, AREEO, Lahijan, Iran

Abstract

Tea is one of the most important agricultural products in the north region. Physical and chemical properties of soil have a significant effect on yield of tea green leaves .In this regard, this research was conducted with the purpose of considering the effect of soil physical and chemical properties on tea yield in three gardens with different productivity in Fuman of Guilan province. Soil physical and chemical properties were measured in the laboratory after sampling of soil and green leaves in spring. The quantity of tea green leaves yield was obtained by using tea average yield determination method (fresh weight), including a bud and two terminal leaves in three consecutive harvest in the 4 m^2 plot. The variance of analysis of soil characteristics (P value < 0.001) results showed that, the difference between the gardens in pH, potassium, sand and silt was significant; also, the comparison of average yield of tea gardens showed that the difference between garden 1 (Moein) and garden 3 (Sangbijar) is significant. The highest pH is related to garden 3 (sangbijar) which has the lowest yield (1730 Kg/ha); also, the highest measure of potassium is related to garden1 (Moein) that has the highest yield (3420 Kg/ha). So, study of soil properties in tea gardens can be useful in identifying the main sources of yield variation to achieve the principles of sustainable and precision agriculture.

Keywords: pH, Potassium, Variation, Yield of tea

[*] Corresponding author, Email: haura.fayaz7264@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

حور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار

تاثیر برخی اصلاح‌کننده‌ها بر آب‌گریزی و پایداری ساختمان خاک

سیران پروندی[۱*]، محمد رضا مصدقی[۲]، مهران شیروانی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۲] استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۳] دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

یکی از روش‌های حفاظت خاک، استفاده از اصلاح‌کننده‌ها است که پایداری خاکدانه‌ها را از طریق کاهش پراکندگی رس‌ها و افزایش نیروهای چسبندگی بین ذرات خاک افزایش می‌دهد. بنابراین کاربرد اصلاح کننده‌ها باعث بهبود شرایط فیزیکی خاک شده و در نتیجه موجب افزایش رشد گیاه می‌شود. در پژوهش حاضر اثر ۴ نوع اصلاح‌کننده در دو غلظت (۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر) بر شاخص آب‌گریزی، جذب‌پذیری آب، جذب‌پذیری اتانول، زاویه تماس آب-خاک و درصد خاکدانه‌های پایدار در آب (WSA) دو نوع خاک (لوم رسی و لوم شنی) بررسی شد. نتایج نشان داد اصلاح‌کننده‌های ارتوفسفات و پلی‌اکریل آمید بر شاخص آب‌گریزی و زاویه تماس آب-خاک اثرگذار بودند. همچنین اثر بافت خاک و برهم‌کنش غلظت و نوع اصلاح‌کننده بر درصد خاکدانه‌های پایدار معنی‌دار شد به طوری که بیش‌ترین مقدار WSA در خاک لوم رسی و کمترین مقدار آن مربوط به خاک لوم شنی بود. اثر برهم‌کنش خاک × غلظت، خاک × اصلاح‌کننده، غلظت × اصلاح‌کننده و خاک × غلظت × اصلاح‌کننده بر جذب‌پذیری آب و اتانول و شاخص آب‌گریزی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود.

کلمات کلیدی: اصلاح‌کننده، جذب‌پذیری آب، جذب‌پذیری اتانول، آب‌گریزی خاک.

مقدمه

پایداری ساختمان خاک یکی از فاکتورهای اساسی در پیش‌گیری از تخریب فیزیکی خاک است (Lipiec و همکاران ۲۰۱۵). یک خاک خوب خاکی است که بارش‌ها را جذب کند، دارای گنجایش نگه‌داشت و آب قابل دسترس زیادی برای گیاه باشد که به آسانی زه‌کشی شود و هوازی باقی بماند و ریشه‌های گیاه به آسانی در آن نفوذ کند. چنین خاکی دارای تخلخل زیاد و توزیع اندازه منافذ گسترده‌ای است. خاک باید ساختمانی پایدار داشته باشد تا در برابر نیروهای متأثر از قطرات باران و ماشین‌های کشاورزی مقاومت کند (Hardie و همکاران ۲۰۱۴). پلی‌اکریل آمید (PAM) آنیونی برای جلوگیری از تشکیل سله، روان‌آب و فرسایش در طیف وسیعی از خاک‌ها است. PAMهای خطی محلول در آب موثرترند زیرا آن‌ها خاکدانه‌ها را پایدار کرده، از پراکندگی رس جلوگیری نموده و هم‌آوری ذرات رس خاک را بهبود می‌بخشند (Mamedov و همکاران ۲۰۰۷). کاربرد پلی‌اکریل آمید (PAM) با وزن مولکولی زیاد (۱۰-۱۵ میلیون گرم بر مول) و بار منفی متوسط برای برقراری ثبات و پایداری در سطح خاک و کاهش روان‌آب و فرسایش خاک، در پژوهش‌های آزمایشگاهی و صحرایی گزارش شده است (Albogami و همکاران ۲۰۱۴). لایه‌های اسید هومیک (HA) چسبنده پل‌های بین ذرات رس خاک و مواد آب‌گریز تشکیل می‌دهند، و اسید هومیک موجود در ماده آلی ممکن است باعث بهبود خاکدانه سازی شود (Mamedov و همکاران ۲۰۱۶). این اسیدها، فعال‌ترین پروتئین مواد آلی خاک هستند که توسط تجزیه میکروبی بسترهای مختلف آلی تولید می‌شوند. اسیدهای هومیک بر اساس اندازه به بسترهای با وزن مولکولی کم و زیاد تقسیم می‌شوند (Pramanik و همکاران ۲۰۱۴). معمولاً از اسید هومیک برای اصلاح خاک و بهبود رشد گیاهان استفاده می‌شود (Vargas و همکاران ۲۰۱۶). اسید فیتیک یک آنتی‌اکسیدان گیاهی طبیعی است که ۵-۱ درصد وزنی بیش‌تر غلات، آجیل، حبوبات، و دانه‌های روغنی را تشکیل می‌دهد. فیتات یک ترکیب ذخیره‌کننده معدنی مهم در بذرها و نمک کاتیونی ترکیب شده اسید فیتیک است (Lott و همکاران ۲۰۰۰). مقدار اسید فیتیک دانه، یکی از عوامل تعیین‌کننده قابلیت جذب عناصر کم‌مصرف مانند روی و آهن برای انسان است. به همین دلیل برای مصرف‌کنندگان غلات، علاوه بر غلظت عناصر کم-مصرف مانند روی و آهن، مقدار اسید فیتیک دانه نیز اهمیت دارد (ملکوتی و همکاران ۱۳۸۷). یکی از اشکال مهم فسفات، ارتوفسفات ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}) است که طی فرآیندهای طبیعی حاصل می‌شود، اما بطور عمده از طریق فاضلاب‌های تصفیه‌نشده یا ناقص تصفیه‌شده، از پساب‌ها و یا روان‌آب‌های کشاورزی و آبزی‌پروری و استفاده از انواع کودهای فسفردار حاصل می‌شود. اگرچه جلبک‌ها و گیاهان عناصر کلیدی در انتقال فسفات به جانداران هستند اما اهمیت اصلی فسفر به نقش آن در رشد

* ایمیل نویسنده مسئول: s.parvandi@ag.iut.ac.ir

جانداران مربوط می‌شود. به طور کلی فسفر به صورت ارتوفسفات عامل محدودیت رشد جانداران در سیستم‌های آب شیرین است، زیرا تمام آن مصرف شده و رشد تولیدکنندگان متوقف می‌شود (Tunney و همکاران ۱۹۹۷).

با توجه به اهمیت کاربرد اصلاح کننده‌ها برای بهبود ساختمان و شرایط فیزیکی خاک، در پژوهش حاضر اثر ۴ نوع اصلاح‌کننده در دو غلظت بر آب-گریزی و پایداری ساختمان دو نوع خاک (لوم رسی و لوم شنی) بررسی شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به صورت آزمایشگاهی انجام شد. در این پژوهش اثر برخی اصلاح کننده‌ها در دو غلظت مشخص بر ویژگی‌های فیزیکی دو خاک با بافت لوم شنی و لوم رسی بررسی شد. نمونه‌های خاک‌های مورد بررسی از لایه ۲۰-۰ سانتی‌متری از شهرستان تیران در استان اصفهان با مختصات جغرافیایی ۴۶.۳ ´۱۳ °۵۱ طول شرقی و ۴۰۲۰ °۳۲ طول شمالی برای خاک لوم شنی و مختصات جغرافیایی ۲۱.۷ ´۰۶ °۵۱ طول شرقی و ۴۴۳۲.۴ °۳۲ عرض شمالی برای خاک لوم رسی برداشت شد. شهرستان تیران دارای آب و هوای بیابانی و نیمه‌بیابانی، تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد است. میزان بارندگی سالانه شهرستان ۲۵۶ میلی متر در سال و میانگین دمای منطقه ۱۵/۸ درجه سلسیوس است.

تیمارهای مورد بررسی شامل بافت خاک در ۲ سطح (لوم شنی و لوم رسی)، نوع اصلاح‌کننده در ۴ سطح شامل پلی‌اکریل آمید، اسید هومیک، اسید فیتیک، ارتوفسفات و غلظت اصلاح‌کننده در ۲ سطح ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر بر اساس منابع مورد استفاده قرار گرفت. اصلاح‌کننده‌ها به صورت محلول با غلظت‌های ذکرشده به خاک‌های عبوری از الک ۲ میلی‌متر افزوده شده و به مدت ۲ ماه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس انکوباسیون شد. برای یکسان‌سازی شرایط رطوبتی خاک‌ها در حین اعمال تیمارهای اصلاحی و دوره انکوباسیون، وضعیت رطوبتی خاک‌ها در پتانسیل ماتریک یکسان (ظرفیت زراعی یا FC) تنظیم شد. سپس آب‌گریزی خاک و درصد خاکدانه‌های پایدار در آب در پایان دوره انکوباسیون اندازه‌گیری شد. آزمایش به صورت فاکتوریل سه‌فاکتوره در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. مقایسه میانگین‌ها به روش LSD انجام شد. نرم‌افزارهای مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها شامل SAS نسخه ۹.۴ ، SPSS و Excel بود.

اندازه‌گیری آب‌گریزی خاک

برای اندازه‌گیری آب‌گریزی خاک از دستگاه ریزنفوذسنج آزمایشگاهی و روش جذب‌پذیری ذاتی استفاده شد. اساس اندازه‌گیری آب‌گریزی خاک توسط این دستگاه، تفاوت در جذب‌پذیری (نفوذ) آب و اتانول توسط خاک در ابتدای فرآیند نفوذ است؛ بنابراین نمونه‌های خاک به صورت کاملاً دست‌نخورده، ابتدا درون آون با دمای ۴۰ درجه سلسیوس خشک شده و سپس جذب‌پذیری آب نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و دوباره نمونه‌ها خشک شده و سپس جذب-پذیری اتانول اندازه‌گیری شد. در بازه زمانی ابتدایی فرآیند نفوذ (۰ تا ۱۸ ثانیه که هر ۵ ثانیه در اثر کاهش وزن آب و اتانول ناشی از جذب توسط خاک یادداشت می‌شود) جریان بیش‌تر تحت تأثیر گرادیان ماتریک صورت می‌پذیرد و اثر ثقل اهمیت کمی دارد. پارامتر مؤثر بر نفوذ ابتدایی، جذب‌پذیری خاک است که از طریق دبی جریان ماندگار مایع (آب یا اتانول) در مدت زمان کوتاه نفوذ با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه شد:

$$S = \sqrt{\frac{Qf}{4br}} \qquad (۱)$$

که در آن Q دبی جریان ماندگار مایع، b برابر ۰/۵۵، r شعاع انتهای لوله نفوذسنج در تماس با خاک (cm) و f تخلخل پر از هوای خاک (تخلخل کل در شرایط خشک) است. تیلمن و همکاران (۱۹۸۹) شاخص R (شاخص آب‌گریزی) را برای ارزیابی آب‌گریزی خاک پیشنهاد کردند. این شاخص، از طریق اندازه‌گیری جذب‌پذیری آب (S_W) و اتانول (S_E) و با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$R = 1.95\frac{S_E}{S_W} \qquad (۲)$$

ثابت ۱/۹۵ در معادله فوق به دلیل تفاوت کشش سطحی و گران‌روی بین آب و اتانول در نظر گرفته شده است. اتانول به دلیل کشش سطحی کم و غیرقطبی‌بودن، مستقل از آب‌گریزی خاک، در تمامی خاک‌ها نفوذ می‌کند. از این‌رو جذب‌پذیری اتانول از تخلخل و توزیع اندازه و اعوجاج منافذ خاک تأثیر می‌پذیرد. در خاک‌های کاملاً آب‌دوست، R برابر واحد است. با افزایش آب‌گریزی خاک، به دلیل کاهش S_W، شاخص آب‌گریزی، افزایش می‌یابد. همچنین زاویه تماس آب-خاک، با افزایش آب‌گریزی خاک افزایش می‌یابد. زاویه تماس آب-خاک (β) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\beta = \arccos\left(\frac{1}{R}\right) \qquad (۳)$$

تعیین پایداری ساختمان خاک به روش الک تر

اندازه‌گیری خاکدانه‌های پایدار در آب به روش تک-الکی پیشنهادی کمپر و کوچ (۱۹۸۶) انجام شد. بدین منظور ۴ گرم خاک عبور داده شده از الک ۱ میلی‌متری روی الک‌های با اندازه چشمه ۰/۲۵ میلی‌متری ریخته شد. الک‌ها به مدت سه دقیقه در آب تکان داده شده، سپس ذرات باقی‌مانده روی الک (خاکدانه‌های پایدار در آب و ذرات شن) در آون خشک شده و وزن شد. سپس نمونه‌های خشک‌شده مجدداً روی الک‌های ۰/۲۵ میلی‌متری ریخته شد و در این مرحله خاکدانه‌ها با تکان‌دادن الک‌ها به مدت ۵ دقیقه در محلول کالگون خرد شده و از الک عبور داده شدند؛ بنابراین ذرات خاک باقی‌مانده روی الک (ذرات شن) مجدداً در آون خشک شده و وزن شد. در نهایت درصد خاکدانه‌های پایدار در آب (WSA) از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\%WSA= (M_{a+s}–M_s) /(M_t–M_s) \quad (۴)$$

که در این رابطه M_{a+s} جرم خاکدانه‌های پایدار در آب + ذرات شن، M_s جرم ذرات شن، و M_t جرم اولیه خاک (۴ گرم) است.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد اثر خاک، غلظت، اصلاح‌کننده‌ها، و برهم‌کنش خاک×غلظت، خاک×اصلاح‌کننده، غلظت ×اصلاح‌کننده و غلظت×اصلاح‌کننده×خاک بر جذب‌پذیری آب و اتانول معنی‌دار شد. ولی اثر معنی‌دار بر شاخص آب‌گریزی و زاویه تماس آب-خاک مشاهده نشد. همچنین اثر خاک و برهم‌کنش غلظت×اصلاح‌کننده بر درصد خاکدانه‌های پایدار در آب به ترتیب در سطوح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار شد.

نتایج مقایسه میانگین اثرهای اصلی (جدول ۱) دو خاک لوم رسی و لوم شنی در دو غلظت ۱۰ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر نشان داد که بیش‌ترین مقادیر S_W، S_E و β در خاک لوم رسی مشاهده شد. اما پژوهش Mamedov و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد خاک‌های درشت‌بافت بیش از خاک‌های ریزبافت تحت تاثیر اصلاح‌کننده‌ها قرار گرفتند. بیش‌ترین مقدار S_W در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد و مقادیر S_E، β و R در این غلظت دارای کم-ترین مقادیر بودند. در غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر مقادیر S_E، β و R دارای بیش‌ترین مقادیر و S_W کم‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند. مقایسه میانگین بین ۴ اصلاح‌کننده اسید هومیک، اسید فیتیک، ارتوفسفات و پلی‌اکریل آمید نشان داد که تیمارهای اسید هومیک و اسید فیتیک دارای بیش-ترین مقادیر S_W، S_E، β و R هستند اما بین این دو اصلاح‌کننده از نظر پارامترهای بررسی‌شده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. اصلاح‌کننده‌های ارتوفسفات و پلی‌اکریل آمید دارای کم‌ترین مقادیر S_W و S_E بودند که با اصلاح‌کننده‌های اسید هومیک و اسید فیتیک اختلاف معنی‌داری نشان دادند. ترکیب اصلی آلی فسفر در خاک اسید فیتیک است [PA; C6H6(H2PO4)6] که ۶۰ درصد آن را تشکیل می‌دهد. جذب اسید فیتیک توسط مواد معدنی رس بیش‌تر از ارتوفسفات است. بنابراین انتظار می‌رود که کاربرد اسید فیتیک پراکندگی رس را کاهش داده و پایداری خاکدانه‌ها را افزایش دهد (Bar-Yosef, 2003 ؛Celi et al., 1999).

بیش‌ترین مقدار WSA در خاک لوم رسی و کم‌ترین مقدار آن مربوط به خاک لوم شنی مشاهده شد. ولی بین غلظت‌های مختلف و همچنین اثر اسید هومیک، اسید فیتیک، ارتوفسفات و پلی‌اکریل آمید بر WSA از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. PAM ذرات معلق در خاک را به هم می-چسباند و از تخریب خاکدانه‌های سست جلوگیری می‌نماید. پلیمرهای قابل حل در آب همانند PAM عموماً برای بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک از جمله هدایت هیدرولیکی، تخلخل، ظرفیت نگهداری آب، کاهش فرسایش و کاهش استحکام و مقاومت سله مفید شناخته شده‌اند (Nishihara ۲۰۰۱و Unger ۱۹۸۴). میزان تاثیر مثبت پلیمرها بر وضعیت فیزیکی خاک وابسته به نوع پلیمر، وزن مولکولی، مقدار و روش مصرف آن، نوع بافت خاک، کانی-های رسی و وضعیت خاک در هنگام مصرف پلیمرها است (Miller و همکاران ۱۹۷۰).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرهای اصلی بافت خاک، غلظت و نوع اصلاح‌کننده بر جذب‌پذیری آب (S_W، سانتی‌متر بر جذر ثانیه) و اتانول (S_E، سانتی‌متر بر جذر ثانیه)، شاخص آب‌گریزی خاک (R)، زاویه تماس آب-خاک (β، درجه) و درصد خاکدانه‌های پایدار در آب (WSA).

تیمارها	S_W	S_E	R	β	WSA
خاک لوم رسی	۰/۰۴۳۱^{a}	۰/۰۴۳۰^{a}	۲/۰۴^{b}	۶۰/۲^{a}	۳۸/۳^{a}
خاک لوم شنی	۰/۰۳۳۳^{b}	۰/۰۳۷۰^{b}	۲/۲۰^{a}	۶۱/۷^{a}	۳۲/۷^{a}
غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر	۰/۰۳۸۶^{a}	۰/۰۳۸۲^{b}	۱/۹۴^{b}	۵۸/۴^{b}	۳۵/۱^{a}
غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر	۰/۰۳۵۹^{b}	۰/۰۴۱۷^{a}	۲/۳۰^{a}	۶۳/۶^{a}	۳۵/۹^{a}
اسید هومیک	۰/۰۴۱۵^{a}	۰/۰۴۲۵^{a}	۲/۰۰^{a}	۵۹/۶^{a}	۳۵/۸^{a}
اسید فیتیک	۰/۰۴۰۶^{a}	۰/۰۴۴۰^{a}	۲/۱۴^{a}	۶۱/۶^{a}	۳۴/۸^{a}
ارتو فسفات	۰/۰۳۳۸^{b}	۰/۰۳۷۱^{b}	۲/۱۷^{b}	۶۱/۵^{a}	۳۴/۵^{a}
پلی اکریل آمید	۰/۰۳۳۱^{b}	۰/۰۳۶۵^{b}	۲/۱۷^{b}	۶۱/۳^{a}	۳۶/۹^{a}

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که اصلاح‌کننده‌ها جذب‌پذیری آب و جذب‌پذیری اتانول را تحت تاثیر قرار دادند به طوری که اصلاح‌کننده اسید هومیک و اسید فیتیک به عنوان اثرگذارترین اصلاح‌کننده بر جذب‌پذیری آب و جذب‌پذیری اتانول در هر دو نوع بافت خاک در دو غلظت متفاوت شناخته شدند و اصلاح‌کننده‌های ارتوفسفات و پلی‌اکریل آمید اثرگذارترین عامل بر شاخص آب‌گریزی و زاویه تماس آب-خاک بودند. بیش‌ترین مقدار WSA در خاک لوم رسی و کم‌ترین مقدار آن در خاک لوم شنی مشاهده شد. همچنین بین غلظت‌های مختلف و همچنین اثر اسید هومیک، اسید فیتیک، ارتوفسفات و پلی‌اکریل آمید از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

منابع

ملکوتی، م. ج.، کشاورز، پ. و کریمیان، ن. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. چاپ هفتم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران. ۷۵۵ ص.

Albogami, B., Hodson, M., E. and Black, S. 2014. Application of Pb isotopes to track the sources and routes of metal uptake in the earthworm Eisenia fetida. Eurasian J. Soil Sci. 3, 230–37.

Bar-Yosef, B. 2003. Phosphorus dynamics. In Handbook of processes and modeling in the soil–plant system, Denbi DK, Neider R (eds). The Haworth Press Inc.: Binghamton, NY, USA; 483–523.

Celi, L., Lamacchia, S., Ajmone, M.F., Barberis, E. 1999. Interaction of inositol hexa -phosphate on clays: adsorption and charging phenomena. Soil Sci. 164, 574–585.

Hardie, M., Clothier, B., Bound, S., Oliver,G. and Close, D. 2014. Does biochar influence soil physical properties and soil water availability? Plant Soil. 376, 347–361.

Kemper, W. D., and Rosenau, R. C. 1986. Aggregate stability and size distribution. pp. 425–442. In: A. Klute (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA/SSA, Madison. WI.

Lipiec, J., Turski, M., Hajnos, M. and Świeboda, R. 2015. Pore structure, stability and water repellency of earthworm casts and natural aggregates in loess soil. Geoderma. 243, 124–129.

Lott, J. N., Ockenden, I., Raboy, V. and Batten, G. D. 2000. Phytic acid and phosphorus in crop seeds and fruits: a global estimate. Seed Sci. Res. 10, 11–33.

Mamedov, A. I., Bar-Yosef, B., Levkovich, I., Rosenberg, R., Silber, A., Fine, P. and Levy, G. J. 2016. Amending soil sludge, manure, humic acid, orthophosphate and phytic acid: effects on infiltration, runoff and sediment loss. Land Degrad. Develop. 27, 1629–1639.

Mamedov, A.I., Bar-Yosef, B., Levkovich, I., Rosenberg, R., Silber, A., Fine, P., Levy, G.J. 2014. Amending soil with sludge, manure, humic acid, orthophosphate and phytic acid: effects on aggregates stability. Soil Res. 52, 317–326.

Mamedov, A. I., Shainberg, I., Skidmore, E. L. and Levy, G. J. 2007. Polyacrylamide molecular weight and phosphogypsum effects on infiltration and erosion in semi-arid soils. In: Proceedings of the International Soil Conservation Organization Conference Proceedings. pp. 18–23.

Miller, D. E., Gifford, R. O. 1970. Modification of soil crusts for plant growth. Agric. 214, 321–323.

Nishihara, R. Shock, C. 2001. Benefits and costs of applying polyacrylamide (PAM) in irrigated furrow. Malhour experiment station, Oregon State University, Oregon.

Pramanik, P. and Kim, P. J. 2014. Fractionation and characterization of humic acids from organic amended rice paddy soils. Sci. Total Environ. 466, 952–956.

Tunney, H., Carton, O.T., Brookes, P.C., and Johnston, A. E. 1997. Phosphorus loss from soil to water. CAB International, 467 pp.

Unger, P. W. 1984. Tillage effects on surface soil physical conditions and sorghum emergence. Soil Sci. Soc. Am. J. 48, 1423–1432.

Vargas, C., Pérez-Esteban, J., Escolástico, C., Masaguer, A. and Moliner, A. 2016. Phytoremediation of Cu and Zn by vetiver grass in mine soils amended with humic acids. Environ. Sci. Pollut. Res. 23, 1–10.

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Management

Effect of selected amendments on soil water repellency and structural stability

Sayran Parvandi [1,*], Mohammad Reza Mosaddeghi [2], Mehran Shirvani [3]

[1] M.Sc. Student, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

[2] Prof., Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

[3] Assoc. Prof., Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Abstract

One of the methods of soil conservation is the use of amendments that would increase the aggregate stability by reducing the clay dispersion and increasing cohesive forces between the soil particles. Therefore, the use of amendments may improve soil physical conditions and thus increases the plant growth. In the present study, the effects of four soil amendments with two concentrations (i.e., 10 and 20 mg/L) were investigated on the water repellency index, water sorptivity, ethanol sorptivity, soil-water contact angle, and percent of water-stable aggregates (WSA) of two soil types (i.e., clay loam and sandy loam). The results showed that orthophosphate and polyacrylamide were identified as effective on the water repellency index and soil-water contact angle. Moreover, the effects of soil texture and the interaction of concentration and amendments type on the percentage of water-stable aggregates were significant. The highest and lowest values of WSA were observed in the clay loam and sandy loam soils, respectively.

Keywords: Amendment, Water sorptivity, Ethanol sorptivity, Soil water repellency

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

اثر گونه های اهلی و وحشی گلرنگ بر برخی ویژگی‌های خاک تحت تنش خشکی

مریم زارع[1*]، محمدرضا مصدقی[2]، آقافخر میرلوحی[3]

[1] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[2] استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[3] استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر گونه‌های اهلی و وحشی گلرنگ و نتاج حاصل از آن‌ها بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (رس قابل پراکنش، کربن آلی، کربوهیدرات محلول در آب داغ، درصد خاکدانه‌های پایدار در آب، تنفس میکروبی پایه و نیتروژن کل) تحت تیمارهای تنش خشکی در ستون‌های خاک و در فضای آزاد انجام شد. تیمارهای تنش خشکی بر اساس بیشینه تخلیه مجاز (MAD) شامل تنش خفیف (MAD برابر ۵۰ درصد)، تنش متوسط (MAD برابر ۷۰ درصد) و تنش شدید (MAD برابر ۹۰ درصد) اعمال شدند. در این پژوهش نه ژنوتیپ گلرنگ از سه گروه شامل یک ژنوتیپ اهلی، دو ژنوتیپ وحشی و شش ژنوتیپ از نتاج حاصل از تلاقی آنها، مورد استفاده قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی با سه تکرار با کشت درون هیدروفلوم انجام شد. پس از گذشت هشت ماه، گیاهان برداشت شده و ریشه گیاه و خاک داخل ستون‌ها نیز برای اندازه‌گیری‌ها خارج شدند. مقادیر کربن آلی خاک تحت سطوح تنش خشکی نشان می‌دهد که ریشه گیاه گلرنگ در سطح تنش متوسط میزان ترشح ترکیبات آلی بیش‌تری در خاک آزاد کرده و ریزوسفر بیش‌ترین میزان کربن آلی خاک را داشت. بیش‌ترین مقدار تنفس میکروبی پایه خاک در سطح تنش متوسط اندازه‌گیری شد. اعمال تنش خشکی موجب افزایش میزان کربوهیدرات‌ها در خاک شد به طوری که در تنش‌های متوسط و شدید نسبت به تنش خفیف افزایش معنی‌داری یافت. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های والدینی گلرنگ (*C. tinctorius*، *C. oxyacanthus* و *C. palestinus*) تأثیر مثبت بیشتری بر کیفیت فیزیکی خاک داشتند.

کلمات کلیدی: پایداری ساختمان خاک، تنش خشکی، گلرنگ اهلی و وحشی، کربن آلی خاک

مقدمه

خاک به لایه روی زمین که حمایت‌کننده‌ی زندگی گیاهان است گفته می‌شود. خاک‌ها بزرگ‌ترین انبارهای زیستی در کره زمین هستند که مهم‌ترین زیستگاه برای پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها به حساب می‌آیند. تنوع پروکاریوت‌ها در خاک سه برابر بیش‌تر از دیگر خزانه های زیستی در اکوسیستم‌های زمینی است (Curtis و همکاران، ۲۰۰۲). در خاک، ذرات اولیه به ندرت به طور منفرد یافت می‌شوند. رس‌ها، کربنات‌ها، اکسیدهای آهن، آلومینیوم و مواد آلی و ترشحات دستگاه گوارش خاک‌زیان و ریشه گیاهان، ذرات اولیه را به هم پیوند داده و طی فرآیندی پیچیده و تحت تأثیر عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک ذرات ثانویه شکل می‌گیرد که ساختمان خاک نامیده می‌شود. ساختمان خاک بیان‌گر آرایش فضایی ذرات جامد و منافذ در خاک است. در حالی که پایداری ساختمان خاک به توانایی آن در نگهداری آرایش منافذ در هنگام مواجهه با تنش‌های مختلف محیطی مربوط می‌شود (Dexter، ۱۹۸۸؛ Angers و Carter، ۱۹۹۶). خاکی با ساختمان پایدار، به استقرار بهتر پوشش گیاهی کمک کرده، سبب افزایش نفوذپذیری خاک شده و از حساسیت آن به فرسایش خاک به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه-خشک می‌کاهد (Albaladjo و همکاران، ۱۹۹۶). ریشه گیاه نقش مهمی در خاکدانه‌سازی و پایداری ساختمان خاک دارد.

در میان دانه‌های روغنی، گلرنگ به علت دارابودن اسیدهای چرب غیراشباع و ضروری در روغن، از جمله اسید لینولئیک، سازگاری وسیع به اقلیم‌های مختلف و تحمل زیاد آن به شرایط نامناسب از جمله خشکی، از اهمیت زیادی برخوردار است. از این رو ضروری است که پژوهش‌های به‌نژادی و به‌زراعی گسترده‌ای روی آن انجام گیرد و برای گسترش آن تلاش زیادی به عمل آید (زینلی، ۱۳۸۰). این موضوع با توجه به کاهش بارش‌ها در سال‌های اخیر و مواجه‌شدن اغلب مناطق کشور با خشکی دارای اهمیت دو چندانی است. در حال حاضر اهمیت تولید گلرنگ به طور عمده در تولید روغن خوراکی و سپس به‌عنوان دانه برای تغذیه پرندگان و مقدار کمی نیز برای استفاده در صنایع رنگ‌رزی و دارویی است (خواجه‌پور، ۱۳۸۴). ریشه گلرنگ قوی، مستقیم، توسعه‌یافته و دارای ریشه‌های جانبی زیاد است. ریشه‌های گلرنگ می‌توانند تا عمق نزدیک به سه متر در خاک‌های عمیق و با نفوذپذیری خوب نیز رشد کنند و آب و مواد غذایی را از اعماق جذب نمایند. در گلرنگ تنها یک ریشه اصلی

* ایمیل نویسنده مسئول: m.mzare2629@gmail.com

دیده می‌شود اما گاهی ریشه‌های فرعی زیادی تا عمق ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر توسعه پیدا می‌کند. سیستم عمیق ریشه‌ای گلرنگ دلیل سازگاری آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که می‌تواند آب را از اعماق خاک جذب نماید (زینلی، ۱۳۸۰).

حجم کوچکی از خاک احاطه‌شده‌ی اطراف ریشه، ریزوسفر نامیده می‌شود که حیات به کمک آن ادامه می‌یابد. امروزه دامنه‌ی تعریف ریزوسفر به دلیل ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آن که به واسطه برداشت آب و مواد غذایی از این ناحیه ایجاد می‌شود، بسیار گسترده است و این مسأله باعث شده است که آن را به طور کامل از توده‌ی خاک جدا سازد (Meek، ۱۹۹۰). ضخامت منطقه ریزوسفر بسیار متغیر است که به عوامل مختلف مانند نوع و گونه گیاهی، مرحله رشد گیاه، وضعیت متابولیکی گیاه، نوع و شرایط خاک و شرایط محیطی بستگی دارد. اکثر بررسی‌ها نشان می‌دهند که تعداد و فعالیت ریزجانداران در ناحیه‌ی ریزوسفر هنگامی که رشد و توسعه رویشی گیاه بیشینه است، زیاد خواهد بود. در خاک‌های فقیر ضخامت ناحیه ریزوسفر بیشتر است (Meek، ۱۹۹۰). با توّجه به پیامدهای مهمی که کشت گیاهان مختلف بر پایداری ساختمان و کیفیت فیزیکی خاک دارند، این پژوهش با هدف بررسی اثر گونه‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف گیاه گلرنگ بر شاخص‌های پایداری ساختمان و کیفیت خاک ریزوسفر انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۶ در مزرعه چاه اناری در دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا گردید. کاشت گیاه در لوله‌های هیدروفلوم (ابتدا در فضای آزاد و سه ماه آخر در گلخانه) انجام شد. در این پژوهش نه ژنوتیپ گلرنگ از سه گروه شامل یک ژنوتیپ اهلی C.t (*Carthamus tinctorius*، C111) ، دو ژنوتیپ وحشی C.o (*C. oxyacanthus*) و C.p (*C. palestins*) و پنج ژنوتیپ از نتاج حاصل از تلاقی و یک رقم صفه (Check) مورد استفاده قرار گرفتند (جدول۲). تیمارهای تنش خشکی بر اساس بیشینه تخلیه مجاز (MAD) شامل تنش خفیف (MAD برابر ۵۰ درصد)، تنش متوسط (MAD برابر ۷۰ درصد) و تنش شدید (MAD برابر ۹۰ درصد) اعمال شدند. در اواخر تیرماه سال ۱۳۹۶، پس از عبوردادن خاک با بافت لوم از الک ۸ میلی‌متری، خاک درون هیدروفلوم‌هایی (تعداد کل هیدروفلوم‌ها برابر با ۸۴ تا بود) با ارتفاع ۷۰ cm و قطر ۲۰ cm تا ارتفاع مشخصی (۶۰ cm) ریخته شد. پس از آماده‌سازی، درون هر هیدروفلوم سه بذر از ژنوتیپ‌های مورد نظر به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار کشت شد (که در ادامه به یک بوته کاهش یافت). در بهمن ماه سال ۱۳۹۶برای برداشت خاک ریزوسفر، ریشه گیاه همراه با خاک همراه آن به آرامی و با دقت خارج شده و خاک چسبیده به ریشه به عنوان "خاک ریزوسفر" جدا شد. همچنین نمونه‌ای از خاک دور از ریشه که متأثر از حضور ریشه و ترشحات آن نبود، به عنوان "توده خاک" برداشت شد و ویژگی‌های آن‌ها اندازه‌گیری شد. در جدول ۱ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی ذکر شده است.

جدول۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی

بافت خاک	شن	سیلت	رس	چگالی‌ظاهری	کربن آلی	pH	$\theta_{v\,PWP}$	$\theta\ v_{FC}$
	.....	.....	..... $kg\,100kg^{-1}$		$Mg\ m^{-3}$	$g\ kg^{-1}$	... $m^3\ m^{-3}$ ...	
لوم	۳۱	۴۶/۶	۲۲/۴	۱/۵۲	۰/۵	۷/۸	۰/۲۱	۰/۲۷

جدول ۲- مشخصات ۹ ژنوتیپ اهلی و وحشی و نتاج حاصل از آنها مورد استفاده در این پژوهش

کد تیماراول	ژنوتیپ	والدین	نتاج	کد تیماردوم	تنش
G1	C111	Parent1	_	S1	تنش خفیف
G2	Pa	Parent2	_	S2	تنش متوسط
G3	Ox	Parent3	_	S3	تنش شدید
G4	F2cp	F2	C.t × C.p	-	-
G5	F3cp	F3	C.t × C.p	-	-
G6	F3co	F3	C.t × C.o	-	-
G7	F4cp	F4	C.t × C.p	-	-
G8	F4co	F4	C.t × C.o	-	-
G9	*Check*	*Check*	-	-	-

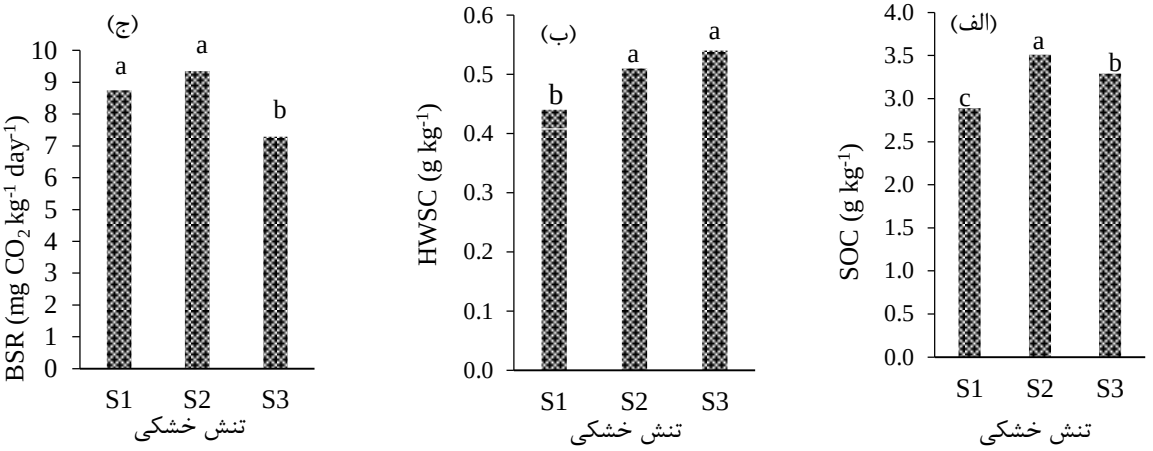
غلظت HWSC به روش فنول-اسید سولفوریک اندازه‌گیری شد (Curtis و همکاران، ۲۰۰۲). درصد کربن آلی خاک (SOC) با استفاده از روش سوزاندن تر، تنفس میکروبی خاک (BSR) با استفاده از روش نانی پیری و همکاران (۱۹۹۰) و مقدار نیتروژن کل خاک (TN) به روش کجلدال تعیین شد (Page و همکاران، ۱۹۸۶). همچنین رس قابل پراکنش در آب (WDC) به عنوان شاخصی از ناپایداری ساختمان خاک و درصد خاکدانه‌های پایدار در آب (WSA) به عنوان شاخصی از پایداری ساختمان خاک اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری WDC از توده خاک کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر و روش میکرو-پیپت (Burt و همکاران، ۱۹۹۳) استفاده شد. برای اندازه‌گیری WSA از خاکدانه‌های ۱-۰/۵ میلی‌متر و روش تک–الکی (Mbagwu و همکاران، ۱۹۹۸) استفاده شد.

به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، تجزیه واریانس در قالب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel، تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS-9.1 و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ژنوتیپ بر SOC، HWSC، نسبت HWSC:SOC، BSR و WSA در سطح احتمال یک درصد و بر TN در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. اثر تنش خشکی بر SOC، HWSC و BSR در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. اثر برهم‌کنش ژنوتیپ×تنش خشکی بر HWSC، BSR و WDC در سطح احتمال یک درصد و بر TN، WSA و نسبت HWSC:SOC در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید.

مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر SOC (شکل ۱-الف) نشان می‌دهد که سطح تنش S2 (تنش متوسط) از نظر میزان ترشح ترکیبات آلی ریشه‌ای در خاک بهتر بوده است و در نتیجه از نظر SOC بیشترین مقدار را داشت. شکل ۱-ب نشان می‌دهد که اعمال تنش خشکی موجب افزایش میزان کربوهیدرات‌ها در خاک شده است به طوری که میزان HWSC در شرایط تنش متوسط و شدید نسبت به تنش خفیف افزایش معنی‌دار (در سطح آماری ۵ درصد) نشان داد. در واقع این طور به نظر می‌رسد که ریشه‌های گیاه گلرنگ از نظر ترشح کربوهیدرات‌ها در تنش خفیف عملکرد خوبی نداشته‌اند که این یافته بیان‌گر تفاوت گسترده در ساختمان ریشه‌ای و متفاوت‌بودن میزان مقاومت ریشه‌ای در شرایط مختلف محیطی است (Farooq و همکاران، ۲۰۰۹).



شکل ۱- مقایسه میانگین تأثیر سطوح تنش خشکی بر (الف) کربن آلی (SOC)، (ب) کربوهیدرات‌های محلول در آب داغ (HWSC) و (ج) تنفس میکروبی پایه (BSR) در خاک ریزوسفر؛ حروف متفاوت بیان‌گر تفاوت معنی‌دار می‌باشند ($P<۰/۰۵$، LSD).

بیش‌ترین BSR در سطح تنش متوسط دیده شد (شکل۱-ج). در سطح تنش شدید BSR کاهش یافته است که بیانگر کاهش فعالیت ریزجانداران خاک در شرایط کمبود آب است. در حقیقت با کاهش تنش محیطی، ترشحات حاصل از حضور و رشد ریشه‌های گلرنگ شرایط رشدی برای ریزجانداران خاک را فراهم کرده و موجب افزایش فعالیت و تنفس میکروبی در خاک شده است. Hosseini و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که حضور اندوفیت در فسکیوی بلند سبب افزایش SOC و HWSC، و کاهش BSR و WDC ریزوسفر می‌شود.

دامنه تغییرات درصد خاکدانه های پایدار در آب بین ۴۵/۶ درصد در ریزوسفر ژنوتیپ G9 تا ۲۷/۳ درصد در ژنوتیپ G7 متغیر بود. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نشان داد ژنوتیپ G1 دارای بیش‌ترین مقدار TN و BSR با میانگین ۰/۰۴۸۸ درصد و ۱۲/۹ میلی‌گرم CO_2 بر کیلوگرم خاک در روز بود. مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش ژنوتیپ×تنش خشکی بر WDC نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های G1، G2، G3، G7 و G9 در تنش شدید، ژنوتیپ‌های G4، G5 و G6 در تنش متوسط و ژنوتیپ G8 در تنش خفیف بیش‌ترین مقدار این صفت را داشتند. نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد با اعمال تنش خشکی بر اکثر ژنوتیپ‌ها میزان WDC ریزوسفر (ناپایداری خاکدانه‌ها) افزایش یافته است. به نظر می‌رسد که این ژنوتیپ‌ها (G1، G2، G3، G7 و G9) در این سطوح تنش تاثیر زیادی بر شرایط فیزیکی و ساختمانی خاک نداشته و نتوانسته‌اند میزان WDC را به صورت مؤثری در محیط ریزوسفر کاهش دهند. اما در برخی ژنوتیپ‌ها (G1 و G9) تنش متوسط به خاکدانه‌ها و ساختمان خاک پایدارتر منجر شده است. مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌ها در تمامی سطوح تنش خشکی عملکرد بهتری نسبت به خاک شاهد (خاکی که فاقد گیاه بود و هیچ گونه تنش خشکی به آن وار نشده است) نشان ندادند. با اعمال تنش خشکی تا حدی پایداری ساختمان خاک افزایش پیدا کرده ولی در تنش شدید در ریزوسفر ژنوتیپ‌های G1، G2، G3، G7 و G9 چون رشد و فعالیت ریشه‌ها کم شده است، پایداری ساختمان خاک کاهش یافته است. نتایج مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش تیمارها نشان می‌دهد اعمال تنش خشکی در ژنوتیپ‌های G2، G4، G5، G7 و G9 موجب افزایش بیشتر کربوهیدرات‌ها در ریزوسفر شده است. ژنوتیپ‌های G1 و G3 در تنش متوسط و ژنوتیپ‌های G6 وG8 در تنش خفیف بیش‌ترین مقدار این شاخص را داشتند (جدول۳). خاک شاهد دارای کم‌ترین میزان کربوهیدارت با میانگین ۰/۱۷ گرم بر کیلوگرم خاک بود. به نظر می‌رسد که ریشه‌های گیاه گلرنگ در شرایط تنش خشکی متوسط با توجه به کربن آلی بیش‌تر (شکل ۱-الف) عملکرد بهتری داشته‌اند. به طور کلی اثر ریشه بر ساختمان خاک به گونه گیاهی، مدت زمان تنش، مرحله رشدی اعمال تنش و شدت تنش بستگی دارد (Farooq و همکاران، ۲۰۰۹).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و تنش خشکی بر درصد نیتروژن کل خاک (TN)، کربوهیدرات محلول درآب داغ (HWSC، گرم بر کیلوگرم خاک)، نسبت کربوهیدرات‌ها به کربن آلی خاک (HWSC:SOC)، درصد خاکدانه‌های پایدار در آب (WSA)، رس قابل پراکنش (WDC، گرم برکیلوگرم خاک)، تنفس میکروبی پایه (BSR، میلی‌گرم CO_2 بر کیلوگرم در روز) و شاخص پایداری ساختمان خاک در مرطوب‌شدن آهسته (SI_{sw})

کدتیماری	TN	HWSC	HWSA:SOC	WSA	WDC	BSR	SI_{SW}
G1S1	۰/۰۴۸^{ef}	۰/۵۸^{def}	۰/۲۰$^{b/e}$	۴۳/۶$^{a/g}$	۳۰/۱$^{a/d}$	۱۲/۳$^{a/d}$	۰/۰۰۷$^{a/e}$
G1S2	۰/۰۵۲^{ab}	۰/۸۱^{b}	۰/۲۲^{bcd}	۳۵/۵$^{f/i}$	۲۴/۵$^{a/d}$	۱۵^{ab}	۰/۰۰۶$^{a/e}$
G1S3	۰/۰۴۵$^{a/e}$	۰/۳۴$^{h/m}$	۰/۱۰$^{h/k}$	۳۵/۴$^{f/i}$	۳۱/۵$^{a/d}$	۱۱/۳$^{b/e}$	۰/۰۰۹$^{a/d}$
G2S1	۰/۰۴۸$^{a/e}$	۰/۳۰$^{k/n}$	۰/۱۲$^{f/k}$	**۵۴/۰^{a}**	۳۰/۱$^{a/d}$	۷/۹$^{e/k}$	۰/۰۱^{ab}
G2S2	۰/۰۴۵$^{b/e}$	۰/۲۱^{mn}	**۰/۰۶^{k}**	۴۴/۸$^{a/f}$	۲۸/۱$^{a/d}$	۱۰/۷$^{c/f}$	**۰/۰۱^{a}**
G2S3	۰/۰۴۹$^{a/e}$	۰/۴۱$^{g/l}$	۰/۱۵$^{e/i}$	۴۶/۱$^{a/e}$	۳۴/۲$^{a/d}$	۹/۹$^{d/h}$	۰/۰۰۸$^{a/d}$
G3S1	۰/۰۴۴$^{b/e}$	۰/۳۶$^{g/m}$	۰/۱۵$^{e/i}$	۳۷/۳$^{d/i}$	۲۰/۱^{cd}	۹/۳$^{d/h}$	۰/۰۱^{abc}
G3S2	**۰/۰۳۶^{f}**	۰/۴۹$^{e/h}$	۰/۱۶$^{d/h}$	۴۲/۳$^{b/h}$	۲۶/۹$^{a/d}$	**۱۵/۲^{a}**	۰/۰۰۸$^{a/d}$
G3S3	۰/۰۴۶$^{a/e}$	۰/۴۸$^{e/i}$	۰/۱۵$^{e/i}$	۳۷/۳$^{d/i}$	۲۷/۵$^{a/d}$	۷/۵$^{f/l}$	۰/۰۰۹$^{a/d}$
G4S1	۰/۰۴۶$^{a/e}$	۰/۵۱$^{d/g}$	۰/۱۷$^{c/h}$	۵۲/۳^{ab}	۲۶/۱$^{a/d}$	۹/۲$^{d/h}$	۰/۰۰۹$^{a/d}$
G4S2	**۰/۰۵۳^{a}**	۰/۸۲^{b}	۰/۲۳^{bc}	۵۲/۷^{ab}	۳۱/۵$^{a/d}$	۴/۵^{jkl}	۰/۰۰۶$^{a/e}$
G4S3	۰/۰۴۳^{def}	**۰/۹۹^{a}**	**۰/۳۰^{a}**	۴۶/۹$^{a/d}$	۲۸/۱$^{a/d}$	۵/۰$^{i/l}$	۰/۰۰۸$^{a/d}$
G5S1	۰/۰۴۵$^{a/e}$	۰/۳۲$^{i/n}$	۰/۱۱$^{h/k}$	۳۳/۷^{ghi}	۳۶/۲^{abc}	۵/۳$^{i/l}$	۰/۰۰۳^{ef}
G5S2	۰/۰۵۰$^{a/d}$	۰/۴۴$^{f/j}$	۰/۱۱$^{g/k}$	۳۸/۶$^{d/h}$	**۴۲/۹^{a}**	۶/۹$^{g/l}$	۰/۰۰۳^{ef}
G5S3	۰/۰۴۳$^{c/f}$	۰/۶۵^{dc}	۰/۱۸$^{b/f}$	۴۳/۷$^{a/g}$	۳۷/۵^{ab}	۹/۵$^{d/h}$	۰/۰۰۸$^{a/d}$
G6S1	۰/۰۵۱^{abc}	۰/۴۷$^{e/i}$	۰/۱۵$^{e/i}$	۳۵/۸$^{e/i}$	۳۴/۲$^{a/d}$	۴/۸$^{i/l}$	۰/۰۰۵^{def}
G6S2	۰/۰۴۹$^{a/e}$	۰/۳۱$^{j/n}$	۰/۰۹^{ijk}	۳۸/۵$^{d/h}$	۳۸/۹^{ab}	۶/۴$^{h/l}$	۰/۰۰۶$^{b/e}$
G6S3	۰/۰۴۳$^{c/f}$	۰/۴۰$^{g/l}$	۰/۱۱$^{h/k}$	۳۵/۷$^{e/i}$	۳۰/۸$^{a/d}$	**۴/۱^{l}**	۰/۰۰۹$^{a/d}$
G7S1	۰/۰۴۶$^{a/e}$	۰/۴۵$^{f/k}$	۰/۱۳$^{e/j}$	**۲۰/۴^{k}**	۱۹/۴^{cd}	۱۴/۴^{abc}	۰/۰۰۷$^{a/e}$
G7S2	۰/۰۴۲^{ef}	۰/۴۵$^{f/k}$	۰/۱۱$^{g/k}$	۲۱/۷^{jk}	۲۴/۱^{bcd}	۶/۵$^{h/l}$	۰/۰۰۷$^{a/e}$
G7S3	۰/۰۴۵$^{a/e}$	۰/۴۶$^{e/j}$	۰/۱۶$^{d/h}$	۳۹/۹$^{c/h}$	۳۹/۵$^{a/d}$	۷/۱$^{f/l}$	۰/۰۰۹$^{a/d}$
G8S1	۰/۰۴۶$^{a/e}$	۰/۴۹$^{e/h}$	۰/۱۵$^{e/i}$	۳۷/۴$^{d/h}$	۳۸/۲^{ab}	۸/۵$^{e/i}$	۰/۰۰۵^{def}
G8S2	۰/۰۴۹$^{a/e}$	۰/۴۷$^{e/i}$	۰/۱۲$^{f/k}$	۳۱/۹^{hij}	۲۳/۴^{bcd}	۱۰/۳$^{d/g}$	۰/۰۰۸$^{a/d}$
G8S3	۰/۰۴۶$^{a/e}$	۰/۲۸^{lmn}	۰/۰۸^{jk}	۴۱/۵$^{c/h}$	**۱۸/۱^{d}**	۴/۳^{kl}	۰/۰۰۸$^{a/d}$
G9S1	۰/۰۴۲^{ef}	۰/۴۹$^{e/h}$	۰/۱۶$^{d/h}$	۴۵/۷$^{a/f}$	۳۰/۱$^{a/d}$	۷/۱$^{f/l}$	۰/۰۰۶$^{b/e}$
G9S2	۰/۰۴۴$^{b/e}$	۰/۶۱^{de}	۰/۱۷$^{b/g}$	۴۱/۷$^{c/h}$	۲۴/۵$^{a/d}$	۸/۱$^{e/j}$	۰/۰۰۸$^{a/d}$
G9S3	۰/۰۴۳^{def}	۰/۸۴^{ab}	۰/۲۳^{b}	۴۹/۳^{abc}	۴۲/۲^{a}	۷/۱$^{f/l}$	۰/۰۰۶^{cde}
Cont	۰/۰۴۴^{cde}	**۰/۱۷^{n}**	۰/۰۷^{jk}	۲۶/۸۹^{ijk}	۲۸/۱۴$^{a/d}$	۷/۵۰$^{e/l}$	**۰/۰۰۲^{f}**

در هر ستون، اعداد دارای حروف مختلف تفاوت معنی‌دار دارند ($P<$۰/۰۵، LSD)؛ (/) به معنی

نتیجه‌گیری

شناسایی محصولات زراعی که با نهاده‌های کم، عملکرد قابل قبول، مقاوم به کمبود آب و در عین حال حافظ کیفیت خاک باشند، مهم است. این پژوهش نشان داد که در شرایط میانه رطوبتی (تنش متوسط) پایداری ساختمان خاک در حد مطلوب بوده و رشد ریشه گیاه گلرنگ کاهش پیدا نکرده و ژنوتیپ‌های والدینی عملکرد بهتری داشتند. همچنین با توجه به محدودیت‌های خاک‌های مناطق خشک و نیمه-خشک ایران برای کشت، بخشی از این پژوهش‌ها بایستی معطوف به شناسایی ارقامی از گلرنگ که علاوه بر عملکرد دانه مطلوب، شرایط بهینه برای کیفیت خاک ایجاد می‌کنند نیز باشد. ژنوتیپ‌های *C. tinctorius* L.، *C. palestinus*، *C. oxyacanthus*، F4cp و رقم صفه در تنش شدید، ژنوتیپ‌های F2cp، F3cp و F3co در تنش متوسط و ژنوتیپ F4co در تنش خفیف سبب ایجاد بیش‌ترین مقدار رس قابل پراکنش شدند و از پایداری ساختمان خاک کم‌تری در این سطوح رطوبتی برخوردار بودند. در سطح تنش متوسط، ریشه گیاه گلرنگ میزان ترشحات و ترکیبات آلی بیش‌تری در خاک آزاد کرده و میزان کربن آلی خاک بیش‌ترین بود. همچنین بیش‌ترین مقدار تنفس میکروبی خاک در سطح تنش متوسط اندازه‌گیری شد. در سطح تنش شدید، به دلیل کمبود آب در محیط مقدار تنفس میکروبی خاک کاهش یافت. اعمال تنش خشکی موجب افزایش معنی‌دار میزان کربوهیدرات‌های خاک شد. اعمال تنش خشکی موجب افزایش نسبت کربوهیدرات‌ها به کربن آلی خاک شد بدین مفهوم که ترکیبات مترشحه از ریشه گیاه گلرنگ بیشتر شامل مواد کربنی کربوهیدراته بود. بنابراین در کل می‌توان گفت تنش خشکی متوسط سبب بهبود کیفیت خاک ریزوسفر به دلیل تحریک رشد و ترشحات ریشه گیاه شد. بر اساس نتایج این پژوهش، ژنوتیپ‌های والدینی گلرنگ (*C. tinctorius*، *C. oxyacanthus* و *C. palestinus*) اثر مثبت بیشتری بر کیفیت فیزیکی خاک در سطح تنش متوسط داشتند.

منابع

خواجه‌پور، م. ر.، ۱۳۸۴، تولید نباتات صنعتی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

زینلی، ا.، ۱۳۸۰. *گلرنگ* (شناخت ،تولید ومصرف). انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

Albaladjo, J., Castillo, V., and Roldano, A. 1996. Rehabilitation of degraded soil by water erosion in semiarid environments. Appl. Environment Microbiology 82, 265–278.

Angers, D. A., and Carter, M. R. 1996. Aggregation and organic matter storage in cool, humid agricultural soils. In: Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soil. Carter, M. R. and Sttewart, B. A. (Eds.). CRC Press, Boca Raton, FL. pp: 193–211.

Burt, R., Reinsch, T. G., and Miller, W. P. 1993. A micro−pipette method for water dispersible clay. Commun. Soil Science Plant Analysis. 24, 2531–2544.

Curtis, T. P., Sloan, W. T., and Scannell, J. W. 2002. Estimating prokaryotic diversity and its limits. Proc. Natl. Acad. Science USA. 99, 10494–10499.

Dexter, A. R., 1988. Advances in characterization of soil structure. Soil Tillage Research. 11, 199–238.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., and Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development . 29, 185–212.

Hosseini, F., Mosaddeghi, M. R., Hajabbasi, M. A., and Sabzalian, M. R. 2015. Aboveground fungal endophyte infection in tall fescue alters rhizosphere chemical, biological, and hydraulic properties in texture-dependent ways. Plant Soil. 388(1-2), 351–366

Mbagwu, J., and Bazzoffi, P., 1998. Soil characteristics related to resistance of break down of dry soil aggregates by water-drope. Soil Tillage Research. 45, 133–145.

Meek, B., Rolph, D., Rechel, E. R., and Carter, L. M. 1990. Infiltration rate as affected by an alfalfa and no-till cotton cropping system. Soil Science Society of America Journal.54, 505–508.

Page, A. L. Sparks, D. L. Johnston, . C. T. Sumner, M. E. 1986. Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical Methods. 2nd Editio. Soil Science Society of America Journal. Inc. 1188 pp.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Effect of cultivated and wild species of safflower on selected soil properties under drought stress

Zare*[1], M., Mosaddeghi[2], M.R., Mirlohi[3], A.F.

[1] M.Sc. Student, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

[2] Prof., Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

[3] Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Abstract

this study was carried out in soil columns to investigate the effect of cultivated and wild safflower genotypes and their selected generations on some soil physical and chemical properties (water-dispersible clay content, organic carbon content, hot-water soluble carbohydrates, percent of water-stable aggregates, basal microbial respiration and total nitrogen) in soil columns under drought stress treatments in outdoor condition. Drought stress treatments were applied based on maximum allowable depletion (MAD) including mild stress (MAD of 50%), moderate stress (MAD of 70%) and severe stress (MAD of 90%). Nine safflower genotypes including one cultivated genotypes, two wild ones and six genotypes as their generations were used. The experiment was conducted in a factorial arrangement of treatments in completely randomized design with three replicates in hydro-flume. After eight months, the plants were harvested, and soils and roots were extracted for further analyses. Soil organic carbon content data among the drought stress levels showed that its highest value in the rhizosphere was measured in the moderate stress level presumably due to greater root exudates. The highest soil basal microbial respiration was measured in the moderate stress level. The water stress increased the soil carbohydrates so that they were significantly greater in the moderate and severe stress levels compared to the mild stress level. The results revealed that parent genotypes of safflower (*C. tinctorius*, *C. oxyacanthus* and *C. palestinus*) might be suitable in terms of effects on soil quality.

Keywords: Soil structural stability, Drought stress, Cultivated and wild safflower, Soil organic carbon

* Corresponding author, Email: m.mzare2629@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

رابطه تراکم*Seidlitzia rosmarinus* با برخی خصوصیات خاک در طول کمربند سبز گل گهر به سیرجان

حمید رضا ناصری[۱*]، جواد شاهبداغی[۲]، مجتبی افضلی پور فریدونی[۳]

[۱] استادیار گروه آموزشی مدیریت بیابان مرکز تحقیقات بین المللی بیابان، دانشگاه تهران

[۲] کارشناس ارشد باغبانی، شرکت معدنی و صنعتی گل گهر سیرجان

[۳] کارشناس ارشد باغبانی، شرکت معدنی و صنعتی گل گهر سیرجان

چکیده

پوشش گیاهی یکی از ارکان مهم حفاظت از خاک می باشد و در این میان گیاهان شورپسند حاشیه کویر اهمیت ویژه ای دارند زیرا علاوه بر تامین علوفه از خاک در برابر بادهای فرساینده حفاظت می کنند. یکی از گونه های مهم هالوفیت مناطق کویری ایران اشنان با نام علمی *Seidlitzia rosmarinus* است. گیاه اشنان از تیره Chenpodiaceae در مناطق مختلف کویری ایران از جمله حاشیه کویر سیرجان گسترش دارد. در این مطالعه ضمن بررسی تراکم این گونه، برخی خصوصیات خاک رویشگاه این گونه در طول کمربند سبز گل گهر به سیرجان در مساحت ۳۲۰ هکتاری در سال ۱۳۹۶ مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج تراکم گونه اشنان از صفر تا ۶۵ پایه در هکتار متغییر می باشد در حالی که شوری خاک در محدوده مورد مطالعه از ۳/۷ تا ۱۸۰ دسی زیمنس متغیر است. جهت بررسی ارتباط تراکم با خصوصیات خاک از رگرسیون چند متغیره استفاده شد. نتایج بدست آمده نشان داد که علاوه بر معنی دار بودن رگرسیون($Sig<0.01$) مقدار ضریب تبین معادله نیز اصلاح شده برابر ۰/۶۶۳ می باشد و از بین عوامل مورد بررسی تراکم اشنان با مقدار گچ و کل کربناتهای خنثی شونده همبستگی مثبت دارد و با مقادیر EC همبستگی منفی نشان می دهد. آگاهی از این نوع ارتباط می تواند در توسعه و احیاء این گیاه جهت بهره برداری محیط زیستی و اقتصادی کمک نماید.

کلمات کلیدی: گیاهان شورپسند، حاشیه کویر، جاده، حفاظت خاک

مقدمه

گیاهان به عنوان بخش تولید کننده در اکوسیستم ها اهمیت زیادی در برقراری توازن در اکوسیستم های آبی و یا خشکی دارند. در اکوسیستم خشکی بستر استقرار گیاهان خاک می باشد و خاک به همراه میزان دسترسی به آب از مهمترین فاکتورهای محیطی در استقرار گیاهان می باشند. رابطه بین پوشش گیاهی و گرادیان عوامل محیطی موضوع بسیاری از مطالعات زیستی بوده است. این محیط ها شامل سواحل، تالابها و پلایاهای شور بوده(Zedler و همکاران، ۱۹۹۹) و یا محیط های کوهستانی و جنگلها را در بر گرفته است.. مطالعاتی که بر روی ارتباط بین پوشش گیاهی مناطق خشک و نیمه خشک انجام می پذیرد بسیار اهمیت دارند، چرا که آگاهی از نیازهای بوم شناختی گونه های گیاهی مختلف نقش موثری در طرح های اصلاح و احیا پوشش گیاهی دارد(Whittaker، ۱۹۵۶) از سوی دیگر ویژگیهای جمعیت و جامعه گیاهی به واسطه واکنش آنها به شرایط محیطی اطراف تعیین می شود و این احتمال وجود دارد که با در اختیار داشتن اطلاعات اکولوژیکی گونه ای بتوان شرایط جامعه ای را که گونه ای به آن تعلق دارد پیش بینی کرد. شکل انتشار و حضور گیاهان در هر منطقه تصادفی نیست، بلکه ترکیب و ساختار هر جامعه گیاهی تا حدود زیادی تحت کنترل و تاثیر عوامل محیطی قرار دارد و در حقیقت این عوامل موجب استقرار انواع مختلف گونه های گیاهی در رویشگاههای متفاوت می گردند.

در میان محیط هایی که گرادیانهای محیطی را به طور مشخص نشان می دهند دریاچه های نمک و اراضی مجاور آنها و پلایاها می باشند. Barret (۲۰۰۶) بیان می کند که اراضی مجاور پلایا می توانند تعداد متنوعی از گیاهان را در محیط خود جای دهند. بعضی از این گیاهان مقاوم به شوری بالا، درجات متنوعی از آبگیری را از خود نشان می دهند، در حالیکه بعضی در جاهایی که شوری کمتری دارند و آب زیرزمینی نیز در عمق بیشتر و شوری کمتر است رشد می کنند. نتیجه این روند این است که پوشش اغلب در روی زونهای مشخصی قرار دارند که در ارتباط با فاکتورهای محیطی می باشد(Krüger و Peinemann، ۱۹۹۶). پوشش کم و تنوع ناچیز گیاهان در حاشیه کویرها از اهمیت انها نمی کاهد بلکه این پوشش اندک نقشی اساسی در حفاظت خاک و تعدال اکوسیستم دارد (بوئر، ۱۹۹۶). جعفری و همکاران(۲۰۰۳) در منطقه حوض سلطان، ریحان و همکاران(۲۰۰۶) در اراضی شور طبس و ابوالفتح و همکاران در قطر(۲۰۰۲) به رابطه روشن گیاهان شورپسند با برخی خصوصیات خاک تاکید کرده اند. از سویی مهدوی

* ایمیل نویسنده مسئول: hrnaseri@ut.ac.ir

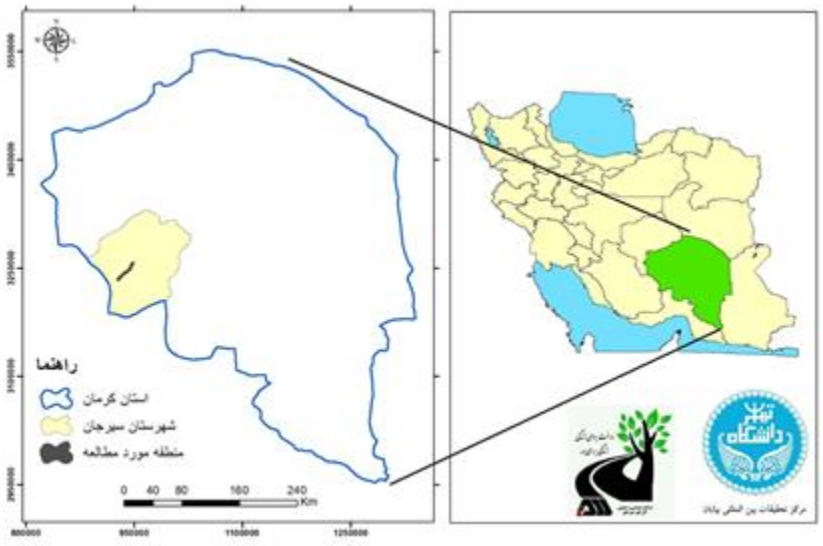
و همکاران (۲۰۱۱) به تاثیر متقابل گیاه اشنان، تاغ و گز در منطقه چاه افضل یزد پرداخته و نشان دادند که رابطه بین خاک و گاین گیاهان دوسویه می باشد و اشنان نیز می تواند بر خصوصیات خاک زیر تاج پوشش خود اثر بگذارد و کاهش ماده آلی را در پی داشته باشد.

اشنان با نام علمی *Seidlitzia rosmarinus* بوته ای شورپسند، مقاوم به خشکی که در اغلب در نواحی شور و قلیایی بیابانها، ایجاد اجتماعات یک دست و وسیعی را می نماید و در بیابانها و شوره زارهای دشت کویر و لوت، بیابانهای مسیله، دامغان، سبزوار، خراسان، کرمان، یزد و اغلب نواحی شور و قلیایی کشور بعنوان گونه ای بومی و سازگار رویش دارد. اشنان متعلق به خانواده اسفناجیان(Chenpodiaceae) بوده و دارای برگهایی آبدار، گوشتی و استوانه ای شکل که محتوی املاح فراوان می باشد. این گیاه خاکهای شور و قلیایی را بخوبی تحمل می کند و در خاکهای نیمه عمیق تا عمیق ، همراه با میزان شوری متفاوت و حتی در تشکیلات مارنی نیز می تواند رشد و نمو کند. طی چند ساله اخیر دستگاههای اجرایی در امر بیابانزدایی به توسعه و گسترش رویشگاههای اشنان واقع در مراتع قشقلاقی پرداخته است. اشنان نه تنها بعنوان یکی از گونه های مرتعی، بلکه از لحاظ حفاظت خاک نیز حائز اهمیت می باشد.

این گیاه در اطراف کویر سیرجان گسترش داشته و به همراه گونه گنگ(*Halocnemum strobilaceum*) از گونه های مهم شور پسند حاشیه این کویر می باشند. با توجه به ایجاد کمربند سبز گل گهر به سیرجان و حضور قابل توجه این گونه در طول کمربند سبز که از حاشیه کویر سیرجان عبور می کند مطالعاتی در زمینه ارتباط خصوصیات خاک با تراکم و حضور این گونه در طول این مسیر انجام گرفته است تا در صورت نیاز به گسترش این گونه در طرح های آتی خصوصیات خاک مناسب برای کاشت و گسترش آن در منطقه سیرجان مورد توجه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

ابتدا محدوده مورد نظر پس از بررسی های میدانی و بازدید نقشه های پوشش گیاهی مشخص گردید. این محدوده بخشی از حریم جاده سیرجان به شیراز می باشد محدوده مورد مطالعه بخشی از کمربند سبز احداثی جدید توسط شرکت معدنی و صنعتی گل گهر سیرجان می باشد که با خروج از شهر سیرجان آغاز می شود و با ورود به اراضی پست مجاور به کویر سیرجان پس از مسافتی به طول تقریبی ۵۰ کیلومتر به جاده ی اختصاصی شرکت معدنی و صنعتی گل گهر سیرجان می رسد (شکل ۱). محدوده مورد مطالعه بر اساس اطلاعات موجود از ایستگاه کلیماتولوژی گل گهر بر پایه آماری ده ساله ۱۳۹۳-۱۳۸۳ دارای متوسط بارش ۱۲۴ میلی متر و میانگین دمای سالانه ۱۸ درجه سانتیگراد می باشد. برپایه طبقه بندی آمبرژه منطقه مورد مطالعه در طبقه خشک سرد قرار میگیرد.



شکل ۱. محدوده مورد مطالعه در منطقه گل گهر سیرجان(استان کرمان)

پس از بررسی و پیمایش اولیه توسط تیم مطالعاتی، نمونه برداری از خاک و پوشش گیاهی محدوده ی مورد بازدید انجام شد. جهت ارزیابی وضعیت تراکم گونه گیاهی اشنان به روش تصادفی – سیستماتیک عمل شد. ابتدا محل ترانسکت ها به شکل تصادفی انتخاب شد و سپس در طول ترانسکت

های ۵۰۰ متری در طول کمربند سبز و به طور تسیستماتیک به فواصل ۱۰۰ متری پلات های به مساحت ۲ متر مربع مستقر گردید(۲*۱ متر) در داخل هر پلات تراکم گونه اشنان بر اساس تعداد پایه در پلات ثبت شد(شکل ۲). در طول هر ترانسکت نیز یک نقطه به طور تصادفی انتخاب شد و با حفر پروفیل نمونه برداری از خاک تا عمق ۶۰ سانتیمتری(ریشه دوانی) انجام شد. نمونه ها پس از انتقال به آزمایشگاه خاکشناسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران مورد آزمون قرار گرفتند. پس تهیه عصاره اشباع از نمونه ها EC، pH اندازه گیری شدند. مقدار سدیم به روش فلیم فتومتری، کلسیم و منیزیم با استفاده از محلول EDTA به روش کمپلکس متری، کل کربناتهای خنثی شونده به روش تیتراسیون، گچ به روش استن و نهایتا بافت به روش هیدرومتری اندازه گیری شدند. در نهایتا کلیه داده های بدست آمده جهت تعیین رابطه تراکم با متغییرهای خاک با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل رگرسیونی چند متغیره قرار گرفتند و مدل رگرسیونی برای رابطه بدست آمد.



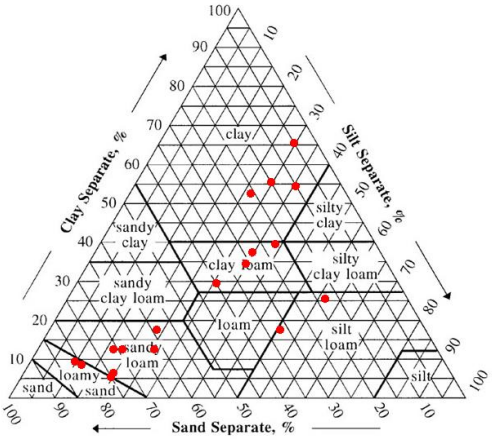
شکل ۲. گونه اشنان در پلات ارزیابی واقع در محدوده ی مورد مطالعه کمربند سبز گل گهر - سیرجان

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک محدوده مورد مطالعه به انضمام تراکم کمینهٔ بیشینه و میانگین پایه های مربوط به گیاه اشنان در جدول (۱) ارائه گردیده است. بر اساس نتایج بدست آمده بافت خاک متغیر می باشد و شوری نیز دامنه ی نسبتا بالایی دارد(شکل ۳). تمامی نمونه های خاک ماده آلی کمی دارند و از این لحاظ فقیر می باشند، همچنین از نظر آهک و گچ نیز تفاوت های آشکاری بین حداقل و حداکثر مقادیر این دو ویژگی وجود دارد. تراکم گیاه اشنان نیز تفاوت های قابل ملاحظه ای را در قسمت های مختلف محدوده ی مورد مطالعه نشان می دهد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک های مورد مطالعه

متغیر	تعداد نمونه	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار
تراکم (پایه/ مترمربع)	۲۰	۰/۰	۶/۲۰	۲/۴۲	۳/۲۲
pH	۲۰	۷/۰۲	۸/۶۵	۸/۲۳	۲/۲۱
(dS/m) Ec	۲۰	۰/۵۰	۱۸۰/۰۰	۴۲/۳۸	۵۶/۴۱
T.N.V(%)	۲۰	۱/۰۰	۴۰/۰۰	۲۰/۱۰	۱۲/۹۶
گچ(٪)	۲۰	۰/۰۰	۴۰/۰۰	۱۱/۰۵	۱۴/۴۸
شن(٪)	۲۰	۶/۰۰	۸۲/۰۰	۴۲/۵۵	۲۶/۵۵
رس(٪)	۲۰	۵/۰۰	۶۵/۰۰	۲۹/۷۰	۱۹/۹۸
سیلت(٪)	۲۰	۹/۰۰	۵۶/۰۰	۲۷/۷۵	۱۱/۶۹
سدیم($me.L^{-1}$)	۲۰	۲/۲۶	۱۲۰۰۰	۲۰۷۴/۶۹	۲۹۹۹/۴۳
کلسیم + منیزیم ($me.L^{-1}$)	۲۰	۲/۱۰	۳۱۵۰	۵۷۲/۵۴	۹۲۴/۹
ماده آلی(٪)	۲۰	۰	۰/۲۱	۰/۰۶	۰/۰۹۷



شکل ۳- پراکنش کلاس بافت خاک های محدوده مورد مطالعه در مثلث بافت

نتایج مربوط به آنالیز رگرسیونی نشان دارد که مقادیر ضریب همبستگی(R) ، ضریب تبیین(R^2) و ضریب تبیین اصلاح شده بین میزان تراکم اشنان و پارمترهای مورد بررسی خاک به ترتیب برابر ۰/۸۹۷، ۰/۸۰۵ و۰/۶۶۳ می باشد که نشان دهنده این است که به کار گیری مدل رگرسیونی مناسب است. در جدول(۲) تحلیل واریانس مدل رگرسیونی نمایش داده شده است با توجه به مقدار نمایه F و معنی دار بودن آن (Sig<0.01) مدل رگرسیونی مناسب می باشد، زیرا بیشتر تغییرات متغیر وابسته در مدل رگرسیونی دیده شده است. به این معنی که سهم مدل در تغییرات کل به نسبت سهم خطا یا باقی‌مانده‌ها بسیار بیشتر است.

جدول ۲- جدول ANOVA مدل رگرسیونی تراکم اشنان و خصوصیات خاک های مورد مطالعه

مدل	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
رگرسیون	۸	۱۹/۸۹۶	۵/۶۷۳**
باقی مانده	۱۱	۳/۵۰۳	-
مجموع	۱۹	-	-

**: معنی‌دار در سطح یک درصد.

پارامترهای پیش بینی کننده وارد شده در مدل رگرسیونی شامل عرض از مبداء، ماده آلی، سیلت، EC، گچ، کل کربناتهای خنثی شونده، کلسیم+ منیزیم، رس و سدیم می باشند که از میان این پارامترهای وارد شده در مدل تنها سه پارامتر EC، میزان کل کربناتهای خنثی شونده و نهایتا آهک معنی دار بوده اند که می توانند در مدل نهایی وارد شوند. رابطه میزان تراکم با گچ و آهک مثبت می باشد و با شوری خاک رابطه منفی نشان می دهد.

رابطه(۱) $D=0.729(Gypsum)+0.765(T.N.V)-0.176(EC)$

در رابطه فوق D میزان تراکم اشنان، Gypsum معادل با مقدار گچ حسب درصد، T.N.V برابر با کل کربناتهای خنثی شونده حسب درصد و نهایتا EC معادل شوری عصاره اشباع خاک بر حسب دسی زیمنس بر متر می باشد.

احمدی و همکاران(۱۳۸۶)، Kurkova و همکاران(۲۰۰۲) به رابطه منفی بین شوری و میزان حضور اشنان در مطالعات خود اشاره کرده‌اند. Hadi(۲۰۰۹) نیز بیان می کند که رشد این گونه در خاک های با pH بالا و البته غنی از آهک قابل توجه است. Jafari و همکاران (۲۰۰۳) نیز بر این نکته تاکید دارند که در حاشیه کویر حوض سلطان همبستگی مثبت بین میزان آهک و حضور گونه اشنان وجود دارد. از سوی دیگر بین میزان گچ و آنیون های سولفات و حضور گونه های اشنان و تاغ یک رابطه معنی دار وجود دارد(Reyhan و Amiraslani ، ۲۰۰۶). با توجه به حضور بیشتر گونه اشنان در حاشیه کویر های ایران و ویژگی های مشترک این کویرها از نظر خاکشناسی و اقلیم چنین به نظر می آید که حضور این گیاه متاثر از ویژگی های خاک حاشیه کویر می باشد، پیوستگی و حضور گونه اشنان و برخی گونه های چند ساله شور پسند باعث شده است تا این گونه ها به عنوان گونه های معرف مناطق حاشیه کویر مطرح شوند(Böer و Sargeant، ۱۹۹۸). از آنجائیکه مبحث گرد و غبار یکی از مباحث جدی دربرنامه های حفاظت از خاک می باشد کاشت گیاه اشنان به دلیل سهولت بذرپاشی و استقرار مناسب(نصیری، محمد اسماعیلی، ۱۳۹۵) با شناسایی اراضی مستعد که ویژگی های آهکی و گچی بودن را داشته باشند می تواند مورد نظر مدیران حفاظت از اراضی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

حضور گونه اشنان در حاشیه مناطق کویری از جهت حفاظت خاک بسیار حایز اهمیت می باشد زیرا در صورت تخریب پوشش، اراضی فاقد پوشش در معرض فرسایش بادی قرار می گیرند. بروز طوفان های گرد و غبار اهمیت این گونه و گونه های هالوفیت را دوچندان می کند زیرا که گونه های هالوفیت مناطق کویری از نظر تنوع محدود می باشند و جایگزین مناسبی نخواند داشت و لذا توسعه و گسترش این گیاهان راهکاری مناسب برای مبارزه با پدیده های نوظهور گرد و غبار و در مناطقی طوفان های نمکی می باشد. نتایج این تحقیق نشان می دهد که خاک های آهکی و گچی و البته شور می توانند بسترهای مناسبی برای رشد این گونه باشند و طبیعتا با توجه به ارزش علوفه ای و حفاظت خاک می توان این گونه را یک گونه اقتصادی معرفی کرد و از آن در جهت حفظ محیط زیست و البته فعالیت های دامداری استفاده نمود.

منابع

احمدی، ع.، زاهدی امیری، ق.، محمودی، ش. و مقیسه، ا. ۱۳۸۶. بررسی رابطه بین خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک پوشش گیاهی در خاک‌های شور و گچی مراتع قشلاقی اشتهارد، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۰(۶)، ۱۰۵۸-۱۰۴۹.

مهدوی اردکانی، س. ر. ، جعفری، م.، ضرغام، ن.، زارع چاهوکی، م. ع.، باغستانی میبدی، ن. و طویلی، ع. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر گونه های گز، تاغ و اشنان بر خاک در منطقه چاه افضل یزد، مجله جنگل ایران، ۲(۴)، ۳۶۵-۳۵۷.

نصیری, ح. و محمداسمعیلی، م. ۱۳۹۵، بررسی بیانزدایی با کشت گونه اشنان *Seidlitzia rosmarinus* با مشارکت بهره برداران محلی، همایش بین المللی افق های نوین در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست، تهران، انجمن افق نوین علم و فناوری، https://www.civilica.com/Paper-AHCONF01-AHCONF01_044.html

Abul Fatih, H.A., Abdel Bari, E.M., Alsubaey, A. and Ibrahim, Y.M., 2002. Halophytes and soil salinity in Qatar.

Böer, B. and Sargeant, D., 1998. Desert perennials as plant and soil indicators in Eastern Arabia. *Plant and Soil*, 199(2), pp.261-266.

Hadi, M.R., 2009. Biotechnological potentials of *Seidlitzia rosmarinus*: A mini review. *African Journal of Biotechnology*, *8*(11).

Jafari, M., Chahouki, M.Z., Tavili, A. and Azarnivand, H., 2003. Soil-vegetation relationships in Hoz-e-Soltan region of Qom province, Iran. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2(6), pp.329-334.

Krüger, H.R. and Peinemann, N., 1996. Coastal plain halophytes and their relation to soil ionic composition. *Vegetatio*, 122(2), pp.143-150.

Kurkova, E.B., Kalinkina, L.G., Baburina, O.K., Myasoedov, N.A. and Naumova, T.G., 2002. Responses of *Seidlitzia rosmarinus* to salt stress. Biology Bulletin of the Russian Academy of Sciences, 29(3), pp.221-229

Reyhan, M.K. and Amiraslani, F., 2006. Studying the relationship between vegetation and physicochemical properties of soil, Case study: Tabas region, Iran. *Pakistan journal of Nutrition*, *5*(2), pp.169-171.

Whittaker, R.H., 1956. Vegetation of the Great Smoky Mountains. *Ecological Monographs*, *26*(1), pp.1-80.

Zedler, J.B., Callaway, J.C., Desmond, J.S., Vivian-Smith, G., Williams, G.D., Sullivan, G., Brewster, A.E. and Bradshaw, B.K., 1999. Californian salt-marsh vegetation: an improved model of spatial pattern. *Ecosystems*, *2*(1), pp.19-35.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Relationship between *Seidlitzia rosmarinus* density and some soil characteristics along the Golgohar–Sirjan shelter belt

Naseri[*1], H.R., Shahbodaghi[2], J., Afzalipour Fereydoni, M.[3]

[1] Assistant Prof, Desert Management Department, International Desert Research Center, University of Tehran, Iran

[2] Master of Science in Horticulture, Golgohar Mining and Industrial Company Iran

[3] Master of Science in Horticulture, Golgohar Mining and Industrial Company Iran, Iran

Abstract

Vegetation cover is one of the important factors in soil conservation. In this regard, halophyte plants of the desert margin are of particular importance because in addition to provide forage, they protect soil against eroding winds. One of the most important species of halophytes in Iran is *Seidlitzia rosmarinus*. This plant is from the family Chenpodiaceae and distributed in different desert regions of Iran, including the margin of Sirjan Desert. In this study, while studying the density of this species, some soil properties of this species along the shelterbelt of Gohgohar to Sirjan in the area of 320 hectares in 1396 were evaluated. Based on the results, the density of *Seidlitzia rosmarinus* varied from 0 to 65 Plant per/ ha while soil salinity ranged from 3.7 to 180 dS/m. Multiple regression used for finding the relationship between plant density and soil characteristics. The results showed that in addition to the significance of regression (Sig <0.01), the assumed correlation coefficient was 0.663. Based on the results, there is a positive correlation between *S. rosmarinus* density with the amount of gypsum and T.N.V and a negative correlation with EC values. Awareness of this kind of communication can help in the development and restoration of this plant for environmental and economic exploitation.

Keyword: Halophyte plants, Desert margin, Road, Soil conservation.

[*] Corresponding author, Email:hrnaseri@ut.ac.ir

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تاثیر اصلاح کاربری دیمزارهای شیبدار و کم‌بازده در خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کیفیت و نفوذپذیری خاک

یحیی پرویزی[۱*]، مسیب حشمتی[۱]، علی‌اکبر دارابی[۲]، هوشنگ جزی[۳] و کامبیز رستمی[۴]

[۱] دانشیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

[۲] کارشناس ارشد اداره کل منابع طبیعی استان کرمانشاه، ایران

[۳] دکتری، دفتر پروژه بین‌المللی منارید آبخیزداری سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری

[۴] دانشجوی دکتری و کارشناس تحقیقات مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

چکیده

شایع‌ترین شکل تخریب خاک در مراتع و جنگلها در دامنه‌ها و تراس‌های فوقانی شیبدار زاگرس شمالی و مرکزی، شخم و تغییر کاربری آنها به دیمزارهای کم‌بازده است. از تبعات این پدیده زوال پایداری و کیفیت تولید، فرسایش و مشکلات زیست محیطی در این منطقه است. این پژوهش با هدف ارزیابی اثربخشی عملیات مدیریتی اصلاح کاربری این اراضی و بازگرداندن آنها به کاربری پتانسیل خود در بهبود کیفیت و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در حوزه آبخیز رزین استان کرمانشاه طرح‌ریزی و اجراء شد. پس از ثبت اختصاصات فیزیکی و مدیریتی عرصه‌های انتخاب شده، شاخص‌های بیوفیزیکی کیفیت خاک با نمونه برداری خاک و انجام آزمایشات بر روی نمونه‌ها تعیین شد. نتایج ارزیابی نشان داد عملیات خلع ید دیمزارهای کم بازده و تغییر کاربری به مرتع در دو سامان رزین و قشلاق تاثیرات مهمی بر کلیه شاخص‌های کیفی خاک داشتند. ذخیره کربن آلی خاک ۱.۹ تا ۳.۵ برابر و غلظت عناصر میکرو۲-۴ برابر افزایش یافت. مراتع و جنگل‌های سراب شاه‌حسین و رزین با ذخایر کربنی خاک ۱۸۰ تا ۲۵۰تن در هکتار و کمیت‌های ایده‌آل شاخص‌های کیفیت خاک نویدبخش پتانسیل بالای بهبود باروری خاک در منطقه مطالعاتی بود.

کلمات کلیدی: تخریب خاک، باروری خاک، تغییر کاربری، دیمزار

مقدمه

کاهش پتانسیل باروری خاک به علت مدیریت کاربری نامتناسب در استان کرمانشاه، اصلی‌ترین عامل تهدید کارکردهای منابع خاک در تولید و اکوسیستم منطقه است. بررسی نقش مدیریت، به ویژه مدیریت کاربری در کنترل یا تشدید روند تخریب کیفیت خاک، ضرورتی ملی و منطقه¬ای جهت بهره‌برداری پایدار از منابع خاک است (فائو، ۲۰۰۲ و زوکا و همکاران ۲۰۰۹). بسیاری از اشکال این تخریب شناخته شده نظیر صور آشکار فرسایش خاک است. اما بسیاری از آن‌ها بویژه در کشور ما بصورت اشکال پنهان تخریب خاک نظیر تخریب ساختمان خاک، تخریب ماده آلی و ذخایر کربنی و نیز تخریب شیمیایی و بیولوژیکی و نابودی فلور و فون خاک و آلودگی خاک است .

رسولی صدقیانی و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی به بررسی اثرات نوع کاربری و مدیریت کاربری در تخریب شاخص‌های باروری خاک در پیرانشهر آذربایجان غربی پرداختند. آنان نشان دادند که تغییر کاربری جنگل به زراعت، میزان کربن آلی، نیتروژن کل و نسبت کربن به نیتروژن کل خاک را به ترتیب به میزان ۴۴، ۴۶ و ۴۹ درصد کاهش داد. ولی میزان نیتروژن معدنی، کلسیم و سدیم تبادلی در اثر این تغییر کاربری افزایش نشان داد. اما هدایت الکتریکی عصاره خاک همانند مخازن کربنی و نیتروژن کل کاهش یافت. در تحقیق دیگری اصغری و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند که تغییر کاربری اراضی جنگلی به مرتعی و زراعی به ترتیب منجر به کاهش کربن آلی خاک از ۵.۸ به ۳.۰۸ و ۲.۲۴ درصد، نیتروژن کل از ۰.۴۶ به ۰.۲۲ و ۰.۱۱ درصد، نفوذپذیری اشباع از ۰.۴۹ به ۰.۳۵ و ۰.۲۰ سانتیمتر در دقیقه و تخلخل کل از ۵۴ به ۴۶ و ۳۷ درصد تنزل یافت.

در تحقیقی ناشترگیل و همکاران (۲۰۱۰) امتیاز پایداری خاک از نظر تخریب را برای نیمه غربی ایران بین ۱۰ تا ۳۰ برآورد کرده‌اند. این عدد نشان‌دهنده روند تشدیدی تخریب خاک به ویژه روند تخریب حاصلخیزی خاک بوده است. آن‌ها همچنین امتیاز سلامت خاک را در شرایط کنونی کاربری اراضی در نیمه غربی ایران در نقاط مختلف بین ۲۰ تا ۵۰ ارزیابی کردند، که نشان از وضعیت ضعیف خاک بوده است. همچنین آن‌ها خطر تخریب شیمیائی خاک یا هدررفت عناصر غذائی را با امتیاز ۷۵ تا ۱۰۰ برای این عرصه از کشور بسیار بالا دانستند.

استان کرمانشاه با دارا بودن ۱۱۸۸۴۰۰ هکتار مرتع و حدود ۶۰۰ هزار هکتار جنگل پتانسیل بالایی در زمینه تولید دارد. اما پتانسیل باروری خاک در منابع اراضی استان در اغلب مناطق تا مرز قهقرا تخریب یافته و در شرایط حادی به سر می‌برند. رویدادهای مختلف حاکم بر منابع طبیعی استان بویژه تغییر کاربری این اراضی به زراعت و باغات دیم عاملی است که منجر به تخریب خاک، هدر رفت آب و فرسایش در این عرصه‌ها شده است.

* ایمیل نویسنده مسئول: yparvizi1360@gmail.com

عملیات مدیریتی اصلاح کاربری این اراضی و خلع ید آنها و بازگرداندن آنها به کاربری پتانسیل خود به صورت موردی در برخی عرصه‌های استان بدون نیاز به انتقال تکنولوژی انجام شده است. قابلیت عملیات مدیریتی یاد شده در ارتقاء شاخص‌های باروری خاک نظیر شاخص‌های فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیائی در این عرصه‌ها ناشناخته است. هدف این مطالعه، تعیین اثرات اقدامات مدیریتی یاد شده بر کیفیت خاک و همچنین کنترل تخریب خاک در حوزه آبخیز رزین کرمانشاه است.

مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز رزین با وسعت ۱۴۶۸۸ هکتار در شمال استان کرمانشاه در محدوده "۴۵ ´۰۱ °۴۷ تا "۴۳ ´۱۲ °۴۷ طول شرقی "۳۴ ´۳۴ °۳۴ تا "۲۷ ´۴۲ °۳۴ عرض شمالی واقع شده است. میانگین دمای سالیانه هوا ۱۱.۴ درجه سانتیگراد، متوسط بارندگی سالیانه ۵۸۸.۵ میلیمتر و اقلیم منطقه براساس طبقه‌بندی دومارتن اصلاح شده خیلی مرطوب و براساس طبقه‌بندی آمبرژه، نیمه‌مرطوب سرد است. شیب متوسط حوزه ۷/۰۹ درصد و ارتفاع متوسط وزنی حوزه ۱۷۰۷ متر است. سطح جنگلهای حوزه ۴۸۵۵/۱۸ هکتار (۳۳/۰۷ در صد سطح حوزه) است. در این حوزه سطحی معادل ۶۱۵۴/۵ هکتار (۴۳ درصد مساحت حوزه) بصورت اراضی زراعی و عمدتا غلات به ویژه گندم و جو و همچنین نخود کشت شده‌اند.

برای انجام این تحقیق، با بررسی گزارشات و اطلاعات موجود در سطح استان در مورد حوزه آبخیز رزین و همچنین با مشاوره با کارشناسان جهاد کشاورزی استان، سایتهای مطالعاتی عرصه‌های اصلاح کاربری یافته که دیمزار خلع ید و به مرتع برگردانده شده انتخاب شد. سپس انجام چک میدانی سایتهای مطالعاتی جانمایی شد. در اشکال ۱ و ۲ تصاویری از محدوده سایتهای مطالعاتی ارائه شده است.



شکل ۱- محدوده مکانی سایت‌های مطالعاتی در محدوده حوزه رزین



شکل ۲- تغییر کاربری دیمزار به مرتع و مرتع به دیمزار کم بازده در حوزه رزین

به منظور بررسی روند اثرات عملیات مور نظر در بهبود شاخص‌های کیفیت خاک مراحل عملیاتی زیر انجام گرفته است.

نقشه محدوده عملیات انتخابی با استفاده از نقشه اجرائی عملیات و تدقیق آن با مطالعه میدانی تهیه شد. سپس اختصاصات فنی، فیزیکی و مدیریتی محدوده های انتخاب شده با عملیات میدانی بررسی و ثبت شد. در مرحله بعد نمونه‌برداری و آزمایشات خاک بمنظورتعیین کمی‌شاخص‌های فیزیکی، شیمیائی و بیولوژیکی (بیوفیزیکی) باروری و کیفیت خاک در سایت‌های مطالعاتی و شاهد انجام شد. برای این منظور، به روش تصادفی در عرصه هر یک از عملیات مورد ارزیابی یک تا سه پروفیل (برحسب تغییرپذیری فیزیوگرافی عرصه)، حفر و در هر یک از محدوده‌های انتخابی نمونه‌برداری انجام شد. همچنین نمونه خاک سطحی بصورت تصادفی از عرصه عملیات جمع‌آوری شد. پس از حفر پروفیل و تشریح آن برخی آزمون‌های مزرعه‌ای مربوط به کیفیت خاک انجام شد. برای امتیازدهی به شاخص کیفیت خاک از روش ارزیابی مزرعه‌ای شاخص‌های تخریب و باروری خاک ارائه شده توسط برنامه LADA (ناشترگیل و همکاران ۲۰۱۱ و ماخرجی و لال ۲۰۱۴) استفاده شد. همچنین برای تعیین شاخص نفوذپذیری آب در خاک از دستگاه نفوذسنج صفحه‌ای یا دیسک پرامتر در تیمارها و نقاط مطالعاتی و به روش اندازه‌گیری مزرعه‌ای استفاده شد. نحوه اندازه‌گیری توسط دستگاه یاد شده در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- روش اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک به کمک دستگاه نفوذسنج صفحه‌ای

شاخص‌های که در آزمایشگاه تعیین شد شامل بافت خاک، مقادیر کربن آلی خاک، CEC ، ESP، مقادیر NPK و عناصر میکرو، آهک، بافت، pH و Ec، وزن مخصوص ظاهری بود.

نتایج و بحث

در محدوده سامان عرفی روستای قشلاق در حوزه رزین به صورت الگوئی دو محدوده تغییر کاربری دیمزار کم بازده به مرتع با سابقه حدود ۱۵ ساله وجود داشت. همچنین در همین محدوده یک مزرعه نمونه تغییر کاربری دیمزار کم بازده به کشت علوفه یونجه وجود دارد که با استحصال آب زیر قشری و آبیاری به صورت تکمیلی در فصل تابستان توانبخشی شده است. در این مطالعه سعی شده برخی شاخص‌های فیزیکوشیمیای خاک محدوده عملیات مزبور در قیاس با دیمزار کم بازده که به فاصله بسیار نزدیکی از محدوده‌های یاد شده قرار دارد مقایسه شده است.

از نکات بارز اثر تغییر کاربری دیمزار کم بازده به مرتع صرفا از طریق امتناع از خاک‌ورزی می‌توان به افزایش بیش از ۴۵ درصدی کربن آلی خاک اشاره کرد. همچنین در جنوب محدوده زمین تغییر کاربری یافته به مرتع و به فاصله حدود ۲۰۰ متر تغییر کاربری دیمزار به کشت علوفه ذخیره کربن آلی خاک سطح‌الارض را تقریبا به میزان ۱۹۰ درصد افزایش داده است. تغییر ملموس دیگری در دیگر شاخص‌های کیفیت شیمیائی خاک در دیمزارهای تغییر کاربری به مرتع و علوفه‌کاری نسبت به شاهد دیمزار وجود نداشت. مورد استثناء افزایش قابل توجه فسفر قابل جذب در دیمزارها نسبت به عرصه‌های تغییر کاربری یافته بود (جدول ۱). این افزایش البته معلول استفاده پیاپی کود سوپرفسفات تریپل در دیمزارها طی سالیات متمادی است. چرا که سالیانه حدود ۹۰ درصد فسفر موجود در این کود فسفره به اشکال کم تحرک در خاک انبارش یافته و توسط گیاه مصرف نمی‌شود. نتایج برومند و همکارن (۱۳۹۴) حاکی از افزایش ۴ برابری فسفر قابل جذب در خاک زراعی نسبت به شاهد مرتعی و جنگلی آن بود نیز موید نتایج تحقیق حاضر است.

نکته مهم دیگر در خصوص اثر این تغییرکاربری‌ها افزایش قابل توجه پتاسیم قابل جذب در خاک در اثر این تغییر یا اصلاح کاربری بوده است. این افزایش در واقع ناظر به کاهش پتاسیم بومی خاک که به صورت تبادلی و یا در ساختمان کانی‌های رسی خاک به صورت به سختی تبادل پذیر همراه است و در اثر فرسایش ذرات ریز خاک در دیمزار از دسترس خارج شده است. این در حالی است که با تغییر کاربری دیمزار در واقع از تلفات پتاسیم بومی خاک جلوگیری می‌شود. این نکته زمانی اهمیت پیدا می‌کند که بدانیم پتاسیم در مقاومت گیاه به خشکی و همچنین در رشد زایشی گیاه نقش کلیدی دارد. لذا فرایند فرسایش، گیاه را در یک دور و تسلسل منتهی به کاهش مقاومت به خشکی و کاهش تنوع زیستی قرار می‌دهد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک سطح الارض در در دیمزار تغییر کاربری یافته و شاهد دیمزار در سامان عرفی روستای قشلاق.

کاربری	Depth	TNV%	Ec ds/m	pH	C.E,C me/100	P *mg/kg*	K *mg/kg*	*O.C* %	*Mn mg/kg*	*Fe mg/kg*	Zn mg/kg	*CU mg/kg*	*Sand* %	SiLt %	*Clay* %	نفوذ پذیری (cm min^{-1})	SQI	امتیاز کیفیت خاک
تغییر دیمزار به مرتع	A1	۶/۰	۰/۶۴	۷/۲۴	۲۸/۲	۱۱/۰	۷۸۰	۱/۴۴	۴/۰	۱۲/۱۲	۳/۴۸	۱/۹۶	۱۶/۶	۴۱/۴	۴۲/۰	۰/۲۷۶	۳۶	خوب
تغییر دیمزار به مرتع	A1	۲/۰	۰/۵۹	۷/۰۰	۲۶/۴	۱۱/۸	۷۲۰	۱/۴۳	۱۰/۰	۷/۵۲	۰/۶۴	۱/۱۶	۴۵/۰	۳۴/۴	۲۰/۶	--	۳۴	خوب
تغییر دیمزار به مرتع	A2	۱/۵	۰/۵۱	۷/۰۳	۲۶/۶	۴/۴	۲۳۰	۰/۹۸	۶/۸	۵/۶۸	۰/۵۶	۰/۹۶	۴۱/۰	۳۰/۴	۲۸/۶	--	--	--
شاهد دیمزار	A2	۱۱/۲	۰/۶۱	۷/۳۶	۳۰/۰	۳۲/۸	۵۶۰	۰/۹۹	۱۳/۰	۱۳/۵۸	۱/۱۶	۲/۰۶	۱۰/۶	۵۱/۴	۳۸/۰	۰/۳۱	--	--
شاهد دیمزار	A1	۵/۰	۰/۳۷	۷/۱۵	۳۰/۲	۱۷/۶	۲۸۰	۰/۸۶	۱۵/۰	۸/۵۶	۰/۵۸	۱/۵۲	۵۰/۰	۲/۰	۴۸/۰	--	۱۹	متوسط
تغییر دیمزار به علوفه-کاری	A1	۳/۸	۱/۰۰	۷/۱۷	۲۳/۸	۵/۲	۸۱۰	۲/۶۵	۱۷/۶	۳/۳۲	۰/۹۸	۰/۹۲	۳۷/۰	۳۶/۴	۲۶/۶	۰/۲۹۵	۴۲	خوب
تغییر دیمزار به علوفه-کاری	A2	۸/۸	۰/۶۳	۷/۳۰	۲۰/۸	۸/۲	۴۲۰	۱/۱۶	۱۵/۶	۳/۰۴	۱/۱۶	۱/۰۲	۳۱/۰	۳۸/۴	۳۰/۶	--	--	--
شاهد	A1	۴/۰	۰/۸۰	۷/۲۱	۳۱/۲	۵/۸	۵۴۰	۰/۸۶	۱۲/۴	۸/۶۲	۰/۸۶	۲/۵۸	۹/۶	۵۱/۴	۳۹/۰	--	۲۰/۵	متوسط

شکل ۴- تصویر عرصه تغییر کاربری دیمزار به مرتع و دیمزار شاهد در روستای قشلاق



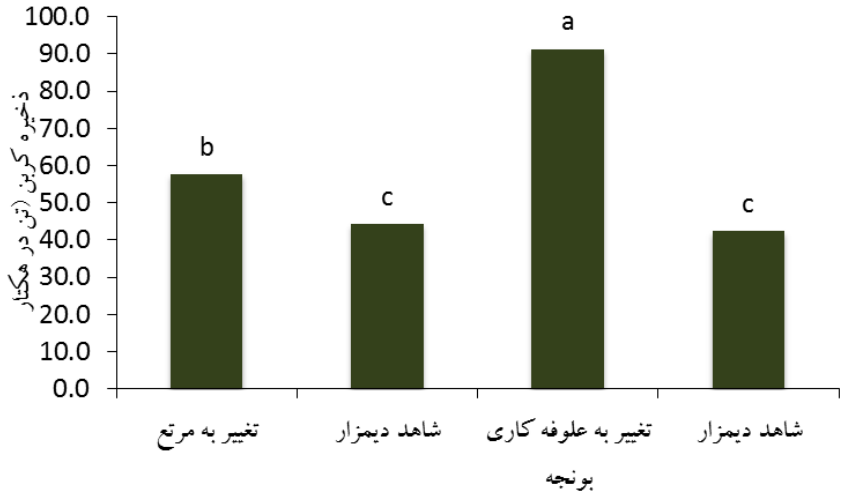
در نهایت این تغییر کاربری منجر به افزایش قابل ملاحظه امتیاز کیفیت خاک و کلاس کیفی خاک شد به گونه‌ای که تغییر کاربری دیمزار به مرتع و علوفه‌کاری به ترتیب منجر به افزایش شاخص کیفیت خاک به میزان ۱.۵ و ۲ برابر شد (جدول ۱). این افزایش شاخص کیفیت خاک به مراتب بیش از کمیتی است که نصرتی و مجدی (۱۳۹۴) برای قیاس اراضی مرتعی و دیمزار شاهد به دست آوردند آنها نسبت افزایش شاخص کیفیت خاک را در اثر این اصلاح کاربری معادل ۴۰ درصدی محاسبه نمودند

مطالعه ظرفیت نفوذ آب در خاک در دو الگوی انتخابی نشان داد که ظرفیت نفوذپذیری نقاط مطالعاتی در دیمزار رها شده (۰.۲۷۶ سانتیمتر در دقیقه) کمتر از دیمزار طبیعی (۰.۲۹۵ سانتیمتر در دقیقه) بود. ولی در دیمزار تغییر کاربری یافته به کشت علوفه ظرفیت نفوذ (۰.۳۱ سنتیمتر در دقیقه) به طرز قابل ملاحظه‌ای نسبت به شاهد افزایش یافته بود (جدول ۱). به دیگر سخن نفوذپذیری خاک مرتعی نسبت به دیمزار شاهد کمتر شده بود. این در حالی است که اصغری و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند که تغییر کاربری مرتعی به زراعت منجر به تنزل نفوذپذیری اشباع خاک از ۰.۳۵ به ۰.۲۰ سانتیمتر در دقیقه خواهد شد.

دلیل کاهش ظرفیت نفوذپذیری مراتع نسبت به دیمزار تردد دام و تراکم ناشی از آن بویژه در فصل بارندگی بود. با توجه به اینکه مراتع بخش یاد شده در دامنه جنوبی بودند و در این مراتع آغاز فصل رشد زودتر و مصادف با رگبارهای ابتدای بهار بود. بهره‌برداران به صورت زودرس مرتع را در معرض چرا قرار می‌دادند. همچنین در این فصل رطوبت خاک در اثر بارش‌های ممتد ابتدای بهار در حدی بود که هر گونه فشار به خاک از جمله تردد و برخورد سم دامها، بیشترین تراکم و تخریب ساختمان خاک را ایجاد می‌کرد. در عرصه دیمزار در زمان یاد شده، خاک از این آسیب ایمن بود ضمن آنکه شخم بهاره یا پائیزه مدام با حذف سله سخت لایه سطحی شرایط را برای نفوذ آب مساعد می‌کند. همچنین در عرصه علوفه کاری نیز تردد دام عمدتا در اواخر بهار اتفاق می‌افتاد که کمترین کوبیدگی و تراکم را ایجاد می‌کند. ضمن آنکه ریشه یونجه به دلیل قدرت و حجم و پراکنش قابل ملاحظه خاک را پوک می‌کند. جدول شرایط و ضرایب نفوذپذیری خاک در دو سایت معرف تغییرکاربری دیمزار به مرتع و علوفه‌کاری در مقابل شاهد مربوطه که دیمزارهای سنتی و کم بازده هستند نشان داده شده است.

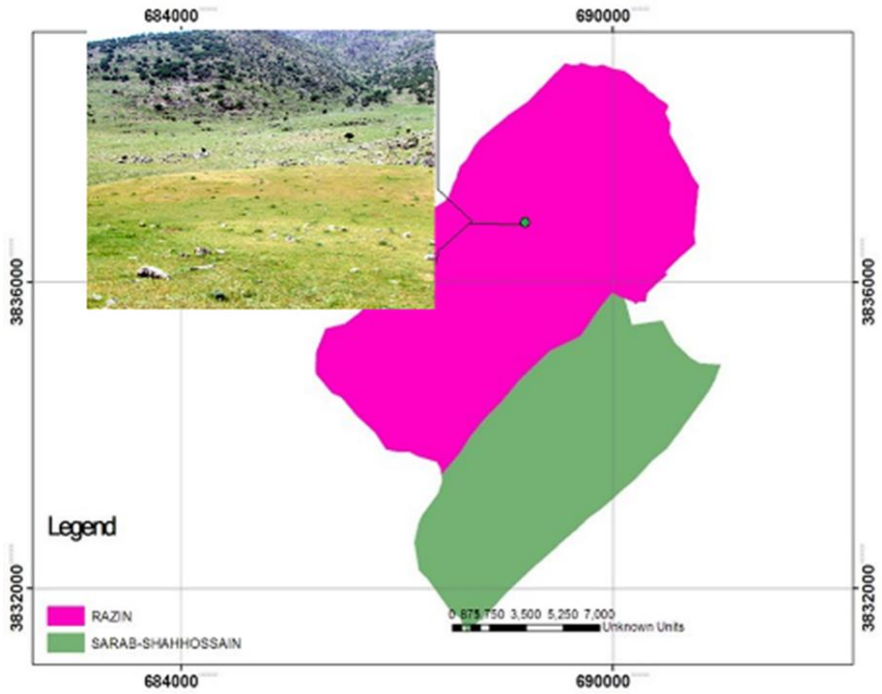
با ترسیب بیش از ۱۳ تن کربن در خاک ظرفیت ذخیره کربنی خاک را حدود ۳۰ درصد ارتقاء بخشید (شکل ۵). با توانبخشی به خاک منطقه از طریق یونجه‌کاری این ظرفیت برای منطقه مورد مطالعه به حدود ۴ برابر یعنی حدود ۱۱۵ درصد قابل افزایش است. نکته قابل توجه آن است که در مزرعه نمونه علوفه کاری شده این انبارش به دلیل حجم زیاد توده ریشه تولیدی توسط این گیاه در کل نیمرخ خاک و تا عمق ۴۰ سانتیمتری قابل تحقق است. این در حالی است که در منطقه تغییر یافته به مرتع بیشتر خاک سطحی تحت تاثیر این انبارش کربن قرار گرفته است. البته تداوم روند مدیریتی کنونی در نقطه یاد شده ظرفیت انبارش کربن را در افق تحتانی ارتقاء خواهد داد. که بررسی این نظریه مستلزم پژوهش و پایش‌های آتی است.

به دیگر سخن این نتایج این معنی را می‌رساند که در دیمزارهای محدوده طرح با مدیریت صحیح و با صرف حداقل هزینه میتوان حداقل ظرفیت ذخیره کربن را به اندازه یک سوم ظرفیت کنونی افزایش داد. نکته شایان توجه آن است که طرح ممیزی مرتع از ضروریات اجراء در منطقه یاد شده است بدون شک اجرای صحیح و نظارت کامل بر اجرای آن ظرفیت ذخیره کربن را در خاک به نحو غیرمنتظرهای افزایش خواهد داد.



شکل ۵- ذخایر کربنی خاک مناطق تغییر کاربری به مرتع و علوفه‌کاری و شاهد (تن در هکتار) در سامان قشلاق

در محدوده سامان سراب شاه حسین و روستای رزین محدوده‌هائی وجود دارد که در سنوات گذشته با کاربری دیمزار به دلائل مختلف رها شده و به صورت مرتع تحت چرای متداول دام قرار گرفته اند. از آنجا که این محدوده‌ها از نظر قابلیت اراضی از مراتع اطراف خود دارای تناسب و قابلیت بهتری هستند، به عنوان عملیات الگوئی از منظر رهاسازی دیمزار کم بازده و تبدیل آن به مرتع مورد ارزیابی قرار گرفتند. مختصات و موقعیت محدوده یاد شده در شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل ۶- محدوده دیمزار رها شده به صورت مرتع در سامان رزین

در جدول ۲ وضعیت فیزیکی و شیمیائی خاک در محدوده تغییر کاربری یافته نسبت به دیمزار شاهد ارائه شده است. همانگونه که از ارقام جدول پیداست، این تغییر کاربری اثرات شگرفی بر شاخص‌های فیزیکی و شیمیائی باروری خاک داشته است. تقریبا همه شاخص‌های کیفیت شیمیائی تحت تاثیر مثبت این تغییر کاربری قرار گرفته‌اند. مورد استثناء کمیت فسفر قابل جذب است که به صورت ملموسی در کاربری دیم بیشتر از محدوده مورد نظر است. دلیل این امر هم بصورت بدیهی کاربرد کود فسفره و انبارش آن بصورت سالانه در دیمزارها است. شاید مهمترین شاخص در این زمینه کمیت کربن آلی خاک

سطحی و تحت الارض باشد. این شاخص تقریبا در هر افق ۳.۵ برابر شده است. کوچ و مقیمیان (۱۳۹۴) نیز با مقایسه کمیت کربن آلی خاک اراضی زراعی و با مراتع مجاور نشان دادند کمیت این شاخص از ۱.۲۴ در کاربری زراعی به ۲.۲۳ درصد در کاربری مرتع مجاور افزایش نشان داد.

همچنین تغییر پتاسیم قابل جذب به دلیل ساختار کانی شناسی و بافت مشابه دو محدوده تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشت. این نتیجه در انطباق با یافته‌های رسولی صدقیانی و همکاران (۱۳۹۴) در ارزیابی تاثیر تغییر کاربری بر کمیت پتاسیم خاک بود. ولی کمیت قابل جذب عناصر میکرو Fe، Zn، Mn و Cu در اثر تغییر کاربری دیمزار کم بازده به مرتع بین ۲و تا ۴ برابر شده است.

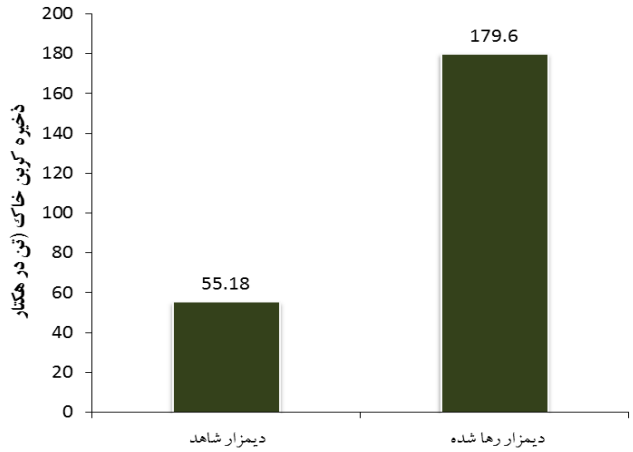
کمیت شاخص کیفیت خاک SQI در عرصه دیمزار تغییر کاربری یافته ۵۰ درصد بیش از دیمزارهای مجاور به عنوان نقاط شاهد بود. اگرچه کلاس کیفیت هر دو نقطه خوب طبقه بندی شد. ولیکن افزایش ۱۵ واحدی شاخص SQI نویدبخش ظرفیت دیمزارهای منطقه برای بهبود کیفیت خاک در صورت اعمال مدیریت زراعی مناسب بود

جدول ۲- مشخصات فیزیکی و شیمیائی خاک منطقه دیمزار رها شده و شاهد دیمزار کم بازده در سامان عرفی رزین

تیمار	عمق (سانتی‌متر)	افق	TNV %	Ec ds/m	pH	C.E,C me/100gr	P *mg/kg*	K *mg/kg*	*O.C* %	*Mn* *mg/kg*	*Fe* *mg/kg*	Zn mg/kg	*CU* *mg/kg*	SiLt %	*Sand* %	*Clay* %	Bd (gr/cm3)	نفوذپذیری (cm min^{-1})	SQI	امتیاز کیفیت خاک
دیمزار رها شده (مرتع)	۰-۲۵	A1	۰/۸	۰/۷۲	۶/۷۹	۲۷/۸	۱۸/۴	۳۰۰	۳/۸۴	۴۳/۲	۲۱/۱۸	۲/۳۶	۲/۱۲	۴۶/۲	۲۵/۴	۲۸/۴	۱/۲۳	۰/۰۷	۴۴/۵	خوب
دیمزار رها شده (مرتع)	۲۵-۵۵	A2	۱۷/۵	۰/۳۶	۷/۰۴	۳۱/۲	۲/۲	۳۴۰	۲/۶۳	۱۵/۸	۱۴/۵۴	۱/۵۲	۱/۱۲	۴۱/۲	۱۸/۴	۴۰/۴	۱/۱۷	--	--	--
شاهد دیمزار	۰-۲۷	Ap	۱۵/۲	۰/۵۵	۷/۲۵	۳۸/۲	۲۲/۲	۳۲۰	۱/۱۲	۱۲	۶/۱	۰/۷	۱/۱۴	۳۱/۲	۲۸/۴	۴۱/۲۵	۱/۱۵	۰/۱۶	۳۰/۵	خوب
شاهد دیمزار	۲۷-۷۵	A2	۳۲	۰/۵۱	۷/۱۱	۲۲/۴	۱۵/۶	۲۶۰	۰/۸۰	۱۰	۳/۱۵	۱/۱۱	۱/۲	۳۰/۲	۲۰/۴	۵۰/۴	۱/۱	--	--	--

کمیت وزن مخصوص ظاهری خاک در خاک مرتع افزایش معنی داری نسبت به دیمزار رها شده داشته است. اگرچه این استنتاج در تضاد با یافته‌های بسیاری از محققین دیگر است. ولی بررسی میدانی نشان داد این افزایش معلول کوبیدگی ممتد خاک توسط دام بوده و نتایج آزمایشات نفوذپذیری خاک نیز این موضوع را تایید کرد. نتایج آزمایش نفوذ با دیسک پرامتر در جدول ۲ نشان داده شده است. کمیت سرعت نفوذ در دیمزار رها شده به دلیل کوبیدگی ممتد نصف دیمزار شاهد است.

میزان کربن ذخیره شده طی حداقل ۱۵ تا ۲۰ ساله که از این تغییر کاربری گذشته است، در شکل ۷ نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود طی مدت این تغییر کاربری حدود ۱۲۴.۴ تن کربن در هکتار در این خاک ذخیره شده است. این کمیت برای کل ۰.۸ هکتار تغییر کار بری یافته حدود ۱۰۱ تن خواهد بود. به عبارت دیگر نرخ سالانه انبارش کربن در این عرصه رقم بسیار بالا و قابل توجه حدود ۵.۰۵ تا ۶.۶ تن در سال است.

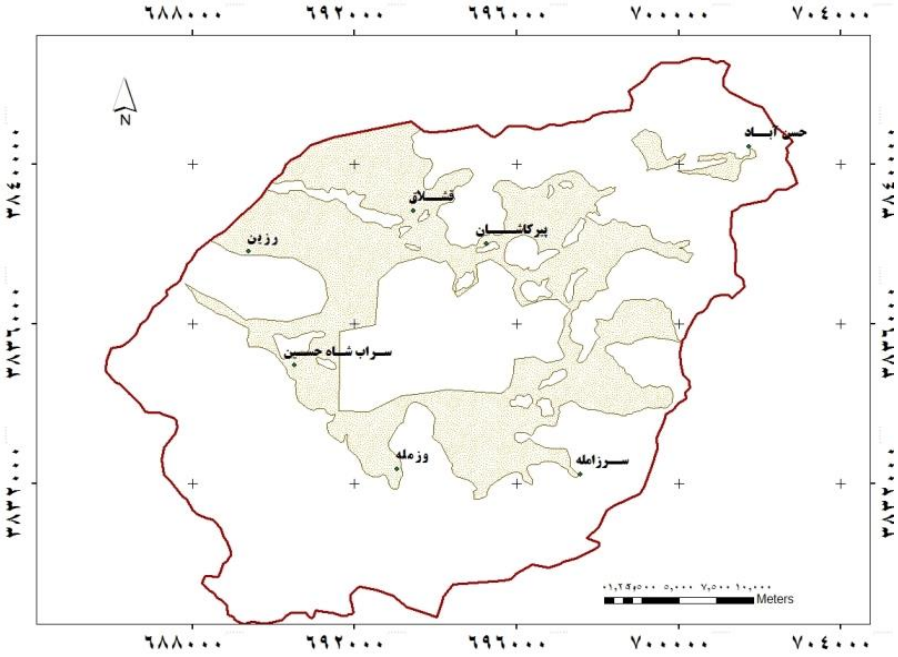


شکل ۷- ذخایر کربنی خاک در عرصه دیمزار رها شده و شاهد مربوطه (تن در هکتار)

نتیجه‌گیری

تغییر کاربری دیمزار کم بازده به مرتع که به صورت سنتی در دو نقطه حوزه (قشلاق و رزین) انجام شده بود. گرچه کلیه شاخص‌های باروری خاک و از جمله ذخایر کربنی را به شکل قابل ملاحظه‌ای ارتقاء داده بود ولی تراکم و نفوذپذیری خاک را به شدت تنزل داده بود. این تنزل البته ماهیتا ناشی از تغییر کاربری نبود. بلکه ناشی از مدیریت اعمال شده در بهره‌برداری کاربری جدید که همانا چرای ناموقع و مدیریت نشده دام در کاربری جدید به شرحی که درمتن بیان شده است، بود.

در دیمزارهای حوزه که محدوده آنها در شکل ۸ نشان داده شده است با مساحتی حدود ۴۲۰۰ هکتار حدود ۲۸.۶ درصد از مساحت حوزه را تشکیل می‌دهند. بررسی‌های میدانی نشان می دهد که حدود یک سوم این عرصه را دیمزارهای شیبدار و کم بازده تشکیل می دهد که مساحتی حدود ۱۴۰۰ هکتار را شامل می شود. مطالعات و آزمایشات صورت گرفته در این تحقیق نشان داد که این محدوده پائینترین شاخص‌های باروری و کیفیت خاک را در میان دیگر عرصه‌های حوزه دارا هستند. امتیاز کیفیت خاک نمونه‌های مطالعه شده از این محدوده‌ها از کمتر از ۱۴ تا حداکثر ۲۹ بود که نشانگر کیفیت ضعیف تا متوسط بود. البته بالاترین امتیاز کیفی در این عرصه از دیمزارها متعلق به دیمزارهای جنوب حوزه بود.



شکل ۸- گستره دیمزارهای کم بازده و شیب‌دار در حوزه رزین

در این مطالعه در عرصه دیمزارهای کم بازده شمال حوزه دو گزینه مدیریتی اصلاحی مطالعه شده شامل تغییر کاربری دیمزار به کشت مرتع و علوفه‌کاری یونجه بود. همچنین در جنوب حوزه نیز تغییر کاربری به مرتع مورد ارزیابی بودند. شاید. به جرات میتوان گفت بیشترین بهبودی در شاخص‌های باروری خاک و ارتقاء ذخایر کربنی در میان هر نوع مصداق عملیات مدیریت در الگوهای فوق اتفاق افتاده بود. به عنوان مثال در دیمزار رها شده بصورت مرتع طبیعی در رزین و دیمزار تغییرکاربری یافته با یونجه‌کاری به ترتیب حدود ۱۲۶ و ۵۲ تن کربن در هکتار ترسیب یافته بود. ظرفیت اراضی دیمزار کم بازده جنوب حوزه با اصلاح کاربری به مراتب بیش از دیمزارهای شمال حوزه است. مع الوصف گستره دیمزارهای کم بازده شمال حوزه بیشتر می باشد.

در مجموع بررسی اعداد و ارقام نشان داد که با تغییر کاربری دیمزارهای کم بازده و برگرداندن آنها به کاربری که ظرفیت و پتانسیل آن را دارند یعنی کاربری مرتع، بطور متوسط وزنی می‌توان در کل حوزه در میان مدت حدود ۲۲.۳ تن کربن در هکتار ترسیب نمود. البته این کمیت بدون اعمال عملیات توانبخشی و مدیریتی که میتوان با اعمال این تغییر کاربری انجام داد، قابل وصول است. بدیهی است در صورت علوفه‌کاری با یونجه دیم یا کپه‌کاری و قرق و غیره این ظرفیت بطور غیرمنتظره‌ای قابل ارتقاء خواهد بود. ظرفیت یاد شده یک برآورد حداقلی است. وجود ذخیره متوسط ۲۳۶ تن کربن در هکتار در مجاورت دیمزارهای محدوده یاد شده نشان از توان اکولوژیکی و اقلیمی بسیار بالاتر منطقه در انبارش کربن در صورت توانبخشی این محدوده‌ها با درختکاری و نهالکاری گونه‌های بومی و سازگار با شرایط منطقه است

سپاسگزاری

تحقیق حاصل نتایج طرح پژوهشی به شماره ثبت ۹۴۰۰۲-۹۴۵۲-۲۹-۵۵-۱۴و به سفارش دفتر پروژه بین‌المللی MENARID در سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری انجام شدکه بدینوسیله از مساعدت مالی آن دفتر محترم نهایت سپاسگزاری را دارم.

منابع

اصغری، ش.، هاشمیان، س.، گلی‌گلانپا، ا. و محب‌الدینی، م. ۱۳۹۴. اثرات تغییر کاربری اراضی بر شاخص‌های کیفیت خاک در شرق استان اردبیل. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۲(۳):۱-۱۹

برومند، م.، قاجار، م.، بهمنیار، م. و سالک گیلانی، س. ۱۳۹۴. ارزیابی اثر تغییر کاربری اراضی از جنگل به کشاورزی بر برخی ویژگی های شیمیایی خاک (مورد مطالعه: منطقهٔ زرین آباد ساری). پژوهش جغرافیای طبیعی. ۴۷(۳):۴۳۵-۴۴۹.

پرویزی، ی.، گرجی، م.، مهدیان، م.ح. و امید، م. ۱۳۸۹. پهنه بندی تغییرپذیری مکانی کربن آلی خاک و بررسی و پیش بینی تاثیر عوامل فیزیکی و مدیریتی بر آن بااستفاده ازآنالیز چند متغیره و شبکه های عصبی مصنوعی. پایان نامه دکتری فیزیک و حفاظت از خاک، گروه مهندسی علوم خاک. دانشگاه تهران.

رسولی صدقیانی، م.، کریمی، ص.، خداوردیلو، ح.،برین، م. و شفیعی، ع. ۱۳۹۴. بررسی تغییر کاربری بر پویایی کربن و نیتروژن و برخی ویژگی‌های‌حاصلخیزی خاک در منطقه جنگلی پردانان پیرانشهر. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. ۲۳(۳): ۴۷۸-۴۸۹.

کوچ، ی. و مقیمیان ن. ۱۳۹۴. اثر تخریب جنگل و تغییرکاربری اراضی بر شاخصهای اکوفیزیولوژی کربن و نیتروژن خاک. مجله جنگل ایران. ۷(۲): ۲۴۳-۲۵۶.

نصرتی ک. و مجدی، م. ۱۳۹۴. تعیین شاخصهای کیفیت خاک در غرب شهر تهران با استفاده از تحلیلهای آماری چند متغیره. پژوهشهای دانش زمین، ۲۲:۱۰۰-۱۱۳.

FAO (2002) LADA Workshop Report, Land and Water Development Division, FAO, Rome

Lal, R. 2008. The role of soil organic matter in the global carbon cycle. Soil and Environ. Pollution. 116, 353–36.

Mukherjee A, Lal R (2014) Comparison of Soil Quality Index Using Three Methods. PLoS ONE 9(8): e105981. doi:10.1371/journal.pone.0105981

Nachtergaele, F. and M. Petri. 2010. Land Use Systems mapping at global and regional scales in support of Land Degradation Assessment Analysis. LADA. FAO/UNEP.

Nachtergaele F., Biancalani R., Bunning S., McDonagh J., Rioux J. and Woodfine A. 2011. Manual for Local Level Assessment of Land Degradation and Sustainable Land Management: Part Part 2: Field methodology and tools. LADA. FAO/UNEP.

Yao R.J., Yang J.S., Gao P., Zhang J.B., Jin W.H., and Yu1 S.P. 2014. Soil-quality-index model for assessing the impact of groundwater on soil inan intensively farmed coastal area of E China. J. Plant Nutr. Soil Sci. 177, 330–342

Zucca C., R. Biancalani, H. Hamrouni, R. Attia, S. Bunning. 2009. Guidelines for the identification, selection and description of nationally based indicators of land degradation and improvement. Technical Document. LADA. FAO/UNEP

.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Field study of the effects of soil properties and farm management indices on soil erosion in rainfed land of Kermanshah province

Parvizi Y.[*1], Heshmati M.,[1] Darabi A.[2] and Rostami K.[3]

[1] Associate Prof., soil conservation and watershed management research dep. agriculture and natural resource research center of Kermanshah, AREEO, Iran

[2] M.Sc., Natural resource beureu of Kermanshah, Iran

[3] Ph.D. MENARID office, FRWMO, Tehran, Iran

[4] Ph.D student, expert of agriculture and natural resource research center of Kermanshah, AREEO, Iran

Abstract

The most common form of soil degradation in rangelands and forests in the northern and central slopes of the upper slopes of Zagros is plowing and changing land use to low-productivity ranfed lands. The consequences of this are decline of sustainability and production quality, erosion and environmental problems in the area. This research was designed to evaluate the effectiveness of management operations in land use reform and restore them to its potential for improving the quality and physicochemical properties of soil in the Kermanshah Rezin watershed. After recording the physical and managerial characteristics of selected fields, biophysical indices of soil quality were determined by soil sampling and experiments on samples. The results of the evaluation showed that the land use change of low-yielding rainfed lands to rangelands in two Razin and Gheshlagh systems had important effects on all soil quality indices. The organic carbon storage of soil increased from 1.9 to 3.5 times and the concentration of micro-elements increased by 2-4 times. rangelands and forests of Shah Hussein and Razin with soil carbon reserves of 180 to 250 tons per hectare and ideal quantities of soil quality indices have promising a high potential for improving soil fertility in the study area.

Keywords: soil degradation, soil productivity, land use change, dryland

[*] Corresponding author, Email: yparvizi1360@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

اثر جهت و موقعیت شیب بر میانگین قطر خاکدانه‌ها در منطقه جنگلی کالپوش

محبوبه کریمی سورند[۱]، علی‌عباسپور[۲]، وجیهه درستکار[۳]، یاسر صفری[۴*]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود

[۲] دانشیار گروه آب و خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود

[۳و۴] استادیاران گروه آب و خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود

چکیده

ساختمان خاک یکی از فاکتورهای کلیدی مؤثر بر عملکرد خاک به حساب می‌آید و پایداری خاکدانه به عنوان رایج‌ترین شاخص ساختمان خاک استفاده می‌شود. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر خصوصیات توپوگرافی از قبیل جهت و موقعیت شیب بر شاخص پایداری ساختمان خاک در منطقه جنگلی کالپوش استان سمنان اجرا گردید. بدین منظور نمونه‌برداری در دو جهت شیب (شمالی و جنوبی) و پنج موقعیت شیب (قله، شانه، پشت، پا و پنجه) از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری با ۳ تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که خاک‌های واقع در شیب جنوبی در پی تراکم مطلوب‌تر پوشش گیاهی، مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD) بیشتری را نسبت به شیب شمالی دارند و هم‌چنین در میان موقعیت‌های مختلف شیب، حداکثر مقدار MWD مربوط به شانه و پشت شیب بود. بیشترین مقدار ماده آلی خاک نیز در شیب جنوبی و موقعیت پشت شیب مشاهده شد. بر خلاف انتظار که موقعیت جنوبی بایستی مواد آلی کمتری داشته باشد ولی به دلیل پوشش گیاهی کمتر در شیب شمالی ناشی از سرمای زیاد و برف‌گیر بودن منطقه، در مجموع، شیب جنوبی ماده آلی و پایداری ساختمان خاک بهتری نسبت به شیب شمالی دارا بود.

کلمات کلیدی: تغییرات خاک، توپوگرافی، پایداری خاکدانه، ساختمان خاک

مقدمه

یکی از ساده‌ترین و در عین حال بهترین روش‌ها برای تعیین ارتباط مکانی بین خصوصیات خاک و پستی و بلندی، مطالعه خاک‌های واقع شده بر روی شیب می‌باشد که در تشریح شیب یا قسمتی از شیب که تحت تأثیر توپوگرافی قرار گرفته است، می‌توان به فاکتورهایی چون درجه یا تندی شیب، طول شیب، جهت شیب، انحنا و شکل شیب، ارتفاع و موقعیت شیب اشاره کرد و این فاکتورها با استفاده از پنج عنصر قله ، شانه، پشت، پنجه و پای شیب تشریح می‌شوند. خاک در موقعیت‌های مختلف یک شیب در امتداد یک دامنه ویژگی‌های مختلفی را نشان می‌دهد (Tsui و همکاران، ۲۰۰۴). برای مثال تحدب و تقعر شیب با کنترل حرکت آب و رواناب و تأثیر بر زه‌کشی و نگه‌داری آب در خاک تأثیر زیادی بر تغییرپذیری ویژگی‌های خاک در اراضی شیب‌دار دارد که طبق پژوهش‌ها عمق خاک، مقدار رس و واکنش خاک از بخش‌های محدب شیب (شانه شیب) به طرف بخش‌های با شیب صاف (پشته شیب) و سپس موقعیت‌های مقعر شیب (پا و پنجه شیب) افزایش می‌یابد (Seibert و همکاران، ۲۰۰۷).

یکی از شاخص‌های مهم در کیفیت فیزیکی خاک و دوام خاک برای حفظ اندازه خاکدانه‌ها در مقابل نیروهای خارجی میزان پایداری خاکدانه‌های خاک است (Six و همکاران، ۲۰۰۰). از نیروهای محرکی که بر پایداری خاکدانه‌ها تأثیرگذار است می‌توان به آب و نیروهای قطرات باران اشاره کرد؛ به این شکل که آب چه به شکل آبیاری و چه به شکل بارندگی مسبب متلاشی شدن آن دسته از خاکدانه‌هایی می‌شود که به صورت ضعیف به هم اتصال پیدا کرده‌اند. این فرایند سبب پاشیده شدن ذرات رس و تقلیل تخلخل، ازدیاد مقاومت خاک در برابر نفوذ ریشه‌ها و کاهش هدایت هیدرولیکی اشباع، آب قابل استفاده، نفوذ آب و هوا به خاک و افزایش رواناب و فرسایش خاک می‌شود (واعظی و همکاران، ۱۳۹۰).

برای برآورد پایداری خاکدانه روش‌های گوناگونی وجود دارد که برای فرسایش بادی می‌توان از الک کردن خشک و برای فرسایش آبی از روش الک کردن در آب استفاده کرد که معمول‌ترین آن‌ها میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه است (علیجانپور شلمانی، ۱۳۹۱). در مطالعات مختلفی به نقش موقعیت شیب در میزان پایداری ساختمان خاک اشاره شده است. در این راستا، Tsui و همکاران (۲۰۰۴) به مطالعه اثر سه موقعیت شیب (شانه ، پشت و پای شیب) بر خصوصیات خاک جنگل‌های جنوب تایوان با تعداد ۵۶۵ نمونه پرداختند و نتایج حاصل از مطالعه آن‌ها حاکی از آن بود که موقعیت‌های

* ایمیل نویسنده مسئول: yaser.safari@shahroodut.ac.ir

گوناگون شیب در امتداد یک دامنه می‌تواند حرکت آب و مواد را در خاک کنترل نموده و هم‌چنین در موقعیت قله شیب مقدار کربن آلی و عناصر نیتروژن، پتاسیم، سدیم و آهن و در موقعیت پای شیب، فسفر قابل دسترس، کلسیم، منیزیم، منگنز و واکنش خاک بالاترین مقدار را دارا بودند.

ملکی و همکاران (۱۳۹۲) پژوهشی تحت عنوان اثر جهت و موقعیت شیب بر روی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در اراضی لسی شیب‌دار منطقه توشن استان گلستان انجام دادند و چنین گزارش کردند که قسمت‌های پایین شیب دارای بیشترین مقدار رس، کربن آلی، پایداری خاکدانه و کمترین مقدار کربنات کلسیم بودند و جهت شمال شرقی خاک‌های با کیفیت بالاتری از نظر میزان کربن آلی داشت. این پژوهش‌گران کربن آلی را به عنوان شاخص مناسبی برای ارزیابی اثر موقعیت زمین‌نما بر کیفیت خاک عنوان کردند. منطقه جنگلی کالپوش در شمال شرقی استان سمنان و در محدوده‌ای وسیع از اراضی مسطح، نسبتاً شیب‌دار تا اراضی با شیب زیاد واقع شده است. پژوهش حاضر با هدف تأثیر موقعیت و جهت شیب بر شاخص پایداری ساختمان خاک در این منطقه انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه کالپوش با مساحت ۱۵۵۳ کیلومتر مربع در شمال شرق استان سمنان بین عرض‌های ۳۶ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی و طول ۵۵ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی واقع شده است. این منطقه از شمال به جنگل گلستان و شهرستان گالیکش، از غرب به شهرستان‌های مینودشت و آزادشهر، از جنوب به شهرستان میامی و از شرق به گرمه و جاجرم در استان خراسان شمالی متصل است. جنگل‌های منطقه کالپوش به عنوان بخشی از جنگل‌های کوهستانی استان سمنان محسوب می‌شوند که در جهت شرقی- غربی، از ناحیه کالپوش شروع شده و به صورت نواری حد فاصل جنگل های صنعتی گلستان و منطقه میان‌بند و ارتفاعات جنوبی البرز شرقی را در بر می‌گیرند. مساحت جنگل‌های منطقه کالپوش تقریباً ۱۲۰۰۰ هکتار می‌باشد. برای انجام این پژوهش نمونه‌های خاک از ۵ موقعیت مختلف دامنه و جهت‌های شمالی و جنوبی شیب با ۳ تکرار از جنگل کالپوش برداشت شد و نمونه‌های برداشت شده پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۸ میلی‌متر به آزمایشگاه انتقال یافت و برای ارزیابی پایداری ساختمان خاک به روش الک مرطوب آزمایش انجام گرفت

برای اندازه‌گیری توزیع اندازه و ارزیابی پایداری خاکدانه با استفاده از الک تر، مقدار ۵۰ گرم خاک عبور داده شده از الک ۸ میلی متر (۵ مش) وزن شد و بر روی یک سری الک با قطرهای به‌ترتیب ۴، ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱۲۵، ۰/۰۵۳ میلی‌متر ریخته شد. خاکدانه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه الک تر نوسان داده شدند و پس از اتمام کار با دستگاه، الک‌ها از آب بیرون کشیده شدند و خاکدانه‌های باقی مانده روی هر سری الک جداگانه در آون ۵۰ درجه به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید. سپس خاکدانه‌های باقی‌مانده روی الک‌ها برای تعیین وزن شن و سنگریزه در الک مربوط به خود برگردانده و پایداری خاکدانه بر اساس میانگین وزنی قطر خاکدانه از رابطه ۱ به‌دست آمد (Kamper and Rosenau ، ۱۹۸۶).

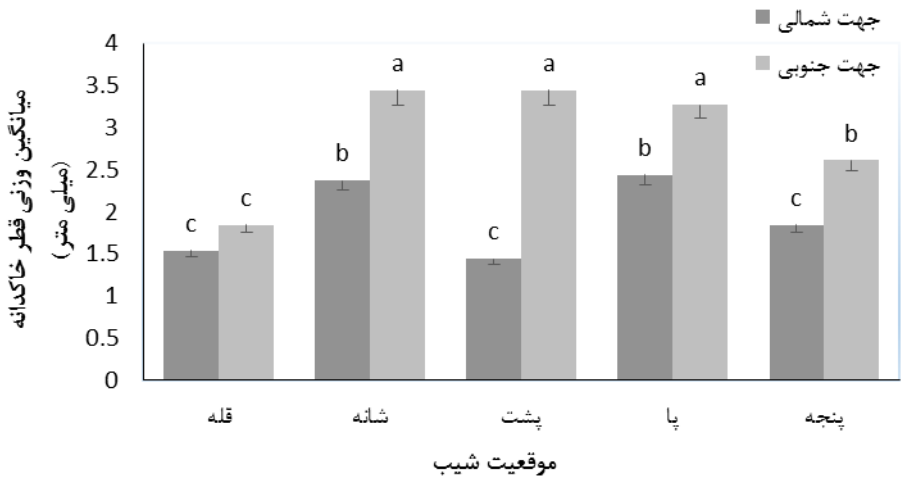
$$MWD = \sum_{i=1}^{n} w_i \overline{x}_i$$ معادله ۱

که در آن $\overline{x}_i$ میانگین قطر خاکدانه‌های روی هر الک بر حسب میلی متر، Wi نسبت وزن خاکدانه‌های روی هر الک به وزن کل خاکدانه‌های خاک و n تعداد الک می‌باشد.

نتایج و بحث

اثرات متقابل جهت و موقعیت شیب بر میانگین وزنی قطر خاکدانه نشان داد که بین موقعیت شانه و پشت و پنجه شیب از نظر میانگین وزنی قطر خاکدانه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. بنابراین حداکثر مقدار برای شانه و پشت شیب جنوبی و کمترین مقدار مربوط به قله و پنجه شیب شمالی است. شایان ذکر است که شیب عمومی اراضی منطقه مورد مطالعه در قسمت‌های شانه و پشت شیب چندان شدید نبوده و با توجه به کاربری زراعی بسیاری از اراضی و حاصلخیز بودن خاک‌های منطقه، امکان توسعه پوشش گیاهی مطلوب در این بخش‌های شیب میسر شده است. در انطباق با این یافته‌ها، مهاجری و همکاران (۱۳۹۵) نیز چنین گزارش کردند که میانگین وزنی قطر خاکدانه در پشت شیب (۴/۶۸ میلی‌متر) بیشترین و قله شیب (۳/۴۷ میلی‌متر) کمترین مقدار را دارا است که دلیل افزایش آن بالاتر بودن مقدار کربن آلی و میزان رس در این موقعیت شیب بوده است.

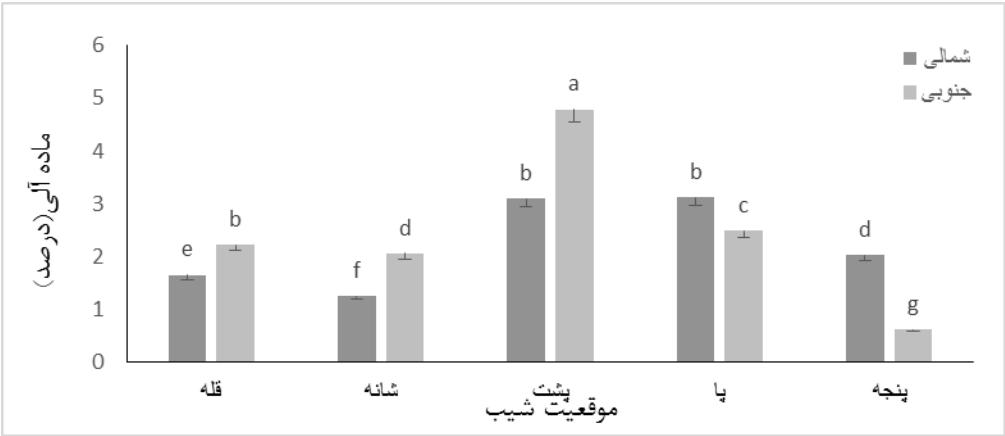
تحقیقات علیجانپور شلمانی و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که ماده آلی، کربنات کلسیم، رس و مقاومت مکانیکی خاک با پایداری خاکدانه رابطه مستقیم دارد و افزایش آن‌ها در خاک باعث افزایش پایداری خاکدانه می‌شود. هم‌چنین، Malgwi و همکاران (۲۰۱۱) چنین گزارش کردند که علت افزایش میزان پایداری خاکدانه در موقعیت پای شیب به دلیل افزایش عامل سیمانی کننده (مقدار رس) و افزایش رطوبت و درجه پایین فرسایش خاک بوده است.



شکل ۱- اثر متقابل جهت و موقعیت شیب بر میانگین وزنی قطر خاکدانه

(وجود حروف متفاوت بر روی هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.)

تأثیر موقعیت و جهت شیب بر مقدار ماده آلی خاک نشان داد که بیشترین مقدار مربوط به موقعیت پشت شیب جنوبی است. دلیل افزایش این مقدار در شیب جنوبی به دلیل دریافت کمتر اشعه مستقیم خورشیدی توسط خاک‌های واقع در شیب شمالی و در نتیجه سردتر بودن این خاک‌ها در مقایسه با خاک‌های شیب جنوبی و نیز کم‌تراکم‌تر بودن پوشش گیاهی در این شیب می‌باشد. در حقیقت نظر به بارش نسبتاً خوب منطقه، چنین به نظر می‌رسد که تبخیر رطوبت در شیب‌های رو به جنوب موجب بروز محدودیت‌های رطوبتی برای رشد متراکم گیاهان نمی‌شود؛ بلکه آفتاب‌گیر نبودن اراضی واقع در شیب‌های شمالی محدودیت‌های حرارتی را برای رشد گیاهان فراهم آورده است. هم‌چنین در موقعیت پشت شیب به دلیل اینکه مواد و رسوبات از مناطق بالا دست شسته شده و در این منطقه تجمع پیدا کرده این موقعیت نسبت به دیگر موقعیت‌ها حداکثر ماده آلی را دارا می‌باشد.



شکل ۲- اثر متقابل جهت و موقعیت شیب بر محتوای ماده آلی خاک

(وجود حروف متفاوت بر روی ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.)

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر حکایت از آن دارد که بیشترین مقدار ماده آلی و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در میان اجزای مختلف شیب، مربوط به موقعیت شانه و پشت شیب بود که نشان از ثبات نسبی شرایط خاک و تأثیرپذیری محدود خاک از فرسایش در این منطقه به دلیل پوشش گیاهی مطلوب دارد. هم‌چنین حداکثر مقادیر شاخص‌های مورد بررسی در میان دو جهت شیب، در شیب جنوبی بوده است که شاید بر خلاف این انتظار منطقی باشد که در نواحی گرمسیری مثل استان سمنان، شیب‌های جنوبی بایستی مواد آلی کمتری دارا باشند. این مشاهده ناشی از این واقعیت است که بر خلاف ویژگی‌های اقلیمی متداول در استان سمنان، بارش در منطقه کالپوش در حد نسبتاً مطلوبی است ولی سرما موجب بروز برخی محدودیت‌های حرارتی برای رشد متراکم گیاهان به‌ویژه در شیب‌های شمالی منطقه شده است.

منابع

علیجانپور شلمانی، ع.، فرج واجاری، م.، روحانی، م.، دولابی، گ. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمایی خاک بر پایداری خاکدانه در برخی خاک‌های جنگل استان گیلان. همایش ملی عمران و توسعه پایدار. ۱-۸.

ملکی، ص.، خرمالی، ف.، کیانی، ف.، کریمی، ع.ر. ۱۳۹۲. اثر جهت و موقعیت شیب بر روی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در اراضی لسی شیب دار منطقه توشن استان گلستان. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک .۲۳ (۳)، ۹۳-۱۱۲.

مهاجری، پ.، علمداری، پ.، گلچین، ا . ۱۳۹۵. تأثیر موقعیت‌های شیب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های واقع بر ردیف پستی و بلندی در منطقه دیلمان استان گیلان. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۳۰ (۱)، ۱۶۲-۱۷۱.

واعظی، ع.ر.، عباسی، م.، سبحانی، م. ۱۳۹۰. تأثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بر پایداری خاکدانه‌ها در حوزه آبخیز تهم چای، زنجان. اولین کنگره ملی علوم و فناوری‌های نوین کشاورزی. ۱-۴.

Kamper, W.D., and Rosenau, K.1986. Size distribution of aggregates. In:Klute, A.(ed), Methods of Soil Analysis, part1.ASA,Madison,WI.

Malgwi, W., and Abu, S. 2011. Variation in some physical properties of soils formed on hilly terrain under different land use type in Nigerian. Inter. J. Soil. Sci. 6: 150-163.

Seibert, J., Stendahl, J., and Sorensen, R. 2007. Topographical Influences on Soil Properties in Boreal Forests. Geoderma. 141: 139-148.

Six, J., Conant, R.T., Paul, E.A., and Paustian, K. 2002. Stabilization Mechanisms of Soil Organic Mattar Implications for C-saturation of Soils. Plant and Soil. 241: 155-176.

Tsui, C., Chen, Z., and Hsieh, C. 2004. Relationships between Soil Properties and Slope Position in a Lowland Rain Forest of Southern Taiwan. Geoderma. 123: 131-142.

Topic for submission: Soil quality and sustainable management

The effect of slope aspect and position on average diameter aggregates in Kalpoosh forest area

Karimi Sorand [1], M., Abaspur [2], A., Dorostkar[3], V., Safari[*4], Y.

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Shahrood University of Technology, Iran

[2] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture Shahrood University of Technology, Iran

[3,4] Assistant Profs, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Shahrood University of Technology, Iran

Abstract

Soil structure is considered as a key factor of soil performance and soil aggregate stability is used as the most common indicator of soil structure. This study was done aimed to assess the effect of topographical characteristics such as slope aspect and position on the stability index of the soil structure in Kalpoosh forest area, Semnan Province. For this purpose, sampling was done in two directions (north and south) and five position (summit, shoulder, back-slope, foot-slope and toe-slope) from the surface layer (0-30 cm) with 3 replications. The results showed that the soils located in south slope had higher mean weighting diameter (MWD). Comparing MWD among the soils located in different slope positions, the maximum value was observed at shoulder and back slope. The highest content of soil organic matter was found on the southern back slope. Unlike the logical expectation of being faced with less soil organic matter in southern slope, due to the coldness and snowfield areas in northern slope, the soils located in southern slope had higher organic matter along with a better structure stability.

Keywords: Land utilization, Degradation of the forest, Soil structure, Aggregate stability

[*] Corresponding author, Email: yaser.safari@shahroodut.ac.ir

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تأثیر تغییر کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک در منطقه کالپوش شاهرود

زهرا شکوهی راد[۱]، علی‌عباسپور[۲]، وجیهه درستکار[۳]، یاسر صفری[۴*]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود

[۲] دانشیار گروه آب و خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود

[۳و۴] استادیاران گروه آب و خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود

چکیده

تغییر کاربری جنگل‌ها و مراتع به اراضی کشاورزی به یکی از نگرانی‌های قابل توجه در سطح دنیا برای تشدید تغییر اقلیم جهانی تبدیل شده است. پژوهش حاضر با هدف بررسی میانگین وزنی و هندسی قطر خاک‌دانه‌ها بر اثر تغییر کاربری اراضی انجام شد. بدین منظور در سه کاربری جنگل، مرتع و اراضی زراعی (با قدمت کشت بلند مدت ۱۰۰ سال، میان مدت ۵۰ سال و کوتاه مدت کمتر از ۵۰ سال) در منطقه حسین آباد کالپوش استان سمنان به طور تصادفی در هر منطقه با کاربری معین، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌هایی در سه تکرار برداشت شده و در آزمایشگاه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که تغییر کاربری اراضی بر میانگین وزنی (MWD) و هندسی قطر خاک‌دانه‌ها (GMD) معنی‌دار بود ($p<0.05$). به طوری که بیشترین مقدار میانگین وزنی و هندسی قطر خاک‌دانه‌ها (۱/۸۹ و ۱/۲۲ میلی‌متر) در جنگل و کمترین مقدار آن (۰/۵۶ و ۰/۴۵ میلی‌متر) در زراعت لوبیا با کشت بلند مدت مشاهده گردید. به طور کلی، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تغییر کاربری اراضی در دراز مدت باعث کاهش ۶۵ درصدی میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها و ۵۵ درصدی میانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌ها شده است.

کلمات کلیدی: بهره‌وری اراضی، تخریب جنگل، ساختمان خاک، پایداری خاک‌دانه

مقدمه

خاک مجموعه‌ای پویا، زنده و طبیعی از ترکیبات بیوژئوشیمیایی است که وظایف متعددی در زیست بوم بر عهده دارد. لایهٔ نازک خاک که پوشش سطح زمین محسوب می‌شود، نمایندهٔ مرز بقا و خاموشی حیات است. امروزه کاربری زمین و تغییر آن به یکی از چالش‌های بزرگ پیش روی بشر در قرن ۲۱ تبدیل شده است (Asadi و همکاران، ۲۰۱۴؛ Barati و همکاران، ۲۰۱۵). زمین همچنان یکی از پایه‌های اصلی معیشت جوامع، ثروت و جایگاه اجتماعی بوده و امنیت غذایی هر جامعه‌ای تا حد زیادی به این عامل اساسی تولید بستگی دارد. از سوی دیگر تقاضا برای زمین‌های مناسب برای کشت، به ویژه با توجه به افزایش جمعیت بشر در سطح کره زمین و چشم انداز افزایش این جمعیت به نه میلیارد نفر تا سال ۲۰۵۰، همچنان رو به افزایش است (D'Odorico و همکاران، ۲۰۱۳). در اثر تبدیل مراتع وجنگل‌ها به زمین‌های کشاورزی و عملیات خاکورزی، سالانه حدود ۴۳۰ میلیون هکتار از ارضی کشورهای مختلف، فرسایش می‌یابد و از چرخه تولید مطلوب خارج می‌شوند، که برابر با ۳۰ درصد کل زمین‌های شخم خورده جهان است (Hajabasi و همکاران، ۲۰۰۲). این در حالی است که برای همگان روشن است که تغییر کاربری اکوسیستم‌های طبیعی به اکوسیستم‌های مدیریت شده، اثرات زیان‌باری بر خصوصیات خاک دارد.

رشد جمعیت، گسترش فعالیت‌های انسان در طبیعت، کاربری‌های نامناسب اراضی و بهره برداری بی‌رویه و غیراصولی از منابع آب، خاک و پوشش گیاهی، عرصه‌های وسیعی را در معرض بیابان‌زایی و تخریب اراضی قرار داده است که نتیجه آن عواملی همچون از بین رفتن پوشش گیاهی، گونه‌های جانوری، فرسایش و کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش تولید، بیکاری و پیامدهای منفی اقتصادی-اجتماعی شده است (تقی‌لو، ۱۳۹۴). Rafi Sharif Abad (۲۰۱۴) و زراعی و شکل آبادی (۱۳۹۳) نشان دادند که با تغییر کاربری اراضی از جنگل به اراضی زراعی میزان شاخص میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها کاهش می‌یابد. همچنین، کاهش شدید ماده آلی خاک، افزایش میزان سیلت، کاهش فعالیت میکروبی و نیز تراکم ناشی از عبور و مرور ماشین آلات سنگین عوامل اصلی کاهش میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در زمین‌های شخم زده بودند. نظر به پوشش گسترده اراضی جنگلی در بخش‌های وسیعی از مناطق شمالی کشور و اقلیم نسبتاً مناسب این نواحی برای کشت دیم گیاهان زراعی، تبدیل جنگل‌ها به اراضی کشاورزی و مرتع از جمله تغییر کاربری‌های مرسوم در شمال و شمال شرق ایران می‌باشد. از این رو با توجه به اهمیت موضوع، در این تحقیق برخی خصوصیات فیزیکی خاک در منطقه حسین آباد کالپوش واقع در شمال شرقی شاهرود مورد بررسی قرار گرفت.

* ایمیل نویسنده مسئول: yaser.safari@shahroodut.ac.ir

مواد و روش‌ها

این پژوهش در منطقه حسین آباد کالپوش واقع در شمال شرقی استان سمنان با موقعیت جغرافیایی بین عرض‌های شمالی '۱۱-°۳۷ تا '۲۰-°۳۷ و طول شرقی '۴۴-°۵۵ تا '۰۵-°۵۶ به انجام رسید. قسمت اعظم دهستان کالپوش در حوزه آبخیز استان گلستان واقع شده است و مساحتی بالغ بر ۸۵۰۰۰ هکتار از حوزه سد گلستان را شامل می‌شود. این منطقه شامل ۱۰۰۰ هکتار جنگل، ۳۰ هزار هکتار مرتع و ۱۴ هزار هکتار مزارع زیر کشت دیم است و در تابستان هوای معتدل و مرطوب و در زمستان هوای سرد دارد. کاربری‌های اراضی غالب منطقه، جنگل (دارای پوشش بلند مازو، بلوط و افرا)، مرتع (دارای پوشش خوبی از شبدر) و اراضی زراعی است. کاربری اراضی دیم مورد بررسی حدود ۱۰۰ سال پیش از جنگل به مزارع دیم تغییر یافته است.

به منظور تعیین پایداری خاک‌دانه‌ها، چند منطقه با خصوصیات یکسان از نظر توپوگرافی انتخاب گردید. در هر منطقه به طور تصادفی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری و در فاصله‌های یک متری نمونه برداری انجام شد. پس از نمونه برداری، نمونه‌های خاک به آزمایشگاه انتقال و برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی خاک آماده شدند. برای اندازه‌گیری میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها (MWD) و میانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌ها (GMD) از روش Kemper و Rosenau (۱۹۸۶) استفاده گردید. در این روش ابتدا ۵۰ گرم خاک عبوری از الک ۸ میلی‌متر توزین شد. میانگین وزنی قطر و هندسی قطر خاک‌دانه‌ها به روش الک‌تر اندازه‌گیری شد. به منظور انجام این آزمایش ۵۰ گرم خاک بر روی سری الک‌ها با اندازه ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱۲۵ و ۰/۰۵ میلی‌متری قرار داده شد. الک‌ها با سرعت ۳۰ دور در دقیقه و دامنه نوسان ۱/۳ سانتی‌متری به ۱۰ دقیقه در آب تکان داده شده و سپس محتویات هر الک پس از خشک شدن توزین شده و پس از در نظرگیری مقدار شن در هر بخش، میانگین وزنی و هندسی قطر خاک‌دانه‌ها از روابط زیر محاسبه گردید. رسم نمودارها با نرم افزار Excel و تجزیه آماری با نرم افزار statistic و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} w\,i\,\overline{x}$$

که در این معادله $\bar{x}$، میانگین قطر خاک‌دانه‌های باقی مانده بر روی هر الک و Wi نسبت وزن خاک‌دانه‌های باقی مانده بر روی هر الک به وزن کل نمونه و n تعداد الک‌ها می‌باشد. برای محاسبه میانگین هندسی قطر خاک‌دانه ها (GMD) از رابطه زیر استفاده شد:

$$GMD = \exp\left(\frac{\sum_{i=1}^{n} w_i \log \overline{x}_i}{\sum w_i}\right)$$

که $\overline{x}$ و Wi همان تعاریف ذکر شده در فرمول MWD هستند. این مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار از هر نمونه در سطح کل منطقه انجام شد.

نتایج و بحث

بیشترین مقدار وزنی قطر خاک‌دانه‌ها مربوط به جنگل و کمترین مقدار آن مربوط به زراعت (لوبیا با کشت بیش از ۱۰۰ سال) می‌باشد (شکل ۱). شکسته شدن خاک‌دانه‌ها در اثر عملیات زراعی و نیز هدر رفت ماده آلی از جمله دلایل کاهش شاخص میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در زمین‌های تحت کشت است. در پژوهش‌های متعددی اثر ماده آلی بر افزایش مقاومت خاک‌دانه‌ها در برابر تنش‌های محیطی و در نتیجه افزایش پایداری ساختمان خاک مورد تأکید قرار گرفته است. تبدیل جنگل‌های بومی به کشتزار معمولاً با کاهش ماده آلی و تنزل ساختار خاک همراه است (Jamala و Oke، ۲۰۱۳)؛ چرا که ماده آلی در ثبات خاک‌دانه‌ها، نفوذ آب، حفاظت از چرخه بیوژئوشیمیایی مواد مغذی و کنترل فرسایش خاک ضروری است (Arand و Comino، ۲۰۱۴). نتایج نشان می‌دهد که میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها تحت تأثیر کاربری اراضی تغییر یافته‌اند.

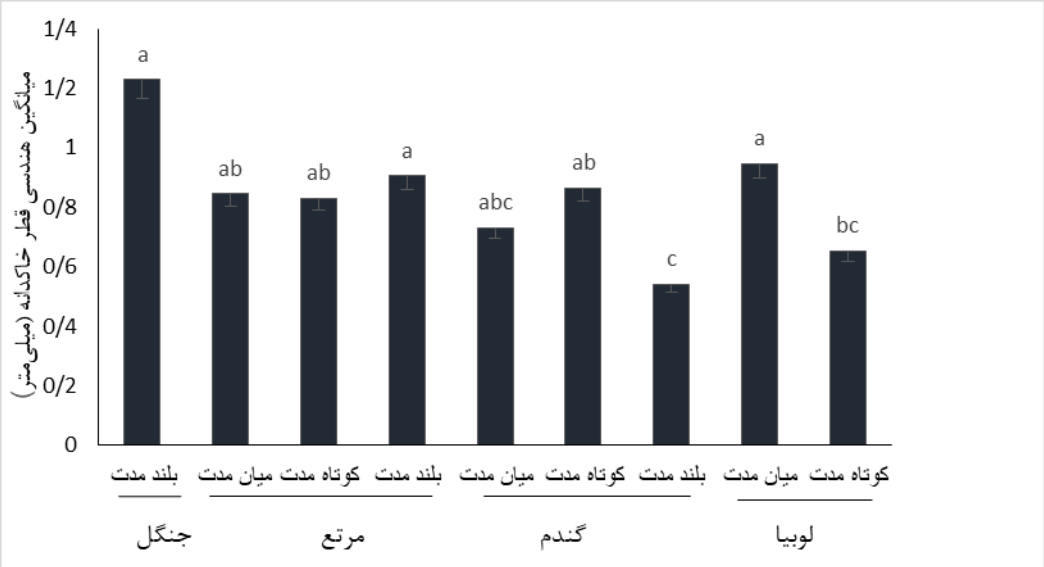


شکل۱- نتایج مقایسه میانگین‌های شاخص میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در کاربری جنگل، مرتع و زراعی (گندم و لوبیا)

(حروف ناهمسان در ستون‌ها نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵می‌باشد)

مطالعات Celik (۲۰۰۵) بر روی اثرات تغییر کاربری در اراضی کوهستانی مدیترانه نشان داد که تبدیل اراضی طبیعی به اراضی زراعی، اثرات زیان‌بار جدی بر خصوصیات خاک داشته و منجر به کاهش معنی‌دار پایداری خاک‌دانه‌ها، هدایت هیدرولیکی و مواد آلی خاک (تا ۴۹ درصد در مدت ۱۲ سال)، گردیده است و میزان حساسیت به فرسایش در اراضی کشاورزی به ترتیب ۲/۴ و ۲ برابر بیشتر از میزان حساسیت به فرسایش در اراضی جنگلی و اراضی مرتعی شده است. همچنین این محقق بیان داشت که تبدیل مرتع بومی به گندم‌زار منجر به کاهش مواد آلی خاک، پایداری خاک‌دانه‌ها و هدایت هیدرولیکی اشباع می‌شود. در پژوهش حاضر، میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها (MWD) و همچنین میانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌ها (GMD) در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری کاربری جنگل نسبت به مرتع و اراضی زراعی بیشتر است (شکل ۱ و ۲). همانگونه که در شکل‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود جنگل و زراعت (لوبیا با کشت بلند مدت) به ترتیب با ۱/۸۹ و ۰/۵۶ میلی‌متر بیشترین و کمترین مقدار MWD می‌باشند. با وجود کاهش پایداری خاک‌دانه‌ها در تمام کاربری‌های مورد مطالعه نسبت به جنگل، شاخص میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در زراعت گندم و مرتع با کشت کوتاه مدت نسبت به جنگل معنی‌دار نبوده است.

در زراعت گندم تفاوت معنی‌داری از نظر میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها و میانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌ها با مرتع در هر سه زمان مشاهده نشد. این عدم تفاوت معنی‌دار به خاطر وجود بقایای کاه و کلش کشاورزی پس از برداشت و اضافه شدن این بقایا به زمین و ریزش بذر در حین جمع آوری محصول و سبز شدن این بذرها در فاصله آیش زمین تا کاشت بهاره زمین است که می‌توان از آن به عنوان آیش سبز پس از برداشت گندم یاد نمود. اما این تفاوت بین زراعت (لوبیا با کشت بلند مدت) و مرتع معنی‌دار بود که می‌تواند به خاطر برداشت کامل بوته‌های لوبیا از زمین‌های زراعی باشد. میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در زراعت گندم با کشت میان مدت و زراعت لوبیا باکشت میان مدت و کوتاه مدت نسبت به جنگل کاهش معنی‌دار نشان داد اما مقادیر این شاخص در زراعت کوتاه مدت گندم اختلاف معنی‌داری با جنگل نداشت. این عدم تفاوت معنی‌دار به دلیل زمان کم تغییر کاربری جنگل به زراعت گندم می‌باشد. هم‌چنین، مقادیر این شاخص در زراعت گندم و لوبیا با کشت میان مدت تفاوت معنی‌داری با کشت کوتاه مدت آن‌ها نداشت. در زراعت گندم، تفاوت معنی‌داری بین هر سه دوره کشت (کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت) مشاهده نشد. در بین تغییر کاربری‌ها، کشت میان مدت لوبیا بیشترین پایداری خاک‌دانه‌ها را داشت. دلیل آن به خاطر مقدار مواد آلی بیشتر (داده‌های مربوط به مقدار مواد آلی در این مقاله آورده نشده است) در این نوع کاربری بوده است.



شکل ۲- نتایج مقایسه میانگین‌های شاخص میانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌ها در کاربری جنگل، مرتع و زراعی (گندم و لوبیا)

(حروف ناهمسان در ستون‌ها نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵می‌باشد.)

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که تبدیل جنگل‌ها و مراتع و به تبع آن کشت و کار مداوم در این اراضی منجر به تخریب ویژگی‌های بهینه فیزیکی خاک می‌شود. با توجه به نتایج این پژوهش تغییر کاربری اراضی سبب کاهش قابل ملاحظه پایداری خاک‌دانه‌ها می‌گردد. به هر حال نکته قابل تامل آن است که بسته به مدت زمان گذشته شده از شروع فرآیند تغییر کاربری اراضی، اثرات مخرب این پدیده متفاوت است. از سوی دیگر، نتایج پژوهش حاضر گویای آن است که نوع گیاه جایگزین انتخاب شده بعد از تغییر کاربری به زراعت، بر کیفیت کلی خاک اثر معنی‌داری دارد. از این رو می‌توان اظهار داشت که گرچه تخریب جنگل‌ها و مراتع و تبدیل کاربری آنها به کشت گیاهان زراعی همواره اثرات نامطلوبی بر کیفیت خاک‌ها داشته است، اما می‌بایستی توجه شود که با انتخاب هوشمندانه نوع کشت و سامانه مدیریت مناسب می‌توان این زیان‌ها را به کمترین مقدار ممکن کاهش داد.

منابع

تقیلو، ع. ا. ۱۳۹۴. تحلیل مطلوبیت کاربری اراضی کلان شهرستان ارومیه در راستای آمایش سرزمین. فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی. ۵ (۲)، ۷۳-۵۶.

زراعی، و. و شکل آبادی، م. ۱۳۹۳. ارزیابی کیفیت خاک در کاربری های مختلف زمین با استفاده از روش های آماری چند متغیره. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۸(۷۰)، ۱۱۰-۱۰۱.

Arand, V., and Comino, F. 2014. Soil organic matter quality in three Mediterranean environments (a first barrier against desertification in Europe). Journal of Soil Science and Plant Nutrition 14(13):743-760.

Asadi, A., Barati, A. A., & Kalantari, K. 2014. Analyzing and Modeling the Impacts of Agricultural Land Conversion in Iran Paper presented at the International Conference on Business & Economic Development (ICBED), 24-25th March 2014, New York, USA.

Barati, A. A., Asadi, A., Kalantari, K., Azadi, H., & Witlox, F. 2015 Agricultural Land Conversion in Northwest Iran. Internaional Journal of Environmental Research, 9(1), 281-290.

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.

D'Odorico, P., Bhattachan, A., Davis, K. F., Ravis, S., &Runyan, C. W. 2013. Global desertification: Drivers and feedbacks. Advances in Water Resources, 51(0), 326-344.

Hajabasi, M., A. Jalalian, J. Khajedin and H. Karimzadeh. 2002. Depasturation effects on physical characteristics, fertility and tilth index of soil: a case study of Boroojen. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science-Isfahan University of Technology. 6(1):149-161. (In Persian).

Jamala, G. Y., and Oke, D., O. 2013. Humic substances and mineral-associated soil organic carbon as influenced by land use in Southeastern Adamawa State, Nigeria. IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology 6(5):59-70.

Kemper, W.D., and Rosenau, K. 1986. Size distribution of aggregates. P 425-442, In: A. Klute (Ed.), Methods of Soil Analysis: Part 1: Physical and Mineralogical Methods, American Society of Agronomy, Madison, WI.

Khormali, F., and Shamsi S. 2014. Effect of Land Use on the Carbon Stock and Soil Quality Attributes in Loess Derived Soils in Agh-Su Watershed, GolestanPrrovince, Iran, Environmental Researc, 2(2): 108-122.

Rafi Sharif Abad, J., Khosravi H. and Haidari-Alamdarlou E. 2014. Assessment the Effects of Land Use Changes on Soil Physicochemical Properties in Jafarabad of Golestan Province, Iran, Bulletin of Environment. Pharmacology and Life Sciences, 3:296-300.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil quality and sustainable managment

The effect of land-use change on some physical properties of soil in Kalpoosh area, Shahrood

Shokuhi-rad [1], Z., Abaspur [2], A., Dorostkar[3], V., Safari[*4], Y.

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Shahrood University of Technology, Iran
[2] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture Shahrood University of Technology, Iran
[3,4] Assistant Profs, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Shahrood University of Technology, Iran

Abstract

The change in the use of forests and rangelands to agricultural lands has become one of the most significant concerns in the world. The purpose of this study was to investigate the changes of weighted and geometric mean of aggregate diameter due to land use change. For this purpose, in three forests, pasture lands and arable lands (with 100 year-old cultivation, 50 year-old and short term less than 50 year-old), in Kalpoosh area, Semnan Province, surface soil samples (0-30 cm) were randomly taken in three replications and analyzed in the laboratory. The results showed that land use change significantly influenced the average weight of aggregate diameter and the geometric mean of hull diameter (p>5%). The highest mean weight and geometric mean diameter of soil aggregates (1.89 and 1.22 mm) was observed in the forest and their lowest values (0.65 and 0.45 mm) were observed in bean cultivation with long-team cropping. Overall, this study shows that land use change in the long run reduced the average weight of aggregate diameter by 65% and the geometric mean diameter of the aggregates by 55%.

Keywords: Land utilization, Degradation of the forest, Soil structure, Aggregate stability

[*] Corresponding author, Email: yaser.safari@shahroodut.ac.ir

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تاثیر آبیاری با زه‌آب نیشکر بر تغییرات شوری و املاح خاک

قربانعلی روشنی[1*]، قربان قربانی نصرآباد[1] ، علی مختاران[2] حبیب ا... بصیر زاده [3] و محمد علی شایان[4]

[1*] موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

۲ مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۳ کارشناس ارشد سازمان آب و برق خوزستان

۴ کارشناس ارشد شرکت کشت و صنعت میرزا کوچک خان

چکیده

یکی از مشکلات اصلی کشت نیشکر در استان خوزستان، تولید حجم بالایی از زه‌آب است. به منظور استفاده از این زه‌آب، می‌توان گیاهان مختلف متحمل به شوری کشت نمود. روند تغییرات شوری و املاح خاک در طول دوره رشد در صورت استفاده از زه‌آب از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. به همین منظور درکشت و صنعت نیشکر میرزا کوچک خان در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷پنبه کشت گردید و جهت آبیاری از زه‌آب نیشکر، آب رودخانه کارون، و آبیاری نوبتی با آب کارون و زه‌آب (یک درمیان) استفاده گردید. طرح آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی بود. نتایج نشان داد که عملکرد پنبه درآبیاری با آب کارون و آبیاری نوبتی کارون و زه‌آب با هم تفاوت معنی‌دار نداشتند. عملکرد پنبه با زه‌آب نسبت به آب رودخانه کارون و آبیاری نوبتی (زه‌آب و کارون) به میزان ۲۶/۷ درصد کمتر بود. در تیمار زه‌آب متوسط شوری در عمق ۲۵-۰ نسبت به دو عمق دیگر ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیشتر بود. تغییرات یون سدیم در تیمار آبیاری با زه‌آب در دو عمق ۲۵-۰ و ۵۰-۲۵ سانتی‌متر تا ۴۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و در عمق ۷۵ سانتی‌متر به پایین تا ۶۵ میلی اکی والان بر لیتر افزایش یافت.

کلمات کلیدی: آبیاری نوبتی یک‌در میان، پنبه، شوری آب و کیفیت خاک

مقدمه

یکی از راه‌کارهای اساسی جهت تامین منابع آب کشاورزی با توجه به کمبود منابع آب شیرین، استفاده از آب‌های نامتعارف شامل آب خروجی زهکش‌ها، آب‌های شور و آب‌هاپسآب‌ها می‌باشد. مدیریت زه‌آب‌های خروجی و حجم آن بدلیل جلوگیری از اثرات زیست محیطی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. در استان خوزستان تولید زه‌آب از فعالیت‌های مختلف به ویژه کشاورزی، یکی از مشکلات جدی است. در این استان در مجموع نزدیک چهار میلیارد مترمکعب زه‌آب در سال تولید می‌گردد. حجم زه‌آب حوضه کارون به تنهایی حدود دو میلیارد متر مکعب در سال است.

بدلیل کمبود و محدودیت منابع آبی، استفاده از آب‌های نامتعارف از قبیل آب‌های شور، پسآب و زه‌آب در برنامه‌های توسعه اراضی فاریاب با اعمال روشهای صحیح مدیریتی در جهت کاهش این بحران و تداوم پایدار کشاورزی و نیز رسیدن به عملکرد معقول بایستی مورد توجه جدی قرار گیرد.

استان خوزستان بعلت جلگه‌ای بودن و داشتن رودخانه‌های پر آب مثل کارون، دز، کرخه و ... و نیز خاک مناسب جهت کشت محصولات مختلف یکی از استانهای مهم کشوری از نظر کشاورزی است. وجود شبکه‌های آبیاری و زهکشی گسترده در خوزستان و کشت و صنعت‌ها باعث شده که حجم عظیمی‌از زه‌آب‌ها تولید شود که در نهایت این زه‌آبه به رودخانه‌ها یا تالاب‌ها می‌ریزد. به منظور استقاده بهینه از زه‌آب‌ها و جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی و نیز توسعه سطح زیر کشت و اراضی فاریاب می‌توان گیاهان مقاوم به شوری کشت نمود که پنبه یکی از این گیاهان مقاوم به شوری است که سازگاری مناسبی با شرایط شوری آب و خاک دارد. از سطح ۱۶۴/۸ میلیون هکتار وسعت کشور ۳۲/۵ میلیون هکتار (حدود۲۰٪) آن را مناطق کویری و بیابانی تشکیل می‌دهد که از این مقدار چیزی حدود ۶/۵ میلیون هکتار آن اراضی شور و نمک زار است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۳).

آناقلی(۱۳۸۷) چهار سطح شوری آب آبیاری را روی ارقام پنبه، با نام‌های ورامین ، بختگان و سپید اعمال نمود. نتایج نشان داد که تیمارهای شوری ۶، ۱۰ و ۱۴ نسبت به شوری ۲ به‌ترتیب ۹/۵، ۳۴/۱ و ۵۸/۹ درصد کاهش عملکرد داشت. Ghorbani و همکاران (۲۰۱۳) طی تحقیقی در هندوستان تاثیر ۴ شوری آب آبیاری شامل ۲، ۵، ۸ و ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر را روی پنبه مورد بررسی قرار دادند و دریافتند با افزایش شوری آب آبیاری از ۸ به ۱۱ دسی‌زیمنس‌برمتر عملکرد پنبه کاهش چشمگیری داشت بطوریکه در سال اول آزمایش، عملکرد در تیمار ۱۱ نسبت به تیمارهای ۲، ۵ و ۸ بترتیب به میزان ۳۶، ۴۴ و ۳۷ درصد و در سال دوم بترتیب به میزان ۲۶، ۳۵ و ۴۲ درصد کاهش یافت. نتایج تحقیقات Feyzi (2008) نشان داد که محصول الیاف و وش پنبه در شوری ۶/۳ و ۱۰/۲ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۳۳ و ۶۶ درصد کاهش عملکرد داشته‌اند. یکی از دلایل بالا بودن تحمل پنبه به

شوری این است که پنبه می‌تواند با افزایش میزان اسید آبسیزیک به طور سریع تعرق خود را کاهش دهد (Khan و همکاران، ۱۹۹۵). پنبه نسبت به شوری در مراحل اولیه رشد و گلدهی در مقایسه با بقیه مراحل رشد حساس تر است (Chen و همکاران ۲۰۱۰).

شوری طبیعی یک پدیده عمومی‌در سطح کره زمین است که تولید محصولات کشاورزی را متأثر ساخته است. اکثر گیاهان به شوری نسبتاً حساس هستند. تقریباً همه گیاهان قادر نیستند به طور پیوسته شوری را تحمل کنند (بابائیان جلودار و ضیاءتبار احمدی، ۱۳۸۱). اکثر مشکلات ناشی از شوری در گیاهان عالی مربوط به یون‌های کلرید و سدیم می‌باشد که در خاک‌های نواحی خشک و ساحلی و منابع آب آنها گسترش زیادی دارد. اثر شوری در مناطق خشک و نیمه خشک چشمگیرتر است. جایی که باران محدود و تبخیر بالاست، از این رو کمبود آب و عدم اعمال مدیریت مناسب خاک، مشکلات شوری را تا چند برابر افزایش می‌دهد (Azevedo Neto و همکاران، ۲۰۰۶). هنگامی‌که شوری آب آبیاری افزایش می‌یابد به علت تجمع املاح در محیط ریشه و جذب کمتر آب و مواد غذایی توسط گیاه ،عملکرد کاهش می‌یابد. هدف از این پژوهش تاثیر زه‌آب نیشکر بر عملکرد پنبه و بررسی روند تغییرات املاح در پروفیل خاک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور تاثیر سه تیمار آبیاری بر روی ۴ رقم پنبه در دو تاریخ کشت در شرکت کشت و صنعت میرزا کوچک خان اهواز طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ صورت گرفت. طرح آزمایش بصورت کرت‌های دوبار خرد شده با ۴ تکرار بود که تاریخ کشت های ۱۵ اسفند و ۲۵ اسفند بعنوان کرت اصلی، تیمارهای آبیاری شامل زه‌آب نیشکر با شوری ۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر، آب رودخانه کارون با شوری ۳-۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر، و زه‌آب نیشکر و آب کارون بصورت نوبتی (یک درمیان) بعنوان کرت فرعی و ارقام پنبه شامل خورشید، ساجدی. قبل از کشت پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک از قبیل بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری، درصد رطوبت ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم، شوری و اسیدیته خاک با نمونه‌گیری از دو عمق خاک ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری انجام شد که اطلاعات در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک محل آزمایش

عمق خاک (cm)	بافت خاک	شوری (dS/m)	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	درصد رطوبت حجمی (FC)	درصد رطوبت حجمی (PWP)
۰-۳۰	لومی رسی	۴/۳۳	۱/۵۳	۴۶/۰	۲۲/۰
۳۰-۶۰	رسی	۳/۶۲	۱/۶۷	۳۸/۵	۱۸/۴



شکل ۱. نمایی از آبیاری پنبه

در ابتدای تحقیق و قبل از کشت، آب کاربردی مورد نیاز گیاه پنبه با توجه به هوا و اقلیم جنوب خوزستان، بافت خاک منطقه (رس تا لومی سیلتی)، کیفیت آب رودخانه کارون (۳-۲/۵ دسی‌زیمنس‌برمتر) و زه‌آب نیشکر (۵ تا ۷ دسی‌زیمنس‌برمتر) برآورد گردید. محاسبات نیاز آبی با توجه به روش پنمن‌مانتیث-فائو انجام شد. برنامه‌ریزی آبیاری با اندازه گیری حداکثر عمق توسعه ریشه ۸۰ سانتی‌متر و تلفات عمقی ۱۵٪ و تطبیق آن با اندازه‌گیری های دوره ای رطوبت خاک تا عمق توسعه ریشه گیاه انجام گردید. با توجه به برآورد نیاز آبی گیاه دور آبیاری بر این اساس مشخص شد. در هر دور آبیاری یک روز قبل از انجام عملیات آبیاری با اندازه‌گیری رطوبت خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری کمبود رطوبت خاک تعیین و با زمان آبیاری تدقیق

می‌گردید. متوسط وزن مخصوص ظاهری تا عمق ۶۰ سانتی‌متری ۱/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب، ظرفیت زراعی مزرعه (FC) تا همین عمق ۴۲ درصد حجمی و نقطه پژمردگی گیاه یا حداکثر مقدار جذب آب از خاک (PWP) تا عمق ۶۰ سانتی‌متری خاک به میزان ۱۹/۵ درصد حجمی برآورد شد.

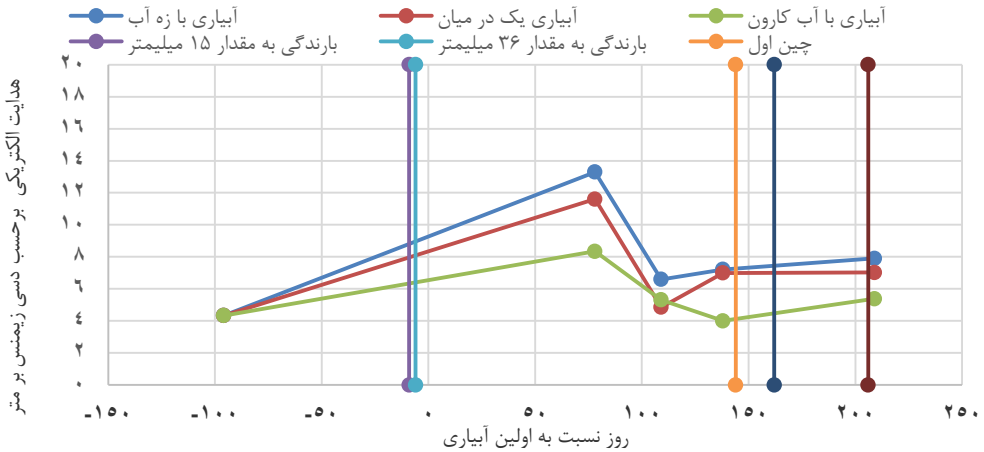
نتایج و بحث

نتایج نشان داد که آبیاری با زه‌آب نیشکر باعث کاهش عملکرد پنبه نسبت به آبیاری با آب کارون و آبیاری ترکیبی یک در میان کارون و زه‌آب گردید بطوریکه اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد بین آبیاری با آب کارون و آبیاری نوبتی کارون و زه‌آب وجود نداشت. بیشترین عملکرد با ۱۱۳۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به آبیاری با آب کارون و زه‌آب بصورت یک در میان بود که ۲۶/۷ درصد نسبت به آبیاری با آب کارون افزایش عملکرد داشت. آبیاری با زه‌آب بعلت داشتن شوری بالاتر نسبت به آب رودخانه کارون در فصل تابستان باعث کاهش اندام‌های زایشی و ریزش بیشتر گل شده اما در آبیاری یک درمیان زهاب و کارون بعلت از بین رفتن اثرات شوری، عملکرد کاهش چشمگیری نسبت به آب کارون نداشته است.

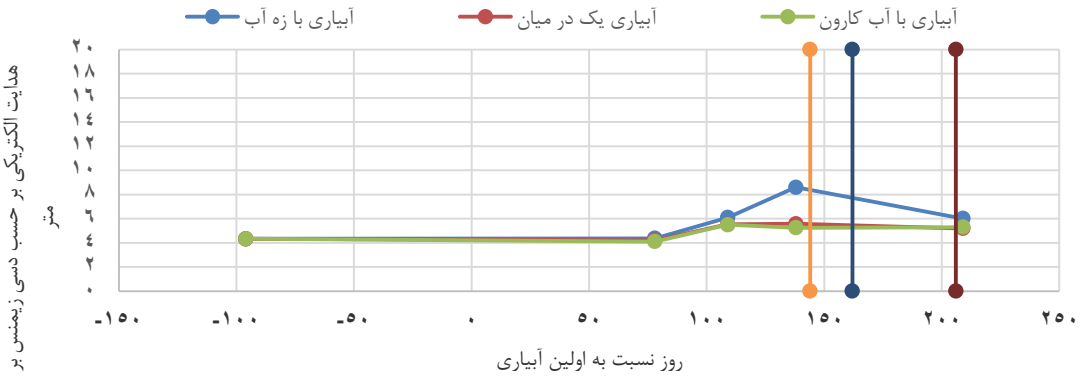
جدول۱- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر عملکرد پنبه

زه‌آب (I1)	۷۸۳ [b]
آب کارون (I2)	۱۰۶۸ [a]
آبیاری ترکیبی (I3)	۱۱۳۵ [a]

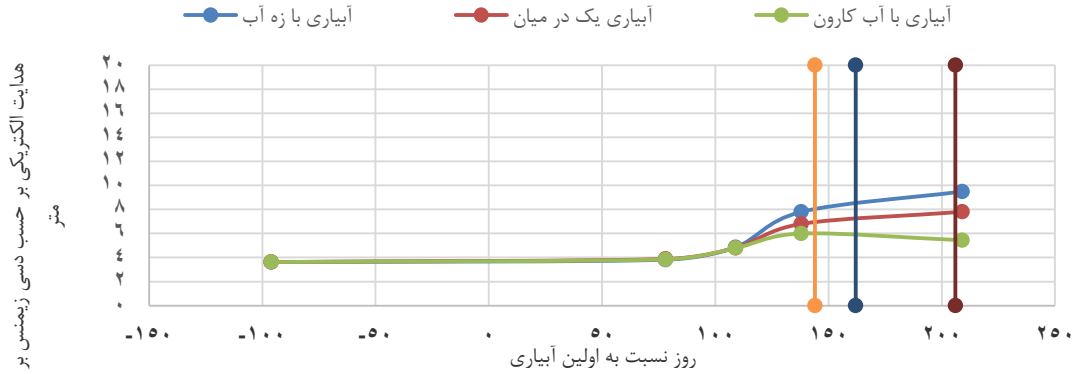
در این تحقیق، قبل از زمان کشت تا بعد از چین (برداشت) سوم محصول پنبه با هدف پایش و ارزیابی تغییرات املاح خاک در سه عمق ۲۵-۰، ۵۰-۲۵ و ۷۵-۵۰ نمونه‌های خاک به صورت مرکب برای هر تیمار آبیاری در هر دو تاریخ کشت، گرفته شد.



شکل۲- تغییرات شوری در تیمارهای مختلف آبیاری- عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری



شکل۳- تغییرات شوری در تیمارهای مختلف آبیاری- عمق ۵۰-۲۵ سانتی‌متری



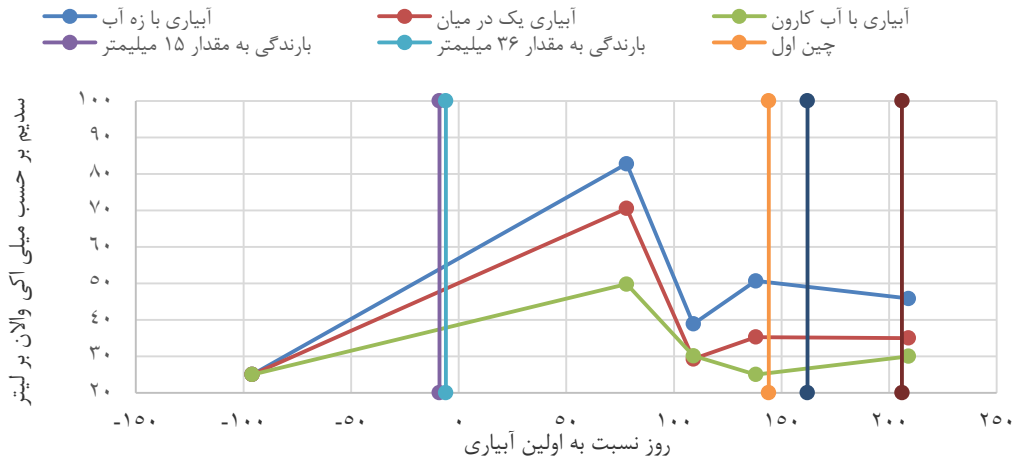
شکل۴- تغییرات شوری در تیمارهای مختلف آبیاری- عمق ۷۵-۵۰ سانتی‌متری

بعد از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه و خشک کردن خاک علاوه بر هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک(ECe)، ، یون سدیم مشخص و تعیین گردید. اشکال شماره ۲ الی ۴ تغییرات هدایت الکتریکی به عنوان نمایه شوری خاک (بر حسب دسی‌زیمنس‌برمتر) در یک دوره ۳۰۰ روزه از قبل از زمان کاشت تا پایان برداشت سوم پنبه در مهرماه را نشان می‌دهد.

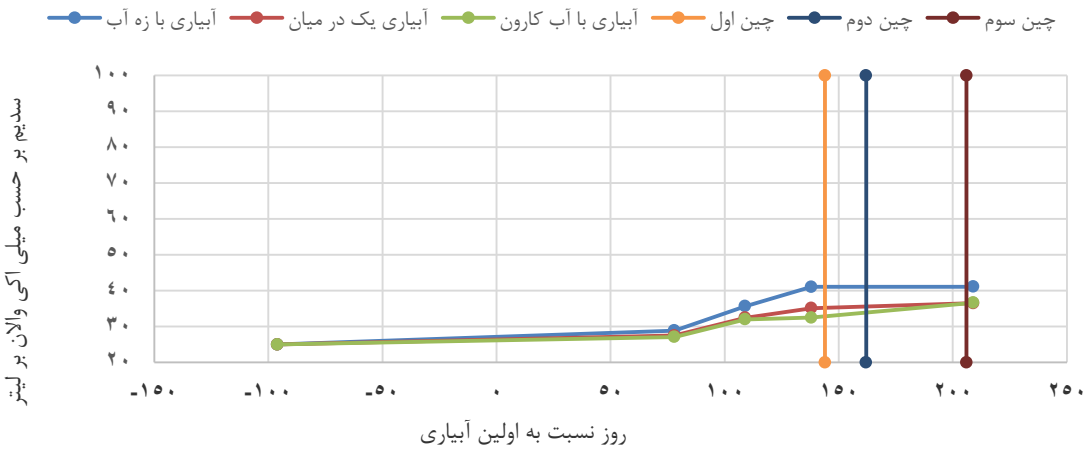
همانطور که از اشکال فوق مشاهده شد، میزان افزایش شوری در عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری نسبت به دو عمق دیگر بعلت تبخیر از سطح خاک بیشتر می‌باشد. این مسأله در دوماه اول کشت محسوستر است به‌طوری‌که در تیمار زه‌آب متوسط شوری در عمق ۲۵-۰ نسبت به دو عمق دیگر بالغ بر ۲/۵ واحد دسی‌زیمنس بر متر بیشتر می‌باشد. با کوتاه شدن دور آبیاری به ۶ تا ۷ روز در تیر ماه میزان شوری در لایه‌های بالایی خاک کاهش یافته اما در لایه های پایین (اعماق ۷۵ سانتی‌متری به پایین) به دلیل تجمع نمک میزان شوری افزایش می‌یابد بطوریکه در عمق ۷۵ سانتی‌متر برای تیمار آبیاری با زه‌آب میزان شوری از ۴ دسی‌زیمنس‌برمتر در دو ماه اول کشت به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در پایان برداشت کامل پنبه می‌رسد. این افزایش روند برای تیمار آبیاری با آب کارون در همین عمق به میزان ۲ واحد دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. تجمع نمک، نیاز به آبشویی در پایان فصل کشت و خروج املاح از پروفیل خاک توسط زهکش‌های زیرزمینی را می‌طلبد. آنچه از مشاهده اشکال فوق مورد اهمیت قرار می‌گیرد، نزدیکی تغییرات شوری پروفیل خاک در اعماق مختلف درهر دو تیمار آبیاری تناوبی (نوبتی) و تیمار آبیاری با آب کارون می‌باشد. این تطابق و نزدیکی تغییرات شوری استفاده از آبیاری نوبتی را در جهت کاهش میزان آبشویی سنگین در پایان فصل و یا در طول دوره فصل آبیاری مورد اهمیت قرار می‌دهد.

تغییرات یون کلر و سدیم در پروفیل خاک برای تیمارهای مختلف آبیاری مانند تغییرات هدایت الکتریکی می‌باشد. از اشکال شماره ۵ الی ۷ که تغییرات یون سدیم را نشان می‌دهد، مشاهده می‌شود که در اول فصل رشد میزان یون سدیم در عمق ۲۵-۰ بسیار بالا بوده و با افزایش آبیاری، تجمع

یون سدیم در عمق ۷۵ سانتی‌متر به پایین خاک مشاهده می‌شود. این میزان یون سدیم در تیمار آبیاری با آب کارون در تمامی‌پروفیل خاک ۷۵-۰ سانتی‌متر از ۲۵ میلی اکی والان بر لیتر در قبل از زمان کاشت به ۳۰ میلی اکی والان بر لیتر در پایان برداشت رسیده است. این تغییرات یون سدیم در تیمار آبیاری با زه‌آب در دو عمق ۲۵-۰ و ۵۰-۲۵ سانتی‌متر تا ۴۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و در عمق ۷۵ سانتی‌متر به پایین تا ۶۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر افزایش یافته است.. دلیل این امر آنست که در صورت آبیاری املاح از بالا شسته شده و بطرف اعماق حرکت نموده و باعث افزایش یون سدیم در اعماق پایین‌تر یعنی پایین تر از عمق ریشه می‌شود که در صورت آبیاری بیش از نیاز آبی و داشتن زهکش مناسب در زمین، این املاح شسته شده و از طریق زهکش ها خارج می‌گردد. این نتایج مشابه نتایجی بود که قربانی و همکاران (۲۰۱۳) و Azevedo و همکاران (۲۰۰۶) بدست آوردند.



شکل۵- تغییرات یون سدیم در تیمارهای مختلف آبیاری- عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری



شکل۶- تغییرات یون سدیم در تیمارهای مختلف آبیاری- عمق ۵۰-۲۵ سانتی‌متری



شکل۷- تغییرات یون سدیم در تیمارهای مختلف آبیاری- عمق ۷۵-۵۰ سانتی‌متری

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد از تیمار آبیاری با زه‌آب و آب کارون بصورت نوبتی بدست آمد که عملکرد این تیمار نسبت به عملکرد آبیاری با زه‌آب بطور معنی‌دار بیشتر بود اما با آبیاری با آب کارون تفاوت معنی دار نداشت. در تیمار زه‌آب متوسط شوری در عمق ۲۵-۰ نسبت به دو عمق دیگر ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیشتر بود. تغییرات یون سدیم در تیمار آبیاری با زه‌آب در دو عمق ۲۵-۰ و ۵۰-۲۵ سانتی‌متر تا ۴۰ میلی‌اکی‌والان‌برلیتر و در عمق ۷۵ سانتی‌متر به پایین تا ۶۵ میلی اکی والان بر لیتر افزایش یافت. در شرایط آبیاری با آب شور، با افزایش عمق از سطح زمین میزان یون سدیم افزایش یافت.

منابع

آمار نامه محصولات زراعی. ۱۳۹۳، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات صفحه ۷۱-۶۹

آناقلی، ا. ۱۳۸۷. شاخص‌های تحمل به شوری در سه رقم زراعی پنبه، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ج ۱۵، ش ۳، ص ۹

بابائیان جلودار، ن. و م. ضیاءتبار احمدی. ۱۳۸۱. رشد گیاهان در اراضی شور و بایر (ترجمه). انتشارات دانشگاه مازندران. ۴۰۸صفحه.

Azevedo Neto, A. D., Prisco, J. T., Ehneas-Filho, J., Areu, C. E. B., and Gomes-filho, E. 2006. Effects of salt stress on antioxidative enzymes and liquid peroxidation in leaves and roots of salt tolerance and salt sensitive maize genotipes. Environment Experiment Botany. 56: 81-94.

Chen, W., Hou, Z., Wu, L., Liang, Y. and Wei, C. 2010. Effects of salinity and nitrogen on cotton growth in arid environment. Plant and Soil, 326:61-73.

Feiezi M. 2008. Optimum use of saline waters in cotton production. Iranian Journal of soil research (Formerly soil and water sciences). 22(2): 181-188.

Ghorbani nasrabad, G., T.B.S.Rajput., Patel, N. 2013. Soil water distribution and simulation under subsurface drip irrigation in cotton. Indian Journal of Agricultural Science, 83(1). 63-70, January 2013.

Khan, A.N., Qureshi, R.H., Ahmad, N. and Rashid, A. 1995. Response of cotton cultivars to salinity at various growth development stages. Sarhad Journal of Agriculture. 11: 729-731.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Water Deficit Stress and Methods of Water Conservation

Effect of irrigation by sugarcane drainage water on salinity changes and soil salts

Roshani[*1], Gh., Ghorbani nasrabad[2], GH., Mokhtaran, A.[3] , Basirzadeh,H., & Shayan, M.A

Associate Prof., Cotton Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gogan, Iran [1]

Assistant Prof., Cotton Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gogan, Iran[2]

Assistant Prof., Khozestan Natural Resource and Agricultural Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran[2]

Khozestan Water and Power Organization[3]

Mirza Khoochak Khan Sugarcane Agro- Industry Co.[4]

Abstract

One of the main problems of sugarcane cultivation in Khuzestan province is the production of high volumes of drainage. In order to use this drainage, various plants that tolerate salinity can be cultivated. The process of soil salinity and salinity changes was of great importance when using drainage in during the growth period. For this purpose, in Mirza Khoochak Khan Sugarcane Agro- Industry Co. of Ahvaz, cotton was planted during 2017-2018. In order to irrigate the sugarcane drainage, Karun water and irrigation with Karun water and drainage (alternate) were used. The results showed that the cotton yield by irrigation of Karun water and alternate irrigation of Karun and drainage were not significant. The cotton yield with drainage was lower than that of Karun water and alternate irrigation of Karun and drainage by 26.7 %. The average salinity in the depth of 0-25 cm -was higher at the rate of 2.5 dS /m, than the other two depths. The sodium ion was changed in the irrigation with drainage water, which increased at depths of 0-25 cm and 25-50 -cm to 40 meq/L and at a depth of 75 cm down to65 meq /L

Keywords: Alternate irrigation, Cotton, Soil quality and Water salinity

[*] Corresponding author, Email: gh_roshani@yahoo.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله :کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

برآورد خسارت اقتصادی کاهش کربن آلی خاک در اثر تغییر کاربری

محمد گلماه*[1]، نسیم قلی زاده[2]، مصطفی کریمیان اقبال[3]

[1]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

[2]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

[3]دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

مدیریت و حفظ کربن خاک یک مسئله اقتصادی است که باید سیاست گذاری های دولتی و خصوصی به سمتی برود که میزان کاهش کمی کربن خاک جزو اولویت‌های اصلی اکوسیستمی آن‌ها باشد، زیرا کاهش کربن می‌تواند تغییرات آب و هوایی را منجر شود که بروز چنین اتفاقی سبب خواهد شد تا خسارات بزرگ و غیرقابل برگشتی اتفاق بیفتد. هدف از انجام این تحقیق برآورد اقتصادی خسارت ناشی از کاهش کربن آلی خاک در اثر تغییر کاربری می‌باشد. نتایج نشان داد که کاربری جنگل با میانگین کربن آلی ۶۳ گرم بر کیلوگرم دارای تفاوت معنی دار با زمین زراعی با میانگین کربن آلی 34 (Pvalue=0.02) و مرتع با میانگین کربن آلی 32 (Pvalue=0.014) و همچنین زمین تخریب یافته با میانگین ۳۲ (Pvalue=0.014) می‌باشد. طبق محاسبات صورت گرفته میزان خسارت ناشی از کاهش کربن آلی خاک در اثر تغییر کاربری در منطقه مورد مطالعه حدود دو میلیارد و هشتصد و هشتاد میلیون ریال می‌باشد. با توجه به نتایج، مدیریت صحیح کشت و کار و همچنین مدیریت مراتع علی‌الخصوص چرای دام در مراتع کشور برای حفظ پوشش گیاهی و در نتیجه حفظ کربن آلی خاک ضروری به نظر می‌رسد.

واژگان کلیدی: کربن آلی، ارزش اقتصادی، نقشه کربن آلی خاک،

مقدمه

خاک دارای عملکردهای فراوانی بوده که برای زندگی انسان ضروری است و نقش مهمی را در تنظیم فرآیندهای طبیعی، اجتماعی و حتی اقتصادی ایفا می‌کند، زیرا از آنجا که خاک پایه بسیاری از فرآیندهای مختلف انسانی است، ارزش اقتصادی قابل‌توجهی نیز دارد (Görlach و همکاران، ۲۰۰۴). از جمله نقش‌های خاک می‌توان به اصلی‌ترین منبع کربن در اکوسیستم‌های خشکی اشاره کرد، به طوری که برآوردها نشان می‌دهد ذخیره کربن کل موجود در خاک تا عمق یک متری حدود ۲۵۰۰ گیگا تن، و کربن آلی حدود ۱۵۵۰ گیگا تن تخمین زده شده است (Lal, 2004)، که تغییر کاربری اراضی باعث کاهش ذخیره کربن خواهد شد و منجر به تخریب اراضی می‌شود (Murty و همکاران، ۲۰۰۲). بنابراین با مطالعه تخریب خاک و تعیین محرک‌های آن در مناطق مختلف، می‌توانیم آن را کنترل کنیم و از همه مهم‌تر ارزش اقتصادی خدمات اکوسیستم و کربن خاک را بهبود ببخشیم. هرچند تخمین دقیق «ارزش اقتصادی» خاک بسختی قابل‌تشخیص است (Görlach و همکاران، ۲۰۰۴).

اولین مطالعات اقتصادی تخریب زمین، از اوایل دهه ۱۹۸۰ آغاز شد، زمانی که بورت[1] (۱۹۸۱) و مک کانل[2] (۱۹۸۳) مدل‌های کنترل بهینه را برای شناسایی میزان مطلوب تخریب زمین طراحی کردند که یکی از اساسی‌ترین مدل‌های اقتصادی در مقالات علمی بررسی شده توسط اساتید و دانشجویان بوده که جدا از بررسی روش‌های ارزیابی و ابزارهای مورد استفاده جهت تخریب زمین و ارائه آن به منظور سیاست، به طور خاص به بیابان‌زایی اشاره می کند (Requier-Desjardins et al. 2011). هزینه‌های غیرمستقیم اقتصادی از طریق اثرات خارجی مواجه می‌شوند که می‌تواند در خارج از آن محل منجر به تخریب شود و به طور کلی این اثرات، بیش‌تر افرادی را تهدید می‌کند که نقشی در این تخریب نداشته اند! به عنوان مثال فرسایش خاک توسط آب و باد، منجر به تبخیر رودخانه‌ها، مخازن و کانال‌های آبیاری می‌شود که باعث کاهش کارایی آن‌ها و افزایش سیل می‌شود و استفاده بیش از حد و یا نامناسب از آب باعث شوری و قلیایی شدن آن می‌شود. بنابراین برآورد هزینه‌های غیرمستقیم، کم‌تر از هزینه‌های مستقیم است ولی مهم می-باشد (سازمان اقتصادی تخریب زمین (ELD-Initiative)، ۲۰۱۳). ذخیره کربن که کاهش یا فقدان آن منجر به تخریب زمین می‌گردد، به‌عنوان فرآیندی عمل می‌کند که طی آن دی اکسیدکربن از اتمسفر گرفته شده و در بافت‌های گیاهی به‌صورت هیدرات‌های کربن ذخیره‌شده و سپس بخشی از آن به صورت کربن لاشبرگ و کربن آلی خاک ذخیره می‌شود. برای ارزش‌گذاری مقدار کربن تثبیت‌شده، گاز دی‌اکسیدکربن تولیدشده در اثر فرآیندهای صنعتی به‌صورت مصنوعی از

[1] Burt
[2] McConnell

جو جمع آوری و ذخیره سازی می‌شود. هزینه جذب، انتقال و ذخیره‌سازی CO_2 به روش صنعتی در سال 2005 معادل قیمت ۶۳/۳ دلار به ازای هر تن دی اکسیدکربن در نظر گرفته شد (IPCC.2005). کنوانسیون مبارزه با بیابان‌زایی سازمان ملل (UNCCD) در سال 2013 مدلی برای اندازه‌گیری تخمین زمین ارائه داد که در آن سه فاکتور «میزان کربن آلی» ، «میزان تغییر کاربری» و «میزان حاصلخیزی» را برای کالیبره کردن مدل خود اندازه می‌گرفتند، که فقدان هر کدام از آن‌ها به منزله تخریب خاک آن منطقه بود هرچند که دو فاکتور دیگر ثابت مانده باشند (Orr و همکاران، ۲۰۱۷). در ایران نیز تغییر کاربری اراضی بویژه در پنجاه سال اخیر، کیفیت خاک، تولید محصول و پایداری محیط زیست را تحت تاثیر قرار داده است، به طوری که براساس مطالعات و تحقیقات انجام شده، کاهش ۳۰ تا ۷۰ درصد کربن آلی باعث کاهش شدید تولید محصول در تغییر کاربری اراضی از جنگل و مرتع به اراضی زراعی در خاک های مناطق شمالی و غربی کشور شده است (Golchin and Asgari, 2008; Raiesi, 2007).

این مطالعه با هدف تعیین اثرات تغییر کاربری و تخریب زمین بر روی میزان کربن خاک و برآورد اقتصادی و تعیین خسارت کاهش کربن آلی خاک در مناطق غربی استان گلستان انجام گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با وسعت ۳۰۰ هکتار در روستای سعدآباد از توابع بخش مرکزی شهرستان گرگان در استان گلستان ایران واقع شده که تقریبا ۳ کیلومتر با گرگان فاصله دارد. این منطقه در حوزه آبخیز شماره ۸۵ تقسیمات حوزه‌ای طرح جامع مقدماتی جنگل‌های شمال کشور قرار دارد و از نظر اداری تابع اداره منابع طبیعی گرگان است. موقعیت جغرافیایی این منطقه بین ۳۶ درجه و ۴۹ دقیقه و ۴۷ ثانیه طول جغرافیایی، ۵۴ درجه و ۲۳ دقیقه و ۵۳ ثانیه عرض جغرافیایی و ۳۶ درجه و ۴۸ دقیقه و ۵۹ ثانیه طول جغرافیایی و ۶۴ درجه و ۲۲ دقیقه و ۳۴ ثانیه عرض جغرافیایی قرار دارد (شکل ۱). مقدار میانگین بارندگی سالانه این منطقه ۳۱۰ میلیمتر بوده و میانگین دمای سالانه آن ۱۵/۱ درجه سانتیگراد می باشد.



شکل ۱ – موقعیت جغرافیایی سعدآباد در ایران، استان گلستان

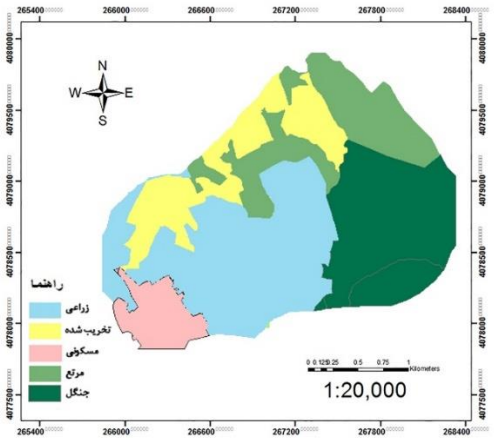
در این مطالعه، ابتدا تصاویر ماهواره ای لندست ۸ و نقشه Dem سنجنده ASTER منطقه مورد مطالعه را استخراج کرده (Boettinger و همکاران، ۲۰۰۸) و سپس نقشه های شیب، جهت شیب، ارتفاع، انحنای سطح، Land use، SAVI، RVI، NDVI، شاخص رس، شاخص کربنات، شاخص گچ و شاخص خیسیدگی استخراج گردید؛ شاخص های نسبت گیاهی نرمال شده (Symbahan و همکاران، ۲۰۰۶)، شاخص نسبت گیاهی (Boettinger و همکاران، ۲۰۰۸)، شاخص گیاهی تعدیل کننده اثر خاک (Bou-Kheir و همکاران، ۲۰۱۰)، شاخص گچ (Boettinger و همکاران، ۲۰۰۸)، شاخص کربنات (Boettinger و همکاران، ۲۰۰۸) و شاخص رس نیز محاسبه شد. (به ترتیب معادلات ۱ الی ۶).

$$NDVI = \frac{B5-B4}{B5+B4} (1) \quad RVI = \frac{B5}{B4} (2)$$

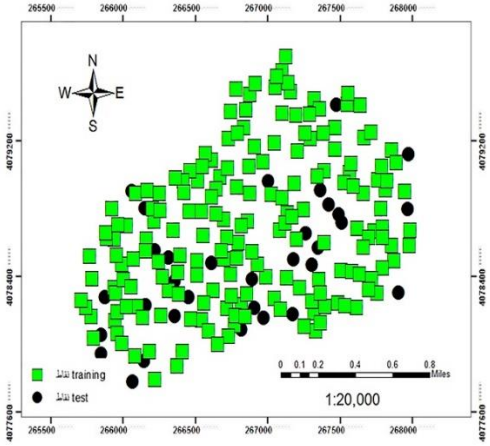
$$Gypsum\ Index = \frac{B6-B5}{B6+B5}) \quad SAVI = \frac{B5-B4}{B5+B4+L}(1+L)$$

$$Clay\ Index = \frac{B6}{B8} (6)\quad Carbonate\ Index = \frac{B4}{B3} (5)$$

پس از استخراج داده‌های کمکی و محاسبه آن‌ها و نیز طبقه بندی منطقه به چهار کاربری زراعی، مسکونی، جنگل و مناطق تخریب شده (شکل ۲)، ۲۱۶ نقطه به روش نمونه برداری تصادفی-طبقه بندی شده انتخاب شد (شکل ۳). سپس با استفاده از داده‌های کربن آلی استخراج شده از سایت soilgrids میزان کربن آلی خاک هر یک از این نقاط تخمین زده شد (برحسب گرم بر کیلوگرم) و در مرحله بعد، با استفاده از روش kriging اقدام به تهیه نقشه کربن آلی خاک گردید. همچنین که برای تهیه نقشه کربن آلی از نرم افزار ArcGIS و برای آنالیز داده‌ها از نرم افزار SPSS استفاده شد. در مرحله بعد، با استفاده از آزمون t مستقل، مقایسه میزان کربن آلی خاک بین ۴ کاربری موجود در منطقه انجام شد (رفرنس) و در مرحله آخر، میزان خسارت کاهش کربن آلی خاک محاسبه گردید (Blank and Tarquin, 2008).



شکل ۲ – نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه



شکل ۳ – نقشه پراکنش نقاط نمونه برداری براساس روش تصادفی-طبقه بندی شده

نتایج و بحث

برای تهیه نقشه کربن آلی خاک ۸۵ درصد از نقاط نمونه برداری شده برای training و ۱۵ درصد از نقاط نمونه برداری برای test استفاده شد. نتیجه چولگی حکایت از نرمال بودن داده‌ها دارد. با این حال برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد که مطابق جدول ۲ داده ها دارای توزیع نرمال هستند. با توجه به جدول ۱ مقدار میانگین کربن آلی 38.897 و مقدار حداقل و حداکثر آن به ترتیب 14 و 106 است که بیشترین کربن آلی در منطقه جنگلی و کمترین کربن آلی مربوط به منطقه مسکونی است.

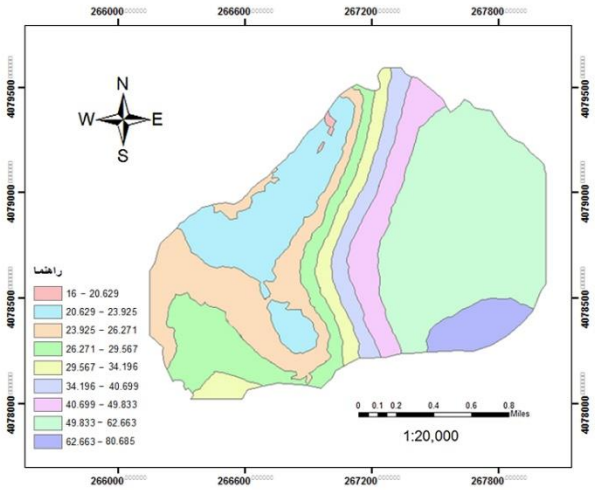
جدول ۱ خلاصه آماری کربن آلی نقاط Training (عمق ۰-۱۵) سانتی متری

کشیدگی	چولگی	انحراف معیار	میانگین	مقدار حداکثر	مقدار حداقل	تعداد نقاط training
2.7883	0.58072	16.925	38.897	106	14	184

جدول 2: آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن کربن آلی

متغیر	میانگین	انحراف استاندارد	Z کولموگروف اسمیرنوف	p
کربن آلی	39	۱۶.۹۲۵	۲.۱۸۲	**۰/۰۰**

پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نقشه‌های تهیه شده از مدل رقومی ارتفاع، شامل نقشه‌های شیب، جهت شیب، ارتفاع، انحنای سطح، شاخص خیسیدگی و نقشه‌های حاصل از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ که شامل نقشه‌های NDVI، RVI، SAVI، شاخص رس شاخص کربنات، شاخص گچ و همچنین نوع کاربری اراضی، نقشه پهنه بندی کربن آلی خاک تهیه گردید (شکل۵).



شکل۵– نقشه پهنه‌بندی کربن آلی خاک منطقه

انتقال مواد و تبادل انرژی بین پدوسفر و اتمسفر اغلب در خاک سطحی بر اثر تاثیر دمای جو، بارش و اجزای اتمسفری رخ می‌دهد. براساس جدول ۳ میزان کربن خاک سطحی در منطقه بین ۱۶ تا ۸۰ گرم بر کیلوگرم متغیر است. بیشترین مقدار کربن خاک در جنگل و کمترین مقدار آن در منطقه مسکونی مشاهده شد. این نتایج با مشاهدات Wondimagen و همکاران ۲۰۱۸ و همچنین Yanli و همکاران۲۰۱۰ مطابقت داشت.

جدول۳. میزان کربن آلی در هر کاربری بر حسب گرم بر کیلوگرم

نوع کاربری	میزان کربن آلی(گرم/کیلوگرم)	میانگین کربن آلی(گرم/کیلوگرم)
جنگل	49-80	**63**
زمین زراعی	20-62	**34**
مرتع	16-62	**32**
تخریب یافته	16-62	**32**
مسکونی	23-34	**28**

نتایج آزمون t مستقل بین دو کاربری جنگل و زمین زراعی حاکی از این است که بین کربن آلی این دو منطقه تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p=0.02$). یافته های Wondimagegn و همکاران، ۲۰۱۸ نیز نشان داد که مقدار کربن آلی در جنگل‌های طبیعی بیشتر از زمین زراعی تحت کشت و کار است. در زمین‌های زراعی به علت عملیات شخم زنی و زیر و رو شدن خاک مواد آلی سرعت تجزیه بالاتری دارند. همچنین با تغییر کاربری از جنگل به مرتع و زمین تخریب یافته میزان کربن آلی به طور چشمگیری کاهش یافته است. برخلاف نتایج محقق و همکاران، ۱۳۹۵ که اعلام نمودند که تبدیل اراضی مرتعی به دیم موجب کاهش کربن آلی خاک می‌گردد، نتایج داده‌های این تحقیق بین زمین زراعی, مرتع و زمین تخریب یافته از لحاظ آماری تفاوتی نداشتند. طبق یافته‌های جعفری و مصری نیز کاربری جنگل بیشترین ظرفیت را برای ذخیره کربن آلی خاک دارا است و مناطق کشاورزی و مرتع از ظرفیت به مراتب کمتری برخوردار هستند، که علت آن در اراضی کشاورزی، شخم و در اراضی مرتعی، چرای بیش از حد دام و از بین رفتن پوشش گیاهی می‌باشد. این در حالی است که مناطق مسکونی از کمترین میزان کربن آلی برخوردار است. هرچند انتظار می‌رود در مناطق مسکونی به علت نبود پوشش گیاهی و تخریب خاک میزان کربن آلی بسیار کم باشد اما وجود کربن در خاک می‌تواند به علت تاثیر فعالیت‌های انسانی باشد که از مهمترین دلایل آن می‌توان به مدیریت چمنزار از جمله کوددهی و آبیاری اشاره کرد.

جدول۴. جدول آنالیز t مستقل بین میانگین کربن آلی خاک بین کاربری جنگل و سایر کاربری‌ها

کاربری	میانگین کربن آلی(گرم برکیلوگرم)	انحراف استاندارد	خطای استاندارد	pvalue
جنگل	63	10.9	7.7	0.02*
زراعی	34	11.9	4.5	
جنگل	63	10.9	7.7	0.014*
مرتع	32	12.5	4.4	
جنگل	63	10.9	7.7	0.014*
تخریب شده	32	12.5	4.45	
جنگل	63	10.9	7.7	0.120ns
مسکونی	28	3.5	2.02	

ns و * به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۵ درصد

در هر کاربری، با توجه به کارایی که دارد، پوشش گیاهی نیز متفاوت است؛ طبق تحقیقات کنوانسیون سازمان ملل متحد مبارزه با بیابان‌زایی در سال ۲۰۱۳، سه عامل تغییر کاربری، پوشش گیاهی و میزان کربن آلی خاک منشاء تخریب زمین می‌باشد و این سه عامل از قانون one out all out تبعیت می‌کنند، بدین معنی که اگر یکی از این عوامل از دست رفته باشد و یا تغییر منفی داشته باشد ولو اینکه دو عامل دیگر تغییری پیدا نکرده باشند، آن زمین تخریب شده است (Cowie و همکاران، ۲۰۱۸). بنابراین اختلاف میزان کربن آلی خاک در یک کاربری نسبت به کاربری دیگر نشان می‌دهد که آن کاربری چه مقدار تخریب شده است و براساس میزان از دست رفتن کربن آلی، خسارت اقتصادی ناشی از آن را برآورد می‌شود (Lal, 2004).

براساس گزارش IPCC در سال ۲۰۰۵، نرخ کربن آلی ۶۳/۳ دلار به ازای هر تن کربن برآورد شد؛ برای محاسبه ارزش اقتصادی هر کاربری، نرخ کربن در سال ۱۳۹۸ با لحاظ میزان تورم حدود ۱۹/۲ طبق فرمول زیر که از کتاب مبانی اقتصاد مهندسی ترجمه سیدعلی زیتون نژاد موسویان (ص ۶۳ و ۶۴) برداشت شده است، ۵۳۳۵۷۴۰ ریال محاسبه گردید.

ارزش فعلی = ارزش گذشته * (۱+تورم)$^{\text{تعداد سال ها}}$

در پژوهش حاضر میزان کربن خاک کاربری جنگل حدود ۳۷۹ تن برآورد شد. با توجه به جدول ۴ که بین کاربری جنگل و تخریب یافته و همچنین جنگل با مرتع و زراعی اختلاف معنی‌دار بوجود آمد، میزان کربن از دست رفته در اثر تغییر کاربری از جنگل به تخریب یافته و همچنین تغییر کاربری از جنگل به زراعی و مرتع محاسبه شد. طبق جدول ۶ نتایج نشان داد که میزان کربن ازدست رفته در اثر تغییر جنگل به زمین تخریب یافته، زراعی و مرتع به ترتیب ۱۸۳، ۱۷۰ و ۱۸۳ تن می باشد. با توجه به نرخ جهانی کربن محاسبه شده میزان خسارت اقتصادی ناشی از تبدیل جنگل‌ها به زمین زراعی ۸۹۹ میلیون ریال و خسارت ناشی از تغییر جنگل ها به مراتع ۹۷۸ و همچنین زمین تخریب یافته حدود ۹۸۰ میلیون ریال می‌باشد.

جدول5 – میزان خسارت کربن آلی ناشی از تغییر کاربری بر حسب ریال

کاربری	اختلاف میزان کربن (تن)	میزان خسارت کربن ناشی از تغییر کاربری (ریال)
جنگل به تخریب یافته	۱۸۳.۷۵۰	۹۸۰۴۴۲۲۴۷
جنگل به زراعی	168.523	۸۹۹۱۹۶۹۸۵
جنگل به مرتع	183.375	۹۷۸۴۴۱۳۴۵

براساس تصویر ماهواره‌ای، بخش اعظم کاربری تخریب یافته، در سال‌های قبل مربوط به کاربری زراعی بوده است که احتمالا به دلیل عدم مدیریت خاک و آب و کشت و کار باعث از بین رفتن و یا بایر ماندن زمین شده است. در حالی که اگر این کاربری حفظ می‌شد، می‌توانست از هدررفت ۱۳تن کربن از خاک و حدود ۶۷ میلیون ریال خسارت احتمالی جلوگیری شود. براساس گزارش کنوانسیون سازمان ملل متحد مبارزه با بیابان‌زایی در سال ۲۰۱۳، تغییر کاربری از جنگل به زمین زراعی، منجر به تخریب خاک و در نتیجه خسارت اقتصادی می‌گردد که با نتیجه حاصل از این منطقه هم‌سو می‌باشد؛ با

وجود اینکه طبق گزارش همین سازمان، تغییر کاربری از جنگل به مرتع تخریب خاک محسوب نمی‌شود اما نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که تغییر کاربری از جنگل به مرتع، بدلیل از دست رفتن میزان کربن، تخریب محسوب شد که ممکن است به دلیل چرای بیش از حد دام در مراتع ایران باشد که باعث می‌شود زمین در بخش‌هایی از سال عاری از پوشش گیاهی باشد که این امر منجر به عدم ذخیره کربن در خاک شود. تغییر کاربری یا بعبارتی تخریب خاک در منطقه منجر به خسارت دو میلیارد و هشتصد و هشتاد میلیون ریال شده است.

نتیجه‌گیری

با برآورد اقتصادی تخریب زمین، دید عقلانی و منطقی‌تری برای تصمیم‌گیری جهت اجرای مدیریت زمین با استفاده از SLM و خدمات اکوسیستم خواهیم داشت؛ ضمن اینکه مبارزه و مقابله با تخریب زمین تنها در مورد اصلاح‌های حفاظتی زمین مانند «مدیریت پایدار خاک» (SLM) نبوده و بلکه نیاز به اصلاح‌های اجتماعی نیز دارد. این بدین معنی است که تاثیرات اقتصادی و تاثیرات اجتماعی باید به صورت جمعی حل شوند نه به طور جداگانه. مثلا کشاورز ممکن است سود قابل توجهی از محصول کشت شده خود داشته باشد اما طبق تعریف خدمات اکوسیستم و مرگ تدریجی اما خاموش آن، اقتصاد تخریب زمین از نظر اکولوژیکی، بسیار بیش تر از فروش محصولات کشاورز است. بنابراین محرک‌هایی که باعث ایجاد تخریب زمین توسط انسان و طبیعت می‌شود، عوامل اجتماعی، اقتصادی و سیاسی را نیز درگیر می‌کند.

منابع مورد استفاده:

عطائیان،ب. شجاعی فر،ش. زندیه،و. هاشمی،س. ۱۳۹۶. بررسی تغییرات میزان کربن آلی خاک در دو منطقه بحرانی و آسیب پذیر مراتع دشت قهاوند با استفاده از سنجش از دور و GIS. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷۶-۹۰

Blank, L.T. and Tarquin, A.J., 2008. Basics of engineering economy/Leland Blank, Anthony Tarquin. Boston: McGraw-Hill Higher-Education,.

Boettinger, J.L., Ramsey, R.D., Bodily, J.M., Cole, N.J., Kienast-Brown, S., Nield, S.J., Saunders, A.M., and Stum, A.K. 2008. Landsat spectral data for digital soil mapping. p. 193–203. In A.E. Hartemink et al. (ed.) Digital soil mapping with limited data. Springer Science, Rio de Janiero, Brazil.

Cowie, Annette L., Barron J. Orr, Victor M. Castillo Sanchez, Pamela Chasek, Neville D. Crossman, Alexander Erlewein, Geertrui Louwagie et al. "Land in balance: The scientific conceptual framework for Land Degradation Neutrality." Environmental Science & Policy 79 (2018): 25-35.

ELD-Initiative, 2013. The rewards of investing in sustainable land management. Interim Report for the Economics of Land Degradation Initiative: a Global Strategy for Sustainable Land Management.

Golchin, A. and Asgari, H., 2008. Land use effects on soil quality indicators in northeastern Iran. Australian Journal of Soil Research, 46: 27-36.

Görlach, B., R. Landgrebe-Trinkunaite, and E. Interwies (2004): Assessing the Economic Impacts of Soil Degradation. Volume I: Literature Review. Study commissioned by the European Commission, DG Environment, Study Contract ENV.B.1/ETU/2003/0024. Berlin: Ecologic

IPCC., 2005. Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC special report on carbon Dioxide capture and Group III of the intergovernmental panel on climate change.

Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science, 304: 1623-107.

Murty, D., Kirschbaum, M. U., McMurtrie, R. E. and Mcgilvray, H., 2002. Does conversion of forest to agricultural land change soil carbon and nitrogen? A review of the literature. Global change Biology, 8: 105-123

Orr, B.J., Cowie, A.L., Castillo Sanchez, V.M., Chasek, P., Crossman, N.D., Erlewein, A., Louwagie, G., Maron, K., Metternicht, G.I., Minelli, S., Tengberg, A.E., Walter, S., and Welton, S. (2017). Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface of the UNCCD.

Raiesi, F., 2007. The conversion of overgrazed pastures to almond orchards and alfalfa cropping systems may favor microbial indicators of soil quality in Central Iran. Agriculture, Ecosystem and Environment, 12: 309-318.

Requier-Desjardins, D., 2011. Migrations, remittances and local development in Southern countries: Dutch disease or residential economy?.

Wondimagegn Amanuel, Fantaw Yimer, Erik Karltun.2018. Soil organic carbon variation in relation to land use changes: the case of Birr watershed, upper Blue Nile River Basin, Ethiopia. Journal of Ecology and Environment 42:16

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Estimation of economic damage of reducing soil organic carbon due to change in land use

Golmah.M[1*], Gholizadeh.N[2], Karimian Eghbal.M[3]

[1]M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Tarbiat Modares University, Iran
[2] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Tarbiat Modares University, Iran
[3] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture Tarbiat Modares University, Iran

Abstract

Managing and preserving soil organic carbon is an economic issue requiring public and private policies that reduce the amount of soil organic carbon to be among their main ecosystem priorities because the reduction of carbon can lead to climate change, which will cause large and irreversible damage to occur. The aim of this study is to estimate the economic damage caused by the reduction of soil organic carbon due to the change in land use. The results showed that the forest use with average organic carbon 63 g/kg had a significant difference with the arable land use with average organic carbon 34 (pvalue = 0.02) and pasture with mean organic carbon 32 (pvalue = 0.014), as well as the degraded land use with the mean 32 (pvalue = 0.014). According to calculations, the amount of damage caused by the reduction of soil organic carbon due to the change in land use in the study area is about ۲ billion eight hundred and eighty million rials. According to the results, proper management of cultivation and rangelands, especially grazing in rangelands of the country, is necessary to preserve vegetation and thus maintaining soil organic carbon.

Keywords: Organic carbon, Economic value, Soil organic carbon map

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

اثرات سنگریزه و کود مرغی بر دامنه رطوبتی با حداقل محدودیت

نرجس رستمی [۱*]، شکراله اصغری [۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[۲] دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیل

چکیده

مالچ سنگریزه در مناطق خشک و نیمه خشک عمدتاً در اراضی زیرکشت صیفی جات برای حفظ رطوبت خاک، تسهیل جوانه زنی و رشد بهینه گیاهان استفاده میگردد. هدف پژوهش مزرعه‌ای، بررسی اثرات سنگریزه و کود مرغی بر برخی ویژگی‌های رطوبتی خاک ازجمله دامنه رطوبتی باحداقل محدودیت در منطقه شبستر واقع در شمال غرب دریاچه ارومیه بود. آزمایش در قالب فاکتوریل (فاکتور اول سنگریزه، فاکتور دوم کود مرغی) به صورت طرح کاملا تصادفی، (۳تکرار) اجرا گردید. نتایج نشان داد کاربرد سنگریزه درسطح مصرفی۳۰-۶۰ کیلوگرم در مترمربع موجب افزایش معنی‌دار دامنه رطوبتی با حداقل محدودیت (LLWR)، و استفاده از کود مرغی در مقادیر مصرفی۷۵۰و۱۰۰۰ گرم در مترمربع باعث افزایش معنی‌دار رطوبت ظرفیت زراعی و رطوبت نقطه پژمردگی دائم خاک نسبت به شاهدگردید. اثر متقابل سنگریزه و کود مرغی در رطوبت معادل مقاومت فروروی ۲ مگاپاسکال(θ_{2MPa}) معنی‌دار شد و حد بحرانی برای رشد ریشه گیاه در رطوبت‌های وزنی پایین اتفاق افتاد. نتایج نشان داد مالچ سنگریزه و کود مرغی در مقادیر مناسب باعث بهبود مقادیر رطوبتی خاک وارتقای کیفیت فیزیکی خاک می‌گردد.

کلمات کلیدی: ویژگی های رطوبتی خاک، تبخیرسطحی، مالچ سنگریزه

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه خشک حدود ۴۰ - ۷۰ درصد از اتلاف آب در سطح خاک به وسیله تبخیر می باشد، که با به کاربردن مالچ از این عمل جلوگیری نمود تا در اختیار گیاه قرارگیرد(Jalota، ۱۹۹۳). سنگریزه بعنوان یک مالچ سطحی ارزان قیمت با افزایش آلبدوی سطح موجب کنترل نوسانات دمای خاک سطحی و با افزایش سهم منافذ درشت باعث تسهیل نفوذ آب در خاک وکاهش تبخیر از خاک سطحی می شود، این موضوع از لحاظ افزایش راندمان مصرف آب و کاهش تلفات آب خاک در مناطق خشک و نیمه خشک دارای اهمیت فراوان می باشد. استفاده از مالچ سنگریزه با هدف کاهش هزینه آب برای تولید محصول درکشور چین مورد توجه قرار گرفته است (Qiu و همکاران، ۲۰۱۴). در یک پژوهش مزرعه ای درآفریقای جنوبی تأثیر مالچ سنگریزه (قطر ۱ سانتی متر و ضخامت پوشش ۵ سانتی متر) را بر کارآیی مصرف آب گیاه canola مطالعه کردند. نتایج نشان داد کارآیی مصرف آب گیاه به طور میانگین از ۹/۹۴ در تیمار شاهد به ۱۱/۹۱ در تیمارهای مالچ پاشی شده افزایش یافت(Dlamini وهمکاران، ۲۰۱۷). کیفیت فیزیک و شیمیایی خاک در مناطق خشک عمدتا به دلیل آهکی بودن، پ.هاش بالا و دارا بودن مقدار ناچیز ماده آلی، ضعیف می باشد. جهت بهبود کیفیت خاک در این مناطق به کارگیری انواع کودهای حیوانی از جمله کود مرغی موثر می باشد. مصرف آن در خاکهای شنی سبب اتصال بهتر ذرات خاک و در خاکهای رسی سبب افزایش تخلخل و نفوذپذیری خاک میگردد. آب قابل استفاده گیاه با مفهوم آب نگهداری شده در محدوده ی رطوبتی ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم اولین بار توسط (Veihmeyere and Hendrickson،۱۹۴۹) ارائه گردید. بررسی‌های بعدی نشان داد استفاده از این مفهوم برای برآورد آب قابل استفاده گیاه کافی نیست. بنابراین واژه دامنه رطوبتی با حداقل محدودیت[۱] (LLWR) توسط(Da Silva،۱۹۹۴) جایگزین آن شد. اختلاف بین دو حد رطوبتی بالا (ظرفیت زراعی و یا رطوبت معادل تخلخل تهویه ای ۱۰ درصد)، هرکدام که کمتر باشد و حد پایین آن (رطوبت نقطه پژمردگی دائم و یا رطوبت معادل مقاومت فروروی ۲ مگاپاسکال)، هرکدام که بیشتر باشد، به عنوان LLWR در نظر گرفته می شود. نتایج پژوهش محمدی و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد وقتی که مقدار مصرف اکسیژن کمتر از ۲ میکرو مول بر مترمکعب در ثانیه باشد، حد بالایی دامنه رطوبتی با کمترین محدودیت به رطوبت حجمی اشباع نزدیک می‌گردد. همچنین بیان کردند رطوبت معادل تخلخل تهویه‌ای ۱۰درصد نمی‌تواند حد بالایی LLWR باشد زیرا نیاز آبی گیاه را منعکس نمی‌کند. فرض بر آن است که استفاده از سنگریزه به عنوان یک مالچ سطحی می‌تواند موجب کاهش تبخیر از خاک سطحی شود که این موضوع از نظر افزایش کارآیی مصرف آب حائز اهمیت است. پژوهش با هدف بررسی اثرات اصلی

* ایمیل نویسنده مسئول: narjes.rostami@ut.ac.ir

[1] -Least limiting water range (LLWR)

مقادیر مصرفی سنگریزه وکود مرغی برویژگی های رطوبتی خاک مانند رطوبت های ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی، رطوبت وزنی معادل ۲مگا پاسکال ودامنه رطوبتی با حداقل محدودیت انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش در یک قطعه زمین بایر واقع درشهر شند آباد از توابع شهرستان شبستر به مختصات جغرافیایی ۳۴′۳۶′ ° ۴۵ طول شرقی و°۴۳ ′۳۸ و۷′عرض شمالی در بهار و تابستان سال ۱۳۹۶ اجرا شد. منطقه دارای آب و هوای سرد و نیمه خشک و اراضی منطقه به جهت نزدیکی به دریاچه ارومیه در معرض آسیب ناشی از طوفان های نمکی پس از خشک شدن دریاچه قرار دارند. آزمایش فاکتوریل به صورت طرح کاملا تصادفی در سه تکرار، کرتهای یک متر مربعی اجرا گردید. فاکتور اول مقدار مصرفی سنگریزه هوا خشک (قطر کوچکتر از ۸ میلی متر) در پنج سطح (صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ کیلوگرم در مترمربع) به ترتیب معادل صفر، ۱۵۰، ۳۰۰، ۴۵۰ و ۶۰۰ تن در هکتار و فاکتور دوم مقدار مصرفی کود مرغی هوا خشک در پنج سطح (صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰و۱۰۰۰ گرم درمترمربع) به ترتیب معادل صفر، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ تن در هکتار بود. در ابتدا، قبل از اجرای آزمایش، برخی پارامترهای خاک و کود مرغی مانند بافت (روش هیدرومتری چهار زمانه)، کربن آلی (روش والکلی- بلاک)، نیتروژن کل (روش کجلدال)، پ.هاش و هدایت الکتریکی در عصاره ۱ به ۲/۵ خاک و آب مقطر (Klute، ۱۹۸۶; Page، ۱۹۸۵) و عصاره ۱به ۵ کود و آب مقطرتعیین گردید. در مجموع، ۷۵کرت آزمایشی در اواسط فروردین آماده گردید و مقادیرکود مرغی با بیل تا عمق ۲۰ سانتی متری خاک به‌طور یکنواخت مخلوط گردید. در ۳۰ فروردین کرت‌ها به‌صورت غرقابی آبیاری شده و ۶ روز بعد تعداد هشت بذر خیار رقمSUPER GREEN F1 در هر کرت کاشته شد. سپس مقادیر سنگریزه با ضخامت تقریباً یکسان در سطح کرت پخش گردید. انتخاب مقادیر سنگریزه بر مبنای عرف کشاورزان محلی انجام شد. آبیاری کرتها با استفاده از دو لوله لترال که بر روی هرکدام دو عدد قطره چکان نصب شده انجام گرفت. رطوبت وزنی خاک درمکش ۲۰کیلو پاسکال (معادل رطوبت ظرفیت زراعی[2]، FC) دراستوانه ها و مکش ۱۵۰۰ کیلوپاسکال (معادل رطوبت نقطه پژمردگی دائم[3]،PWP) در نمونه های دست خورده به روش صفحات فشاری اندازه گیری شد(Gardner، ۱۹۸۶). آب قابل استفاده گیاه (PWA) برابر با اختلاف رطوبت های ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم در نظر گرفته شد(Bauer and Black،۱۹۹۱). دامنه رطوبتی با حداقل محدودیت (LLWR) تعیین گردید(عسگرزاده و همکاران، ۱۳۹۶). تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار MSTATC و رسم اشکال با نرم‌افزار Excel 2013 انجام شد.



شکل ۱. نمایی از کرت‌های مورد آزمایش

نتایج و بحث

طبق جدول ۱براساس سیستم(USDA)، خاک مورد آزمایش دارای ۲۹/۳۷ درصد شن، ۶۲/۷۷ درصد سیلت و ۷/۸۶ درصد رس و کلاس بافت لوم سیلتی می‌باشد. این خاک نیز مشابه سایر خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران آهک بالا (۲۹/۵) و دارای پ.هاش قلیایی (۱۴/۸) می-باشد و هدایت الکتریکی آن در محدوده خاک‌های زراعی است. کود مرغی به کار رفته در پژوهش دارای درصد آلی و نیتروژن بالا، پ.هاش اسیدی و هدایت الکتریکی بالا بود. نوروزی و همکاران (۱۳۸۹) نیزگزارش کردند میزان کربن آلی و نیتروژن کل کود مرغی به ترتیب برابر با ۳۶/۵ و ۳/۹۵ درصد بود. آن ها میزان اسیدیته و هدایت الکتریکی کود مرغی را به ترتیب ۵/۹۲ و ۱۵/۶۴ دسی زیمنس بر متر گزارش کردند.

[2] -Field Capacity (FC)
[3] -Permanent Wilting Point (PWP)

جدول ۱- برخی ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک و کود مرغی مورد مطالعه

ویژگی	بافت خاک	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	ازت کل(٪)	پ.هاش	هدایت الکتریکی(dS/m)	کربنات کلسیم معادل (٪)	کربن آلی (٪)
خاک	لوم سیلتی	۲۹/۳۷	۶۲/۷۷	۷/۸۶	۰/۱	۸/۱۴	۰/۵۴	۲۹/۵	۱/۳
کود	-	-	-	-	۳/۲۲	۶/۶	۲۱/۵	-	۲۸

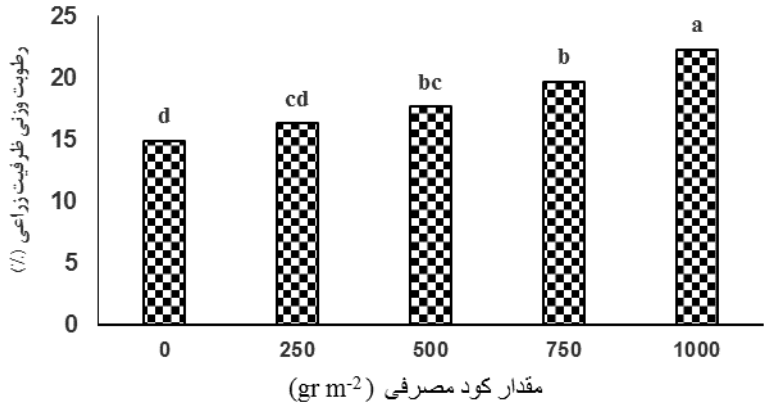
با توجه به نتایج تجزیه واریانس جدول۲مشاهده می‌شود دامنه رطوبتی با حداقل محدودیت (LLWR)، به طور معنا داری تحت تاثیر سنگریزه قرار گرفت. اما اثراصلی کود مرغی و اثر متقابل کود مرغی وسنگریزه برآن معنی دار نشد. اثراصلی کود مرغی برظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم خاک معنی‌دارشد. در مقابل اثر اصلی مصرف سنگریزه و اثر متقابل سنگریزه وکود بر این دو معنی دارنشد. رطوبت معادل مقاومت فروروی ۲ مگاپاسکال توانست درهر سه سطح معنی-دار گردد. نجفی علیشاه و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهش گلخانه ای گزارش کردند استفاده از هیدروژل در مقادیر ۲، ۴ و ۸ گرم بر کیلوگرم خاک زیر کشت خیار باعث افزایش رطوبت ظرفیت زراعی (۲۹/۴ تا ۱۰۷/۶ درصد)، رطوبت نقطه پژمردگی دائم (۱۳/۱۴ تا ۶۸/۸۵ درصد)، آب قابل استفاده خاک (۸۳/۲ تا ۲۳۵ درصد)، در مقایسه با شاهد گردید.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس (مقادیر F) پارامترهای اندازه گیری شده در خاک.

منابع تغییر	درجه آزادی	θ_{FC}	θ_{PWP}	θ_{2MPa}	LLWR
سنگریزه	۴	$۱/۵۱^{ns}$	$۱/۰۳^{ns}$	$۳۱/۰۴^{**}$	$۳/۶^{*}$
کود مرغی	۴	$۱۰/۹۸^{**}$	$۴/۷۸^{**}$	$۳۵۲/۹۸^{**}$	$۱/۶۲^{ns}$
سنگریزه× کود	۱۶	$۰/۳۳^{ns}$	$۰/۰۸^{ns}$	$۱۲/۰۲^{**}$	$۰/۲۲^{ns}$
خطای آزمایشی	۵۰	-	-	-	-
ضریب تغییرات	-	۱۸/۶۴	۲۱/۳۲	۵/۹۸	۷۰

θ_{FC}: رطوبت وزنی ظرفیت زراعی؛ θ_{PWP}: رطوبت وزنی نقطه پژمردگی دائم$\theta_{۲Mpa}$: رطوبت وزنی معادل مقاومت فروروی ۲ مگاپاسکال؛ LLWR: دامنه رطوبتی با حداقل محدودیت؛ ns و *: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال پنج درصد.

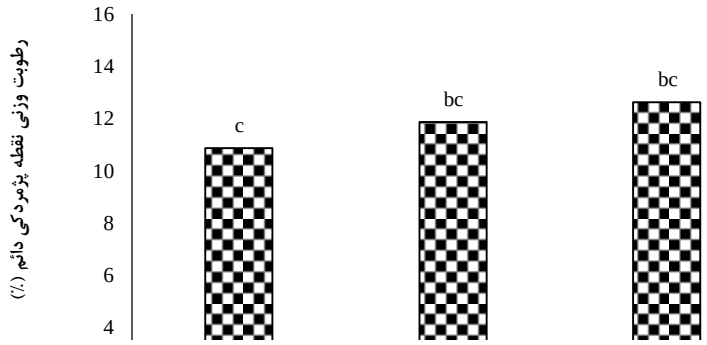
رطوبت ظرفیت زراعی مقدار آبی است که پس از خروج آب ثقلی در خاک می ماند، با توجه به اینکه مواد آلی چندین برابروزن خود، آب را در خود حفظ میکنند کود مرغی ماده آلی خاک را افزایش داده و با خاکدانه سازی باعث افزایش سهم منافذ ریز در مقایسه با منافذ درشت در خاک شده لذا در مجموع موجب افزایش ظرفیت نگه داری آب خاک گردیده است(Hillel،۲۰۰۴). با توجه به شکل۲رطوبت ظرفیت زراعی خاک مورد آزمایش با مقدار مصرفی کود مرغی روند صعودی دارد.کاربرد کود مرغی، توانست این پارامتر را به طور معنی دار($P< ۰/۰۵$) در مقایسه با شاهد افزایش دهد. بیش ترین مقدار رطوبت ظرفیت زراعی مربوط به تیمار ۱۰۰۰ گرم در مترمربع کود مرغی(۲۲/۲۶درصد) وکمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بدست آمد. اصغری ونجفیان (۱۳۹۵) گزارش کردند که دونوع ماده آلی کاه وکلش گندم وکود گاوی (۲۰گرم درکیلوگرم) ازطریق تغییر در توزیع اندازه منافذ خاک باعث افزایش معنی دار رطوبت ظرفیت زراعی در دو کلاس بافت لوم رسی ولوم شنی منتخب از دشت مغان به میزان ۴/۱ درصدگردید.



شکل۲. اثر اصلی مقدار مصرف کود مرغی بررطوبت ظرفیت زراعی خاک.

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد(آزمون چند دامنه ای دانکن).

رطوبت PWP بیانگر مقدار آبی است که درمکش ۱۵ بار در سطح ذرات خاک به صورت آب جذب سطحی شده نگه داری می شود وتحت تاثیر اندازه ذرات به سطح ویژه خاک قرار دارد(Warrick, ۲۰۰۲). کاربردکود مرغی توانست رطوبت نقطه پژمردگی دائم (PWP) رابه طور معنی دار نسبت به شاهد افزایش دهد. شکل۳ نشان می دهد بیشترین مقدار رطوبتPWP در بالاترین سطح مصرفی کود مرغی ۱۰۰۰گرم درمترمربع، (۱۴/۹درصد وزنی) وکمترین مقداردر تیمار شاهد (۱۰/۸۵ درصد وزنی) به دست آمد. در نتیجه افزودن کود مرغی با بالابردن سطح ویژه کل خاک موجب افزایش رطوبت PWP گردیده است. فتح العلومی و اصغری (۱۳۹۳) نیز گزارش کردند اضافه کردن لجن فاضلاب شهری اردبیل درمقادیر۳۰تا ۱۸۰ تن در هکتار درخاک لوم شنی موجب افزایش کربن آلی به میزان ۲۱/۹۴ تا۱۷۶درصد ودر نتیجه افزایش رطوبت PWP به میزان ۱/۳ تا ۱۵/۸۵ درصد نسبت به شاهدگردید.



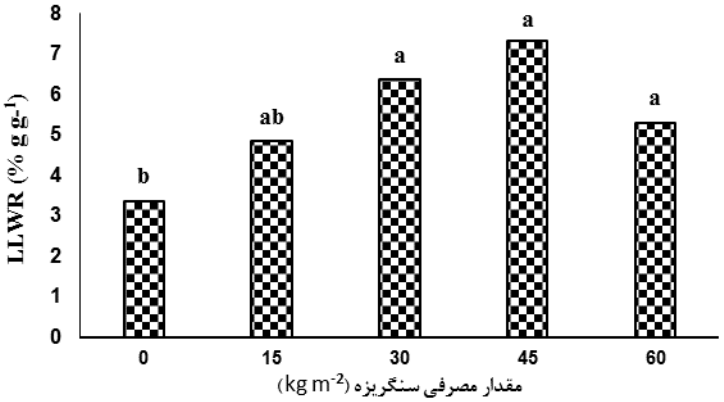
شکل۳. اثر اصلی مقدار مصرف کود مرغی بررطوبت نقطه پژمردگی دائم خاک.

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.(آزمون چند دامنه ای دانکن).

دراین پژوهش باتوجه به نتایج، مقادیر LLWR با مقادیر آب قابل استفاده گیاه[۴] (PAW) برابر در نظر گرفته شد. چون رطوبت حجمی خاک درکلیه تیمارها در مکش ۲۰کیلو پاسکال (رطوبت FC) کمتر از رطوبت حجمی خاک در تخلخل تهویه ای ۱۰درصد بود لذا رطوبت FC به عنوان حد بالایی LLWRدرنظر گرفته شد. همچنین مشاهده گردید رطوبت حجمی خاک درکلیه تیمارها در مکش ۱۵۰۰ کیلوپاسکال (رطوبت PWP) بیشتراز رطوبت حجمی خاک در مقاومت فروروی ۲ مگاپاسکال شد، لذا رطوبت PWP به عنوان حدپایین LLWR در نظر گرفته شد. کمترین مقدار LLWR درتیمار شاهد (۳/۳۶درصد وزنی) و بیشترین مقداردر تیمار ۴۵کیلوگرم در مترمربع سنگریزه (۷/۳۲درصد وزنی) به دست آمد. باتوجه به یافته ها اثر اصلی مقدار مصرفی سنگریزه بر LLWR معنی دارشد. اما اثر اصلی کود مرغی و اثرات متقابل سنگریزه وکود مرغی احتمالا به دلیل پایین بودن سطوح مصرفی کود مرغی نتوانست بر دامنه رطوبتی با حداقل محدودیت (LLWR) درخاک مورد آزمایش معنی دارگردد. طبق مقایسه میانگین مشاهده می

[4] -Point available water (PAW)

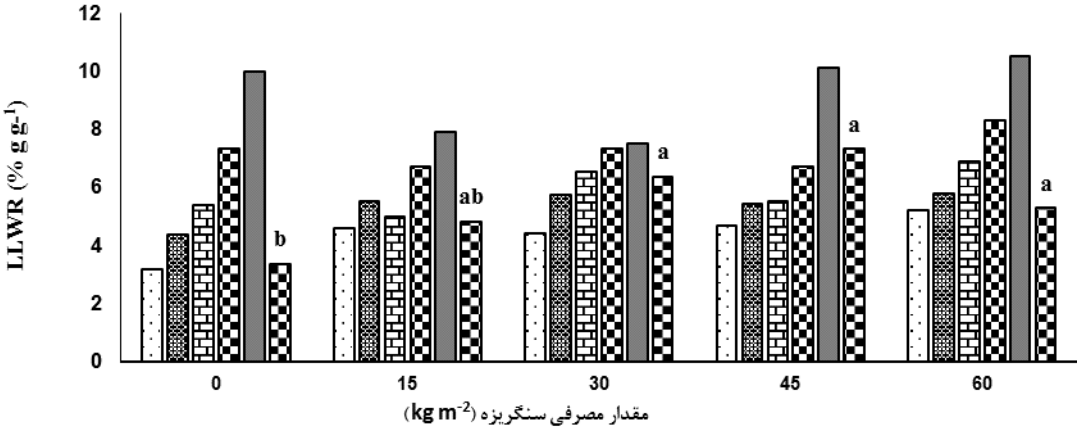
شود کاربرد سنگریزه باعث افزایش معنی دار پارامتر LLWR نسبت به شاهد گردید. (عسگرزاده وهمکاران،۱۳۹۶) نیز گزارش کردند با افزایش درصد وزنی سنگریزه افزوده شده به یک خاک لوم سیلتی از۵ به۲۵درصد، مقدار LLWR از ۱۲/۹درصد حجمی به ۱۵/۳درصد حجمی افزایش یافت.



شکل۴. اثر اصلی مقدار مصرف سنگریزه بر دامنه رطوبتی باحداقل محدودیت (LLWR) خاک.

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال۵ درصد می باشد.(آزمون چند دامنه ای دانکن).

محدوده مقاومت فروروی خاک، رطوبت معادل مقاومت فروروی ۲ مگاپاسکال (θ_{2MPa}) که توسعه ریشه گیاه را در خاک مختل می‌سازد در دامنه‌ای بین ۱/۵ تا ۴ مگاپاسکال گزارش گردیده و ۲ مگاپاسکال مقداری است که بیشتر مورد قبول واقع شده است(Da Silva وهمکاران، ۱۹۹۴). شکل ۵ نشان می‌دهد با افزایش مقادیر مصرفی سنگریزه و کود مرغی، شرایط بحرانی (θ_{2MPa}) برای رشد ریشه گیاه در رطوبت‌های وزنی پایین اتفاق افتاد. کمترین مقدار (θ_{2MPa}) مربوط به تیمار۶۰ کیلوگرم در مترمربع سنگریزه است در این تیمار با افزایش مقدار مصرفی کود مرغی از ۲۵۰ به۱۰۰۰گرم در مترمربع، مقدار پارامتراز ۷/۲۳ به ۳/۱۹ درصد وزنی به طور معنی داری نسبت به تیمار شاهد (۱۰/۵ درصد) کاهش یافت. عسگرزاده و همکاران (۱۳۹۶) نیز گزارش کردند با افزایش درصد وزنی سنگریزه افزوده شده در یک خاک لوم سیلتی از ۵ به ۳۰ درصد وزنی، مقدار θ_{2MPa} نیز از ۱۶/۵ درصد حجمی به ۱۲/۴ درصد حجمی کاهش یافت.



شکل۵. اثرات متقابل مقدار مصرف سنگریزه وکود مرغی بر رطوبت معادل مقاومت فروروی ۲ مگاپاسکال.

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.(آزمون چند دامنه ای دانکن).

نتیجه‌گیری

استفاده ازکود مرغی باعث افزایش ماده آلی خاک و بهبودساختمان، خاکدانه سازی و تخلخل(خلل وفرج ریز) و افزایش ظرفیت نگه داری آب خاک، در نتیجه باعث افزایش معنی دار رطوبت ظرفیت زراعی و رطوبت نقطه پژمردگی دائم در مقایسه با شاهد گردید. دراین پژوهش مقادیر آب قابل استفاده گیاه (PAW) و دامنه رطوبتی باحداقل محدودیت (LLWR) در کلیه تیمارها برابر گردیدند. استفاده از سنگریزه با افزایش قطر منافذ خاک باعث کاهش تبخیر آب از سطح خاک و افزایش معنی دار LLWR نسبت به شاهد گردید.درنتیجه مالچ سنگریزه از طریق افزایش نگهداری آب در خاک

(ذخیره آب خاک) وکارایی مصرف آب خاک (آب قابل استفاده گیاه) باعث بهبود کیفیت فیزیکی خاک می گردد. همچنین نتایج نشان داد اثر متقابل سنگریزه (بالارفتن ذخیره رطوبتی خاک و کاهش فشردگی) وکود مرغی(افزایش ماده آلی) باعث شد θ_{2MPa} به طور معنی داری در رطوبت وزنی پایین اتفاق افتد.

منابع:

اصغری،ش. و نجفیان،م. ۱۳۹۵. اثرات متقابل مواد آلی، کرم خاکی و فشردگی بر توزیع اندازه منافذ و ضرایب هیدرولیکی دو خاک ریزبافت و درشت بافت. مجله دانش آب و خاک، ۲۶(۴/۱)،۲۸۱- ۲۹۳.

عسگرزاده، ح.، اسدزاده، ف. و خالقی، پ. ۱۳۹۶. نقش مقادیر مختلف سنگریزه بر برخی شاخص‌های کیفیت فیزیکی یک خاک لوم سیلتی. تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۸(۴)، ۷۸۹- ۷۹۷.

فتح‌العلومی، س. و اصغری، ش. ۱۳۹۳. اثرات لجن فاضلاب شهری اردبیل بر برخی خصوصیات فیزیکی و هیدرولیکی یک خاک درشت بافت زیر کشت گندم. مجله دانش آب و خاک، ۲۴(۴)،۱۶۹ -۱۸۳.

Bauer, A., and Black, A.L. 1992. Organic carbon effects on available water capacity of three soil textural groups. Soil Science Society of America Journal, 56, 248-254.

Da Silva, A.P. Kay, B.D., and Perfect, E. 1994. Characterization of the least limiting water range of soils. Soil Science Society of America Journal, 58, 1775–1781.

Dlamini P., Ukoh I.B., van Rensburg, L.D., and du Preez C.C. 2017. Reduction of evaporation from bare soil using plastic and gravel mulches and assessment of gravel mulch for partitioning evapotranspiration under irrigated canola. Soil Research, 55, 222-233.

Hillel D. 2004. Introduction to Environmental Soil Physics. Elsevier Academic Press. 494p.

Jalota, S.K. 1993. Evaporation through soil mulch in relation to characteristics and evaporability. Australian Journal of Soil Research, 31,131-136.

Jensen, M.E. 1983. Design and Operation of Farm Irrigation Systems. ASAE, Michigan, USA, pp. p. 827.

Klute, A. 1986. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2-nd edition. Agron. Monog.9. ASA and SSSA, Madison, WI, 1188p.

Li, X.Y. 2003. Gravel–sand mulch for soil and water conservation in the semiarid loess region of northwest China. Catena, 52, 105-127.

Najafi Alishah F., Golchin A., and Mohebi M. 2013. The effects of Aquasorb water-absorbing polymer and irrigation frequency on yield, water use efficiency and growth indices of greenhouse cucumber. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture، 4(3)، 1-14.

Page, A.L. 1985. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methods. Agron.Monog.9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Qiu Y., Xie Z., Wang Y., Ren J., and Malhi, S.S. 2014. Influence of gravel mulch stratum thickness and gravel grain size on evaporation resistance. Journal of Hydrology, 519, 1908–1913.

Veihmeyer, F. J., and Hendrickson, A. H. 1949. Methods of measuring field capacity and wilting percentages of soils. Soil Science, 68, 75–94.

Warrick, AW. 2002. Soil Physics Companion. CRC Press. New York, USA.389 pp.

Zhongkui, X., Yajun, W., Wenlan, J., and Xinghu, W. 2006. Evaporation and evapotranspiration in a watermelon field mulched with gravel of different sizes in northwest China. Agricultural water management, 81, 173-184.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

The Effects of Gravel and Chicken Manure on Least limiting water range

Rostami*[1], N., Asgari[2], SH.A

[1] M. Sc. Student, Soil Science and engineering Department, Faculty of Agriculture and Natural Resourses University of Tehran, Iran

[2] Associate Prof., Soil Science and engineering Department, Faculty of Agriculture and Natural Resourses University of Mohaghegh Ardabil, Iran

Abstract

In arid and semiarid regions gravel mulch is used for preserving soil moisture, simplifying the germination and optimal plant growth. The aim of this research is to investigate the effects of the gravel and chicken manure on some soil moisture characteristics. Such as Least, limiting range of moisture in the Shabestar region in the northwest of the Urmia Lake the experiment was carried out in the factorial form (the first factor of the gravel, the second factor of the chicken manure) as the completely randomized design by three replications. the results showed that the consumption of gravel at 30-60 kg m^{-2} caused an increase in the moisture content with least limiting water range (LLWR), and use of chicken manure in the consumption values 750 and 1000 gr m^{-2} significantly increased the FC and PWP moisture in Soil in comparison to the blank. The interactions between chicken manure and gravel was significant in the moisture that was equivalent with two MP penetration resistance and critical level for root growth accrued in the low mass moistures. Results showed that gravel mulch and chicken manure in appropriate amount causes improving moisture levels and physical quality of Soil. Results showed that gravel mulch.

In addition, chicken manure in appropriate amount causes improving moisture levels and physical quality of Soil.

Keywords: Soil moisture characteristics, Surface Evaporation, Gravel mulch.

* Corresponding author, Email: narjes. rostami@ut.ac.ir

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تأثیر کاربرد بیوچار و اصلاح‌کننده‌های معدنی بر خصوصیات فیزیکی یک خاک سدیمی

محسن فلاحتی [۱*]، محمد امیر دلاور [۲]، پریسا علمداری [۳]، معصومه پیشگیر [۴]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۲] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۳] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۴] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

چکیده

اصلاح خاک‌ها، یکی از روش‌های توسعه اراضی کشاورزی محسوب می‌شود. وجود یون سدیم در کنار شوری می‌تواند موجب بروز مشکلات فراوانی در روند رویشی گیاهان گردد، بنابراین اتخاذ راهکارهای مناسب جهت اصلاح این خاک‌ها لازم و ضروری است. این تحقیق به‌منظور بررسی اثر بیوچار باگاس نیشکر بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک سدیمی شامل وزن مخصوص ظاهری و رس قابل‌انتشار در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی انجام شد. برای این منظور بیوچار باگاس نیشکر همراه با افزودنی‌های معدنی گچ و سولفات آلومینیوم در سه سطح صفر، ۱/۲۵ و ۲/۵ در صد وزنی و سه دوره انکوباسیون ۲، ۴ و ۶ ماه استفاده گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطح بیوچار و زمان در سطح ۰/۱ درصد و اصلاح‌کننده‌ها در سطح یک درصد اختلاف آماری معنی‌داری داشتند. بیشترین کاهش در جرم مخصوص ظاهری در سطح ۲/۵ درصد و در رس قابل‌انتشار در سطح ۱/۲۵ درصد به ترتیب به میزان ۱۷/۶ و ۶۴ درصد بود. تیمار بیوچار + سولفات آلومینیوم در بازه زمانی شش ماهه در کاهش این دو پارامتر بیشترین تأثیر را نشان داد. سطح بیوچار به ترتیب با ۷۱/۷۶ و ۷۶/۴۹ درصد، بیشترین سهم نسبی را در کاهش وزن مخصوص ظاهری و رس قابل پراکنش داشت.

کلمات کلیدی: سولفات آلومینیوم، وزن مخصوص ظاهری، رس قابل‌انتشار.

مقدمه

تنش شوری و سدیمی یکی از شرایط دشواری است که تولید محصولات جهانی را تهدید می‌کند. وجود سدیم قابل‌تبادل بیش‌ازاندازه در خاک‌ها موجب کاهش کیفیت خصوصیات فیزیکی خاک‌ها می‌شود و روی حرکت آب‌وهوا در خاک تأثیر گذاشته و رشد گیاه و حاصلخیزی خاک دچار مشکل می‌شود (دلبری و همکاران ۱۳۹۱). ازاین‌رو دستیابی به روش‌هایی برای اصلاح این خاک‌ها دارای اهمیت است (Lashari و همکاران ۲۰۱۳). بیوچار، زغال تهیه‌شده از زیست‌توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی است که تولید آن‌ها در محیط فاقد اکسیژن یا دارای اکسیژن کم انجام می‌شود و با توجه به خصوصیات ذاتی آن، انتظار می‌رود که به‌طور قابل‌توجهی کربن را ترسیب کند و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را بهبود بخشد (Masto و همکاران ۲۰۱۳). اخیراً استفاده از بیوچار در زمین‌های کشاورزی به‌عنوان منبع تأمین‌کننده مواد آلی برای رشد گیاه و اصلاح‌کننده برای بهبود خصوصیات خاک رونق زیادی یافته است (Domene و همکاران ۲۰۱۴). بررسی‌ها نشان می‌دهد که کاربرد بیوچار در خاک‌ها می‌تواند منجر به افزایش طولانی‌مدت در محتوای کربن آلی خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی، افزایش کیفیت خاک و تولید محصول شود (Akhtar و همکاران ۲۰۱۴). ساختار مولکولی بیوچار از کربن آروماتیک است، لذا نسبت به تجزیه میکربی مقاوم‌تر از مواد آلی غیر زغالی است (Liu و همکاران ۲۰۱۴). افزودن بیوچار به خاک سدیمی می‌تواند به اصلاح آن به‌وسیله اضافه کردن کلسیم و منیزیم، بهبود پایداری خاکدانه‌ها و بهبود هدایت هیدرولیکی کمک کند و در نتیجه باعث افزایش آبشویی سدیم شود (Chaganti و همکاران ۲۰۱۵)؛ بنابراین با توجه به مشکلات و محدودیت‌های خاک‌های سدیمی، این پژوهش با هدف بررسی امکان اصلاح ویژگی جرم مخصوص ظاهری و رس قابل‌انتشار که از تأثیرگذارترین ویژگی‌های فیزیکی برای بهبود کیفیت خاک هستند، انجام شد.

مواد و روش‌ها

*ایمیل نویسنده مسئول: ghalati1992@gmail.com

به‌منظور اجرای این پژوهش از منطقه‌ای با گسترش خاک‌های با درجات مختلف سدیمی با طول جغرافیایی ۲۸۲۲۰۰ متر شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸۰۴۷۷۰ شمالی در نزدیکی روستای شوشاب شهرستان ملایر در استان همدان از اعماق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر جمع‌آوری گردید. نمونه خاک مرکب از اعماق فوق از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. سپس نمونه‌های ۵۰۰ گرمی از خاک با سطوح مختلفی از بیوچار با سطوح ۱/۲۵ و ۲/۵ درصد وزنی تیمار شدند (تیمارها شامل بدون کاربرد بیوچار، بیوچار باگاس نیشکر، بیوچار باگاس نیشکر +گچ به اندازه نیاز گچی، بیوچار باگاس نیشکر +سولفات آلومینیوم به اندازه نیاز گچی، بیوچار باگاس نیشکر +سولفات آلومینیوم + گچ). خاک‌های تیمار شده با بیوچار در گلدان‌های پلاستیکی کوچک همگن‌شده و به‌صورت جداگانه در سه تکرار آماده شدند. به‌منظور بررسی اثر تیمارها روی خواص فیزیکی، هر گلدان پلاستیکی با یک درپوش سوراخ‌دار برای محدود کردن تبخیر آب پوشش داده شد (با اطمینان از تبادل گازها) و در دمای ۱ ± ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت ۷۵ درصد ظرفیت نگهداری برای مدت‌زمان دو، چهار و شش ماه در تاریکی انکوباسیون شدند. کف گلدان‌ها توسط یک لایه ۲ سانتی‌متری از شن درشت برای جلوگیری از باقی ماندن آب ثقلی و جلوگیری از وضعیت غیرهوازی پوشانده شد. در تمام این آزمایش، مقدار رطوبت هر مخلوط با اضافه کردن آب و وزن گلدان به‌صورت هفتگی، در ۷۵ درصد ظرفیت نگهداری آب نگه‌داشته شد. بعد از انکوباسیون ویژگی‌های فیزیکی خاک شامل جرم مخصوص ظاهری به روش سیلندر فلزی (Gee and Bauder, 1986) و رس قابل‌انتشار به روش هیدرومتری (Rengasamy و همکاران ۱۹۸۴) اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از این اندازه‌گیری‌ها توسط نرم‌افزارهای SPSS و Excel مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک سدیمی موردبررسی در جدول ۱ ارائه‌شده است. مقدار واکنش خاک برابر با ۹/۱۳، شوری خاک برابر با ۲/۲۸ دسی زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم برابر با ۱۶/۹ است. بر اساس طبقه‌بندی‌های موجود، این خاک جزء خاک‌های سدیمی است. هم‌چنین خاک موردبررسی به علت داشتن کربنات کلسیم معادل بالا در دسته خاک‌های آهکی قرار دارد (Ismail و همکاران ۲۰۰۲). بالا بودن مقدار کربنات کلسیم معادل و در نتیجه آهکی بودن خاک را می‌توان دلیلی بر بالا بودن مقدار واکنش خاک دانست. یون غالب در این خاک سدیم است که باعث بالا رفتن نسبت جذب سدیم در خاک شده است. عدم کشت شدن اراضی موجب کاهش مقدار کربن آلی در خاک گردیده است.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک سدیمی

ویژگی	بافت	واکنش خاک	هدایت الکتریکی (dS/m)	کربن آلی (درصد)	کربنات کلسیم معادل (درصد)	نسبت جذب سدیم	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)
خاک سدیمی	لوم	۹/۱۳	۲/۲۸	۰/۶۵	۳۰/۸	۱۶/۹	۱/۳۱

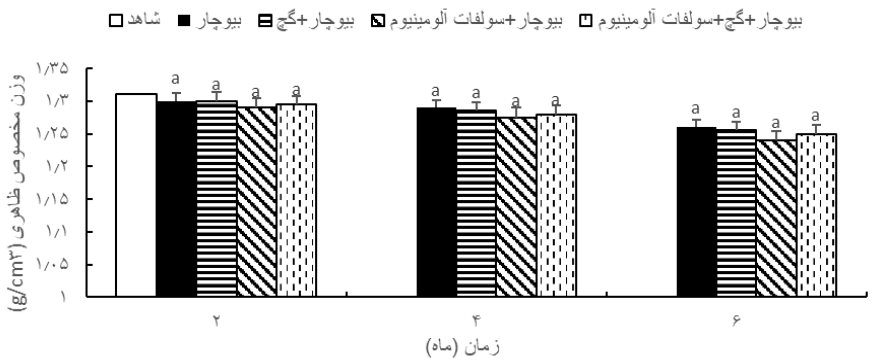
نتایج تجزیه واریانس در جدول ۲ نشان داده‌شده است بر این اساس تأثیر سطح بیوچار و زمان انکوباسیون در سطح ۰/۱ درصد و نوع منبع اصلاح‌کننده در سطح یک درصد بر ویژگی‌های وزن مخصوص ظاهری و رس قابل‌انتشار اختلاف آماری معنی‌داری را نشان دادند.. اثر متقابل سطح بیوچار و زمان در سطح ۰/۱ درصد معنی‌دار بوده، ولی اثر متقابل سطح بیوچار با اصلاح‌کننده و اثر متقابل اصلاح‌کننده با زمان اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند. سطح بیوچار با ۷۱/۷۶ درصد و بعدازآن مدت‌زمان انکوباسیون با ۲۵ درصد از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر وزن مخصوص ظاهری خاک بودند. برای رس قابل‌انتشار نیز سطح بیوچار و مدت‌زمان انکوباسیون به ترتیب ۷۶/۴۹ و ۱۶/۲۰ درصد بیشترین تأثیر را داشتند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس بر وزن مخصوص ظاهری و رس قابل‌انتشار

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		وزن مخصوص ظاهری	رس قابل‌انتشار
سطح بیوچار	۲	۰/۱۷(۷۱/۷۶)***	۱۰۰۳۵/۷۴(۷۶/۴۹)***
زمان	۲	۰/۰۶(۲۵)***	۲۱۲۶/۲۳(۱۶/۲)***
اصلاح‌کننده	۳	۰/۰۰۱(۰/۴۳)**	۹۰/۴۳(۱/۰۳)**
سطح بیوچار × زمان	۴	۰/۰۰۲(۲/۵۸)***	۳۰۲/۳۵(۴/۶)***
سطح بیوچار × اصلاح‌کننده	۶	۰/۰۰۰۱(۰/۰۸)^{ns}	۱۳/۱۴(۰/۳۱)^{ns}
زمان × اصلاح‌کننده	۶	۰/۰۰۰۱(۰/۰۰۴)^{ns}	۲/۷۸(۰/۰۰۶)^{ns}
اشتباه آزمایش	۷۲	۰/۰۰۷	۲۱/۴۶
ضریب تغییرات		۵/۴۳	۳۱/۳۵

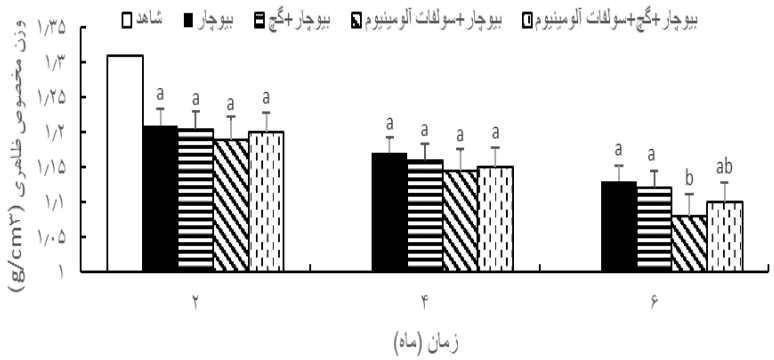
به ترتیب معنی‌دار در سطح ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار

نتایج نشان داد وزن مخصوص ظاهری در هر سه بازه زمانی انکوباسیون کاهش داشته، اما این کاهش بین بازه‌های انکوباسیون و تیمار شاهد معنی‌دار نبود. بیشترین تأثیر بر کاهش وزن مخصوص ظاهری در سطح ۱/۲۵ درصد بعد از شش ماه انکوباسیون، در تیمار بیوچار همراه با سولفات آلومینیوم مشاهده شد که مقدار این ویژگی را نسبت به شاهد ۵/۵ درصد کاهش داد. کم‌ترین عامل مؤثر در کاهش وزن مخصوص ظاهری نیز در تیمار بیوچار باگاس مشاهده شد. از طرفی در کاهش وزن مخصوص ظاهری در سطح ۱/۲۵ درصد بیوچار، بین تیمارهای مواد افزودنی اصلاح‌کننده اختلاف آماری معنی‌داری در بازه‌های زمانی (دو، چهار و شش ماه) مشاهده نگردید (شکل ۱).



شکل ۱- تأثیر بیوچار بر وزن مخصوص ظاهری خاک سدیمی در سطح ۱/۲۵ درصد

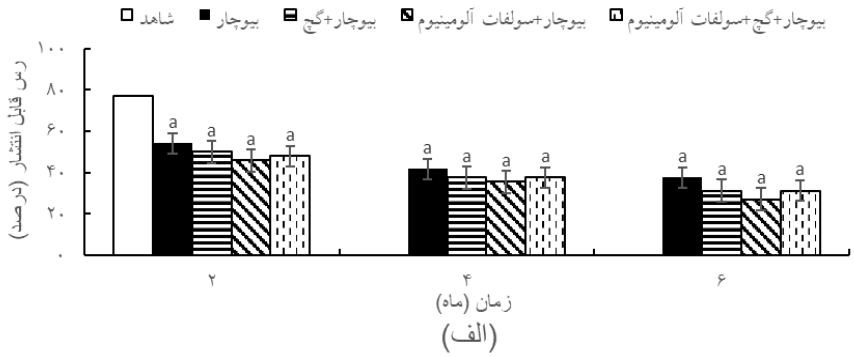
بررسی نتایج سطح ۲/۵ درصد نشان داد که همانند سطح ۱/۲۵ درصد بین مواد افزودنی اصلاح‌کننده در هر یک از بازه‌های زمانی تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲). در سطح ۲/۵ درصد، بیشترین و کمترین کاهش در وزن مخصوص ظاهری در هر سه بازه زمانی انکوباسیون به ترتیب در تیمار بیوچار همراه با سولفات آلومینیوم بعد شش ماه و بیوچار بعد دو ماه مشاهده گردید که در مقایسه با شاهد موجب کاهش ۱۷/۶ و ۷/۶۵ درصدی این ویژگی شدند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان بیان نمود که بیوچار به دلیل داشتن ساختار کربنی مقاوم‌تر (آروماتیک)، برای تجزیه شدن در خاک نیاز به مدت‌زمان طولانی‌تری دارد (Liu و همکاران ۲۰۱۴) تا در خاک موجب خاکدانه سازی و افزایش تخلخل و کاهش جرم مخصوص ظاهری گردد. در بین تیمارها، تنها تیمار بیوچار + سولفات آلومینیوم در سطح پنج درصد بعد از گذشت شش ماه در مقایسه با شاهد معنی‌دار گردید ($p\leq$۰/۰۵). Luo و همکاران (۲۰۱۸) و Wang و همکاران (۲۰۱۴) نیز نتایجی مشابه مبنی بر کاهش جرم مخصوص ظاهری در اثر کاربرد بیوچار گزارش کردند.



شکل ۲- تأثیر بیوچار بر وزن مخصوص ظاهری خاک سدیمی در سطح ۲/۵ درصد

اثرات کاربرد مواد بهساز بر مقدار رس قابل‌انتشار خاک

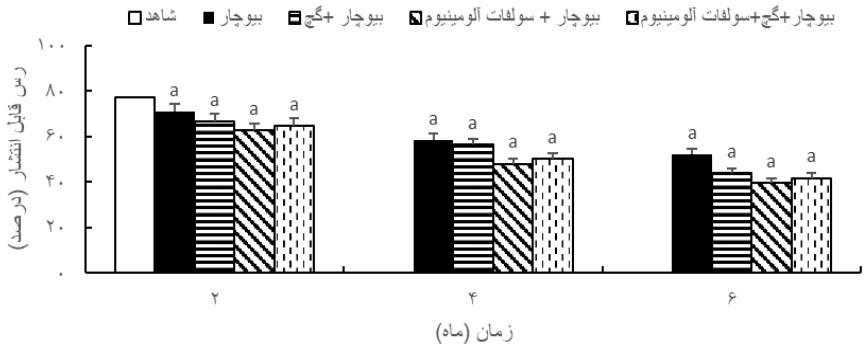
بررسی نتایج اثر بیوچار باگاس بر مقدار رس قابل‌انتشار در خاک سدیمی برای تیمارهای مختلف نشان داد که این ماده اثر کاهشی بر مقدار رس قابل‌انتشار در خاک دارد (شکل ۳). بررسی سطوح ۱/۲۵ درصد بیوچار باگاس نشان داد که در تمام تیمارهای مواد افزودنی اصلاح‌کننده و در هر سه بازه زمانی (دو، چهار و شش ماه) پس از شروع دوره انکوباسیون اثر کاهشی و معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) نسبت به تیمار شاهد وجود دارد. بیشترین تأثیر در بازه زمانی شش‌ماهه در تیمار بیوچار + سولفات آلومینیوم حدود ۶۴ درصد بوده و کمترین تأثیر در بازه زمانی دو ماهه در تیمار کاربرد بیوچار به‌تنهایی حدود ۲۹ درصد مشاهده گردید.



شکل ۳- تأثیر بیوچار بر رس قابل‌انتشار خاک سدیمی در سطح ۱/۲۵ درصد

بررسی سطح ۲/۵ درصد بیوچار باگاس نشان داد که تمام تیمارهای مواد افزودنی اصلاح‌کننده در هر سه بازه زمانی (دو، چهار و شش ماه) پس از شروع دوره انکوباسیون اثر کاهشی و معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. بیشترین کاهش در بازه زمانی شش ماه حدود ۴۸ درصد در تیمار بیوچار باگاس + سولفات آلومینیوم و کمترین کاهش در بازه زمانی دو ماه با حدود هشت درصد در تیمار بیوچار باگاس نسبت به شاهد مشاهده شد. سطح ۲/۵ درصد بیوچار باگاس بر مقدار رس قابل‌انتشار در خاک سدیمی نسبت به سطح ۱/۲۵ درصد روند کاهشی کمتری را نشان داد. استفاده از بیوچار باگاس همراه با مواد افزودنی اصلاحی در سطوح مختلف دارای اثر کاهشی بر مقدار رس قابل‌انتشار در خاک سدیمی است.

رس قابل‌انتشار در آب یکی از شاخص‌های نشان‌دهنده پایداری ساختمان خاک است. هر عاملی که سبب افزایش پایداری خاکدانه‌ها در خاک شود، می‌تواند مقدار رس قابل‌انتشار در آب را کاهش دهد. با افزایش حجم بیوچار باگاس قدرت تجزیه در خاک کمتر شده و توانایی اتصال پیوند میان رس‌های خاک جهت تشکیل خاکدانه‌های بزرگ‌تر و بالا بردن پایداری خاکدانه و کاهش مقدار رس قابل‌انتشار کمتر شده است. طی گذشت زمان در مقادیر رس قابل‌انتشار در سطوح ۱/۲۵ و ۲/۵ درصد در تیمارهای مختلف نسبت به حالت شروع (بازه زمانی دو ماهه) روند کاهشی مشاهده‌شده است، ولی این روند کاهشی با بالا رفتن سطح مصرفی بیوچار کمتر بود. در همین راستا نتایج پژوهش‌هایی نشان داده است که با طولانی‌تر شدن بازه‌های زمانی، بیوچار بیشتر تجزیه‌شده و اثرگذاری بالاتری دارد (Soinne و همکاران ۲۰۱۳). Amoakwha و همکاران (۲۰۱۷) و Dokoohaki و همکاران (۲۰۱۷) نیز نتایجی مشابه مبنی بر بهبود پایداری خاکدانه‌ها و کاهش رس قابل‌انتشار در اثر کاربرد بیوچار گزارش کردند.



شکل ۴- تأثیر بیوچار بر رس قابل‌انتشار خاک سدیمی در سطح ۲/۵ درصد

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که در خاک سدیمی، هر دو پارامتر وزن مخصوص ظاهری و رس قابل‌انتشار با ماده آلی ارتباط دارند، به‌گونه‌ای که با افزایش سطح مصرفی مواد آلی، وزن مخصوص ظاهری و رس قابل‌انتشار روند کاهشی داشتند. علاوه بر آن استفاده توأم از اصلاح‌کننده‌های معدنی (گچ و سولفات آلومینیوم) همراه با مواد آلی (بیوچار)، تأثیر بیشتری در ویژگی‌های فیزیکی خاک‌های سدیمی دارد. بیشترین سهم نسبی در کاهش وزن مخصوص ظاهری و رس قابل‌انتشار، مربوط به سطح مصرف بیوچار و بعدازآن مدت‌زمان انکوباسیون بود. نتایج نشان داد که تیمار بیوچار باگاس همراه با سولفات آلومینیوم بعد از شش ماه انکوباسیون، به‌عنوان اثرگذارترین تیمار در کاهش وزن مخصوص ظاهری و مقدار رس قابل‌انتشار بود. کاهش مقدار رس قابل‌انتشار و جرم مخصوص ظاهری در خاک سدیمی موجب تشکیل خاکدانه‌های پایدارتر و بهبود کیفیت خاک می‌شود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان نتیجه گرفت که با طولانی کردن دوره انکوباسیون می‌توان اثرگذاری بیوچار بر بهبود خصوصیات فیزیکی خاک را بالا برد.

منابع

Akhtar, S. S., Li, G., Andersen, M. N. and Liu, F. 2014. Biochar enhances yield and quality of tomato under reduced irrigation. Agricultural Water Management, 138, 37-44.

Amoakwah, E., Frimpong, K. A., Okae-Anti, D. and Arthur, E. 2017. Soil water retention, air flow and pore structure characteristics after corn cob biochar application to a tropical sandy loam. Geoderma, 307, 189-197.

Chaganti, V. N., Crohn, D. M. and Šimůnek, J. 2015. Leaching and reclamation of a biochar and compost amended saline–sodic soil with moderate SAR reclaimed water. Agricultural Water Management, 158, 255-265.

Dokoohaki, H., Miguez, F. E., Laird, D., Horton, R. and Basso, A. S. 2017. Assessing the Biochar Effects on Selected Physical Properties of a Sandy Soil: An Analytical Approach. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 48(12), 1387-1398.

Domene, X., Mattana, S., Hanley, K., Enders, A. and Lehmann, J. 2014. Medium-term effects of corn biochar addition on soil biota activities and functions in a temperate soil cropped to corn. Soil Biology and Biochemistry, 72, 152-162.

Gee, G. W. and Bauder, J. W. 1986. Particle-size analysis 1. Methods of soil analysis: Part 1—Physical and mineralogical methods, (methodsofsoilan1), 383-411.

Ismail, A. F., Hassan, A. R. and Cheer, N. B. 2002. Effect of shear rate on the performance of nanofiltration membrane for water desalination. Songklanakarin J. Sci. Technol, 24, 879-889.

Lashari, M. S., Liu, Y., Li, L., Pan, W., Fu, J., Pan, G. and Yu, X. 2013. Effects of amendment of biochar-manure compost in conjunction with pyroligneous solution on soil quality and wheat yield of a salt-stressed cropland from Central China Great Plain. Field Crops Research, 144, 113-118.

Liu, Z., Chen, X., Jing, Y., Li, Q., Zhang, J. and Huang, Q. 2014. Effects of biochar amendment on rapeseed and sweet potato yields and water stable aggregate in upland red soil. Catena, 123, 45-51.

Luo, C., Deng, Y., Inubushi, K., Liang, J., Zhu, S., Wei, Z. and Luo, X. 2018. Sludge Biochar Amendment and Alfalfa Revegetation Improve Soil Physicochemical Properties and Increase Diversity of Soil Microbes in Soils from a Rare Earth Element Mining Wasteland. International journal of environmental research and public health, 15(5), 965.

Masto, R. E., Kumar, S., Rout, T. K., Sarkar, P., George, J. and Ram, L. C. 2013. Biochar from water hyacinth (Eichornia crassipes) and its impact on soil biological activity. Catena, 111, 64-71.

Rengasamy, P., Greene, R. S. B. and Ford, G. W. 1984. The role of clay fraction in the particle arrangement and stability of soil aggregates—a review. Clay Res, 3(2), 53-67.

Soinne, H., Hovi, J., Tammeorg, P. and Turtola, E. 2014. Effect of biochar on phosphorus sorption and clay soil aggregate stability. *Geoderma*, *219*, 162-167.

Wang, L., Sun, X., Li, S., Zhang, T., Zhang, W. and Zhai, P. 2014. Application of organic amendments to a coastal saline soil in north China: effects on soil physical and chemical properties and tree growth. PloS one, 9(2),89-185

ic for submission: Soil quality and sustainable soil management

Effect of Biochar and Mineral Amendments on Physical Properties of Sodic Soil

Falahati[*1], M., Delavar[2], M.A., Alamdari, P.[3], Pishgir, M[4]

[1] M. Sc. Graduated Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

[2] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

[3] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

[4] Ph.D student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

Abstract

soils remediation is one of the methods of agricultural land development. The presence of sodium ion along with salinity can cause many problems in plant growth process. Therefore, it is necessary to adopt suitable methods for correcting these soils. This research was carried out to investigate the effect of biochar sugarcane on some physical properties of sodium soil in a completely randomized design. Also, along with biochar sugarcane, mineral additives including gypsum and aluminium sulfate in three levels (0, 1.25 and 2.5 g / kg soil) and three incubation periods (2, 4 and 6 months) also use It turned out. The results of analysis of variance showed that there was a statistically significant difference between the biochar and time levels at 0.1% level and the amendment factors at 1% level. The highest reduction was observed in the bulk density at 2.5% and in the dispersible clay at 1.25%, respectively, by 17.6% and 64%, respectively. Biochar treatment with aluminium sulfate showed a significant effect on the reduction of these two parameters over a six-month period. Biochar with 71.76 and 76.49% respectively, had the highest relative contribution to reducing bulk density and dispersible clay.

Keywords: Aluminium sulfate, Incubation, Bulk density, Dispersible clay.

[*] Corresponding author, Email: ghalati1992@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

بررسی اثر کاربری‌های مختلف بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه کنار صندل جیرفت

مسلم احمدی‌وند[۱]، جواد زمانی باب‌گهری[۲*]، حسین شکفته[۲]، فریده عباس زاده[۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم، خاک دانشگاه جیرفت

[۲] استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه جیرفت

چکیده

بررسی ویژگی‌های مختلف خاک در کاربرهای مختلف اراضی و تاثیر نوع کاربری اراضی بر ویژگی‌های خاک‌ها در یک منطقه، یکی از مسائل مهم در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی خاک می‌باشد. این تحقیق به منظور ارزیابی برخی از شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در بخشی از اراضی منطقه تاریخی کُنارصندل در شهرستان جیرفت و تاثیر نوع کاربری‌های غالب در این منطقه (زمین زراعی، بوته‌زار (مرتع)، باغ (نخلستان) و درختچه‌های طبیعی (کهور و گز)) بر این ویژگی‌ها انجام شد. از هرکدام از کاربری‌ها، ۲۶ نمونه از عمق سطحی خاک (۰ تا ۱۵ سانتی‌متری) برداشت شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شامل چگالی ظاهری، pH، کربن آلی، آهک، حد روانی (LL)، حد خمیری (PL) و شاخص خمیرایی (PI) بودند. نتایج آزمایش نشان داد کاربری‌های مورد مطالعه موجب تغییر معنی‌دار شاخص‌های مورد بررسی در سطح ۵ درصد شده بود. وجود درختچه‌های طبیعی موجب افزایش معنی‌دار مقدار کربن آلی در خاک و کاهش نسبی مقدار pH خاک شده بود. در مقابل کمترین مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک در کاربری زراعی مشاهده شد که این موضوع می‌تواند به دلیل بهم‌خوردگی خاک ناشی از خاک‌ورزی و وجود جرم حجمی کمتر خاک باشد. ارتباط بین حدود آتربرگ و مقادیر ذرات رس و شن نشان داد که افزایش سطح ویژه خاک ضمن افزایش حد روانی و حد خمیری موجب افزایش شاخص خمیرایی خاک نیز می‌شود.

کلمات کلیدی: مدیریت خاک، کیفیت خاک، کاربری اراضی، حدود آتربرگ.

مقدمه

خاک به عنوان بستری برای رشد گیاه، یک پالاینده و انتقال‌دهنده‌ی زیست محیطی و سکونت‌گاه جوامع گیاهی و جانوری و مکانی برای زندگی بشر می‌باشد (Brady and Weil. 2002). خاک به عنوان جزئی از طبیعت، هم دارای تغییرپذیری ذاتی است که نتیجه برهم‌کنش عوامل تشکیل‌دهنده آن است و هم دارای تغییرپذیری غیرذاتی می‌باشد که حاصل کاربری اراضی، مدیریت کشت و کار و فرسایش می‌باشد (Vieira, and Paz Gonzalez, 2003). افزایش جمعیت باعث بهره‌برداری بیش از حد و غیراصولی از از منابع آب و خاک شده است. خاک با وجود آن که یک منبع طبیعی قابل‌تجدید است، ولی سرعت تشکیل آن در بسیاری موارد کم‌تر از سرعت هدررفت آن است، این حقیقت به ویژه در نواحی خشک و نیمه خشک بسیار آشکار است، در این نواحی سرعت تشکیل خاک بسیار پایین می‌باشد (Charman and Murphy, 2000)، اما تخریب مداوم خاک، به کاهش حاصلخیزی و افزایش خطرات زیست‌محیطی منجر می‌شود که این موضوع پایدار نگه‌داشتن حاصلخیزی و بهبود کیفیت خاک را دارای اهمیت می‌کند. کیفیت خاک می‌تواند به عنوان «توانایی خاک برای انجام اعمال ضروری که اهداف مدیریت خاک را تامین نماید»، تعریف شود که شاخص‌های مورد نظر در این تعریف یا ایستا هستند که تفاوت های ناشی از عوامل و فرایندهای خاک‌ساز در طول زمان‌های طولانی را منعکس می‌کنند و یا دینامیک و پویا می‌باشد که انعکاس‌دهنده‌ی تغییرات مکانی و زمانی وابسته به مدیریت خاک و نوع کاربری‌ها در دوره‌های کوتاه مدت می‌باشند (Erkossa و همکاران ۲۰۰۷). کیفیت خاک را می‌توان توانایی دائم خاک در انجام وظایف خود به عنوان یک سیستم حیاتی زنده در داخل اکوسیستم و تحت بهره‌برداری‌های متفاوت به ترتیبی که علاوه بر حفظ تولید بیولوژیک، بتواند کیفیت آب و هوا را نیز بهبود ببخشد و همچنین تأمین‌کننده سلامت گیاه، دام و انسان باشد در نظر گرفت (Doran و همکاران ۱۹۹۸). بنابراین کیفیت خاک عموماً در رابطه با بهره‌برداری‌های که از آن می‌شود مورد بحث قرار می‌گیرد (Karlen و همکاران ۲۰۰۱). با توجه به نقش خاک در تأمین غذای جمعیت رو به رشد جهان، شناخت همه ویژگی‌های کیفیت خاک دارای اهمیت می‌باشد (رفاهی، ۱۳۹۴). آن دسته از ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری خاک که ظرفیت خاک را برای توانمندی تولید محصول تحت تأثیر قرار می‌دهند، شاخص‌های کیفیت خاک نامیده می‌شوند (Arshad and Martin, 2002). هر شاخص کیفیت خاک باید دارای خصوصیاتی مشتمل بر

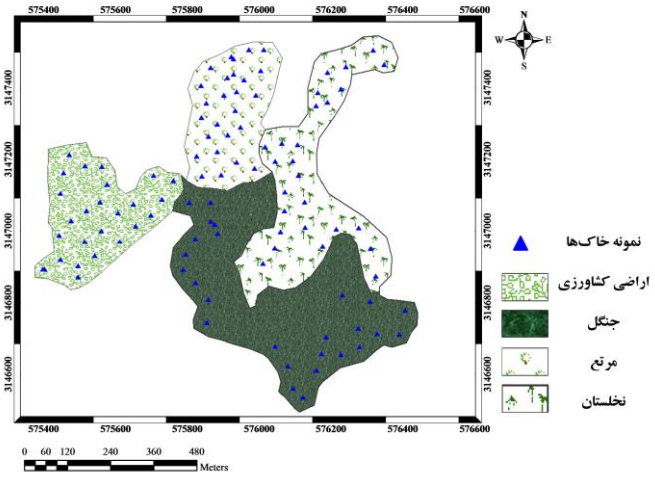
*ایمیل نویسنده مسئول: zamani@ujiroft.ac.irja.zamani@yahoo.com ,

فرآیندهای زیست محیطی، حساس به تغییرات محیطی و مدیریتی، قابل اندازه‌گیری، در دسترسی و قابل پردازش‌های کَمی باشد (Doran و همکاران، ۱۹۹۶). مطالعه ویژگی‌های خاک نه تنها در اراضی کشاورزی مفید است، بلکه در جنگل‌ها، مراتع، دیمزارها و و به طور کلی در خاک هر اکوسیستم خشکی حائز اهمیت است (Doran و همکاران، ۱۹۹۶). از دو دهه گذشته و در راستای مدیریت پایدار اراضی، مطالعه ویژگی‌های کیفیت خاک به منظور شناسایی و ارزیابی عملکردهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در اکوسیستم‌های زراعی، مرتعی و جنگلی مطرح شده است (Karlen و همکاران ۱۹۹۷). طی آزمایش‌هایی که انجام شده کربن آلی خاک باید به عنوان یک ویژگی مهم در بررسی کیفیت خاک لحاظ شود و ویژگی‌هایی مثل کربن آلی خاک، جرم مخصوص ظاهری و پایداری خاک که با توجه به عملیات مدیریتی تغییر می‌کنند، باید به عنوان شاخص‌های پویای کیفیت خاک لحاظ شوند (Shukla و همکاران ۲۰۰۶). تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر چهار کاربری زراعی، باغ (نخلستان)، درختچه‌های طبیعی و بوته‌زار (مرتعی) بر برخی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در محدوده‌ای اطراف تپه‌ی تاریخی کُنارصندل شهرستان جیرفت صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی کنارصندل، واقع در جنوب شهرستان جیرفت در استان کرمان با ارتفاعی معادل ۵۷۰ متر از سطح دریا است. این منطقه دارای اقلیم گرم با متوسط بارندگی ۱۸۰ میلی‌متر در سال می‌باشد. مساحت کل منطقه مورد مطالعه ۵۱ هکتار بود که پوشش غالب بخش‌های جنگلی این حوزه به طور عمده شامل درختان کهور و گز می‌باشد و پوشش گیاهی غالب مرتعی منطقه مورد مطالعه شامل شورک است و پوشش گیاهی غالب کشاورزی در بخش باغی درخت خرما است و در اراضی زراعی نیز به طور عمده گندم و گرمک کشت می‌شود.

در این تحقیق در مجموع از ۱۰۴ نقطه، نمونه خاک شامل خاک سطحی دست‌خورده و نمونه دست‌نخورده از کاربری‌های مختلف برداشت شد. کاربری‌های مورد مطالعه در این تحقیق شامل زمین زراعی، بوته‌زار (مرتع)، باغ (نخلستان) و درختچه‌های طبیعی (کهور و گز) بودند که از هر کدام ۲۶ نمونه از خاک سطحی (۰ تا ۱۵ سانتی‌متری) برداشت شد. شکل ۱ نقشه کاربری‌های مختلف مورد مطالعه و نقاط نمونه‌برداری در این تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۱- نمایی از کاربری‌های مورد مطالعه روی نقشه و نقاط نمونه‌برداری

بعد از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، نمونه‌های دست‌نخورده برای اندازه‌گیری مقدار چگالی ظاهری خاک استفاده شد (Blake, 1965) و نمونه‌های دست خورده پس از هوا خشک شدن به خوبی کوبیده و نرم شدند و از الک ۲ میلی متر عبور داده شدند. سپس پارامترهای مورد مطالعه روی این خاک‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. تعیین درصد ذرات خاک به روش هیدرومتر (Bouyoucos, 1951)، اسیدیته خاک (pH) در عصاره‌ی اشباع خاک با استفاده از دستگاه pH متر (Thomas, 1996)، مقدار آهک (CCE) به روش حجم سنجی (Loeppert and Suarez, 1996)، مقدار کربن آلی (OC) به روش واکلی و بلاک (Walkley, and Black, 1934)، حد روانی (LL) با استفاده از دستگاه کاساگرانده و حد خمیری (PL) با

آزمون فتیله‌ی خمیری استاندارد (McBride, 2002) اندازه‌گیری شدند و نتایج حاصله از این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد آنالیز قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و رسم نمودارها با نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۶ انجام شد.

نتایج و بحث

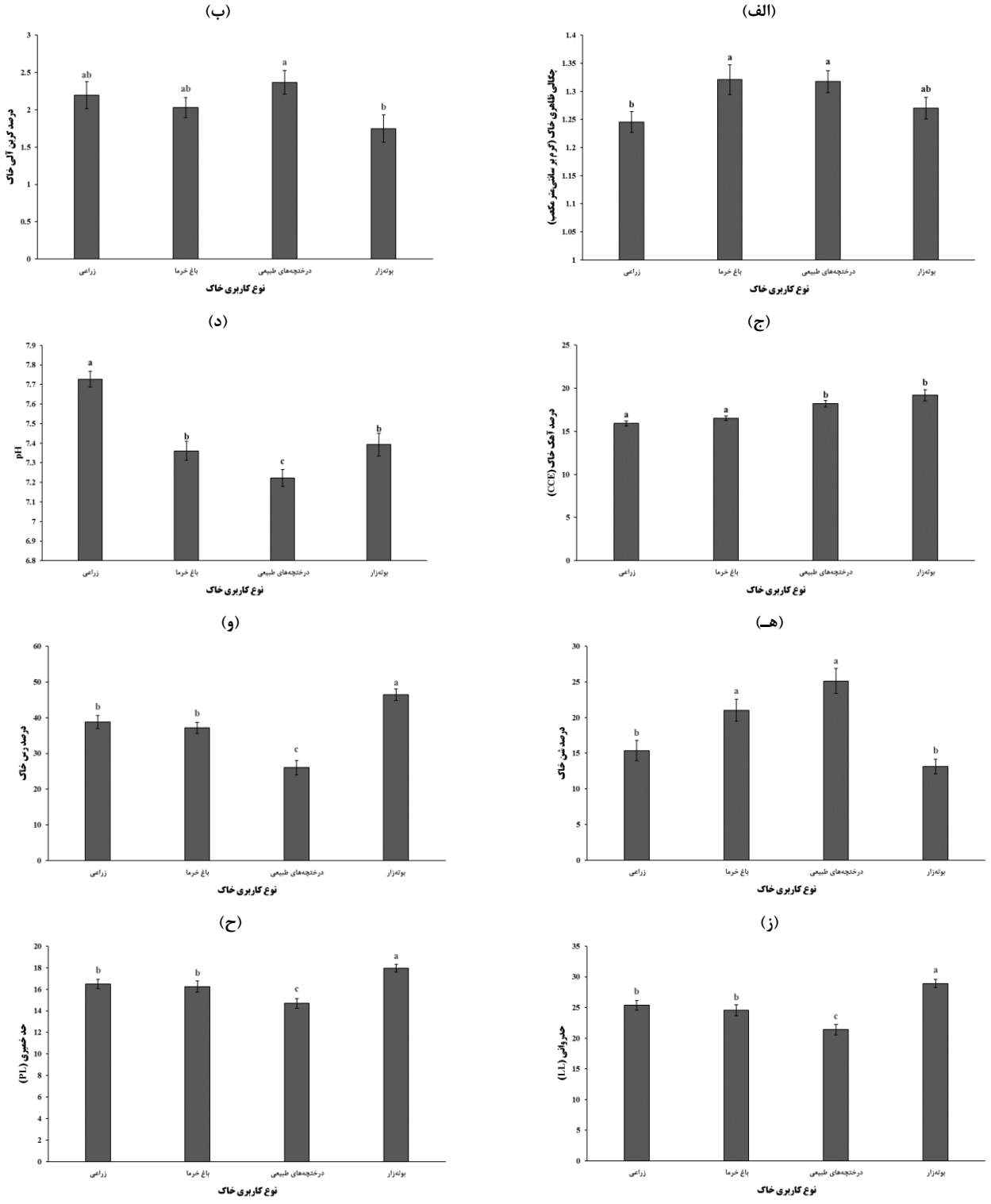
نتایج تجزیه واریانس اثر کاربری‌های مورد مطالعه بر شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی خاک انجام در جدول شماره ۱ آورده شده است. نتایج نشان داد نوع کاربری از زمین تاثیر معنی‌داری بر تمام ویژگی‌های مورد مطالعه داشته است و این موضوع نشان می‌دهد که نوع کاربری می‌تواند موجب تغییر در ویژگی‌های خاک در یک منطقه شود.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس پارامترهای مختلف مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		BD	pH	OC	Sand	Clay	CCE	LL	PL
نوع کاربری	۳	۰/۰۳۵۴*	۱/۱۹۰۹**	۱/۸۰۶۰*	۷۶۷/۶**	۱۷۲۲/۹**	۵۸/۹۲**	۲۸۴/۹**	۴۶/۵۸**
تکرار	۲۵	۰/۰۱۳۱^{ns}	۰/۰۶۴۶^{ns}	۰/۷۷۲۷^{ns}	۴۲/۳۰^{ns}	۸۸/۶۴^{ns}	۳/۷۳۱^{ns}	۱۲/۲۰^{ns}	۳/۹۰۵^{ns}
خطا	۷۵	۰/۰۱۱۳	۰/۰۵۹۱	۰/۶۹۲۴	۵۹/۰۰	۷۸/۱۱	۵/۰۳۸	۱۷/۷۳	۵/۳۷۵
ضریب تغییرات		۸/۲۶	۳/۲۷	۳۹/۹۱	۴۱/۱۶	۲۳/۷۲	۱۲/۸۶	۱۶/۷۹	۱۴/۱۸

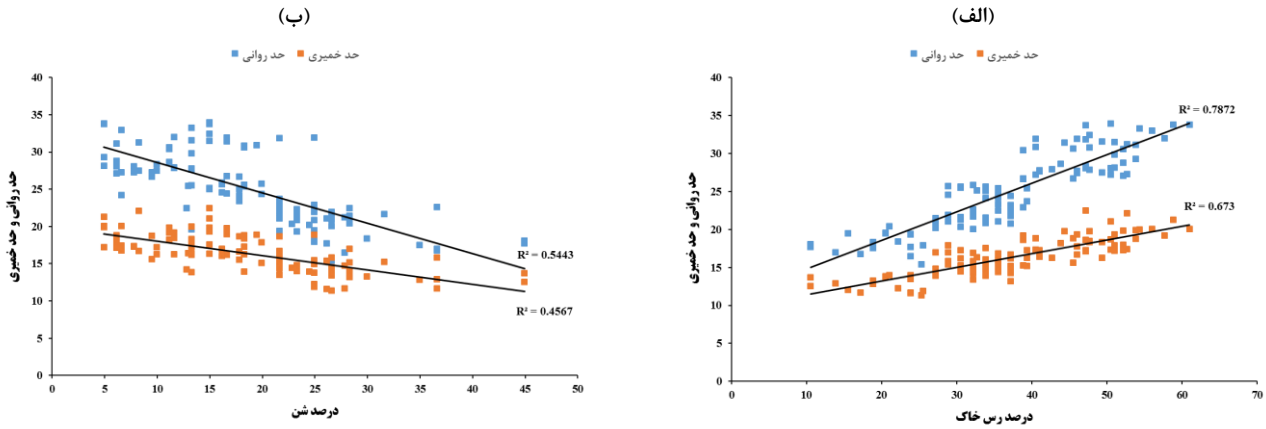
شکل ۲ میانگین پارامترهای مورد مطالعه به همراه خطای استاندارد را در کاربری‌های مختلف نشان می‌دهد. چگالی ظاهری خاک در کاربری‌های زراعی و بوته‌زار مقدار کمتری نسبت به کاربری باغ خرما و درختچه‌های طبیعی داشت. کمترین مقدار این پارامتر در کاربری زراعی بود که مقدار آن در مقایسه با باغ خرما که بیشترین مقدار چگالی ظاهری خاک در آن مشاهده شد، حدود ۶ درصد کمتر بود که این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار بود (شکل ۲-الف). بیشترین مقدار درصد کربن آلی خاک در کاربری درختچه‌های طبیعی مشاهده شد (شکل ۲-ب)، که به نظر می‌رسد وجود ریزش‌های برگی بیشتر و بهم‌خوردگی کم در خاک این منطقه موجب افزایش تجمع مواد آلی در خاک این کاربری شده است، در مقابل خاک موجود در کاربری بوته‌زار با پوشش گیاهی شورک، احتمالاً با توجه به شواهد موجود در منطقه، خاکی شور بوده و در نتیجه رشد گیاه و تجمع مواد آلی در آن کمتر از دیگر کاربری‌ها بوده است. مقایسه مقادیر pH در خاک موجود در کاربری‌های مورد مطالعه نشان داد، هرچند خاک موجود در کاربری جنگل (درختچه‌های طبیعی) حدود ۲ درصد آهک بیشتری نسبت به دو کاربری کشاورزی (زراعی و نخل) دارد (شکل ۲-ج)، اما شرایط pH در این خاک به طور معنی‌داری کمتر از دیگر کاربری‌ها بود (شکل ۲-د). این موضوع احتمالاً به دلیل وجود ترکیبات آلی بیشتر در این خاک و تشکیل اسیدهای آلی و اسید کربنیک می‌باشد؛ Başaran و همکاران ۲۰۰۸ نیز مشاهده کردند که درصد رس در خاک‌های تحت کاربری‌های مدیریت شده (کشاورزی) بیشتر از کاربری‌های دست‌نخورده می‌باشد و وجود رس بیشتر در خاک را دلیل افزایش خاصیت بافری خاک و افزایش pH خاک دانستند.

نتایج همچنین نشان داد که مقدار شن در کاربری درختچه‌های طبیعی و باغ خرما در مقایسه با دو کاربری دیگر به طور معنی‌داری بیشتر بود و این موضوع به گونه‌ای بود که میانگین درصد شن در خاک موجود در کاربری درختچه‌های طبیعی حدود ۲ برابر بیشتر از درصد شن موجود در خاک بوته‌زار بود (شکل ۲-هـ).



شکل ۲- میانگین مقادیر پارامترها در کاربری‌های مورد مطالعه

یکی دیگر از نتایجی که در این تحقیق مشاهده شد، روند یکسان و همبستگی بین مقادیر پارامترهای درصد رس، حد روانی و حد خمیری بود. بیشترین مقدار این پارامترها در خاک موجود در بوته‌زارهای طبیعی و کمترین مقدار آن‌ها در خاک موجود در کاربری درختچه‌های طبیعی بود (شکل ۲-و، ز، ح)، در مقابل این موضوع در مورد درصد شن متفاوت بود و مقدار درصد شن در خاک بوته‌زا کمترین مقدار و در خاک کاربری درختچه‌های طبیعی بیشترین مقدار بود. یعنی این نتایج مانند نتایج Polodori, 2007 نشان می‌دهد هر چه خاک ریز بافت‌تر و با درصد رس بالا باشد ضمن اینکه سطح ویژه بیشتری دارند از نظر شکل‌پذیری و استحکام نیز در سطح بالاتری قرار می‌گیرند. همبستگی خطی مثبت و معنی‌دار بین مقادیر حد روانی و حد خمیری و درصد رس خاک و نیز همبستگی منفی و معنی‌دار بین مقادیر این پارامترها با درصد شن تایید کننده‌ی این ادعا می‌باشد (شکل ۳) و با نتایج Polodori, 2007 و Moradi and Ebrahimi, 2013 همخوانی داشت. همانطور که در شکل ۳ آورده شده است هرچه که درصد رس خاک بیشتر می‌شود مقادیر حد روانی و حد خمیری نیز به صورت خطی افزایش می‌یابد و با افزایش بیشتر در مقادیر رس، اختلاف بین این دو پارامتر که نشان‌دهنده‌ی شاخص خمیرایی خاک (Plastic index) است، نیز بیشتر می‌شود.



شکل ۳- همبستگی بین مقادیر حد روانی و حد خمیری با درصد رس و شن در خاک‌های مورد مطالعه

نتیجه‌گیری

کاربری اراضی و نوع مدیریت خاک سبب تغییر در مقادیر ویژگی‌های خاک می‌شود و استفاده از اراضی بر اساس ظرفیت، استعداد و قابلیت آن می‌تواند راهکار اصلی در مدیریت پایداری خاک محسوب شود. در این مطالعه خاک‌های موجود در اراضی طبیعی و دست نخورده به ویژه تحت پوشش‌های طبیعی درختچه‌ای از نظر شاخص‌های کیفیت خاک نظیر مقدار ماده آلی و اسیدیته دارای مقادیر مناسب‌تری نسبت به خاک‌های اراضی کشت شده بودند که این موضوع می‌تواند نشان از وجود پایداری بیشتر در این نوع خاک‌ها نیز باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که ثابت‌های استحکام خاک (حدود آتربرگ) به شدت به حضور و مقدار رس در خاک وابسته می‌باشند؛ اگر وجود این رس با تشکیل خاکدانه در خاک همراه باشد می‌تواند به مقدار زیادی کیفیت یک خاک را از نظر مقاومت در مقابل تخریب و فرسایش تضمین کند که تعیین شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها در این زمینه پیشنهاد می‌شود، که در تحقیق‌های بیشتر روی این خاک‌ها تعیین پارامترهایی نظیر سطح ویژه، شاخص‌های پایداری خاک نظیر رس قابل پراکنش و احتمالاً رطوبت هیگروسکوپی مد نظر قرار گرفته است.

منابع

رفاهی، ح.ق. ۱۳۹۴. فرسایش آبی و کنترل آن. دانشگاه تهران. ۶۷۴ صفحه.

Arshad, M. A. and Martin, S. 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro ecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment, 88: 153-160.

Başaran, M., Erpul, G., Tercan, A.E. and Çanga, M. R. 2008. The effects of land use changes on some soil properties in İndağı Mountain Pass – Çankırı, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 136(1-3): 101-119.

Blake, G. R. 1965. Bulk density. Methods of Soil Analysis. Part 1 Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Bouyoucos, G. J. 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soil. Agronomy Journal, 43: 434-438.

Brady, N. C. and Weil, R. R. 2002. The nature and properties of soils, 14th ed. Prentice-Hall, New Jersey.

Charman, P.E.V. and Murphy, B.W. 2000. Soils (their properties and management). Second edition, Land and Water Conservation, New South Wales, Oxford. pp: 206-212.

Doran J.W., Leibig, M. and Santana, D.P. 1998. Soil health and global sustainability. 16th World Congress of Soil Science, Montpellier, France, August 20-26.

Doran J.W., Sarrantonio, M. and Leibig, M.A. 1996. Soil health and sustainability. Adv. Agron. 56: 1-56.

Erkossa, T., Itanna, F. and Stahr, K. 2007. Indexing soil quality: a new paradigm in soil science research. Australian Journal of Soil Research, 45: 129–137.

Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.T., Harris, R.F. and Schuman, G.E. 1997. Soil quality a concept definition and framework for evaluation. Soil Sci. Soc. Am. J. 90: 644-650.

Karlen, D.L., Andrews, S.S. and Doran, J.W. 2001. Soil quality: current concepts and applications. Advances in Agronomy, 74: 1–40.

Loeppert, R.H. and Suarez, D. L. 1996. Carbonate and Gypsum. PP. 437-474. In: Sparks, D. L., A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, G.T. Johnston, and M.E. Summer. Methods of soil analysis, PART 3, Chemical Methods. Soil Science Society of America, Inc., American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.

McBride, R.A. 2002. Atterberg Limits. PP. 389-398. In: Dane, J. H. and Topp, C. G. (EDs.), Methods of Soil Analysis: Part 4, Physical Methods, Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

Moradi, S. and Ebrahimi, E. 2013. Relationship between the percentage of clay with liquid limit, plastic limit and plastic index in four different soils texture class. Technical Journal of Engineering and Applied Sciences,

Pennell, K.D. 2002. Specific Surface Area. PP. 295-315. In: Dane, J. H. and Topp, C. G. (EDs.), Methods of Soil Analysis: Part 4, Physical Methods, Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

Polodori, E. 2007. Relationship between the atterberg limits and clay content. Soil and Foundations, 47(5): 887-896.

Shukla, M., Klal, R. and Ebinger, M. 2006. Determining soil quality indicators by factor analysis. Soil Till. Res. 87: 194–204.

Thomas, G.W. 1996. Soil pH and Soil Acidity. PP. 475-490. In: Sparks, D. L., A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, G.T. Johnston, and M.E. Summer. Methods of soil analysis, PART 3, Chemical Methods. Soil Science Society of America, Inc., American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Vieira, S. R. and Paz Gonzalez, A. 2003. Analysis of the spatial variability of crop yield and soil properties in small agricultural plots. Bragantia, 62(1): 127-138.

Walkley, A. and Black, T. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determinating organic matter and a proposed modification of chromic acid titration method. Soil Sciences, 37(1): 29-38.

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

The effect of different land uses on some of physical and chemical properties of soil in Konarsandal-Jiroft

Ahmadivand[1], M., Zamani[2*], J., Shokofte[2], H., Abbaszade[2], F.

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Jiroft, Iran
[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Jiroft, Iran

Abstract

Investigating and knowledge about the properties of soil and the effect of land uses on these properties is one of the important issues in soil management decisions for different regions. This study was carried out to evaluate some of the physical and chemical properties of soil in a historical part of Konar-sandal area in Jiroft (South of Kerman, Iran) and the influence of the dominant land uses in this area (farm land, garden (palm tree), pasture and natural shrubs) on these properties. Twenty-six soil samples were taken from each land use (0-15cm) and physical and chemical properties included bulk density, pH, organic carbon, sand, clay, liquid limit and plastic limit were measured. The results showed that there were significant differences between soil properties in the different land uses ($p<0.05$). Organic carbon in the soil of natural shrubs was more than other land uses and the amount of pH in this land use was significantly less than other ones. In contrast, the lowest of bulk density was observed in the farm land, which could be due to soil disturbance and a lower volumetric mass of soil in this land use. The assessment of the relationship between Atterberg limits and the percentage of clay and sand showed that increasing in the specific surface area of soil, could increase liquid limit and plastic limits as well plastic index of the soil.

Keywords: Soil management, Soil quality, Land use, Atterberg limits

* Corresponding author, Email: ja.zamani@yahoo.com , zamani@ujiroft.ac.ir

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تأثیر بیوچار باگاس نیشکر و اصلاح‌کننده معدنی بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در یک خاک سدیمی

جواد علی پناه یکتا [۱*]، محمد امیر دلاور [۲]، یاسر صفری [۳]، معصومه پیشگیر [۴]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۲] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۳] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود

[۴] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

چکیده

اصلاح ویژگی‌های نامناسب خاک‌های سدیمی با استفاده از بیوچار راهکاری سودمند در راستای بازگرداندن این خاک‌ها به چرخه تولید است. برای این منظور پژوهشی با هدف اصلاح ویژگی‌های بیولوژیکی یک خاک سدیمی در غالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با استفاده از ترکیب بیوچار و مواد معدنی (گچ و سولفات آلومینیم) انجام شد. برای انجام آزمایش بیوچار باگاس حاصل از نیشکر در سطوح مختلف شاهد، یک، ۲/۵ و پنج درصد وزنی همراه با گچ و سولفات آلومینیوم به یک خاک سدیمی اضافه و در مدت دو، چهار و شش ماه انکوباسیون برخی ویژگی‌های بیولوژیکی خاک اصلاح‌شده موردبررسی قرار گرفت. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع منبع اصلاح‌کننده، زمان انکوباسیون، سطح استفاده و اثر متقابل آن‌ها بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی اختلاف آماری معنی‌داری داشت ($P\leq0.001$). نتایج مقایسه میانگین نشان داد سطح پنج درصد بیوچار و بیوچار + گچ به ترتیب ۱/۸ و ۱/۲ برابر نسبت به شاهد فعالیت این آنزیم را افزایش دادند. در سطح یک درصد بیوچار + گچ و بیوچار + گچ + سولفات آلومینیم نیز یک برابر افزایش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد... همچنین مدت‌زمان انکوباسیون به میزان ۶۰/۷۳ درصد بیشترین تأثیر را بر فعالیت این آنزیم داشت.

کلمات کلیدی: ویژگی‌های بیولوژیکی خاک، سولفات آلومینیوم، انکوباسیون، مواد معدنی

مقدمه

تخریب خاک به دلیل شور و سدیمی شدن، یکی از مهم‌ترین مسائل زیست‌محیطی است و تهدیدکننده پایداری تولید محصولات کشاورزی در جهان است که بیشتر در مناطق خشک و نیمه‌خشک شایع است (Manchanda and Garg, 2008). آنزیم‌های خاک از طریق واکنش‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی نقش حیاتی در فرآیندهای خاک مانند چرخه غذایی و تبدیل انرژی دارند (Shi و همکاران ۲۰۰۸). از جمله دلایل اصلی این رویکرد می‌توان به ارتباط نزدیک آنزیم‌های خاک با ماده آلی و ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی خاک، سهولت در اندازه‌گیری و پاسخ سریع آن‌ها به تغییرات در مدیریت خاک اشاره کرد (Eldor, 2007). ازآنجاکه فعالیت آنزیمی با فرآیندهای اکوسیستمی مختلفی شامل تشکیل خاک، تبدیل مواد آلی و فعالیت‌های زیست پالایی در ارتباط است، یافتن عوامل فیزیکی و شیمیایی متفاوت اثرگذار بر فعالیت‌های آنزیمی دارای اهمیت ویژه‌ای است (Kujur و همکاران ۲۰۱۲)؛ بنابراین ارزیابی ویژگی‌های میکروبیولوژی و بیوشیمیایی خاک می‌تواند در شناخت محدودیت‌های اصلی موجود در اکوسیستم‌ها مفید بوده و استراتژی‌های مدیریتی مناسبی را به‌منظور حفظ پایداری خاک ارائه نماید (Harris, 2003). شوری اثر منفی بر روی شاخص آنزیم فسفاتاز دارد. ریتز و هاینس (۲۰۰۳) نیز گزارش کردند افزایش شوری باعث کاهش فعالیت آنزیمی در خاک می‌شود آکچا و ناملی (۲۰۱۵) در یک آزمایش گلخانه‌ای اثر بیوچار تولیدشده از کود مرغی را بر فعالیت آنزیمی در خاک لوم رسی مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که در خاک‌های تیمار شده با بیوچار کود مرغی فعالیت آنزیمی خاک با افزایش مقدار ماده آلی خاک، افزایش می‌یابد. یکی از مواد آلی که اخیراً توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده، بیوچار (زغال زیستی) است (Kookana و همکاران ۲۰۱۱). به‌غیراز ذخیره شدن کربن، بیوچار به‌عنوان اصلاح‌کننده آلی خاک، باعث بهبود خصوصیات خاک‌ها نیز می‌شود. در همین راستا در این پژوهش به‌منظور اصلاح فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک سدیمی به‌عنوان یک ویژگی بیولوژیکی مهم، از بیوچار باگاس نیشکر همراه با مواد اصلاحی معدنی در خاک سدیمی استفاده شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور اجرای این پژوهش حدود ۵۰۰ کیلوگرم خاک سدیمی از منطقه‌ای با گسترش خاک‌های با درجات مختلف سدیمی با طول جغرافیایی ۲۸۲۲۰۰ متر شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸۰۴۷۷۰ شمالی در نزدیکی روستای شوشاب شهرستان ملایر در استان همدان برداشته شد،

* ایمیل نویسنده مسئول: ali_panahi@znu.ac.ir

نمونه‌های خاک پس از کوبیدن و جدا کردن ذرات درشت، از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. سپس نمونه‌های ۵۰۰ گرمی از خاک با سطوح مختلفی از بیوچار باگاس با درصدهای وزنی ۱، ۲/۵ و ۵ تیمار شدند (تیمارها شامل بدون بیوچار، بیوچار باگاس نیشکر، بیوچار باگاس نیشکر توأم با گچ به‌اندازه نیاز، بیوچار باگاس نیشکر توأم با سولفات آلومینیوم، بیوچار باگاس نیشکر توأم با سولفات آلومینیوم و گچ، همچنین بیوچار با درصدهای وزنی ۱، ۲/۵ و ۵). خاک‌های تیمار شده با بیوچار در گلدان‌های پلاستیکی کوچک همگن‌شده و به‌صورت جداگانه در سه تکرار آماده شدند. به‌منظور بررسی اثر تیمارها روی خواص بیولوژیکی هر گلدان پلاستیکی با یک درپوش سوراخ‌دار برای محدود کردن تبخیر آب پوشش داده شد (با اطمینان از تبادل گازها) و در دمای ۱ ± ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت ۷۵ درصد ظرفیت نگهداری برای مدت‌زمان دو، چهار و شش ماه در تاریکی انکوباسیون شدند. کف گلدان‌ها توسط یک لایه ۲ سانتی‌متری از شن درشت برای جلوگیری از باقی ماندن آب ثقلی و جلوگیری از وضعیت غیرهوازی پوشانده شد. در تمام این آزمایش، مقدار رطوبت هر مخلوط با اضافه کردن آب و وزن گلدان به‌صورت هفتگی، در ۷۵ درصد ظرفیت نگهداری آب نگه‌داشته شد. بعد از انکوباسیون برای تعیین فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی از روش عیوضی و طباطبائی (۱۹۷۷) استفاده شد. در نهایت تجزیه‌وتحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک سدیمی مورداستفاده در این پژوهش در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان داد که مقدار واکنش خاک در خاک سدیمی بالا بوده است. با توجه به آهکی بودن خاک و بالا بودن مقدار کربنات کلسیم معادل چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نیست. غالب بودن مقدار یون سدیم در مقایسه با عنصرهای مشابهی چون کلسیم و منیزیم در خاک موجب شده است تا نسبت جذب سدیم در این خاک بالا رفته و در نتیجه خاک موردنظر در شمار خاک‌های سدیمی منظور گردد. با توجه به عدم کشت شدن اراضی در مناطق نمونه‌برداری شده کربن آلی در خاک موردنظر بسیار اندک است.

جدول ۱- نتایج برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک سدیمی

ویژگی	بافت خاک	پهاش	هدایت الکتریکی (dS/m)	کربن آلی (درصد)	کربنات کلسیم معادل (درصد)	نسبت جذب سدیم	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)
	Loam	۹/۱۳	۲/۲۸	۰/۶۵	۳۰/۸	۱۶/۹	۱/۳۱

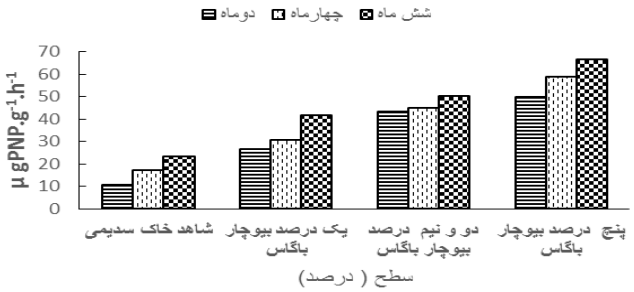
نتایج تجزیه واریانس جدول ۲ نشان داد که اصلاح‌کننده، زمان، سطح بیوچار و اثر متقابل آن‌ها بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی اختلاف آماری معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. بیشترین سهم نسبی برای آنزیم فسفاتاز قلیایی مربوط به مدت‌زمان انکوباسیون (۶۰/۷۳ درصد) و بعدازآن مربوط به اثرات متقابل سطح بیوچار، مدت‌زمان انکوباسیون و اصلاح‌کننده (۱۳/۴۵ درصد) بود. با افزایش مدت‌زمان انکوباسیون و اثر متقابل آن با سطح بیوچار و اصلاح‌کننده بیشترین تغییر در مقدار آنزیم فسفاتاز قلیایی نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات فسفاتاز قلیایی
اصلاح‌کننده	۳	۲۳۹/۲۵۸(۶/۷۵)**
زمان	۲	۳۲۲۱/۴۷۷(۶۰/۷۳)**
سطح بیوچار	۲	۴۴/۴۱۹۶(۰/۸۳)**
اصلاح‌کننده×زمان	۶	۷۸/۵۲۶۳(۴/۴۴)**
زمان×سطح بیوچار	۴	۵۷/۲۷۰۹(۲/۱۵)**
اصلاح‌کننده×سطح بیوچار	۶	۲۰۵/۴۳۶۹(۱۱/۶۱)**
اصلاح‌کننده×زمان×سطح بیوچار	۱۲	۱۱۸/۹۱۱۷(۱۳/۴۵)**
اشتباه آزمایشی	۷۲	۳/۱۱
ضریب تغییرات		۵/۱۸۱

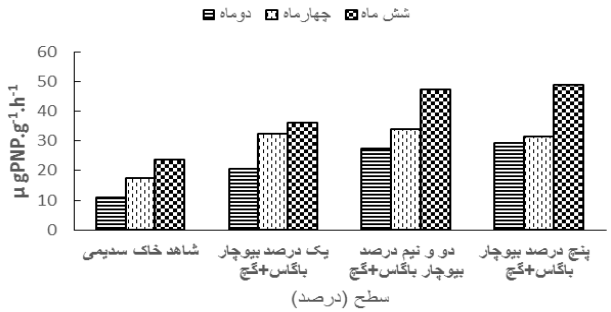
**، معنی‌داری در سطح یک درصد

نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف غلظت بیوچار باگاس نیشکر بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف در بازه‌های متفاوت (دو، چهار و شش ماه) است ($P\leq0.001$). با افزایش سطوح مصرف بیوچار باگاس نیشکر روند افزایشی در مقدار فعالیت آنزیم فسفاتاز مشاهده شد (شکل ۱). علاوه بر سطح مصرف، با گذشت زمان نیز مقدار فعالیت آنزیم فسفاتاز افزایش‌یافته است. بیشترین تأثیر در مقدار فسفاتاز با حدود ۱/۸ برابر افزایش نسبت به شاهد برای بازه زمانی شش ماه در سطح پنج درصد بیوچار باگاس وجود داشت. Dinesh و همکاران (۲۰۰۳) نیز افزایش فعالیت فسفاتاز قلیایی با کاربرد کود مرغی و کود دامی را گزارش کردند. Zhai و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثر کاربرد سطوح مختلف بیوچار، مشاهده کردند که با افزایش سطح کاربرد بیوچار، فسفر و در نتیجه آنزیم فسفاتاز قلیایی افزایش‌یافته است.



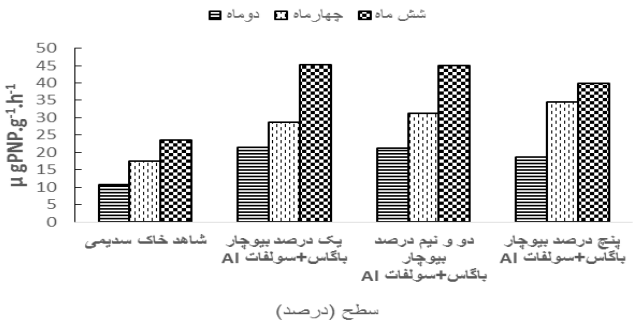
شکل ۱- اثر سطوح مختلف غلظت بیوچار باگاس نیشکر بر آنزیم فسفاتاز قلیایی

نتایج سطوح مختلف غلظت بیوچار باگاس نیشکر همراه با گچ بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی نشان داد که علاوه بر روند افزایشی در مقدار فعالیت آنزیم فسفاتاز با افزایش سطح مصرف بیوچار باگاس و گچ، گذشت زمان نیز موجب افزایش مقدار آنزیم گردیده است (شکل ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر بیوچار باگاس نیشکر همراه با گچ بر فعالیت آنزیم فسفاتاز نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف در بازه‌های زمانی متفاوت (دو، چهار و شش ماه) است ($P\leq0.001$). بیشترین تأثیر در مقدار فسفاتاز با یک برابر افزایش نسبت به شاهد برای بازه زمانی شش ماه در سطح پنج درصد بیوچار باگاس وجود داشت. گچ به‌عنوان یک منبع غنی از کلسیم از حلالیت نسبتاً بالایی در آب برخوردار است. انحلال نسبی گچ در آب موجود در خاک با آزادسازی مقادیر زیادی عنصر کلسیم موجب افزایش توان رقابتی این عنصر برای قرار گرفتن در مکان‌های تبادلی شده و در نتیجه با جایگزینی کلسیم به‌جای کاتیون‌های هیدروژن، واکنش خاک کاهش می‌یابد (Qadir و همکاران، ۲۰۰۳).



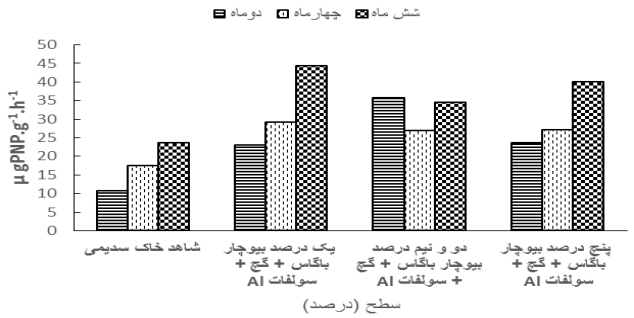
شکل ۲- اثر سطوح مختلف غلظت بیوچار باگاس همراه با گچ بر آنزیم فسفاتاز قلیایی

نتایج نشان داد که فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی با افزایش سطوح مختلف بیوچار باگاس + سولفات آلومینیوم و بازه زمانی مختلف نسبت به شاهد افزایش‌یافته است، ولی در سطوح مختلف بیوچار باگاس روند کاهشی داشته است (شکل ۳). نتایج مقایسه‌های میانگین اثر بیوچار باگاس نیشکر بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین سطوح مختلف در بازه‌های متفاوت (دو، چهار و شش ماه) است ($P\leq0.001$). بیشترین تأثیر در مقدار فسفاتاز با حدود یک برابر افزایش نسبت به شاهد برای بازه زمانی شش ماه در سطح یک درصد بیوچار باگاس وجود داشت.



شکل ۳- اثر سطوح مختلف غلظت بیوچار باگاس همراه با سولفات آلومینیوم بر آنزیم فسفاتاز قلیایی

نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف بیوچار باگاس نیشکر بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف در بازه‌های زمانی متفاوت (دو، چهار و شش ماه) است ($P\leq0.001$). تأثیر بیوچار باگاس نیشکر + گچ + سولفات آلومینیوم بر آنزیم فسفاتاز قلیایی نشان داد که با گذشت زمان‌بر عملکرد بیوچار باگاس روند کاهشی و سپس افزایشی در مقدار فسفاتاز مشاهده شد (شکل ۴). چگونگی کاهش و یا افزایش مقدار فسفاتاز نشان‌دهنده این است که علاوه بر گذشت زمان، سطح مصرف نیز موجب کاهش و سپس افزایش مقدار آنزیم می‌شود. بیشترین تأثیر در مقدار فسفاتاز با حدود یک برابر افزایش نسبت به شاهد برای بازه زمانی شش ماه در سطح یک درصد بیوچار باگاس وجود داشت. تجزیه سولفات آلومینیوم در خاک موجب تشکیل اسید قوی اسیدسولفوریک می‌شود که با کاهش فعالیت یون‌های کربنات و بی‌کربنات در محیط خاک، کاهش واکنش خاک را در پی دارد. توانایی گچ و سولفات آلومینیوم در بهبود ویژگی واکنش خاک در خاک‌های دارای شرایط شور و سدیمی در مطالعات علیمردانی و همکاران، ۱۳۹۲ و وفایی و همکاران، ۱۳۹۵ نیز گزارش‌شده است.



شکل ۴- اثر سطوح مختلف غلظت بیوچار باگاس همراه با گچ و سولفات آلومینیوم بر آنزیم فسفاتاز قلیایی

نتیجه‌گیری

گسترش خاک‌های سدیمی در کشور و اصلاح ویژگی‌های نامناسب آن‌ها با بیوچار یکی از راهکارهای سودمند در راستای بازگرداندن این خاک‌ها به چرخه تولید است. بیوچار با خواص مفید از قبیل اصلاح خاک، بالا بردن حاصلخیزی خاک، جذب آلاینده‌ها و هورمون‌ها به‌عنوان یک اصلاح‌کننده خاک مطرح است. سدیمی و شور بودن خاک باعث تغییر در نوع و ترکیب جمعیت ریز جانداران در ریزوسفر گیاه گردیده است که می‌تواند به علت کاهش فعالیت میکروبی و در نتیجه فعالیت آنزیمی خاک باشد. افزودن مواد آلی و اصلاح‌کننده‌ها به خاک می‌تواند تا اندازه‌ای اثرات این تنش‌ها را کاهش دهد. اصلاح‌کننده‌های آلی علاوه بر بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی، با فراهم کردن منابع غذایی مناسب برای ریز جانداران موجب افزایش فعالیت میکروبی در خاک می‌شوند. در مناطق خشک و نیمه‌خشک که مقدار فسفر قابل‌دسترس خاک پایین است، افزایش ظرفیت فعالیت آنزیم فسفاتاز خاک تحت شرایط خشک می‌تواند به‌عنوان ابزاری مفید برای گیاهان در جذب کافی فسفر در شرایط آب و هوایی خشک باشد. افزایش مقدار فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در سطح پنج درصد بیشتر از سطح ۲/۵ درصد بود ولی از نظر اقتصادی سطح ۲/۵ درصد مقرون به‌صرفه‌تر است.

منابع

علیمردانی، آ.، دلاور، م.ا. و گلچین، ا. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر افزودن ترکیبات آلی و معدنی بر برخی ویژگی‌های شیمیایی یک خاک سدیمی. مجله پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، ۲۰ (۲): ۱۹-۱.

وفایی، م.، گلچین، ا. و شفیعی، س. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر گچ و ضایعات آلی مختلف بر ویژگی‌های شیمیایی و تنفس میکروبی یک خاک سدیمی. پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک. ۲۳(۲): ۴۱-۲۳.

Akça, M. O. and Namli, A. (2015). Effects of poultry litter biochar on soil enzyme activities and tomato, pepper and lettuce plants growth. Eurasian Journal of Soil Science, 4(3), 203-210.

Dinesh, R., Ganeshamurthy, A. N., Chaudhuri, S. G. and- Prasad, G. S. (2003). Dissolution of rock phosphate as influenced by farmyard manure fresh poultry manure and earthworms in soils of an oilpalm plantation. Journal of the Indian Society of Soil Science. 51: 308–312.

Eivazi, F. and Tabatabai, M. 1997. Phosphates in soils. Soil Biology and Biochemistry 9, 167-172.

Eldor, P. 2007. Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry. Tercera ed. Eldor P, editor. Chennai, India: Academic Press

Harris, J. A. 2003. Measurements of the soil microbial community for estimating the success of restoration. European Journal of Soil Science 54: 801-808.

Kookana, R. S., Sarmah, A. K., Van Zwieten, L., Krull, E. and Singh, B., 2011. 3 Biochar Application to Soil: Agronomic and Environmental Benefits and Unintended Consequences. Advances in Agronomy, 112(10), 103-143.

Kujur, M., Gartia, S. K. and Patel, A. K. 2012. Quantifying the contribution of different soil.

Manchanda, G. and Garg, N. 2008. Salinity and its effects on the functional biology of legumes. Acta Physiologies Plantarum 30/95), 595-618.

Shi, Z. J., Lu, Y., Xu, Z. G. and Fu, S. L. 2008. Enzyme activities of urban soils under different land use in the Shenzhen city, China. Plant, Soil and Environment 54, 341-346.

Rietz, D.N., and Haynes, R.J. 2003. Effect of irrigation-induced salinity and sodicity on soil microbial activity. Soil Biol. Biochem. 35: 845-854. Qadir, M., Steffens, D., Yan, F., and Schubert, S. 2003. Sodium removal from a calcareous saline–sodic soil through leaching and plant uptake during phytoremediation. Land Degradation and Development. 14: 3. 301-307.

Zhai, L., CaiJi, Z., Liu, J., Wang, H., Ren, T., Gai, X. .and Liu, H. 2015. Short-term effects of maize residue biochar on phosphorus availability in two soils with different phosphorus sorption capacities. *Biology and Fertility of Soils*, 51(1), 113-122.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Effects of sugarcane biochar and amendment on the Activity of Alkaline Phosphatase Enzyme in Sodic Soil

AliPanah Yekta[*1], J., Delavar [2], M.A, Safari[3], Y,Pishgir[4], M,

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

[2] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

[3] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture Shahroud University, Shahroud, Iran

[4] Ph.D student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

Abstract

The expansion of sodium soils in the country and the modification of their inadequate characteristics with the use of biochar is a useful way of restoring these soils to the production cycle. To this end, a research was conducted to improve the biological properties of sodium soils. In order to carry out an experiment, bagasse from sugarcane was added to a dry sodium soil at different levels of 1, 2.5 and 5 wt.% With gypsum and aluminum sulfate and incubated for two, four and six months. The results of analysis of variance showed that the amendment effect, time, biochar level and their interaction on alkaline phosphatase activity was statistically significant ($P \leq 0.001$). The results of the mean comparison showed that biochar and biochar with gypsum were 1.8 and 1, respectively, with the use of 5% biochar surface, which increased phosphatase enzyme activity. In contrast, for biochar with gypsum and biochar with aluminum and gypsum, it was observed to be equal to the control with the application of an uncontrolled 1% increase in this increase. Also, incubation time of 60.73% had the most effect on the activity of this enzyme.

Keywords: Biological properties, Aluminum sulfate, Incubation, Amendment

[*] Corresponding author, Email:ali_panahi@znu.ac.ir

تاثیر آتش سوزی بر ویژگی‌های هیدرولیکی یک خاک جنگلی

مهسا پاشازاده[۱*]، شکراله اصغری[۲]، فرشاد کیوان بهجو[۳]، شمس الدین بالاپور[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

[۲] دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

[۳] دانشیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

[۴] دانشجوی دکتری، رشته جنگل شناسی- اکولوژی جنگل، دانشگاه لرستان

چکیده

از آنجایی که آتش سبب تغییر خصوصیات خاک می شود، آگاهی از اثرات آتش سوزی بر روی خاک جهت مدیریت و جلوگیری از این حادثه به دست بشر اهمیت دارد. از این رو پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر آتش سوزی بر ویژگی‌های هیدرولیکی و برخی ویژگی های فیزیکی خاک اجرا گردید. آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در شش تکرار اجرا گردید. فاکتور اول شامل اراضی جنگلی سوخته و نسوخته (شاهد) و فاکتور دوم عمق نمونه برداری خاک شامل ۰ تا ۵ سانتی متر و ۵ تا ۱۰ سانتی متر بود. نتایج نشان داد که اثر آتش سوزی احتمالا به علت پایین بودن مقدار بقایای گیاهی به استثنای رطوبت اشباع بر سایر پارامترهای هیدرولیکی خاک معنی دار نشد. به طوری که رطوبت اشباع خاک از ۴۵/۲۶ درصد در اراضی جنگلی نسوخته (شاهد) به ۴۸/۷۸ درصد در اراضی سوخته افزایش یافت ($p<۰/۰۱$). تخلخل کل خاک نیز از ۰/۰۹۸ در عمق سطحی به ۰/۰۸۰ در عمق زیر سطحی کاهش یافت ($p<۰/۱$) و کربن آلی از عمق سطحی در مقایسه با عمق زیرسطحی به ترتیب از ۱/۴ درصد به ۰/۸ درصد کاهش یافت ($p<۰/۰۱$). به طور کلی نتایج نشان داد آتش سوزی در اراضی جنگلی منطقه پارس آباد در استان اردبیل بر برخی ویژگی‌های هیدرولیکی و فیزیکی خاک تاثیر معنی داری داشته است.

کلمات کلیدی: رطوبت قابل استفاده، رطوبت اشباع، تخلخل کل ، پارس آباد مغان

مقدمه

اگر جنگل تحت تاثیر یک یا چند عامل مخرب طبیعی و یا مصنوعی قرار گیرد، با توجه به شدت اثر آن عوامل مخرب، ممکن است حالت تعادل خود را از دست بدهد (Barnes و همکاران، ۱۹۹۸). از بین عوامل مختلف نابود کننده جنگل ها و مراتع، آتش خطرناک ترین عامل به حساب می آید (Khosravi ۱۳۹۱). آتش سوزی های زیادی در مراتع مناطق خشک و نیمه خشک به وقوع می پیوندد که ممکن است سبب نابودی علوفه های مرغوب شده، خاک باارزش مرتعی را در معرض فرسایش قرار داده و موجب خسارات مالی و زیست محیطی فراوانی شود (Tayefi و همکاران، ۲۰۱۵). با آتش سوزی جنگل ها، هوموس خاک از بین می‌رود و با سوختن درختانی که مواد آلی به خاک اضافه می کردند دیگر هوموس به وجود نمی آید و در نتیجه خواص خاک تغییر کرده و حتی ممکن است تخریب شوند (Brokaw and Busing، ۲۰۰۰). آتش به عنوان یک عامل شناخته شده در تغییر خصوصیات خاک روی نگه داری آب موجود در خاک به شمار می‌آید. تاثیر آتش بر روی خاک به حرارت آتش و طول مدت حرارت وابسته می باشد. بنابراین میزان حرارت و مدت زمان آتش سوزی نقش زیادی در تعیین اثرات آتش سوزی و میزان رطوبت خاک دارند (Stoof و همکاران ۲۰۱۰). از دیگر اثرات مهم آتش‌سوزی بر خاک، تاثیر روی ظرفیت نگه داری آب در خاک است. این فاکتور، تعیین کننده‌ی میزان آب در دسترس برای رشد گیاه می‌باشد و در نتیجه یک عامل مهم در تجدید حیات گیاه در منطقه‌ی آتش سوزی شده محسوب می‌شود (Gonzalez-Pelayo و همکاران ۲۰۰۶). مطالعات مختلفی در مورد تاثیر آتش سوزی بر ویژگی های هیدرولیکی خاک صورت گرفته است. در این راستا Hubbert و همکاران (۲۰۰۶) تاثیر آتش سوزی بر ویژگی‌های فیزیکی و آبگریزی خاک در حوزه شیب دار جنگل‌های بلوط، جنوب کالیفرنیا ایالات متحده آمریکا را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که آتش‌سوزی باعث افزایش آبگریزی و کاهش نفوذپذیری و به دنبال آن افزایش جریان‌های سطحی و فرسایش می شود. همچنین آتش‌سوزی باعث از بین رفتن لایه لاشبرگ و تخریب ساختمان خاک گردید. پس از آتش‌سوزی جرم مخصوص ظاهری خاک افزایش یافت. Sepehri و همکاران (۱۳۹۵) مطالعه ای را به منظور بررسی اثر دماهای بالا بر روی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و هیدرلوژیکی خاک مرتع در منطقه ی چرات شهرستان

* ایمیل نویسنده مسئول: mmahsa307@gmail.com

سواد کوه انجام دادند. پنج تیمار شامل خاک شاهد، خاک سوخته با مشعل و خاک سوخته در کوره با دمای ۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ درجه سانتی گراد برای آزمایش تهیه گردید. نتایج نشان داد که با افزایش دما درصد ذرات شن و pH خاک افزایش و درصد رس، سیلت و رطوبت اشباع کاهش یافت. در نتیجه از آنجایی که آتش سبب تغییر خصوصیات خاک می‌شود، آگاهی از اثرات آتش سوزی بر روی خاک جهت مدیریت جنگل ها و مراتع پس از آتش‌سوزی اهمیت دارد. بنابراین پژوهش حاضر به منظور بررسی تاثیر آتش سوزی بر ویژگی های هیدرولیکی و بعضی ویژگی های فیزیکی خاک جنگلی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در شهرستان پارس آباد مغان با کاربری اراضی جنگلی در حاشیه رود ارس با مختصات جغرافیایی ۱۷ ۴۷ ۴۷° طول شرقی و ۵۹ ۳۷ ۳۹° عرض شمالی در شمال استان اردبیل و شمالغرب ایران، در سال۱۳۹۷ به اجرا در آمد. ارتفاع زمین از سطح دریا ۳۰ متر و شیب عمومی آن یک درصد می باشد. متوسط بارندگی سالیانه در منطقه ۲۷۰ میلی متر و دمای متوسط سالیانه ۱۵ درجه سانتی گراد است. حداکثر حرارت گرم‌ترین ماه سال ۳۳/۸ درجه سلسیوس و حداقل دمای سردترین ماه سال ۰/۷- درجه سلسیوس است. حداکثر بارندگی در اردیبهشت ماه و حداقل بارندگی در مرداد ماه می‌باشد. آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی فاکتور اول شامل کاربری اراضی جنگلی سوخته و نسوخته و فاکتور دوم عمق نمونه برداری خاک شامل ۰ تا ۵ سانتی متر و ۵ تا ۱۰ سانتی متر بود و در ۶ تکرار اجرا شد. آتش سوزی در منطقه مورد مطالعه ۳ماه قبل از نمونه برداری اتفاق افتاده بود (شکل۱). در نمونه‌های خاک، رطوبت اشباع (θ_S) به روش وزنی، رطوبت ظرفیت زراعی (FC) ، رطوبت نقطه پژمردگی دائم (PWP) و رطوبت هایی تحت مکش۰/۲، ۰/۵و ۱۰ بار با استفاده از روش صفحه فشاری اندازه گیری شدند. همچنین اختلاف بین رطوبت FC و PWP به عنوان مقدار آب قابل استفاده (AW= FC – PWP) محاسبه گردید. ، ماده آلی به روش والکی-بلک، جرم مخصوص ظاهری (Db) به روش استوانه دست نخورده، جرم مخصوص حقیقی (Dp) به روش پیکنومتر، تخلخل کل (f) از روی داده‌های جرم مخصوص ظاهری و حقیقی محاسبه گردید (f=1-Db/Dp). رسم نمودارها با نرم افزار Excel و تجزیه آماری با نرم افزار SPS و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمونLSD در سطح احتمال ۱۰ درصد انجام گردید.



شکل ۱. نمایی از آتش سوزی در منطقه مورد مطالعه.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده ها، آتش سوزی اثر معنی داری بر مقدار رطوبت اشباع در سطح احتمال یک درصد داشته است (جدول۱). تخلخل کل خاک تحت تاثیر عمق، در سطح احتمال ده درصد معنی دار گردید. کربن آلی تحت تاثیر عمق، در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس (آماره F) ویژگی‌های هیدرولیکی اندازه‌گیری شده در خاک منطقه مورد مطالعه

منبع تغییر	درجه آزادی	رطوبت اشباع	رطوبت FC	رطوبت PWP	رطوبت AW	رطوبت معادل مکش ۰/۲ بار
آتش سوزی (A)	۱	۱۱/۸۶۵**	۰/۱۰۴$^{n.s}$	۰/۱۰۵$^{n.s}$	۰/۴۶۴$^{n.s}$	۰/۳۴۵$^{n.s}$
عمق خاک (B)	۱	۱/۷۶۷$^{n.s}$	۰/۲۰۸$^{n.s}$	۰/۳۲۲$^{n.s}$	۰/۱۶۷$^{n.s}$	۲/۷۲۲^{ns}
A*B	۱	۰/۴۱۹$^{n.s}$	۰/۰۶۹$^{n.s}$	۰/۰۸۷$^{n.s}$	۰/۰۰۶$^{n.s}$	۰/۱۱۱$^{n.s}$
خطا	۲۰	–	–	–	–	–
CV (%)	–	۶/۴۷	۴۹/۷۵	۵۱/۰۶	۶۹/۳۲	۱۷/۰۸

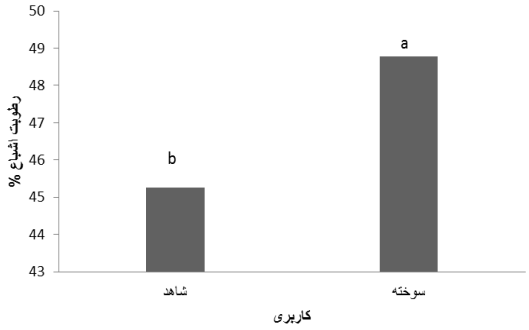
^{ns} و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

جدول۲- تجزیه واریانس (آماره F) ویژگی‌های هیدرولیکی و فیزیکی اندازه‌گیری شده در خاک منطقه مورد مطالعه

منبع تغییر	درجه آزادی	رطوبت معادل مکش ۰/۵ بار	رطوبت معادل مکش ۱۰ بار	جرم مخصوص ظاهری	جرم مخصوص حقیقی	تخلخل کل	کربن آلی
آتش سوزی (A)	۱	۰/۲۵۷$^{n.s}$	۰/۰۲۰$^{n.s}$	۱/۰۴۴$^{n.s}$	۰/۲۹۸$^{n.s}$	۰/۸۲۷$^{n.s}$	۰/۱۰۹$^{n.s}$
عمق خاک (B)	۱	۲/۱۰۷^{ns}	۰/۵۵۷$^{n.s}$	۱/۷۹۹$^{n.s}$	۱/۰۲۱$^{n.s}$	۳/۰۷۲$^{+}$	۱۱/۱۸۱**
A*B	۱	۰/۱۶۹$^{n.s}$	۰/۰۰۴$^{n.s}$	۰/۶۹۰$^{n.s}$	۰/۰۷۵$^{n.s}$	۰/۷۹۷$^{n.s}$	۰/۰۰۱$^{n.s}$
خطا	۲۰	–	–	–	–	–	–
CV (%)	–	۳۴/۱۱	۳۸/۷۳	۵/۲۸	۵/۷۶	۲۸/۷۷	۴۱/۴۳

^{ns} و $^{+}$: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ده درصد.

شکل ۲ نشان می دهد که رطوبت اشباع خاک از ۴۵/۲۶ درصد در تیمار شاهد به ۴۸/۷۸ در تیمار سوخته به طور معنی دار افزایش یافته است که احتمالا در تیمار سوخته به علت اضافه شدن خاکستر به خاک موجب تغییر در ساختمان خاک از طریق افزایش منافذ ریز، منجر به افزایش رطوبت خاک گردیده است.



شکل۲- اثر آتش سوزی بر رطوبت اشباع خاک

نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد که در اثر آتش سوزی رطوبت اشباع خاک روند افزایشی پیدا کرده است (جدول۳). از ویژگی های فیزیکی مقدار تخلخل کل به دلیل از دست رفتن ماده آلی در دمای بالا با افزایش عمق کاهش پیدا کرده است همچنین مقدار ماده آلی با افزایش عمق رونـد کاهشـی داشته است (جدل۴). بعضی از ویژگی‌های هیدرولیکی خاک با اینکه احتمالا به دلایلی از جمله پایین بودن دمای آتش سوزی و زود مهـار شـدن آتـش، معنی دار نشدند اما تغییر جزئی را نشان دادند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات آتش سوزی و عمق خاک بر ویژگی های هیدرولیکی خاک در منطقه مورد مطالعه

تیمار ها	رطوبت اشباع (٪)	رطوبت FC (٪)	رطوبت PWP (٪)	رطوبت AW (٪)	رطوبت معادل مکش ۲/. بار (٪)
آتش سوزی					
نسوخته (شاهد)	_	۱۱/۱^{a}	۱۳/۳^{a}	۲/۴^{a}	۳۰/۳^{a}
سوخته	_	۱۲/۳^{a}	۱۲^{a}	۳/۵^{a}	۲۸/۹^{a}
عمق خاک					
۰-۵	۴۴/۸^{a}	۱۲/۶^{a}	۱۳/۸^{a}	۲/۶^{a}	۳۱/۵^{a}
۵-۱۰	۴۶/۲^{a}	۱۰/۹^{a}	۱۱/۴^{a}	۳/۳^{a}	۲۷/۷^{a}

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات آتش سوزی و عمق خاک بر ویژگی های شیمیایی خاک در منطقه مورد مطالعه

تیمار ها	رطوبت معادل مکش ۵/. بار (٪)	رطوبت معادل مکش ۱۰ بار (٪)	جرم مخصوص ظاهری (g/cm^3)	جرم مخصوص حقیقی (g/cm^3)	تخلخل کل	کربن آلی (٪)
			آتش سوزی			
نسوخته (شاهد)	۲۰/۹[a]	۱۴/۶[a]	۱/۱[a]	۲/۴[a]	۰/۰۷[a]	۱/۲[a]
سوخته	۱۹[a]	۱۴/۱[a]	۱/۱[a]	۲/۳[a]	۰/۰۶[a]	۱/۱[a]
			عمق خاک			
۰-۵	۲۲/۵[a]	۱۵/۵[a]	۱/۲[a]	۲/۳[a]	_	_
۵-۱۰	۱۷/۴[a]	۱۳/۱[a]	۱/۱[a]	۲/۴[a]	_	_

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج نشان می دهد آتش سوزی در اراضی جنگلی منطقه پارس آباد، در استان اردبیل بر برخی ویژگی های هیدرولیکی و فیزیکی خاک تاثیر داشته است. به طوری که در اثر آتش سوزی رطوبت اشباع افزایش پیدا کرده و با افزایش عمق خاک، تخلخل کل و ماده آلی کاهش یافته است. همانطور که نتایج پژوهش حاظر و تحقیقات مشابه نشان داد آتش سوزی در شدت های متفاوت بر روی ویژگی های مختلف خاک از جمله ویژگی‌های هیدرولیکی خاک تاثیرات متفاوتی دارد که می‌تواند با تاثیر بر خاک به عنوان یک بخش مهم از اکوسیستم بر کل اکوسیستم نیز اثرگذار باشد.

منابع:

خسروی، ا. ۱۳۹۱. ارزیابی پیامدهای کوتاه مدت آتش سوزی بربرخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مراتع در منطقه فریدن. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

سپهری، ز.، جعفریان، ز.، کاویان، ع.ا. و حیدری، ق.ا. ۱۳۹۵. بررسی اثر دماهای بالا بر ویژگی های رطوبتی و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در شرایط کنترل شده. مرتع و آبخیز داری، مجله منابع طبیعی ایران. ۶۹ (۴)، ۹۰۵-۸۹۵.

Brokaw, N. and Busing, R.T. 2000. Niche versus chance and tree diversity in forest gaps. Trends in Ecology & Evolution, 15, 183-188.

Barnes, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R. and Spurr, S.H. 1998. Forest Ecology. John Wiley and Sons, USA. 774P.

Gonzalez-Pelayo, O., Anderu, V., Campo, J. and Gimeno-Garcia, E. 2006. Hydrological properties of a Mediterranean soil burned with different fire intensities. Catena, 38: 188-193.

Hubbert, K.R., Preisler, H.K., Wohlgemuth, P.M., Graham, R.G. and Narog, M.G. 2006. Prescribed burning effects on soil physical properties and water repellency in a steep chaparral watershed, Southern California, USA. Geoderma, 130: 284- 298.

Stoof, C.R., Wesseling, J.G. and Ritsema, C.J. 2010. Effect of fire and ash on soil water retention. Geoderma, 159: 276-285.

Tayefi, H., Erfanzadeh, R., Abedi., M. 2015. The effect of fire on aggregate stability and soil organic matter (case study: Golestan park). 6th National Conference on Range and Range Management of IRAN, 171p. (In Persian)

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Water Deficit Stress and Methods of Water Conservation

Soil water conservation using wheat stubble much in rainfed land in a semi-arid region

Pashazadeh[*1], M., Asghari[2], Sh.A., Keyvan Behjoo, F.[3] Balapoor, Sh.A. [4]

[1] MSc Student, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

[2] Associate Professor, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

[3]3 Associate Professor of Natural Resources, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

[4] Ph.D. Students, Department of Forestry & Forestry, Lorestan University

Abstract

Since fire can change soil properties, awareness of the effects of fire on the soil is important for managing and preventing this incident to humans. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of fire on hydraulic properties and some physical properties of soil. Factorial experiment was conducted is a completely randomized design with six replications. The first factor was burned and unburned forest lands (control) and the second factor was soil sampling depth of 0-5 cm and 5-10 cm. The results showed that the effect of fire was not significant due to the low amount of plant residues with the exception of saturated moisture content on other hydraulic parameters. Soil moisture content increased from 45.26% in unpollized forests (control) to 48.78% in burned lands ($p < 0.01$). The total soil porosity also decreased from 0.098 at surface depth to 0.08 at sub-surface depth ($p < 0.1$) and organic carbon from surface depth from 1.4% to 0.8% Percent decreased ($p < 0.01$).In general, the results showed that fire in forest lands of Parsabad region Ardabil Province had a significant effect on some physical and chemical properties of soil.

Keywords: Usable Moisture, Saturation Moisture, Total Porosity, Parsabad Moghan

[*] Corresponding author, Email: mmahsa307@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

بررسی روند تغییرات کیفیت خاک‌های زراعی استان اصفهان

علیرضا مرجوی [۱*]، پریسا مشایخی [۲]

۱و ۲ اعضای هیئت‌علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

کیفیت خاک ابزاری کارآمد برای ارزیابی عملکرد خاک در عمل به وظایف خود و تغییرات ناشی از مدیریت بر خاک می‌باشد. برای ارزیابی کیفیت خاک و تغییرات آنها از شاخص‌ها استفاده می‌شود. گروهی از این شاخص‌ها مربوط به فرآیندهای شیمیایی مرتبط با وظایف و کارکرد خاک می‌باشد. به‌منظور بررسی تغییرات ویژگیهای شیمیایی خاک‌های زراعی استان اصفهان بیش از ۱۱۹ پایگاه مطالعاتی انتخاب شده به اجرا درآمد. به نحوی که پایگاه‌ها بر اساس سطح زیر کشت محصولات زراعی، و آیش، نقشه‌های خاک، زمین‌شناسی، اطلاعات کارشناسی انتخاب شدند. هر یک از پایگاههای مطالعاتی قطع‌های ۳-۱ هکتاری با مدیریت واحد بود که در آن در دایرهای به شعاع ۲۵ متر بر روی زمین رسم و به ۵ قطعه مساوی تقسیم شد. از هر قطعه یک نمونه از ۲ عمق ۳۰-۰و ۶۰-۳۰ سانتیمتری تهیه شد و عمق‌های نظیر با هم مخلوط می‌شد. پس از انجام عملیات خشک و آماده‌سازی، پارامترهای شیمیایی شامل کربن آلی، گچ، آهک، نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، آهن، مس، روی، بور، منگنز و منیزیم قابل استفاده، اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که عمده خاک‌های استان اصفهان آهکی (میانگین ۳۱ درصد در خاک سطحی) و پ هاش خاک ۷/۵ بود. میانگین کربن آلی کم و زیر یک درصد، فسفر ۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک در خاکهای سطحی، پتاسیم قابل استفاده به طور کلی دارای متوسط و میانهای بالاتر از حد بحرانی پتاسیم قابل استفاده برای محصولات کشاورزی، و میانگین عناصر کم مصرف آهن، منگنز، روی، مس و بور به ترتیب ۹/۸، ۱۲/۴، ۱/۸، ۱/۷۲ و ۱/۶۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود.

کلمات کلیدی: ارزیابی عملکرد خاک، خاک‌های زراعی، کیفیت خاک، ویژگی‌های شیمیایی

مقدمه

جمعیت دنیا هر روزه بیشتر شده و متأسفانه تعداد بسیاری از مردم در دنیا از سوء تغذیه رنج میبرند. بر اساس آمار فائو در سال ۲۰۱۰ بالغ بر ۹۵۰ میلیون نفر در دنیا دچار سوء تغذیه بوده‌اند. این در حالی است که بر اساس اهداف هزاره بایستی سوء تغذیه بین سالهای ۲۰۱۵-۱۹۹۰ به نصف تقلیل می‌یافت. برآوردهای انجام شده حاکی از آن است که چنانچه رشد جمعیت در وضعیت کنونی خود باقی بماند لازم است تولید جهانی غذا تا سال ۲۰۲۵ به میزان ۳۸ درصد و تا سال ۲۰۵۰ به میزان ۵۷ درصد افزایش یابد. در حالیکه بخش عمده اراضی مناسب هم اکنون تحت کشت بوده و امکان اندکی برای گسترش سطح زیر کشت در اراضی مناسب وجود دارد. این در حالیست که حدود ۱۵ درصد کل اراضی جهان تحت تأثیر فرسایش و تخریب فیزیکی و شیمیایی از جمله شوری تخریب شده است (Wild و همکاران ۲۰۰۴). بهبود استانداردهای زندگی جمعیت در حال رشد، بدون تخریب محیط زیست از چالش‌های اساسی جهانی میباشد. برای آگاهی از چگونگی و وسعت اثرات فعالیتهای بشری بر روی خاک به عنوان یکی از منابع پایه، نیاز به استفاده‌ی به داده‌های کمی این تغییرات می‌باشد. ویژگی‌های خاک به صورت مکانی و زمانی در مقیاس مزرعه تا مقیاس‌های وسیع‌تر تغییر می‌نماید و تحت تأثیر عوامل درونی (ذاتی) و عوامل بیرونی می‌باشد. برای درک بهتر اثرات عواملی همانند مدیریت راهبری عملیات کشاورزی کارآتر، لازم است تا تغییرات کیفیت خاک پایش و کمی گردد (Arshad and Martin 2002). دلایل و ضرورت انجام مطالعات پایش زیست‌بوم‌ها را می‌توان در ارائه مبانی علمی فرآیندهای زیست‌بوم‌ها، ارائه خطوط مبنا برای مدیریت صحیح زیست‌بوم‌ها، بررسی بلند مدت اثرات تخریبی انسان بر محیط زیست به صورت تجمعی و افزایش مبنایی برای شناخت و آشکارسازی آسیب‌های بالقوه بر بخش‌های مختلف زیست‌بوم‌ها، تشخیص آسیب‌ها و هدر رفت گونه‌ها و جایگاه‌ها در جامعه زیستی دانست (Spellerberg, 2005). کیفیت خاک را می‌توان از دو بعد مورد مطالعه قرار داد. یکی کیفیت ذاتی خاک و دیگری کیفیت پویای خاک که بعد اخیر بیانگر وضعیت سلامت خاک می باشد.کیفیت خاک عبارت است از قابلیت عملکرد خاک در محدوده اکوسیستم و همکنش مثبت آن با محیط خارج از آن. از دیدگاه گسترده‌تر کیفیت خاک را به صورت قابلیت عملکرد خاصی از خاک در محدوده اکوسیستم طبیعی یا با اعمال مدیریت، حفظ و نگهداری از باروری گیاه و جانور، افزایش، حفظ کیفیت آب و هوای و حمایت از سلامت انسان بیان می‌شود.

شاخص‌های کیفیت خاک می‌توانند شامل خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک باشد. برای ارزیابی کیفیت خاک ازخصوصیاتی تحت عنوان شاخص بهره گیری می‌شود. آن دسته از ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری خاک که ظرفیت خاک را برای توانمندی تولید محصول تحت تأثیر قرار می‌دهند شاخص‌های کیفیت خاک نامیده می شود. هدف از انجام این طرح بررسی روند تغییرات کیفیت خاک و ایجاد یک بانک اطلاعات جامع خاک برای کلیه

خاکهای زراعی استان اصفهان است. اتخاذ سیاست‌های اجرایی مناسب در جهت حفظ منابع پایه (آب و خاک و ...) و بهره‌برداری بهینه از این منابع برای افزایش تولیدات کشاورزی مورد تأکید و توجه برنامه‌ریزان بخش کشاورزی می‌باشد. سیاست‌های اجرایی مدیریت منابع خاک مانند تهیه و اجرای پروژه‌های حفاظت خاک، شناسایی آلاینده‌ها و جلوگیری از آلودگی منابع خاک و آب، احیاء اراضی مخروبه کشاورزی حاصل از تخریب‌های فیزیکی و شیمیایی، شناسایی منابع اراضی برای توسعه کشاورزی آبی و دیم با شیوه‌های نوین کشاورزی پایدار از مهم‌ترین این سیاست‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی روند تغییرات کیفیت خاک و یا به عبارت دیگر ویژگی‌های مختلف خاک‌ها این مطالعه در استان اصفهان و در خاک‌های زراعی به مورد اجرا قرار گرفته است. برای تعیین نقاط نمونه برداری، از اطلاعات موجود مختلفی نظیر نوع کاربری اراضی، نقشه رقومی استان، نقشه رقومی کاربری اراضی، نقشه رقومی خاک و اطلاعات و نظر کارشناسان مطلع از وضعیت کشت و خاک منطقه مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به پراکندگی اراضی زیر کشت در بسیاری از مناطق استان، انجام شبکه بندی جهت انتخاب پایگاه‌های مطالعاتی نمی توانست همه اراضی و مناطق تحت کشت را پوشش دهد لذا نقاط نمونه برداری به گونه‌ای انتخاب شد که تقریباً در هر ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت در استان یک نمونه از مزارع شاخص هر منطقه تهیه گردد. به همین منظور ۱۱۹ پایگاه مطالعاتی در کل اراضی کشاورزی استان انتخاب گردید. این نقاط بصورتی تعیین گردید که کل اراضی آبی، دیم، و آیش را پوشش دهد و سعی گردید از مناطق دارای وضعیت خاص مانند اراضی آلوده و شور که دارای سطح قابل توجهی بود علاوه بر نقاط پیش‌بینی شده نمونه‌برداری بیشتری برداشت گردد. انتخاب هر پایگاه به گونه ای انجام شد که حتی الامکان قطعه ای ۳-۱ هکتاری با مدیریت واحد باشد و تغییرات شدید همانند تغییر کاربری، تسطیح اراضی و ... در طول مطالعه در آن انجام نگردد. پس از انتخاب پایگاه های مطالعاتی، نمونه برداری از آنها یک بار در سال انجام گرفت و ویژگی های شیمیایی آنها اندازه‌گیری گردید و پرسشنامه مشخصات پایگاه نیز برای هر پایگاه تکمیل شد. پس از انتخاب هر پایگاه، مختصات جغرافیایی مرکز زمین انتخابی شامل طول و عرض جغرافیایی آن بر حسب درجه، دقیقه و ثانیه و ارتفاع از سطح دریا برحسب متر توسط دستگاه GPS مدل گارمین مشخص شده است. به منظور تهیه یک نمونه مرکب که بتواند نشان دهنده خصوصیات هر پایگاه باشد نمونه برداری خاک در هر پایگاه از دایره‌ای به شعاع حدود ۲۵ متر(قطر ۵۰ متر) که مرکز آن مختصات جغرافیایی آن پایگاه بود انجام پذیرفت. نمونه برداری با استفاده از اوگر یا بیل انجام شد و سعی گردید وسایل تهیه نمونه از هر گونه آلودگی به دور باشد. برای نمونه برداری دایره نمونه برداری به قطر ۵۰ متر را به حداقل ۵ قطعه مساوی تقسیم و از مرکز هر یک از این قطعات یک زیر نمونه حدود یک کیلوگرمی از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتر گرفته می شد. سپس زیر نمونه های هم عمق را به خوبی با هم مخلوط نموده و یک نمونه ۵ کیلوگرمی تهیه می شد. نوع تجزیه‌ها در خاک، به منظور اندازه گیری فرم قابل جذب فلزات آهن، مس، کادمیوم، سرب، منگنز، روی و نیکل به روش DTPA ۲۰ گرم خاک خشک و الک شده(خاک ها از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد) را توزین نموده و به آن ۴۰ میلی لیتر محلول کلات کننده (۱/۹۶ گرم Titriplex V به نام اختصاری DTPA و ۱/۴۷ گرم کلرور کلسیم و ۱۳/۴ میلی لیتر تری اتانل آمین را در ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل نموده و pH آن را توسط اسید کلریدریک یک نرمال به ۷/۳ رسانده و در نهایت با آب مقطر حجم کل به یک لیتر رسانده می‌شد) اضافه شد. محلول آماده شده را به مدت دو ساعت شیکر شد تا کاملاً مخلوط و یکنواخت گردد، پس از آن عصاره را صاف نموده و با دستگاه جذب اتمی پرکین المر، مدل ۶۰۳۰ غلظت عناصر را قرائت شد. (احیایی و همکاران،۱۳۷۲). همچنین عناصر غذایی از قبیل کربن آلی به روش والکی-بلک (Nelson and Sommers,1982)، فسفر به روش اولسن (ISRIC, 1986) و پتاسیم به روش عصاره گیری توسط استات آمونیم (احیایی و همکاران،۱۳۷۲) هر پایگاه مطالعاتی اندازه‌گیری گردید. بافت خاک هر نقطه مطالعاتی بانضمام جرم مخصوص ظاهری خاک اندازه گیری گردید. پس از اندازه گیری خصوصیات هر پایگاه اطلاعات بر اساس شهرستان های مختلف استان و وضعیت یکنواختی و انتخاب تعداد پایگاه ها در هر منطقه کلیه خصوصیات اندازه گیری شده بوسیله نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. خصوصیات آماری از قبیل حداکثر، حداقل، میانگین، میانه، نما، واریانس، انحراف معیار و نظایر آن ها توسط نرم افزار تجزیه و سپس بوسیله نرم افزار اکسل نمودار های مورد نیاز رسم و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

خاکهای استان اصفهان آهکی (میانگین ۳۱ درصد در خاک سطحی) و واکنش (پ هاش) خاک ۷/۵ بود. مقدار کربن آلی کم (میانگین ۰/۹ درصد در خاک سطحی) که نشاندهنده وضعیت نامناسب کربن آلی خاک میباشد. فسفر خاکهای استان (میانگین ۲۸ میلیگرم فسفر در کیلوگرم خاک در خاکهای سطحی) از میزان مناسب برای اغلب محصولات (۱۵ میلیگرم در کیلوگرم خاک) بالاتر میباشد. نگاهی به توزیع فراوانی در این عمق حکایت از وجود مقادیر پایین فسفر در برخی نمونه و بیشبود آن در برخی دیگر است که نشانه مصرف نامتعادل آن در بین اراضی می باشد .پتاسیم قابل استفاده خاک نیز به طور کلی دارای متوسط و میانهای بالاتر از حد بحرانی پتاسیم قابل استفاده برای محصولات کشاورزی بوده، اگرچه در مناطقی نیز کمبود

آن وجود دارد. وضعیت عناصر کم مصرف آهن (میانگین ۹/۸ میلیگرم در کیلوگرم)، منگنز (۱۲/۴ میلیگرم در کیلوگرم)، روی (۱/۸ میلیگرم در کیلوگرم)، مس (۱/۷۲ میلیگرم در کیلوگرم)، بور (۱/۶۵ میلیگرم در کیلوگرم)، بود. توجه به میزان بور در منطقه با میانه ۱/۶ میلیگرم در کیلوگرم لزوم توجه به امکان بروز سمیت در صورت بالارفتن میزان بور خاک از جمله از طریق آب آبیاری را نشان میدهد. در تحقیق مشابه که در کشور توسط رضایی و همکاران (۱۳۹۷) صورت گرفته پارامترهای مشابه در دو استان جنوبی (فارس) و شمالی (تهران) استان اصفهان اندازه گیری شد نتایج به جز در بعضی از موارد خاص در اکثر موارد با اختلاف اندکی نزدیک با استان اصفهان بودند. به عنوان مثال میانگین میزان فسفر قابل جذب در استان فارس هنوز در زیر حد بحرانی (۱۲/۹میلی گرم در کیلوگرم خاک) برای اغلب محصولات بود و یا در استان تهران میانگین فسفر (۴/ ۵۶ میلی گرم در کیلوگرم خاک) و پتاسیم (۵۸۴ میلی گرم در کیلوگرم خاک) حدود دو برابر استان اصفهان بود. در زیر به پاره ایی از فاکتورهای مهم تجزیه در استان اصفهان اشاره شده است.

میانگین نیتروژن (N) در عمق۳۰-۰ سانتیمتری در مناطق هشت گانه تقسیم بندی شده اصفهان، برخوار، مهیار، کاشان، فریدن، گلپایگان، زرین شهر و سمیرم به ترتیب ۰/۱، ۰/۰۷ ، ۰/۰۷ ، ۰/۰۴، ۰/۰۷۲، ۰/۱۱، ۰/۱ ، ۰/۱ درصد می باشد. بیشترین میزان میانگین نیتروژن مربوط به منطقه گلپایگان و کمترین میانگین نیتروژن متعلق به منطقه کاشان می باشد. حداکثر نیتروژن در عمق سطحی در مناطق مختلف مورد بررسی با ۰/۳ درصد در مناطق اصفهان و سمیرم و کمترین آن با ۰/۰۱ درصد در منطقه کاشان اندازه گیری شده است.

میانگین فسفر (P) در عمق۳۰-۰ سانتیمتری در مناطق هشت گانه تقسیم بندی شده اصفهان، برخوار، مهیار، کاشان، فریدن، گلپایگان، زرین شهر و سمیرم به ترتیب ۳۶/۹، ۲۱/۲، ۱۷/۵، ۱۰/۱، ۲۸/۲، ۲۶/۲، ۲۹/۳، ۳۹/۵ میلی گرم در کیلوگرم می‌باشد. بیشترین میانگین میزان فسفر مربوط به منطقه سمیرم و کمترین میانگین فسفر متعلق به منطقه کاشان می باشد. حداکثر فسفر در عمق سطحی در مناطق مختلف مورد بررسی با ۹۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در منطقه سمیرم و کمترین آن با ۲/۶ میلی گرم در کیلوگرم در منطقه کاشان اندازه‌گیری شده است که با میانگین حداکثر و حداقل منطبق است.

میانگین پتاسیم (K) در عمق۳۰-۰ سانتیمتری در مناطق هشت گانه تقسیم بندی شده اصفهان، برخوار، مهیار، کاشان، فریدن، گلپایگان، زرین شهر و سمیرم به ترتیب ۲۷۰/۶، ۲۴۰/۸، ۲۵۳/۳، ۱۶۰/۳، ۳۷۲/۴، ۳۲۳/۳، ۲۲۴/۳، ۵۰۹/۷ میلی گرم در کیلوگرم می‌باشد. بیشترین میانگین میزان پتاسیم مربوط به منطقه سمیرم و کمترین میانگین پتاسیم متعلق به منطقه کاشان می باشد. حداکثر پتاسیم در عمق سطحی در مناطق مختلف مورد بررسی با ۱۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم در منطقه سمیرم و کمترین آن با ۷۰ میلی گرم در کیلوگرم در منطقه کاشان اندازه گیری شده است که با میانگین حداکثر و حداقل منطبق است.

بیشترین میانگین میزان آهن با ۱۷/۸ میلی گرم در کیلوگرم خاک مربوط به منطقه زرین شهر و کمترین میانگین آهن با ۳/۴ میلی گرم در کیلوگرم خاک متعلق به منطقه برخوار می باشد. بیشترین میانگین میزان منگنز با ۲۴/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک مربوط به منطقه فریدن و کمترین میانگین منگنز با ۵/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک متعلق به منطقه کاشان می باشد. بیشترین میانگین میزان روی با ۴/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک مربوط به منطقه سمیرم و کمترین میانگین روی با ۰/۸ میلی گرم در کیلوگرم خاک متعلق به منطقه برخوار می باشد. بیشترین میانگین میزان مس با ۲/۲ میلی گرم در کیلوگرم خاک مربوط به مناطق زرین شهر و سمیرم و کمترین میانگین مس با ۰/۸ میلی گرم در کیلوگرم خاک متعلق به منطقه کاشان می باشد. بیشترین میانگین میزان آهک با ۴۳ درصد مربوط به منطقه زرین شهر و کمترین میانگین آهک با ۱۷/۶ درصد متعلق به منطقه کاشان می باشد. بیشترین میانگین میزان کربن آلی با ۱/۴ درصد مربوط به منطقه سمیرم و کمترین میانگین کربن آلی با ۰/۴ درصد متعلق به منطقه کاشان می باشد.

جداول ۱ و ۲ به ترتیب میانگین میزان بیشترین و کمترین پارامترهای اندازه گیری شده در خاک در عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتیمتر را در مناطق مختلف مورد مطالعه استان اصفهان نشان می دهند.

دول ۱- میانگین بیشترین و کمترین پارامترهای اندازه گیری شده در عمق ۳۰-۰ سانتیمتری مناطق مورد مطالعه استان اصفهان

	میانگین بیشترین میزان																			میانگین کمترین میزان																			
پارامتر / منطقه	N	P	K	Cl	HCO3	SO4	Fe	Mn	ZN	Cu	TNV	کچ	B	Na	OC	CEC	N	P	K	Cl	HCO3	SO4	Fe	Mn	ZN	Cu	TNV	کچ	B	Na	OC	CEC
اصفهان					✔									✔																				
برخوار				✔			✔						✔		✔									✔		✔							
مهیار																														✔		
کاشان		✔	✔																	✔		✔		✔		✔	✔	✔			✔	✔
فریدن								✔								✔					✔											
گلپایگان	✔													✔								✔										
زرین شهر								✔			✔	✔																				
سمیرم		✔		✔						✔	✔					✔														✔	✔	

جدول ۲- میانگین بیشترین و کمترین پارامترهای اندازه گیری شده در عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتری مناطق مورد مطالعه استان اصفهان

	میانگین بیشترین میزان																			میانگین کمترین میزان																			
پارامتر / منطقه	N	P	K	Cl	HCO3	SO4	Fe	Mn	ZN	Cu	TNV	کچ	B	Na	OC	CEC	N	P	K	Cl	HCO3	SO4	Fe	Mn	ZN	Cu	TNV	کچ	B	Na	OC	CEC
اصفهان			✔																													
برخوار				✔			✔						✔		✔				✔					✔									
مهیار												✔																		✔		
کاشان		✔		✔		✔		✔	✔	✔	✔							✔		✔		✔		✔	✔	✔	✔				✔	✔

فریدن	✔			✔	✔		✔		✔
گلپایگان				✔	✔ ✔				
زرین شهر		✔	✔					✔	
سمیرم	✔				✔		✔		

نتیجه گیری

میانگین شوری در اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ در منطقه اصفهان و برخوار که عمدتاً مناطق شرق و شمال اصفهان را در بر می‌گیرد بیشترین مقدار را نشان داد و کمترین شوری به ترتیب در مناطق سمیرم، فریدن و گلپایگان در جنوب، غرب و شمال غرب استان مشاهده گردید. در رابطه با نسبت جذب سدیم خاک نیز نتایج مشابه شوری خاک بود. میانگین میزان pH در اعماق مختلف و مناطق مختلف از ۷/۳ تا ۷/۶ مشاهده گردید. میانگین pH در منطقه سمیرم در لایه سطحی ۳۰-۰ سانتیمتری کمترین مقدار را داشت. با توجه به صفات مورد بررسی در پایگاه های مطالعاتی، مناطق شرق، شمال، شمال شرق اصفهان و در بخش مهیار در جنوب اصفهان خطر افزایش شوری خاک و تجمع املاح مشاهده گردید و اعمال مدیریت آبیاری و خاک بصورت دقیق می تواند از روند تخریب این اراضی بکاهد در غیر اینصورت کشاورزی و بهره برداری از این مناطق با تخریب شدید خاک و پیشروی شوری به سمت غرب همراه خواهد بود.

با توجه به نتایج بیشترین میانگین عناصر نیتروژن، فسفر، کربن آلی، میکروالمنت ها شامل آهن، منگنز، روی و مس و همچنین ظرفیت جذب کاتیونی در اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ در مناطق غرب و جنوب استان اصفهان می‌باشد که این مناطق شامل شهرستانهای فریدن،فریدون شهر، چادگان، گلپایگان، خوانسار و سمیرم می‌باشند و کمترین میانگین عناصر فوق در شمال استان واقع شده‌اند که این مناطق شامل شهرستانهای برخوار، شاهین شهر، میمه، کاشان، اردستان، آران و بید گل و نطنز می باشند. از طرف دیگر خصوصیاتی که برای رشد گیاهان مانع هستند مانند عناصر کلر، سدیم ، گچ ، بر و سدیم در مناطق کاشان و برخوار در بیشترین میزان مشاهده شده اند.

با توجه به صفات مورد بررسی در پایگاه های مطالعاتی، مناطق شرق، شمال، شمال شرق اصفهان و در بخش مهیار در جنوب اصفهان بدون اعمال مدیریت های دقیق کشاورزی با خطر تخریب بیش از پیش مواجه است.

منابع

احیایی، م.، و بهبهانی زاده، ع. ا. ۱۳۷۲. شرح روشهای تجزیه شیمیایی خاک (جلد اول) . نشریه شماره ۸۹۳ موسسه تحقیقات خاک و آب کشور.

رضایی، ح.، باقری، ی.، داوودی، م.ح.، قائمیان، ن.، بای بوردی، ا.، ستاری شیرازی، م.، آجیلی لاهیجی، ع.، چراتی، ع.، ارزانش، م.ح.، اسکندری، م.، فائزنیا، ف.، سیلسپور، م.، مستشاری، م.، تکاسی، م.، سدری، م.ح.، رشیدی، ن.، قدبیکلو، ج.، میرزاپور، م.ه.، نوری حسینی، م.، مرجوی، ع.ر.، امیدواری، ش.، حامدی، ف.، اولاد، ج.ع.، موسوی فضل، م.ه.، ایرانی پور، ر.، زارع مهرجردی، م.، مقری فریز، ع.ر.، اکبری مقدم، ع.ر.، سلیم پور، س.، صباح، آ.، کرمی، ع.، چاکرالحسینی، م.، زلفی باوریانی، م.، حسینی، ی.، و آذری، ک. ۱۳۹۷. بررسی تغییرات ویژگیهای شیمیایی خاک در پایگاههای مطالعات پایش کیفیت خاک. گزارش نهایی موسسه تحقیقات خاک و آب کشور به شماره فروست ۵۴۶۷۷. ۱۱۸۹ص.

Arshad, M.A., and Martin, S. 2002. Identifying critical limits for soil quality Agriculture, Ecosystems and Environment, 88: 153-160..

Day, P.R. 1965. Particle Fractionation and Particle Size Analysis. pp. 545–565. *In:*C.A. Black (ed.), *Method of Soil Analysis* Part 1.

Feizi, M., Aghakhani, A., Mostafazadeh-Fard, B., Heidarpour, M., 2007. Salt tolerance of wheat according to soil and drainage water salinity. Pakestan Journal of Biological Sciences. ISSN 1028-8880.

International soil reference and information center (ISRIC) .1986. Procedure for soil analysis wageningen agriculture university.

Mostafazadeh-Fard, B., Heidarpour, M., Aghakhani, A., Feizi, M., 2008. Effects of leaching on soil desalinization for wheat crop in an arid region. Editorial Board for publication in plant Soil and Environ journal, 54: 20-29.

Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Methods of Soil Analysis. ASA, Madison, WI, pp. 539–579.

Spellerberg, I.F., 2005. *Monitoring ecological change*. Cambridge University Press.

Wild, S., Roglic, G., Green, A., Sicree, R. and King, H., 2004. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes care*, *27*(5), pp.1047-1053.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Investigating the process of soil quality changes in Isfahan province

Marjovvi*[1], A., Mashayekhi[2], P.

1,2 Soil and Water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

Abstract

Soil quality is an efficient tool for evaluating soil performance in practice and soil management changes. Indicators are used to assess soil quality and their changes. Some of these indicators relate to chemical processes related to the functions of the soil. In order to study the changes in chemical properties of the soils of Isfahan province, more than 119 selected databases were implemented. selected databases based on the cultivating area, without cultivating, soil maps, geology and soil science. Each of the study area was a 1-3hectare unit with same management, in which it was plotted on a ground in a circle of 25 meters in radius and divided into five equal parts . From each part a sample of 2 depths of 30-0 and 30-60 cm was prepared and the same depths were mixed together. After drying and preparation, chemical parameters including organic carbon, gypsum, lime, total nitrogen, phosphorus, potassium, iron, copper, zinc, boron, manganese and magnesium were measured. The results showed that most of the soils of Isfahan province were limestone (average 31% in surface soil) and average soil pH was 7.5. The average organic carbon is low and below 1%, P is 28 mg / kg soil in surface soils, the potassium is generally used, medium and medium higher than the critical potassium available for agricultural products, and the average iron, manganese, zinc, Copper and boron were 9.8%, 12.4%, 1.8%, 1.72%, and 1.65 mg/kg respectively.

Keywords: Chemical changes, monitoring, soil quality

* Corresponding author, Email: amarjovvi@yahoo.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تغییر کاربری سرزمین و تأثیر آن بر برخی از ویژگی‌های خاک در باغ سیب مهرشهر کرج

علیرضا احیایی[1*]، سمیه مقیمی[2]، شکوفه رضائی عمرو آبادی[2]

[1] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم خاک، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

[2] استادیار ، گروه علوم خاک، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

چکیده

هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر تغییر کاربری سرزمین و تبدیل باغ قدیمی گلابی به کاربری‌های زراعی، صیفی‌کاری و بایر بود. به این منظور، از هر یک از کاربری‌ها پنج نمونه مرکب جمع‌آوری شد. پس از انجام آزمایش‌های مربوطه، داده‌های حاصل مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج کاهش ۲۰/۵، ۳۵/۷ و ۵۴/۴ درصدی مقدار کربن آلی خاک در باغ قدیمی گلابی نسبت به زمین بایر، صیفی‌کاری و زمین زراعی را نشان داد. جرم مخصوص ظاهری در زمین زراعی و صیفی کاری نسبت به باغ گلابی، ۱/۱۶ و ۱/۱۴ درصد افزایش یافته بود. در حالی‌که درصد رس خاک در کاربری صیفی به‌طور معناداری بالاتر از کاربری کشاورزی و باغ گلابی بود، درصد شن خاک در کاربری صیفی به‌صورت معنادار، کمتر از کاربری کشاورزی بود($P<۰/۰۵$). در کاربری‌های مورد مطالعه تفاوت معناداری در مقادیر EC ,PH ، درصد سیلت و کربنات کلسیم مشاهده نشد. نتایج بدست آمده موید این است که روش‌های نادرست مدیریت و تغییر کاربری سرزمین، سبب کاهش کیفیت و تخریب خاک می‌شود.

کلمات کلیدی: جرم مخصوص ظاهری، کربن آلی، کیفیت خاک

مقدمه

امروزه با توجه به روند رو به رشد جمعیت و تمایل به زندگی شهری، بیش‌ترین تغییرات پوشش اراضی در نواحی شهری به‌وقوع می‌پیوند (Yuan et al., 2005). با افزایش جمعیت جهانی، انسان‌ها به‌منظور دستیابی به احتیاجات معیشتی و مسکن مورد نیاز، دست به تغییر کاربری سرزمین زده‌اند که زیان‌های زیادی را برای محیط زیست درپی داشته است. خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک بشدت تحت تأثیر سیستم‌های مدیریتی خاک و کاربری سرزمین قرار می‌گیرد (Cambardella and Karlen, 1999). نوع کاربری زمین نقش مهمی در تغییرات زمانی و مکانی ویژگی‌ها و کیفیت خاک دارد (Zhao و همکاران، ۲۰۱۳). Ayoubi و همکاران (۲۰۱۱)، با بیان این دلیل که تبدیل اراضی باغی به زراعی و خاک‌ورزی سبب افزایش سرعت تجزیه مواد آلی خاک می‌شود؛ کاهش ۷۱/۵ درصدی ماده آلی خاک را در اثر از بین بردن درخت و کشت و کار گزارش کردند. اوسط و همکاران (۱۳۹۱) پژوهشی با هدف بررسی تأثیر کاربری‌های مختلف بر میزان کربن آلی موجود در اجزاء مختلف خاک انجام دادند. نتایج نشان داد کاربری باغ با ۲/۰۷ درصد، بیشترین مقدار کربن آلی را داشته و اراضی زراعی و مرتعی به ترتیب با ۰/۷۳ و ۰/۵۷ درصد در درجات بعدی قرار دارند. نتایج پژوهش کریمی و همکاران (۱۳۹۴) در چهار کاربری مرتع، کشاورزی، باغ جدید و باغ قدیم حاکی از این بود که که ماده آلی ذره‌ای، کربوهیدرات و ذخیره کربن در کاربری باغ قدیمی نسبت به سایر کاربری‌ها، به طور معنی‌دار افزایش یافته بود ($P <۰/۰۱$). طی پژوهشی برای مطالعه اثر تغییر کاربری، پنج کاربری جنگل قدیمی، نهالستان، جنگل تراشیده شده، کشتزار و مزرعه جنسینگ انتخاب شد. بر طبق یافته‌ها مقدار کربن آلی خاک در جنگل قدیمی از چهار کاربری دیگر بالاتر بود. کربن آلی خاک، کربن بیوماس میکروبی و تنفس در نهالستان نسبت به مزرعه جنسینگ و جنگل تراشیده شده و علی‌الخصوص کشتزار بیشتر بود (Fang *et al.*, 2014). با بررسی پژوهش‌های انجام گرفته به نظر می‌رسد هر نوع مدیریت و تغییر کاربری که سبب دست‌خوردگی خاک می‌شود، کاهش کیفیت خاک را در

* ایمیل نویسنده مسئول:alrezaehyaaee@gmail.com

Formatted: Font: (Default) Calibri, 11 pt, Complex Script Font: Arial, 11 pt

پی دارد. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات تغییر کاربری باغ قدیمی به زراعت، صیفی‌کاری و سرزمین بایر پس از قطع درختان آن، در اراضی باغ سیب متعلق به کشت و صنعت مطهری واقع در منطقه شهری مهرشهر کرج، انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در بخشی از اراضی مربوط به کشت و صنعت مطهری واقع در منطقه مهرشهر کرج معروف به باغ سیب، انجام شد. باغ سیب در موقعیت جغرافیایی ۴۹۲۱۰۳ الی ۴۹۴۷۸۵ مترطول شرقی و ۳۹۶۱۷۸۷ الی ۳۹۶۴۲۵۳ مترعرض شمالی واقع شده است. این باغ با مساحت ۳۴۰ هکتار دارای ارتفاع متوسط ۱۲۸۰ متر از سطح آب‌های آزاد می‌باشد. بر اساس پردازش اطلاعات ایستگاه هواشناسی سینوپتیک کرج، این منطقه دارای رژیم رطوبتی زریک خشک و رژیم حرارتی مزیک است. طی این پژوهش چهار کاربری با وضعیت توپوگرافی و ماده مادری تقریباً یکسان انتخاب شد. این کاربری‌ها شامل، باغ قدیمی گلابی، زمین بایری که شانزده سال قبل درختان گلابی آن قطع و رها شده، قطعاتی که پس از حذف درختان گلابی آن به مدت پانزده سال زیر کشت صیفی‌جات بوده و زمین زراعی گندم و ذرت با سابقه ده ساله که حاصل قطع درختان میوه و تغییر کاربری باغ به زراعت است. در تابستان ۱۳۹۷، پس از انتخاب قطعات، نمونه‌برداری به شیوه سیستماتیک تصادفی و با برداشت پنج نمونه مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک از هر کاربری انجام شد. به ازای هر نمونه مرکب، یک نمونه دست‌نخورده نیز توسط استوانه‌های نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری خاک، تهیه شد. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال یافته و پس از هوا خشک شدن و آماده‌سازی، با الک دو میلی‌متر غربال شدند. در مرحله بعد بافت خاک و درصد شن، سیلت و رس به روش هیدرومتری، جرم مخصوص ظاهری با روش استوانه فلزی مغزه‌گیر، واکنش خاک با استفاده از pH سنج، شوری خاک با ECمتر، ماده آلی به روش اکسایش تر (والکی-بلک) و کربنات کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسید، اندازه‌گیری شدند. در نهایت، فرض نرمال بودن داده‌های مربوط به هر ویژگی و برابری واریانس در کاربری‌های مورد پژوهش به‌ترتیب با آزمون‌های کولموگروف-اسمیرونوف و لون بررسی شد. پس از تحلیل واریانس یک‌طرفه، مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال آماری ۵ درصد توسط نرم‌افزار SPSS24 مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج آزمون های کولموگروف - اسمیرونوف و لون نشان داد که فرض نرمال بودن داده‌ها و برابری واریانس در کاربری‌های مذکور برای ویژگی‌های مورد بررسی، معنادار است. میانگین ویژگی‌های خاک در کاربری‌های مورد پژوهش در جدول۱ ارائه شده است.

جدول ۱. میانگین ویژگی‌های خاک در کاربری‌های مختلف مورد پژوهش

کاربری	EC	pH	SOC %	٪شن	٪سیلت	٪رس	Bd(gr/cm^3)	$CaCO_3$ %
باغ گلابی	۰/۵۷	۸/۳۷	۲/۴۷	۳۱/۶۱	۳۹/۵۰	۲۸/۸۹	۱/۵۹	۱۳/۳۱
بایر	۱/۰۰	۸/۲۵	۲/۰۵	۳۱/۳۵	۳۷/۲۵	۳۱/۳۹	۱/۵۱	۱۱/۶۲
صیفی	۱/۰۲	۸/۳۷	۱/۸۲	۲۱/۹۴	۴۱/۹۱	۳۶/۱۴	۱/۸۲	۱۵/۸۷
زراعت	۲/۴۰	۸/۰۵	۱/۶۰	۴۲/۰۳	۳۱/۵۸	۲۶/۳۹	۱/۸۵	۱۰/۸۱

SOC:کربن آلی خاک ؛ Bd: جرم مخصوص ظاهری خاک، $CaCO_3$:کربنات کلسیم معادل

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه با احتمال نود و پنج درصد، وجود حداقل یک مورد اختلاف میانگین بین کاربری‌ها را در مورد ویژگی‌های جرم مخصوص ظاهری، درصد کربن آلی، درصد رس و شن خاک تایید کرد (جدول۲). با انجام آزمون توکی، کاربری‌هایی که دارای اختلاف میانگین در مورد ویژگی‌های مذکور بودند، شناسایی شدند (جدول۳). بر طبق یافته‌های این پژوهش، بیشترین درصد کربن

Formatted: Font: (Default) Calibri, 11 pt, Complex Script Font: Arial, 11 pt

آلی خاک به ترتیب در کاربری‌های باغ گلابی (۲/۴۷٪)، زمین‌های بایر(۲/۰۵٪)، صیفی‌کاری(۱/۸۲٪) و اراضی زراعی(۱/۶۰٪) وجود دارد که حاکی از کاهش ۵۴/۴، ۳۵/۷و ۲۰/۵ درصدی کربن آلی خاک به‌ترتیب در کاربری‌های زراعت، صیفی و بایر نسبت به باغ قدیمی گلابی است.

جدول۱. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه برای ویژگی‌های خاک در کاربری های مورد پژوهش

ویژگی		مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنا داری
کربن آلی خاک	بین گروه‌ها	۱/۶۶	۴	۰/۵۵	۷۷/۹۸	۰/۰۰**
	درون گروه‌ها	۰/۰۸	۱۵	۰/۰۰		
	کل	۱/۷۴	۱۹			
جرم مخصوص ظاهری	بین گروه‌ها	۰/۳۳	۴	۰/۱۱	۴۲/۰۷	۰/۰۰**
	درون گروه‌ها	۰/۰۳	۱۵	۰/۰۰		
	کل	۰/۳۷	۱۹			
کربنات کلسیم	بین گروه‌ها	۶۰/۰۲	۴	۲۰/۰۰	۰/۸۰	۰/۵۲ns
	درون گروه‌ها	۳۰۰/۹۷	۱۵	۲۵/۰۸		
	کل	۳۶۰/۹۹	۱۹			
درصد شن	بین گروه‌ها	۸۰۷/۷۱	۴	۲۶۹/۲۳	۷/۷۵	۰/۰۰**
	درون گروه‌ها	۴۱۶/۶۷	۱۵	۳۴/۷۲		
	کل	۱۲۲۴/۳۸	۱۹			
درصد سیلت	بین گروه‌ها	۲۳۴/۲۱	۴	۷۸/۰۷	۲/۸۹	۰/۰۹ns
	درون گروه‌ها	۳۲۳/۷۸	۱۵	۲۶/۹۸		
	کل	۵۵۷/۹۹	۱۹	-		
درصد رس	بین گروه‌ها	۲۰۷/۶۹	۴	۶۹/۲۲	۸/۰۱	۰/۰۰**
	درون گروه‌ها	۱۰۳/۷۵	۱۵	۸/۶۵		
	کل	۳۱۱/۴۴	۱۹			
EC	بین گروه‌ها	۷/۵۶	۴	۲/۵۲	۲/۵۴	۰/۱۰ns
	درون گروه‌ها	۱۱/۸۹	۱۵	۰/۹۹		
	کل	۱۹/۴۶	۱۹			
pH	بین گروه‌ها	۰/۲۸	۴	۰/۹۲	۰/۹۷۲	۰/۴۴ns
	درون گروه‌ها	۱/۱۴	۱۵	۰/۹۵		
	کل	۱/۴۱	۱۹			

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج درصد

جرم مخصوص ظاهری خاک در کاربری‌های زراعی ($1/85 gr/cm^3$) و صیفی ($1/82 gr/cm^3$) نسبت به باغ گلابی ($1/6 gr/cm^3$) افزایش ۱۶ و ۱۴ درصدی و نسبت به زمین بایر($1/51 gr/cm^3$)، افزایش ۲۲ و۲۰ درصدی نشان داد. مقدار رس خاک در کاربری صیفی نسبت به کاربری‌های زراعت و گلابی

Formatted: Font: (Default) Calibri, 11 pt, Complex Script Font: Arial, 11 pt

Formatted: Font: (Default) Calibri, 11 pt, Complex Script Font: Arial, 11 pt

به‌ترتیب ۳۷ و ۲۵ درصد افزایش یافته است. در حالی‌که مقدار شن خاک در کاربری زراعی نسبت به کاربری صیفی ۴۷/۸ درصد بیشتر است. در این راستا پروانک بروجنی و همکاران (۱۳۹۲) کاهش ۵۴ درصدی کربن آلی خاک را در اثر تبدیل باغ بادام ۶۰ ساله به زمین زراعی با قدمت ۲۰ سال، گزارش کردند. در پژوهش Bhavya و همکاران (۲۰۱۸) بیشترین مقدار جرم خصوص ظاهری خاک در قطعات گیاهان دارویی، آروماتیک (۱/۵۶Mg/cm^3) و سبزیجات (۱/۵۵ Mg/cm^3) و کمترین مقدار در باغ انبه (۱/۵ Mg/cm^3) برآورد شد. Presley و همکاران (۲۰۰۴)، طبق نتایج پژوهشی بیان کردند که در اثر تغییر کاربری از باغی به زراعت آبی، در خاک‌های زراعی درصد رس افزایش و درصد شن کاهش نشان داد.

جدول ۳. نتایج مقایسه چندگانه با آزمون توکی کاربری‌های دارای اختلاف میانگین در مورد ویژگی‌های مورد پژوهش

ویژگی	کاربری I	کاربری J	تفاوت میانگین (I-J)	خطای استاندارد	معناداری
کربن آلی خاک	باغ گلابی	بایر	۰/۴۲**	۰/۰۶	۰/۰۰۰
		زراعت	۰/۸۷**	۰/۰۶	۰/۰۰۰
		صیفی	۰/۶۵**	۰/۰۶	۰/۰۰۰
	بایر	زراعت	۰/۴۵**	۰/۰۶	۰/۰۰۰
		صیفی	۰/۲۴**	۰/۰۶	۰/۰۰۸
	زراعت	صیفی	-۰/۲۱**	۰/۰۶	۰/۰۱۸
جرم مخصوص ظاهری	باغ گلابی	زراعت	-۰/۲۵**	۰/۰۴	۰/۰۰۰
		صیفی	-۰/۲۲**	۰/۰۴	۰/۰۰۰
	بایر	زراعت	-۰/۳۴**	۰/۰۴	۰/۰۰۰
		صیفی	-۰/۳۱**	۰/۰۴	۰/۰۰۰
درصد رس	صیفی	باغ گلابی	۷/۲۵**	۲/۰۷۹	۰/۰۲۰
		زراعت	۹/۷۵**	۲/۰۷۹	۰/۰۰۳
درصد شن	زراعت	صیفی	۲۰/۰۸**	۴/۱۷	۰/۰۰۲

**:معنی‌دار در سطح پنج درصد

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش، تغییر کاربری سرزمین از باغ قدیمی گلابی به زمین‌های بایر، زراعی و صیفی‌کاری اثر معناداری بر درصد شن، درصد آهک، هدایت الکتریکی و واکنش خاک نداشت ولی سبب کاهش معنادار کربن آلی خاک شده است (P<۰/۰۵). عملیات خاکورزی و کشت کار کمتر، پایین‌تر بودن دمای خاک در سایه‌انداز درختان، تجزیه کمتر ماده آلی از دلایل بالاتر بودن درصد کربن آلی خاک در باغ قدیمی گلابی نسبت به سایر کاربری‌های مورد پژوهش می‌تواند باشد. عملیات خاکورزی بیشتر سبب افزایش سرعت تجزیه مواد آلی خاک می‌شود و همین دلیل اصلی کمتر بودن درصد کربن آلی خاک در کاربری های زراعی و صیفی نسبت به زمین بایر و البته باغ گلابی است. افزایش معنادار درصد رس خاک در کاربری صیفی نسبت به باغ گلابی و زراعت و همچنین کاهش معنادار درصد شن در کاربری صیفی‌کاری نسبت کاربری زراعی می‌تواند به‌دلیل آبیاری مکرر صیفی‌جات باشد که علاوه بر این‌که سبب شستشو و فرسایش خاک، انتقال ذرات ریزتر و برجا ماندن ذرات درشت تر می‌شود؛ همچنین باعث افزایش

هوادیدگی کانی‌های اولیه(به‌دلیل تناوب خشکی و رطوبت) و درنتیجه کاهش اندازه ذرات یعنی افزایش رس و کاهش میزان شن می‌شود. جرم مخصوص ظاهری ویژگی دینامیک خاک است و با تغییر شرایط ساختار خاک، تغییر می‌یابد. نتایج مطالعات متعدد حاکی از این مطلب است که این ویژگی بیشترین تأثیر پذیری را از تغییرات کربن آلی خاک، تخلخل و فشردگی خاک دارد. از پیامدهای استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی و عملیات کشت و کار بیشتر کاربری‌های زراعت و صیفی نسبت به باغ قدیمی گلابی و زمین بایر، تغییر شکل و تخریب ساختمان خاک، فشردگی خاک سطحی، مسدود شدن خلل و فرج، کاهش ماده آلی خاک و در نتیجه افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک است. نتایج این پژوهش تایید می‌کند که تغییر کاربری سرزمین با برهم زدن تعادل طبیعی خاک سبب تغییر ویژگی‌های خاک می‌شود.

منابع

اوسط، ل.، حیدری، ا. و سرمدیان، ف.۱۳۹۱. بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر دینامیک کربن آلی خاک در محدوده مرکزی شهرستان کرج. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۲(۲)، ۲۱۷- ۲۰۹.

پروانک بروجنی،ک.، آقابابایی، ش. و منصوری، م. ۱۳۹۲. تأثیر تغییر زیست‌بوم باغی به زیست‌بوم زراعی بر برخی خصوصیات مهم خاک کامران. نشریه گیاه و زیست بوم. ۹ (۳۵).. ۴۲-۲۹.

کریمی، ر.، صالحی، م.ح. و مصلح، ز. ۱۳۹۴. تأثیر تغییر کاربری اراضی بر برخی از اجزای کربن توده خاک و خاکدانه در منطقه صفاشهر استان فارس. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار،۵(۱)، ۱۵۷-۱۴۵.

Ayoubi, S., Khormali, F., Sahrawat, K., Rodrigues de Lima, A., 2011. Assessing impacts of land use change on soil quality indicators in a loessial soil in Golestan Province, Iran. Journal of Agricultural Science and Technology 13, 727-742.

Bhavya,V.P., S. Anil Kumar, Ashok Alur, M. Shivanna and K.M. Shivakuma.2018. Changes in Soil Physical Properties as a Result of Different Land Use Systems with Depth. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences,7, 323-327Cambardella, C., Karlen, D., 1999. Spatial analysis of soil fertility parameters. Precision Agriculture 1, 5-14.

Fang, X., Wang, Q., Zhou, W., Zhao, W., Wei, Y., Niu, L., Dai, L., 2014. Land use effects on soil organic carbon, microbial biomass and microbial activity in Changbai Mountains of Northeast China. Chinese geographical science 24, 297-306.

Presley, D.R., Ransom, M., Kluitenberg, G., Finnell, P., 2004. Effects of thirty years of irrigation on the genesis and morphology of two semiarid soils in Kansas. Soil Science Society of America Journal 68, 1916-1926.

Yuan, F., Bauer, M.E., Heinert, N.J., Holden, G.R., 2005. Multi-level land cover mapping of the Twin Cities (Minnesota) metropolitan area with multi-seasonal Landsat TM/ETM+ data. Geocarto International 20, 5-13.

Zhao, G., Mu, X., Wen, Z., Wang, F., Gao, P., 2013. Soil erosion, conservation, and eco-environment changes in the Loess Plateau of China. Land Degradation & Development 24, 499-510.

.

Formatted: Font: (Default) Calibri, 11 pt, Complex Script Font: Arial, 11 pt

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Land use changing and its effect on some soil properties in Mehrshahr's Bagh-e-sib

Ehyaee, A.R*[1]., Moghimi, S[2]., Rezaee amroabadi, S.[2]

[1] M. Sc. Graduated, Department of Soil Science, karaj branch, Islamic azad university, Karaj, Iran

[2] Assistant Prof., Department of Soil Science, karaj branch, Islamic azad university, Karaj, Iran

Abstract

This study was conducted to investigate the impact of land use change from old pears orchard into barren land , agricultural land and cucurbit cultivation on some soil characteristics. For this purpose, five composite soil samples (0-30 Cm) were collected from each land use. After the test, the results were statistically analyzed. The result showed that soil organic carbon content in barren land, cucurbit cultivation and agricultural land were decreased 20.5, 35.7 and 54.4 percent when compared to old pears orchard. In addition, the amount of soil bulk density in agricultural land and cucurbit cultivation were 1.16, and 1.14 times more than to old pears orchard. While, the percentage of clay in cucurbit cultivation were significantly higher by comparison with agricultural land use and old pears orchard, the percentage of sand in cucurbit cultivation was significantly lower than agricultural land use($P<0.05$). Results indicated that land use changes have no significant effects on the EC, PH, percentage of silt and calcium carbonate. It seems that, land use changing and inappropriate land management methods can reduce soil quality and increase soil degradation.

Keywords: Bulk density**,** Organic carbon**,** Soil quality

* Corresponding author, Email: alrezaehyaaee@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تاثیر طرح‌های کشاورزی حفاظتی بر ویژگی‌های کیفیت خاک: مورد مطالعه روستاهای شهر تبریز

بیژن ابدی[۱*]، آرش یدالهی[۲]، احمد بایبوردی[۳]، مهدی رحمتی[۴]

[۱] استادیار گروه مهندسی بیوسیستم دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی و علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

[۳] عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی

[۴] استادیار گروه مهندسی و علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

چکیده

از جمله سیاست‌های توسعه بخش کشاورزی در ایران اجرای طرح‌های کشاورزی حفاظتی با هدف حفاظت منابع خاک، مدیریت خشکسالی‌ها و کمک به حفظ تولید و درآمد بهره برداران بوده است. نمونه‌ای از این طرح‌ها، در ۱۰ روستا از شهر تبریز و به مساحت ۷۲۰ هکتار انجام شده است. این مطالعه، با هدف ارزیابی تأثیر کشاورزی حفاظتی بر ویژگی‌های کیفیت خاک انجام شد و از داده‌های مرتبط با شاخص‌های کیفیت خاک مزارع با کشاورزی حفاظتی (n1 = 43) و کشاورزی مرسوم (n1 = 44) استفاده نمود. پس از نمونه برداری، برای اندازه‌گیری بافت خاک (رس، سیلت و شن) از روش هیدرومتر، برای اندازه گیری کربن آلی (OC) خاک از روش اکسایش‌تر، برای اندازه گیری هدایت الکتریکی (EC) از دستگاه EC-meter و برای اندازه گیری کربنات کلسیم معادل (CCE) از تیتراسیون با NaOH استفاده شد. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که خاک مزارع با کشاورزی حفاظتی و کشاورزی مرسوم از نظر شاخص EC و OC تفاوت معناداری در سطح ۵ درصد با یکدیگر دارند به طوری که مقدار OC خاک از ۰/۹ درصد در مزارع با کشاورزی مرسوم به ۱/۷ درصد در مزارع حفاظتی افزایش و مقدار EC خاک از ۲/۴ دسی زیمنس بر متر در مزارع با کشاورزی مرسوم به ۱/۲ دسی زیمنس بر متر در مزارع حفاظتی کاهش یافت. با این وجود، نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معناداری از نظر CCE و بافت خاک در بین گروه از مزارع وجود ندارد. با توجه به اینکه شاخص‌های OC و EC شرایط دینامیک‌تری در مقایسه با CCE یا بافت خاک دارند، به نظر می‌رسد که اعمال کشاورزی حفاظتی مطابق انتظار بخش دینامیک کیفیت خاک را تحت تاثیر قرار داده و بهبود داده است. با توجه به یافته‌های این پژوهش، پیشنهاد می‌شود که طرح کشاورزی حفاظتی در مقیاس وسیع در مزارع ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی و مزارع کشاورزان ترویج و عملیاتی شود.

کلمات کلیدی: کشاورزی حفاظتی، کربن آلی خاک، کیفیت دینامیک خاک، مدیریت پایدار خاک.

مقدمه

کشاورزی پایدار با هدف تأمین نیازهای انسان و ایجاد توازن بیشتر بین مصرف منابع و منابع موجود در طبیعت مطرح شد (سیدی و حمزه ئی، ۱۳۹۶). نوعی از این کشاورزی، کشاورزی حفاظتی است که سازمان خواربار جهانی حفاظتی آن را به عنوان راهکاری جهت حفظ منابع کشاورزی با هدف افزایش و پایداری تولید محصولات کشاورزی همراه با حفظ محیط‌زیست تعریف می‌کند (Shaxson and Barber, 2003). این در حالی است که کشاورزی حفاظتی با کمترین آسیب و زیان زیست محیطی در مقیاس گسترده در سطح جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (اسدی سریزدی و همکاران، ۱۳۹۶). توجه به این نوع کشاورزی به دلیل پیامدهای سو کشاورزی مرسوم بوده است، برای مثال خاکورزی در کشاورزی مرسوم باعث شکسته شدن خاکدانه‌ها به ویژه در خاک‌های لومی و لومی شنی گردیده و حساسیت خاک را در برابر فرسایش آبی و بادی افزایش می‌دهد (روستا، ۱۳۸۸). بنابراین، استفاده از کشاورزی حفاظتی موجب مصرف بهینه منابع تولید مانند آب و خاک شده و به پایداری تولید در بوم نظام‌های کشاورزی کمک می‌کند (اسدی سریزدی و همکاران، ۱۳۹۶). در راستای حفاظت خاک و مقابله با خشکسالی‌ها و همزمان با لزوم حفظ تولید و اقتصاد بهره‌برداران بخش کشاورزی، اجرای طرح کشاورزی حفاظتی در شهر تبریز آغاز شد که این طرح با هدف مدیریت بقایای گیاهی و خاک ورزی حفاظتی در ۱۰ روستا و در سطح ۷۲۰ هکتار در سه راستای تهیه ادوات خاک‌ورزی با هدف حفظ درصد بقایای گیاهی، کاشت گیاهان به عنوان کود سبز و کاشت مستقیم بذر انجام می‌گیرد که همزمان از ۳۳۰ هکتار آن آزمون خاک در حال انجام است که اعتبار این پروژه ۲ هزار و ۴۸۰ میلیون ریال بوده و عملیات اجرایی آن نیز به بخش خصوصی واگذار شده است[1]. انجام تحقیق حاضر در راستای حفاظت خاک و مقابله با خشکسالی‌ها و همزمان با لزوم حفظ تولید و اقتصاد بهره برداران بخش کشاورزی استان انجام شد. کنترل و کاهش میزان عبور و مرور ماشین‌های کشاورزی و در نتیجه حفظ و نگهداری رطوبت خاک از

* ایمیل نویسنده مسئول: abadi@maragheh.ac.ir

[1] - https://www.yjc.ir/fa/news/6236604

جمله مزایای این نوع کشاورزی شمرده شده است. همچنین افزایش مواد آلی خاک، صرفه جویی در زمان اجرای عملیات کاشت، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش هزینه‌های تولید از جمله مزایای دیگر این نوع کشاورزی در نظر گرفته شده است که مجریان طرح امیدوار بودند با افزایش نفوذپذیری خاک، جلوگیری از فعالیت برخی عوامل خسارت زا و کاهش فرسایش بادی خاکی به نتایج فوق دست یابند[۱].

مرور ادبیات پیرامون تأثیر کشاورزی حفاظتی بر ویژگی‌های کیفیت خاک حاکی از آن است که برای مثال، نتایج اعمال تیمارهای خاکورزی حداقل و حفاظتی در مقایسه با تیمار خاکورزی مرسوم، باعث افزایش معنادار مقدار ماده آلی خاک و پایداری خاکدانه‌ها در مقایسه با تیمار شاهد می‌شود (روستا، ۱۳۸۸). Kouselou و همکاران (۲۰۱۸) نیز میزان جابجایی خاک و میزان فرسایش خاک در سیستم‌های مختلف، از جمله خاک‌ورزی مرسوم، کم خاک‌ورزی، حداقل خاک‌ورزی و بدون خاکورزی را در شرایط زراعی در شمالغرب ایران بررسی کردند و شواهدی را فراهم آورند که خاکورزی مرسوم باعث ایجاد جابجایی خاک (۵۷ سانتی متر) و فرسایش خاکی (۱۵۲ کیلوگرم در مترمربع) نسبت به کم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حداقل (به ترتیب ۲۰ و ۱۵ سانتی متر یا ۱۶ و ۷ کیلوگرم بر متر) می‌شود. همچنین، شرایط بدون خاک‌ورزی نیز موجب کاهش جابجایی خاک یا میزان کاهش فرسایش خاک می‌شود. Rahmati و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان دادند که استفاده از تناوب محصول به عنوان عملیات کشاورزی حفاظتی در مناطق نیمه خشک شمالغرب ایران باعث کم شدن فشردگی خاک، ثبات بیشتر آب (فرسایش کمتر خاک) و بالاترین مقادیر هدایت هیدرولیکی اشباع (خطر رواناب کمتر) در مقایسه با شرایط کشاورزی غیر حفاظتی می‌شود. Asghari Meydani و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که مدیریت خاک‌ورزی به طور معناداری موجب افزایش ذخیره رطوبتی خاک، کاهش جرم مخصوص خاک و افزایش عملکرد بیولوژیکی و دانه گیاه گندم می‌شود. بنابراین، در این پژوهش به بررسی و ارزیابی تأثیر طرح‌های کشاورزی حفاظتی بر کیفیت خاک پرداخته شد.

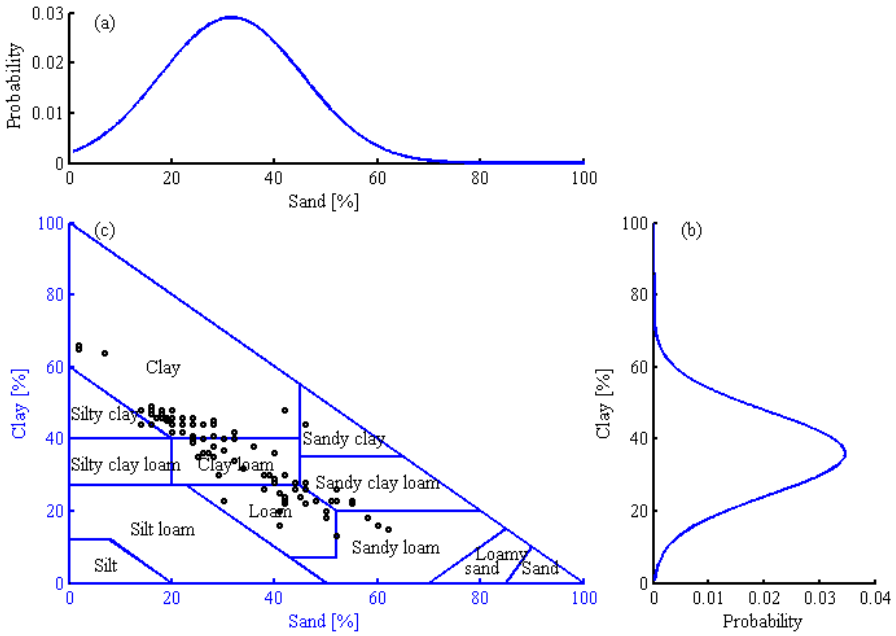
مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در سال ۱۳۹۸ با هدف ارزیابی تأثیر طرح‌های کشاورزی بر ویژگی‌های کیفیت خاک در روستاهای شهر تبریز انجام گرفت. در این مطالعه، داده‌های کمی مربوط به مزارع با کشاورزی حفاظتی (n1 = 43) و مزارع با کشاورزی مرسوم (n1 = 44) جهت انجام آزمایش خاک پیمایش شدند و از شاخص کیفیت خاک شامل شش شاخص هدایت الکتریکی (EC)، کربنات کلسیم معادل (CCE)، کربن آلی (OC)، شن (درصد)، درصد خاک (درصد) و رس (درصد)، که برای ارزیابی تأثیر کشاورزی حفاظتی بر کیفیت خاک استفاده شد. پس از نمونه برداری، برای اندازه‌گیری بافت خاک (رس، سیلت و شن) از روش هیدرومتر (Gee and Or, 2002)، برای اندازه گیری OC خاک از روش اکسایش‌تر(Nelson and Sommers, 1982)، برای اندازه گیری EC از دستگاه EC-meter و برای اندازه گیری CCE از تیتراسیون با NaOH (Jackson, 1985) استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS استفاده شد. همچنین برای تحلیل داده‌های توپوگرافی از نرم افزار ArcGIS استفاده شد. از شاخص‌های آماری نظیر، میانگین، انحراف معیار، میانگین رتبه‌ای، فاصله ماهالانوبیس، آزمون t-test با گروهای مستقل و من ویتنی یو استفاده شد.

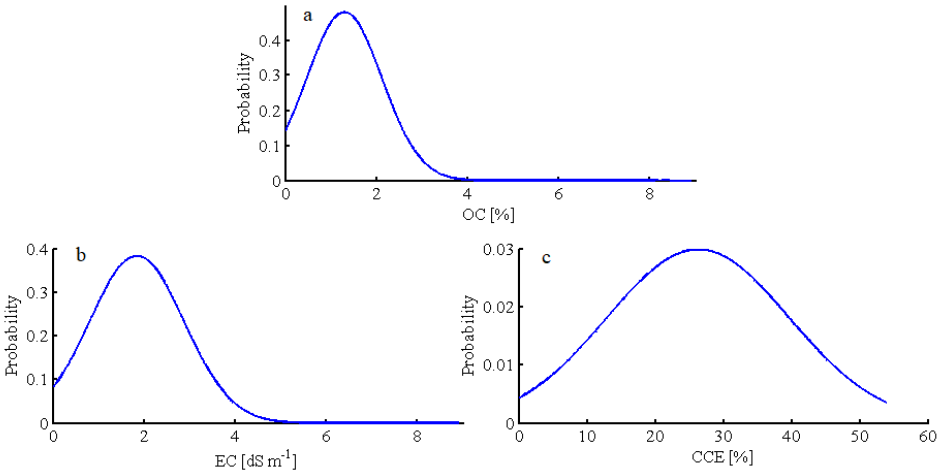
نتایج و بحث

آزمایش خاک

توابع چگالی احتمالی ذرات شن و توزیع بافت خاک‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطور که شکل نشان می‌دهد، کلاس بافت بیشتر خاک‌های مورد بررسی، از نوع رس، لوم رسی و لوم هستند. خاک رس و شن دارای توزیع نرمال با مقادیر متوسط ۳۶ و ۳۲ درصد می‌باشند و مقادیر چولگی دو شاخص CCE و EC به ترتیب برابر ۰/۰۸ و ۰/۰۲- است که نشان دهنده توزیع نرمال مقادیر این دو شاخص است. توزیع مقادیر OC غیر نرمال است و مقدار چولگی آن برابر ۲/۸۷ است. خاک‌های مورد بررسی با میانگین هدایت الکتریکی ۱/۸۳ دسی زیمنس (dS m-1) عمدتاً به عنوان خاک غیر شور هستند که اثر شوری ناچیز را روی گیاهان زراعی نشان می‌دهند (Shahid and ur Rahman, 2016). در این بررسی، خاک‌های مورد بررسی دارای میانگین کربن ارگانیک ۱/۲۹ درصد هستند که به عنوان خاک‌های ضعیف طبقه بندی می‌شوند(Youcai, 2018). بر اساس مقادیر CCE، خاک‌های مورد مطالعه جز خاک‌های آهکی هستند که دارای ارزش CCE بالاتر از ۱۵ درصد می‌باشند (Chesworth et al., 2008). این نوع خاک‌ها به طور کلی محتوای ماده آلی کم و نیتروژن ندارد. از سوی دیگر، فسفر و ریزمغذی‌ها اغلب در خاک‌های آهکی کمبود دارند.



شکل ۱. توابع چگالی احتمالی شن (a) رس (b) و توزیع بافت خاک‌ها (c) طبق مثلث خاک USDA



شکل ۲. توابع چگالی احتمالی OC (a)، EC (b) و CCE (c)

جدول ۱ داده‌های آزمایش خاک مربوط به مزارع با کشاورزی حفاظتی (n1 = 43) و مزارع بدون کشاورزی حفاظتی (n1 = 44) را نشان می‌دهد. برای اطمینان از فرض همگنی واریانس دو نمونه (Homogeneity of the variance)، و همچنین عدم وجود داده‌های پرت در توزیع داده‌ها برای شاخص‌های EC (dS m-1)، CCE، OC، شن (درصد)، سیلت (درصد) و رس (درصد)، از فاصله ماهالونوبیس برای حذف داده‌های پرت استفاده شد، اندازه های فاصله ماهالونوبیس بیشتر از ۱۱/۰۵ با درجه آزادی برابر با ۵ (تعداد شش پارامتر مورد بررسی منهای ۱) برای حذف داده‌های پرت مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱. آزمون تی استیودنت برای مقایسه شاخص کیفیت خاک دو گروه مزارع کشاورزی حفاظتی و غیر حفاظتی

Sig.	df	t	حدود پایین و	اختلاف خطای استاندارد	Sig.	F	میانگین (معیار انحراف)	n

					بالا			
سیلت	۸۷	۳۲/۵۴ (۵/۶۴)	۳/۸۷	۵ درصد	۲/۰۹ (۱/۱۸)	-۰/۲۷ (۴/۴۵)	۱/۷۵	۸۵	۰/۰۸
رس	۸۷	۳۲/۵۴ (۵/۶۴)	۳/۸۷	۵ درصد	۲/۰۹ (۱/۱۸)	-۰/۲۷ (۴/۴۵)	۱/۷۵	۸۵	۰/۰۸

پس از حذف داده‌های پرت، یک آزمون مقایسه‌ای پارامتری (یعنی t-test با گروه های مستقل) استفاده شد. نتایج نشان داد که تنها مقادیر سیلت و رس ($F_{(df = 86)} = 3.87, P > 0.05$) فرض همگنی واریانس را برآورده می‌کنند و برای شاخص‌های دیگر (EC، CCE و OC) این فرض دیده نشد. بنابراین، به ما به طور مشخص اجازه داده شد تا آزمون نمونه مستقل برای خاک سیلت و خاک رس انجام شود، اگر چه نتایج نشان داد که تفاوت معناداری بین دو گروه مزارع با کشاورزی حفاظتی و مزارع با کشاورزی مرسوم وجود ندارد ($t_{(df = 86)} = 1.75$, p-value = 0.08, P> 0.05). نتایج آزمون ناپارامتری من ویتنی یو (Mann-Whitney U) برای مقایسه شاخص‌های EC، CCE، OC و شن در بین مزارع دارای کشاورزی حفاظتی و مزارع با کشاورزی مرسوم نشان می‌دهد که دو شاخص هدایت الکتریکی (Mann-Whitney U = 353, Z-score = 5.12, P <0.05) و کربن ارگانیک (Mann-Whitney U = 935.5, Z-score = 5.58, P <0.05) تفاوت معناداری بین دو گروه مزارع در سطح معناداری ۵ درصد دارد، علاوه بر این، تفاوت معناداری بین مقادیر CCE (Mann-Whitney U = 935.5, Z-score = -0.26, P> 0.05) و شن (Mann-Whitney U = 767, Z-score = -1.06, P> 0.05) وجود ندارد. (جدول ۲). عدم وجود تفاوت معنادار بین خاک رس، سیلت و ماسه، به عنوان ویژگی‌های کیفیت ذاتی مزارع مورد بررسی و همچنین محتوای CCE نشان می‌دهد که تفاوت های موجود ویژگی‌های کیفیت بالقوه برای شاخص‌های هدایت الکتریکی و کربن ارگانیک نتیجه اعمال مدیریت خاک در نتیجه اعمال کشاورزی حفاظتی بوده است. مطابق نتایج تجزیه واریانس، مقدار OC خاک از ۰/۹ درصد در مزارع با کشاورزی مرسوم به ۱/۷ درصد در مزارع حفاظتی افزایش و مقدار EC خاک از ۲/۴ دسی زیمنس بر متر در مزارع با کشاورزی مرسوم به ۱/۲ دسی زیمنس بر متر در مزارع حفاظتی کاهش یافت که نشان دهنده افزایش دو برابری مقدار OC و کاهش به نصف مقدار EC خاک می‌باشد که هر دو نشانگر بهبود شرایط خاک‌های مزارع در اثر اعمال کشاورزی حفاظتی هستند. لذا به نظر می‌رسد اعمال کشاورزی حفاظتی در مناطق فوق با موفقیت چشمگیری همراه بوده است و می‌توان با جدیت بیشتر جهت ترغیب دیگر کشاورزان منطقه که علاقه‌ای به انجام کشاورزی حفاظتی نشان نداده‌اند پرداخت.

جدول ۲. آزمون من ویتنی یو برای مقایسه شاخص کیفیت خاک دو گروه مزارع کشاورزی حفاظتی و غیر حفاظتی

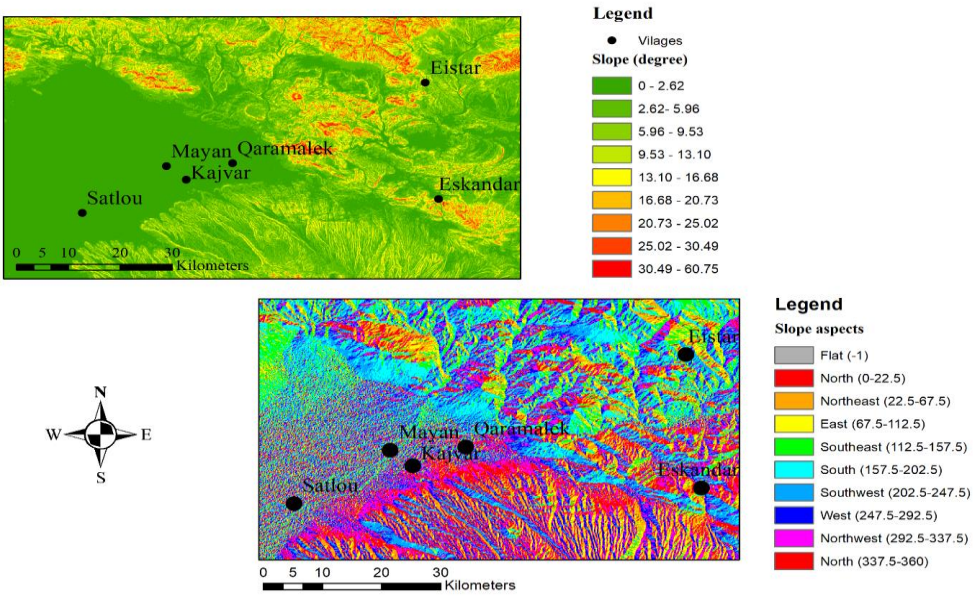
	مزارع کشاورزی حفاظتی (۴۹/۴۲ درصد) ۴۳	مزارع کشاورزی غیر حفاظتی (۵۰/۵۸ درصد) ۴۴	Mann-Whitney U(Z-score)	Sig.
	میانگین رتبه‌ای (مجموع رتبه‌ها)	میانگین رتبه‌ای (مجموع رتبه‌ها)		
EC (dS m^{-1})	۳۰/۵۲ (۱۳۴۳)	۵۸/۴۸ (۲۵۷۳)	۳۵۳* (۵/۱۲)	$p < .05$
CCE (%)	۴۳/۷۶ (۱۹۲۵/۵)	۴۵/۲۴ (۱۹۹۰/۵)	۹۳۵/۵ (-۰/۲۶)	$p > .05$
OC (%)	۵۹/۷۲ (۲۶۲۷/۵)	۲۹/۲۸ (۱۲۸۸/۵)	۲۹۸/۵* (۵/۵۸)	p < .05
Sand (%)	۳۹/۹۳ (۱۷۵۷)	۴۹/۰۷ (۲۱۵۹)	۷۶۷ (-۱/۶)	$p > .05$

* در سطح کمتر از ۵ درصد معنادار است.

داده‌های توپوگرافی

ارزیابی داده‌های توپوگرافی که در نرم افزار ArcGIS انجام شد، نشان داد که مزارع دارای کشاورزی حفاظتی دارای ویژگی‌های توپوگرافی یکنواخت‌تری نسبت به مزارع دارای کشاورزی مرسوم هستند و این مزارع در مناطق با شیب کمتر از ۵ درصد واقع شده‌اند (شکل ۳). بنابراین، این نشان می‌دهد که مواد آلی پایین خاک در مزارع با کشاورزی مرسوم ممکن است ناشی از عدم بکارگیری شیوه‌های کشاورزی حفاظتی که با هدف حفظ ۳۰ درصد از بقایای محصولات از سال گذشته، شرایط طبیعی و تفاوت‌های توپوگرافی بوده است، باشد. به علاوه، با توجه به شیب یکنواخت و ارتفاع کم برای مزارع کشاورزی حفاظتی (دریافت مقدار تابش کمتر)، از دست دادن مواد مغذی (Nutrient loss) در این مزارع نسبت به مزارع با کشاورزی مرسوم که در ارتفاعات بالاتر قرار دارند، کمتر است. علاوه بر این، حفظ بقایای محصول در سطح خاک مزرعه به عنوان مالچ عمل می‌کند و با انعکاس تابش

خورشید، از تجزیه و پوسیدگی زودهنگام مواد آلی خاک جلوگیری کرده و این کمک می‌کند تا مواد آلی به شکل تدریجی در اختیار محصول قرار بگیرد و به حفظ ساختار خاک نماید.



شکل ۳. درجه شیب کلی مزارع کشاورزی حفاظتی

نتیجه‌گیری

تحقیق نشان داد که دو شاخص هدایت الکتریکی و کربن ارگانیک در دو گروه از مزارع با کشاورزی حفاظتی و غیر کشاورزی حفاظتی تفاوت معناداری در سطح ۵ درصد دارند که این تفاوت ناشی از اعمال مدیریت کشاورزی حفاظتی می‌باشد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که طرح کشاورزی حفاظتی در مقیاس وسیع در مزارع ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی و مزارع کشاورزان ترویج و عملیاتی شود. برای تحقیقات آینده نیز لازم است تأثیر طرح های کشاورزی حفاظتی بر تولید و درآمد کشاورزی مورد بررسی قرار بگیرد.

منابع

اسدی سریزدی، ع.، ویسی، ه.، میرزایی تالار پشتی، ر.، لیاقتی، ه. و خوشبخت، ک. ۱۳۹۶. ارزیابی عملکرد و پایداری کشت ذرت علوفه‌ای تحت‌روش‌های مختلف خاکورزی و مدیریت بقایا. کشاورزی بوم شناختی، ۷ (۲)، ۱۶-۱.

روستا، م.ج. ۱۳۸۸. تاثیر روش‌های مختلف خاکورزی بر میزان ماده آلی و پایداری خاکدانه‌ها. پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۲۳ (۱)، ۶۷-۶۱.

سازمان جهاد کشاورزی ۱۳۹۶. کشاورزی حفاظتی در ۷۲۰ هکتار از اراضی شهرستان تبریز اجرا می‌شود.

سیدی، م. و حمزه ئی، ج. ۱۳۹۶. تاثیر خاک ورزی حفاظتی و مرسوم بر تنوع زیستی علف‌های هرز و کارایی مصرف آب و نیتروژن در تک کشتی و کشت مخلوط افزایشی سویا با آفتابگردان. کشاورزی بوم شناختی، ۷ (۲)، ۱۳۳-۱۲۰.

ari Meydani, J., Rahmati, M., Karimi, E., Aliloo, A.A. 2014. Dryland soil water storage susceptibility to different soil tillage practices under Vetch-Wheat crop rotation. Azarian Journal of Agriculture. (1)1, 18-24.

Chesworth W., Camps Arbestain M., Macías F. 2008. Calcareous Soils. In: Chesworth W. (eds) Encyclopedia of Soil Science. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Dordrecht.

Gee, G.W., Or, D. 2002. 2.4 Particle-size analysis. Methods of soil analysis. Part, 4: 255-293.

Jackson, M.L. 1985. Soil Chemical Analysis: Advanced Course. A Manual of Methods Useful for Instruction and Research in Soil Chemistry, Physical Chemistry of Soil, Soil Fertility, and Soil Genesis. 2end Edition. Board of Regents of the University of Wisconsin System, USA.

Kouselou, M., Hashemi, S., Eskandari, I., McKenzie, B. M., Karimi, E., Rezaei, A., Rahmati, M. 2018. Quantifying soil displacement and tillage erosion rate by different tillage systems in dryland northwestern Iran. Soil Use and Management, 34(1), 48-59.

Nelson, D., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties: 539-579.

Rahmati, M., Neyshabouri, M. R., Oustan, S., Moghadam, M., Feiziasl, V. 2011. Impact of changing crop rotation to continuous wheat on soil characteristics in semiarid areas. African Journal of Agricultural Research, 6(16), 3783-3788.

Shahid, S.A., ur Rahman, K. 2016. Soil salinity development, classification, assessment, and management in irrigated agriculture. In Handbook of plant and crop stress (pp. 46-62). CRC Press.

Shaxson, F., Barber, R. (2003). Optimizing soil moisture for plant production: The significance of soil porosity. Rome, Italy: UN-FAO.

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

The effects of conservation agriculture initiatives on soil quality: the case of study of villages in Tabriz city

Bijan Abadi[*1], A., Yadollahi[2], A., Bybordi, [3] Rahmati, M [4]

[1] Assistant Prof, Biosystem Engineering Department, Faculty of Agriculture University of Maragheh, Iran
2 M. Sc. Student., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Maragheh, Iran
3 East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Iran
4 Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Maragheh, Iran

Abstract

Amongst the agricultural policy initiatives in Iran, conservation agriculture (CA) has been applied with the goal of preserving soil resources, managing droughts, and maintaining the production and income of farmers. An example of these projects was carried out in 10 villages of Tabriz city with a total area of 720 hectares. This study assesses the impact of CA on soil quality characteristics and to takes advantage of data respecting soil quality indicators from farms with CA (n1 = 43) and non-CA (n1 = 44). When soils were sampled, the soil texture (clay, silt, and sand separates) was by hydrometer method, the OC by using a wet oxidation method, electrical conductivity (EC) with the EC-meter, and the carbonate calcium equivalent (CCE) by titration with NaOH. The results of analysis of variances show that soils of farms with conventional and conservation agricultural are significantly different in terms of EC and OC index at 5% level, so that the soil OC from 0.9% in farms with conventional agriculture increased to 1.7 % in farms with conservation agriculture, and the soils EC decreased from 2.4 dS m^{-1} in farms with conventional farming to 1.2 dS m^{-1} in farms with conservation agriculture. However, the results show that there is no significant difference between the CCE and the soil texture among the two groups of farms. Considering that the OC and EC indices have more dynamic conditions than CCE or soil texture, it seems that the application of conservation agriculture expectedly has improved the dynamics section of the soil quality. In conclusion, it is suggested that a large-scale agricultural protection scheme be promoted and operated at agricultural research stations and farmland farms.

Keywords: Conservation agriculture, Organic carbon, Soil dynamics quality, Sustainable soil management.

[*] Corresponding author, Email: abadi@maragheh.ac.ir , abadi.bijan@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تهیه شاخص‌های کیفیت خاک به منظور ارزیابی تاثیر کاربری‌های دیم و آبی در استان زنجان

سمیه حمیدی نهرانی[۱]، محمدصادق عسکری[۲*]، سعید سعادت[۳]، محمدامیر دلاور[۴]، مهدی طاهری[۵]، نیکولاس هلدن[۶]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۲] استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان (مکاتبه کننده)

[۳] عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

[۴] دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۵] استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، استان زنجان

[۶] استاد دانشگاه دوبلین، شهر دوبلین، ایرلند

چکیده

این تحقیق با هدف ارزیابی کمی کیفیت خاک در اراضی کشاورزی استان زنجان انجام شد. ویژگی‌های خاک در ۷۷ مزرعه در استان زنجان شامل ۲۷ مزرعه با کاربری کشاورزی آبی و ۵۰ مزرعه با کاربری دیم در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. ۱۵ ویژگی خاک برای تعیین شاخص کیفیت مورد استفاده قرار گرفت. امتیازدهی ویژگی‌های انتخاب شده بین دو کاربری با استفاده از توابع امتیازدهی خطی و غیرخطی انجام شد و در نهایت دو شاخص کیفیت خاک با استفاده از روش تجمعی تعیین شد. شاخص تعیین شده با روش امتیازدهی غیرخطی بین دو کاربری اختلاف معنی‌دار نداشت. شاخص کیفیت تجمعی با روش امتیازدهی خطی دقت بالاتری ($p< ۰/۰۱$) برای ارزیابی کیفیت خاک در دو کاربری دیم و آبی داشت. شاخص کیفیت خطی در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر در کاربری آبی (۰/۶۴) به طور معنی‌داری بالاتر از کاربری دیم (۰/۵۵) بود. روش به‌کار رفته برای تعیین شاخص‌های کیفیت خاک در این تحقیق می‌تواند برای ارزیابی کمی کیفیت خاک در خاک‌های مناطق نیمه‌خشک مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: مدیریت خاک، کیفیت خاک، کشاورزی، تحلیل چند متغیره.

مقدمه

کیفیت خاک، به عنوان ظرفیت خاک برای انجام نقش‌های مربوط به آن در داخل مرزهای کاربری اراضی و اکوسیستم که تولید بیولوژیکی و کیفیت زیست‌محیطی را حفظ می‌کند و سلامت گیاه، حیوان و انسان را ترقی می‌دهد تعریف می‌شود (Doran and Parkin, 1994). ارزیابی کمی کیفیت خاک با استفاده از شناسه‌های[۱] کیفیت خاک (ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک) صورت می گیرد (Toledo و همکاران ۲۰۱۳). شناسه‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، امتیازدهی شده و با ادغام شناسه‌ها، شاخص‌های کیفیت خاک تعیین می‌شوند (Masto و همکاران ۲۰۰۸). در پژوهشی تأثیر تغییر کاربری از مرتع به زراعی بر کیفیت خاک در اراضی خشک و نیمه‌خشک ایران بررسی شد. نتایج نشان داد که کربن آلی، هدایت الکتریکی و آنزیم آریل‌سولفاتاز مؤثرترین ویژگی‌ها برای ارزیابی تغییر کاربری بر کیفیت خاک بودند (Raiesi, 2017). در تحقیقی که توسط گرجی و همکاران (۱۳۹۶) در قزوین انجام شد شاخص کیفیت تجمعی کارایی بهتری برای ارزیابی کیفیت خاک داشت و شاخص کیفیت تجمعی در کاربری آبی (۰/۳۷) به‌طور معنی‌داری بالاتر از کاربری دیم (۰/۳۴) بود. بر اساس نتایج Nabiollahi و همکاران (۲۰۱۸) در استان کردستان، شاخص کیفیت تجمعی‌وزنی ارزیابی بهتری از شاخص کیفیت نمورو داشت و روش امتیازدهی غیرخطی کارایی بیش‌تری برای ارزیابی کیفیت خاک داشت. در تحقیقی دیگر که در اراضی کشاورزی استان قزوین انجام شد، روش‌های شاخص کیفیت تجمعی و شاخص کیفیت نمورو با کل ویژگی‌های مؤثر و حداقل ویژگی‌های مؤثر برای ارزیابی کیفیت خاک بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص کیفیت تجمعی با حداقل ویژگی‌های مؤثر ارزیابی قابل قبولی از کیفیت خاک ارائه کرد (Rahmanipour و همکاران ۲۰۱۴). نتایج محقق و همکاران (۱۳۹۵) در چهارمحال‌وبختیاری نشان داد که کربن آلی در کاربری کشت آبی (۱/۸۵ درصد) به‌طور معنی‌داری بالاتر از کاربری دیم (۰/۴۴ درصد) بود و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها نیز در کشت آبی بیش‌تر

[1]. Indicators

از کاربری دیم بود. استان زنجان یکی از قطب‌های مهم تولیدات کشاورزی در ایران محسوب می‌شود و دو کاربری دیم و آبی بخش وسیعی از اراضی استان را در بر گرفته است. در زمین‌های زراعی استان به دلیل عدم استفاده از روش‌های صحیح مدیریتی، حاصلخیزی خاک‌های زراعی حفظ نمی‌شود. افزون بر این، استفاده از اراضی کم‌بازده در کشاورزی، انجام روش‌های خاک‌ورزی مرسوم، بالا بودن نسبت اراضی دیم به آبی در سطح استان و تخریب پوشش گیاهی و آلودگی خاک از عوامل دیگری است که منابع خاک استان را دچار چالش جدی نموده است. بنابراین این پژوهش با هدف ارزیابی کمی کیفیت خاک در دو کاربری کشاورزی آبی و دیم در استان زنجان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در اراضی کشاورزی دیم و آبی در سطح کل استان زنجان در سال ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. این استان بین ´۱۰ °۴۷ تا ´۵ °۵۰ طول شرقی و ´۲۵ °۳۵ تا ´۱۰ °۳۷ عرض شمالی واقع است. رده‌بندی غالب خاک‌های مورد مطالعه بر اساس سیستم طبقه‌بندی آمریکایی اینسپتی‌سول می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه ۳۲۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۰/۹۴ درجه‌ی سانتی‌گراد است. محصول اصلی منطقه گندم با سطح زیر کشت ۳۴۴۲۷۰ هکتار می‌باشد. برای انجام تحقیق، ۱۵۴ نمونه‌ی خاک از ۷۷ پایگاه در سطح استان زنجان (۲۷ پایگاه آبی و ۵۰ پایگاه دیم) از عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک جمع‌آوری شد. به دلیل اهمیت کیفیت خاک زیرسطحی در عمق توسعه‌ی ریشه و ذخیره‌ی آب مورد نیاز گیاهان زراعی (Ball و همکاران ۲۰۱۵)، در این پژوهش دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر مورد مطالعه قرار گرفت. ویژگی‌های فیزیکی شامل بافت خاک به روش هیدرومتر، درصد سنگریزه به روش وزنی، جرم مخصوص ظاهری خاک به روش سیلندر، پایداری خاکدانه به روش الک تر و بر اساس میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار و میانگین هندسی قطر خاکدانه‌های پایدار (به منظور انتخاب روش مناسب‌تر هر دو ویژگی بررسی شد)، هدایت هیدرولیکی اشباع خاک با استفاده از روش بار افتان در نمونه‌های خاک دست‌نخورده اندازه‌گیری شدند. ضریب جذب‌پذیری آب خاک (Sorptivity) با استفاده از روش فیلیپ در مزرعه اندازه‌گیری شد. برای این منظور حجم مشخصی آب در داخل استوانه‌ای به قطر ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر ریخته شد و زمان لازم برای نفوذ آب ثبت شد. ضریب جذب‌پذیری از نسبت ارتفاع آب نفوذ یافته (در ابتدای فرایند نفوذ) به ریشه‌ی دوم زمان محاسبه شد. ویژگی‌های شیمیایی شامل پ‌هاش خاک در گل اشباع با استفاده از pH سنج و هدایت الکتریکی در عصاره‌ی گل اشباع با استفاده از EC سنج، کربن آلی به روش والکی-بلاک، نیتروژن کل به روش کجلدال، فسفر قابل دسترس به روش عصاره‌گیری با بی‌کربنات سدیم، پتاسیم قابل دسترس به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسید، سدیم محلول با استفاده از فلیم‌فتومتر، کلر، سولفات و بی‌کربنات محلول (جهت بررسی کیفیت شیمیایی خاک) با استفاده از روش تیتراسیون و نسبت جذب سدیم در عصاره‌ی اشباع خاک اندازه‌گیری شدند. عناصر سنگین شامل آهن، منگنز، روی، مس، کادمیوم و سرب قابل جذب (جهت بررسی آلودگی عناصر در خاک و عوامل محدود کننده رشد گیاه) به روش عصاره‌گیری با DTPA با استفاده از دستگاه جذب اتمی قرائت شدند. بر قابل دسترس به روش عصاره‌گیری با آب داغ و شاخص ذخیره‌ی کربن و نیتروژن به روش Simon و همکاران (۲۰۱۸) تعیین شدند. ویژگی‌های زیستی شامل تنفس میکروبی خاک با استفاده از شیشه‌های دربسته به مدت هفت روز اندازه‌گیری شد. کربن زیست‌توده‌ی میکروبی با استفاده از روش تدخین-استخراج و از اختلاف مقدار کربن آلی در خاک تدخین شده و تدخین‌نشده محاسبه شد. ضریب متابولیکی به صورت دی‌اکسیدکربن آزاد شده از تنفس هر واحد کربن زیست توده‌ی میکروبی در واحد زمان تعیین شد. شاخص سهم میکروبی از نسبت کربن زیست توده‌ی میکروبی به کربن آلی خاک محاسبه شد. تمام اندازه‌گیری‌ها در سه تکرار انجام شد. ویژگی‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از توابع امتیازدهی خطی و غیرخطی نمره‌دهی شدند (Askari and Holden, 2015). امتیازات ویژگی‌ها در نهایت با استفاده از روش تجمعی (رابطه‌ی ۱) ادغام و به صورت شاخص‌های کیفیت خاک محاسبه شد.

$$SQI_A = \sum_{i=1}^{n} S_i / n \qquad (۱)$$

که در آن SQI_A شاخص کیفیت تجمعی، S_i امتیاز ویژگی‌ها با روش‌های خطی و غیرخطی و n تعداد ویژگی‌ها است (Masto و همکاران ۲۰۰۸). در نهایت دو شاخص کیفیت خاک خطی و غیرخطی تعیین شد.

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. داده‌هایی که دارای توزیع نرمال نبودند با استفاده از روش‌های مرسوم نرمال شدند. آزمون t مستقل برای بررسی تأثیر دو کاربری دیم و آبی بر شاخص‌های کیفیت خاک و مقایسه میانگین داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد. امتیازدهی ویژگی‌ها و محاسبه‌ی شاخص‌ها با استفاده از نرم‌افزار اکسل انجام شد.

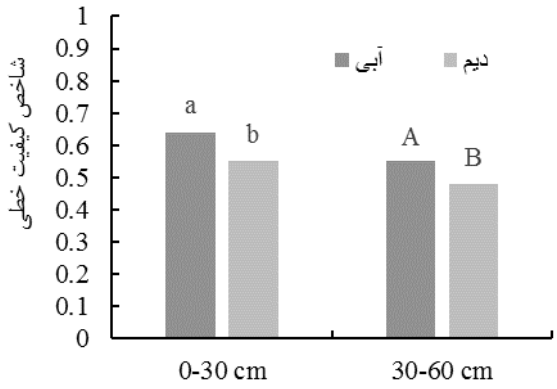
نتایج و بحث

از میان ۳۴ ویژگی اندازه‌گیری شده که بر اساس بررسی منابع به عنوان مهمترین ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک در منطقه تعیین شده بود، ۱۵ ویژگی بین دو کاربری اختلاف معنی‌دار داشتند. ویژگی‌های میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه‌های پایدار، کربن آلی، نیتروژن کل، کربن زیست-توده‌ی میکروبی، تنفس، شاخص ذخیره‌ی کربن و نیتروژن با استفاده از تابع "بیش‌تر بهتر است" به دلیل تأثیر مثبت این ویژگی‌ها در کیفیت خاک امتیازدهی شدند. ضریب متابولیکی، هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، سدیم محلول، کلر و بی‌کربنات با استفاده از تابع "کم‌تر بهتر است" به دلیل تأثیر منفی این ویژگی‌ها در کیفیت خاک امتیازدهی شدند. تابع "محدوده‌ی بهینه" برای روی قابل جذب خاک استفاده شد و محدوده‌ی بهینه معادل ۲-۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک در نظر گرفته شد (lima و همکاران ۲۰۱۳). نتایج نشان داد که شاخص کیفیت خطی در هر دو عمق مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری ($p< ۰/۰۱$) بین دو کاربری دیم و آبی داشت. اختلاف شاخص کیفیت غیرخطی بین دو کاربری معنی‌دار نبود (جدول ۱). روش امتیازدهی خطی در مقایسه با روش غیرخطی در پژوهش‌های دیگر نیز به عنوان روش مؤثرتری برای مقایسه‌ی شاخص‌های کیفیت خاک در کاربری‌های مختلف کشاورزی معرفی شده است (Guo و همکاران ۲۰۱۷).

جدول ۱- نتایج آزمون t برای شاخص‌های کیفیت خاک در دو کاربری دیم و آبی

شاخص‌های کیفیت	عمق (cm)	t	سطح معنی-داری
شاخص کیفیت خطی	۰-۳۰	۳/۳۸۹	۰/۰۰۲
	۳۰-۶۰	۳/۲۸۴	۰/۰۰۲
شاخص کیفیت غیرخطی	۰-۳۰	۱/۷۷۰	۰/۰۸۱
	۳۰-۶۰	۱/۳۶۸	۰/۱۷۹

مقایسه میانگین شاخص کیفیت خطی در بین دو کاربری دیم و آبی نشان داد که در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر شاخص کیفیت در کاربری آبی (۰/۶۴) به طور معنی‌داری بالاتر از کاربری دیم (۰/۵۵) بود. در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر نیز شاخص کیفیت خاک در کاربری آبی به طور معنی‌داری بالاتر از کاربری دیم بود (شکل ۱). این نتیجه می‌تواند به دلیل مقدار بیشتر ماده آلی و شرایط بهتر ویژگی های زیستی خاک در کاربری آبی باشد. گرجی و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که شاخص کیفیت تجمعی در کاربری آبی به‌طور معنی‌داری بالاتر از کاربری دیم بود. سیستم‌های مدیریتی مناسب‌تر در کاربری آبی در مقایسه با کاربری دیم، باعث افزایش کیفیت خاک شده است. در کاربری دیم استان زنجان مدیریت ضعیف زراعی مانند کشت متراکم و حذف بقایای گیاهی از سطح خاک منجر به کاهش کربن آلی و پایداری خاکدانه‌ها در مقایسه با کاربری آبی می‌گردد و در نتیجه کیفیت خاک کاهش می‌یابد.



شکل ۱- مقایسه میانگین شاخص کیفیت خطی در عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر در دو کاربری آبی و دیم

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش روش امتیازدهی خطی در مقایسه با روش غیرخطی کارایی بهتری برای ارزیابی کیفیت خاک داشت. شاخص تجمعی کیفیت خاک در کاربری کشاورزی آبی به طور معنی‌داری بالاتر از کاربری دیم بود. در کاربری دیم، استفاده از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی، افزایش بقایای گیاهی در سطح خاک، اجرای تناوب زراعی مناسب و استفاده‌ی متعادل از کودهای شیمیایی و کود دامی می‌تواند منجر به افزایش ذخیره‌ی کربن آلی خاک شده و کیفیت خاک را بهبود بخشد.

منابع

گرجی، م.، کاکه، ج.، علی‌محمدی، ع. ۱۳۹۶. ارزیابی کمی کیفیت خاک در کاربری‌های مختلف در بخشی از اراضی جنوب شرق قزوین. تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۸ (۵)، ۹۵۰-۹۴۱.

محقق، پ.، خوراسگانی، م.، محمدی، ج. ۱۳۹۵. تعیین حداقل مجموعه داده جهت ارزیابی کیفیت خاک مطالعه موردی حوضه آبخیز دریاچه چغاخور. نشریه آب و خاک، ۳۰ (۴)، ۱۲۳۲-۱۲۴۳.

Askari, M.S., and Holden, N.M. 2015. Quantitative soil quality indexing of temperate arable management systems. Soil and Tillage Research, 150, 57-67.

Ball, B.C., Batey, T., Munkholm, L.J., Guimarães, R.M.L., Boizard, H., McKenzie, D.C., Peigné, J., Tormena, C.A., Hargreaves, P., 2015. The numeric visual evaluation of subsoil structure (SubVESS) under agricultural production. Soil and Tillage Research 148, 85-96.

Doran, J.W., and Parkin, T.B. 1994. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: Doran J.W., and Jones A.J. (Eds.), Methods for Assessing Soil Quality. Special Publication 49. Soil Science Society of America, Madison, pp. 25–37.

Guo, L., Sun, Z., Ouyang Z., Han, D., and Li, F. 2017. A comparison of soil quality evaluation methods for Fluvisol along the lower Yellow River. Catena, 152, 135–143.

Lima, A.C.R., Brussaard, L., Totola, M.R., Hoogmoed, W.B., and de Goede, R.G.M. 2013. A functional evaluation of three indicator sets for assessing soil quality. Applied Soil Ecology, 64, 194–200.

Masto, R.E., Chhonkar, P.K., Singh, D., and Patra, A.K. 2008. Alternative soil quality indices for evaluating the effect of intensive cropping, fertilisation and manur-ing for 31 years in the semi-arid soils of India. Environmental Monitoring and Assessment, 136, 419–435.

Nabiollahi, K., Golmohamadi, F., aghizadeh-Mehrjardi, R., Kerry, R., and Davari, M. 2018. Assessing the effects of slope gradient and land use change on soil quality degradation through digital mapping of soil quality indices and soil loss rate. Geoderma, 318, 16–28.

Qi, Y., Darilek, J.L., Huang, B., Zhao, Y., Sun, W., and Gu, Z. 2009. Evaluating soil quality indices in an agricultural region of Jiangsu Province, China. Geoderma, 149, 325–334.

Raiesi, F. 2017. A minimum data set and soil quality index to quantify the effect of land use conversion on soil quality and degradation in native rangelands of upland arid and semiarid regions. Ecological Indicators, 75, 307-320.

Rahmanipour F., Marzaioli R., Bahrami H.A., and Fereidouni Z. 2014. Assessment of soil quality indices in agricultural lands of Qazvin Province, Iran. Ecological Indicators, 40: 19–26.

Toledo, D.M., Galantini, J., Dalurzo, H., Vazquez, S., and Bollero, G. 2013. Methods for assessing the effects of land use changes on carbon stocks of subtropical oxisols. Soil Science Society of America Journal, 77(5), 1542-1552.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Development of soil quality indices for evaluating the impact of irrigated and rain-fed land uses in Zanjan province

Hamidi Nehrani[1], S., Askari[2*], M.S., Saadat[2], S., Delavar[4], M.A., Taheri[5], M., Holden[5], N.M.

[1] PhD Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran
[2] Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran
[3] The member of scientific board, Soil and Water Research Institute (SWRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
[4] Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran
[5] Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Zanjan Province, Iran
[5] Professor, University College Dublin, Dublin, Ireland

Abstract

This study was conducted to evaluate soil quality in agricultural lands of Zanjan province. Soil properties were measured in 77 sites containing 27 irrigated and 50 rainfed land uses at 0-30 and 30-60 cm depths. 15 soil properties were used to identify soil quality index. Scoring of soil properties was performed using linear and non-linear functions and two soil quality indices were calculated using the additive method. The non-linear index had no significant difference between the two land uses. The linear additive index showed higher accuracy ($p< 0.01$) to assess soil quality in irrigated and rainfed land uses. The linear soil quality index at 0-30 cm depth, was significantly higher in irrigated land use (0.64) than rainfed land use (0.55). The method used to determine the soil quality index in this study can be used for quantitative evaluation of soil quality in semi-arid areas.

Keywords: Soil management, soil quality, agriculture, multivariate analysis.

[*] Corresponding author, Email: askari@znu.ac.ir