نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۸، ص. ۲۸۸-۲۷۵

Journal of Water and Soil
Vol. 33, No. 2, May-Jun. 2019, p. 275-288

اثر مدیریت‌های مختلف زراعی بر برخی شاخص‌های فیزیکی کیفیت خاک

ارسلان صادقیان[۱]- غلام عباس صیاد[۲]- احمد فرخیان فیروزی[۳*]- مجتبی نوروزی مصیر[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۰۶

چکیده

خاک از جمله منابع طبیعی دیر تجدید شونده است که تخریب و یا حفاظت آن بستگی به نحوه استفاده و مدیریت اراضی دارد. مدیریت‌های زراعی مختلف تأثیرات متفاوتی بر شاخص‌های کیفی خاک می‌گذارند. در این تحقیق اثر مدیریت‌های زراعی‌های مختلف بر برخی از شاخص‌های فیزیکی کیفیت خاک شامل مقدار مواد آلی، تخلخل، جرم مخصوص ظاهری، پایداری خاکدانه، ظرفیت آب قابل دسترس، مقاومت فروروی، هدایت هیدرولیکی اشباع و شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف) مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور سه مزرعه با مدیریت‌های زراعی مختلف شامل سیستم تک کشتی- حذف بقایای گیاهی، تناوب زراعی- حذف بقایای گیاهی و تک کشتی-حفظ بقایا گیاهی در سطح انتخاب شدند. آزمایشی در قالب طرح آماری بلوک‌های تصادفی با چهار تکرار صورت گرفت. نتایج تجزیه و تحلیل واریانس نشان داد که نوع مدیریت زراعی در سطح احتمال یک درصد بر همه پارامترهای فیزیکی مورد مطالعه اثر معنی‌دار داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در روش مدیریت زراعی تک کشتی- حذف بقایای گیاهی، مقدار جرم مخصوص ظاهری (۱/۳۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و مقاومت فروروی خاک (۰/۴۰ مگاپاسکال) بیشتر از تیمارهای دیگر بود، در حالی‌که بیشترین مقدار مواد آلی (۱/۰۳۸ ٪)، تخلخل (۵۵/۷ درصد)، میانگین وزنی قطر خاکدانه (۱/۰۴ میلی‌متر)، شاخص پایداری خاکدانه‌ها (۲۸ درصد)، ظرفیت آب قابل دسترس (۰/۱۵ درصد)، هدایت هیدرولیکی اشباع (۴۶/۱۷ سانتی‌متر بر ساعت) و شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف (۰/۰۵۳) در تیمار سیستم تک کشتی-با حفظ بقایای گیاهی مشاهده شد. به طور کلی نتایج این پژوهش نتایج نشان داد که سیستم تک کشتی-با حفظ بقایا گیاهی در افزایش کیفیت فیزیکی خاک نقشی بسزایی دارد.

واژه‌های کلیدی: سیستم تک کشتی- با حفظ بقایا، سیستم تناوب زراعی- حذف بقایای گیاهی، سیستم تک کشتی- حذف بقایای گیاهی، شاخص‌های کیفیت خاک

مقدمه

کیفیت خاک به ظرفیت خاک در حفظ باروری بیولوژیکی، پایداری در تولید و عملکرد گیاهان اطلاق می‌گردد (۹). با توجه به اینکه وسعت محدودی از خاک‌های جهان برای تولید محصولات کشاورزی مناسب هستند و این محدودیت در مناطق خشک و نیمه خشک شدیدتر است، حفظ کیفیت خاک برای تولید پایدار غذا در خاک ضروری است. به کارگیری روش‌های مدیریتی نادرست می‌تواند کیفیت خاک‌های مناسب را از طریق فرسایش، آلودگی و تخریب فیزیکی کاهش دهد (۱). برای مدیریت پایدار خاک ضروری است که کیفیت خاک همواره مورد ارزیابی گردد. کیفیت خاک را نمی‌توان به‌طور مستقیم اندازه‌گیری کرد، بلکه باید آن را از شاخص‌های کیفیت خاک استنتاج نمود. بهبود کیفیت خاک می‌تواند از راه حفظ یا بهبود هم‌زمان ویژگی‌های فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی باشد (۲). کاهش کیفیت فیزیکی خاک اثراتی زیان‌بار بر کیفیت بیولوژیکی و شیمیایی خاک نیز دارد و در نهایت موجب فروسایی کیفیت خاک می‌گردد (۸).

یکی از عوامل مؤثر بر شاخص‌های کیفیت خاک، مدیریت‌های زراعی است. مدیریت زراعی یکی از ارکان اصلی تولید در کشاورزی است، زیرا این روش با تاثیر مستقیم بر ویژگی‌های خاک در بلند مدت نقش به‌سزایی در افزایش یا کاهش محصولات زراعی در یک منطقه دارد. از دیرباز روش‌هایی چون سوزاندن بقایای گیاهی، باقی گذاردن بقایا بر سطح خاک (خاکپوش)، جمع‌آوری بقایا از سطح مزرعه و شخم بقایا در خاک (خاک‌ورزی) جهت مدیریت بقایای گیاهان مطرح بوده است. هم‌چنین به دلیل محدودیت منابع حاصل‌خیز خاک و بهبود

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیاران و استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- نویسنده مسئول: (Email: a.farrokhian@scu.ac.ir
DOI: 10.22067/jsw.v33i2.69543

عملکرد محصول از روش‌های دیگر مدیریت‌های زراعی مانند مدیریت بقایا و تناوب زراعی استفاده می‌شود (۱۱). تفاوت در عملیات مدیریتی خاک معمولا سبب تغییر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک شده که در نتیجه آن وضعیت سلامت خاک تغییر می‌کند. اعمال هر یک از مدیریت‌های زراعی نتایج مختلفی بر شاخص‌های کیفیت خاک می‌گذارد. به طوری که باقی گذاشتن بقایا در سطح تاثیر مثبت بر روی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد (۱۳). طی پژوهشی میرزایی و محمودآبادی (۲۷) اظهار داشتند مخلوط کردن بقایای گیاهی (گندم، سویا و یا هر دو) با خاک تغییراتی چشم‌گیر در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ایجاد می‌کند. به طور کلی مدیریت بقایای گیاهی، طرز رفتار با پسماندهای حاصل از برداشت محصول است که از طریق روش‌های مختلفی اعمال می‌شود. از جمله این روش‌ها می‌توان به جمع‌آوری بقایا، باقی گذاشتن در سطح، مخلوط و یا دفن کردن در خاک و هم‌چنین سوزاندن آن‌ها اشاره کرد (۱۸). مخلوط کردن بقایای گیاهی با خاک یکی از روش‌های مدیریتی است که آثار مثبت قابل توجهی بر مقدار مواد آلی و بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک دارد. استفاده از بقایای گیاهی در اراضی کشاورزی، ساختمان و ظرفیت نگهداری آب در خاک را بهبود بخشیده و هم‌چنین میزان نفوذپذیری را افزایش می‌دهد (۵). به طور کلی، برگرداندن بقایا به خاک باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری، افزایش تخلخل و نفوذپذیری و هم‌چنین بهبود کارآیی مصرف آب در مزرعه می‌شود (۳۸). ساها و همکاران (۳۷) و هم‌چنین باروت و آکبولات (۳) دریافتند که اگر روش‌های خاک‌ورزی با مخلوط کردن بقایا توأم گردد، از طریق کاهش جرم مخصوص ظاهری و افزایش تخلخل باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک می‌شود. 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 (۱۷). نتایج پژوهشی که در خصوص تأثیر جمع آوری بقایای گندم از سطح خاک مزرعه انجام شده (۳۳) نشان می‌دهد که این روش در کوتاه مدت تأثیری معنی‌دار بر ویژگی‌های خاک ندارد، ولی در بلندمدت سبب کاهش ذخیره مواد آلی و تخریب ساختمان خاک می‌شود. نتیجه چنین وضعیتی، کاهش نفوذپذیری و افزایش شدت تولید رواناب است. حذف بقایای گیاهی بعد از برداشت محصول یکی از روش‌های نادرستی است که متأسفانه در برخی مناطق کشور رواج دارد (۲۲) بیشتر پژوهش‌های انجام شده در این زمینه (۱۸) دلالت بر اثرات نامطلوب این روش بر میزان مواد آلی و کاهش هدایت هیدرولیکی خاک داشته است، به طوری‌که در دراز مدت تولید پایدار محصولات زراعی را به خطر می‌اندازد. حیدری و همکاران (۱۳۹۲) اظهار کردند که در تیمار تک کشتی 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 (۱۹). نتایج مرادی و همکاران (۱۳۹۵) نیز نشان داد که با کاهش ماده آلی و پایداری خاکدانه، مقدار مقاومت فروروی به صورت لگاریتمی و نمایی با شیب زیاد افزایش می‌یابد (۲۹). البته در برخی پژوهش‌ها نیز گزارش شده که مدیریت زراعی اثری معنی‌دار بر مقدار ماده آلی و جرم مخصوص ظاهری خاک ندارد (۶). در مقایسه با جمع آوری بقایای محصول، نگهداری بقایا در سطح خاک از تشکیل سله و انسداد سطحی جلوگیری نموده و از این طریق نفوذپذیری خاک را افزایش می‌دهد. شاور و همکاران (۳۸) دریافتند که تناوب زراعی محصولاتی که زیست توده و بقایای بیشتری تولید و به سطح خاک باز می‌گردانند، باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری، افزایش تخلخل و بهبود ظرفیت نگهداشت آب می‌شوند. مولامبا و لال (۳۰) اثر مثبت کاربرد مالچ کاه و کلش گندم بر بهبود تخلخل خاک، میزان آب قابل استفاده، خاکدانه‌سازی و جرم مخصوص ظاهری را گزارش کردند. نظر به این‌که تاکنون پژوهش‌های اندکی تاثیر انواع مدیریت زراعی را بر شاخص‌های کیفیت خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور مورد ارزیابی قرار داده‌اند، لذا در این پژوهش تلاش بر آن بوده است تأثیر سه نوع مدیریت زراعی مختلف شامل تناوب زراعی-حذف بقایای گیاهی، سیستم تک کشتی-با حفظ بقایای گیاهی و سیستم تک کشتی-حذف بقایای گیاهی بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی کیفیت خاک شامل (مواد آلی، تخلخل، جرم مخصوص ظاهری، پایداری خاکدانه، ظرفیت آب قابل دسترس، مقاومت فروروی، هدایت هیدرولیکی اشباع و شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف) بررسی و مقایسه شود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در مزرعه آزمایشی شماره دو 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 از شاخص‌های کیفیت خاک (مواد آلی، تخلخل، جرم مخصوص ظاهری، پایداری خاکدانه، ظرفیت آب قابل دسترس، مقاومت فروروی، هدایت هیدرولیکی اشباع و شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف) بود. بدین منظور سه مزرعه با مدیریت‌های زراعی مختلف شامل سیستم تک کشتی-حذف بقایای گیاهی، تناوب زراعی-حذف بقایای گیاهی و تک کشتی-حفظ بقایای گیاهی انتخاب شدند. در تیمار تک کشتی-حذف بقایای گیاهی به مدت ۸ سال مداوم کشت گندم صورت گرفته بود. در تیمار تناوب، گندم و ماش به مدت ۲ سال در تناوب با یکدیگر کشت شدند و تیمار سیستم تک کشتی-با حفظ بقایای گیاهی به مدت ۱۰ سال زیر کشت گندم بود که ۱۰ تن

در هکتار از بقایای گیاه گندم پس از برداشت با خاک مخلوط شدند. بدین منظور تعداد ۱۲۰ نمونه خاک (از هر مزرعه ۴۰ نمونه) با روش نمونه‌برداری سیستماتیک از عمق ۰ تا ۱۵ سانتی‌متری تهیه شد. نمونه‌های خاک پس از هواخشک شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. جرم مخصوص ظاهری از عمق ۱۵سانتی‌متری خاک با به کارگیری استوانه‌های نمونه‌برداری (با حجم تقریبی ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب) و تهیه نمونه دست نخورده و خشک کردن آنها در دمای ۱۰۵° در آون به‌دست آمد (۲۱). برای اندازه‌گیری جرم مخصوص حقیقی خاک از روش پیکنومتر استفاده شد (۲۱). تخلخل کل با استفاده از جرم مخصوص حقیقی و جرم مخصوص ظاهری خاک و با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$n = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_p}\right) \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن n تخلخل کل، ρ_b و ρ_p به ترتیب جرم مخصوص ظاهری و جرم مخصوص حقیقی خاک می‌باشد (۲۰).

برای اندازه‌گیری رطوبت ظرفیت زراعی از هر بلوک یک قطعه ۱×۱ متر مربع مشخص شده و از بقایای گیاهی پاک و کاملا اشباع گردید. به منظور جلوگیری از تبخیر سطحی آب از خاک، روی قطعه مورد نظر با استفاده از پلاستیک پوشانده شده و رطوبت وزنی ظرفیت زراعی با استفاده از روش تهیه نمونه‌های خاک از عمق ۱۰ سانتی‌متری و خشک کردن آن در آون تا زمان ثابت ماندن رطوبت اندازه‌گیری شد (۷). رطوبت نقطه پژمردگی (PWP) با قرار دادن نمونه‌های خاک در دستگاه صفحات فشاری در مکش ۱۵ اتمسفر به دست آمد (۲۰). در نهایت ظرفیت آب قابل استفاده (AWC) با استفاده از رابطه ۲ به صورت زیر به‌دست آمد.

$$AWC = \left(\frac{\theta_{FC} - \theta_{PWP}}{100}\right) \times D \times \frac{\rho_b}{\rho_w} \qquad (۲)$$

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.

مقاومت فروروی[1] به طور مستقیم در مزرعه با استفاده از دستگاه فروسنج مخروطی (Bongshin DBBP-100, Korea) در رطوبت ظرفیت زراعی اندازه‌گیری شد. هدایت هیدرولیکی اشباع خاک به روش بار افتان با پنج بار تکرار اندازه‌گیری شد (۲۱). میانگین قطر خاکدانه ها[2] به روش الک تر اندازه‌گیری شد (۲۱). شاخص درصد پایداری خاکدانه‌ها[3] 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 (۳۲) و با استفاده از رابطه ۳ به‌دست آمد:

$$ASI = \frac{MWD_2}{MWD_1} \times 100 \qquad (۳)$$

شیب نقطه عطف منحنی رطوبت، شاخص دکستر (S) می باشد که به عنوان شاخص کمی کیفیت فیزیکی خاک ارزیابی می‌شود. برای به دست آوردن شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف از داده‌های منحنی نگهداری رطوبت استفاده شد. جهت تعیین پارامترهای مدل منحنی رطوبتی وان گنوختن (۴۱) از برنامه RETC (۴۲) استفاده شد. بدین منظور ویژگی‌های زودیافت خاک شامل درصد شن، سیلت و رس، جرم مخصوص ظاهری، رطوبت ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی به عنوان ورودی به برنامه داده شدند. در این برنامه با استفاده توابع انتقالی شبکه عصبی موجود در آن پارامترهای معادله منحنی رطوبتی $(\theta_r, \theta_s, \alpha, n, m)$ برآورد شدند. سپس با استفاده از معادله زیر شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف بدست آمد.

$$S = \left| -n(\theta_s - \theta_r) \right| \left[\frac{2n-1}{n-1}\right]^{\frac{1}{n}-2} \qquad (۴)$$

که در آن، θ_s رطوبت اشباع خاک، θ_r رطوبت باقیمانده خاک است و n ضریب تجربی که شکل منحنی رطوبتی را تعیین می‌کند (۹).

این آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تیمار (نوع مدیریت زراعی) و ۴ بلوک یا تکرار (هر بلوک شامل ۱۰ نمونه) انجام گرفت که مجموعا شامل ۱۲۰ نمونه برداشت شد. برای مقایسه اثر مدیریت‌های مختلف زراعی بر شاخص‌های فیزیکی کیفیت خاک از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی و آزمون مقایسه میانگین ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. از برنامه آماری SAS برای تجزیه و تحلیل داده‌های اندازه‌گیری شده استفاده شد. برای ترسیم نمودارها نیز از برنامه EXCEL استفاده گردید.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اولیه خاک‌های مورد مطالعه

نتایج ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

1- Penetration resistance

2- MWD
3- ASI

نشان داد که بافت خاک در هر سه تیمار مدیریت زراعی لوم شنی بود. همچنین با آنالیز درصد اندازه ذرات خاک مشخص شد که مدیریت تک کشتی-حذف بقایای گیاهی دارای ۵۰ درصد شن، ۵ درصد رس و ۴۵ درصد سیلت، مدیریت تناوب زراعی-حذف بقایای گیاهی دارای ۴۶ درصد شن، ۶ درصد رس و ۴۸ درصد سیلت و مدیریت تک کشتی-حفظ بقایای گیاهی دارای ۴۷ درصد شن، ۶ درصد رس و ۴۷ درصد سیلت بود. هم‌چنین مقدار پ.هاش در مدیریت تک کشتی-حذف بقایای گیاهی، تناوب زراعی- حذف بقایای گیاهی و تک کشتی-حفظ بقایای گیاهی به ترتیب برابر با ۷/۳، ۶/۸ و ۶/۶ بود. مقدار هدایت الکتریکی برای تیمارهای فوق به ترتیب برابر با ۳/۵، ۳/۲ و ۲/۸ دسی زیمنس بر متر بود. هم‌چنین ماده آلی تیمارهای فوق به ترتیب برابر با ۰/۶، ۰/۸ و ۱/۰۳۸ درصد بود (جدول ۱).

اثر نوع مدیریت زراعی بر شاخص‌های کیفیت

نتایج تجزیه وتحلیل واریانس نشان داد که نوع مدیریت زراعی بر مقدار مواد آلی، تخلخل کل، جرم مخصوص ظاهری، میانگین وزنی قطر خاکدانه، شاخص پایداری خاکدانه، ظرفیت آب قابل دسترس، مقاومت فروروی، هدایت هیدرولیکی اشباع و شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جداول ۲ و ۳).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اولیه خاک‌های مورد مطالعه

Table 1- Physical and chemical properties of the studied soils

مدیریت زراعی مختلف Different agronomic management	بافت خاک Soil texture	شن Sand (%)	رس Caly (%)	سیلت Silt (%)	پ.هاش pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	ماده آلی Organic matter (%)
تک کشتی- حذف بقایای گیاهی Monoculture-crop residual removal	لوم شنی	50	5	45	7.3	3.5	0.6
تناوب زراعی- حذف بقایای گیاهی Crop rotation-crop residues removal	لوم شنی	46	6	48	6.8	3.2	0.8
تک کشتی- حفظ بقایای گیاهی Monoculture-crop residual retention	لوم شنی	46	6	47	6.6	2.8	1.038

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر مدیریت‌های مختلف زراعی بر مواد آلی، تخلخل کل، جرم مخصوص ظاهری، میانگین وزنی قطر خاکدانه، شاخص پایداری خاکدانه

Table 2- Analysis of variance of different agronomic management organic matter, total porosity, bulk density, mean weight diameter, aggregate stability index

		میانگین مربعات Mean square				
منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	شاخص پایداری خاکدانه Aggregate stability index (ASI)	میانگین وزنی قطر خاکدانه Mean weight diameter (MWD)	جرم مخصوص ظاهری Bulk density	تخلخل کل Total porosity	مواد آلی خاک Soil organic matter (SOM)
بلوک Block	3	0.46^{**}	0.000198^{ns}	0.00009542^{ns}	0.135^{ns}	0.0000052^{ns}
مدیریت زراعی Agronomic management	2	94.96^{**}	0.122401^{**}	0.0015032^{**}	28.12^{**}	0.084786^{**}
خطا Error	6	0.018	0.00012025	0.00012875	0.18	0.000003
ضریب تغییرات (CV)	11	0.58	1.23	0.04	0.8	1.3

** و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ و عدم معنی‌داری می‌باشد.

** and ns indicate the significance at the level of 0.01 and not meaningful

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر مدیریت‌های مختلف زراعی بر ظرفیت آب قابل دسترس، مقاومت فروروی خاک، هدایت هیدرولیکی اشباع خاک و شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف

Table 3- Analysis of variance of different agronomic management on available water capacity, soil penetration resistance, soil saturated hydraulic conductivity and Dexter index

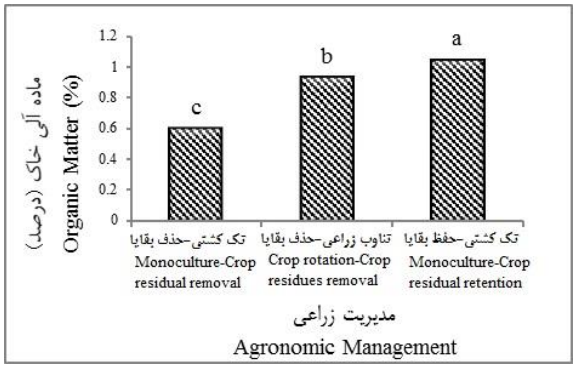
منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean square			
		شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف Dexter Index (S)	هدایت هیدرولیکی اشباع Saturated hydraulic conductivity (Ks)	مقاومت فروروی خاک Penetration resistance (PR)	ظرفیت آب قابل دسترس Available water capacity (AWC)
بلوک Block	3	0.00000008^{ns}	5.18^{**}	0.0000052^{ns}	0.00000414^{ns}
مدیریت زراعی Agronomic management	2	0.0012^{**}	563.12^{**}	0.084786^{**}	0.00179043^{**}
خطا Error	6	0.00000007	0.36	0.000003	0.00000485
ضریب تغییرات (CV)	11	1.23	1.86	0.75	1.63

** و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ و عدم معنی‌داری می‌باشد.

** and ns indicate the significance at P < 0.01 and non-significant.

اثر مدیریت زراعی بر مقدار مواد آلی خاک

نتایج آزمون مقایسه میانگین نشان داد تفاوت بین مدیریت‌های زراعی مختلف (تک کشتی–حفظ بقایا ، تناوب زراعی–حذف بقایای گیاهی و تک کشتی–حذف بقایای گیاهی) بر مقدار مواد آلی خاک در سطح یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین اثر سه نوع مدیریت زراعی مختلف بر شاخص‌های مورد بررسی نشان داد که بالاترین مقدار مواد آلی خاک (۱/۰۳۸ ٪) در مدیریت زراعی تک کشتی–حفظ بقایا مشاهده شد، هم‌چنین مقادیر به‌دست آمده درصد مواد آلی خاک در سیستم تناوب زراعی–حذف بقایای گیاهی (۰/۸٪) کمتر از روش مدیریت زراعی تک کشتی–حفظ بقایا و بیشتر از روش مدیریت تک کشتی–حذف بقایای گیاهی (۰/۶٪) بود (شکل ۱). نتایج نشان داد که عملیات حفاظتی خاک مانند سیستم تک کشتی–با حفظ بقایا و تناوب زراعی–حذف بقایای گیاهی در مقایسه با سیستم تک کشتی–حذف بقایای گیاهی توانست مقدار مواد آلی خاک را افزایش دهد. عباسی و همکاران (۱) با مقایسه اثر سیستم‌های مختلف خاکورزی بر شاخص‌های کیفیت خاک، علت حفظ بیشتر ماده آلی در تیمار بدون خاکورزی و خاکورزی حفاظتی را به ترتیب به عدم به هم خوردن خاک و به هم خوردگی کمتر خاک دانستند. همچنین بر پایه پژوهش‌های و بیر و همکاران (۴) در روش خاکورزی مرسوم، به هم خوردن خاک باعث تجزیه بیشتر و سریعتر بقایای گیاهی گشته و کربن و ازت موجود در ماده آلی خاک زودتر معدنی و در نتیجه ماده آلی سریعتر از دست می‌رود.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر نوع مدیریت زراعی بر ماده آلی خاک

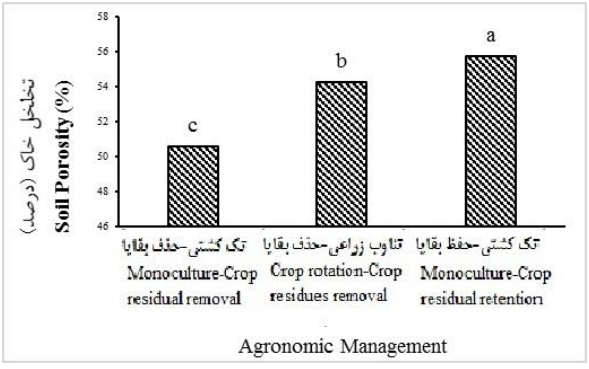
Figure 1- Comparison the effect of agronomic management methods on organic matter

اثر مدیریت زراعی بر تخلخل خاک

نتایج بدست آمده از آزمون تجزیه واریانس حاکی از آن بود که نوع مدیریت زراعی تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر میزان تخلخل خاک داشت (جدول ۲). همچنین نتایج آزمون مقایسه میانگین نشان داد تیمار سیستم تک کشتی-با حفظ بقایای گیاهی نسبت به سایر تیمارها باعث افزایش تخلخل (۵۵/۷ درصد) شد (شکل ۲). این در حالی است که در بررسی‌های صورت‌گرفته مشخص شد که در روش مدیریت زراعی تک کشتی مقدار تخلخل خاک ۵۰/۵۶ درصد است. از سویی دیگر مدیریت تناوب زراعی-حذف بقایای گیاهی اگرچه بر میزان تخلخل خاک تأثیر معنی‌داری را داشت، اما مقادیر به‌دست آمده میزان تخلخل آن (۵۴/۲۶ درصد) کمتر از روش سیستم تک کشتی-با حفظ بقایای گیاهی و بیشتر از روش مدیریت تک کشتی تک کشتی-حذف بقایای گیاهی بود. (شکل ۲) که دلیل این موضوع را می‌توان به افزایش مواد آلی حاصل از بقایای گیاهی نسبت داد. همانطور که اشاره شد بیشترین مقدار ماده آلی در سیستم تک کشتی-با حفظ بقایای گیاهی مشاهده گردید. مواد آلی حاصل باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک از جمله کاهش جرم مخصوص ظاهری شده که نتیجه آن افزایش تخلخل می‌باشد. همچنین مقادیر به‌دست آمده درصد مواد آلی خاک در سیستم تناوب زراعی-حذف بقایای گیاهی بیشتر از روش مدیریت تک کشتی-حذف بقایای گیاهی بود. علت آن وجود سیستم ریشه ای در تناوب زراعی گندم ماش است که نسبت به سیستم تک کشتی-حذف بقایای گیاهی ماده آلی بیشتری به خاک اضافه می گردد. این امر بیانگر اثر مواد آلی بر افزایش تخلخل در مدیریت تناوب زراعی است (۴۰). نتایج به‌دست آمده در این مورد با یافته‌های حیدری و همکاران (۱۸) مشابه است. آن‌ها دریافتند برگرداندن بقایا نسبت به تیمارهای شاهد و سوزاندن بقایا باعث افزایش معنی‌دار تخلخل کل شد. شاور و همکاران (۳۸) گزارش کردند که افزایش زیست توده حاصل از برگرداندن بقایا به خاک، تشکیل خاکدانه‌های درشت را به خصوص در ۲/۵ سانتی‌متری سطحی افزایش می‌دهد که این عمل همراه با افزایش تخلخل مؤثر بود. مقایسه شکل های ۱ و ۲ نشان می‌دهد که تیمارهای حاوی مقادیر بیشتر مواد آلی، تخلخل بیشتری دارند. به همین ترتیب کاهش نسبی تخلخل کل در تیمار تک کشتی-حذف بقایای گیاهی را می‌توان به کاهش میزان مواد آلی نسبت داد. باروت و اکبولات (۳) نیز به طور مشابهی گزارش کردند که میزان تخلخل در تیمارهای حاوی بقایای کاه و کلش محصول بیشتر از کرت‌های فاقد بقایا بود. مک‌کول و همکاران (۲۶) نشان دادند افزایش تخلخل کل باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌شود که در تیمارهای حاوی منابع آلی به وضوح مشاهده گردید. اوهیو و همکاران (۳۳) گزارش کردند مقدار خلل و فرج در خاک های با باقی گذاشتن بقایای گیاهی در سطح در سیستم خاک‌ورزی مرسوم ۴ برابر بیشتر از اراضی دیگر بود، در نتیجه باقی گذاشتن بقایای گیاهی در سطح موجب افزایش معنی‌دار تخلخل خاک شد.

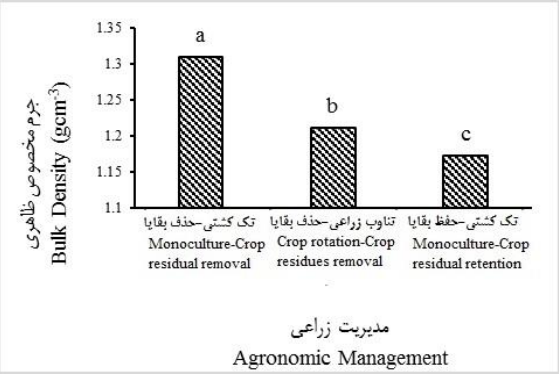
اثر مدیریت زراعی بر جرم مخصوص ظاهری خاک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع مدیریت زراعی تأثیری معنی‌دار در سطح یک درصد بر جرم مخصوص ظاهری خاک داشت (جدول ۲). مدیریت زراعی تک کشتی-حفظ بقایای گیاهی موجب کاهش جرم مخصوص ظاهری (۱/۱۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب) در مقایسه با تیمار تک کشتی-حذف بقایای گیاهی گردید. هم‌چنین نتایج آزمون مقایسه میانگین نشان داد تیمارهای بقایای گیاهی و تناوب زراعی-حذف بقایای گیاهی باعث کاهش چشم‌گیر جرم مخصوص ظاهری شد (شکل ۳). این در حالی بود که سیستم تک کشتی-حذف بقایای گیاهی افزایش جرم مخصوص ظاهری را در پی داشت.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر نوع مدیریت زراعی بر تخلخل خاک

Figure 2- Comparison the effect of agronomic management methods on soil porosity



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر نوع مدیریت زراعی بر جرم مخصوص ظاهری خاک

Figure 3- Comparison the effect of agronomic management methods on soil bulk density

در سه تیمار مدیریت زراعی مورد بررسی، بیشترین میزان کاهش (۱/۱۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و افزایش (۱/۳۱گرم بر سانتی‌متر مکعب) جرم مخصوص ظاهری خاک به ترتیب در تیمار تک کشتی-حفظ بقایای گیاهی و تیمار تک کشتی-حذف بقایای گیاهی مشاهده شد (شکل ۲). در سایر پژوهش‌های انجام شده در ایران (۲۷) و در سایر کشورها (۱۲ و ۴۳) نیز کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک در اثر افزودن مواد آلی به خاک گزارش شده است. یکی از دلایل کاهش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری در تیمار تک کشتی-حفظ بقایای گیاهی را می‌توان به مواد آلی بیشتر و در نتیجه تخلخل بیشتر در این تیمارها نسبت به تیمار مدیریت زراعی و تک کشتی نسبت داد. افزایش تخلخل کل باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌شود که در تیمارهای حاوی مواد آلی به وضوح مشاهده گردید. گرونیگن و همکاران (۱۴) کاهش جرم مخصوص ظاهری را در تیمار باقی گذاشتن بقایا در سطح خاک مشاهده کردند. با این وجود، یکی از دلایل کاهش بیشتر جرم مخصوص ظاهری در اثر مخلوط کردن بقایا نسبت به کاربرد سطحی آن‌ها، ترکیب بخش بیشتری از بقایا با خاک می‌باشد (۳۹)، که تأثیر بیشتری در بهبود ساختمان و افزایش تخلخل دارد. از طرفی تخریب خاکدانه‌ها و فقدان ماده آلی در سیستم تک کشتی می‌تواند دلیل افزایش جرم مخصوص ظاهری باشد. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با گزارش حیدری و همکاران (۱۹) نیز مطابقت دارد. نتایج آن‌ها نشان داد که کمترین مقدار جرم مخصوص ظاهری مربوط به تیمار برگرداندن بقایا و بیشترین آن مربوط به تیمار سوزاندن بقایا می‌باشد. موذنی (۲۸) دریافت حفظ بقایای گیاهی سبب افزایش رطوبت خاک، کاهش جرم مخصوص خاک و به تأخیر انداختن زمان رسیدن به حداکثر درز و ترک در خاک شد.

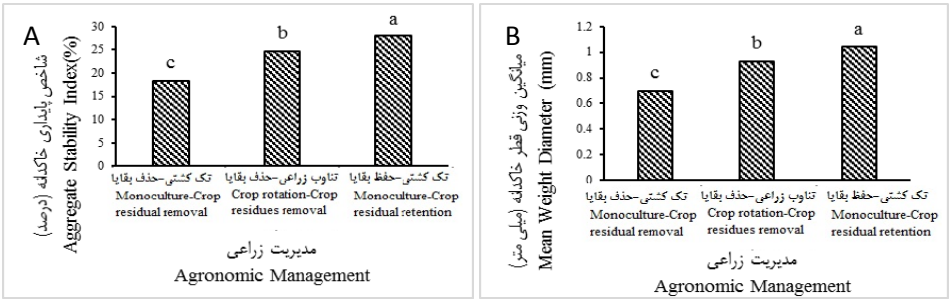
اثر مدیریت زراعی بر پایداری خاکدانه

جدول ۲ معنی‌دار بودن تیمارهای مختلف را از نظر توزیع اندازه خاکدانه‌ها و شاخص پایداری خاکدانه‌ها نشان می‌دهد. مقایسه میانگین مقادیر توزیع اندازه خاکدانه‌ها و شاخص پایداری خاکدانه‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بالاترین میزان میانگین وزنی قطر خاکدانه (۱/۰۴ میلی‌متر) و شاخص پایداری خاکدانه‌ها (۲۸ درصد) در مدیریت زراعی تک کشتی-حفظ بقایای گیاهی مشاهده شد. این در حالی است که در بررسی‌های صورت گرفته مشخص شد که روش مدیریت زراعی تک کشتی-حذف بقایای گیاهی موجب کاهش معنی‌دار میزان میانگین وزنی قطر خاکدانه (۰/۶۹ میلی‌متر) و شاخص پایداری خاکدانه (۱۸/۴ درصد) نسبت به تیمارهای دیگر شد. از آنجایی که در تیمار تک کشتی-حذف بقایای گیاهی میزان ماده آلی نسبت به سایر تیمار ها حداقل بوده، در نتیجه با کاهش بر هم آوری و چسبندگی ذرات خاک، می‌تواند ویژگی‌های فیزیکی خاک را تحت تأثیر قرار دهد و موجب سست شدن و شکستن خاکدانه‌ها شود، در نتیجه مقدار پایداری خاکدانه‌ها در سیستم تک کشتی-حذف بقایای گیاهی کمتر از سایر تیمارها می‌گردد (۱). بیشترین و کمترین مقدار پایداری خاکدانه‌ها به ترتیب در تیمارهای سیستم تک کشتی-با حفظ بقایای گیاهی و تک کشتی-حذف بقایای گیاهی مشاهده شد (شکل ۴). این نتایج نشان می‌دهد که سیستم تک کشتی-حذف بقایای گیاهی موجب افزایش حساسیت خاک به عوامل فرساینده از جمله فرسایش آبی می‌شود. یکی از علل اصلی افزایش حساسیت به تنش و کاهش پایداری خاکدانه‌ها در سیستم تک کشتی-حذف بقایای گیاهی کاهش ماده آلی و عدم انسجام خاکدانه‌ها دانست. از سویی دیگر مدیریت تناوب زراعی-حذف بقایای گیاهی اگرچه بر میزان کلیه ویژگی‌های مورد بررسی در این پژوهش تأثیر معنی‌داری را داشت، اما مقادیر به‌دست آمده در شاخص‌های مورد بررسی کمتر از روش مدیریت زراعی بقایای‌گیاهی و بیشتر از روش مدیریت تک کشتی-حذف بقایای گیاهی بود (شکل ۳). طبق رتبه‌بندی استاندارد نتایج آزمون الک تر استرالیا، رتبه پایداری خاک‌هایی با خاکدانه‌های پایدار کمتر از ۱۰ درصد خیلی کم، بین ۲۰- ۱۰ درصد کم، ۳۰- ۲۰ درصد متوسط و

بیشتر از ۳۰ درصد زیاد می‌باشد (۳۱). بر اساس این رتبه‌بندی تیمار بقایای گیاهی و تناوب زراعی-حذف بقایای گیاهی دارای پایداری متوسط و تیمار تک کشتی-حذف بقایای گیاهی پایداری کمی را داراست. نتایج فوق با گزارش عباسی و همکاران (۱) مطابقت داشت. آن‌ها نیز بیشترین شاخص پایداری خاکدانه و میانگین وزنی قطر خاکدانه را در روش خاک‌ورزی حفاظتی نسبت به شاهد مشاهده کردند. هم‌چنین نتایج آن‌ها نشان داد که یک رابطه رگرسیونی بین ماده آلی و پایداری خاکدانه‌ها وجود دارد. از آن جایی که ماده آلی یکی از مهم‌ترین عوامل خاکدانه‌سازی می‌باشد، همبستگی مناسبی بین ماده آلی و پایداری خاکدانه وجود دارد و با افزایش ماده آلی، پایداری خاکدانه‌ها افزایش می‌یابد. نتایج پژوهش حیدری و همکاران (۱۹) نشان داد که تأثیر برگرداندن بقایای گیاهی بر منحنی مشخصه آب خاک، ناشی از طبیعت جاذب الرطوبت بودن این مواد و هم‌چنین تأثیر بقایا بر افزایش تخلخل، بهبود ساختمان خاک و افزایش میانگین قطر خاکدانه‌ها (MWD) می‌باشد که در تیمار تک کشتی-حذف بقایای گیاهی به دلیل کاهش و از بین رفتن مواد آلی، باعث ایجاد اثرات نامطلوبی بر تخلخل، ساختمان و پایداری خاکدانه‌ها می‌گردد. اوهیو و همکاران (۳۳) گزارش کردند از بین بردن بقایای گیاهی گندم، باعث کاهش پایداری خاکدانه می‌گردد.

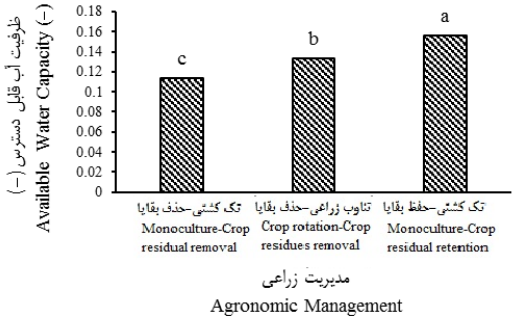
اثر مدیریت زراعی بر ظرفیت آب قابل دسترس

در مطالعه تأثیر نوع مدیریت زراعی بر شاخص‌های مورد بررسی مشخص شد که بالاترین مقدار ظرفیت آب قابل دسترس (۱۵ درصد) مربوط به مدیریت زراعی تک کشتی-حفظ بقایای گیاهی است. این در حالی است که که روش مدیریت زراعی تک کشتی-حذف بقایای گیاهی موجب کاهش ظرفیت آب قابل دسترس (۱۱ درصد) نسبت به سایر تیمارها شد. از سویی دیگر مدیریت تناوب زراعی-حذف بقایای گیاهی اگرچه بر میزان کلیه شاخص‌های مورد بررسی در این پژوهش تأثیر معنی‌داری را داشت، اما مقادیر به‌دست آمده در ظرفیت آب قابل دسترس کمتر از روش مدیریت زراعی تک کشتی-حفظ بقایای گیاهی و بیشتر از روش مدیریت تک کشتی-حذف بقایای گیاهی بود (شکل ۵). کایود و همکاران (۲۳) با بررسی تاثیر مدیریت زراعی بر ویژگی‌های هیدرولیکی خاک مشاهده کردند که در هنگام آبیاری، خاک‌هایی که بقایای گیاهی به آن‌ها برگردانده می‌شود، نسبت به مدیریت تناوب زراعی-حذف بقایای گیاهی زراعی تک کشتی، مقدار آب بیشتری دریافت و ذخیره خواهند کرد. هم‌چنین طبق مطالعه رینولدز و همکاران (۳۶) افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌تواند به طور مستقیم محتوی آب خاک و گنجایش هوایی خاک را کاهش دهد.



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر نوع مدیریت زراعی بر شاخص پایداری خاکدانه (A) و میانگین قطر خاکدانه (B)

Figure 4– Comparison the effect of agronomic management methods on ASI (A) and MWD (B)



شکل ٥- مقایسه میانگین اثر نو مدیریت زراعی بر ظرفیت آب قابل دسترس

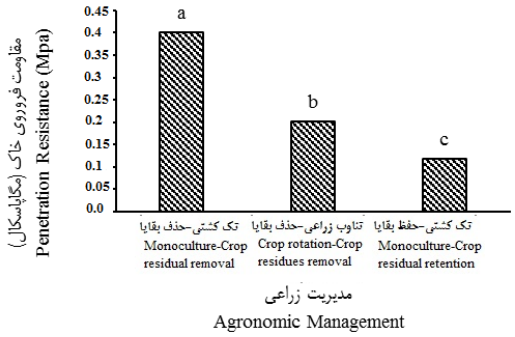
Figure 5- Comparison the effect of agronomic management methods on available water capacity

اثر مدیریت زراعی بر مقاومت فروروی خاک

در این مطالعه مشخص شد که روش مدیریت زراعی تک کشتی–حفظ بقایای گیاهی موجب کمترین مقدار مقاومت فروروی (۰/۱۱ مگاپاسکال) گردید. این در حالی است که در روش مدیریت زراعی تک کشتی مقدار مقاومت فروروی (۰/۴۰ مگاپاسکال) است که این امر موید سطوح نامناسبی از تراکم خاک می‌باشد. میزان مقاومت فروروی در روش مدیریت تناوب زراعی–حذف بقایای گیاهی کمتر از روش تک کشتی–حذف بقایای گیاهی و بیشتر از روش مدیریت زراعی بقایای گیاهی بود (شکل ۶). از آنجا که جرم مخصوص ظاهری خاک یکی از ویژگی‌های فیزیکی موثر بر کیفیت خاک است و همچنین رابطه مستقیمی بین جرم مخصوص ظاهری خاک و مقاومت فروروی خاک وجود دارد، بنابراین مقاومت خاک می‌تواند به طور مستقیم رشد ریشه گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد (۳۶). نتایج فوق با گزارش مرادی و همکاران (۲۹) نیز مطابقت دارد. نتایج آن‌ها نشان داد 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. هم‌چنین با کاهش ماده آلی و پایداری خاکدانه، مقدار مقاومت فروروی به صورت لگاریتمی و نمایی با شیب زیاد افزایش می‌یابد. نکته فوق به نوعی دیگر اهمیت پارامترهای ماده آلی و پایداری خاکدانه را بر مقاومت فروروی آشکار می‌کند. مقاومت فروروی در خاک‌هایی با صفر تا یک درصد کربن آلی بالاترین مقدار و با افزایش کربن آلی به تدریج کاهش می‌یابد (۲۲). به نظر می‌رسد خاک‌هایی با ماده آلی کم در برابر تنش‌های ناشی از مرطوب شدن سریع، ناپایدارند. مقاومت زیاد خاک در برابر فروروی، رشد ریشه را محدود می‌سازد، هدایت هیدرولیکی و نفوذپذیری خاک را کاهش، روان آب و تلفات خاک را افزایش داده و اثر نامطلوبی بر کیفیت خاک دارد. مقاومت فروروی به متغیرهای زیادی مانند تراکم، تخلخل، بافت و ساختمان، عوامل سیمانی کننده، ماده آلی و رطوبت خاک بستگی دارد، اما اغلب تحت تأثیر جرم مخصوص ظاهری و رطوبت خاک مزرعه می‌باشد (۱۵).

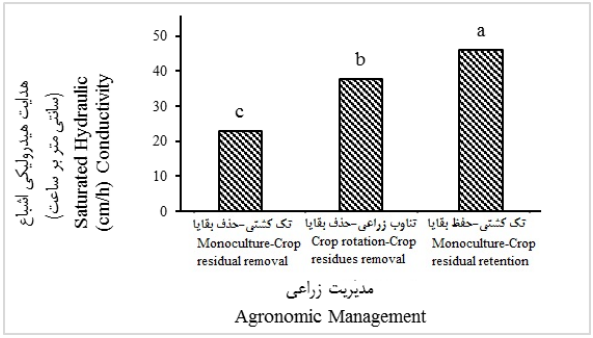
اثر مدیریت زراعی بر هدایت هیدرولیکی اشباع

بیشترین مقدار هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (K_s) (۴۶/۱۷ سانتی‌متر بر ساعت) در تیمار سیستم تک کشتی–با حفظ بقایای گیاهی و کمترین آن (۲۲/۷۷ سانتی متر بر ساعت) در تیمار تک کشتی–حذف بقایای گیاهی مشاهده شد (شکل ۷). از آن جایی که حرکت آب در خاک به توزیع و پیوستگی منافذ خاک وابسته است، بقایا می‌تواند موجب افزایش ماده آلی و تشکیل بهتر خاکدانه‌ها در خاک شود و در نتیجه باعث افزایش فراوانی منافذ درشت به‌ویژه در خاک‌های متوسط و ریزبافت گردد. با توجه به این که تیمار بقایای گیاهی تخلخل بیشتری نسبت به تیمارهای دیگر دارد، لذا احتمال وجود خلل و فرج درشت در آن بیشتر بوده و در نتیجه آب را بهتر از خود عبور داده و هدایت هیدرولیکی اشباع بیشتری را دارا هستند. لذا می‌توان نتیجه گرفت، خاک‌هایی که در آن‌ها بقایای گیاهی به جای سوزاندن و یا جمع‌آوری، به خاک برگردانده می‌شوند، بهتر می‌توانند آب را از خود عبور دهند. مک‌ری و مهیوز (۲۵) نیز به این موضوع اشاره و برگرداندن بقایای گیاهی به خاک را یکی از عوامل افزایش نفوذپذیری، بهبود هدایت هیدرولیکی خاک و در نتیجه کاهش فرسایش خاک ذکر کرده‌اند. کایود و همکاران (۲۳) گزارش کردند که مدیریت بقایا تأثیر مستقیم و فوری بر روی ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاک دارد. نتایج آن‌ها نشان داد که اگرچه سوزاندن بقایا تغییرات معنی داری بر جرم مخصوص ظاهری، محتوای رطوبتی، توزیع اندازه ذرات و ظرفیت رطوبت قابل استفاده خاک نداشت، اما کاهش معنی‌داری در مقادیر هدایت هیدرولیکی اشباع، پایداری ساختمان، خاک، ضریب جذب و سرعت نفوذ آب در خاک بعد از سوزاندن بقایای گیاهیرا گزارش کردند. والزانو و همکاران (۴۰) نشان دادند از بین بردن پوشش گیاهی از سطح خاک منجر به کاهش هدایت هیدرولیکی خاک می‌شود.



شکل ٦- مقایسه میانگین اثر نوع مدیریت زراعی بر مقاومت فروروی خاک

Figure 6- Comparison the effect of agronomic management methods soil penetration resistance



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر نوع مدیریت زراعی بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک

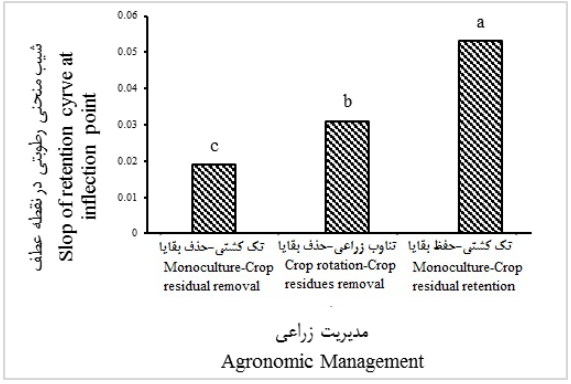
Figure 7- Comparison the effect of agronomic management methods on saturated soil hydraulic conductivity

شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف

با توجه به گروه‌بندی که توسط دکستر (۸) برای کیفیت فیزیکی خاک پیشنهاد شده است (S>۰/۰۵۰ خیلی خوب، ۰/۰۵۰>S>۰/۰۳۵ خوب، ۰/۰۳۵>S>۰/۰۲ ضعیف و ۰/۰۲۰>S خیلی ضعیف)، در مطالعه تأثیر نوع مدیریت زراعی بر شاخص‌های مورد بررسی مشخص شد که بالاترین مقدار شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف (۰/۰۵۳) در مدیریت زراعی تک کشتی-حفظ بقایای گیاهی مشاهده شد. این در حالی است که در بررسی‌های صورت‌گرفته مشخص شد که روش مدیریت زراعی تک کشتی-حذف بقایای گیاهی موجب کاهش معنی‌دار شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف (۰/۰۱۹ درصد) نسبت به سایر تیمارها شد. از سویی دیگر مدیریت تناوب زراعی-حذف بقایای گیاهی اگرچه بر کلیه شاخص‌های مورد بررسی در این پژوهش تأثیر معنی‌داری داشت، اما مقادیر به‌دست آمده شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف کمتر از روش مدیریت زراعی تک کشتی-حفظ بقایای گیاهی و بیشتر از روش مدیریت تک کشتی-حذف بقایای گیاهی بود. (شکل ۸). بر اساس این گروه بندی، تک کشتی-حذف بقایای گیاهی در گروه خیلی ضعیف، مدیریت تناوب زراعی-حذف بقایای گیاهی در گروه خوب و سیستم تک کشتی-با حفظ بقایا در گروه خیلی خوب قرار گرفت. تیمار سیستم تک کشتی-با حفظ بقایا به علت وجود مواد آلی مناسب و ساختمان فیزیکی متخلخل، فشردگی کمی داشته و مقدار شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف در این تیمار بالا بود. نتایج فوق با گزارش عثمانی و همکاران (۳۴) مطابقت دارد. آن‌ها گزارش کردند که نامطلوب شدن وضعیت فیزیکی خاک ناشی از ویژگی‌های ذاتی خاک نبوده و مدیریت نادرست اراضی مانند کمبود مواد آلی خاک، شخم نادرست و تردد زیاد ماشین آلات کشاورزی در این امر مؤثر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر حاکی از این است که نوع مدیریت‌های مختلف زراعی اثرات کاملا متفاوتی بر ویژگی‌های فیزیکی و رفتار رطوبتی خاک دارد. در بین مدیریت‌های مورد مطالعه، سیستم تک کشتی-با حفظ بقایای گیاهی (۱۰ تن در هکتار) بیشترین اثر را در افزایش تخلخل کل، ماده‌ی آلی، پایداری خاکدانه‌ها و کاهش جرم مخصوص ظاهری و مقاومت فروروی خاک داشت. علاوه بر این مشخص گردید که مدیریت تناوب زراعی-حذف بقایای گیاهی نیز باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک می‌شود، هر چند کارایی آن کمتر از تیمار تک کشتی-حفظ بقایای گیاهی بود.



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر نوع مدیریت زراعی بر شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف

Figure 8- Comparison the effect of agronomic management methods on curve at inflection point

این در حالی است که سیستم تک کشتی–حذف بقایای گیاهی اثرات منفی ویژگی‌های یادشده را داشت، به نحوی که باعث کمترین مقدار مواد آلی و در نتیجه تخلخل، ظرفیت آب قابل استفاده و پایداری خاکدانه‌ها و هم‌چنین افزایش جرم مخصوص ظاهری و مقاومت فروروی خاک در مقایسه با سایر تیمارها شد. براساس نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد افزایش ماده آلی و پایداری خاکدانه یک راه‌کار در خاک‌های متراکم تک کشتی–حذف بقایای گیاهی در کاهش مقاومت فروروی خواهد بود. برگرداندن بقایا به خاک به دلیل اثرات مطلوب آن بر ویژگی‌های فیزیکی خاک مناسب می‌باشد. در صورتی که سیستم تک کشتی–حذف بقایای گیاهی با کاهش مواد آلی نسبت به سایر تیمارهای مدیریت زراعی، اثرات نامطلوبی بر خاک‌های زراعی گذاشته که در نهایت منجر به از بین رفتن ویژگی-های مطلوب فیزیکی خاک و در نتیجه کاهش عملکرد در محصولات زراعی می‌شود. در مجموع از بین روش‌های مختلف مدیریت زراعی، سیستم تک کشتی–با حفظ بقایای گیاهی جهت دست‌یابی به مدیریت پایدار پیشنهاد می‌گردد.

منابع

1- Abbasi H., Khodaverdiloo H., Ghorbani Sh., and Ahmadi Moghadam P. 2013. The effect of some soil tillage methods on soil physical quality index in arid and semi-arid region. Agricultural Mechanization Journal 1(2): 37-45. (In Persian)
2- Aziz I., Mahmood T., Raut Y., Lewis W., Islam R., and Weil R.R. 2009. Active organic matter as a simple measure of field soil quality, ASA Internation Meetings, Pittsburg, PA.
3- Barut Z.B., and Akbolat D. 2005. Evaluation of conventional and conservation tillage systems for maize. Journal of Agronomy 4(2): 122-126.
4- Bear M.H., Hendrix, P.F., and Coleman, D.C. 1994. Water stable aggregates and organic matter fraction in conventional and no-tillage. Soil Sci. Soc. Am. J., 58: 777-786.
5- 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.
6- Brye K.R. 2006. Soil physiochemical changes following 12 years of annual burning in a humid-subtropical tallgrass prairie: a hypothesis. Acta Oecologica 30: 407-413.
7- Cavazza L., Patruno A., and Cirillo E. 2007. Field capacity in soils with a yearly oscillating water table. Biosystems 98: 364-370.
8- Dexter A. 2004. Soil physic quality part III: unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about S theory, Geoderma 120: 227-239.
9- Dexter A.R. 2006. Applications of S-theory in tillage research. p. 429–442. Proceedings of the 17th Triennial Conference, August 3- 28. Kiel, Germany.
10- Doran J.W., and Parkin T.B. 1994. Defining soil quality for a sustainable environment. Soil Science society of America 35:3-21.
11- Farhoudi R., Chaychi M., Majnounhoseini N., and Savaghebi Gh. 2008. The Effect of Managing Wheat Plant Residues on Soil Properties and Sunflower Performance in Double Dual Cultivation System. Journal of Iranian Crop Science 1: 11-21. (In Persian)
12- Fuentes M., Govaerts B., Leon F.D., Hidalgo C., Dendooven L., Sayre K.D., and Etchevers J. 2009. Fourteen years of applying zero and conventional tillage, crop rotation and residue management systems and its effect on physical and chemical soil quality. Europian Journal of Agronomy 30: 228-237.
13- Gharanjiki A., and Miri A.A. 2007. Management of first crop residue for second planting in wheat-cotton planting system. 10th Soil Science congress of Iran.
14- Groenigen K.J., Hastings A., Forristal D., and Roth J.M. 2011. Soil carbon storage as affected by tillage and straw management: An assessment using field measurements and model predictions, Agriculture, Ecosystem and Environment 140: 218-225.
15- Grunwald S., Rooney D.J., McSweeney K., and Lowery B. 2001. Development of pedotransfer functions for a profile cone penetrometer. Geoderma 100: 25-47.
16- Guenet B., Neill C., Bardoun G., and Abbadie L. 2010. Is there a liner relationship between priming effect intensity and the amount of organic matter input?, Applied Soil Ecology 49: 436-442.
17- Heidari A. 2004. Effect of plant residue management and plowing depth on wheat yield and soil organic matter in maize-wheat rotational rotation. Journal of Agricultural Engineering Research 5(19): 81.94. (In Persian)
18- Heidari F., Rasoulzadeh A., Sepasklhah A., Asghari A., and Ghacidel A. 2013. The Effect of Management of Plant Remains on Physical and Biological Properties of Soils and the Efficiency of Maize and Forage Barley, Journal of Agricultural Science and Technology. Water and Soil Science 17(65): 233-248. (In Persian)

19- Heidari F., Rasoulzadeh A., Sepaskhah AR. and Asghari A. 2010. Effect of Plant Remnants Recovery and Burning on Soil Physical and Hydraulic Properties. Second National Conference on Integrated Water Resources Management, Kerman. (In Persian)
20- Hillel D. 1998. Environmental Soil Physics. Academic Press, New York.
21- Jacob H., and Clarke G. 2002. Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Method. Soil Science Society of America Inc., Madison, Wisconsin, USA.
22- Karami A., Homaee M., Afzalinia S., Ruhipour H., and Basirat S. 2012. Organic residue management: Impacts on soil aggregate stability and other soil physic-chemical properties. Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment 148: 22-28.
23- Kayode S., Gabriel A., Olategu A.L., Adebayo D.A., and Oke O. 2009. Slash and burn effect on soil quality of Alfisol: Soil physical properties. Soil and Tillage Research 103: 4-10.
24- Lou X., Xu M., Wang W., Sun X., and Zhao K. 2010. Return rate of straw residue affects soil organic carbon sequestration by chemical fertilization, Soil and Tillage Research 98: 287-291.
25- MacRae R.J., and Mehuys G.R. 1985. The effect of green manuring on the physical properties of temperate area soils. Advance in Soil Science 3: 71-94.
26- McCool D.K., Pannkuk C.D., Kennedy A.C., and Fletcher P.S. 2008. Effects of burn/low-till on erosion and soilquality. Soil and Tillage Research 101: 2-9.
27- Mirzaei M., and Mahmoudabadi M. 2014. The effect of different type and management of plant residues on some physical properties and water infiltration in soil. Soil and Water Science Researches 28(4): 659-671. (In Persian)
28- Moazeni M. 2008. Effect of plant residual on hydraulic and water properties of soil in paddy soil of Gillan provinc. M.Sc. Thesis. Esfahan Technical University, 186p. (In Persian)
29- Moradi F., Ghorbani Z., MIsaghi P., and Khalili Moghadam B. 2015. Influencing factors on immersion resistance in three soil cultivars, cultivars and cane sugar in some soils of Khuzestan. Soil and Water Science Researches 29(2): 163-174. (In Persian)
30- Mulumba L.N., and Lal R. 2008. Mulching effects on selected soil physical properties, Soil and Tillage Research 98: 106-111.
31- Neyshabouri M., and Reyhani Tabar A. 2010. Interpretation of soil test results. Tabriz University, 216 pp.
32- Niewczas J., and Witkowska-Walczak B. 2003. Index of aggregates stability as linear function value of transition matrix elements, Soil and Tillage Research 70(2): 121-130.
33- Ohu J.O., Raghavan G.S.V., and McKyes E. 1985. Peatmoss effect on the physical and hydraulic characteristics of compacted soils, American Society Agriculture Engeineering 28: 420-424.
34- Osmani A., Asgarzadeh H., and Asadzadeh F. 2015. Evaluation of physical quality of a number of surface and sub-surface soils of Orumieh plain based on Dexter index. Research Institute of Tehran University, New Energy and Environment Research Center, 7 Pp. (In Persian)
35- Porteaus F., Hill J., Ball A.S., Pinter P.J., Kimball B.A., Wall G.W., Thompson T.L., Matthias A.D., Brooks T.J. and Morris C.F. 2009. Effect of free air carbon dioxide enrichment (FACE) on the chemical composition and nutritive value of wheat grain and straw, Animal Feed Science and Technology 14: 322-332.
36- 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.
37- Saha S., Chakraborty D., Sharma A.R., Tomar R.K., Bhadraray S., Sen U., Behera U.K., Purakayastha T.J., Garg R.N. and Kalra N. 2010. Effect of tillage and residue management on soil physical properties and crop productivity in maize (*Zea mays*)-Indian mustard (*Brassica juncea*) system. Indian Journal of Agricultural Sciences 80(8): 679-685.
38- Shaver T.M. 2010. Crop residue and soil physical properties. In: Proceeding of the 22nd Annual Central Plains Irrigation Conference. Keamey, NE.
39- 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.
40- Valzano F.P., Greene R.S.B., and Murphy B.W. 1997. Direct effects of stubble burning on soil hydraulic and physical properties in a direct drill tillage system. Soil and Tillage Research 42: 209-219.
41- Van Genuchten M.T. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of saturated soils. Soil Science Society of America Journal 44: 892-898.
42- Van Genuchten M.Th., Lesch S.M., and Yates S.R. 1991. The RETC code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils. Version 1.0. U.S. Salinity Lab., Riverside, CA.
43- Zhang G.S., Chan K.Y., Oates A., Heenan D.P., and Huang G.B. 2007. Relationship between soil structure and runoff-soil loss after 24 years of conservation tillage. Soil and Tillage Research 92: 122-128.

Journal of Water and Soil
Vol. 33, No. 2, May-Jun. 2019, p. 275-288

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۸، ص. ۲۸۸-۲۷۵

Effect of Different Agronomic Management on Some Physical Indicators of Soil Quality

A. Sadeghian[1]- Gh.A. Sayyad[2]-A. Farrokhian Firouzi[3*]- M. Norouzi Masir[4]

Received: 01-01-2018
Accepted: 25-02-2019

Introduction: Soil is one of the renewable natural resources that take a long time to get renewed; its destruction or conservation depends on how land is used and managed. Soil quality refers to soil capacity in maintaining biological fertility, sustainability in plant production and yield. Maintaining soil quality is essential for sustainable food production and decomposition of organic wastes. Different agronomic managements have various effects on soil quality indicators. There are few published researches about the effect of various agronomic managements on soil quality indices in arid and semi-arid regions (such as Iran). Therefore, this study was conducted to investigate and compare the effects of three different agronomic management including crop rotation-crop residue removal, monoculture-crop residue removal and monoculture-crop residue retention systems on some physical indicators of soil quality.

Materials and Methods: In this research, three farms with three crop management systems including crop rotation-crop residue removal, monoculture-crop residue removal and monoculture-crop residue retention (10 ton per hectare) systems were investigated. In the monoculture-crop residue removal treatment, wheat was continuously cultivated for 8 years. In the rotation-crop residue removal system, wheat - mung bean were cultivated in rotation for 2 years. For the monoculture-crop residue retention system, wheat was planted for 10 years, after which the post-harvest residues were mixed with topsoil (0-15 cm). One hundred twenty soil samples (40 samples from each field) were prepared by systematic sampling from 0 to 15 cm depth. In order to investigate the effect of different agronomic management on soil physical quality, some indicators including soil organic matter, total porosity, bulk density, mean weight diameter of aggregates, aggregate stability, available water capacity, penetration resistance, saturated hydraulic conductivity, and slope of retention curve at inflection point (S-index) were measured. The experiment was conducted in a randomized complete block design with four replications. Also, the mean comparison was performed using Duncan's multiple range test.

Results and Discussion: The results of analysis of variance showed that the type of crop management had a significant effect ($p<0.01$) on organic matter, total porosity, bulk density, mean weight diameter of aggregates, aggregate stability, available water capacity, penetration resistance, saturated hydraulic conductivity and S-index. The results of mean comparison indicated that the monoculture-crop residue removal system resulted in a significant increase in bulk density (1.31 g cm^{-3}) and soil penetration resistance (0.4 MPa) than other systems, while the highest organic matter content (1.038 %), porosity (55.7%), mean weight diameter (1.04 mm), aggregate stability index (28%), available water capacity (0.15%), saturated hydraulic conductivity (46.17 cm h^{-1}) and S-index (0.053) was observed in the monoculture-crop residue retention system. The most measured values for soil quality indicators were more in monoculture-crop residual retention system compared with the other treatments. The amount of S-index of soils under monoculture-crop residual retention, crop rotation-crop residues removal, and monoculture-crop residual removal systems were 0.053, 0.032 and 0.019, respectively. The high S-index value of soil under monoculture-crop residual retention system can be attributed to its suitable amount of soil organic carbon and better soil structural quality. By contrast, in monoculture-crop residue removal system, elimination of organic matter had undesirable effect on soil porosity, and aggregate stability. Furthermore, the S-index values of the soils under crop rotation-crop residues removal, and monoculture-crop residual removal systems are below the Dexter's soil quality index threshold (0.035); therefore, the results indicated that the soils are degraded.

Conclusion: The results of this study showed that crop management plays an important role in changing soil physical quality indicators. Among the studied crop managements, monoculture-crop residue retention management system showed more positive effects on soil physical parameters than the others. Retention of crop residues on soil surface increases the soil organic matter which in turn has positive effects on soil properties such

1, 2, 3 and 4- M.Sc. Student, Associate Professors and Assistant Professor Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, Respectively
(*- Corresponding Author Email: a.farrokhian@scu.ac.ir)

as aggregate stability, saturated hydraulic conductivity, available water content and slope of retention curve at the inflection point. On the other hand, the monoculture-crop reside removal treatment, with less soil organic matter, had more undesirable effects on agronomic soils than other treatments. Based on the results, the effect of different agronomic management systems on improving soil physical quality indexes was in the following order: monoculture-crop residue retention >crop rotation-crop residue removal > monoculture-crop residue removal. According to the results, it can be concluded that soil organic matter is the central index of soil quality, which is intensely influenced by crop management system. Therefore, in arid and semiarid areas such as Iran, monitoring of the long-time effect of agronomic management on status of soil organic matter and soil physical indices is urgent.

Keywords: Crop rotation-crop residue removal, Monoculture- crop residue removal, Monoculture- crop residue retention, Soil quality indicices