نشریه زیست‌شناسی خاک / جلد 7 / شماره 1 / 1398

10.22092/sbj.2019.122616.139

اثر روش خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گندم (*Triticum aestivum* L.) بر عملکرد ذرت (*Zea mays* L.)، خصوصیات خاک و فراوانی کرم‌های خاکی

جهانبخش میرزاوند[1]

استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس؛ J_mirzavand@yahoo.com

دریافت: 97/5/16 و پذیرش: 97/12/20

چکیده

روش خاک‌ورزی و مدیریت بقایا دو عامل مهم مدیریتی هستند که می‌توانند ویژگی‌های محیط و موجودات خاک و تولید زراعی را تحت تأثیر قرار دهند. آزمایشی سه ساله به منظور بررسی اثر خاک‌ورزی (خاک‌ورزی رایج، کم خاک-ورزی و بی خاک‌ورزی) و مدیریت بقایای گیاهی گندم (حفظ بقایا و حذف تمام بقایا از سطح خاک) بر فراوانی کرم‌های خاکی، ماده آلی خاک، نفوذ تجمعی و عملکرد ذرت، به صورت کرت‌های یک بار خُرد شده با سه تکرار در زرقان فارس اجرا شد. بیشترین عملکرد دانه (14447 کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت ذرت (36/82 درصد) به ترتیب در کم خاک‌ورزی و خاکورزی رایج با حفظ بقایای گیاهی حاصل شد. عملیات کم خاک‌ورزی و حفظ بقایا میزان عملکرد دانه ذرت را نسبت به بی خاک‌ورزی بیش از 30 درصد افزایش داد. خاک‌ورزی رایج و حذف بقایا نسبت به خاک‌ورزی حفاظتی منجر به کاهش 15 و 12 درصدی ماده آلی خاک در دو عمق صفر-10 و 10-20 سانتی‌متری شد. با حفظ بقایای گیاهی بیشترین میزان نفوذ تجمعی در کم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی رایج حاصل شد. بیشترین فراوانی کرم‌های خاکی در بی خاک‌ورزی و حفظ بقایا حاصل شد در حالی که خاک‌ورزی رایج و حذف بقایا نسبت به کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی فراوانی کرم‌های خاکی را به ترتیب 38/5 و 50 درصد کاهش داد. به‌طور کلی در تناوب پیوسته گندم-ذرت جهت حفظ پتانسیل عملکرد ذرت، بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش فعالیت کرم‌های خاکی انجام عملیات کم خاک‌ورزی و حفظ بقایای ایستاده گیاهی گندم با ارتفاع 30 سانتی‌متر در سطح خاک قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: بقایای ایستاده، فراوانی کرم‌های خاکی، کشاورزی پایدار، کم خاک‌ورزی

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: فارس، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، بخش تحقیقات آب و خاک.

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) و ذرت (*Zea mays* L.) به عنوان دو غله مهم، بخش عمده‌ای از غذای مردم دنیا را تشکیل می‌دهند و به طور معمول کشاورزان ایران و به ویژه مناطق جنوبی کشور مانند استان فارس، این دو گیاه را در تناوب با یکدیگر کشت می‌کنند. اگرچه اعتقاد بر این است که کشت مداوم گندم، ذرت و یا تناوب ذرت-گندم به دلیل عوامل اقتصادی تناوب مناسبی برای کشاورزان می‌باشد، اما افزایش کشت‌های تک محصولی و وابستگی آن‌ها به کاربرد کودهای شیمیایی و آفت کش‌ها موجب افزایش فرسایش خاک، آلودگی‌های آب‌های سطحی و کاهش ماده آلی خاک می‌گردد (افضلی‌نیا و کرمی، 1397). از این‌رو، اهمیت حفظ کیفیت خاک و تولید گیاه زراعی در سال‌های اخیر افزایش یافته، به نحوی که موجب توجه بیشتر به استفاده از کشاورزی پایدار در جهت کاهش اثرات منفی این سامانه‌های زراعی گردیده است.

سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی بخش مهمی از سامانه کشاورزی پایدار هستند که بر سه اصل کلی حفظ و مدیریت بقایای گیاهی، حداقل عملیات خاک‌ورزی و اجرای تناوب زراعی مناسب در جهت افزایش تنوع زیستی، افزایش ماده آلی، بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، کاهش تلفات عناصر غذایی و صرفه جویی در مدت زمان عملیات خاک‌ورزی استوار می‌باشند (ریدر، 2000؛ جاسا و همکاران، 2000؛ برونسون و همکاران، 2001). 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 منجر به افزایش و یا بهبود عملکرد گیاه زراعی گردد (عبدالهی و همکاران، 1389؛ بنی اسدی و همکاران، 1393). پژوهش‌ها نشان داده است که حفظ بقایای گیاهی در قالب سامانه خاک‌ورزی حفاظتی موجب کاهش تبخیر از خاک و افزایش هدایت هیدرولیکی و در نتیجه افزایش نفوذپذیری خاک از طریق کاهش سرعت رواناب، بهبود ساختمان خاک، تغییر نسبت خلل و فرج خاک و پایداری خاکدانه‌ها می‌گردد (کومار و گاه، 2000؛ هیکارت و همکاران، 2005). براساس نتایج پژوهش‌های مختلف، تغییرات در کربن آلی خاک متناسب با میزان بقایای گیاهی برگردانده شده به خاک می‌باشد، اما نوع سامانه خاک-ورزی بر نگهداری و حفظ کربن آلی خاک تأثیر می‌گذارد. محتوای کربن آلی معمول خاک به صورت تعادل بین ورودی‌ها و خروجی‌ها است (تجزیه و سایر فرآیندهای هدرروی). اگر مواد آلی خاک به صورت معمول اضافه شده و پی در پی تجزیه گردد، خاک حاصلخیزتر خواهد بود. در این فرآیندها، عناصر غذایی و کربن به گردش در می‌آیند و ساختمان خاک حفظ شده یا بهبود می‌یابد (ویلهلم و همکاران، 2004). آلماراس و همکاران (2000) نشان دادند که عملیات بی خاک‌ورزی کربن آلی بیشتری نسبت به خاک‌ورزی رایج در خاک ذخیره می‌کند، در حالی که گاوآهن برگردان‌دار کمترین میزان کربن آلی را در خاک ذخیره نمود.

هم‌چنین، شرایط مساعد و مطلوب فیزیکی و شیمیایی خاک برای حفظ فعالیت موجودات زنده و در نتیجه افزایش تولید ضروری و حائز اهمیت است. خواص زیستی خاک جزء ویژگی‌های پویا بوده و با تغییرات زمان، خصوصیات خاک و مدیریت زراعی به سرعت تغییر می‌کند (گورویی و همکاران، 1395؛ پژمان و همکاران، 1396). بنابراین، باقی گذاشتن بقایای گیاهی در سطح خاک همراه با اجرای سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی در شرایط فصل رشد گرم و خشک، 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 افزایش عملکرد دانه محصول (صفری و همکاران، 1392؛ چگنی و همکاران، 1393) و بهبود فرآیندهای زیستی طبیعی زیر و روی خاک می‌شود (مک‌گری و همکاران، 2000) و در شرایطی که بقایای گیاهی در سامانه خاک-ورزی حفاظتی نسبت به خاک‌ورزی رایج حفظ می‌گردد، فعالیت موجودات خاکزی به مراتب بیشتر می‌باشد به گونه‌ای که دارای تنوع گونه‌ای بیشتر بوده و جمعیت بیشتری از باکتری‌ها، قارچ‌ها و کرم‌های خاکی در آن‌ها وجود دارد (ورهالست و همکاران، 2011).

کرم‌های خاکی نقش برجسته و مهمی در فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در انواع زیست بوم-های طبیعی و کشاورزی و در نتیجه رشد گیاه ایفا می-کنند. کرم‌های خاکی قادرند به طور مستقیم (از طریق شبکه غذایی) و یا به طور غیر مستقیم (از طریق اثر بر ساختمان خاک) بر چرخه غذایی و پویایی مواد آلی و در نتیجه حاصلخیزی خاک تاثیر بگذارند (اسدی خشویی و همکاران، 1390). کرم‌های خاکی مواد آلی را مصرف و تا حدودی هضم و به طور مستقیم فعالیت میکروبی را تحریک می‌کنند و هم‌چنین از طریق ایجاد ساختمان اسفنجی، شرایط بهتری را برای تجزیه هوازی ایجاد می-نمایند. به عبارت دیگر، حضور کرم‌های خاکی شدیداً

حاصلخیزی خاک، زندگی و فعالیت ریز جانداران فعال و هم‌چنین فعالیت آنزیم‌های خاک را می‌تواند تحت تأثیر قرار دهد (امراء و همکاران، 1396). اسدی خشویی و همکاران (1390) نشان دادند که انجام عملیات خاک-ورزی رایج و حذف بقایای گیاهی در تناوب جو-ذرت منجر به کاهش جمعیت کرم‌های خاکی شد و مناسب‌ترین سامانه خاک‌ورزی برای کشت ذرت در بقایای گیاه جو عملیات بی خاک‌ورزی و کم خاک‌ورزی بود که منجر به افزایش ماده آلی خاک، بهبود فعالیت‌های زیستی خاک (افزایش جمعیت کرم‌های خاکی) گردید. بر اساس نتایج متفاوتی که از تحقیقات در مناطق مختلف و محصولات گوناگون به دست آمده است، ضرورت انجام تحقیق در مورد سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی در جهت تولید پایدار محصولات زراعی و فرآیندهای زیستی خاک در شرایط اقلیمی متفاوت احساس می‌شود. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی اثر سامانه‌های متفاوت خاک-ورزی و مدیریت بقایای گیاهی گندم بر فراوانی جمعیت کرم‌های خاکی در زراعت ذرت، برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک و پاسخ عملکردی ذرت به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر سامانه‌های متفاوت خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی گندم (رقم چمران) بر فراوانی کرم‌های خاکی، برخی از خصوصیات خاک و پاسخ عملکردی دانه ذرت (هیبرید سینگل کراس 704)، پژوهشی مزرعه‌ای در سه سال و از 1393 در مرکز تحقیقات کشاورزی زرقان، استان فارس به صورت آزمایش کرت‌های یک بار خُرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در تناوب با گندم اجرا گردید. به منظور تعیین برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از شروع پژوهش از چندین نقطه مزرعه نمونه‌های خاک از عمق صفر تا 30 سانتی‌متری برداشت و میزان ماده آلی (1/01 درصد)، هدایت الکتریکی (0/65 دسی زیمنس بر متر) و اسیدیته (7/9) در خاک تعیین شد. بافت خاک مزرعه از نوع لوُم رُس سیلتی بود و متوسط بارندگی سالانه درازمدت در منطقه 235 میلی‌متر (طول جغرافیایی ″52°71′35 شرقی و عرض جغرافیایی ″29°76′42 شمالی و ارتفاع 1596 متر از سطح دریا) ثبت شده است. تیمارها شامل روش‌های خاک‌ورزی در سه سطح (خاک‌ورزی رایج (شخم با گاوآهن برگردان-دار، دیسک و تراز کردن به وسیله‌ی ترازکننده کششی)، کم خاک‌ورزی (یک بار 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 گندم (رقم چمران) در دو سطح (حفظ بقایا به صورت ایستاده و حذف تمام بقایای گیاهی از سطح خاک) به عنوان فاکتور فرعی بودند. در تیمار حفظ بقایا، محصول به وسیله دستگاه کمباین برداشت شد، به‌طوری که حدود 30 درصد بقایای گیاهی به صورت ایستاده با ارتفاع حدود 30 سانتی‌متر باقی ماند. در شرایط بدون بقایا، گیاه از محل طوقه در سطح خاک کف-بُر و از مزرعه خارج شد.

برای کشت ذرت از ردیف‌کار کشت مستقیم (ردیفکار برتینی، پنج ردیفه و با عرض کار سه متر) استفاده گردید. ابعاد کرت‌های آزمایشی 20×6 متر بود. هر کرت شامل هشت خط کاشت و فاصله خطوط کاشت 70 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله‌ی بین کرت‌های فرعی دو متر و تکرارها هشت متر در نظر گرفته شد. بذر ذرت به مقدار 25 کیلوگرم در هکتار در نیمه اول تیر ماه در کرت‌ها کشت شد. میزان کود مصرفی براساس نیاز کودی مزرعه در سال‌های مختلف، متفاوت بود که تمامی کود فسفات (150 کیلوگرم در هکتار)، پتاس (100 کیلوگرم در هکتار) و یک سوم کود اوره (130 کیلوگرم در هکتار) در زمان کاشت و توسط کارنده به کرت‌ها داده شد و بقیه کود اوره در دو مرحله به صورت سرک و با دست در مزرعه پخش شد. سایر عملیات زراعی شامل آبیاری (روش غرقابی)، کنترل علف‌های هرز و مبارزه با آفات و بیماری‌ها در تمام تیمارها به طور یکسان اعمال شد. جهت تعیین عملکرد دانه ذرت با رطوبت 14 درصد پس از رسیدن فیزیولوژیک (تشکیل لایه سیاه)، بوته‌های ذرت از مساحت یک متر مربع به صورت تصادفی و با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای با دست بریده و برداشت شدند.

برای اندازه‌گیری نفوذ تجمعی آب در خاک از روش استوانه دوگانه استفاده شد. به این ترتیب، ابتدا یک استوانه با قطر 70 سانتی‌متر و ارتفاع 25 سانتی‌متر به اندازه پنج سانتی‌متر در خاک فرو برده شد و سپس استوانه دیگری با قطر 50 سانتی‌متر و ارتفاع 50 سانتی‌متر در داخل استوانه اول و به میزان پنج سانتی‌متر در خاک فرو برده شد. داخل هر دو استوانه آب ریخته شد و سپس در فاصله زمانی یک تا 10 دقیقه هر یک دقیقه، در فاصله زمانی 10 تا 30 دقیقه هر پنج دقیقه، در فاصله زمانی 30 تا 60 دقیقه هر 10 دقیقه، در فاصله زمانی 60 تا 120 دقیقه هر 20 دقیقه و در نهایت در زمان 150 دقیقه میزان نفوذ آب در داخل استوانه دوم که با واحد سانتی‌متر مدرج شده بود، یاداشت و سپس میزان نفوذ تجمعی آب در خاک محاسبه شد. برای تعیین مقدار ماده آلی خاک، در پایان اجرای آزمایش از دو عمق 0-10 و 10-20 سانتی‌متری خاک در هر کرت نمونه

مرکب برداشته شد و سپس نمونه‌ها خشک شدند. نمونه‌ها پس از غربال با الک دو میلی‌متری، به آزمایشگاه منتقل شدند و درصد کربن آلی آن‌ها به عنوان شاخصی از ماده آلی خاک تعیین شد. برای بررسی تراکم کرم‌های خاکی به صورت تصادفی و با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای چهار نمونه خاک از هر کرت به مساحت 30 × 30 سانتی‌متر و از عمق صفر تا 10 سانتی‌متری خاک به روش دستی (ایوانز، 1947) برداشت شد و تعداد کل کرم‌های خاکی شامل کرم‌های بالغ (دارای حلقه جنسی کلیتلوم) و نابالغ جمع آوری و در کیسه‌های مخصوص به آزمایشگاه جهت شمارش منتقل شدند. 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

عملکرد ذرت دانه‌ای تحت تأثیر معنی‌دار نوع سامانه خاک‌ورزی، مدیریت بقایا و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت (جدول1). در شرایط حفظ بقایای گیاهی گندم در سطح خاک بیشترین عملکرد دانه ذرت (14447 کیلوگرم در هکتار) در سامانه کم خاک‌ورزی و سپس با عملیات خاک‌ورزی رایج حاصل شد. نتایج نشان داد کاربرد سامانه خاک‌ورزی رایج و یا کم خاک‌ورزی در شرایط حفظ بقایای گیاهی منجر به افزایش 34 درصدی عملکرد دانه ذرت نسبت به سامانه بی خاک‌ورزی شد (جدول2). علاوه‌براین، حذف بقایای گیاهی در تمام سامانه‌های خاک‌ورزی رایج، کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی به ترتیب منجر به کاهش 27، 18 و 5/4 درصدی عملکرد دانه ذرت نسبت به حفظ بقایا گردید. به عبارتی بیشترین کاهش عملکرد دانه ذرت با حذف بقایای گیاهی در سامانه خاک‌ورزی رایج و سپس کم خاک‌ورزی مشاهده شد. به طور مشابه، نتایج نشان داد بیشترین عملکرد بیولوژیک (41302 کیلوگرم در هکتار) در شرایط حفظ بقایای گیاهی با انجام عملیات کم خاک‌ورزی حاصل شد که نسبت به سامانه خاک‌ورزی رایج پنج درصد افزایش داشت. حذف بقایای گیاهی نسبت به حفظ بقایا در سامانه خاک‌ورزی رایج و کم خاک‌ورزی منجر به کاهش 12 درصدی عملکرد بیولوژیک ذرت شد درحالی که میزان این کاهش در سامانه بی خاک‌ورزی هفت درصد بود (جدول2). نتایج نشان داد بیشترین شاخص برداشت ذرت (36/82 درصد) در شرایط خاک‌ورزی رایج و حفظ بقایای گندم در سطح خاک به دست آمد که نسبت به سامانه کم خاک‌ورزی و حفظ بقایا پنج درصد بیشتر بود. در مقابل، حذف بقایای گیاهی در سامانه خاک‌ورزی رایج منجر به کاهش 18 درصدی شاخص برداشت ذرت گردید (جدول2). صفری و همکاران (1392) و چگنی و همکاران (1393) عنوان کردند که واکنش عملکرد محصول به روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی تابع نوع محصول، شرایط آب و هوایی منطقه و سامانه کشت می‌باشد. دی-ویتا و همکاران (2007) نشان دادند که در مناطق خشک و نیمه خشک که رطوبت عامل محدود کننده عملکرد محصول است، معمولاً خاک‌ورزی حفاظتی افزایش عملکرد محصول را به دنبال دارد. افضلی‌نیا و کرمی (1397) نشان دادند که عملکرد ذرت در سامانه خاک‌ورزی حفاظتی کمتر یا برابر با عملکرد محصول در سامانه خاک‌ورزی رایج است. یکی از بحرانی ترین مراحل در دوره زندگی یک گیاه، مراحل جوانه‌زنی، سبز شدن و استقرار گیاهچه است. رشد و نمو ذرت عمدتاً به رژیم دمایی خاک وابسته می‌باشد و در شرایطی که بقایای گندم به صورت ایستاده حفظ می‌گردد، نمو گیاهچه سریع‌تر از خاک‌هایی با بقایای کوتاه می‌باشد. به عبارتی، خاک‌هایی با بقایای ایستاده تابش بیشتری را دریافت می‌کنند و بنابراین دمای خاک افزایش یافته و جوانه زنی و نمو گیاهچه تسریع می‌گردد (شارات، 2002).

آستیر و همکاران (2006) و قوشچی و همکاران (1389) اعلام کردند که خاک‌ورزی متداول به همراه بقایای گیاهی دارای رژیم حرارتی مناسبی بودند که در نتیجه آن رشد ریشه، عملکرد دانه و جذب عناصر غذایی در ذرت افزایش یافت. بحرانی و همکاران (2007) نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه ذرت هنگامی به دست آمد که 25 تا 50 درصد بقایای گندم توسط خاک‌ورزی کاهش یافته، با خاک مخلوط شد. عبدالهی و همکاران (1389) گزارش کردند که انجام عملیات خاک‌ورزی کاهش یافته (دو بار گاوآهن قلمی) و نگهداری 25 درصد بقایای گندم در سطح خاک می‌تواند عملکرد دانه ذرت را به دلیل بهبود ذخیره رطوبتی خاک، افزایش میزان تهویه خاک و تسریع در فرآیند معدنی شدن عناصر غذایی در خاک افزایش دهد. یو و همکاران (2006) بیان کردند که هوادهی و شکستن خاکدانه‌ها در سامانه خاک‌ورزی رایج موجب کاهش ماده آلی خاک می‌شود. علیجانی و همکاران (1390) نشان دادند که انجام عملیات خاک-ورزی حفاظتی منجر به افزایش مقدار ورودی ماده آلی به خاک می‌گردد و در نتیجه بهبود خصوصیات فیزیکی و حاصلخیزی خاک منجر به افزایش محصول ذرت می‌شود که با نتایج محمود و همکاران (2012) که اعلام کردند حذف بقایای گیاهی و انجام عملیات خاک‌ورزی رایج با

افزایش فشردگی خاک منجر به کاهش تهویه خاک، نفوذ ریشه و جذب عناصر می‌شود، هم‌خوانی دارد.

جدول 1- تجزیه واریانس خاک‌ورزی، بقایای گیاهی و برهمکنش آن‌ها بر عملکرد دانه، بیولوژیک و شاخص برداشت ذرت، کرم خاکی و ماده آلی خاک

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	کرم خاکی	ماده آلی خاک	
						عمق 0-10	عمق10-20
سال (Y)	2	4030928/6^{ns}	6788119/7^{ns}	15/80^{ns}	438/70**	0/009^{ns}	0/0001^{ns}
خطای اول (a)	6	2905289/4	10274063/1	4/44	3/89	0/003	0/007
خاک‌ورزی (T)	2	38826414/6**	113047486/6*	62/98**	136/46**	0/006^{ns}	0/02*
Y×T	4	1176652/3^{ns}	62363383/1^{ns}	8/19^{ns}	10/93*	0/003^{ns}	0/001^{ns}
خطای دوم (b)	12	752002/2^{ns}	10034712/3^{ns}	1/76^{ns}	1/78^{ns}	0/002^{ns}	0/002^{ns}
بقایا (R)	1	67189684/0**	200519226/4**	83/34**	1431/18**	0/188**	0/16**
T×R	2	12462703/1*	7556156/7^{ns}	65/86**	32/02**	0/019*	0/08*
Y×R	2	10092917/6^{ns}	18185424/8^{ns}	0/92^{ns}	553/18**	0/008^{ns}	0/004^{ns}
Y×T×R	4	1418395/9^{ns}	21503655/8^{ns}	6/22^{ns}	10/76*	0/016^{ns}	0/001^{ns}
خطای باقی مانده (c)	18	1787824/5	11777281/0	3/27	1/29	0/003	0/006
ضریب تغییرات (درصد)		11/05	9/37	5/88	13/97	5/14	8/02

^{ns}، * و ** به ترتیب بیانگر نداشتن اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح 5 و 1 درصد می‌باشند (دانکن=5 درصد).

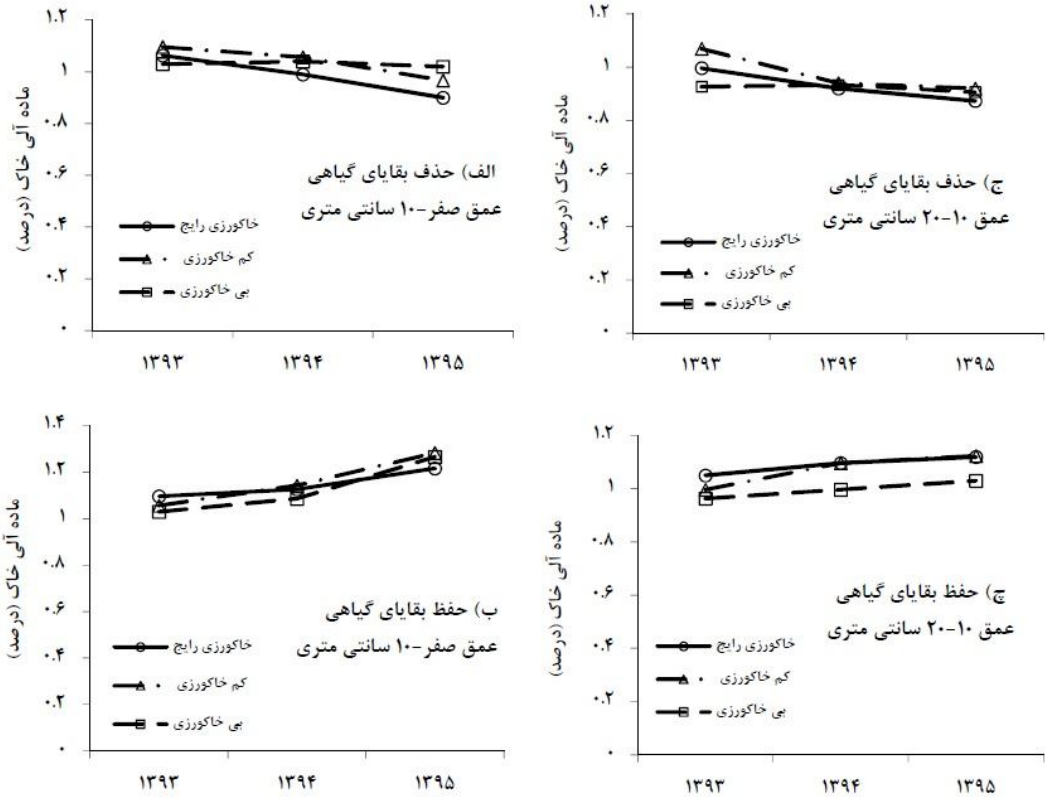
جدول 2- مقایسه میانگین اثر برهمکنش خاک‌ورزی و بقایای گیاهی بر عملکرد دانه، بیولوژیک و شاخص برداشت ذرت (میانگین سه سال زراعی)

سامانه خاک‌ورزی	بقایای گیاهی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
خاک‌ورزی رایج	حذف بقایا	10504c	34646cd	30/11c
	حفظ بقایا	14408a	39171ab	36/82a
کم خاک‌ورزی	حذف بقایا	12235b	36625bc	33/50b
	حفظ بقایا	14447a	41302a	34/97b
بی خاک‌ورزی	حذف بقایا	10185c	32797d	31/05c
	حفظ بقایا	10761c	35157cd	30/31c

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (دانکن=5 درصد).

نتایج نشان داد ماده آلی خاک به طور معنی‌داری تحت تأثیر روش خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گندم قرار گرفت (جدول1). روند تغییرات ماده آلی خاک نشان داد حفظ بقایای ایستاده گندم در بلند مدت منجر به افزایش ماده آلی خاک می‌شود (شکل1). در عمق صفر تا 10 سانتی-متری خاک، انجام عملیات خاک‌ورزی رایج نسبت به خاک‌ورزی حفاظتی در شرایط حذف بقایای گیاهی منجر به کاهش ماده آلی خاک شد به نحوی که در پایان پژوهش ماده آلی خاک 15 درصد (0/9 در مقابل 1/06 درصد) کاهش یافت. درحالی که، عملیات کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی به ترتیب منجر به کاهش 12 و یک درصدی ماده آلی خاک شد (شکل1 الف). در مقابل، انجام عملیات خاک‌ورزی با حفظ بقایای گیاهی در میان مدت منجر به افزایش ماده آلی خاک گردید اما بیشترین میزان افزایش ماده آلی خاک با انجام عملیات خاک‌ورزی حفاظتی حاصل شد که به طور کلی کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی رایج پنج درصد (میانگین افزایش) بیشتر بود (شکل1ب). به طور مشابه، عملیات خاک‌ورزی رایج در عمق 10 تا 20 سانتی‌متری خاک نیز منجر به کاهش 12 درصدی ماده آلی خاک شد (0/87 در مقابل 0/99 درصد) (شکل1 ج). نتایج نشان داد بیشترین ماده آلی خاک در شرایط حفظ بقایای گیاهی با افزایش عمق خاک با انجام عملیات خاک‌ورزی رایج و کم خاک‌ورزی حاصل شد که نسبت به عملیات بی خاک-ورزی تفاوت محسوسی داشت (شکل1 چ). انجام عملیات خاک‌ورزی رایج و به هم خوردن خاک باعث

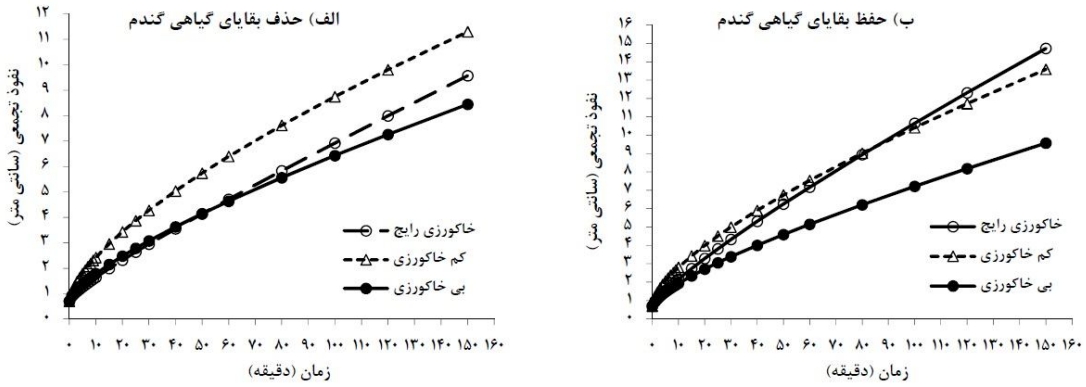
می‌شود اکسیژن بیشتری در خاک نفوذ کرده و این امر موجب اکسید شدن مواد آلی و از دست رفتن آن می‌شود (اسدی‌خشویی و همکاران،1390؛ بحرانی و همکاران، 2007). یو و همکاران (2006) بیان کردند که هوادهی و شکستن خاکدانه‌ها در سامانه خاک‌ورزی رایج موجب کاهش ماده آلی خاک می‌شود. بُنو و همکاران (2008) نشان دادند که در شرایط خاک‌ورزی حفاظتی مقدار ورودی ماده آلی به خاک بیشتر از خاک‌ورزی رایج است. از این رو مقدار ماده آلی و هم‌چنین عملکرد گیاهان در این مزارع بیشتر می‌گردد. بنیامین و همکاران (2008) نشان دادند که سرعت افزایش ماده آلی خاک در سامانه بی خاک‌ورزی با سرعت تغییرات ناشی از ماده آلی خاک هم‌فاز نیست. به عبارتی تاثیر ناشی از افزایش ماده آلی در خاک نیازمند زمان بیشتری می‌باشد. برای مثال افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود پایداری خاکدانه‌ها با گذشت زمان و به تدریج رُخ می‌دهد. از این‌رو به نظر می‌رسد که در سامانه بی خاک‌ورزی باید فرصت کافی وجود داشته باشد تا با بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمایی خاک، عملکرد محصول نیز افزایش یابد.



شکل 1- اثر روش‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی گندم بر تغییرات ماده آلی در دو عمق خاک

در هر دو حالت حذف و یا حفظ بقایای ایستاده گندم در سطح خاک با گذشت زمان از شروع فرآیند نفوذ، اختلاف میان نفوذ تجمعی اندازه‌گیری شده در سامانه‌های خاک‌ورزی افزایش یافت. به طور کلی، در شرایط حفظ بقایای گندم میزان نفوذ تجمعی آب در خاک به مراتب بیشتر از حذف بقایای گندم بود (شکل2 الف و ب). نتایج نشان داد در شرایط حذف بقایای گندم، به ترتیب بیشترین و کمترین میزان نفوذ تجمعی در سامانه کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی حاصل شد (شکل2 الف). در مقابل، با حفظ بقایای گندم در سطح خاک بیشترین میزان نفوذ تجمعی در سامانه کم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی رایج مشاهده شد که نسبت به میزان نفوذ آب به خاک در سامانه بی خاک‌ورزی تفاوت محسوسی داشت (شکل2 ب). با توجه به متفاوت بودن میزان بهم خوردگی خاک و مدیریت بقایای گندم در روش‌های مختلف خاک‌ورزی، متفاوت بودن میزان نفوذپذیری خاک در برابر آب قابل

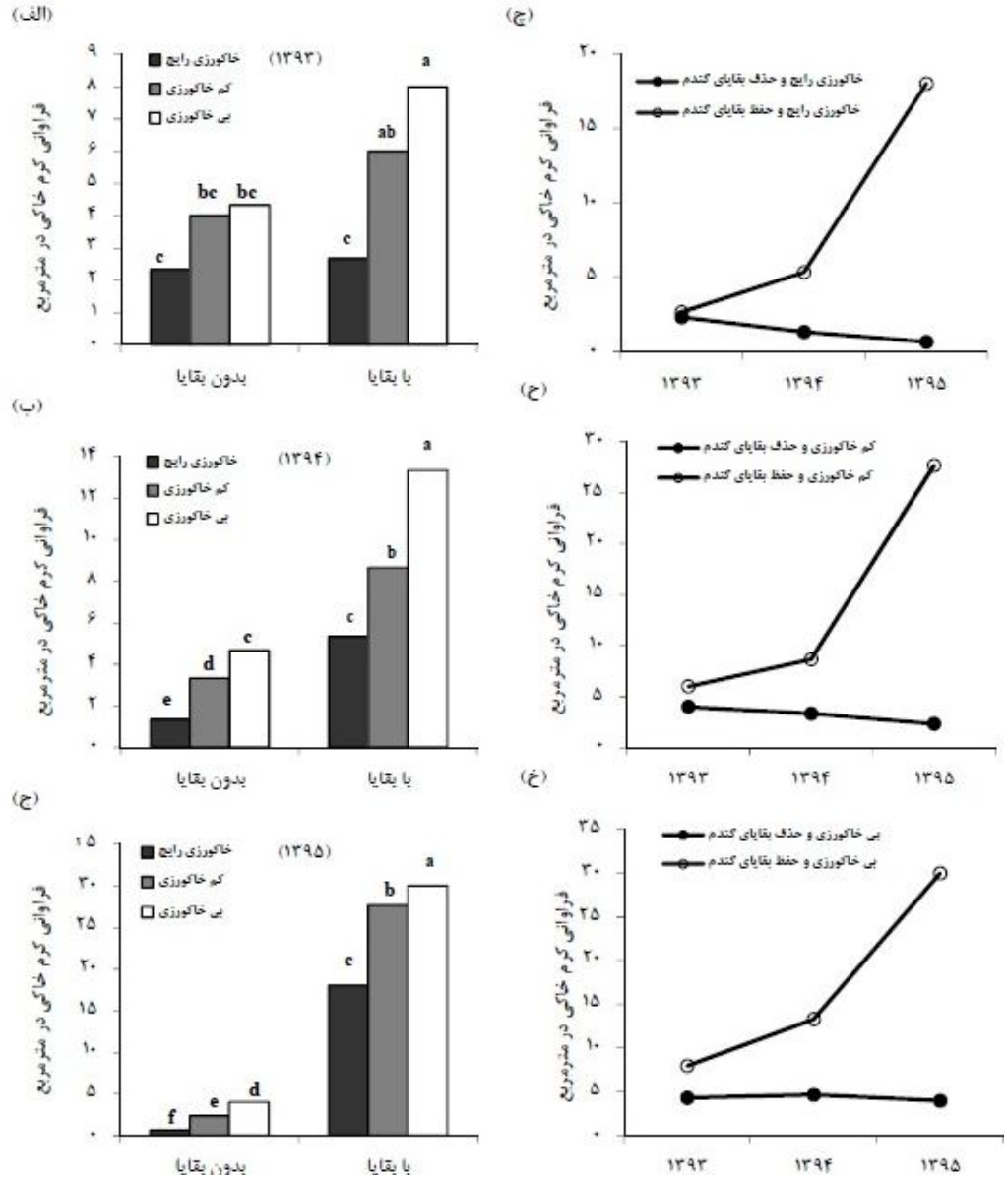
توجیه می‌باشد. احتمالاً دلیل افزایش نفوذ آب به خاک در سامانه‌های کم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی رایج نسبت به سامانه بی خاک‌ورزی به ویژه در خاک‌های نیمه سنگین و سنگین، انجام عملیات خاک‌ورزی و به هم خوردن خاک باشد که نقش مثبتی بر افزایش نفوذ آب دارد. اما در بلندمدت انجام عملیات خاک‌ورزی رایج همراه با حذف بقایا نیز می‌تواند منجر به کاهش نفوذپذیری شود که دلیل آن افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک و تشکیل لایه سخت در خاک می‌باشد. در مقابل، ایجاد لایه سخت رویی خاک به دلیل عدم روش بی خاک‌ورزی در کوتاه مدت باعث کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود. بنابراین در کم خاک‌ورزی هدایت هیدرولیکی خاک به دلیل به هم خوردن خاک و ایجاد شکاف‌های سطحی در خاک و هم-چنین کاهش تردد ماشین آلات خاک‌ورزی افزایش یافته و منجر به بهبود نفوذپذیری خاک در بلند مدت می‌شود که با نتایج میرزاوند و همکاران (1395)، افضلی نیا و کرمی (1397) و گومان و سور (2001) هم‌خوانی دارد.



شکل 2- مقایسه نفوذ تجمعی (سانتی متر) آب به خاک با گذشت زمان (دقیقه) تحت تأثیر مدیریت سامانه‌های خاک‌ورزی در شرایط حذف (الف) و حفظ بقایای گیاهی (ب) در کشت ذرت (میانگین نقاط اندازه‌گیری شده در هر آزمایش)

نتایج نشان داد فراوانی کرم خاکی به طور معنی‌داری تحت تأثیر سامانه خاک‌ورزی، مدیریت بقایا و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت (جدول1). به طور کلی، بیشترین تراکم کرم خاکی در سامانه بی خاک‌ورزی و حفظ بقایای گندم حاصل شد. در مقابل، جمعیت کرم خاکی با انجام عملیات خاک‌ورزی رایج و حذف بقایا کاهش محسوسی نشان داد (شکل3). سال 1393، نتایج نشان داد در شرایط حفظ بقایای ایستاده گندم انجام عملیات خاک‌ورزی رایج نسبت به سامانه کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی منجر به کاهش محسوس جمعیت کرم‌های خاکی گردید. هم‌چنین، تراکم کرم خاکی در سامانه بی خاک‌ورزی و حذف بقایا نسبت به کم خاک‌ورزی هشت درصد افزایش یافت در حالی که این افزایش در شرایط حفظ بقایا بیش از 30 درصد بود (شکل3 الف) که به تدریج در سال 1395 میزان اختلاف این دو سامانه خاک‌ورزی بر جمعیت کرم خاکی در شرایط حفظ بقایای گیاهی به 8/5 درصد کاهش یافت (شکل3 ج). نتایج پژوهش نشان داد همواره حذف بقایای گیاهی منجر به کاهش تراکم کرم‌های خاکی در سامانه‌های خاک‌ورزی شد و بیشترین میزان این کاهش به ترتیب در سامانه‌های خاک‌ورزی رایج و کم خاک‌ورزی حاصل شد (شکل3 چ و ح). علاوه براین، در سامانه بی خاک‌ورزی نیز کاهش هشت درصدی تراکم کرم‌های خاکی در نتیجه حذف بقایای گیاهی نسبت به شرایط حفظ بقایا مشاهده شد (شکل3 خ). جمعیت کرم‌های خاکی به شدت تحت عملیات زراعی قرار می‌گیرد و بسته به نوع خاک‌ورزی، عمق شخم و میزان بقایای موجود در سطح خاک فراوانی و تراکم آن‌ها در خاک متغیر است (چان، 2001؛ مترک و همکاران، 2007). هم-چنین، عملیات خاک‌ورزی حفاظتی معمولاً باعث افزایش تنوع زیستی و فعالیت عوامل زیستی در سطح و درون خاک می‌شود که دلیل آن را کاهش بهم خوردگی خاک و آسیب فیزیکی کمتر به کرم‌های خاکی عنوان کرده‌اند (نیکیتا و همکاران، 2009). در خاک‌ورزی حفاظتی، نگهداری بقایای گیاهی در سطح خاک منجر به بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک در نتیجه افزایش رطوبت خاک، بازچرخش عناصر غذایی و فراهم شدن

منبعی از مواد آلی برای تغذیه کرم خاکی می‌گردد (وُست و همکاران، 2005؛ چان و هینان، 2006). در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک، مواد آلی یک فاکتور محدود کننده مهم در فعالیت و تکثیر کرم‌های خاکی به شمار می‌آید. به طوری که فعالیت میکروبی و فرآیندهای بیوشیمیایی خاک اغلب در این مناطق، به دلیل پایین بودن سطح ماده آلی که منبع غذا و انرژی برای ریزجانداران و کرم‌های خاکی است، با محدودیت روبه‌روست. پژوهش‌ها نشان داده است که بین فراوانی کرم خاکی و مقدار کربن آلی خاک در سامانه‌های زراعی همبستگی بسیار نزدیکی وجود دارد، به طوری که منبع کربن آلی خاک نقش مهمی در فراوانی و فعالیت کرم‌های خاکی ایفا می‌کند. از طرفی مواد آلی با بهبود ویژگی‌های فیزیکی (افزایش تهویه، ظرفیت نگهداری آب در خاک) و شیمیایی (آزادسازی عناصر غذایی، جذب و ذخیره سازی عناصر) بر جمعیت و فعالیت موجودات خاک‌زی نقش مهمی ایفا می‌نماید (ویرتو و همکاران، 2007؛ نیکیتا و همکاران، 2009).



شکل 3- روند تغییرات کرم خاکی تحت تأثیر سامانه‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گندم در زمان پژوهش (ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح 5 درصد تفاوت معنی‌داری ندارند)

نتیجه‌گیری

الگوی کشت متداول زراعی در برخی از مناطق استان فارس (حومه زرقان و اراضی زیر سد درودزن) کشت پیاپی گندم و یا ذرت است که این الگوی کشت با توجه به محدودیت‌های منابع کمی و کیفی آب، امکان اجرای تناوب زراعی مناسب را غیر ممکن ساخته است. در چنین شرایطی استفاده و توسعه سامانه‌های کشت حفاظتی (به خصوص کم خاک‌ورزی) در الگوی کشت رایج ذرت می‌تواند به حفظ منابع تولید از قبیل آب، خاک و محیط زیست کمک نماید. نتایج این پژوهش نشان داد که حفظ بقایای ایستاده گندم در تمام سامانه‌های خاک‌ورزی مورد ارزیابی در کشت ممتد ذرت به دلیل بهبود ماده آلی خاک نقش مثبتی در حفظ عملکرد محصول و افزایش فعالیت کرم‌های خاکی داشت. با توجه به نتایج این پژوهش بیشترین عملکرد دانه ذرت (14447 کیلوگرم در هکتار) در شرایط حفظ بقایای گیاهی و عملیات کم خاک‌ورزی حاصل شد که میزان عملکرد دانه ذرت نسبت به سامانه بی خاک‌ورزی بیش از 30 درصد افزایش یافت. انجام عملیات خاک‌ورزی رایج و حذف بقایای گیاهی نسبت به خاک‌ورزی حفاظتی منجر به کاهش 15 و 12 درصدی ماده آلی خاک به ترتیب در عمق صفر تا 10 و 10 تا 20 سانتی‌متری خاک شد. علاوه براین، همواره حذف بقایای گیاهی منجر به کاهش تراکم کرم‌های خاکی در سامانه‌های خاک‌ورزی شد به نحوی که در سامانه بی خاک‌ورزی نیز کاهش هشت درصدی تراکم کرم‌های خاکی با حذف بقایای گیاهی مشاهده شد. از طرف دیگر، به دلیل کاهش میزان دستکاری خاک در روش‌های بی خاک‌ورزی به خصوص در بافت خاک‌های نیمه سنگین و سنگین، نفوذ تجمعی آب به خاک در مقایسه با کم خاک‌ورزی و خاک-ورزی رایج کاهش یافت. به طور کلی در سامانه‌های زراعی کشت فشرده ذرت برای حفظ پتانسیل عملکرد محصول، افزایش فعالیت کرم‌های خاکی و بهبود حاصلخیزی خاک انجام عملیات کم خاک‌ورزی و حفظ بقایای گیاهی گندم به صورت ایستاده و با ارتفاع 30 سانتی‌متر در سطح خاک قابل توصیه است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری صمیمانه جناب دکتر رضا مرادی طالب بیگی در تجزیه و تحلیل و تهیه این مقاله تقدیر و تشکر می‌گردد.

فهرست منابع

1. افضلی‌نیا، ص. و ع. کرمی. 1397. اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر خصوصیات خاک و عملکرد ذرت در تناوب با گندم. مجله مهندسی بیوسیستم ایران، جلد 49، شماره 1. ص. 129-137.
2. امراء، م.ع.، ع. بیابانی، ع.ل. قلی زاده و م.ر. وفایی‌تبار. 1396. بررسی افزایش وزن و برخی شاخص‌های رشد کرم خاکی در ورمی کمپوست حاصل از کودهای آلی مختلف. نشریه زیست شناسی خاک، جلد 5، شماره 1. ص. 29-37.
3. اسدی‌خشویی، ا.، م. یحیی آبادی و ا. تاکی. 1390. تأثیر خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی بر عملکرد ذرت در تناوب جو-ذرت. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد 12، شماره 1. ص. 83-96.
4. بنی‌اسدی، ر.، ا.ا. توحیدنژاد و ق. محمدی‌نژاد. 1393. ارزیابی اثرات روش‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای جو بر عملکرد ذرت. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد 24، شماره 4. ص. 61-69.
5. پژمان، ح.، ل. جوکار و م. زارع مویدی. 1396. مقایسه فراوانی و تنوع گونه‌ای بندپایان گیاه‌خوار موجود در زراعت گندم در سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی و متداول در منطقه زرقان فارس. آفات و بیماری‌های گیاهی، جلد 85، شماره 2. ص. 139-154.
6. چگنی، م.، ش. انصاری‌دوست و ح.ا. اسکندری. 1393. اثر روش‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک در جهت رسیدن به کشاورزی پایدار. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد 24، شماره 2. ص. 31-40.

7. صفری، ا.، م.ا. آسودار، م. قاسمی‌نژاد و ا.ر. عبدعلی‌نژاد. 1392. اثر مدیریت بقایا، روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی و تراکم کاشت بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و عملکرد دانه گندم. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد 23، شماره 2. ص. 49-59.
8. عبدالهی، ف.، ح. غدیری و م.ج. بحرانی. 1389. اثر خاک‌ورزی، مدیریت بقایای گندم و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد 8، شماره 2. ص. 336-346.
9. علیجانی، خ.، م.ج. بحرانی و س.ع.ر. کاظمینی. 1390. تأثیر روش‌های خاک‌ورزی و مقادیر بقایای ذرت بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد 9، شماره 3. ص. 486-493.
10. قوشچی، ف.، ع. جورابلو، م. سیلسپور و ح. هادی. 1389. اثر خاکورزی و مدیریت بقایای گیاهی جو بر ویژگی های خاک و ذرت علوفه ای. بوم شناسی کشاورزی، جلد 2، شماره 3. ص. 428-436.
11. گورویی، س.، ا. آینه‌بند و ع.ا. معزی. 1395. تأثیر نوع و درصد بقایای گیاهی بر برخی خصوصیات زیستی کرم‌های خاکی و میزان تولید ورمی کمپوست. نشریه زیست شناسی خاک. 4(1): 53-63.
12. میرزاوند، ج.، س.ع.ا. موسوی، ع.م. ثامنی، ص. افضلی‌نیا و ن.ع. کریمیان. 1395. اثر روش‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی بر هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک در تناوب گندم-ذرت. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. 23(3): 131-150.
13. Allmaras, R.R., Schomberg, H.H., Douglas Jr., C.L. and Dao, T.H. 2000. Soil organic carbon sequestration potential of adopting conservation tillage in US cropland. Journal of Soil and Water Conservation 55:365-373.
14. Astier, M., Maass, J.M., Etchevers-Barra, J.D., Pena, J.J. and de Leon Gonzalez, F. 2006. Short-term green manure and tillage management effects on maize yield and soil quality in an Andisol. Soil and Tillage Research 88(1-2): 153- 159.
15. Bahrani, M.J., Raufat, M.H. and Ghadiri, H. 2007. Influence of wheat residue management on irrigated corn grain production in a reduced tillage system. Soil and Tillage Research 94:305-309.
16. Benjamin, J.G., Mikha, M.M. and Merle, F.R. 2008. Organic carbon effects on soil physical and hydraulic properties in a semi arid climate. Soil Science Society of America Journal 72:1357-1362.
17. Bono, A., Alvarez, R., Buschiazzo, D.E. and Cantet, R.J.C. 2008. Tillage effects on soil carbon balance in a semiarid agroecosystem. Soil Science Society of America Journal 72:1140-1149.
18. Bronson, K.F., Onken, A.B., Keeling, J.W., Booker, J.D. and Torbert, H.A. 2001. Nitrogen response in cotton as affected by tillage system and irrigation level. Soil Science Society of America Journal 65:1153-1163.
19. Chan, K.Y. 2001. An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity implications for functioning in soils. Soil and Tillage Research 57:179–191.
20. Chan, K.Y. and Heenan, D.P. 2006. Earthworm population dynamics under conservation tillage systems in south-eastern Australia. Australian Journal of Soil Research 44:425–431.
21. De Vita, P., Di Paolo, E., Fecondo, G., Di Fonzo, N. and Pisante, M. 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. Soil and Tillage Research 92:69-78.
22. Evans, A.C. 1947. A method of studying the burrowing activities of earthworms. Annals and Magazine of Natural History 14:643-650.

23. Ghuman, B.S. and Sur, H.S. 2001. Tillage and residue management effects on soil properties in a direct drill tillage system. Soil and Tillage Research 42:209-219.
24. Heckrath, G., Djurhuus, J., Quine, T.A., Van Oost, K., Govers, G. and Zhang, Y. 2005. Tillage erosion and its effect on soil properties and crop yield in Denmark. Journal of Environmental Quality 34:312-324.
25. Jasa, P., Siemens, J., Hofman, V. and Shelton, D. 2000. Tillage systems definitions. p. 5-9. In: Reeder, R. (ed.) Conservation tillage system and management, (2nd Eds.), Midwest Plan Service, Iowa State University, Ames, IA.
26. Muhammad, R., Khan, G. D., Hanif, M., and Ali, S. 2012. Impact of soil compaction on root length and yield of corn (*Zea mays* L.) under irrigated condition. Middle-East Journal of Scientific Research 11(3): 382-385.
27. Kumar, K. and Goh, K.M. 2000. Crop residue and management practices: effects on soil quality, soil nitrogen dynamics, crop yield and nitrogen recovery. Advances in Agronomy 68:197-319.
28. McGarry, D., Bridge, B.J. and Radford, B.J. 2000. Contrasting soil physical properties after zero and traditional tillage of an alluvial soil in semi-arid subtropics. Soil and Tillage Research 53:105-115.
29. Metzke, M., Potthoff, M., Quintern, M., Hess, J. and Joergensen, R.G. 2007. Effect of reduced tillage systems on earthworm communities in a 6-year organic rotation. European Journal of Soil Biology 43:209–215.
30. Nikita, S., Eriksen-Hamel, A.B., Speratti, J.K. Whalen, A.L., Chandra, A.M. 2009. Earthworm populations and growth rates related to long-term crop residue and tillage management. Soil and Tillage Research 104:311–316.
31. Reeder, R. 2000. Conservation tillage systems and management: Crop residue management with no-till, ridge-till, mulch-till and strip-till. Mid-west Plan Service, Iowa State University, Ames, IA.
32. Sharratt, B.S. 2002. Corn stubble height and residue placement in the northern US Corn Belt. II. Spring microclimate and wheat development. Soil and Tillage Research 64:253-261.
33. Verhulst, N., Govaerts, B., Nelissen, V., Sayre, K.D., Crossa, J., Raes, D. and Deckers, J. 2011. The effect of tillage crop rotation and residue management on maize and wheat growth and development evaluated with an optical sensor. Field Crops Research 120:58-67.
34. Virto, I., Imaz, M.J., Enrique, A., Hoogmoed, W. and Bescansa, P. 2007. Burning crop residues under no-till in semi-arid land, Northern Spain-effects on soil organic matter, aggregation, and earthworm populations. Australian Journal of Soil Research 45:414–421.
35. Wilhelm, W.W., Johnson, J.M.F., Hatfield, J.L. and Linden, D.R. 2004. Crop and soil productivity response to corn residue removal. Agronomy Journal 96:1-17.
36. Wuest, S.B., Caesar-Tont, T.C., Wright, S.F. and Williams, J.D. 2005. Organic matter addition, N, and residue burning effects on infiltration, biological, and physical properties of an intensively tilled silt-loam soil. Soil and Tillage Research 84:154–167.
37. Yoo, G., Nissen, T.M. and Wander, M.M. 2006. Use of physical properties to predict the effects of tillage practices on organic matter dynamics three Illinois soils. Journal of Environmental Quality 35:1567-1583.

Effect of Soil Tillage Method and Wheat (*Triticum aestivum* L.) Residue Management on Corn (*Zea mays* L.) Yield, Soil Properties, and Earthworm Population

J. Mirzavand[1]
Assistant Professor, Dept. of Soil and Water Science, Fars Center for Agriculture and Natural Resource Research; E-mail: j_mirzavand@yahoo.com
Received: August, 2018 & Accepted: March, 2019

Abstract

Soil tillage method and plant residue management are two important agricultural practices which affect soil properties, fauna population and crop production. A 3-year field experiment was conducted to evaluate the effects of tillage methods (conventional tillage (CT), reduced tillage (RT), and No-Till (NT)) and wheat residue management (residue removal and retention) on earthworm population, infiltration process, organic carbon (OC), and corn yield at Zarghan, Fars province. The experimental design was a split-plot with three replications. The highest kernel yield (14447 kg ha^{-1}) and harvest index (36.82%) of corn were obtained by RT and CT methods when residue returned, respectively. Applying RT method accompanied by keeping residue increased corn yield up to 30% compared to NT method. Organic carbon decreased by CT method and residue removal at 15 and 12% in the soil depth ranges of 0-10 and 10-20 cm compared to conservation tillage, respectively. The highest water infiltration process into the soil was achieved by RT and CT methods compared to NT method when residue returned. The highest earthworm population was obtained by NT method and residue retention, while earthworm population decreased by CT method and residue removal at 38.5 and 50% compared to RT and NT methods, respectively. It is concluded that, to grantee the corn yield potential and improve earthworm activity and soil fertility under wheat-corn rotation, adopting RT method accompanied by keeping wheat residue (standing residue with a height of 30 cm), is recommended.

Keywords: Conservation tillage, Earthworm population, Reduced tillage, Standing residue.

[1]. Corresponding author: Water and Soil Science Department, Fars Center for Agriculture and Natural Resource Research.