دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهل و دوم، ۱۳۹۹

اثر روش‌های خاک‌ورزی و بقایای ذرت بر عملکرد گندم، فراوانی ماده آلی و کرم-های خاکی در زرقان فارس

جهانبخش میرزاوند[۱]، رضا مرادی طالب بیگی[۲]

دریافت: ۹۷/۱۰/۸ پذیرش: ۹۸/۶/۲۱

چکیده

به منظور بررسی اثر روش‌های خاک‌ورزی (خاک‌ورزی رایج، کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی) و مدیریت بقایای گیاهی ذرت (حفظ بقایا و حذف تمام بقایا از سطح خاک) بر محتوای ماده آلی خاک، فراوانی کرم‌های خاکی و پاسخ عملکرد گندم، آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۳ به صورت کرت‌های یک بار خُرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در زرقان فارس اجرا شد. خاک‌ورزی رایج و حذف بقایا نسبت به خاک‌ورزی حفاظتی منجر به کاهش ۱۵ و هشت درصدی ماده آلی خاک در دو عمق صفر-۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی‌متری شد. در مقابل، حفظ بقایای گیاهی در خاک‌ورزی رایج نسبت به حذف بقایا منجر به افزایش ۲۷ درصدی محتوای ماده آلی خاک 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 ۱۷ درصد کاهش داد. هم‌چنین، بیشترین عملکرد دانه (۸۱۱۳ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت گندم (۴۰/۲۶ درصد) به ترتیب در کم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی رایج با حفظ بقایای گیاهی ذرت حاصل شد. عملیات بی خاک‌ورزی و حفظ بقایا میزان عملکرد دانه گندم را نسبت به کم خاک‌ورزی بیش از ۴۰ درصد کاهش داد. به‌طور کلی در تناوب پیوسته گندم-ذرت جهت حفظ پتانسیل عملکرد گندم، بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش فعالیت کرم‌های خاکی انجام عملیات کم خاک‌ورزی و نگهداری بقایای گیاهی ذرت در سطح خاک قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: حفظ بقایا، حاصلخیزی خاک، خاک‌ورزی حفاظتی، کم خاک‌ورزی

جهانبخش، م. و ر. مرادی طالب بیگی. ۱۳۹۹. اثر روش‌های خاک‌ورزی و بقایای ذرت بر عملکرد گندم، فراوانی ماده آلی و کرم‌های خاکی در زرقان فارس. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۴۲: ۲۳۷-۲۲۶.

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- مسئول مکاتبات. j.mirzavand@areeo.ac.ir

۲- دانشجوی سابق دکتری زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

مقدمه

اهمیت حفظ کیفیت و حاصلخیزی خاک و تاثیر آن بر تولید محصولات زراعی در سال‌های اخیر با توجه به استفاده از سامانه-های کشاورزی حفاظتی در جهت تولید پایدار محصول و افزایش کارآیی استفاده از منابع طبیعی و هم‌چنین به حداقل رساندن فشار بر محیط زیست افزایش یافته است (ورهالست و همکاران، ۲۰۱۱). از سوی دیگر، گندم (*Triticum aestivum* L.) و ذرت (*Zea mays* L.) به عنوان دو غله مهم توسط کشاورزان مناطق جنوبی کشور مانند استان فارس در تناوب با یکدیگر کشت می‌شوند. اما، این الگوی کشت با توجه به محدودیت‌های منابع کمی و کیفی آب، امکان اجرای تناوب زراعی مناسب را غیر ممکن ساخته است (امام و همکاران، ۱۳۸۹). در چنین شرایطی استفاده و توسعه سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی در الگوی تناوب رایج گندم-ذرت می‌تواند به نگهداری از منابع تولید از قبیل آب، خاک و محیط زیست کمک نماید (افضلی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۷). افضلی‌نیا و همکاران (۱۳۹۵) اظهار کردند که استفاده از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی با رعایت مدیریت صحیح بقایای گیاهی با توجه به کاهش مصرف سوخت و هزینه‌های تولید و عدم تاثیر منفی بر عملکرد گندم آبی قابل توصیه می‌باشد. امینی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که کاربرد ۳۰ درصد بقایای گیاهی و روش کم خاک‌ورزی اثر مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم داشت. علیجانی و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه گندم (٤٤۰۰ کیلوگرم در هکتار) در روش کم خاک‌ورزی و حفظ بقایای ذرت حاصل شد که این موضوع خود تاییدی بر لزوم نگهداری بقایا در مزرعه جهت استفاده از منافع فراوان آن است.

براساس نتایج پژوهش‌های مختلف تغییرات ماده آلی خاک متناسب با میزان بقایای گیاهی برگردانده شده به خاک می‌باشد، اما نوع سامانه خاک‌ورزی نیز می‌تواند محتوای ماده آلی خاک را تحت تاثیر قرار دهد (ویلهلم و همکاران، ۲۰۰٤). آلماراس و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که عملیات بی خاک‌ورزی ماده آلی بیشتری نسبت به خاک‌ورزی رایج در خاک ذخیره می‌کند، در حالی که گاوآهن برگردان‌دار کمترین میزان ماده آلی را در خاک ذخیره نمود. 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 می‌شود (اسکندری و فیضی‌اصل، ۱۳۹٦). از سوی دیگر، شرایط 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، ۱۳۹۵). کرم‌های خاکی نقش برجسته و مهمی در فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در انواع زیست بوم‌های طبیعی و کشاورزی و در نتیجه بهبود رشد و عملکرد گیاه ایفا می‌کنند. 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 (پژمان و همکاران، ۱۳۹٦). اسدی-خشویی و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که انجام عملیات کم خاک‌ورزی و حفظ بقایای گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) می‌تواند منجر به افزایش جمعیت کرم‌های خاکی در کشت ذرت گردد که احتمالا به دلیل بهبود ظرفیت رطوبتی خاک و هم‌چنین افزایش میزان ماده آلی در خاک می‌باشد.

با توجه به گسترش سامانه‌های خاک‌ورزی و استقبال کشاورزان از آن، این سوال مطرح است که کدام روش می‌تواند در رسیدن به عملکرد مطلوب و بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی در شرایط اقلیمی متفاوت موثر واقع شود. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی اثر سامانه‌های متفاوت خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی ذرت بر محتوای ماده آلی خاک، فراوانی کرم‌های خاکی در تناوب گندم-ذرت و پاسخ عملکرد گندم به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر سامانه‌های متفاوت خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی ذرت (هیبرید سینگل کراس ۷۰٤) بر محتوای ماده آلی خاک، فراوانی کرم‌های خاکی و پاسخ عملکرد دانه گندم (رقم چمران)، آزمایشی مزرعه‌ای در سه سال متوالی و از سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ 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 ذرت 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 ۳۰ سانتی‌متری برداشت و میزان ماده آلی (۱/۰۱ درصد)، هدایت الکتریکی (۰/٦٥ دسی‌زیمنس بر متر) و اسیدیته (۷/۹) در خاک تعیین شد. بافت خاک مزرعه از نوع لوُم رُس سیلتی بود و متوسط بارندگی سالانه درازمدت (دوره ۵۰ ساله) در منطقه ۲۳۵ میلی‌متر (طول جغرافیایی ″۵۲°۷۱′۳۵ شرقی و عرض جغرافیایی ″۲۹°۷٦′٤۲ شمالی و ارتفاع ۱۵۹٦ متر از سطح دریا) ثبت شده است. در جدول ۱ میانگین دما و مجموع بارندگی ماه‌های مختلف سه سال متوالی در منطقه زرقان آورده شده است.

جدول ۱- میانگین دما و مجموع بارندگی منطقه زرقان در سه سال متوالی کشت گندم

ماه	۱۳۹۳-۹٤		۱۳۹٤-۹۵		۱۳۹۵-۹٦	
	دما	بارندگی	دما	بارندگی	دما	بارندگی
آبان	۱۱/۱۰	٦۳/۸۰	۱۲/۳۰	۷۱/٦۰	۱٤/۰۰	۷/۸۰
آذر	۸/۸۰	۰/۰۰	۷/۵۰	٦۲/٦۰	۱۱/۲۰	۳/٦۰
دی	۸/۵۰	۲۸/۰۰	۷/۲۰	٤۱/۸۰	۸/۹۰	۲۲/۳۰
بهمن	۹/۷۰	٤۳/۵۰	۹/٦۰	٦/٤۰	۸/۰۰	۱۳/٤۰
اسفند	۱۲/٦۰	۵۵/۰۰	۱٤/۱۰	۱۸/٤۰	۱۲/۵۰	۹۷/٦۰
فروردین	۲۰/۳۰	۰/۰۰	۱۷/٦۰	۱۳/۲۰	۲۰/٤۰	۱۰/۰۰
اردیبهشت	۲۵/۱۰	۸/٤۰	۲٦/۱۰	٤/۰۰	۲۵/۲۰	۲۸/۲۰
خرداد	۳۱/۳۰	۰/۰۰	۲۹/۹۰	۰/۰۰	۳۱/۱۰	۰/۰۰
تیر	۳۱/۷۰	۳/۸۰	۳۳/۲۰	۰/۰۰	۳۱/٦۰	۰/۰۰
میانگین/مجموع	۱۷/٦۸	۲۰۲/۵۰	۱۷/۵۰	۲۱۸/۰۰	۱۸/۱۰	۱۸۲/۹۰

تیمارها شامل روش‌های خاک‌ورزی در سه سطح خاک‌ورزی رایج (شخم با گاوآهن برگردان‌دار، 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 ذرت 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، بقایای گیاه ذرت به وسیله دستگاه کمباین برداشت شد به‌طوری که حدود ۳۰ درصد بقایای گیاهی در سطح خاک باقی ماند. در شرایط بدون بقایا، بقایای گیاه ذرت از محل طوقه در سطح خاک کف‌بُر و از مزرعه خارج شد.

برای کشت گندم از خطی کار کشت مستقیم (بذرکار-کودکار اسفوجیا، ۱۷ ردیفه، عرض کار سه متر و شیار بازکن دیسکی) استفاده گردید. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۲۰×٦ متر بود. هر کرت شامل ۳۰ خط کاشت و فاصله خطوط کاشت ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله‌ی بین کرت‌های فرعی دو متر و تکرارها ۸ متر در نظر گرفته شد. گندم در هر سال با تراکم ۳۵۰ بوته در مترمربع در ۱۷ آبان ماه در کرت‌ها کشت شد. میزان کود مصرفی براساس نیاز کودی مزرعه در سال‌های مختلف، متفاوت بود که تمامی کود فسفات (حدود ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، پتاس (حدود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و یک سوم کود اوره (حدود ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار) در زمان کاشت و توسط کارنده به کرت‌ها داده شد و بقیه کود اوره در ۲ 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 گندم با رطوبت ۱٤ درصد پس از رسیدگی فیزیولوژیک (زرد شدن میانگره آخر یا پدانکل)، بوته‌های گندم از مساحت ۲ متر مربع به صورت تصادفی و با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای با دست بریده و برداشت شدند.

برای تعیین مقدار ماده آلی خاک، در پایان اجرای آزمایش از ۲ عمق صفر تا ۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی‌متری خاک در هر کرت نمونه مرکب برداشته شد و سپس نمونه‌ها خشک شدند. نمونه‌ها پس از غربال با الک ۲ میلی‌متری، به آزمایشگاه منتقل شدند و درصد کربن آلی آن‌ها به عنوان شاخصی از ماده آلی خاک به روش والکی و

بلاک (۱۹۳٤) تعیین شد. در این روش ۱۰ میلی‌لیتر بیکرومات پتاسیم ۱ نرمال همراه ۲۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ به ۱ گرم خاک نرم و خشک اضافه می‌شود. پس از اضافه کردن ۱۰۰ میلی-لیتر آب مقطر از ۱۰ قطره معرف ارتوفنانترولین استفاده می‌شود و در نهایت با محلول فروآمونیوم سولفات ۰/۵ نرمال تیتر می‌گردد. برای بررسی تراکم کرم‌های خاکی به صورت تصادفی و با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای ٤ نمونه خاک از هر کرت به مساحت ۳۰ × ۳۰ سانتی‌متر و از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری خاک به روش دستی (ایوانز، ۱۹٤۷) برداشت شد و تعداد کل کرم‌های خاکی شامل کرم-های 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 ۵ درصد و جهت رسم شکل‌ها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد. از آنجایی که اثر سال در طول تناوب گندم-ذرت بر محتوای ماده آلی خاک، عملکرد گندم معنی دار نبود، آنالیز داده‌ها به صورت مرکب انجام شد.

نتایج و بحث

محتوای ماده آلی خاک

نتایج نشان داد محتوای ماده آلی خاک به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر روش خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی ذرت قرار گرفت (جدول ۲). انجام عملیات خاک‌ورزی رایج و حذف بقایای گیاهی در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری خاک نسبت به سامانه‌های خاک-ورزی حفاظتی (کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی) منجر به کاهش محتوای ماده آلی خاک شد به نحوی که در پایان پژوهش ماده آلی خاک در مقایسه با سامانه‌های کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی به ترتیب شش و ۲۲/۵ درصد کاهش یافت (جدول ۳). در حالی که حفظ بقایای گیاهی در تمام سامانه‌های خاک‌ورزی به تدریج منجر به افزایش ماده آلی خاک شد، اگرچه محتوای ماده آلی خاک در سامانه کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی رایج ٤ درصد (میانگین افزایش) بیشتر بود. نتایج نشان داد در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری خاک بیشترین محتوای ماده آلی خاک در سه سال متوالی پژوهش (به ترتیب ۱/۱۰ در سال ۱۳۹۳، ۱/۱۲ در سال ۱۳۹٤ و ۱/۲٦ در سال ۱۳۹۵) در عملیات کم خاک‌ورزی و حفظ بقایای گیاهی حاصل شد (جدول ۳). به‌طور مشابه، با افزایش عمق خاک انجام عملیات خاک‌ورزی رایج منجر به کاهش محتوای ماده آلی خاک شد به نحوی که اعمال خاک‌ورزی رایج در شرایط حذف بقایا؛ ماده آلی خاک را نسبت به حفظ بقایا ۱۹ درصد کاهش داد (۰/۸۹ در مقابل ۱/۱۰ درصد) (جدول ۳). در مقابل، انجام عملیات بی خاک‌ورزی و حفظ بقایای گیاهی ذرت در عمق ۱۰-۲۰ سانتی-متری محتوای ماده آلی خاک را در مقایسه با سامانه‌های خاک‌ورزی رایج و کم خاک‌ورزی ۸ درصد افزایش داد. اگرچه، این افزایش محتوای ماده آلی خاک در شرایط حذف بقایای گیاهی برای کم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی رایج به ترتیب ۸/٦ و ۱۳/۵ درصد بود (جدول ۳).

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، ۱۳۹۰؛ بحرانی و همکاران، ۲۰۰۷). یو و همکاران (۲۰۰٦) بیان کردند که هوادهی و شکستن خاکدانه‌ها در سامانه خاک‌ورزی رایج موجب کاهش ماده آلی خاک می‌شود که با نتایج حاصل از این پژوهش که کمترین محتوای ماده آلی خاک در سامانه خاک-ورزی رایج حاصل شد، هم‌خوانی داشت. بُنو و همکاران (۲۰۰۸) 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 اقتصادی تحت این شرایط بیشتر می‌گردد. بنیامین و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که سرعت افزایش ماده آلی خاک در سامانه بی خاک‌ورزی با سرعت تغییرات ناشی از ماده آلی خاک متناسب 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 شیمیایی خاک، عملکرد محصول نیز افزایش یابد.

جدول ۲- تجزیه واریانس خاک‌ورزی، بقایای گیاهی و برهمکنش آن‌ها بر محتوای ماده آلی، فراوانی کرم‌های خاکی، عملکرد دانه، وزن ۱۰۰۰ دانه، تعداد دانه در مترمربع، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت دانه گندم

منبع تغییرات	درجه آزادی	ماده آلی خاک		فراوانی کرم خاکی	عملکرد دانه	وزن ۱۰۰۰ دانه	تعداد دانه در مترمربع	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
		عمق ۰- ۱۰	عمق ۱۰- ۲۰						
سال (Y)	۲	۰/۰۰٤ns	۰/۰۱ns	۷۸۷/۱۸**	ns۱٤۳٤۰۹۲	۱۰/۷۷ns	۸/۷۹ns	ns٥۰۰٦۱۰٦	۱٤/۲۳ns
خطای اول (a)	٦	۰/۰۰۲ns	۰/۰۰۷ns	۱۳/۱۲ns	ns۹۳۰۸٥۸	۱٤/۲۹ns	٤/۹٤ns	ns٥٦۳۳۸۱۲	۲/۹۲ns
خاک‌ورزی (T)	۲	۰/۰٤*	۰/۰۰۲ns	٦۸۰/۱۲**	**٥۱۰٤۳۰۱۲	۹٥/۹٥**	۲۱٦/٥۱**	**۲۱۷۷٦۹٥۰۲۳	۱٥۲/۹۷**
Y×T	٤	۰/۰۰۳ns	۰/۰۰۱ns	٦۷/٤٦**	nsv۱٦۲۳۲۱	۲۲/٤۹ns	۲٤/۰۷ns	ns۲۹۰۰٤٥۱۷	۱۹/٦٤ns
خطای دوم (b)	۱۲	۰/۰۰۲ns	۰/۰۰۲ns	۱۱/۰۷ns	ns۱۱٦۲٦۱	۷/۹۹ns	٤/۱۹ns	nsv۸۰۸۷٥	۲/۷٦ns
بقایا (R)	۱	۰/۱۲**	۰/۰۳*	۸۱٦/٦۷**	*۱۸۷۷٤۹٤۷	۱۷۸/۲۸**	۱٥/٥۷ns	*٥۲۱۰۰۱۰٤	۹۹/۲۸**
T×R	۲	۰/۰۳*	۰/۰۳*	۲۸/۳۸*	*۲٤۰۲٥۸٦۷	۳۰/۱۸*	٤۰/٥۱*	*۱٤٤۲۸۹٥۳٤	۷٦/٥۷*
Y×R	۲	۰/۰۰٤ns	۰/۰۱ns	۲٤/٦۷*	ns۲٦۳۳۱٥۳	۱٦/۳۹ns	۲۷/۳٥ns	*۱٤۸۷۲۳٥۷	۱۰/۱٤ns
Y×T×R	٤	۰/۰۱ns	۰/۰۰۲ns	۳٤/۸۹*	ns۳۸۷٦۷۹	۸/۹۱ns	۹/٦۲ns	ns۳۷۹٤٤۳۲	۱٥/٦۷ns
خطای باقی مانده	۱۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰٦	۵/۷۵	۱۱٦۱۱۰۲	۱۱/۲۰	۱۱/۱٤	۷۸٤۹٥۲۷	٥/۱۷
ضریب تغییرات (درصد)		٤/۸۸	۷/۸٤	۱٦/۹۱	۱۸/۹٥	۹/۰۱	۱۲/٥۸	۱۸/٥٥	٦/۱۳

ns، * و ** به ترتیب بیانگر نداشتن اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر برهمکنش خاک‌ورزی و بقایا بر محتوای ماده آلی خاکدر عمق صفر-۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی‌متری

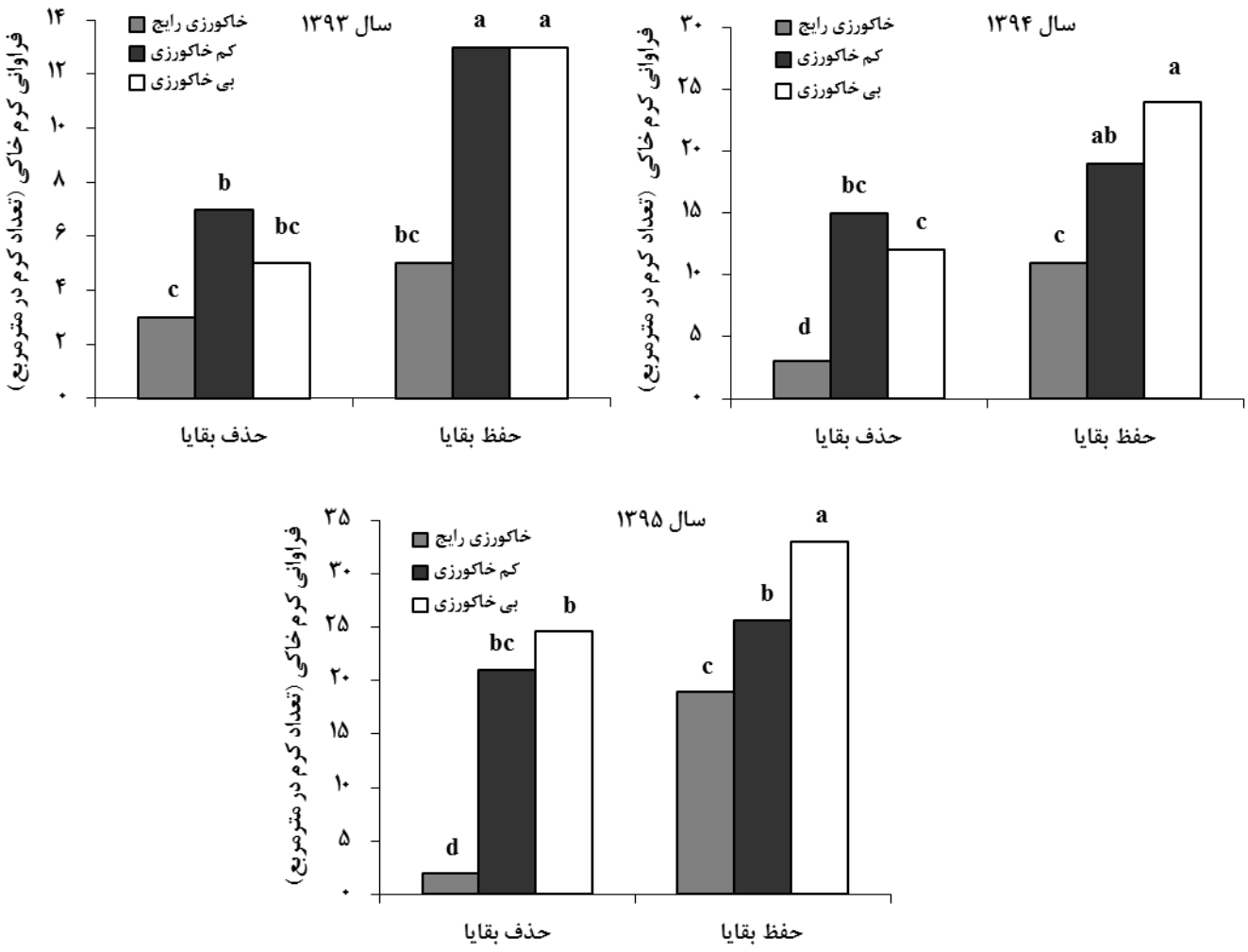
تیمارها		عمق صفر-۱۰ سانتی‌متری			عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متری		
		۱۳۹۳	۱۳۹٤	۱۳۹٥	۱۳۹۳	۱۳۹٤	۱۳۹٥
خاک‌ورزی رایج	حذف بقایا	۱/۰۷a	۱/۰۰b	۰/۹۲b	۱/۰۱a	۰/۹۳b	۰/۸۹b
	حفظ بقایا	۱/۰۸a	۱/۱۱a	۱/۲۰a	۱/۰۳a	۱/۰۸a	۱/۱۰a
کم خاک‌ورزی	حذف بقایا	۱/۰٤a	۱/۰۷ab	۰/۹۸ab	۰/۹۷b	۰/۹٥b	۰/۹۳c
	حفظ بقایا	۱/۱۰a	۱/۱۲a	۱/۲٦a	۱/۰۷a	۱/۰۸a	۱/۱۰a
بی خاک‌ورزی	حذف بقایا	۰/۹٤b	۱/۰۰b	۱/۱۹a	۰/۹۳b	۰/۹۳b	۱/۰۱ab
	حفظ بقایا	۱/۰۱ab	۱/۰٦ab	۱/۲٤a	۰/۹٤b	۰/۹٤b	۱/۱۹a

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

فراوانی کرم‌های خاکی

نتایج نشان داد فراوانی کرم‌های خاکی به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر سامانه خاک‌ورزی، مدیریت بقایا و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت؛ اما اثر سال بر فراوانی کرم‌های خاکی معنی‌دار بود و مقایسه میانگین فراوانی کرم‌های خاکی به صورت مجزا و به تفکیک هر سال آورده شد (جدول ۲). 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 سامانه-های خاک‌ورزی رایج و کم خاک‌ورزی حاصل شد (شکل ۱). در سال ۱۳۹۳، نتایج نشان داد تراکم کرم‌های خاکی در شرایط حفظ بقایا در تمام سامانه‌های خاک‌ورزی افزایش یافت به نحوی که این افزایش در سامانه خاک‌ورزی رایج بیش از ٦۰ درصد بود. در سال ۱۳۹٤، جمعیت کرم‌های خاکی در سامانه کم خاک‌ورزی و حفظ بقایا نسبت به حذف بقایای گیاهی ذرت ۲٦/۵ درصد افزایش یافت در حالی که، تراکم کرم خاکی در کم خاک‌ورزی نسبت به بی خاک‌ورزی ۲۱ درصد کاهش داشت. در سال ۱۳۹۵، بیشترین فراوانی کرم‌های خاکی در شرایط حفظ بقایای گیاهی ذرت و سامانه بی خاک‌ورزی حاصل شد که نسبت به حذف بقایا بیش از

۳۰ درصد (۳۳ در مقابل ۲۵ عدد در مترمربع) افزایش داشت (شکل ۱).



شکل ۱- اثر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و متداول همراه با مدیریت بقایای گیاهی ذرت بر فراوانی کرم خاکی در سه سال متوالی (میله‌های با ارتفاع مشابه بر اساس خطای انحراف استاندارد (±SD) تفاوت معنی‌داری ندارند)

براساس نتایج حاصل از پژوهش‌های متفاوت، جمعیت کرم-های خاکی به شدت تحت تاثیر 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، ۲۰۰۱؛ متزک و همکاران، ۲۰۰۷). عملیات خاک‌ورزی حفاظتی معمولا 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، ۲۰۰۹). 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، ۲۰۰۵؛ چان و هینان، ۲۰۰۶). 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 کرم-های 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 ذخیره‌سازی عناصر) بر جمعیت و فعالیت موجودات خاک‌زی نقش مهمی ایفا می‌نماید (ویرتو و همکاران، ۲۰۰۷؛ نیکیتا و همکاران، ۲۰۰۹).

عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم

عملکرد دانه گندم تحت تاثیر معنی‌دار نوع سامانه خاک‌ورزی، مدیریت بقایا و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲). نتایج نشان داد در شرایط حفظ بقایای گیاهی ذرت بیشترین عملکرد دانه گندم (۸۱۱۳/۱۸ کیلوگرم در هکتار) در سامانه کم خاک‌ورزی حاصل شد که نسبت به حذف بقایا بیش از ۳۰ درصد افزایش یافت (جدول ٤). عملیات خاک‌ورزی رایج و بی خاک‌ورزی در شرایط حفظ بقایا نسبت به حذف بقایا به ترتیب منجر به افزایش ۱۳/٦ و ۳۳/۳ درصدی عملکرد دانه گندم شد. به‌طور مشابه، بیشترین وزن هزار دانه (٤۰/۱۸ گرم)، تعداد دانه در مترمربع (۲۰۸۲۷ عدد) و عملکرد بیولوژیک (۲۰۰۸٤/۳٦ کیلوگرم در هکتار) در سامانه کم خاک‌ورزی و حفظ بقایای گیاهی ذرت به دست آمد (جدول ٤). هم‌چنین، بیشترین شاخص برداشت دانه گندم (٤۰/۲٦ درصد) در سامانه خاک‌ورزی رایج و حفظ بقایا حاصل شد که نسبت به سامانه کم خاک‌ورزی از لحاظ آماری تفاوتی نداشت (جدول ٤).

نتایج همبستگی نشان داد تاثیر سامانه خاک‌ورزی و بقایای گیاهی ذرت بر عملکرد دانه گندم نتیجه تاثیر پذیری اجزای عملکرد دانه (وزن هزار دانه با r^2=۰/۸۰** و تعداد دانه در مترمربع با r^2=۰/۷۹**) بوده است که از بین اجزای عملکرد، بیشترین همبستگی میان عملکرد دانه و وزن هزار دانه حاصل شد و سامانه کم خاک‌ورزی با بقایا نسبت به خاک‌ورزی رایج و حذف بقایا باعث افزایش ۷ درصدی آن شد. بررسی همبستگی میان عملکرد دانه با شاخص برداشت نشان دهنده یک ارتباط مثبت و معنی دار (r^2=۰/۸۷**) بود (جدول ۵).

صفری و همکاران (۱۳۹۲) و چگنی و همکاران (۱۳۹۳) عنوان کردند که واکنش عملکرد گندم به روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی تابع نوع محصول، شرایط آب و هوایی منطقه و سامانه کشت می‌باشد. دی-ویتا و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که در مناطق خشک و نیمه خشک که رطوبت عامل محدود کننده عملکرد گندم است، معمولا خاک‌ورزی حفاظتی افزایش عملکرد دانه گندم را به دنبال دارد. زارعی و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که عملکرد دانه گندم به دلیل بهبود ذخیره رطوبتی خاک، افزایش میزان تهویه خاک و تسریع در فرآیند معدنی شدن عناصر غذایی در خاک افزایش می‌یابد. فلاح-هروی و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه گندم (٦۹۱۲ کیلوگرم در هکتار) در سامانه خاک‌ورزی حفاظتی و حفظ ٦۰ درصد بقایای گیاهی حاصل شد. ماربت (۲۰۰۰) دریافت که استفاده از گاوآهن قلمی باعث افزایش عملکرد گندم پاییزه نسبت به استفاده از گاوآهن برگردان‌دار می‌شود. همت و اسکندری (۲۰۰٦) گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه گندم در سامانه کم خاک‌ورزی مشاهده شد که این افزایش عملکرد همبستگی بالایی با افزایش تعداد سنبله در بوته و وزن دانه داشت.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر برهمکنش خاک‌ورزی و بقایای ذرت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

تیمارها		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم)	تعداد دانه در مترمربع	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
خاک‌ورزی رایج	حذف بقایا	٥۷۳۸/٤٦**b**	۳۷/٥٥**a**	۱۰۹۳۳/٦۷**de**	۱٥٦۱٤/٦۹**bc**	۳٦/۷۷**bc**
	حفظ بقایا	٦٥۱۹/۳۷**b**	۳۸/۹٦**a**	۱۷۰۲۸/٦۷**b**	۱٦۳۱۹/٥۱**ab**	٤۰/۲٦**a**
کم خاک‌ورزی	حذف بقایا	٦۰۸٦/٥۸**b**	۳۷/۱۸**a**	۱٤۹٥۹/۳۳**bc**	۱٦۰۳٥/۷٦**b**	۳۸/۰٤**ab**
	حفظ بقایا	۸۱۱۳/۱۸**a**	٤۰/۱۸**a**	۲۰۸۲۷/۳۳**a**	۲۰۰۸٤/۳٦**a**	٤۰/۰۳**a**
بی خاک‌ورزی	حذف بقایا	۳٤٥٦/۳٤**c**	۳۱/۲٤**b**	۹۸۷٦/۰۰**e**	۱۰٦۹۹/۲۳**d**	۳۲/٤۲**d**
	حفظ بقایا	٤۱۸٦/۷۳**c**	۳۷/۷۲**a**	۱۳٥۰۸/۰۰**cd**	۱۱۸۳۹/۳۱**cd**	۳٥/۰۷**c**

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

ریجیر و همکاران (۲۰۰۸) و ویاتارک و همکاران (۲۰۰٦) نشان دادند که وزن هزار دانه گندم تحت تاثیر روش‌های خاک‌ورزی قرار نگرفت زیرا وزن هزار دانه یک ویژگی ژنتیکی بوده و کمتر تحت تاثیر عوامل محیطی و مدیریتی قرار می‌گیرد. اما نتایج این پژوهش نشان داد تغییرات مشاهده شده در وزن هزار دانه گندم احتمالا به دلیل عوامل محیطی باشد؛ زیرا افزایش دما و کاهش بارندگی منطقه مورد مطالعه (جدول ۱) می‌تواند منجر به کاهش طول دوره پر شدن دانه گندم به ویژه در شرایط حذف بقایا ذرت شود که با نتایج امینی و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت داشت. علیجانی و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که انجام عملیات خاک-

ورزی حفاظتی منجر به افزایش مقدار ورودی ماده آلی به خاک می‌شود و در نتیجه بهبود خصوصیات فیزیکی و حاصلخیزی خاک محصول ذرت افزایش می‌یابد که با نتایج محمد و همکاران (۲۰۱۲) 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 داشت.

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم

	عملکرد دانه	وزن ۱۰۰۰ دانه	تعداد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
عملکرد دانه	۱/۰۰				
وزن ۱۰۰۰ دانه	۰/۸۰**	۱/۰۰			
تعداد دانه	۰/۷۹**	-۰/٦۷*	۱/۰۰		
عملکرد بیولوژیک	۰/۷۵**	۰/٤۸ns	۰/٤۹ns	۱/۰۰	
شاخص برداشت	۰/۸۷**	۰/۷۷**	۰/۸۱**	-۰/۷۰**	۱/۰۰

ns، * و ** به ترتیب بیانگر نداشتن اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

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 در الگوی کشت رایج گندم می‌تواند به حفظ منابع تولید از قبیل آب، خاک و محیط زیست کمک نماید. نتایج این پژوهش نشان داد که حفظ بقایای گیاهی ذرت در تمام سامانه‌های خاک‌ورزی مورد ارزیابی 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 گندم (۸۱۱۳ کیلوگرم در هکتار) در شرایط حفظ بقایای گیاهی ذرت و عملیات کم خاک‌ورزی حاصل شد که میزان عملکرد دانه گندم نسبت به سامانه بی خاک‌ورزی و خاکورزی رایج افزایش محسوسی داشت. انجام عملیات خاک‌ورزی رایج و حذف بقایای گیاهی نسبت به خاک‌ورزی حفاظتی منجر به کاهش بیش از ۲۰ درصدی ماده آلی خاک در هر دو عمق خاک شد. علاوه براین، همواره حذف بقایای گیاهی منجر به کاهش تراکم کرم‌های خاکی در سامانه‌های خاک‌ورزی شد. در حالی که، بیشترین فراوانی جمعیت کرم های خاکی در سامانه خاکورزی حفاظتی حاصل شد. به طور کلی در سامانه‌های زراعی کشت فشرده گندم-ذرت-گندم برای حفظ پتانسیل عملکرد محصول، افزایش فعالیت کرم‌های خاکی و بهبود حاصلخیزی خاک انجام عملیات کم خاک‌ورزی و نگهداری ۳۰ درصد بقایای گیاهی ذرت در سطح خاک قابل توصیه است.

منابع

اسدی‌خشویی، ا.، ی. آبادی مجتبی و ت. اورنگ. ۱۳۹۰. تاثیر خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی بر عملکرد ذرت در تناوب جو-ذرت. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۱۲، شماره ۱: ۸۳-۹٦.

اسکندری، الف. و و. فیضی‌اصل. ۱۳۹٦. تاثیر خاک‌ورزی حفاظتی بر برخی خواص فیزیکی خاک و عملکرد محصول در تناوب گندم-ماشک در منطقه سردسیر دیم. نشریه ماشین‌های کشاورزی. جلد ۷، شماره ۲: ٤۵۱-٤٦۷.

افضلی‌نیا، ص.، س.م. حسینی، ک. ملائی و ش. شجری. ۱۳۹۵. تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر ویژگی‌های خاک و عملکرد گندم آبی در اقلیم سرد. مجله علمی پژوهشی اکوفیزولوژی گیاهی. جلد ۲٤: ۱۱۲-۱۲۲.

افضلی‌نیا، ص. و ع. کرمی. ۱۳۹۷. اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر خصوصیات خاک و عملکرد ذرت در تناوب با گندم. مجله مهندسی بیوسیستم ایران. جلد ٤۹، شماره ۱: ۱۲۹-۱۳۷.

امام، ی.، ع. احمدی و م. پسرک لی. ۱۳۸۹. تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی توأم با مدیریت بقایای گیاهی و سطوح نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم (رقم آگوستا) در شرایط استان فارس. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران. جلد ٤۱، شماره ٤: ۸٤۱-۸۵۰.

امینی، ع.، م. رجایی و ک. فارسی نژاد. ۱۳۹۳. تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. جلد ۱۶: ۲۷– ۳۷.

پژمان، ح.، ل. جوکار و م. زارع مویدی. ۱۳۹۶. مقایسه فراوانی و تنوع گونه‌ای بندپایان گیاه‌خوار موجود در زراعت گندم در سامانه‌های خاک-ورزی حفاظتی و متداول در منطقه زرقان فارس. آفات و بیماری‌های گیاهی. جلد ۸۵، شماره ۲: ۱۳۹–۱۵٤.

چگنی، م.، ش. انصاری‌دوست و ح.ا. اسکندری. ۱۳۹۳. 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 ۲٤، شماره ۲: ۳۱–٤۰.

زراعی، م.، س.ع.ر. کاظمینی و م.ج. بحرانی. ۱۳۹۳. تاثیر سامانه‌های خاک‌ورزی و تنش آبی بر رشد و عملکرد گندم. فصلنامه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۱۲، شماره ٤: ۷۹۳–۸۰٤.

صفری، ا.، م.ا. آسودار، م. قاسمی‌نژاد و ا.ر. عبدعلی‌نژاد. ۱۳۹۲. 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 ۲۳، شماره ۲: ٤۹–۵۹.

علیجانی، خ.، م.ج. بحرانی و س.ع.ر. کاظمینی. ۱۳۹۰. تاثیر روش‌های خاک‌ورزی و مقادیر بقایای ذرت بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم. فصلنامه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۹، شماره ۳: ۱۱۳–۱۲۲.

فلاح‌هروی، ا.، ح. عباس دخت، ا. زارع فیض آبادی و ا. غلامی. ۱۳۹۵. تاثیر خاک‌ورزی حفاظتی و متداول با مدیریت بقایا بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی گندم (*Triticum aestivum* L.). نشریه علوم گیاهان زراعی ایران. جلد ٤۷، شماره ۲: ۲۷۷–۲۸۹.

گورویی، س.، ا. آینه‌بند و ع.ا. معزی. ۱۳۹۵. تاثیر نوع و درصد بقایای گیاهی بر برخی خصوصیات زیستی کرم‌های خاکی و میزان تولید ورمی کمپوست. نشریه زیست شناسی خاک. جلد ٤، شماره ۱: ۵۳–۶۳.

Allmaras, R. R., Schomberg, H. H., Douglas, C. L. and Dao, T. H. 2000. Soil organic carbon sequestration potential of adopting conservation tillage in US cropland. J. Soil Water Conserv. 55: 365-373.

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 Tillage Res. 94:305-309.

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 Sci. Soc. Am. J. 72: 1357-1362.

Bono, A., Alvarez, R., Buschiazzo, D. E. and Cantet, R. J. C. 2008. Tillage effects on soil carbon balance in a semiarid agroecosystem. Soil Sci. Soc. Am. J. 72: 1140-1149.

Chan, K. Y. 2001. An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity implications for functioning in soils. Soil Tillage Res. 57: 179-191.

Chan, K. Y. and Heenan, D. P. 2006. Earthworm population dynamics under conservation tillage systems in south-eastern Australia. Aust. J. Soil Res. 44: 425–431.

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 Tillage Res. 92: 69-78.

Evans, A.C. 1947. A method of studying the burrowing activities of earthworms. Ann. Mag. Nat. Hist. 14: 643-650.

Hemmat, A. and Eskandari, I. 2006. Dry-land winter wheat response to conservation tillage in a continuous cropping system in northwestern Iran. Soil Tillage Res. 86: 99-109.

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 J. Sci. Res. 11(3): 382-385.

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. Eur. J. Soil Biol. 43: 209-215.

Mrabet, R. 2000. Differential response of wheat to tillage management systems in a semi-arid area of Morocco. Field Crop Res. 66: 165-174.

Nikita, S., Eriksen-Hamel, A. B., Speratti, J. K., Whalen, A. L. and Chandra, A. M. 2009. Earthworm populations and growth rates related to long-term crop residue and tillage management. Soil Tillage Res. 104: 311–316.

Rieger, S., Richner, W., Streit, B., Frossard, E. and Liedgens, M. 2008. Growth, yield and yield components of winter wheat and the effects of tillage intensity, preceding crops, and N fertilization. Eur. J. Agron. 28: 405-411.

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 Crop Res. 120: 58-67.

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. Aust. J. Soil Res. 45: 414-421.

Walkley, A. and Black, I. A. 1934. Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.

Wiatrak, P. J., Wright, D. L. and Marois, J. J. 2006. The impact of tillage and residual nitrogen on wheat. Soil Tillage Res. 91: 150-156.

Wilhelm, W. W., Johnson, J. M. F., Hatfield, J. L. and Linden, D. R. 2004. Crop and soil productivity response to corn residue removal. Agron. J. 96:1-17.

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 Tillage Res. 84: 154-167.

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. J. Environ. Qual. 35: 1567-1583.

Effect of tillage methods and corn residue on wheat yield, soil organic matter content, and earthworm population in Zarghan, Fars

J. Mirzavand[1], R. Moradi Talebbeigi[2]

Received: 2018-12-29 Accepted: 2019-9-12

Abstract

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 corn residue (residue removal and retention) on soil organic matter content (OM), earthworm population, and wheat yield at Zarghan, Fars province in 2013-2016. The experimental was a split-plot based on randomized complete block design with three replications. Soil organic matter decreased by CT method and residue removal at 15 and 8% in the soil depth ranges of 0-10 and 10-20 cm compared to conservation tillage, respectively. In contrast, applying CT method accompanied by keeping residue increased OM content by 27% compared to residue removal. The highest earthworm population was obtained by NT method and residue retention, while the earthworm population decreased by CT method and residue removal at 17% compared to RT and NT methods. The highest grain yield (8113 kg ha^{-1}) and harvest index (40.26%) of wheat were obtained by RT and CT methods when residue returned, respectively. Applying NT method and residue retention reduced wheat yield up to 40% compared to RT method. It is concluded that, to grantee the wheat yield potential and improve earthworm activity and soil fertility under wheat-corn rotation, adopting RT method accompanied by corn residue retention on the soil surface, is recommended.

Keywords: Conservation tillage, residue retention, reduced tillage, soil fertility

1- Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zarghan, Iran
2- Former Ph.D Student of Crop Production and Plant Breeding, School of Agriculture, Shiraz University,Shiraz, Iran