نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۹، شماره ۳ ، سال ۱۳۹۰، ص ۴۹۳-۴۸۶

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 9, No. 3, 2011, p. 486-493

تأثیر روش‌های خاک‌ورزی و مقادیر بقایای ذرت بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم

خدیجه علیجانی[۱*]- محمدجعفر بحرانی [۲]- سید عبدالرضا کاظمینی [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۶/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۳/۱

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر روش‌های خاک‌ورزی و مقادیر بقایای گیاهی ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.)، آزمایشی در دو سال زراعی (۸۸ – ۱۳۸۶) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه با استفاده از طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار به اجرا در آمد. عوامل مورد بررسی شامل دو روش خاک‌ورزی [رایج (گاوآهن برگردان‌دار همراه با دو دیسک) و کاهش یافته (دو بار گاوآهن قلمی همراه با یک دیسک)] در کرت‌های اصلی و مقادیر بقایای ذرت (۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) در کرت‌های فرعی بودند. نتایج نشان داد که روش‌های خاک‌ورزی، بر تعداد سنبله در مترمربع و مقادیر بقایای گیاهی بر تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته در هر دو سال تأثیر معنی‌دار داشت. حداکثر عملکرد دانه (۴/۴۰ تن در هکتار) در تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته و بدون بقایا بدست آمد که با تیمار ۱۰۰ درصد بقایا تفاوت معنی‌داری را نشان نداد و این موضوع خود تاییدی بر لزوم نگهداری بقایا در مزرعه جهت استفاده از منافع فراوان آن است. درصد کربن آلی و نیتروژن خاک در تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته و با افزایش مقادیر بقایا، افزایش یافت. به‌طور کلی، با توجه به اینکه کاربرد مقادیر مناسبی از بقایای ذرت در کشت گندم، موجب افزایش درصد کربن آلی خاک می‌شود، این کاربرد توصیه می‌گردد و در صورتی که بتوان افت کوتاه مدت عملکرد دانه ناشی از کاهش عملیات خاک‌ورزی و نگهداری بقایا در مزرعه را تحمل کرد، در بلند مدت عملکرد مطلوبی به‌دست خواهد آمد.

واژه‌های کلیدی: خاک‌ورزی کاهش یافته، خاک‌ورزی رایج، بقایای گیاهی، عملکرد و اجزای عملکرد

مقدمه

یکی از مشکلاتی که در عملیات تهیه زمین پس از برداشت ذرت وجود دارد، بقایای گیاهی درشت ذرت هستند که بر روی زمین باقی می‌ماند. در این شرایط کشاورزان به‌منظور تسهیل در انجام عملیات تهیه زمین، به آتش زدن بقایا و یا چرانیدن آن اقدام می‌کنند. ولی، رطوبت موجود در ساقه ذرت مانع از آتش گرفتن کامل آن می‌شود. با از بین بردن بقایای گیاهی، فرسایش خاک افزایش، ماده آلی خاک کاهش و در نتیجه قابلیت تولید و حاصلخیزی آن کاهش می‌یابد (۱۷). اهمیت حفظ کیفیت خاک و تولید گیاه زراعی در سال‌های اخیر افزایش یافته است، به‌نحوی که موجب توجه بیشتر به استفاده از بقایای گیاهی به‌عنوان یک منبع حاوی ماده آلی و عناصرغذایی برای گیاهان زراعی شده است. مدیریت بقایای گیاهی به‌دلیل اثرات گوناگون آن بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک در دهه‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. مقدار عناصرغذایی که از طریق نگهداری بقایا به خاک بر می‌گردد قابل توجه است. به‌عنوان مثال، مقدار نیتروژنی که سالانه از طریق بقایای گیاهی به خاک‌های کشاورزی اضافه می‌شود ۱۰۰ – ۲۵ میلیون تن ارزیابی شده است (۸).

سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی می‌توانند بخش مهمی از سامانه کشاورزی پایدار باشند که منافعی را در رابطه با نیروی کارگری و مصرف سوخت برای کشاورزان فراهم می‌کنند (۱۰). عملیات خاک‌ورزی کاهش یافته در دهه‌های اخیر به‌عنوان جایگزینی مناسب برای عملیات خاک‌ورزی معمول، به‌دلیل پتانسیل آن برای کاهش هزینه تولید و منافعی که برای محیط دارد، به‌صورت وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳). هدف اصلی از اجرای سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی، نگهداری مقادیر کافی بقایا در سطح خاک جهت کنترل فرسایش آبی و بادی، کاهش مصرف انرژی و حفاظت از آب و خاک است (۱۴). نگهداری بقایا در سطح خاک اغلب موجب افزایش عملکرد گیاه زراعی می‌گردد، ولی در برخی شرایط، به‌دلایل مختلفی

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
(*- نویسنده مسئول: Email:khalijani@gmail.com)

چون کمبود ادوات مناسب و ناکافی بودن دانش کشاورزان در مورد مدیریت بقایا، کاهش تهویه خاک و سرد و مرطوب شدن آن در اثر باقی گذاشتن مقادیر زیادی بقایا و مشکلات ناشی از شیوع آفات و بیماری‌ها و کنترل علف‌های هرز و همچنین کاهش قابلیت دسترسی عناصرغذایی برای گیاه زراعی بعدی، موجب کاهش عملکرد گیاه زراعی می‌شود (۱۵). این موضوع نشان می‌دهد که هیچ یک از سامانه‌های مدیریت بقایا برای تمام شرایط محیطی مناسب نیست. بنابراین، تلاش‌ها برای ایجاد ارتباط بین اثرات ناشی از سامانه‌های مدیریت بقایا بر عملکرد گیاهان زراعی و عوامل محدود کننده تولید همچنان ادامه دارد (۸). براساس نتایج پژوهش‌های نورود (۱۲)، بالاترین میزان عملکرد گندم بعد از ذرت؛ در تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته بدست آمد که این افزایش عملکرد، بیشتر به‌دلیل افزایش تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله بود. ولی در مطالعات لیتورجیدیس و همکاران (۱۰)، هیچ تفاوت معنی‌داری در عملکرد گندم بین تیمارهای خاک‌ورزی مشاهده نشد. براساس نتایج مطالعات باراکو و همکاران (۵)، مقادیر بالای بقایای ذرت موجب کاهش تعداد سنبله در مترمربع و در نتیجه کاهش عملکرد دانه گندم در حالت بدون خاک‌ورزی گردید.

امروزه یکی از تناوب‌های رایج در کشور و به‌ویژه در استان فارس، کشت گندم بلافاصله پس از برداشت ذرت است که به‌دلیل محدودیت زمانی تا شروع بارندگی‌های پاییزه کشاورزان جهت تسریع در عملیات کشت، بقایای ذرت موجود در مزرعه را به آتش می‌کشند و این امر مشکلات فراوانی را در پی دارد. علاوه بر آن، در شرایطی که شروع بارندگی‌ها زودتر از وقت معمول اتفاق بیفتد و یا به هر دلیلی شرایط برای کشت گندم بعد از ذرت مهیا نباشد، کشاورزان از کشت صرف نظر کرده و زمین را به‌صورت آیش باقی می‌گذارند. بنابراین، هدف از انجام این پژوهش بررسی روش‌های خاک‌ورزی و مقادیر بقایای ذرت بر برخی ویژگی‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم پاییزه و همچنین درصد کربن آلی و نیتروژن خاک با تاخیر در تاریخ کاشت در منطقه باجگاه شیراز بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر روش‌های خاک‌ورزی و مقادیر بقایای گیاهی ذرت بر عملکرد و اجزای آن و برخی از ویژگی‌های زراعی گندم پاییزه با تاخیر در تاریخ کاشت آزمایشی در دو سال زراعی (۸۸ – ۱۳۸۶) در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه (با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی و عرض ۲۹ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا) انجام گرفت. دما و مقادیر بارندگی در طول دوره آزمایش همراه با میانگین سی ساله آن در جدول ۱ ارایه شده است.

خاک مزرعه دارای بافت سیلتی لومی، با ۰/۷۱ درصد کربن آلی و قابلیت هدایت الکتریکی ۰/۹۵ دسی زیمنس بر متر و pH معادل ۷/۸ و از رده Fine mixed, mesic Typic Calcixerpets بود. برای انجام این تحقیق از طرح آماری کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار استفاده گردید. روش‌های خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی کاهش یافته = دو بار گاوآهن قلمی + یک دیسک و خاک‌ورزی رایج = گاوآهن برگردان‌دار + دو دیسک عمود برهم، به‌عنوان عامل اصلی و مقادیر بقایای ذرت (۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) به‌عنوان عامل فرعی بودند.

مزرعه تحقیقاتی در سال قبل از آزمایش زیر کشت ذرت بود و مقادیر بقایای موجود در آن پس از برداشت و قبل از کشت گندم ۸/۵ تن در هکتار برآورد گردید. پس از برداشت گندم در سال اول، برای تامین بقایای گیاهی مورد نیاز برای کشت سال دوم، مزرعه تحت کشت ذرت با شرایط مشابه سال قبل قرار گرفت، بدون اینکه تغییر عمده‌ای در قطعه زمین آزمایشی ایجاد شود. در اسفند ماه هر دو سال، تیمارهای بقایا اعمال گردیدند به این صورت که در تیمار صفر، همه بقایا و در تیمار ۵۰ درصد نیمی از بقایا جمع آوری شد، ولی در تیمار ۱۰۰٪ تمامی بقایا در سطح مزرعه باقی گذاشته شد. سپس عملیات خاک‌ورزی براساس نوع تیمارها انجام گرفت. بنابراین، در تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته قسمت اعظمی از بقایا بر روی سطح خاک باقیمانده و مقدار کمی از آن تا عمق ۱۵ سانتی‌متری و در خاک‌ورزی رایج، بقایا تا عمق ۳۰ سانتی‌متری با خاک مخلوط شدند. هم‌چنین مقادیر ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات قبل از کشت در زمین پخش شد و سپس عملیات کشت به‌وسیله بذرکار همدانی بر اساس ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار بذر گندم رقم شیراز با فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متر صورت گرفت به‌نحوی که در هر کرت آزمایشی ۲۰ ردیف گندم کاشته شد. کود اوره به‌میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در دو نوبت به ترتیب قبل از کاشت و مرحله پنجه زنی به کرت‌ها داده شد. اندازه هر واحد آزمایشی ۵ × ۴ متر بود. بلافاصله پس از کشت، آبیاری (در سال اول ۱۶ اسفند و در سال دوم ۲۰ اسفند) انجام شد و آبیاری‌های بعدی بر حسب نیاز تا پایان فصل رشد ادامه یافت. از علف کش تاپیک و گرانستار برای مبارزه با علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ مزرعه استفاده شد. در طی دوره رشد، سطح برگ گندم به وسیله دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Delta-T Device)، طی ۵ مرحله ابتدای رشد، پنجه زنی، ساقه رفتن، گلدهی و پرشدن دانه محاسبه شد. پس از هر بار نمونه برداری، وزن خشک اندام‌های هوایی با قرار دادن نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در آونی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد محاسبه گردید. در انتهای دوره رشد، عملکرد دانه، تعداد سنبله، تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. به این صورت که برای تعیین تعداد سنبله، تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزاردانه تعداد ۵ بوته به‌طور تصادفی انتخاب شد و سپس میانگین آن‌ها محاسبه گردید و برای عملکرد دانه از وسط هر کرت مساحت یک مترمربع برداشت شد و پس از رسیدن رطوبت به ۱۴ درصد، با توزین دانه‌ها، عملکرد دانه محاسبه گردید.

جدول ۱- میانگین دما و مقادیر بارندگی ماهانه در سال‌های آزمایش و میانگین سی ساله ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (باجگاه)

	۸۷ - ۸۶		۸۸ - ۸۷		میانگین سی ساله (۸۸ - ۵۸)	
	دما (°C)	مقادیر بارندگی (میلی‌متر)	دما (°C)	مقادیر بارندگی (میلی‌متر)	دما (°C)	مقادیر بارندگی (میلی‌متر)
مهر	۱۵/۸	–	۱۶/۴	–	۱۵/۳	۱/۸
آبان	۱۱/۴	–	۱۱/۲	۴۲/۰	۹/۹	۲۵/۹
آذر	۶/۶	۱۸/۰	۵/۱	۱۲/۵	۵/۸	۸۲/۰
دی	۱/۵	۷۶/۰	۳/۵	۲۰/۵	۳/۴	۹۸/۳
بهمن	۳/۷	۲۹/۵	۵/۱	۳۱/۵	۳/۶	۸۷/۵
اسفند	۹/۰	–	۹/۱	۲۳/۰	۷/۰	۶۶/۷
فروردین	۱۴/۰	۳/۵	۱۰/۴	۵۸/۰	۱۱/۰	۴۳/۹
اردیبهشت	۱۷/۳	–	۱۷/۵	–	۱۵/۷	۱۳/۶
خرداد	۲۲/۴	–	۲۱/۶	–	۲۰/۲	۰/۸
تیر	۲۵/۱	–	۲۴/۴	–	۲۳/۸	۰/۴
مرداد	۲۴/۷	–	۲۵/۹	–	۲۳/۷	۰/۵
شهریور	۲۱/۳	–	۲۲/۰	–	۲۰/۴	۰/۳

برای تعیین نیتروژن (۶) و کربن آلی (۱۱) خاک از هر کرت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک در شروع و پایان هر دوره نمونه‌برداری صورت گرفت و پس از خشک شدن و غربال کردن، مقدار نیتروژن و کربن آلی تعیین شد. داده‌های حاصل از نمونه برداری‌ها، صفات و ویژگی‌های اندازه‌گیری شده برای هر کرت توسط نرم افزار آماری MINITAB 11 مورد تجزیه قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با نرم افزار MSTATC و توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ و وزن خشک

نتایج حاصل از مقایسه میانگین شاخص سطح برگ نشان می‌دهد که فقط در مرحله گلدهی تأثیر معنی‌داری بین تیمارهای به کار رفته در این آزمایش وجود دارد، به‌طوری‌که بیشترین شاخص سطح برگ در تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته و سطح بدون بقایا و کمترین آن در تیمار خاک‌ورزی رایج و مقدار صفر بقایا به‌دست آمد (شکل ۱). به طورکلی درصد بقایا نتوانسته تأثیر معنی‌داری را بر شاخص سطح برگ بگذارد، ولی روش خاک‌ورزی کاهش یافته شاخص سطح برگ بیشتری را نسبت به خاک‌ورزی رایج ایجاد کرده است. از این موضوع می‌توان نتیجه گرفت که تیمارهای این پژوهش، توانسته‌اند در حساس‌ترین مرحله رشدی (گلدهی) اثر معنی‌داری را بر شاخص سطح برگ بگذارند که این خود می‌تواند عاملی جهت افزایش سطح فتوسنتزی و در نتیجه افزایش فتوسنتز و عملکرد گیاه باشد (جدول ۳).

در مورد وزن ماده خشک نیز مانند شاخص سطح برگ در مراحل گلدهی و پرشدن دانه، خاک‌ورزی کاهش یافته تأثیر مثبت و معنی‌داری را در بر داشته است، ولی همان طوری که در شکل ۲ دیده می‌شود برهمکنش خاک‌ورزی و مقادیر بقایا اثر معنی‌داری را بر وزن ماده خشک ندارد.

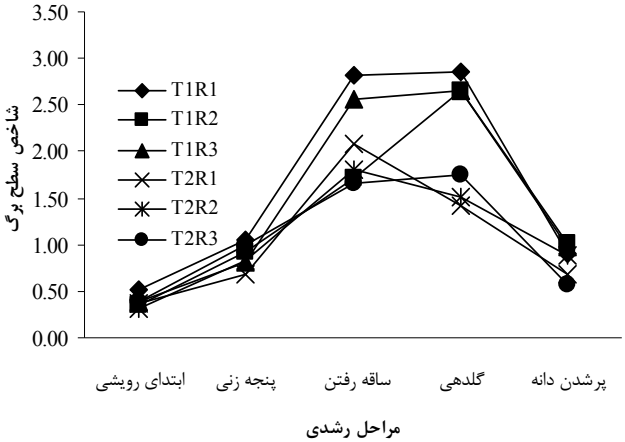
نتایج تجزیه مرکب صفات مختلف روی عملکرد و اجزای آن در گندم پاییزه در دو سال زراعی در جدول ۲ نشان داده شده است.

ارتفاع بوته

مقایسه میانگین ارتفاع بوته گندم نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۶۱/۵۰ سانتی متر) در تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته و بقایای ۱۰۰ درصد در سال اول و کمترین ارتفاع بوته (۳۸/۹۵ سانتی متر) در تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته و بقایای ۵۰ درصد در سال دوم به‌دست آمد (جدول ۳). در واقع میانگین ارتفاع بوته بین مقادیر مختلف بقایا در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. با اینکه بین تیمارهای خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری از این نظر وجود نداشت، ولی برهمکنش خاک‌ورزی و سال معنی دار بود. این امر نشان می‌دهد که تأثیر تغییر عملیات خاک‌ورزی در درازمدت، قابل مشاهده و ارزیابی است.

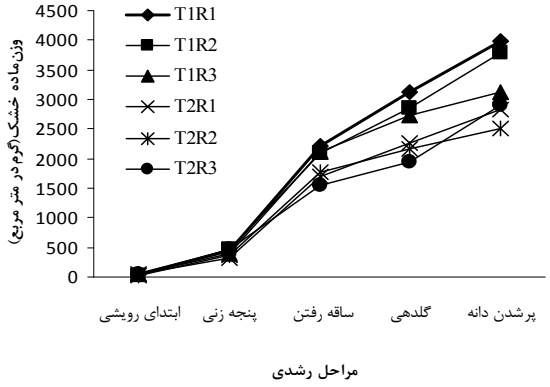
عملکرد و اجزای عملکرد

تعداد سنبله در مترمربع به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر روش‌های خاک‌ورزی قرار گرفت، به‌طوری که بیشترین تعداد سنبله در مترمربع (۸۵۷/۳) از تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته در سال اول بدست آمد (جدول ۳).



شکل ۱- تأثیر مقادیر بقایای گیاهی بر روند تغییرات شاخص سطح برگ گندم در دو سامانه خاک‌ورزی (میانگین دو سال)

"T_1= خاک‌ورزی کاهش یافته، T_2= خاک‌ورزی رایج، R_1 = صفر درصد بقایا، R_2 = ۵۰ درصد بقایا و R_3 = ۱۰۰درصد بقایا" می‌باشد.



شکل۲ - تأثیر مقادیر بقایای گیاهی بر روند تغییرات وزن ماده خشک گندم در دو سامانه خاک‌ورزی (میانگین دو سال)

"T_1= خاک‌ورزی کاهش یافته، T_2= خاک‌ورزی رایج، R_1 = صفر درصد بقایا، R_2 = ۵۰ درصد بقایا و R_3 = ۱۰۰درصد بقایا" می‌باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب ویژگی های زراعی گندم پاییزه در دو سال زراعی (۸۸ – ۱۳۸٦).

	میانگین مربعات				
منابع تغییر	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
خاک‌ورزی	۶۹۳۸۸/۰۲**	۰/۲۲	۲/۷۱	۲/۹۵	۱۲۳/۸۴
مقادیر بقایا	۵۷۴/۰۸	۳۴۵/۵۴*	۲۹/۸۹**	۱/۲۵	۱۰۴/۴۱*
خاک‌ورزی × مقادیر بقایا	۱۵۲۵۴/۳۳	۱۳۸/۸۰	۳۷/۲۴**	۲/۵۱**	۹۲/۱۰
سال	۲۶۱۳۸۰۰/۰۲**	۱۵۰۴/۷۲*	۶۳۹/۴۸**	۵۶/۱۲**	۱۰۳۶/۹۵**
خاک‌ورزی × سال	۶۸۸۸/۰۲	۸/۱۳	۹۳/۵۲**	۰/۶۳	۱۲۹/۰۴*
مقادیر بقایا × سال	۳۷۴/۰۸	۲۶/۶۲	۸/۱۷	۱/۳۲	۷۲/۲۶
خاک‌ورزی × مقادیر بقایا × سال	۲۷۰۵۴/۳۳*	۱۴۹/۰۱	۷/۹۶	۰/۳۳	۱۴/۰۵
CV (%)	۱۴/۹۵	۱۶/۲۱	۱۰/۷۸	۲۰/۵۵	۱۰/۲۸

* و ** به‌ترتیب در سطوح ۵ و ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

مقادیر بقایا در هر دو سال تأثیر معنی‌داری را بر تعداد سنبله در مترمربع نداشت و بیشترین تعداد سنبله در مترمربع (۹۳۶/۰) از تیمار صفر بقایا در خاک‌ورزی کاهش یافته و کمترین تعداد (۲۸۱/۲) از تیمار ۱۰۰ درصد بقایا در خاک‌ورزی رایج بدست آمد (جدول ۳). همچنین، تعداد سنبله در مترمربع در سال دوم نسبت به سال اول به شدت کاهش یافت. باراکو و همکاران (۵) نشان دادند که تعداد سنبله در مترمربع با افزایش مقادیر بقایای ذرت کاهش می‌یابد. امام و همکاران (۱) دریافتند که تعداد سنبله در تیمار برداشت کامل بقایا در مقایسه با زیر خاک نمودن و یا دیسک زدن بقایا بیشتر بوده است. به‌نظر می‌رسد که کاهش تعداد سنبله در مترمربع با افزایش مقادیر بقایا، به‌دلیل کاهش استقرار بوته و همچنین کاهش تعداد پنجه بارور در بوته است.

حداکثر تعداد دانه در سنبله گندم (۵۹/۵۰) در تیمار بدون بقایا و خاک‌ورزی کاهش یافته و حداقل آن (۳۷/۳۱) در تیمار ۱۰۰ درصد بقایا و خاک‌ورزی کاهش یافته به‌دست آمد (جدول ۳). نتایج نشان داد که بین تیمارهای خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد دانه در سنبله گندم وجود ندارد، ولی براساس مقادیر بقایای ذرت تفاوت‌ها در سطح ۵٪ معنی دار است. نتایج پژوهش امام و همکاران (۱) و باراکو و همکاران (۵) نیز همین نتایج را تایید می‌کند. همچنین، تفاوت میانگین‌ها در طی دو سال آزمایش معنی‌دار بود و در سال دوم نسبت به سال اول، کاهش تعداد دانه در سنبله مشاهده شد (جدول ۳).

مقایسه میانگین مقادیر بقایای به‌دست آمده در تیمارهای خاک‌ورزی نشان داد که مقادیر بقایا به‌طور معنی‌داری بر وزن هزاردانه تأثیر می‌گذارد، ولی روش خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری را بر وزن هزاردانه ندارد. در تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته بین سطوح مختلف بقایای گیاهی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد، به‌نحوی که بیشترین میزان وزن هزاردانه در حالت بدون بقایا و کمترین آن در حالت ۵۰ درصد بقایا بدست آمد، ولی در خاک‌ورزی رایج بین سطوح مختلف بقایا تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). همچنین، تفاوت میانگین‌ها در طی دو سال معنی‌دار بود و در سال دوم کاهش معنی‌داری در وزن هزاردانه مشاهده گردید. البته وزن هزاردانه، در خاک‌ورزی کاهش یافته بیشتر از رایج بود (جدول ۳). این موضوع را می‌توان به تعداد بیشتر سنبله در واحد سطح و تعداد دانه بیشتر در هر سنبله در تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته نسبت داد (جدول ۳). ریگر و همکاران (۱۳) نشان دادند که وزن هزاردانه گندم در تیمار خاک‌ورزی رایج به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای حداقل و بدون خاک‌ورزی است که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مغایرت دارد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۴/۴۰ تن در هکتار) در حالت بدون بقایای گیاهی و در خاک‌ورزی کاهش یافته و کمترین میزان آن (۰/۹۸ تن در هکتار) در حالت ۵۰ درصد بقایا و در خاک‌ورزی کاهش یافته به‌دست آمد (جدول ۳). اگرچه تأثیر جداگانه روش‌های خاک‌ورزی و مقادیر بقایا بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود، ولی برهمکنش آن‌ها و همچنین تأثیر سال بر عملکرد دانه معنی‌دار گردید (داده‌ها نشان داده نشده است). در تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته تیمارهای بدون بقایا و ۱۰۰ درصد بقایا بیشترین میزان عملکرد را نسبت به سطح ۵۰ درصد بقایا نشان دادند که این موضوع را می‌توان به زیادتر بودن تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه در این تیمارها نسبت داد، ولی در حالت خاک‌ورزی رایج با افزایش مقادیر بقایا، عملکرد دانه نیز روند افزایشی نشان داد. با اینکه تفاوت بین تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۳)، ولی به نظر می‌رسد که این نتیجه به‌دلیل اختلاط بیشتر بقایا با خاک و در نتیجه پوسیده‌تر شدن بقایا نسبت به تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته می‌باشد. نتایج این پژوهش با پژوهش‌های ریگر و همکاران (۱۳) و امام و همکاران (۱) در مورد بیشتر بودن عملکرد دانه در تیمار بدون بقایا مشابه بود، ولی در رابطه با روش خاک‌ورزی با نتیجه پژوهش ریگر و همکاران (۱۳) مغایرت داشت.

در سال اول آزمایش در هر دو روش خاک‌ورزی، عملکرد دانه بیشتر از سال دوم بود که دلیل آن می‌تواند به بیشتر شدن بقایای گیاهی پوسیده نشده ناشی از تجمع آن مربوط باشد. به عبارت دیگر، در سال اول تمام بقایا پوسیده نشده و به سال دوم انتقال یافته است. از آنجایی که در روش خاک‌ورزی کاهش یافته، درصدی از بقایا روی سطح خاک باقی می‌ماند و با خاک مخلوط نمی‌شود، بنابراین به نظر می رسد که رقابت بین گیاه زراعی و میکروب‌های خاک‌زی برای منبعی مانند نیتروژن کمتر از خاک‌ورزی رایج باشد. به همین دلیل، گندم در سال اول در مقایسه با سال دوم دارای رشد، تعداد سنبله و تعداد دانه بیشتری در سنبله بوده است.

درصد کربن آلی و نیتروژن خاک

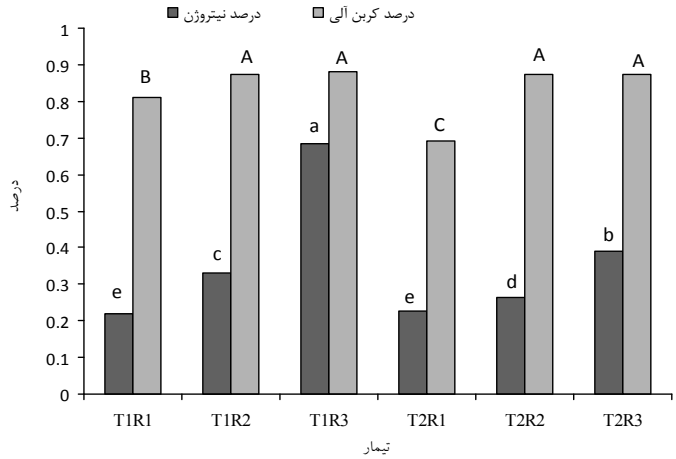
نتایج مقایسات میانگین نشان داد که درصد کربن آلی خاک با افزایش مقادیر بقایا از صفر به ۱۰۰ درصد افزایش یافته است، به‌طوری که بیشترین میزان کربن آلی خاک (۰/۸۹ درصد) در تیمار ۱۰۰ درصد بقایا و خاک‌ورزی کاهش یافته و کمترین میزان آن (۰/۷ درصد) در تیمار بدون بقایا و خاک‌ورزی رایج به‌دست آمد (شکل ۳). بر اساس نتایج پژوهش‌های مختلف، تغییرات کربن آلی خاک متناسب با مقادیر بقایای گیاهی برگردانده شده به خاک است (۹)، در واقع روش خاک‌ورزی بر نگهداری و حفظ کربن آلی خاک تأثیر می‌گذارد و خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار شرایط برای اکسیداسیون مواد آلی را افزایش می‌دهد.

جدول۳ - تأثیر روش‌های خاک‌ورزی و مقادیر بقایای ذرت بر برخی ویژگی‌های گندم پاییزه در دو سال زراعی

بقایا (٪)	خاک‌ورزی کاهش یافته*					خاک‌ورزی رایج*				
	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن درهکتار)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن درهکتار)	ارتفاع بوته (سانتی متر)
۰	۹۳۶/۰a	۵۹/۵۰a	۲۳/۵۵a	۴/۴۰a	۶۰/۵۷a	۶۸۰/۰a	۵۶/۲۵a	۲۴/۲۷a	۲/۲۵b	۵۲/۷۰a
۵۰	۸۰۰/۰a	۴۵/۸۱b	۲۰/۲۸b	۳/۳۰b	۵۷/۱۷a	۸۱۶/۰a	۵۵/۸۷a	۲۴/۳۰a	۳/۳۸ab	۵۴/۲۳a
۱۰۰	۸۳۶/۰a	۵۸/۳۸a	۲۱/۴۵b	۴/۱۳ab	۶۱/۵۰a	۷۷۶/۰a	۴۸/۶۹a	۲۳/۳۶a	۳/۸۳a	۵۲/۸۵a
۱۳۸۷ - ۸۸										
۰	۳۵۶/۳a	۵۲/۸۸a	۲۰/۷۷a	۲/۲۳a	۵۴/۴۰a	۳۳۷/۵a	۴۶/۲۵a	۱۳/۵۷a	۱/۴۸a	۴۹/۶۰a
۵۰	۳۶۸/۷a	۳۷/۴۴b	۱۲/۵۸b	۰/۹۸b	۳۸/۹۵b	۳۲۵/۰a	۴۰/۲۵a	۱۴/۱۵a	۱/۰۵a	۴۶/۵۳a
۱۰۰	۳۷۵/۰a	۳۷/۳۱b	۱۸/۴۰a	۱/۳۵b	۴۸/۱۷a	۲۸۱/۲a	۴۳/۱۹a	۱۴/۲۳a	۱/۳۳a	۴۵/۶۰a

میانگین‌های دارای حروف مشابه کوچک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

*خاک‌ورزی کاهش یافته = گاوآهن قلمی (۲بار) + یک دیسک، خاک‌ورزی رایج = گاوآهن برگردان‌دار + دو دیسک



شکل ۳- تأثیر مقادیر بقایای ذرت بر درصد نیتروژن و کربن آلی خاک در دو سامانه خاک‌ورزی (میانگین دو سال)

"T_1= خاک‌ورزی کاهش یافته، T_2= خاک‌ورزی رایج، R_1 = صفر درصد بقایا، R_2 = ۵۰ درصد بقایا و R_3 = ۱۰۰درصد بقایا" می‌باشد.
میانگین‌های دارای حروف مشابه بزرگ برای درصد کربن آلی و حروف مشابه کوچک برای درصد نیتروژن، اختلاف معنی‌داری ندارند ($P\leq ۰/۰۵$).

دیک و همکاران (۷) و وست و پست (۱۶) گزارش کردند که خاک‌ورزی عامل مهمی در تعیین تغییر کربن آلی خاک است، ولی انگر و همکاران (۴) متوجه شدند که ترکیب کربن مشتق شده از بقایای ذرت با ماده آلی خاک، تحت خاک‌ورزی قرار نمی‌گیرد. نتیجه پژوهش حاضر نیز تا حدودی با این پژوهش مطابقت دارد.

مقایسه تیمارهای بقایا در هر یک از تیمارهای خاک‌ورزی نشان داد که به‌طور کلی با افزایش میزان بقایا در هر دو تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته و رایج، درصد نیتروژن خاک افزایش می‌یابد (شکل ۳). این امر می‌تواند به این دلیل باشد که به‌علت نسبت بالای کربن به نیتروژن بقایای ذرت در مقایسه با بقایای سایر گیاهان زراعی، سرعت تجزیه کندتر است. این اثر می‌تواند مقادیری از نیتروژن را غیرمتحرک سازد و موجب کاهش قابلیت دسترسی آن برای بوته‌های گندم کشت

شده بعد از ذرت گردد. به همین دلیل با افزایش مقادیر بقایا، میزان نیتروژن خاک که غیرمتحرک شده، افزایش یافته است (۵).

به‌طور کلی در تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته درصد نیتروژن خاک در مقایسه با خاک‌ورزی رایج، به‌ویژه در سطح ۱۰۰ درصد بقایا، به‌طور معنی‌داری بیشتر بود که این موضوع را می‌توان به اختلاط بیشتر بقایا در خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار نسبت داد. در این حالت چون همزمان با کشت گندم، بقایای ذرت به خاک برگردانده شده است، رقابت بین میکروب‌های خاک‌زی و گیاه زراعی همزمان می‌گردد و این خود می‌تواند دلیلی برای کاهش عملکرد گندم در سال دوم و حتی در خاک‌ورزی رایج در مقایسه با کاهش یافته باشد.

نتیجه گیری

به‌طور کلی، نتیجه این پژوهش دو ساله نشان داد که چنانچه در شرایط مشابه باجگاه، گندم آبی بعد از ذرت در یک قطعه زمین کشت شود، حداکثر عملکرد دانه در صورتی بدست خواهد آمد که از خاک‌ورزی کاهش یافته و بقایایی معادل آنچه در این آزمایش به کار گرفته شد، استفاده گردد. با اینکه تیمار بدون بقایا عملکرد بالاتری را نشان داد، ولی با تیمار ۱۰۰ درصد بقایا اختلاف معنی‌داری را نداشت و این موضوع خود تاییدی بر لزوم نگهداری بقایا در مزرعه جهت استفاده از منافع فراوان آن است (جدول ۳). نتایج نشان داد که استفاده از مقادیر کمتر بقایای ذرت در روش خاک‌ورزی کاهش یافته و افزایش مقادیر بقایا در روش خاک‌ورزی رایج، ضمن بهبود درصد کربن آلی خاک، تفاوت معنی‌داری را در کاهش عملکرد دانه ایجاد نمی‌کند. با اینکه در کوتاه مدت امکان کاهش عملکرد دانه وجود دارد، ولی به‌نظر می‌رسد که در بلند مدت پس از به تعادل رسیدن مقدار تجزیه ماده آلی با مقدار اضافه شدن آن به خاک، عملکرد دانه مطلوبی عاید شود. همچنین، در شرایطی که به دلایل مختلفی مانند نامساعد بودن شرایط آب و هوایی برای کشت گندم در پاییز و یا تاخیر در برداشت محصول قبل از آن، نتوان به موقع کشت را انجام داد و یا در شرایطی که با کمبود آب در مراحل ابتدایی رشد و خشکسالی مواجه باشیم، می توان با تاخیر در کشت تا اسفند ماه، ضمن استفاده از رطوبت ناشی از بارندگی‌های پاییزه و زمستانی و کاهش مصرف آب، شاهد بدست آوردن عملکرد مطلوب و قابل مقایسه با کشت به موقع آن باشیم.

منابع

۱- امام، ی.، م. خردنام، م.ج. بحرانی، م.ت. آساد و ح. غدیری. ۱۳۷۹. تأثیر نحوه مدیریت بقایای گیاهی بر عملکرد دانه و اجزای آن در کشت مداوم گندم آبی. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۱. شماره ۴. صفحات ۸۵۰-۸۳۹.

۲- مسگرباشی، م.، ع. بخشنده، م. نبی پور و ع. کاشانی. ۱۳۸۵. اثرات بقایای گیاهی و سطوح کود شیمیایی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دو رقم گندم در اهواز. مجله علمی کشاورزی. جلد ۲۹. شماره ۱. ۶۲-۵۳.

3- Al-Kaisi, M. M., and X. Yin. 2004. Stepwise time response of corn yield and economic return to no tillage. Soil Till. Res. 78: 91-101.

4- Angers, D. A., R. P. Voroney, and D. Côté. 1995. Dynamics of soil organic matter and corn residues affected by tillage practices. Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 1311-1315.

5- Barraco, M., M. DÍaz-Zorita, and G. Duarte. 2007. Corn and soybean residue covers effects on wheat productivity under no-tillage practices. *In* "Wheat production in stressed environment" (H. T. Buck, J. E. Nisi and N. Salomón, ed.), Springer Publisher, Netherlands. p. 209-216.

6- Bremmer, J. M., and C. S. Mulvaney. 1982. Total nitrogen. *In* A. L. Page *et al*. (ed.). Methods of soil analysis. 2nd ed., Part 2. Am. Soc. Agron. USA. Pp. 595-624.

7- Dick, W. A., R. L. Blevins, W. W. Frye, S. E. Peters, D. R. Christenson, F. J. Pierce, and M. L. Vitosh. 1998. Impacts of agricultural management practices on C sequestration in forest-derived soils of the eastern Corn Belt. Soil Till. Res. 47: 235-244.

8- Kumar, K., and K. M. Goh. 2000. Crop residue and management practices: effects on soil quality, soil nitrogen dynamics, crop yield and nitrogen recovery. Adv. Agron. 68: 197-319.

9- Larson, W. E., C. E. Clapp, W. H. Pierre, and Y. B. Morachan. 1972. Effects of increasing amounts of organic residues on continuous corn: II. Organic carbon, nitrogen, phosphorus and sulfur. Agron. J. 64: 204-208.

10- Lithourgidis, A. S., C. A. Tsatsarelis, and K. V. Dhima. 2005. Tillage effects on corn emergence, silage yield and labor and fuel inputs in double cropping with wheat. Crop Sci. 45: 2523-2528.

11- Nelson, D. W., and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. Methods of Soil Analysis. Parts 2. Chemical and Microbiological Properties, 2nd Ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA. Pp. 539-580.

12- Norwood, C. A. 2000. Dryland winter wheat as affected by previous crops. Agron. J. 92: 121-127.

13- Rieger, S., W. Richner, B. Streit, E. Frossard, and M. Liedgens. 2008. Growth, yield, and yield components of

winter wheat and the effects of tillage intensity, preceding crops, and N fertilization. Europ. J. Agron. 28: 405-411.
14- Smika, D. E., and G. A. Wicks. 1968. Soil water storage during fallow and herbicide treatments. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 32:591-595.
15- Unger, P. W., and T. M. MC Calla. 1980. Conservation tillage systems. Adv. Agron. 33: 2-53.
16- West, T. O., and W. M. Post. 2002. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: A global data analysis. Soil Sci. Soc. Am. J. 66: 1930-1946.
17- Wilhelm, W. W., J. M. F. Johnson, J. L. Hatfield, and D. R. Linden. 2004. Crop and soil productivity response to corn residue removal. Agron. J. 96: 1-17.