دو فصلنامه‌ی علوم به زراعی گیاهی
دوره سیزدهم ، شماره اول، بهار و تابستان۱۴۰۲

اثر سطوح مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایا بر عملکرد کمی و کیفی گیاه گندم در شرایط آب و هوایی خوزستان

الهام خواجوی[۱] و شهرام لک[۲*]

۱ و ۲ - گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

* مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: sh.lack@yahoo.com

(تاریخ دریافت:۳۱ تیرماه ماه ۱۴۰۱ ، تاریخ پذیرش:۲۲ دی ماه ۱۴۰۱)

چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف خاک‌ورزی و بقایا بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گندم، این پژوهش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در شهرستان ایذه به صورت استریپ پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل خاک‌ورزی در سه سطح (شامل خاک‌ورزی مرسوم، خاک‌ورزی حفاظتی و بدون خاک‌ورزی) به عنوان کرت افقی و بقایای گیاهی در سه سطح(شامل صفر، ۳۰ و ۶۰ درصد بقایای گندم) به عنوان کرت‌های عمودی بودند. نتایج نشان داد که تیمار خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد، شاخص برداشت، درصد و عملکرد پروتئین داشت. بیشترین عملکرد دانه (با میانگین ۴۷۷/۵ گرم در مترمربع) از تیمار خاک‌ورزی حفاظتی و کمترین(با میانگین ۳۴۰/۳ گرم در مترمربع) از تیمار بدون خاک‌ورزی حاصل شد. هم‌چنین کاربرد بقایای گیاهی به طور معنی‌داری عملکرد و اجزای عملکرد، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد و عملکرد پروتئین را تحت تأثیر قرار داد. بیشترین عملکرد دانه (با میانگین ۴۸۰/۷ گرم در مترمربع) در روش خاک‌ورزی حفاظتی با کاربرد ۳۰ درصد بقایا در سطح خاک به‌دست آمد. بر اساس نتایج حاصله و با توجه به تأثیرات مثبت روش خاک‌ورزی حفاظتی، جهت افزایش محصول گندم کاربرد ۳۰ درصد بقایا در این روش خاک‌ورزی در منطقه ایذه پیشنهاد گردید.

واژه‌های کلیدی: بقایای گیاهی، خاک‌ورزی، عملکرد دانه، گندم

مقدمه

گیاه گندم از مهم‌ترین گیاهان خانواده غلات به شمار می رود و از لحاظ مقدار کل تولید و سطح زیر کشت اولین محصول غله‌ای جهان است (۱۳). گندم یکی از اصلی ترین محصولات کشاورزی و تأمین کننده بیشترین نیاز غذایی انسان‌ها در کشورهای در حال توسعه است. گندم در ایران از نظر میزان تولید و سطح زیر کشت، مهم‌ترین گیاه زراعی بوده و در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی کشور کشت می‌شود (۲۳).

شرایط بسیاری از زمین‌های تحت کشت محصولات زراعی در مناطق نیمه خشک و یا دارای آب و هوای مدیترانه‌ای به دلیل فرسایش، کاهش حاصل خیزی، آب شویی کودها و آفت کش‌ها و آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی نامساعد گردیده (۴۲) و استفاده دراز مدت از گاوآهن برگردان دار، سبب تخریب خاک‌های زراعی، افزایش فرسایش و کاهش محتوای ماده آلی خاک شده است (۳۰). نوع خاک‌ورزی از مهم ترین عوامل موثر در تغییر شرایط فیزیکی خاک و موفقیت در کشاورزی به شمار می‌آید که بر کمیت و کیفیت عملکرد گیاهان زراعی اثر بسزایی دارد (۴۵). عملیات خاک ورزی در ارتباط مستقیم با فرسایش آبی و بادی، حفظ کیفیت خاک و نگهداری مواد آلی خاک و کیفیت آن است (۴۲). خاک‌ورزی حفاظتی به آن دسته از عملیات خاک ورزی گفته می‌شود که حداقل ۳۰٪ بقایای گیاهان زراعت قبلی، بعد از کشت محصول جدید در سطح خاک باقی می‌ماند (۳۴) و کمترین آسیب به منابع خاک و آب وارد گردد. بنی اسدی و همکاران (۶) در بررسی روش‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایای جو در تولید ذرت نتیجه گرفتند سیستم‌های خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، طول بلال و عملکرد علوفه خشک ذرت داشت. مقدار بقایا نیز تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در بلال و طول بلال داشت. سیستم بدون خاک‌ورزی بیشترین عملکرد علوفه خشک را دارا بود و از بین سطوح بقایا، حفظ کامل بقایا بیشترین عملکرد علوفه خشک را تولید کرد. به طور کلی نتایج حاکی از آن بود که نگهداری بقایا در سطح خاک و نظام‌های کشت بی‌خاک‌ورزی بیشترین تأثیر را بر عملکرد ذرت داشته است.

وجود بقایای گیاهی در سطح خاک نیز بر ویژگی‌های فیزیکی و مقدار تبخیر آب از سطح خاک مؤثر است. تحقیقات متعدد نشان از فواید بقایای گیاهی در حفظ رطوبت و کاهش دمای خاک دارد. وجود مالچ در سطح خاک، ورود انرژی خورشیدی را به داخل خاک کاهش داده و ضمن کاستن از دما و حفظ بیشتر رطوبت خاک، موجب رشد بیشتر گیاه و افزایش عملکرد و کیفیت می‌شود (۳۹). دوپریز و همکاران (۳۱) دریافتند که سوزاندن بقایای گیاهی در مقایسه با برگرداندن آن‌ها به خاک سبب افزایش عناصر غذایی خاک و عملکرد گیاهان زراعی شد وکاهش بخشی از بقایای گندم آبی در مزرعه پیش از کشت جدید از طریق مکانیکی و یا مخلوط و خرد کردن آن‌ها در درون خاک نیز می تواند در کاهش آثار بازدارندگی بقایا مؤثر باشد. با توجه به اهمیت کشت گندم و مزایای متعدد عملیات خاک‌ورزی حفاظتی و بقایای گیاهی نظیر کاهش فرسایش و حفظ کیفیت و رطوبت خاک، تحقیق حاضر با هدف ارزیابی تاثیر نوع عملیات خاک‌ورزی و کاربرد بقایا بر عملکرد کمی و کیفی گندم طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در شهرستان ایذه با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۸۴۵ متری از سطح دریا اجرا شد. به طور کلی آب و هوای خوزستان نیمه استوایی، دارای تابستان گرم و خشک و طولانی و زمستانی بارانی و مطلوب است. دوره‌های بارندگی معمولاً بین ماه‌های آبان تا اردیبهشت بوده که در مناطق شمال جلگه خوزستان میزان بارندگی بیشتر و در مناطق جنوبی و شرقی کمتر و محدودتر است. مجموع بارندگی سال زراعی(۹۳-۹۴) ۱۸۳/۴ میلیمتر گزارش شد. کمترین درجه حرارت مشاهده شده ۴ درجه سانتی گراد و بیشترین دما ۴۸ درجه سانتی گرادبود (۴).

به‌منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، قبل از کاشت از اعماق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک از پنج قسمت از خاک مزرعه نمونه‌برداری به‌عمل آمد و پس از خرد کردن کلوخه ها، نمونه ها از الک دو میلی‌متری گذرانده شدند و در نهایت یک نمونه مرکب تهیه شد. نمونه‌ی مرکب در آزمایشگاه از لحاظ ویژگی های فیزیکی و شیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه برداری (سانتی متر)	فسفر قابل جذب(میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب(میلی گرم بر کیلوگرم)	ذرات تشکیل دهنده خاک (درصد)			بافت خاک
			شن	لای	رس	
۳۰-۰	۹/۲	۱۵۱	۲۱	۴۱/۵	۳۷/۵	رسی لومی
عمق نمونه برداری (سانتی متر)	واکنش گل اشباع	نیتروژن (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)			کربن آلی (درصد)
۳۰-۰	۷/۱	۰/۰۶	۳/۶۲			۰/۶۲

عملیات آماده سازی زمین شامل یک شخم به عمق ۲۰ سانتیمتر، دو دیسک عمود بر هم و عملیات ماله کشی و تسطیح بود. آزمایش به‌صورت استریپ پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل خاک‌ورزی در سه سطح(خاک‌ورزی مرسوم (T_1)، خاک‌ورزی حفاظتی (T_2) و بدون خاک‌ورزی (T_3)) به عنوان کرت افقی و بقایای گیاهی در سه سطح شامل (صفر (R_1)، ۳۰(R_2) و ۶۰(R_3) درصد بقایای گندم) به عنوان کرت عمودی بودند.

آزمایش شامل ۲۷ کرت، هر کرت دارای هفت خط کاشت هر کدام به طول چهار متر که فاصله خطوط از هم ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین هر تکرار دو متر و فاصله بین هرکرت‌ها یک متر محاسبه شد. قبل از کاشت کل فسفر مورد نیاز از منبع سوپر فسفات تریپل بر اساس مصرف ۸۰ کیلوگرم فسفر خالص و نصف نیتروژن از منبع اوره همراه با دیسک در مزرعه پخش و ۵۰ درصد باقی مانده نیتروژن نیز در انتهای مرحله پنجه دهی(ابتدای ساقه رفتن) توزیع گردید. پس از آماده شدن خطوط کشت، کاشت به‌صورت دستی در عمق حدود سه سانتی متری انجام شد. رقم گندم مورد کشت مهرگان با متوسط عملکرد ۵/۵ تن در هکتار، مناسب مناطق گرمسیری و مقاوم در برابر زنگ زرد گندم بود (۱). بذور به‌صورت مستقیم با تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع در مزرعه کشت شدند. سپس آبیاری در کلیه کرت‌ها انجام شد. در طول دوره رشد کنترل علف‌های‌هرز به‌صورت وجین دستی انجام گرفت.

در تیمار بقایای گیاهی صفر، همه بقایا از مزرعه جمع آوری شد ولی در تیمارهای ۳۰ و ۶۰ درصد بقایای گندم، این میزان بقایا در سطح مزرعه باقی گذاشته شد. سپس عملیات خاک‌ورزی براساس نوع تیمارها انجام گرفت.

جهت انجام خاک‌ورزی مرسوم از گاو آهن برگردان دار سه خیشه و برای خاک‌ورزی حفاظتی از دستگاه خاک‌ورز مرکب ساخت شرکت سازه کشت بوکان استفاده شد. مقدار بقایای باقیمانده از کشت سال قبل در زمین بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه و سپس با توجه به تیمارها، بقایا در هر کرت محاسبه و به طور یکنواخت روی سطح خاک پخش گردید. به طوری که در تیمار صفر، همه بقایا از مزرعه جمع آوری و در تیمارهای ۳۰ و ۶۰ درصد بقایای گندم این میزان بقایا در سطح مزرعه باقی گذاشته شد و در ادامه عملیات خاک‌ورزی براساس نوع تیمارها انجام گرفت (۲).

اندازه‌گیری صفات

جهت محاسبه ارتفاع نهایی بوته، در مرحله رسیدگی کامل و قبل از برداشت نهایی، از هر کرت ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و ارتفاع آن‌ها(از قاعده گیاه تا نوک ریشک‌ها) با متر پارچه‌ایی برحسب سانتی متر اندازه گیری شد.

به‌منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد، خطوط کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت جهت رفع اثرات حاشیه‌ایی حذف و در نهایت برداشت نهایی از مساحتی معادل ۱/۵ مترمربع از خطوط سه، چهار و پنج هرکرت انجام شد. بوته‌های برداشت شده هر کرت به آزمایشگاه منتقل و درآون تهویه دار با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. بعد از خشک شدن عملکرد بیولوژیک آن‌ها محاسبه شد (۲۰).

جهت محاسبه تعداد سنبله در واحد سطح، کل سنبله‌های موجود در سطح برداشت نهایی شمارش و به واحد سطح تعمیم داده شد. از هر کرت ۱۰ سنبله نیز به‌صورت تصادفی برداشت، طول آن‌ها محاسبه و دانه‌ها جدا شدند. از تقسیم تعداد دانه‌های ۱۰ سنبله بر تعداد سنبله، میانگین تعداد دانه در سنبله محاسبه شد. جهت تعیین وزن هزاردانه، از دانه‌های هر کرت ۵۰۰ دانه به‌صورت تصادفی جدا و توزین شدند. سپس نمونه ۵۰۰ دانه‌ای دومی جدا و توزین شد. چنان‌چه اختلاف وزن دو نمونه کمتر از پنج درصد بود، مجموع وزن دو نمونه به عنوان وزن هزار دانه محاسبه شد. به‌منظور تعیین عملکرد دانه هر کرت، پس از خرمن کوبی سنبله‌ها و جداسازی دانه‌ها، وزن دانه تولیدی هر کرت محاسبه و به واحد سطح تعمیم داده شد (۷).

شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک بر حسب درصد محاسبه گردید (۱۲).

۱۰۰*(عملکرد بیولوژیکی / عملکرد دانه) = شاخص برداشت

پس از نمونه گیری از دانه‌های هر کرت، نمونه‌ها در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد در آون(به مدت ۴۸ ساعت) خشک و با استفاده از روش میکرو کجدال با دستگاه اتوآنالیز مقدار نیتروژن موجود در دانه‌ها محاسبه شد. برای اندازه‌گیری میزان پروتئین دانه نیز با ضرب کردن درصد نیتروژن دانه در ضریب ۶/۲۵ میزان پروتئین موجود در دانه بدست آمد (۲۹).

پس از تعیین درصد پروتئین دانه، با استفاده از رابطه زیر میزان عملکرد پروتئین دانه محاسبه شد (۳۷).

عملکرد دانه × درصد پروتئین دانه =عملکرد پروتئین دانه

تجزیه واریانس داده‌ها به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نرم افزار SAS انجام و مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

ارتفاع بوته به طور معنی‌داری تحت تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و بقایای گیاهی قرار گرفت، اما برهم‌کنش تیمارها بر این مولفه معنی‌دار نبود (جدول۲).

بیشترین ارتفاع بوته به سیستم کم‌خاک‌ورزی (با میانگین ۷۲/۰۱ سانتی متر) تعلق داشت(جدول۳). در سیستم عدم خاک ورزی به دلیل گسترش کم تر ریشه گندم، کاهش رشد رویشی و کاهش ارتفاع ساقه دور از انتظار نیست. نتایج پژوهش مشابهی نشان داد بیش ترین ارتفاع بوته در خاک ورزی مرسوم و کم ترین آن نیز در سیستم بدون خاک‌ورزی مشاهده شد (۲۱).

احتمالاً برتری تیمار خاک‌ورزی حفاظتی یا کاهش یافته نسبت به سایر تیمارها به دلیل ایجاد بستر مناسب بذر، بهبود سرعت سبز شدن و استقرار گیاه در خاک و نقش مثبت بقایای گندم در کاهش تبخیر از سطح خاک بوده است.

بیشترین ارتفاع بوته به تیمار ۳۰ درصد بقایای گیاهی(با میانگین ۷۱/۱۴ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع بوته نیز به تیمار صفر درصد بقایا (با میانگین ۶۶/۰۲ سانتی‌متر) اختصاص یافت(جدول۳).

یکی از مشخصات خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک فقیر بودن خاک این مناطق از مواد آلی می‌باشد. حفظ بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک در روش‌های بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی مقدار کربن آلی، ساختمان خاک و جمعیت کرم‌های خاکی را بهبود می‌بخشد. بهبود محیط رشد ریشه سبب افزایش جذب و در نتیجه افزایش رشد قسمت‌های هوایی می‌شود. از طرفی کاربرد بقایا از طریق ممانعت از اتلاف شدید رطوبت خاک، فرصت کافی برای استفاده ریشه‌ها از نیتروژن خاک را فراهم می‌آورد که منجر به افزایش ارتفاع بوته می‌گردد (۲۸).

نتایج تحقیقات شهپری و همکاران (۱۴) مؤید آن است که تیمار برگرداندن بقایای گیاهی اثر مثبتی بر ارتفاع بوته داشت و تا حدی باعث افزایش فراهمی عناصر موجود در خاک شده است.

نتایج این آزمایش با یافته‌های نجفی نژاد و همکاران (۴۶) که اعلام داشتند در تیمارهای کم‌خاک‌ورزی بیشترین عملکرد دانه و ارتفاع بوته به دست آمد، مطابقت داشت.

طول سنبله

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر بقایای گیاهی، روش‌های مختلف خاک‌ورزی و برهم‌کنش این دو عامل بر طول سنبله اثر معنی‌داری نداشت (جدول۲).

نتایج این آزمایش با یافته‌های سپیده دم و رمرودی (۱۱) و زارعی و همکاران (۹) که گزارش نمودند نظام‌های کشت با انواع مختلف خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر طول سنبله ندارد مطابقت داشت.

امینی و همکاران (۳) نیز گزارش نمودند که تیمارهای خاک‌ورزی و بقایای گیاهی بر طول سنبله تأثیر معنی‌داری نداشت که یافته‌های حاصل از این تحقیق را تأیید نمود.

اجزای عملکرد و عملکرد دانه

تعداد سنبله در واحد سطح

تعداد سنبله در واحد سطحبه طور معنی‌دار تحت تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و بقایای گیاهی معنی‌دار شد، اما اثر متقابل تیمارها بر این مولفه معنی دار نبود (جدول۲). تیمار خاک‌ورزی حفاظتی بیشترین(با میانگین ۳۶۹/۸ سنبله) و تیمار بدون خاک‌ورزی کمترین(با میانگین ۳۴۷/۵ سنبله) تعداد سنبله در واحد سطح را دارا بودند (جدول۳).

میزان رشد ریشه گیاهان زراعی با درجه تراکم خاک ارتباط معکوسی دارد، این ارتباط ممکن است تحت تاثیر سیستم‌های خاک ورزی قرار گیرد. به طور کلی، خاک ورزی از طریق تاثیر بر مقاومت مکانیکی خاک، هوادهی خاک، پیوستگی و پایداری و اندازه منافذ و هم چنین مقدار منافذ زیستی خاک، درجه حرارت خاک، میزان آب خاک، عناصر غذائی خاک و هم چنین برهم‌کنش آن‌ها می‌تواند میزان رشد ریشه و در نتیجه رشد بخش‌های هوائی گیاه را متأثر نماید. افزایش تنوع گونه‌های علف های هرز هم زمان با کاهش شدت عملیات خاک ورزی، سختی خاک، فعالیت کم تر ریشه و رقابت بیشتر بین گیاه زراعی و علف هرز برای جذب نیتروژن می‌تواند از جمله دلایل کاهش تعداد سنبله گیاهان در سیستم بدون خاک ورزی باشد. رشد ریشه نیز می‌تواند در کشت مستقیم به دلیل تراکم لایه سطحی خاک محدودتر گردد که نتیجه آن تولید سیستم ریشه‌ای عمدتاً سطحی‌تر در مقایسه با سیستم خاک ورزی حفاظتی است (۲).

امینی و همکاران (۳) و علیجانی و همکاران (۱۶) نیز با بررسی اثر روش‌های خاک‌ورزی گزارش دادند که نوع خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر تعداد سنبله در واحد سطح داشت و بیشترین تعداد سنبله از تیمار خاک‌ورزی حفاظتی یا کم‌خاک‌ورزی بدست آمد. نتایج تحقیقات ریگر و همکاران (۵۰) نشان داد تعداد سنبله گندم در واحد سطح به دلیل افزایش تعداد پنجه در تیمار استفاده از خاک‌ورزی حفاظتی بیشتر از تیمار بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی رایج است که با یافته‌های حاصل از این تحقیق مشابهت داشت.

بیشترین و کمترین تعداد سنبله در واحد سطح به ترتیب مربوط به تیمار ۳۰ درصد بقایای گیاهی (با میانگین ۳۶۴/۴۱ سنبله) و تیمار صفر درصد بقایا (با میانگین ۳۴۸/۲ سنبله) اختصاص یافت(جدول۳). وجود بقایای گیاهی به میزان کافی در خاک باعث بهبود وضعیت تغذیه ای گیاه، افزایش کارآیی تبدیل مواد فتوسنتزی به ماده خشک و در نتیجه افزایش تعداد سنبله بارور می‌گردد. نتایج تحقیقات آینه بند (۵) مؤید آن است که برگشت بقایا به خاک اثر معنی‌داری بر تعداد سنبله گندم در واحد سطح داشت.

جدول ۲ : خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای خاک‌ورزی و مصرف بقایای گیاهی بر صفات مورد مطالعه در گندم که در آن میانگین مربعات نشان داده شده است.

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		ارتفاع بوته	طول سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین
تکرار (R)	۲	۰/۲۹۴۸	۰/۱۱۱	۰/۸۵۷	۲۴/۰۳۳	۱۴/۷	۴۶۶۶	۳۳۷۹	۱۱۹/۵۵	۰/۰۲۹	۷۱/۲۹
خاک‌ورزی (T)	۲	۱۶/۵۹**	۰/۴۲۸^{ns}	۳۵۶/۱۷**	۴۴/۱۶**	۱۰۲/۹*	۵۹۸۹۶**	۳۳۱۰۳**	۷۳۰/۵۷*	۱/۵۸**	۷۰۳/۱**
خطا (Ea)	۴	۰/۷۱۹	۱/۰۹	۲۴/۳۴۶	۳/۵۴	۱۶/۱۵	۶۴۱	۱۶۳۱	۱۳۵/۸۴	۰/۱۴	۴۲/۶۵
بقایای گیاهی (R)	۲	۱۴/۵۳**	۰/۹۴۱^{ns}	۳۲۵/۱۳**	۳۹/۰۲**	۹۵/۲۶*	۱۲۷۶۴**	۲۲۵۱۸**	۴۴۳/۷*	۱/۲۴**	۶۴۵/۲۱**
خطا (Eb)	۴	۰/۶۴	۱/۰۷	۲۰/۴۳۷	۲/۱۵	۱۰/۰۳	۵۴۶/۲۱	۱۳۵۴/۱	۷۸/۲۴	۰/۰۹	۲۸/۳۴
برهم‌کنش (T*R)	۴	۰/۲۷$^{n.s}$	۰/۰۱۳$^{n.s}$	۸۰/۱۵۱$^{n.s}$	۳/۴۵$^{n.s}$	۱۰/۰۴$^{n.s}$	۶۲۸۷**	۱۶۳۷۰**	۳۳/۵۶$^{n.s}$	۱/۸۲$^{n.s}$	۳۳/۰۸$^{n.s}$
خطا (Ec)	۸	۰/۵۵	۰/۵۴	۸۶/۶۴	۳/۸۷	۱۴/۹۴	۳۶۳	۱۵۵۳/۳	۳۴/۲۲	۲/۹۳	۳۵/۰۷
ضریب تغییرات (CV%)		۱۰/۷۲	۸/۲۸	۲/۶	۶/۶۶	۱۰/۲۷	۴/۷۶	۳/۳	۱۷/۵۱	۱۴/۸۳	۱۲/۷

ns، ** و * : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار از لحاظ آماری در سطح احتمال یک و پنج درصد.

جدول ۳ : نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در گندم تحت تأثیر تیمارهای خاک‌ورزی و بقایای گیاهی با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی متر)	طول سنبله (سانتی متر)	تعداد سنبله در واحد سطح	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	**عملکرد بیولوژیک** (گرم در متر مربع)	**شاخص برداشت (درصد)**	**پروتئین (درصد)**	**عملکرد پروتئین**(گرم در متر مربع)
خاک‌ورزی										
خاک‌ورزی مرسوم	۶۸/۴b*	۸/۸۵a	۳۵۵/۵b	۲۸/۹۷b	۳۷b	۳۸۱/۰۵b	۱۱۷۳/۳۴b	۳۲/۲b	۱۱/۲۱b	۴۲/۷۱b
خاک‌ورزی حفاظتی	۷۲/۰۱a	۹/۱۶a	۳۶۹/۸a	۳۲/۵۳a	۳۹/۷a	۴۷۷/۵۷a	۱۲۵۰/۸a	۳۸/۶۹a	۱۲/۴a	۵۹/۲۱a
بدون خاک‌ورزی	۶۷/۱۱b	۸/۶۲a	۳۴۷/۵b	۲۷/۰۵b	۳۶/۲۱b	۳۴۰/۳۶b	۱۱۵۶/۱b	۲۹/۲۷b	۱۱/۰۱b	۳۷/۴۷b
بقایای گیاهی										
صفر درصد بقایا	۶۶/۰۲b	۸/۷a	۳۴۸/۲b	۲۵/۴۸b	۳۵/۱۴b	۳۱۱/۷۶b	۱۱۵۱/۴b	۲۷/۰۷b	۱۰/۳۲b	۳۲/۱۷b
۳۰ درصد بقایا	۷۱/۱۴a	۹/۰۷a	۳۶۴/۴۱a	۳۲/۹۳a	۳۹/۲۵a	۴۷۱a	۱۲۲۸/۵a	۳۸/۳۳a	۱۲/۳۱a	۵۷/۹۸a
۶۰ درصد بقایا	۷۰/۳۶a	۸/۸۶a	۳۶۰/۲a	۳۰/۱۴a	۳۸/۵a	۴۱۷/۹۷a	۱۲۰۰/۳۵a	۳۴/۸۲a	۱۲a	۵۰/۱۵a

*در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۴: خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثرات متقابل تیمارهای خاک‌ورزی و مصرف بقایای گیاهی بر صفات مورد مطالعه در گندم که در آن میانگین مربعات نشان داده شده است.

خاک‌ورزی	بقایای گیاهی	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)
	صفر درصد بقایا	۳۵۰/۸۳ de*	۱۱۵۰/۱ e
خاک‌ورزی مرسوم	۳۰ درصد بقایا	۳۹۸/۷۲ c	۱۱۷۸/۱۷ c
	۶۰ درصد بقایا	۳۹۳/۴۵ c	۱۱۷۰/۱۳ c
	صفر درصد بقایا	۴۴۳/۶۷ b	۱۲۱۰/۰۴ b
خاک‌ورزی حفاظتی	۳۰ درصد بقایا	۴۸۰/۷ a	۱۲۸۸/۱۴ a
	۶۰ درصد بقایا	۴۷۵/۶۵ a	۱۲۸۱/۳۸ a
	صفر درصد بقایا	۳۴۱/۳۵ e	۱۱۴۳/۱۸ f
بدون خاک‌ورزی	۳۰ درصد بقایا	۳۵۸/۷۹ d	۱۱۶۱/۲۱ d
	۶۰ درصد بقایا	۳۵۳/۷۸ d	۱۱۵۸/۴۲ d

*در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

تعداد دانه در سنبله

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و بقایای گیاهی بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود، اما اثر متقابل تیمارها بر این مولفه معنی دار نبود(جدول۲). بیشترین تعداد دانه در سنبله به تیمار خاک‌ورزی حفاظتی (با میانگین ۳۲/۵۳ دانه) اختصاص یافت(جدول۳).

کاهش تعداد دانه در سنبله در تیمار بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم نسبت به خاک‌ورزی حفاظتی احتمالاً به علت افزایش تعداد پنجه در بوته در این تیمارها بوده است که باعث افزایش رقابت درون بوته ای و در نتیجه کاهش باروری گلچه‌ها شده و بنابراین تعداد دانه در بوته کاهش یافته است با وجود بیشتر بودن تعداد پنجه در این تیمارها، به دلیل افزایش رقابت درون بوته‌ای، تعداد سنبله نسبت به خاک‌ورزی حفاظتی کمتر بود(جدول۳). نتایج تحقیقات معینی راد و همکاران (۲۲) و بنی اسدی و همکاران (۶) با نتایج این تحقیق منطبق بود.

مقایسه میانگین اثر بقایای گیاهی بر تعداد دانه در سنبله نشان داد که بیشترین تعداد دانه در سنبله مربوط به تیمار ۳۰ درصد بقایای گیاهی با میانگین ۳۲/۹۳ دانه بود(جدول۳).

اندام‌های گیاهی حاوی مقادیر زیادی از عناصر مورد نیاز گیاه می‌باشند و برگرداندن آن‌ها به خاک تأثیر مهمی در حاصل خیزی خاک دارد و باعث افزایش فعالیت میکروب‌های خاک‌زی شده که خود سبب بهبود خواص فیزیکوشیمیایی خاک می‌گردد (۱۹). نتایج تحقیقات آینه‌بند (۵) مؤید آن است که برگشت بقایا به خاک اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله گندم داشت.

نتایج تحقیقات بحرانی و همکاران (۲۴) موید آن است که کاهش مقادیر بقایای گندم به میزان تقریبی نصف تا یک سوم و ادغام آن‌ها با خاک در مقایسه با حالت سوزاندن و یا بدون بقایا، نه تنها باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد نمی شود، بلکه در بلند مدت می تواند موجب افزایش مواد آلی و در نتیجه بهبود کیفیت خاک گردد.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه تحت تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و بقایای گیاهی قرار گرفت اما اثر متقابل تیمارها بر این مولفه معنی‌دار نبود(جدول۲).

بیشترین و کمترین وزن هزار دانه با میانگین‌های ۳۹/۷ گرم و ۳۶/۲۱ گرم به ترتیب به تیمارهای خاک‌ورزی حفاظتی و سیستم بی‌خاک‌ورزی تعلق داشت(جدول۳). کاهش وزن هزار دانه در تیمار بدون خاک ورزی را احتمالاً می توان به کاهش عملکرد زیستی و در نتیجه کم بودن سطوح فتوسنتز کننده در زمان پر شدن دانه‌ها نسبت داد. هم چنین کاهش مراحل مختلف نمو گندم در اثر کاهش دمای خاک می‌تواند دلیلی برای کاهش وزن هزار دانه در سیستم بدون خاک ورزی باشد (۸).

تحقیق خاک‌ورزی حفاظتی ضمن افزایش تهویه، تخلخل و نفوذپذیری خاک، شرایط مناسبی را برای نفوذ نزولات جوی و توسعه ریشه مهیا می‌نماید. شخم عمیق و نفوذ بیش از حد در خاک منجر به از بین رفتن ساختار خاک شده و باعث تسریع در فرسایش خاک و افزایش روان آب شده و در نتیجه باعث کاهش بازدهی محصولات می‌شود.

بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار ۳۰ درصد بقایای گیاهی با میانگین ۳۹/۲۵ گرم که با تیمار ۶۰ درصد بقایای گیاهی اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین وزن هزار دانه نیز به تیمار صفر درصد بقایا با میانگین ۳۵/۱۴ گرم اختصاص یافت(جدول۳).

بقایای گیاهی می‌توانند با جایگزینی یا فراهم کردن عناصر غذایی در خاک، سبب حفظ قدرت باروری خاک، افزایش غلظت ماده آلی خاک، حفظ آب در خاک، کاهش تبخیر، تحریک فعالیت میکروبی، افزایش دانه بندی، کاهش نوسانات دمایی، بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک و بهبود قدرت شخم پذیری خاک شوند (۲۶).

عملکرد دانه

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و بقایای گیاهی و برهم‌کنش این تیمارها بر عملکرد دانه معنی‌دار بود(جدول۲).

بیشترین عملکرد دانه از تیمار خاک‌ورزی حفاظتی (با میانگین ۴۷۷/۵۷ گرم در مترمربع) و کمترین عملکرد دانه از تیمار بدون خاک‌ورزی (با میانگین ۳۴۰/۳۶ گرم در مترمربع) حاصل شد، هر چند با تیمار خاک‌ورزی مرسوم تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول۳).

به نظر می‌رسد که دلیل کاهش عملکرد در سیستم بدون خاک‌ورزی مربوط به استقرار ضعیف گیاهچه‌ها باشد، وجود مقادیر زیاد بقایای گیاهی در سطح خاک از طریق تداخل در کار دستگاه‌های کشت مانع از قرار گرفتن بذرها در عمق مناسب شده و نسبت به سیستم خاک‌ورزی رایج و کاهش یافته بذرها به صورت سطحی تر قرار می‌گیرند، در نتیجه استقرار بذر در بستر مناسب از دست می‌رود و به همین دلیل تراکم بوته در واحد سطح و در نهایت عملکرد دانه در سامانه بی‌خاک‌ورزی کاهش می‌یابد (۲۷). کشاورزپور (۴۰) با بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت اظهار داشت که حداکثر عملکرد دانه (۴/۴ تن در هکتار) در تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته بدست آمد که این موضوع خود تأییدی بر لزوم نگهداری بقایا در مزرعه جهت استفاده از منافع فراوان آن است.

بیشترین عملکرد دانه به تیمار ۳۰ درصد بقایای گیاهی (با میانگین ۴۷۱ گرم در مترمربع) و کمترین عملکرد دانه به تیمار صفر درصد بقایا (با میانگین ۳۱۱/۷۶ گرم در مترمربع) اختصاص یافت (جدول۳). به اعتقاد محققان

کاهش مقادیر بقایای گندم به میزان حدود نصف تا یک سوم و ادغام آن‌ها با خاک در مقایسه با حالت سوزاندن و یا بدون بقایا نه تنها باعث کاهش عملکرد نمی شود، بلکه در بلند مدت می تواند موجب افزایش مواد آلی و در نتیجه بهبود کیفیت خاک گردد (۲۴).

احتمالاً در شرایط ابتدای فصل رشد که تعداد سنبله در واحد سطح تعیین می‌شود، بقایا از طریق فراهمی بهتر رطوبت حاصل از بارندگی‌ها، توانسته اثر مثبتی بر این جزء عملکرد و در نهایت افزایش عملکرد داشته باشد (۳۲). قنبریان علویجه و همکاران (۳۳) اظهار داشتند عملیات خاک‌ورزی در ارتباط مستقیم با فرسایش آبی و بادی، حفظ کیفیت خاک و نگه‌داری مواد آلی خاک و کیفیت آن است. بنابراین نوع خاک‌ورزی و تعیین مقدار بقایای موجود در سطح خاک از مهم‌ترین عوامل موفقیت در کشاورزی به شمار می‌آید که هر دو این عوامل بر کمیت و کیفیت عملکرد گیاهان زراعی اثر بسزایی دارند.

بیشترین عملکرد دانه به تیمار خاک‌ورزی حفاظتی و کاربرد ۳۰ درصد بقایای گیاهی (با میانگین ۴۸۰/۷ گرم در مترمربع) و کمترین عملکرد دانه نیز به تیمار بدون خاک‌ورزی و عدم مصرف بقایا (با میانگین ۳۴۱/۳۵ گرم در مترمربع) تعلق داشت (جدول۴).

نتایج به دست آمده از این تحقیق با یافته‌های سایر محققان که گزارش کردند خاک‌ورزی حفاظتی و بدون شخم همراه با حفظ بقایا روی سطح خاک منجر به افزایش عملکرد گندم در مقایسه با شخم متداول شد، هم‌خوانی داشت (۵۲).

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و بقایای گیاهی و برهم‌کنش آن‌ها قرار گرفت (جدول۲).

بیشترین عملکرد بیولوژیک به تیمار خاک‌ورزی حفاظتی (با میانگین ۱۲۵۰/۸ گرم در مترمربع) و نیز تیمار ۳۰ درصد بقایای گیاهی (با میانگین ۱۲۲۸/۵ گرم در متر مربع) متعلق بود (جدول۳).

در بوم‌نظام‌های خاک‌ورزی حفاظتی، عناصر غذایی تجمع یافته در سطح خاک، در اثر خاک‌ورزی و مخلوط شدن با خاک، به میزان بیشتری در دسترس ریشه‌ها قرار می گیرد. در سیستم بدون خاک‌ورزی به دلیل وجود مقادیر زیاد بقایای گیاهی در سطح خاک از طریق تداخل در کار دستگاه‌های کشت، جهت برش مناسب خاک و هم چنین قرار گرفتن مقادیر زیاد بقایا بر روی بذر (۲۷)، جلوگیری از برقراری تماس مستقیم بذر با خاک (۳۵)، موجب کاهش رشد اولیه گیاهچه‌های گندم و در نهایت کاهش عملکرد بیولوژیک در مقایسه با خاک‌ورزی حفاظتی می‌شوند.

نتایج تحقیقات همت و اسکندری (۳۶) و کریگوی و همکاران (۴۱) بیانگر آن است که عملکرد بیولوژیک گندم در تیمار خاک‌ورزی حفاظتی به صورت معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارهای خاک‌ورزی بود که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

بازگرداندن بقایای گیاهی به خاک اثرات مطلوبی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌گذارد. این اثرات مطلوب از طریق بهبود ساختمان خاک، افزایش مواد آلی، چرخش مواد غذایی و حفاظت از آب و خاک صورت می‌گیرد (۵۱). هم چنین وجود بقایای گیاهی در سطح خاک باعث کاهش تبخیر، افزایش حاصل خیزی خاک و کاهش نیاز به کودهای شیمیایی و افزایش مقدار کربن و نیتروژن خاک (۲۵ و ۴۴) می‌شود. آینه‌بند (۵) تاکید نمود

که با برگشت بقایای گیاهی به خاک و اضافه شدن مواد آلی خاک، به دلیل پنجه زنی بیشتر گندم رشد رویشی گیاه افزایش می‌یابد.

پایین ترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار T_2R_2 (خاک‌ورزی حفاظتی و ۳۰ درصد بقایای گیاهی) به میزان ۱۲۸۸/۱۴ گرم در متر مربع و بیشترین عملکرد دانه به تیمار T_3R_1 (بدون خاک‌ورزی و صفر درصد بقایا) به میزان ۱۱۴۳/۱۸ گرم در مترمربع بود (جدول۴).

امینی و همکاران (۳) گزارش دادند که افزایش کاربرد بقایا باعث کاهش تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح شد. بیشترین میزان عملکرد دانه در روش کم خاک‌ورزی و کاربرد ۳۰ درصد بقایا در سطح خاک به دست آمد با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت.

شاخص برداشت

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و بقایای گیاهی از نظر آماری بر شاخص برداشت معنی دار بود، هر چند این صفت تحت تاثیر برهم‌کنش تیمارها قرار نگرفت(جدول۲). بیشترین شاخص برداشت از تیمار خاک‌ورزی حفاظتی با میانگین ۳۸/۶۹ درصد و کمترین شاخص برداشت از تیمار بدون خاک‌ورزی با میانگین ۲۹/۲ درصد به دست آمد(جدول۳).

با توجه به بالاتر بودن میزان عملکرد دانه و بیولوژیک در سیستم خاک ورزی حفاظتی و هم چنین فزونی یافتن میزان افزایش عملکرد دانه در مقایسه با عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت افزایش یافت. با توجه به کاهش کم تر عملکرد زیستی در سیستم بدون خاک ورزی نسبت به دو نظام خاک ورزی دیگر در مقایسه با کم تر بودن عملکرد دانه در سیستم بدون خاک ورزی نسبت به خاک ورزی مرسوم و کاهش یافته، کاهش شاخص برداشت در سیستم بدون خاک ورزی قابل پیش‌بینی بود. نتایج سایر تحقیقات متعدد نشان می‌دهد که، در بین سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بیشترین شاخص برداشت مربوط به سیستم خاک‌ورزی حفاظتی بود (۴۸).

نتایج تحقیقات زندی نژاد و همکاران (۱۰) در بررسی تأثیر سیستم خاک‌ورزی بر گندم مؤید آن است که *سیستم‌های* بی‌خاک‌ورزی و حفاظتی به ترتیب کمترین و بیشترین شاخص برداشت را داشتند. از طرفی رئوفات و محمودیه (۴۹) گزارش نمودند دلیل کاهش شاخص برداشت در سامانه بی‌خاک‌ورزی مربوط به وجود بقایای زیاد در سطح خاک است، که این امر منجر به کاهش تراکم بوته در واحد سطح و در نتیجه باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار ۳۰ درصد بقایای گیاهی با میانگین ۳۸/۳۳ درصد و کمترین شاخص برداشت به تیمار صفر درصد بقایا با میانگین ۲۷/۰۷ درصد بود (جدول۳).

شاخص برداشت، کارآیی توزیع مواد فتوسنتزی را در بین اندام های مختلف گیاهی نشان می‌دهد. با توجه به تأخیر در فراهمی عناصر غذایی که از بقایای با کیفیت پایین مورد انتظار است، می توان بیان داشت که در طی این مدیریت به دلیل کمبود عناصر در ابتدای رشد گیاه از میزان عملکرد بیولوژیک کاسته می‌شود، اگرچه گیاه با اجرای سیاست حفظ تعداد سنبله ها و تعداد دانه در سنبله در حد مطلوب و در نهایت، پرشدن کامل دانه عملکرد دانه خود را بهبود داده و باعث افزایش این شاخص شده است.

درصد و عملکردپروتئین

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد و عملکرد پروتئین تحت تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و بقایای گیاهی قرار گرفتند اما برهم‌کنش تیمارها بر این مولفه‌ها معنی درا نبود (جدول۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین درصد و عملکرد پروتئین از تیمار خاک‌ورزی حفاظتی و کمترین این مولفه‌ها به تیمار بدون خاک‌ورزی تعلق داشت (جدول۳).

به نظر می‌رسد کاهش قابلیت تحرک نیتروژن در سیستم بدون خاک ورزی نسبت به سیستم خاک ورزی کاهش یافته و مرسوم، دلیلی بر کاهش درصد پروتئین دانه در این سیستم باشد. نتایج پژوهشی نشان داد مقدار نیتروژن کل اندام هوایی و انباشتگی نیتروژن در دانه تحت تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی قرار گرفت. بیشترین درصد پروتئین دانه جو در سیستم خاک ورزی حفاظتی و کمترین آن در سیستم بدون خاک‌ورزی گزارش شد (۴۳). افزایش میزان پروتئین دانه گندم بهاره تحت تاثیر *سیستم‌های* خاک ورزی حفاظتی گزارش شده است (۴۷). علت بیشتر بودن عملکرد پروتئین در تیمار خاک‌ورزی حفاظتی نیز بیشتر بودن درصد پروتئین و عملکرد دانه این تیمار نسبت به تیمارهای دیگر است، زیرا عملکرد پروتئین تابعی از دو مؤلفه، مقدار پروتئین و عملکرد دانه است. به نظر می‌رسد تغییرات عملکرد پروتئین اساساً مربوط به تغییرات عملکرد دانه باشد.

مقایسه میانگین تیمارها (جدول۴) نشان داد اثر بقایای گیاهی بر درصد و عملکرد پروتئین نشان داد که بیشترین درصد و عملکرد پروتئین مربوط به تیمار ۳۰ درصد بقایای گیاهی و کمترین این مولفه‌ها نیز به تیمار صفر درصد بقایا تعلق داشت(جدول۳).

پروتئین موجود در دانه گندم حجم زیادی از نیازهای غذایی بشر را تأمین می‌کند (۳۸). با توجه به نتایج بدست آمده برگرداندن بقایای گیاهی باعث گردیده نیتروژن مورد نیاز گیاه فراهم گردیده، در نتیجه عملکرد افزایش یافته و مازاد نیتروژن هم به صورت پروتئین در دانه ذخیره شود. گزارش‌هایی مبنی بر بهبود عملکرد پروتئین دانه گندم بر اثر وجود مقادیر کافی از بقایای گیاهی، صورت گرفته است (۱۷).

حفظ بقایا در سطح خاک موجب تعدیل دمای خاک، حفظ رطوبت و مانع تبخیر از سطح خاک و آب قابل دسترس بیشتر برای گیاه می‌شود. در چنین شرایطی جوانه زنی تسریع، استقرار و رشد سریع تر خواهد شد. تخلخل و تهویهٔ مطلوب تر خاک و رشد بهتر ریشه‌ها و حفظ بقایا شرایط را برای فعالیت ریزجانداران و کرم‌های خاکی فراهم نموده، وضعیت مواد آلی بهبود یافته، نفوذپذیری خاک افزایش و فرسایش کاهش می‌یابد و برآیند همه این عوامل باعث افزایش عملکرد دانه و عملکرد پروتئین می‌شود (۱۸). نتایج این تحقیق با نتایج آزمایش‌های زندی نژاد و همکاران (۱۰) که اظهار داشتند *سیستم‌های* بدون خاک‌ورزی و حفاظتی به ترتیب کمترین و بیشترین عملکرد پروتئین، وزن هزار دانه و شاخص برداشت را داشتند، منطبق بود.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و بقایای گیاهی بر ارتفاع بوته، عملکرد دانه، اجزای عملکرد، عملکرد بیولوژیک، و عملکرد پروتئین معنی دار بود.

بیشترین عملکرد دانه (با میانگین ۴۴۷/۵۷ گرم در مترمربع) از تیمار خاک‌ورزی حفاظتی و کمترین عملکرد دانه(با میانگین ۳۴۰/۳۶ گرم در مترمربع) از تیمار بدون خاک‌ورزی بدست آمد. کاربرد ۳۰ درصد بقایای گیاهی با میانگین ۴۷۱ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد دانه را تولید نمود. به نظر می‌رسد کاهش عملکرد در سیستم بدون خاک‌ورزی مربوط به استقرار ضعیف گیاهچه‌ها باشد. وجود مقادیر زیاد بقایای گیاهی در سطح خاک از طریق تداخل در کار دستگاه‌های کشت مانع از قرار گرفتن بذرها در عمق مناسب شده و نسبت به سامانه خاک‌ورزی رایج و کاهش یافته بذرها به صورت سطحی تر قرار می‌گیرند در نتیجه استقرار بذر در بستر مناسب از دست می‌رود و به همین دلیل تراکم بوته در واحد سطح و در نهایت عملکرد دانه در سامانه بدون خاک‌ورزی کاهش می‌یابد.

از بین اجزای عملکرد بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح از تیمار خاک‌ورزی حفاظتی (با میانگین ۳۶۹ سنبله) و کمترین تعداد سنبله در واحد سطح از تیمار بدون خاک‌ورزی (با میانگین ۳۴۷ سنبله) بدست آمد. هم چنین در این تحقیق صفات کیفی تحت تاثیر تیمار خاک‌ورزی و بقایای گیاهی قرار گرفتند. بیشترین عملکرد پروتئین از تیمار خاک‌ورزی حفاظتی و کمترین از تیمار بدون خاک‌ورزی بدست آمد.

بنا بر نتایج حاصله از این تحقیق، کاهش خاک‌ورزی و به ویژه سیستم بدون شخم همراه با حفظ بقایای بیشتر روی سطح خاک می‌تواند افزون بر کاهش تردد ماشین ها و ادوات کشاورزی و هزینه‌های تولید با بهبود وضعیت رطوبتی و دمایی برای گیاه موجب شرایط مناسب تر رشدی و استفادهٔ بهینه از منابع را فراهم کرده و باعث افزایش عملکرد شود. هم چنین کاربرد روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و به ویژه بدون شخم همراه با حفظ بقایای بیشتر روی سطح خاک اثرات مثبتی بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی گندم دارد. افزایش خاک‌ورزی و حذف بقایا عملکرد و ویژگی‌های کیفی را به طور معکوس در مقایسه با خاک‌ورزی حفاظتی و افزایش بقایا تحت تأثیر قرار می‌دهد. با توجه به تغییرپذیری شدید اقلیمی و تنش‌های گرمایی و رطوبتی و به منظور کاهش اثرگذاری‌های منفی کشاورزی متداول، روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و مدیریت بقایا راهی برای احیاء منابع و پایداری در تولید است. بنابراین با توجه به شرایط کشاورزی شهرستان ایذه و گسترش سیستم خاک‌ورزی حفاظتی استفاده از ۳۰ درصد بقایا می‌تواند در رسیدن به عملکرد مطلوب راه گشا باشد.

منابع

۱. **اسماعیل زاده مقدم، م.، خدارحمی، م.، پورشهبازی، ع.، اکبری مقدم، ح.، سیاح فر، م.، طهماسبی، س.، لطفعلی آینه، غ. ع.، امیربختیار، ن.، افشاری، ن.، دالوند، م.، ذاکری، ع. ک.، طباطبایی، ن.، روحی پور، ر. و کیا، ش .۱۳۹۶.** مهرگان، رقم جدید گندم نان مقاوم به زنگ زرد، قهوهای و سیاه، باکیفیت نانوایی بالا، مناسب کشت در نظام‌های زراعی اقلیم گرم و خشک جنوب ایران. نشریه علمی-ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی. ۶(۱): ۷۱-۷۸.

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

۳. **امینی، ع.، رجایی، م. و فارسی نژاد، ک. ۱۳۹۳.** تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۶(۱۶): ۲۰-۲۸.

۴. **آمار نامه اداره کل هواشناسی استان خوزستان.** آمار و اطلاعات هواشناسی سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳.

۵. **آینه بند، ا. ۱۳۸۴.** تناوب گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۷ صفحه.

٦. **بنی اسدی، ر، توحیدی نژاد، ع. ا. و محمدی نژاد، ق. ۱۳۹۳.** ارزیابی روش‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت پسماندهای جو در تولید ذرت. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۴(۵): ۶۱-۶۹.

۷. **پروازی شندی، س.، پازکی، ع. ر.، اصغرزاده، ا. و آزادی، ا. ۱۳۹۲.** اثر دور آبیاری، باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم کویر. فصلنامه دانش نوین کشاورزی پایدار. ۹(۳): ۱۱-۲۴.

۸. **روزبه م. و پوسکانی م. ع. ۱۳۸۲.** تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد گندم در تناوب با ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۴ (۱): ۳۸-۲۹.

۹. **زارعی، م.، کاظمینی، س. ع. و بحرانی، م. ج. ۱۳۹۳.** تاثیر سامانه‌های خاکورزی و تنش آبی بر رشد و عملکرد گندم. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲(۴): ۷۹۳-۸۰۴.

۱۰. **زندی نژاد، م.، امینی، ص.، شرقی، ی. و یونسی الموتی، م. ۱۳۹۲.** تاثیر خاک‌ورزی حفاظتی برعملکرد پروتئین گندم، سومین همایش ملی امنیت غذایی، سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه.

۱۱. **سپیده دم، س. و رمرودی، م. ۱۳۹۴.** تأثیر سیستمهای خاک ورزی و کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و پروتئین دانه گندم. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲(۲): ۳۳-۴۶.

۱۲. **سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع.** ۱۳۹۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

۱۳. **سیدشریفی، ر. و خلیل زاده، ر.۱۳۹۷.** تولید غلات. انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی. ۴۰۶ صفحه.

۱۴. **شهپری، ز.، فاتح ، ا. و آینه بند، ا. ۱۳۹۵.** بررسی تأثیر نوع بقایا، مدیریت بقایا و نیتروژن بر عملکرد، کیفیت گندم دوروم و عناصر غذایی پر مصرف خاک. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۹(۲): ۸۷-۱۰۴.

۱۵. **صفاهانی، ع.، علویان پطرودی، م. ا.، چراتی، ع. و ایرانی، آ. ۱۳۹۶.** تاثیر مدیریت بقایای گیاهی گندم، خاک‌ورزی و مصرف کود نیتروژن بر رشد، عملکرد و اجزاء عملکرد دانه در گیاه سویا در کشت تابستانه. فصلنامه علوم به زراعی گیاهی، ۷(۱): ۵۱-۶۵.

۱۶. **علیجانی، خ.، بحرانی، م. ج. و کاظمینی، س. ع. ر. ۱۳۸۹.** اثرات روشهای خاک‌ورزی و میزان بقایای ذرت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم زمستانه و کربن آلی و نیتروژن خاک در کشت رله ای. صص ۲. در: مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم زراعی ایران. تهران، ایران.

۱۷. **فاطمی، ع.، ملکوتی، ج.، بازرگان، ک.، رهنمایی، ر. و افتخاری، ک. ۱۳۹۰.** بررسی همبستگی کانی های غالب و پارامترهای منحنی کمیت-شدت با میزان پتاسیم قابل جذب در خاک های آهکی. مجله پژوهش های حفاظت از آب و خاک، ۱۸(۲): ۴۴-۲۳.

۱۸. **فلاح هروی، ا.، عباس دخت، ح.، زارع فیض آبادی، ا. و غلامی ، ا. ۱۳۹۵.** تأثیر خاک‌ورزی حفاظتی و متداول با مدیریت بقایا بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی گندم. علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۷(۲): -۲۸۹ ۲۷۷.

۱۹. **کشاورزنژاد قادیکلایی، ع.، کاظمینی، س. ع. و بحرانی، م. ج. ۱۳۹۲.** تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن و بقایای گیاهان ذرت، کلزا، آفتابگردان و گندم بر عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن در گندم. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۳(۱۰): ۱۸۱-۱۹۰.

۲۰. **کلانتری خاندانی، س. ۱۳۹۰.** بررسی اثر کودهای شیمیایی بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

۲۱. **لویمی،ن؛صفری،م و حیدرپور ،ن.۱۳۹۰.** مقایسه تاثیر روش های بی خاک ورزی، کم خاک ورزی و خاک ورزی مرسوم بر عملکرد گندم دیم در زمین های سنگلاخی. نشریه ماشین های کشاورزی دانشگاه فردوسی، ۱(۲)،۱۱۰-۱۲۱.

۲۲. **معینی راد، ا.، یگانه پور، ف. و پیردشتی، ه. ا. ۱۳۹۳.** اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم. مجله بوم شناسی گیاهان زراعی. ۱۰(۴): ۵۷-۶۶.

۲۳. **نورمحمدی، ق.، سیادت، س. ع. و کاشانی، ع. ۱۳۹۰.** زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ص ۴۴۶.

24. **Bahrani, M. J., Kheradnam, M., Emam, Y., H. Ghadiri, H. and Assad, M. T. 2002.** Effect of tillage methods on wheat yield and yield components in continuous wheat cropping. Experimental Agriculture, 38: 389-395.

25. **Bird, J. A., Van Kessel, C. and Horwath, W. R. 2003.** Stabilization of 13C-carbon and immobilization of 15N-nitrogen from rice straw in humic fractions. Soil Science Society of America Journal, 67: 806-816.

26. **Blanco-canqui, H., and Lal, R. 2009.** Crop residue removal impacts on soil productivity and environmental quality. Critical Review of Plant Science, 28: 139-163.

27. **Burgess, M. M., Mehuys, G. R. and Madramootoo, C. A. 2014.** Tillage and crop residue effects on corn production in Quebec. Agronomy Journal, 88: 792-797.

28. **Cook, R. J. & Hauguland, W. A. 2000.** Wheat yield depressing associated with conservation tillagecaused by root pathogens in the soil, hot phytotoxins from the straw. Soil Biology & Biochemistry, 23: 1125-1133.

29. **Cox, W. J., Kalonge, S., Cherney, D. J. R. and Reid, W. S. 1993.** Growth yield and quality of forage maize under different nitrogen management practices. Agronomy Journal, 85:341-347.

30. **Dala, R. C. and Mayer, R. J. 1986.** Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and creal cropping in southem Queensland. II. Total organic carbon and its rate of loss from the soil profile. Soil Research, 24:281-292.

31. **DuePreez, C. C., Kotze, E. and Steyn, J. T. 2001.** Long term effects of wheat residue management on some fertility indicators of a semi-arid plinthosol. Soil and Tillage Research, 63: 25-33.

32. **Fischer, R. A., Santiveri, F. & Vidal, I. R. 2002.** Crop rotation, tillage and crop residue management for wheat and maize in the sub-humid tropical highlands: I. Wheat and legume performance. Field Crops Research, 79, 107-122.

33. **Ghanbaryan Alavijeh, H. R., Ahmadi Chenarbon, H. and Zand, B. 2013.** Effect of different tillage methods on soil physical properties and yield of two varieties of forage maize in varamin province. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 6 (15): 1092-1098.

34. **Greb, B. W. 1966.** Effect of surface-applied wheat straw on soil water losses by solar distillation. Soil Science Society of America, Proc. 30:786-788.

35. **Hayhoe, H. N., Dwyer, L. M., Balchin, L. M. and Culley, J. L. B. 2000.** Tillage effects on corn emergence rates. Soil and Tillage Research, 26: 45-53.

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

37. **Jackson, F. 1964.** Equipment Considerations for No-till Soybean Seeding, Virginia Cooperative Extension publication.

38. **Kandil, E. A., Fawzi, M. I. F. and Shahin, M. F. M. 2010.** The effect of some slow release nitrogen fertilizerson growth, nutrient status and fruiting of Mit Ghamr peach trees. Journal of American Science, 6(12): 195-201.

39. **Kar, G. and Kumar, A. 2007.** Effects of Irrigation and Straw Mulch on Water Use and Tuber Yield of Potato in Eastern India. Agricultural Water Management, 94, 109-116.

40. **Keshavarzpour. F. 2015.** Effect of Different Tillage Methods on Yield and Yield Components of Forage Corn. Academic Journal of Plant Sciences, 6 (1): 42-46.

41. **Kirigwi, F. M., Ginkel Van, M., Trethowan, R., Sears, R. G., Rajaram, S.and Aulsen, G. M. 2004.** Evaluation of selection strategies for wheat adaptation across water regimes. Euphytica. 135: 361–371.

42. **Lopez, M. V., Arre, J. L., Fuentes, J. A. and Moret, M. 1997.** Dynamics of surface barley residues during fallow as affected by tillage and decomposition in semiarid Aragon (NE Spain). European Journal of Agronomy, 23:26-36.

43. **Malecka, I. and Blecharczyk, A. 2006.** Effect of tillage systems: Mulches and nitrogen fertilization on spring barely (*Hordeum vulgare* L.). Agronomy Research, 6 (2): 517-529.

44. **Malhi, S. S. and Kutcher, H. R. 2007.** Small grains stubble burning and tillage effects on soil organic C and N, and aggregation in northeastern Saskatchewan. Soil and Tillage Research, 94: 353-361.

45. **Marbet, R. 2000.** Differential response of wheat to tillage management systems in a semi-arid area of morocco. Field Crops Research, 66:165-174.

46. **Najafinezhad, A., Javaheri, M. A., Gheibi, M. and Rostamia, M. A. 2007.** Influence of Tillage Practices on the grain yield of Maize and some soil properties in

Maize-wheat cropping system of Iran. Journal of Agriculture and Social Science, 3(3): 1813-2235.

47. **Ozniak A., Wesolowski M. and Soroka M. 2015.** Effect of long-term reduced tillage on grain yield, grain quality and weed infestation of spring wheat. Journal of Agriculture Science and Technology, 17: 899-908.

48. **Partokhazemi A., Delkhosh B. and Mohseni M. 2011.** Effect of different tillage methods and plant density on quantitative and qualitative characteristics of varieties of corn. Journal of Plants and Ecosystems, 33 (8): 105-115.

49. **Raoufat, M. H. and Mahmoodieh, R. A. 2005.** Stand establishment responses of maize to seedbed residue, seed drill coulters and primary tillage systems. Biosystems Engineering, 90: 261–269.

50. **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. European Journal of Agronomy, 28: 405-411.

51. **Teasdale, S. R., Rosecrance, R. C., Coffman, C. B., Starr, S. L., Paltineanu, I. C., Lu, Y. C. and Watkins, B. K. 2000.** Performance of reduced-tillage cropping systems for sustainable grain production in Maryland. American Journal of Alternative Agriculture, 15: 79-87.

52. **Verhulst, N., Govaerts, B., Nelissen, V., Sayre, K. D., Crossa, J., Raes, D. & 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.

Bi-Quarterly Journal of Plant Production
Vol. 13, Issue 1, Spring and Summer 2023

The effect of different levels of tillage and residues management on the quantitative and qualitative yield of wheat plant in the climatic conditions of Khuzestan

Elham Khajavi[1] and Shahram Lak[2*]

1 and 2 - Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

*Corresponding Author; Email: sh.lack@yahoo.com

(Received: 22 July 2022; Accepted: 12 January 2022)

Abstract

In order to investigate the effect of different levels of tillage and residues on the yield and yield components of wheat (cv. Mehregan), a research was conducted in 2015 cropping season in south west of Iran. The study was consisted of a strip-plot experiment, using Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. The investigated treatments included tillage in three levels (including conventional tillage, protective tillage and no tillage) as horizontal plots and plant residues in three levels (including zero, 30 and 60% wheat residues) as vertical plots. The results showed that the tillage treatment had significant effect on yield and yield components, harvest index, percentage and yield of protein. The highest grain yield (with an average of 477.5g.m^{-2}) was obtained from the conservation tillage treatment and the lowest (with an average of 340.3g.m^{-2}) from the no-tillage treatment. Also, the application of plant residues significantly affected yield and yield components, biological yield, harvest index, percentage and yield of protein. The highest grain yield (with an average of 480.7g.m^{-2}) was obtained in the conservation tillage method with the application of 30% residues on the soil surface. Based on the results and considering the positive effects of conservation tillage method, it was suggested to use 30% of residues in this tillage method in Izeh region in order to increase wheat yield.

Keywords: plant residues, tillage, grain yield, wheat