

تحقیقات غلات

دوره ششم / شماره سوم / پاییز ۱۳۹۵ (۳۲۳-۳۲۷)

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و میزان بقایای گیاهی بر عملکرد، اجزای عملکرد و بازده اقتصادی گندم

حمیدرضا کمیلی^۱، پرویز رضوانی مقدم^{۲*}، مسعود قدسی^۳، مهدی نصیری محلاتی^۲ و محمدرضا جلال کمالی^۴

تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۱۲

چکیده

به منظور مطالعه اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و میزان بقایای گیاهی بر عملکرد، اجزای عملکرد و بازده اقتصادی گندم، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی گناباد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. سه روش خاک‌ورزی شامل ۱- خاک‌ورزی متداول (شخم + دیسک + تسطیح + ایجاد فارو + کاشت با خطی کار)، ۲- کم‌خاک‌ورزی (دیسک + ایجاد فارو + کاشت با خطی کار) و ۳- بی‌خاک‌ورزی (کاشت با بذرکار کشت مستقیم) در کرت‌های اصلی و سه مقدار بقایای گیاهی شامل بدون بقایا، حفظ ۳۰ درصد بقایا و حفظ ۶۰ درصد بقایا در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثر روش‌های خاک‌ورزی و میزان بقایا بر تجمع ماده خشک، عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار نشد. اثر خاک‌ورزی در سطح احتمال ۵ درصد فقط بر تعداد سنبله در متر مربع معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد زیست‌توده از تیمار بی‌خاک‌ورزی به دست آمد. با افزایش میزان بقایا از صفر به ۶۰ درصد، عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه به طور نسبی افزایش یافت و بیشترین مقادیر آنها از تیمار حفظ ۶۰ درصد بقایا حاصل شد، به طوری که بیشترین عملکرد دانه از تیمار توام خاک‌ورزی متداول با کاربرد ۶۰ درصد بقایا به دست آمد. از نقطه نظر اقتصادی، تیمار خاک‌ورزی متداول با حذف بقایا برترین بود و تیمار کم‌خاک‌ورزی با حفظ ۳۰ درصد بقایا در رتبه دوم قرار گرفت و در مقایسه با دیگر تیمارهای خاک‌ورزی و حفظ بقایا از درآمد خالص بالاتر و نرخ بازده بیشتری برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: بدون خاک‌ورزی، خاک‌ورزی متداول، درآمد خالص، عملکرد دانه، کشاورزی حفاظتی

۱- دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی پردیس بین‌الملل دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

۴- استادیار پژوهش، دفتر مرکز CIMMYT در ایران، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: rezvani@um.ac.ir

مقدمه

در پاسخ به افزایش هزینه‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، فرسایش گسترده خاک، مصرف زیاد و بی‌رویه کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها و نگرانی‌های زیست محیطی در رابطه با آلودگی‌های آب و خاک و هزینه‌های عمومی انجام کار، نیاز به فناوری‌های جدید در بخش کشاورزی احساس می‌شود. تداوم استفاده از عملیات زراعی متداول و آن هم متکی بر شخم فشرده، به ویژه وقتی که با حذف کامل یا سوختن بقایای گیاهان زراعی توأم باشد، موجب فرسایش شدید خاک و انحطاط آن به عنوان تنها منبع تولید مواد غذایی شده است (Montgomery, 2007). محدودیت و کمبود آب و افزایش قیمت سوخت و کودهای شیمیایی (به ویژه با حذف یارانه‌ها) نیز موجب افزایش هزینه‌های تولید خواهد شد. استفاده از سیستم‌های کشاورزی حفاظتی و بدون خاک‌ورزی در حال حاضر در سطح دنیا به بیش از ۱۰۰ میلیون هکتار رسیده است و در شرایط اقلیمی مختلف و انواع خاک‌ها به اجرا درآمده است. مثلاً مناطقی با بارندگی بیش از ۲۵۰۰ میلی‌متر تا مناطق بسیار کم باران با بارندگی کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر در سال توسعه یافته است. ورهالت و همکاران (Verhulst et al., 2010) تخمین زده است که فعالیت‌های بشر موجب شده هر ساله ۲۶ بلیون تن خاک سطح الارض فرسوده شود که ۲/۶ برابر سرعت طبیعی آن است. با وجود دسترسی به ارقام جدید با پتانسیل عملکرد بالا یعنی حصول پیشرفت ژنتیکی، عموماً در مزارع کشاورزان افزایش عملکرد ارقام جدید تا سطح پتانسیل تولید آنها حاصل نشده است که به دلیل مدیریت ضعیف گیاهان زراعی می‌باشد (Reynolds and Tuberosa, 2008). بطور کلی فواید حاصل از اجرای شیوه‌های مختلف کشاورزی حفاظتی افزایش بهره‌وری در مصرف نهاده‌ها، صرفه جوئی در وقت و انرژی، جلوگیری از فرسایش خاک، افزایش درجه حاصلخیزی خاک و در نتیجه افزایش عملکرد و پایداری عملکرد محصولات زراعی می‌باشد (Verhulst et al., 2010).

روش‌های خاک‌ورزی کاهش یافته به دلیل افزایش مواد آلی خاک، برهم‌زدن کمتر خاک، و حفظ رطوبت بیشتر در خاک می‌تواند میزان فعالیت‌های زیستی و جمعیت‌های ریزجانداران خاک را افزایش دهد. هر چند پاسخ خاک به سیستم‌های خاک‌ورزی کاهش یافته منوط به یک دوران گذار است (Simmons and Coleman,)

نتایج حاصل از اکثر آزمایشات صورت پذیرفته در مناطق نیمه خشک جهان نشان داده است که افزایش عملکرد غلات به خصوص گندم با اعمال خاک‌ورزی کاهش یافته و در بلند مدت حاصل می‌گردد و در سال‌های اولیه تفاوت معنی‌داری با خاک‌ورزی متداول نداشته است. در برخی از تحقیقات انجام گرفته در مناطق نیمه خشک دنیا گزارش شده که در سال‌های ابتدایی اعمال بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهش یافته در مقایسه با خاک‌ورزی متداول عملکرد غلات کاهش یافته است، هر چند افزایش بازده اقتصادی ناشی از کاهش سوخت‌های فسیلی کاهش عملکرد را جبران نموده است (Zarea, 2011). نتایج حاصله از تحقیق روستا (Rousta, 2009) نشان داد که تیمارهای خاک‌ورزی حداقل و حفاظتی در مقایسه با تیمار خاک‌ورزی مرسوم، باعث افزایش معنی‌دار مقدار ماده آلی خاک و پایداری خاکدانه‌ها و کاهش معنی‌دار میزان فرسایش خاک گردید. نتایج رشیدی و همکاران (Rashidi et al., 2011)، نشان داد اعمال سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی هر چند اثر معنی‌داری بر عملکرد کمی و خصوصیات کیفی گندم نداشت، ولی اعمال خاک‌ورزی کاهش یافته موجب تغییرات زیستی در عمق مشخصی از خاک گردید.

کشاورزی حفاظتی دانش و ابزار لازم را برای کشاورزان فراهم می‌نماید تا علاوه بر دسترسی به سود قابل قبول از طریق تولید محصول بیشتر و پایدار بتوانند از محیط زیست و منابع تولید نیز محافظت نمایند. نتایج حاصل از تحقیق علیجانی و همکاران (Alijani et al., 2011) 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 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 تأییدی 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.

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

سه سطح به‌عنوان عامل فرعی (۱- بدون بقایا، ۲- حفظ ۳۰ درصد بقایا و ۳- حفظ ۶۰ درصد بقایا) بود.

در زمان عملیات خاک‌ورزی رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی بود و از تراکتور رومانی برای انجام عملیات خاک‌ورزی استفاده شد. در تیمار خاک‌ورزی متداول عمق شخم با گاواهن برگرداندار حدود ۳۰ سانتی متر بود و دیسک سبک به عمق ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر استفاده شد. برای محاسبه درصد پوشش گیاهی از روش برش و وزن استفاده شد، به‌این ترتیب که بقایای گیاهی از یک سطح معین چیده شده و پس از شستشو و خشک شدن وزن شدند و وزن بقایا در واحد سطح تعیین و درصد پوشش در واحد سطح معین شد. شستشو با آب به‌علت جدا کردن خاک و مواد خارجی از نمونه بقایا انجام می‌شود.

در مورد میزان بقایا بر اساس تیمارهای تعریف شده، بقایای گیاه زراعی قبلی روی سطح خاک حفظ شد. برای این منظور از طریق نمونه‌برداری (۵ کوادرات یک متر مربعی) از هر یک از کرت‌های اصلی مقدار بقایا در هر کرت اصلی تعیین و سپس برای تیمارهای مورد مطالعه بقایای اضافی از کرت‌ها حذف شد. برای کشت مستقیم گندم از خطی‌کار کشت مستقیم (مدل برزگر همدانی) و رقم رایج و تجارتي گندم پارسى استفاده شد. در هر کرت فرعی تعداد ۵۰ ردیف گندم به فاصله ۲۰ سانتی‌متر و به طول ۵۰ متر کشت شد. بنابراین، مساحت هر کرت فرعی معادل ۵۰۰ متر مربع (۱۰×۵۰)، مساحت هر کرت اصلی ۴۵۰۰ متر مربع ((۱۰×۵۰)×۹) و مساحت کل آزمایش بدون در نظر گرفتن حاشیه‌ها $۱۳۵۰۰ = ۳ \times ۴۵۰۰$ مترمربع بود.

کشت مستقیم (بی‌خاک‌ورزی) گندم در زمینی که قبل از کاشت هیچ‌گونه عملیات خاک‌ورزی صورت نگرفته بود، با خطی‌کار انجام شد. در روش کم‌خاک‌ورزی از دیسک استفاده شد و سپس برای کشت گندم از خطی‌کار (مدل همدانی) استفاده شد. در روش متداول، خاک‌ورزی توسط گاواهن برگردان‌دار، دیسک و تسطیح انجام و سپس گندم توسط خطی‌کار (مدل همدانی) کشت شد. میزان کود مصرفی بر اساس فرمول کودی ایستگاه و بر اساس نتایج تجزیه خاک (جدول ۱) به میزان ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره، ۷۵ کیلوگرم فسفر خالص از منبع فسفات آمونیم و ۵۰ کیلوگرم پتاسیم خالص از منبع سولفات پتاسیم اعمال شد، به‌این صورت که ۳۰ درصد کود نیتروژن و تمامی کود فسفر و پتاسیم

اثر خاک‌ورزی و بقایای گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم خاک‌ورزی و نگهداری بقایا در مزرعه را تحمل کرد، در بلند مدت عملکرد مطلوبی به دست خواهد آمد (Alijani *et al.*, 2011). آزمایش صفری و همکاران (Safari *et al.*, 2013) نشان داد، اثر بقایا در سطح ۵ درصد و اثر روش‌های مختلف کاشت در سطح ۱ درصد بر عملکرد نه‌انگه‌دار معنی‌دار شد، درحالی‌که اثر خاک‌ورزی بر عملکرد تأثیر معنی‌دار نداشته و معمولاً اثر خاک‌ورزی بر رشد محصول از طریق تغییر در خصوصیات خاک حاصل می‌شود که این تغییر روند به آرامی صورت می‌پذیرد. روش‌های کشاورزی حفاظتی موجب بهبود فرآیندهای بیولوژیکی طبیعی بخش زیر و روی خاک می‌شود که از طریق کاهش دخالت و دستکاری خاک و تغییر خاک‌ورزی متداول به خاک‌ورزی حداقل میسر می‌شود (Verhulst *et al.*, 2010). در نواحی نیمه‌خشک ایران از آن‌جا که سیستم‌های بدون خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی در مقایسه با سیستم خاک‌ورزی مرسوم می‌توانند اثر بهتری بر بهبود خصوصیات فیزیکی خاک داشته باشند، لازم است به‌عنوان سیستم‌های مؤثر و مفید در کشت گندم مورد استفاده قرار گیرند (Barzegar *et al.*, 2004). به‌طور کلی، اجرای سیستم‌های کشاورزی حفاظتی علاوه بر دسترسی به سود قابل قبول از طریق تولید محصول بیشتر با خصوصیات کیفی مطلوب و پایدار می‌تواند از محیط زیست و منابع تولید نیز محافظت کنند. این تحقیق با هدف مطالعه تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و میزان بقایای گیاهی بر خصوصیات کمی و کیفی گندم انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی گناباد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در زمینی که در سال گذشته به کشت گندم اختصاص داشت، اجرا شد. سیستم تناوبی که مشابه تناوب زراعی رایج منطقه است و در این آزمایش به‌عنوان متن تناوب زراعی مورد استفاده قرار گرفت، به‌صورت تناوب گندم-جو-گندم بود. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل روش‌های مختلف خاک‌ورزی به‌عنوان عامل اصلی آزمایش در سه سطح (۱- خاک‌ورزی متداول: شخم + دیسک + تسطیح + ایجاد فارو + کاشت با خطی‌کار، ۲- کم‌خاک‌ورزی: دیسک + ایجاد فارو + کاشت با خطی‌کار و ۳- بی‌خاک‌ورزی: کاشت با بذرکار کشت مستقیم) و میزان بقایای گیاهی در

عملیات مصرف کود پایه در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی همزمان با بذرداری انجام شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است.

همزمان با کاشت و مابقی کود نیتروژن به صورت سرک در دو مرحله پنجه‌زنی و مرحله ظهور برگ پرچم مصرف شد. میزان کود مصرفی برای کلیه تیمارهای خاک‌ورزی و بقایای گیاهی یکسان بود. از آنجایی که خطی کار همدانی علاوه بر نازل‌های بذردار مجهز به کودکار نیز می‌باشد،

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1. Physical and chemical properties of the soil

اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ds/m	ماده آلی Organic matter (%)	شن Sand (%)	سیلیت Silt (%)	رس Clay (%)	نیتروژن N (%)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)
7.8	3.4	0.31	57	23	20	0.055	5.5	122

$$MGB_{ba} = \frac{GB_a - GB_b}{C_b - C_a} \quad (1)$$

در این رابطه، a و b تیمارهایی هستند که باید با هم مقایسه شوند، GB منافع ناخالص تیمار است که از حاصل ضرب تولید در هکتار و قیمت محصول محاسبه می‌شود، C_a و C_b هزینه تیمارهای a و b و MGB_{ba} منافع ناخالص نهایی تیمار b نسبت به a و بیانگر افزایش درآمد کل به ازای یک واحد افزایش در هزینه است. بنابراین، اگر میزان منفعت نهایی کمتر از یک شود، تیمار b رد می‌شود. پس از حذف تیمارهای مردود شده از جدول، انجام مقایسات و محاسبات مجدداً با تیمارهای باقی‌مانده انجام می‌شود. این کار تا بزرگ‌تر از یک شدن منافع خالص کلیه تیمارهای باقی‌مانده ادامه می‌یابد تا با استفاده از معیار نرخ بازده، انتخاب نهایی صورت گیرد.

بدهی است با توجه به اینکه در ارزیابی‌های اقتصادی افزایش درآمد در ازای هزینه‌های انجام شده مد نظر است، از این رو هزینه‌هایی که در تیمارها مشترک است، حذف می‌شوند. جهت محاسبه نرخ بازده نهایی ابتدا منافع خالص نهایی طبق رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$MNB_{ba} = NB_b - NB_a \quad (2)$$

در این رابطه، MNB_{ba} بیانگر منافع خالص نهایی تیمار b نسبت به a بوده و نشان‌دهنده افزایش منافع خالص ناشی از اجرای تیمار B به جای تیمار A است. نرخ بازده نهایی (MRR_b) یک تیمار که بیانگر درصد منافع خالص یک تیمار در قبال مازاد هزینه اجرای آن نسبت به تیمار a است (بازده خالص سرمایه‌گذاری)، نیز از رابطه (۳) محاسبه شد:

میزان بذر لازم بر اساس وزن هزار دانه گندم با تراکم بذر ۴۵۰ دانه در مترمربع برای روش‌های مختلف کشت بود. بذر گندم قبل از کاشت با قارچ‌کش کاربوکسین-تیرام ضدعفونی و در عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متر خاک کشت شد. عملیات مصرف کود پایه همزمان با بذرداری انجام شد. طی دوره رشد و نمو گندم ویژگی‌های فنولوژیک از جمله تاریخ سبز شدن، پنجه‌زنی، گرده افشانی، ظهور سنبله و رسیدگی فیزیولوژیک و ویژگی‌های مورفولوژیک (تعداد بوته‌های استقرار یافته، ارتفاع بوته، طول سنبله، مقاومت به بیماری‌ها، میزان خوابیدگی بوته‌ها و طول دوره پر شدن دانه‌ها) یادداشت برداری شد و اجزای عملکرد دانه (تعداد سنبله در متر مربع با استفاده از کوادرات یک متر مربعی، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله) با استفاده از ۲۰ سنبله تصادفی ابتدا با شمارش تعداد دانه‌ها و سپس وزن آن‌ها با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد. پس از برداشت نمونه‌ها از سطح ۱۲ متر مربع، ابتدا عملکرد زیست‌توده اندازه‌گیری و پس از خرم‌نکوبی، عملکرد دانه هر کرت مشخص و ثبت شد.

به‌منظور انجام بررسی اقتصادی نتایج آزمایش از روش بودجه‌بندی جزئی و تحلیل نهایی استفاده شد (CIMMYT, 1988). در این بررسی ابتدا هزینه‌ها و درآمدهای تیمارهای مختلف محاسبه شد. سپس منافع خالص، از تفاضل کل ارزش عملکرد و هزینه‌هایی که تیمارها در آن با هم اختلاف دارند، به‌دست آمد. در مرحله سوم کل تیمارها بر اساس هزینه‌ها از کم به زیاد مرتب و سپس رابطه (۱) برای همه تیمارها محاسبه شد:

$$MRR_b = \frac{MNB_b}{C_b - C_a} \times 100 \quad (3)$$

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۰۷ شرکت مایکروسافت و برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار MSTAT-C استفاده شد و با انجام مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن، تحلیل‌های آماری روی عملکرد و صفات مرتبط با آن به عمل آمد.

نتایج و بحث

وزن خشک اندام‌های هوایی

نتایج وزن خشک اندام‌های هوایی نشان داد که در مرحله خمیری دانه برهمکنش خاک‌ورزی × بقایا و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک اثر بقایا در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در مراحل نمو سنبله‌چہ انتهایی تا مرحله خمیری شدن دانه‌ها اختلافات آماری معنی‌داری بین تیمارهای خاک‌ورزی وجود نداشت. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، بیشترین وزن خشک از تیمار خاک‌ورزی رایج به‌دست آمد (شکل ۱). همچنین،

بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در سطوح ۶۰ و ۳۰ درصد بقایا به‌ترتیب با ۱۱۷۰ و ۱۱۵۹ گرم بر مترمربع و کمترین آن از تیمار صفر درصد بقایا با ۹۷۴/۲ گرم بر مترمربع به‌دست آمد (شکل ۲). در مراحل ابتدایی نمو، تیمار میزان بقایا در سطوح ۶۰ و ۳۰ درصد با اندکی اختلاف کمتر از سطح صفر درصد میزان بقایا بود و از اواخر مرحله خمیری تا رسیدگی فیزیولوژیک با شیب تندی افزایش یافت. به نظر می‌رسد که وجود بقایا در سطح خاک به‌عنوان مالچ عمل کرده و بخشی از رطوبت خاک را حفظ می‌کند که در مراحل رشدی حساس (دوره پرشدن دانه) جهت اعمال متابولیسمی و فتوسنتز مورد استفاده قرار گرفته است. کاوالاریس و جمتوس (Cavalariis and Gemtos, 2002) نیز وجود بقایا در سطح خاک را مانعی برای رسیدن اشعه خورشید به خاک دانستند که تبخیر آب از سطح خاک را کاهش می‌دهد و در نتیجه سبب افزایش رطوبت ذخیره شده خاک می‌شود که بر بهبود عملکرد تاثیر مثبت دارد.

جدول ۲- تجزیه واریانس وزن خشک اندام هوایی در تیمارهای مورد مطالعه

Table 2. Analysis of variance for shoot dry weight in the studied traits

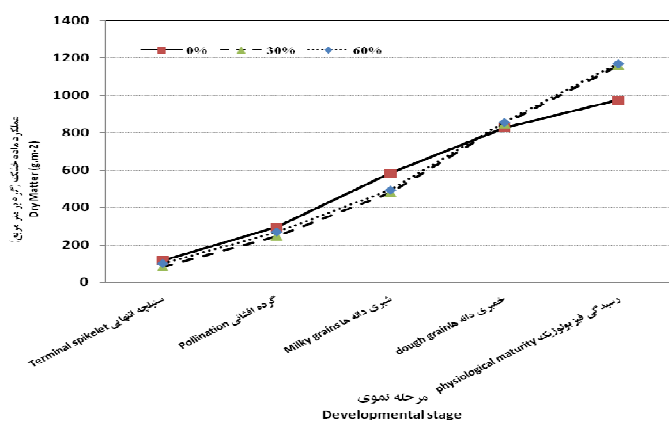
منابع تغییرات Source of variation	df	Mean square ^{††} میانگین مربعات ^{††}				
		DM1	DM2	DM3	DM4	DM5
تکرار Replication	2	1536.704	12658.926	48590.778	219343.000	161085.815
خاک‌ورزی Tillage (A)	2	601.148 ^{ns}	3805.148 ^{ns}	12802.333 ^{ns}	11116.778 ^{ns}	47664.037 ^{ns}
خطای کرت‌های اصلی Error (A)	4	2657.204	7050.259	23738.944	5060.944	77010.926
بقایا Residue (B)	2	2443.25 ^{ns}	3202.25 ^{ns}	27919.444 ^{ns}	35690.77 ^{ns}	108508.926*
خاک‌ورزی × بقایا A×B	4	2102.093 ^{ns}	4729.593 ^{ns}	15662.944 ^{ns}	65410.222*	51315.870 ^{ns}
خطای کرت‌های فرعی Error (B)	12	1073.426	2637.537	13769.500	25794.352	34552.722
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		33.23	18.78	22.63	18.62	16.89

^{ns}، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

^{††} DM1 تا DM5 به‌ترتیب عبارت‌اند از: وزن خشک اندام‌های هوایی در مرحله نمو سنبله‌چہ انتهایی، مرحله گرده‌افشانی، مرحله شیری دانه‌ها، مرحله خمیری دانه‌ها و مرحله رسیدگی فیزیولوژیک.

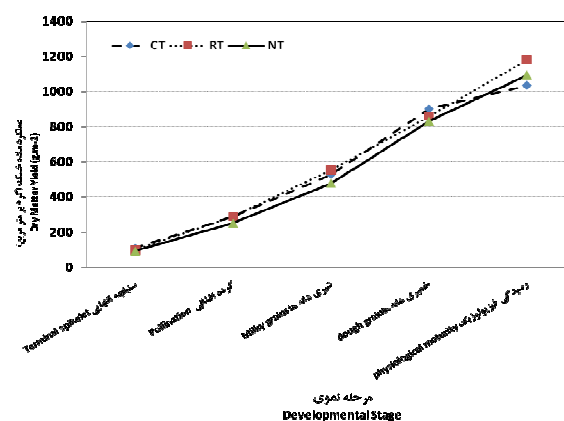
^{ns}، * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

^{††} DM1-DM5 means: Shoot dry weight at developmental stage of terminal spikelet, anthesis stage, milky grain stage, dough stage and physiological maturity.



شکل ۲- اثر مقادیر مختلف بقایا بر تولید و تجمع ماده خشک گندم.

Figure 2. Effect of different rate of residue on production and accumulation of wheat dry matter.



شکل ۱- اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر تولید و تجمع ماده خشک گندم.

Figure 1. Effect of tillage methods on production and accumulation of wheat dry matter. CT, conventional tillage; RT, reduced tillage and NT, no-tillage.

افزایش رطوبت ذخیره شده در خاک دانستند که از این طریق می‌تواند بر افزایش قابلیت دسترسی گیاه به رطوبت خاک تاثیر مثبت داشته باشد. صفری و همکاران (Safari *et al.*, 2013) نیز اختلاف معنی‌داری بین بقایای ۹۰ و ۴۵ درصد و سطح بدون بقایا، به‌دست آوردند و نشان دادند که در تمام عمق‌ها بالاترین درصد رطوبت مربوط به تیمار با بقایای ۹۰ درصد بود که مقدار بیشتری از بقایا را نسبت به تیمارهای دیگر بعد از خاک‌ورزی روی سطح خاک باقی می‌گذارد. این بقایا مانند مانعی در سطح خاک عمل کرده و باعث کاهش رواناب و افزایش نفوذ آب در خاک شده و در نتیجه باعث افزایش میانگین رطوبت وزنی خاک می‌شوند. نتایج مشابهی توسط اولگر و همکاران (Ulger *et al.*, 1993) و عباسی و همکاران (Abbasi *et al.*, 2010) نیز به‌دست آمده است. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین میزان شاخص برداشت از تیمار کم‌خاک‌ورزی در سطح صفر درصد بقایا حاصل شد (جدول ۶).

نتایج تجزیه واریانس تعداد سنبله در مترمربع نشان داد که فقط اثر خاک‌ورزی در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین تعداد سنبله در متر مربع از تیمار کم‌خاک‌ورزی و کمترین آن از تیمار خاک‌ورزی متداول به‌دست آمد. اثر توام تیمارهای خاک‌ورزی و میزان بقایا بر تعداد سنبله در مترمربع نشان داد که بیشترین تعداد سنبله در مترمربع از تیمار کم‌خاک‌ورزی متداول با صفر درصد بقایا و کمترین آن از خاک‌ورزی متداول و ۳۰ درصد بقایا به‌دست آمد (جدول ۷).

عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای خاک‌ورزی و میزان بقایا بر عملکرد زیست‌توده و دانه و شاخص برداشت معنی‌دار نشد (جدول ۳). معمولا اثر خاک‌ورزی بر رشد محصول از طریق تغییر در خصوصیات خاک حاصل می‌شود که این تغییر روند آرامی دارد. به همین دلیل اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر عملکرد در سال اول معنی‌دار نبود (Malehi *et al.*, 2006). نتایج تحقیقات رشیدی و همکاران (Rashidi *et al.*, 2011) نیز نشان داد که اعمال سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر عملکرد کمی و خصوصیات کیفی گندم نداشت. در رابطه با عدم تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد گندم، خسروانی و همکاران (Khosravani *et al.*, 2000)، مکمستر و همکاران (McMaster, 2002)، لیتوردیجیز و تساتسارلیس (Lithourgidis and Tsatsarelis, 2002) و دی ویتا و همکاران (Dee Vita *et al.*, 2007) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از تیمار خاک‌ورزی متداول به‌دست آمد (جدول ۴). با افزایش بقایا از صفر به ۶۰ درصد عملکرد زیست‌توده و دانه به‌طور نسبی افزایش یافت و بیشترین مقادیر آنها از تیمار ۶۰ درصد بقایا حاصل شد (جدول ۵). کاوالاریس و جمتوس (Cavalariis and Gemtos, 2002) نیز وجود بقایا در سطح خاک را مانعی برای رسیدن اشعه خورشید به خاک و در نتیجه کاهش تبخیر آب از سطح خاک و

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد و خصوصیات زراعی گندم تحت تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و میزان بقایای گیاهی

Table 3. Analysis of variance for yield and agronomic traits of wheat under different tillage and plant residues

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	Mean square				میانگین مربعات			
		عملکرد زیست توده Biological yield	ارتفاع بوته Plant height	تعداد سنبله در مترمربع No. of spikes/m ²	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	تعداد دانه در سنبله No. of grain/spike	وزن دانه در سنبله Grain weight/spike	وزن هزار دانه Thousand grain weight
تکرار Replication	2	93207.11	2.33	4928.70	8209.92	14.04	10.348	0.19	41.32
خاک‌ورزی Tillage (A)	2	26775.11 ^{ns}	430.33 ^{ns}	40403.37 [*]	5434.48 ^{ns}	77.48 ^{ns}	48.01 ^{ns}	0.08 ^{ns}	2.19 ^{ns}
خطای کرت‌های اصلی Error (A)	4	18579.55	209.33	6330.59	4934.59	38.48	30.33	0.07	10.39
بقایا Residue (B)	2	46241.77 ^{ns}	271.44 ^{ns}	4295.81 ^{ns}	3889.81 ^{ns}	25.92 ^{ns}	2.96 ^{ns}	0.04 ^{ns}	10.71 ^{ns}
خاک‌ورزی × بقایا A×B	4	48648.89 ^{ns}	143.61 ^{ns}	2048.70 ^{ns}	2650.65 ^{ns}	13.20 ^{ns}	9.29 ^{ns}	0.03 ^{ns}	8.59 ^{ns}
خطای کرت‌های فرعی Error (B)	12	26411.85	104.55	3042.57	3626.53	16.00	10.39	0.02	4.86
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		12.37	3.42	11.64	12.07	10.44	7.75	10.53	5.77

^{ns}, ^{*} و ^{**}: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.
^{ns}, ^{*} and ^{**}: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین تیمارهای خاک‌ورزی از نظر عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت
 Table 4. Mean comparison of tillage treatments for biological yield, grain yield and harvest index

خاک‌ورزی Tillage	عملکرد زیست‌توده Biological yield (t.ha ⁻¹)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت Harvest index (%)
خاک‌ورزی متداول Conventional Tillage	13.360 ^a	5223 ^a	38.9 ^a
کم‌خاک‌ورزی Reduced Tillage	12.510 ^a	5011 ^a	40.9 ^a
بی‌خاک‌ورزی No Tillage	13.530 ^a	4733 ^a	35.1 ^a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن ندارند.
 Means followed by similar letters in each column have not significant differences by Duncan's test.

جدول ۵- مقایسه میانگین تیمارهای میزان بقایا بر عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت
 Table 5. Mean comparison of residue treatments for biological yield, grain yield and harvest index

میزان بقایا Amount of residue	عملکرد زیست توده Biological yield (t.ha ⁻¹)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت Harvest index (%)
بدون بقایا (صفر) Without residue (0%)	12.30 ^a	4830 ^a	39.8 ^a
حفظ ۳۰ درصد بقایا 30% retention of residue	13.46 ^a	4913 ^a	36.4 ^a
حفظ ۶۰ درصد بقایا 60% retention of residue	13.63 ^a	5224 ^a	38.7 ^a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن ندارند.
 Means followed by similar letters in each column have not significant differences by Duncan's test.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی × میزان بقایا بر عملکرد زیست توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت

Table 6. Mean comparison of tillage × residue interaction effect for biological yield, grain yield and harvest index

Tillage × residue interaction*	عملکرد زیست توده Biological yield (t.ha ⁻¹)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت Harvest index (%)
CT-R ₁	13.96 ^{ab}	5310 ^{ab}	38.0 ^{ab}
CT-R ₂	12.59 ^{ab}	4777 ^{ab}	37.7 ^{ab}
CT-R ₃	13.53 ^{ab}	5583 ^a	41.0 ^{ab}
RT-R ₁	11.45 ^b	4823 ^{ab}	43.7 ^a
RT-R ₂	13.60 ^{ab}	5113 ^{ab}	37.7 ^{ab}
RT-R ₃	12.48 ^{ab}	5097 ^{ab}	41.3 ^{ab}
NT-R ₁	11.52 ^b	4357 ^b	37.7 ^{ab}
NT-R ₂	14.20 ^{ab}	4850 ^{ab}	34.0 ^b
NT-R ₃	14.87 ^a	4993 ^{ab}	33.7 ^b

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن ندارند.

* CT خاک‌ورزی متداول، RT کم‌خاک‌ورزی، NT بی‌خاک‌ورزی، R₁ بدون بقایا، R₂ حفظ ۳۰ درصد بقایا، R₃ حفظ ۶۰ درصد بقایا.

Means followed by similar letters in each column have not significant differences by Duncan's test.

* CT, conventional tillage; RT, reduced tillage; NT, no-tillage; R₁, without residue; R₂, 30% retention of residue; R₃, 60% retention of residue.

امر نشان‌دهنده تأثیر تغییر در عملیات کم‌خاک‌ورزی و میزان بقایا و ارزیابی تغییر سیستم‌های زراعی است.

نتایج تجزیه و تحلیل اقتصادی

به‌منظور ارزیابی اقتصادی تیمارهای مورد مطالعه، کلیه هزینه‌ها و درآمدهای غیر مشترک محاسبه شدند. بدیهی است از آنجا که هزینه‌ها و درآمدهای مشترک یکسان مانند میزان بذر، کود، سم و آب تأثیری در نتیجه ندارند، از این‌رو محاسبه نشدند. همان‌طور که اشاره شد، از روش محاسبه بودجه‌بندی جزیی و تحلیل مارچینالی استفاده شد. مبنای محاسباتی بر اساس قیمت‌های سال ۱۳۹۲ در جدول ۸ ارایه شده است. این جدول بیانگر ویژگی تیمارهای مورد مطالعه و فهرست هزینه و درآمدهای غیر مشترک است. در جدول ۹ نیز تیمارها بر اساس افزایش هزینه مرتب شده‌اند. این جدول به منظور حذف تیمارهایی است که به‌صورت نسبی غیراقتصادی هستند. بر این اساس، تیمارهایی که درآمد نهایی کمتر از یک دارند در واقع تیمارهایی هستند که نسبت به تیمار قبل از خود هزینه بیشتر و درآمد کمتر داشته‌اند و از این‌رو به‌صورت نسبی غیراقتصادی بودند و از فهرست مقایسه‌ها حذف شدند. نتیجه نهایی تیمارهای باقی‌مانده در جدول ۹ ارایه شده است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه وجود نداشت (جدول ۳). با این وجود بیشترین تعداد دانه در سنبله از تیمار بدون بقایا و خاک‌ورزی متداول و کمترین آن از تیمار کم‌خاک‌ورزی با ۶۰ درصد بقایا و بیشترین میزان وزن دانه در سنبله از تیمار کم‌خاک‌ورزی رایج با ۶۰ درصد بقایا و کمترین آن از تیمار بی‌خاک‌ورزی با حفظ ۳۰ درصد بقایای گیاهی حاصل شد (جدول ۷). اولگر و همکاران (Ulger et al., 1993) نیز نشان دادند که وزن هزار دانه گندم در تیمار خاک‌ورزی رایج به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای حداقل و بی‌خاک‌ورزی بود که نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نیز با آن مطابقت داشت. نتایج این پژوهش نشان داد که تیمارهای خاک‌ورزی و میزان بقایا اختلاف معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشت (جدول ۳). برهمکنش خاک‌ورزی و میزان بقایا بر ارتفاع بوته نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته از تیمار کم‌خاک‌ورزی و بقایای ۳۰ درصد و کمترین ارتفاع بوته از تیمار کم‌خاک‌ورزی متداول و بقایای صفر درصد حاصل شد (جدول ۷). این

جدول ۷- مقایسه میانگین آثار اصلی خاک‌ورزی و میزان بقایا و برهمکنش آن‌ها بر صفات زراعی و اجزای عملکرد دانه

Table 7. Mean comparison of the main effects of tillage and residue and its interaction effect on agronomic traits and grain yield components

خاک‌ورزی Tillage	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد سنبله در متر مربع No. of spike.m ⁻²	تعداد دانه در سنبله No. of grain.m ⁻²	وزن دانه در سنبله Grain weight.spike ⁻¹ (g)	وزن هزار دانه 1000-grain weight (g)
خاک‌ورزی متداول Conventional tillage (CT)	74.5 ^a	406.8 ^b	42.9 ^a	1.647 ^a	38.8 ^a
کم‌خاک‌ورزی Reduced tillage (RT)	73.2 ^a	540.8 ^a	38.9 ^a	1.477 ^a	37.9 ^a
بی‌خاک‌ورزی No-tillage (NT)	76.6 ^a	474.7 ^{ab}	43.1 ^a	1.634 ^a	38.1 ^a
بقایای گیاهی Plant residue					
بدون بقایا (صفر) Without residue (0%) (R ₁)	73.225 ^a	493.3 ^a	41.9 ^a	1.529 ^a	37.1 ^a
حفظ ۳۰ درصد بقایا 30% retention of residue (R ₂)	75.675 ^a	450.3 ^a	40.9 ^a	1.575 ^a	38.3 ^a
حفظ ۶۰ درصد بقایا 60% retention of residue (R ₃)	75.525 ^a	478.6 ^a	42.1 ^a	1.654 ^a	39.3 ^a
برهمکنش خاک‌ورزی × بقایا Tillage × residue					
CT-R ₁	71.2 ^c	451.3 ^{abc}	44.2 ^a	1.603 ^{ab}	37.9 ^{ab}
CT-R ₂	76.3 ^{ab}	351.7 ^c	40.7 ^a	1.576 ^{ab}	38.6 ^{ab}
CT-R ₃	76.0 ^{abc}	417.3 ^{bc}	43.9 ^a	1.763 ^a	40 ^a
RT-R ₁	73.0 ^{bc}	556.3 ^a	38.4 ^a	1.328 ^b	34.8 ^b
RT-R ₂	72.3 ^{bc}	528.0 ^a	40.5 ^a	1.588 ^{ab}	39.1 ^{ab}
RT-R ₃	74.3 ^{abc}	538.0 ^a	38.0 ^a	1.514 ^{ab}	39.9 ^a
NT-R ₁	75.3 ^{abc}	472.3 ^{ab}	43.1 ^a	1.656 ^{ab}	38.8 ^{ab}
NT-R ₂	78.4 ^a	471.3 ^{ab}	41.7 ^a	1.561 ^{ab}	37.3 ^{ab}
NT-R ₃	76.3 ^{ab}	480.3 ^{ab}	44.3 ^a	1.684 ^a	38.1 ^{ab}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن ندارند.

* CT خاک‌ورزی متداول، RT کم‌خاک‌ورزی، NT بی‌خاک‌ورزی، R₁ بدون بقایا، R₂ حفظ ۳۰ درصد بقایا، R₃ حفظ ۶۰ درصد بقایا.

Means followed by similar letters in each column have not significant differences by Duncan's test.

* CT, conventional tillage; RT, reduced tillage; NT, no-tillage; R₁, without residue; R₂, 30% retention of residue; R₃, 60% retention of residue.

جدول ۸- مبنای محاسباتی ارزیابی اقتصادی بر اساس قیمت سال ۱۳۹۲ (۱۰ ریال)

Table 8. Foundations of computing economic evaluation based on the price of 2013 (10 Rials)

نهاده Input	هزینه در هکتار Cost per hectare	ستاده Income	قیمت هر کیلوگرم* Price of one kg*
Disc دیسک	26000	دانه گندم (Wheat)	760
Tillage شخم	65000	کاه (Straw)	210
Leveling تسطیح	25000		
Furrowing فارو	14000		
Cereal planter بذرکار غلات	40000		
No-tillage planter بذرکار مستقیم	72000		
جمع‌آوری و حمل کاه (هر کیلو) Collection and transportation of straw	30		
حمل محصول اصلی (هر کیلو) Transportation of main product	30		

* Based on July 2013 in the open market.

* بر اساس تیرماه ۱۳۹۲ بازار آزاد.

در اینجا ارایه نشده‌اند، از درآمد خالص بالاتر و نرخ بازده بیشتری برخوردار بودند (جدول ۱۰). در همین رابطه، پای‌منتل و همکاران (Pimentel et al., 1995) نیز با مطالعه روش‌های مختلف کشاورزی حفاظتی (کم‌خاک-ورزی و بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی متداول با حفظ بقایا) گزارش کردند که تیمارهای کشاورزی حفاظتی، علاوه بر کاهش معنی‌دار فرسایش خاک، در مقایسه با سیستم متداول کشاورزی از مزیت نسبی بالاتر و درآمد بیشتری برخوردار بودند.

در جدول ۱۱ نرخ بازده هزینه‌های انجام شده در تیمارهای اقتصادی باقی‌مانده، محاسبه شد تا تیمار برتر انتخاب شود. بر این اساس، فقط از نقطه نظر اقتصادی برترین تیمار اقتصادی تیمار خاک‌ورزی رایج با حذف بقایا (CTR_1) بود. تیمار کم‌خاک‌ورزی با حفظ ۳۰ درصد بقایا (RTR_2) نیز در رتبه دوم و تیمارهای بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی با حفظ ۶۰ درصد بقایا (به ترتیب NTR_3 و RTR_3) در رتبه‌های سوم و چهارم قرار گرفتند و در مقایسه با دیگر تیمارهای خاک‌ورزی و بقایای گیاهی که

جدول ۹- ویژگی تیمارهای مورد مطالعه و فهرست هزینه و درآمدهای غیر مشترک

Table 9. Details of common expenses and other revenues in the studied treatments

تیمار* Treatment*	عملکرد زیست‌توده Biological yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد کاه Straw (kg.ha ⁻¹)	تعداد عملیات کاشت No. of planting operation							هزینه‌ها (هزار ریال) Costs (1000 Rials)			درآمد (هزار ریال) Revenue (1000 Rials)
				دیسک Disc	شخم Tillage	تسطیح Leveling	فارو Furrow	بذرکار Planter	بذرکار مستقیم No-tillage planter	کاشت Planting	حمل دانه Grain transportation	جمع‌آوری و حمل کاه Collection and transportation of straw	جمع Total	
CTR1	13960	5310	8650	1	1	1	1	1	0	1700	1593	2595	5888	58521
CTR2	12590	4777	5469	1	1	1	1	1	0	1700	1433	1640	4773	47790
CTR3	13530	5583	3179	1	1	1	1	1	0	1700	1674	953	4328	49106
RTR1	11450	4823	6627	1	0	0	1	1	0	800	1446	1988	4235	50571
RTR2	13600	5113	5941	1	0	0	1	1	0	800	1533	1782	4116	51334
RTR3	12480	5097	2953	1	0	0	1	1	0	800	1529	885	3215	44938
NTR1	11520	4357	7163	0	0	0	0	0	1	720	1307	2148	4176	48155
NTR2	14200	4850	6545	0	0	0	0	0	1	720	1455	1963	4138	50604
NTR3	14870	4993	3951	0	0	0	0	0	1	720	1497	1185	3403	46243

* تیمارها عبارت‌اند از: CTR1 خاک‌ورزی متداول بدون وجود بقایای گیاهی در سطح خاک، CTR2 خاک‌ورزی متداول در سطح ۳۰ درصد بقایا، CTR3 خاک‌ورزی متداول در سطح ۶۰ درصد بقایا، RTR1 کم‌خاک‌ورزی در سطح بدون بقایا، RTR2 کم‌خاک‌ورزی در سطح ۳۰ درصد بقایا، RTR3 کم‌خاک‌ورزی در سطح ۶۰ درصد بقایا، NTR1 بی‌خاک‌ورزی در سطح بدون بقایا، NTR2 بی‌خاک‌ورزی در سطح ۳۰ درصد بقایا، NTR3 بی‌خاک‌ورزی در سطح ۶۰ درصد بقایا.

* The treatments are: CTR1, conventional tillage without residue; CTR2, conventional tillage with 30% residue; CTR3, conventional tillage with 60% residue; RTR1, reduced tillage without residue; RTR2, reduced tillage with 30% residue; RTR3, reduced tillage with 60% residue; NTR1, no-tillage without residue; NTR2, no-tillage with 30% residue; NTR3, no-tillage with 60% residue.

جدول ۱۰- درآمد نهایی تیمارهای مورد مطالعه

Table 10. Final revenue of the studied treatments

تیمار* Treatment*	عملکرد زیست توده Biological yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)	درآمد Revenue (10 Rials)	جمع هزینه‌ها Total costs (10 Rials)	درآمد نهایی Final revenue (10 Rials)
RTR3	12480	5097	4493892	321506	
NTR3	14870	4993	4624348	340314	6.9
RTR2	13600	5113	5133469	411617	7.1
NTR2	14200	4850	5060450	413850	-32.7
NTR1	11520	4357	4815550	417600	-65.3
RTR1	11450	4823	5057150	423500	40.9
CTR3	13530	5583	4910628	432854	-15.7
CTR2	12590	4777	4779031	477383	-3
CTR1	13960	5310	5852100	588800	9.6

* تیمارها عبارت‌اند از: CTR1 خاک‌ورزی متداول بدون وجود بقایای گیاهی در سطح خاک، CTR2 خاک‌ورزی متداول در سطح ۳۰ درصد بقایا، CTR3 خاک‌ورزی متداول در سطح ۶۰ درصد بقایا، RTR1 کم‌خاک‌ورزی در سطح بدون بقایا، RTR2 کم‌خاک‌ورزی در سطح ۳۰ درصد بقایا، RTR3 کم‌خاک‌ورزی در سطح ۶۰ درصد بقایا، NTR1 بی‌خاک‌ورزی در سطح بدون بقایا، NTR2 بی‌خاک‌ورزی در سطح ۳۰ درصد بقایا، NTR3 بی‌خاک‌ورزی در سطح ۶۰ درصد بقایا.

* The treatments are: CTR1, conventional tillage without residue; CTR2, conventional tillage with 30% residue; CTR3, conventional tillage with 60% residue; RTR1, reduced tillage without residue; RTR2, reduced tillage with 30% residue; RTR3, reduced tillage with 60% residue; NTR1, no-tillage without residue; NTR2, no-tillage with 30% residue; NTR3, no-tillage with 60% residue.

جدول ۱۱- نرخ بازده نسبی تیمارهای مورد مطالعه (۱۰ ریال)

Table 11. Relative efficiency of the studied treatments (10 Rials)

تیمار* Treatment*	عملکرد زیست توده Biological yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)	درآمد Revenue	جمع هزینه‌ها Total costs	درآمد نهایی Final revenue	درآمد خالص Net revenue	نرخ بازده Efficiency rate
RTR3	12480	5097	4493892	321506	-	4172386	-
NTR3	14870	4993	4624348	340314	6.9	4284034	593
RTR2	13600	5113	5133469	411617	7.1	4721852	614
CTR1	13960	5310	5852100	588800	4.1	5263300	305

* تیمارها عبارت‌اند از: CTR1 خاک‌ورزی متداول بدون وجود بقایای گیاهی در سطح خاک، RTR2 کم‌خاک‌ورزی در سطح ۳۰ درصد بقایا، RTR3 کم‌خاک‌ورزی در سطح ۶۰ درصد بقایا، NTR3 بی‌خاک‌ورزی در سطح ۶۰ درصد بقایا.

* The treatments are: CTR1, conventional tillage without residue; RTR2, reduced tillage with 30% residue; RTR3, reduced tillage with 60% residue; NTR3, no-tillage with 60% residue.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که تیمارهای خاک‌ورزی و میزان بقایا اثر آماری معنی‌داری بر عملکرد زیست‌توده، دانه و شاخص برداشت نبود، با این حال بیشترین عملکرد زیست‌توده از تیمار بی‌خاک‌ورزی و کمترین آن از کم‌خاک‌ورزی به‌دست آمد. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که با افزایش میزان بقایا از صفر به ۶۰ درصد عملکرد زیست‌توده و دانه به‌طور نسبی افزایش یافتند و بیشترین مقادیر آن‌ها از تیمار حفظ ۶۰ درصد بقایا حاصل شد. بیشترین عملکرد زیست‌توده از تیمار بی‌خاک‌ورزی با حفظ ۶۰ درصد بقایا و کمترین آن از بی‌خاک‌ورزی در سطح صفر درصد بقایا حاصل شد. از طرف دیگر، بیشترین عملکرد دانه از تیمار خاک‌ورزی

متداول در سطح ۶۰ درصد بقایا و کمترین آن از تیمار بی‌خاک‌ورزی در سطح صفر درصد بقایا به‌دست آمد. بیشترین شاخص برداشت نیز از تیمار کم‌خاک‌ورزی در سطح صفر درصد بقایا با ۴۳/۷ درصد حاصل شد. از نقطه نظر اقتصادی، برترین تیمار اقتصادی تیمار خاک‌ورزی رایج با حذف بقایا بود و رتبه اول را در بین همه تیمارها به خود اختصاص داد. پس از آن، تیمار کم‌خاک‌ورزی با حفظ ۳۰ درصد بقایا در رتبه دوم و سپس بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی با حفظ ۶۰ درصد بقایا نیز در رتبه‌های سوم و چهارم قرار گرفتند و در مقایسه با دیگر تیمارهای خاک‌ورزی و بقایای گیاهی از درآمد خالص بالاتر و نرخ بازده بیشتری برخوردار بودند.

References

- Abbasi, M. F., Asoodar, A. and Sadatfar, M. 2010.** Effect of stem crusher and types of tillage on soil physical properties after harvest. **Journal of Agricultural Engineering** 33 (2): 25-38. (In Persian with English Abstract).
- Alijani, K. H., Bahrani, M. J. and Kazemini, S. A. 2011.** Effects of tillage methods and amounts of corn residues on growth, yield and yield components of wheat. **Iranian Journal of Field Crops Research** 9 (3): 486-493. (In Persian with English Abstract).
- Barzegar, A. R., Asoodar, M. A., Eftekhar, A. R. and Herbert, S. J. 2004.** Tillage effects on soil physical properties and performance of irrigated wheat and clover in semi-arid region. **Agronomy Journal** 3 (4): 237-242.
- Cavalari, C. K. and Gemtos, T. A. 2002.** Evaluation of four conservation tillage methods in the sugar beet crop. **Agricultural Engineering International: The CIGR Journal of Scientific Research and Development** 4: 1-24.
- CIMMYT. 1988.** From agronomic data to farmer recommendations: An Economics Training Manual. Completely revised edition. CIMMYT, Mexico, D.F.
- Dee Vita, P., Di Paolo, E., Fecondo, G., Di Di Fonzo, N. and Pisante, M. 2007.** No tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. **Soil and Tillage Research** 92: 69-78.
- Khosravani, A., Zareian, S. and Afzalnia, S. 2000.** Effect of different tillage methods on wheat yield. **Iranian Journal of Agricultural Sciences** 31 (2): 269-277. (In Persian with English Abstract).
- Lithourgidis, A. S. and Tsatsarelis, C. A. 2002.** Cultivation of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) under no tillage technique. Proceeding 9th International Conference of Genetics and Plant Breeding. Genetics and Plant Breeding Society of Greece. pp: 29-31.
- Malehi, S. S., Lemke, R., Wang, Z. H., Baldev, S. and Chhabra, S. 2006.** Tillage, nitrogen and crop residue effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality, and greenhouse gas emissions. **Soil and Tillage Research** 90: 171-183.
- McMaster, G. S., Palic, D. B. and Dunn, G. H. 2002.** Soil management alters seeding emergence and sub sequent autumn growth and yield in dry land winter wheat-fallow systems in the Central Great Plains on a clay loam soil. **Soil and Tillage Research** 65: 193-206.
- Montgomery, D. R. 2007.** Soil erosion and agricultural sustainability. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** 104: 13268-13272.
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., Mcnair, M., Crist, S., Shprez, L., Fitton, L., Saffouri, R. and Blair, R. 1995.** Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. **Science** 267: 1117-1123.

- Rashidi, Z., Zare, M. J., Rejali, F. and Mehrabi, A. A. 1390.** Effect of soil tillage and integrated chemical fertilizer and biofertilizer on quantity and quality yield of bread wheat and soil biological activity under dry land farming. **Electronic Journal of Crop Production** 4 (2): 189-206. (In Persian with English Abstract).
- Reynolds, M. P. and Tuberosa, R. 2008.** Translational research impacting on crop productivity in drought-prone environments. **Current Opinion in Plant Biology** 11: 171-179.
- Rousta, M. J. 2009.** Effect of different tillage methods on soil organic matter content and aggregate stability. **Iranian Journal of Soil Research** 23 (1): 61-67. (In Persian with English Abstract).
- Safari, A., Asoudarghasemi, M., Ghaseminejad, M. and Ebdali Mashadi, A. 2013.** Effects of residue management, different conservation tillage and seeding on soil physical properties and wheat grain yield. **Journal of Sustainable Agriculture and Production Science** 23 (2): 49-59. (In Persian with English Abstract).
- Simmons, B. L. and Coleman, D. C. 2008.** Microbial community response to transition from conventional to conservation tillage in cotton fields. **Applied Soil Ecology** 40:518-528.
- Ulger, P., Arin, S. and Kayioglu, B. 1993.** Effect of different tillage methods on sunflower and some soil properties and energy consumption of these tillage methods. **Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America** 24 (3): 59-62.
- Verhulst, N., Goverts, B., Verachtert, E., Castellanos-Navarrete, A., Mezzalma, M., Wall, P., Deckers, J. and Sayre, K. D. 2010.** Conservation agriculture, improving soil quality for sustainable production systems? In: Lal, R. and Stewart, B. A. (Eds.). *Advances in soil science: Food security and soil quality*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. pp: 137-208.
- Zarea, M. J. 2011.** Conservation tillage and sustainable agriculture in semi-arid dryland farming. In: Lichtfouse, E. (Ed.). *Biodiversity, Biofuels, Agroforestry and Conservation Agriculture*. Springer, The Netherlands. pp: 195-238.



University of Guilan
Faculty of Agricultural
Sciences

Cereal Research
Vol. 6, No. 3, Autumn 2016 (323-337)

Effect of different tillage methods and the rate of crop residues on yield, yield components and economic efficiency of wheat

Hamid Reza Komeili¹, Parviz Rezvani Moghaddam^{2*}, Masoud Ghodsi³, Mehdi Nassiri Mahallati² and Mohammad Reza Jalal Kamali⁴

Received: December 3, 2014

Accepted: October 12, 2015

Abstract

To investigate the effect of different tillage methods and crop residues on yield, yield components and economic efficiency of wheat, an experiment was carried out as split-plot layout based on randomized complete block design with three replications at research station of Gonabad during 2012-13 growing season. Three tillage methods including conventional tillage (CT), reduced tillage (RT) and no tillage (NT) were allocated to main plots and three crop residues containing without residue (R0), 30% (R1) and 60% (R2) of residues retention were assigned in sub plots. Results showed that different tillage methods and rate of residue management had not significant effects on dry matter accumulation in different developmental stages, biological yield, grain yield and harvest index. Tillage methods had only significant effect on number of spike per m². The highest level of biological yield was obtained from RT treatment. With increasing crop residues from zero to 60%, biological and grain yield were increased, so that the highest amount of biological yield was obtained from retention of 60% residues. The highest level of grain yield was related to CT + R2 treatment. However, CT + R1 and RT + R2 treatments were the best treatments in view point of economic and had the highest rate of net income and rate of return.

Keywords: Conservation agriculture, Conventional tillage, Grain yield, Net income returns, No tillage

1. Ph. D. Student, International Campus, Ferdwosi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2. Prof., Faculty of Agriculture, Ferdwosi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3. Research Assist. Prof., Seed and Plant Improvement Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran

4. Research Assist. Prof., CIMMYT Office in Iran, Tehran, Iran

* Corresponding author: rezvani@um.ac.ir