مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۷ ، شماره ۲، سال ۱۳۹۰

اثر نظام‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر عملکرد دانه و اجزای آن در کلزا (*Brassica napus* L.) به عنوان کشت دوم در شالیزار

Effect of Tillage Systems and Rice Residue Management on Grain Yield and Its Components of Rapeseed (*Brassica napus* L.) as Second Crop in Paddy Fields

محمد ربیعی[۱]، محمدرضا علیزاده[۲] و مریم رجبیان[۳]

۱- پژوهشگر، موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت
۲- استادیار، موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت
۳- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۸/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۴/۳۰

چکیده

ربیعی، م.، علیزاده، م. ر.، و رجبیان، م. ۱۳۹۰. اثر نظام‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر عملکرد دانه و اجزای آن در کلزا (*Brassica napus* L.) به عنوان کشت دوم در شالیزار. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۷ (۲):** ۱۶۴ - ۱۴۷.

به منظور بررسی اثر نظام‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر عملکرد دانه و اجزای آن و عملکرد روغن در کلزا (رقم هایولا ۳۰۸) به عنوان کشت دوم در شالیزار، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال‌های زراعی ۸۳-۱۳۸۲ و ۸۴-۱۳۸۳ در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت به اجرا درآمد. عوامل آزمایشی شامل نظام‌های خاک‌ورزی در سه سطح: بدون خاک‌ورزی، خاک‌ورزی حداقل (یک بار روتیواتور در عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متری و خاک‌ورزی متداول (شخم با گاوآهن برگردان‌دار در عمق ۳۰ سانتی‌متری + روتیواتور) و مدیریت بقایای برنج در دو سطح (خارج نمودن بقایا و باقی گذاشتن بقایا) بود. تراکم بوته، تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی، درصد روغن، عملکرد دانه و شاخص برداشت و عملکرد روغن و نسبت کربن به نیتروژن (C/N) اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میان سطوح مختلف خاک‌ورزی از نظر صفات عملکرد دانه و روغن، عملکرد بیو لوژیک، شاخص برداشت، تراکم بوته و تعداد خورجین در گیاه، تفاوت معنی‌داری وجود داشت. علاوه بر این، اثر مدیریت بقایا و اثر متقابل نظام خاکورزی × مدیریت بقایا نیز بر هیچ یک از خصوصیات به جز تراکم بوته معنی‌دار نبود. کمترین میزان عملکرد دانه و روغن به تیمار بدون خاک‌ورزی و باقی گذاشتن بقایا اختصاص داشت. تیمار خاک ورزی مرسوم با میانگین عملکرد دانه ۲۲۲۵ کیلوگرم در هکتار و تیمار خاک‌ورزی حداقل با میانگین عملکرد دانه ۲۰۳۲ کیلوگرم در هکتار و اختلاف معنی‌داری با تیمار بدون خاک ورزی با میانگین عملکرد دانه ۱۴۵۵ کیلوگرم در هکتار داشتند. به طور کلی، با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، به نظر می‌رسد که علیرغم بیشتر بودن عملکرد در نظام خاک‌ورزی متداول، استفاده از نظام خاک‌ورزی حداقل در هر دو حالت باقی گذاشتن و خارج نمودن بقایا به دلیل کاهش عملیات خاک ورزی به علت کاهش هزینه‌ها دارای برتری نسبی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: نظام‌های خاک‌ورزی، مدیریت بقایا، اجزای عملکرد، عملکرد دانه، عملکرد روغن و کشت دوم.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: rabiee_md@yahoo.com

مقدمه

کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است که در سطح دنیا جهت استخراج روغن کشت شده و از بیشترین میزان رشد سالانه در میان گیاهان دانه روغنی مهم جهان برخوردار است (All-Barrak, 2006). کلزا پس از سویا و نخل روغنی، سومین منبع تولید روغن گیاهی در جهان به شمار رفته و حدود ۱۴/۷ درصد از کل روغن گیاهی مصرفی دنیا را تأمین می‌کند (Yasari *et al*., 2008).

آب و هوای معتدل و مرطوب شمال کشور، شرایط مطلوبی جهت رشد کلزا فراهم ساخته و انطباق رویش کلزا با فصل بارندگی در شمال ایران و امکان قرار گرفتن آن در تناوب با برنج، زمینه گسترش کشت کلزا را در شمال کشور فراهم ساخته است (Ghorbani, 2004). کشت دوم کلزا پس از برنج، سبب کاهش فرسایش خاک در طول زمستان، جذب نیترات اضافی از خاک و کاهش آبشویی طی بارندگی‌های شدید زمستانه شده و ریشه‌های کلزا نیز با نفوذ در خاک شالیزار موجب تخلیه اسیدهای آلی در خاک و تبدیل فسفر خاک به فرم محلول می‌شوند (Amoli *et al*., 2007).

یکی از مشکلات عمده کشت کلزا در اراضی شالیزاری، نحوه مدیریت مطلوب بقایای برنج می‌باشد. نظام‌های خاک‌ورزی شدید برای نیل به حداکثر عملکرد، منجر به کاهش چشمگیر در کیفیت خاک می‌شوند (Mrabet, 2002). از سوی دیگر، عملیات خاک‌ورزی حداقل، خطر فرسایش‌پذیری خاک توسط آب را در مقایسه با شخم کامل کاهش داده و سبب بهبود ساختمان و پایداری خاکدانه‌ها و حفظ رطوبت بیشتر خاک می‌گردد (Colton and Potter, 1999؛ Kirkegaard, 2000). نتایج به دست آمده از تاثیر نظام‌های شخم و مدیریت بقایای گیاهی گندم بر خصوصیات خاک بیانگر آن است که تفاوت معنی‌داری در افزایش میزان کربن آلی کل خاک مشاهده گردید. بیشترین مقدار کربن در نظام بدون شخم و پس از آن نظام حداقل خاک ورزی در رتبه دوم قرار گرفت. در حالی که خاک‌ورزی متداول کمترین مقدار کربن را دارا بود. میزان نیتروژن کل خاک نیز از روند فوق تبعیت نمود و در نتیجه تفاوت معنی‌داری بین نسبت کربن به نیتروژن مشاهده نشد (Borie *et al*., 2006). نتایج آزمایشی درخصوص اثر مدیریت بقایای برنج و آبیاری زمستانه بر عملکرد، جذب نیتروژن و کارایی آن نشان می‌دهد که عملکرد دانه تحت تاثیر آبیاری زمستانه، روش‌های اعمال مدیریت بقایا شامل سوزاندن، مخلوط کردن بقایای گیاهی و حذف قرار نگرفت (Darbyr and Hewit, 1990). مخلوط شدن بقایا با خاک در نظام‌های خاکورزی حداقل و بدون خاکورزی، همچنین سبب بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، حفظ حاصلخیزی و رطوبت خاک، کاهش فرسایش و تبخیر بیش ازاندازه می‌شود (Al-Issa and Samarah, 2007).

علاوه بر این، بقایای گیاهی می‌تواند سبب کاهش اثر تغییرات اقلیمی از طریق جدا سازی محتویات کربن آلی خاک و جبران (تعادل) انتشار دی اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه‌ای شود (Wilhelm and Wortmann, 2004).

علیجانی و همکاران (Alijani *et al.*, 2010) در بررسی تأثیر روش های خاک‌ورزی (متداول و کاهش یافته) و مقادیر بقایای گیاهی ذرت دانه ای (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم به این نتیجه رسیدند که روش‌های خاک‌ورزی بر تعداد سنبله و بقایای گیاهی بر تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه اثر معنی‌داری داشت. حداکثر عملکرد دانه در تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته و خارج نمودن بقایا به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۱۰۰ درصد بقایا نشان نداد. کلیددار محمدی و همکاران (Keliddar Mohammadi *et al.*, 2010) در بررسی اثر مقادیر مختلف بقایای گندم بر عملکرد ذرت علوفه‌ای به این نتیجه رسیدند که کاربرد بقایای گندم در مقایسه با شاهد بدون بقایا، عملکرد دانه ذرت را به طور معنی‌داری کاهش داد. فروزنده شهرکی و خواجه‌پور (Frouzandeh Shahraky and Khajehpour, 2006) در بررسی اثر روش‌های مختلف تهیه بستر بر عملکرد دانه و روغن آفتابگردان، به این نتیجه رسیدند که عملکرد دانه و روغن در تیمار سوزاندن و جمع‌آوری بخشی از بقایای گندم بیشتر از تیمار حفظ بقایا بود. در تحقیقات انجام شده توسط مالکا و بلچاسزیک (Malecka and Blecharczyk, 2006) مشخص شد که عملکرد دانه جو در شرایط شخم حداقل و بدون شخم نسبت به شخم متداول به ترتیب ۷ و ۱۲ درصد کمتر بود. تحقیقات انجام شده توسط فولادی‌وند و همکاران (Fooladi Vand *et al.*, 2009) در خصوص تاثیر روش‌های خاک‌ورزی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد کلزا نشان داد که بیشترین میزان عملکرد دانه مربوط به تیمار خاک‌ورزی متداول بوده و کمترین مقدار آن نیز به دلیل وجود دانه‌های ریز و حساسیت زیاد گیاه کلزا به استقرار بسترمناسب بذر به تیمار بدون خاک‌ورزی اختصاص داشت.

این تحقیق با هدف بررسی اثر نظام‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر عملکرد دانه و اجزای آن و عملکرد روغن کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی ۸۴-۱۳۸۲ در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در ۵ کیلومتری رشت با طول و عرض جغرافیائی به ترتیب ۵۱ درجه و ۳ دقیقه شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی از نصف‌النهار گرینویچ و با ارتفاع ۷- متر از سطح دریای آزاد به اجرا درآمد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های

کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عوامل آزمایشی شامل نظام‌های مختلف خاک‌ورزی در سه سطح (T_0: بدون خاک‌ورزی، T_1: حداقل خاک‌ورزی (یک بار روتیواتور در عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متری) و T_2: خاک‌ورزی متداول (شخم با گاوآهن‌برگردان‌دار در عمق ۳۰ سانتی‌متری + روتیواتور)) و مدیریت بقایای برنج در دو سطح (R_0: خارج نمودن بقایا و R_1: باقی گذاشتن بقایا) بود. قبل از انجام آزمایش، از خاک مزرعه در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری شد و ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه بخش خاک و آب مؤسسه تحقیقات برنج کشور تعیین گردید. خاک محل اجرای آزمایش دارای ۱۰ درصد شن، ۴۲ درصد سیلت و ۴۸ درصد رس بوده و در کلاس بافتی رسی- سیلتی قرار داشت. هدایت الکتریکی این خاک، ۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر، pH آن ۷/۴، کربن آلی و نیتروژن کل به ترتیب ۱/۸ و ۰/۲۰۸ درصد بود. میزان بارندگی سالیانه بر مبنای میانگین ۱۰ ساله در منطقه برابر با ۱۳۳۰ میلی‌متر می باشد. پس از برداشت برنج، عملیات آماده‌سازی زمین شامل نظام های مختلف خاکورزی، احداث زهکش، استفاده از علف‌کش ترفلان به میزان ۳ لیتر در هکتار و افزودن کودهای پایه به میزان ۱۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم، ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و یک سوم کود اوره، به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار انجام گرفت. به منظور فراهم ساختن امکان تردد تراکتور در عملیات خاک‌ورزی، ابعاد هر کرت به طول و عرض به ترتیب ده و هفت متر انتخاب گردید. تراکتور مورد استفاده در این آزمایش از نوع تراکتور گلدونی با دنباله بند روتیواتور بود. هر تکرار شامل شش کرت بود. در هر یک از تکرارها، سه کرت به صورت تصادفی در نظر گرفته شده و بقایای برنج، کف‌بر (از ناحیه طوقه گیاه) و ار آن خارج شده و در سه کرت باقی‌مانده، بقایای برنج (کاه بن) با ارتفاع حدود ۳۵-۳۰ سانتی‌متر باقی گذاشته شدند. در هر تکرار، برای دو کرت هیچ گونه عملیات خاک‌ورزی صورت نگرفت، به گونه‌ای که در یک کرت، بقایای برنج، حفظ شده و در کرت دیگر، خارج شدند. دو کرت، یک بار با روتیواتور (عرض کار ۱/۱۰ متر و عمق کار ۱۵-۱۰ سانتی‌متر) شخم زده شد (حداقل خاک‌ورزی) و دو کرت دیگر با گاوآهن‌برگردان‌دار دو خیشه (عرض کار ۶۰ سانتی‌متر و عمق کار ۳۰ سانتی‌متر) شخم و سپس دو بار روتیواتور زده شدند (خاک‌ورزی متداول). فواصل بین تیمارها یک متر و بین تکرارها نیز معادل سه متر در نظر گرفته شد. کاشت کلزا به صورت دست‌پاش در اواخر مهر ماه (در هر دو سال) انجام شد و میزان بذر نیز به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید (فاصله زمانی بین برداشت برنج و کاشت کلزا، حدود دو ماه بود). رقم کلزای مورد استفاده، هایولا ۳۰۸ بود. پس از کاشت کلزا و در مرحله شش برگی برای کنترل علف های هرز باریک برگ، از علف‌کش گالانت به میزان سه لیتر در

هکتار استفاده شد. $\frac{۲}{۳}$ کود اوره به صورت سرک، $\frac{۱}{۳}$ قبل از شروع ساقه رفتن و $\frac{۱}{۳}$ قبل از گلدهی هر بار به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مورد استفاده قرار گرفت. لازم به ذکر است که در سال اول علاوه بر مصرف کود نیتروژن یکسان، با احتساب ۳۲۲۵ کیلوگرم بقایای گیاهی در هکتار و ضریب تثبیت نیتروژن توسط بقایای گیاهی برابر ۰/۰۱ وزن بقایای گیاهی، مقدار نیتروژن لازم برای جبران آلی شدن آن محاسبه و به تیمارهای حاوی بقایای گیاهی اضافه شد (Lat, 1995). در سال دوم آزمایش به علت برش از ارتفاع پایین تر ساقه‌های برنج، مقدار بقایای گیاهی به حدود ۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافته و به تیمارهای حاوی بقایای گیاهی، کود نیتروژن به شیوهٔ فوق اضافه گردید. عملیات برداشت محصول به صورت دستی در دهه سوم اردیبهشت (در هر دو سال) انجام گرفت. لازم به ذکر است که درسال اول اجرای آزمایش و همچنین در تیمار بدون خاکورزی، به دلیل تأخیر در رسیدگی، عملیات برداشت حدود سه روز دیرتر انجام گرفت. عملیات برداشت پس از حذف اثر حاشیه و زمانی اجرا شد که قسمت‌های انتهایی بوته‌ها زرد شده و خورجین‌ها خشک و به رنگ زرد کاهی درآمده بودند. رطوبت دانه‌ها در این هنگام، حدود ۲۵ درصد بود. پس از برداشت، بوته‌ها به مدت سه روز روی زمین باقی گذاشته شدند تا زیر نور آفتاب خشک شوند. با کاهش رطوبت دانه‌ها به حدود ۱۲ درصد، محصول جمع‌آوری و از مزرعه خارج شد. به منظور محاسبه عملکرد دانه ، ۸ متر مربع از وسط هر تیمار برداشت و خرمنکوبی، بوجاری و توزین تیمارها انجام شد. جهت اندازه‌گیری اجزاء عملکرد شامل تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین، ده بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و این صفات در آنها اندازه‌گیری شد و میانگین آنها ثبت گردید. وزن هزار دانه توسط دستگاه مخصوص شمارشگر بذر در آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات برنج کشور تعیین شد. به این صورت که تعداد ۱۰۰۰ دانه از بذرهای کلیه تیمارها (فضای عملکردی) انتخاب و توزین شدند. درصد روغن نیز با استفاده از روش NMR (رزونانس مغناطیسی هسته‌ای) اندازه‌گیری شد. عملکرد روغن نیز از حاصلضرب عملکرد دانه در درصد روغن به دست آمد. برای اندازه‌گیری نسبت کربن به نیتروژن پس از برداشت محصول از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک هر کرت نمونه‌هایی تهیه و به آزمایشگاه بخش خاک و آب مؤسسه تحقیقات برنج کشور منتقل گردیدند. کربن آلی خاک به روش والکلی و بلاک و نیتروژن خاک به روش کجلدال اندازه‌گیری شد (Keeney and Nelson, 1982) و نسبت کربن به نیتروژن از تقسیم کردن کربن آلی به نیتروژن خاک محاسبه گردید. پس از برداشت جهت محاسبه تعداد بوته در متر مربع (تراکم بوته) نیز، پس از زمستان‌گذرانی، در چهار نقطه کادر چوبی مربعی (در ابعاد ۱ متر) انداخته و پس از

شمارش بوته‌ها، میانگین آنها به عنوان تعداد بوته در متر مربع تعیین گردید. تجزیه واریانس داده‌ها برای کلیه صفات با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام گرفت. قبل از انجام تجزیه مرکب به منظور اطمینان از همگنی واریانس اشتباه آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده گردید. تجزیه مرکب با فرض تصادفی بودن سال و ثابت بودن تیمارهای آزمایشی برای صفات مورد نظر صورت گرفت. به دلیل عدم همگنی واریانس خطای مربوط به تراکم بوته و درصد روغن، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین این صفات به صورت سالیانه انجام شد. برای بقیه صفات تجزیه واریانس مرکب به عمل آمد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب و همچنین مقایسه میانگین اثر اصلی و اثر متقابل تیمارها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج در صد انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد بوته در متر مربع

تجزیه واریانس ساده داده‌ها در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ نشان داد که بین نظام‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی از نظر تعداد بوته در مترمربع تفاوت معنی‌داری وجود داشت، ولی بر همکنش این دو فاکتور معنی‌دار نبود (جدول ۱). تیمار خارج کردن بقایای گیاهی با میانگین ۳۲ بوته در مترمربع نسبت به تیمار باقی گذاشتن بقایا با میانگین ۲۸ بوته در مترمربع برتری معنی‌داری داشت (جدول ۲). به نظر می‌رسد که در این تیمار شرایط برای جوانه‌زنی و استقرار بوته‌های کلزا مناسب بود.

در میان نظام‌های خاک ورزی نیز، نظام خاک‌ورزی متداول، حداقل و بدون خاک‌ورزی به ترتیب با میانگین‌های ۳۷، ۳۱

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس برای تعداد بوته در مترمربع و درصد روغن کلزا در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲

Table 1. Summary of analysis of variance for plant no. m^{-2} and oil content in rapeseed in 2003-04 cropping season

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS: تعداد بوته در متر مربع Plant No. m^{-2}	میانگین مربعات MS: درصد روغن Oil content
Replicant(R)	تکرار	2	4.222 ^{ns}	10.366 ^{ns}
Residue Management (RM)	مدیریت بقایای گیاهی	1	68.056 *	3.883 ^{ns}
Tillage Systems (TS)	خاک ورزی	2	349.056 **	0.439 ^{ns}
RM × TS	مدیریت بقایای گیاهی× خاک ورزی	2	26.056 ^{ns}	10.684 ^{ns}
Error	خطا	10	9.222	6.737
C.V.(%)	ضریب تغییرات (٪)		10.10	6.75

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.
ns: Non- significant.

ns: غیر معنی‌دار

جدول ۲- مقایسه میانگین برای اثر اصلی و اثر متقابل مدیریت بقایای گیاهی × خاک ورزی بر تعداد بوته در مترمربع و درصد روغن کلزا در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲

Table 2. Mean comparison for the main and interaction effects of residue management × tillage system on plant no. m^{-2} and oil content of rapesed in 2003-04 cropping season

Treatment	تیمار	تعداد بوته در متر مربع Plant No.m^{-2}	درصد روغن Oil content (%)
		مدیریت بقایای گیاهی Residue management	
Without residue (R_0)	خارج کردن بقایا	32 a	38.95
With residue (R_1)	باقی گذاشتن بقایا	28 b	38.02
		نظام خاک‌ورزی Tillage system	
No tillage (T_0)	بدون خاک‌ورزی	22 c	38.17
Mimimum tillage (T_1)	خاک‌ورزی حداقل	31 b	38.60
Conventional tillage (T_2)	خاک‌ورزی متداول	37 a	38.67
		مدیریت بقایا × خاک‌ورزی RM × TS	
$R_0 \times T_0$	خارج کردن بقایا × بدون خاک‌ورزی	26 bc	37.1
$R_0 \times T_1$	خارج کردن بقایا × خاک‌ورزی حداقل	33 ab	37.98
$R_0 \times T_2$	خارج کردن بقایا × خاک‌ورزی متداول	37 a	39.96
$R_1 \times T_0$	بر جای گذاشتن بقایا × بدون خاک‌ورزی	18 c	39.25
$R_1 \times T_1$	بر جای گذاشتن بقایا × خاک‌ورزی حداقل	29 ab	37.42
$R_1 \times T_2$	برجای گذاشتن بقایا × خاک‌ورزی متداول	37 a	37.38

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column and for each factor, followed by similar letters are not significantly different at the 5% probability level-Using Tukey Test.

و ۲۲ بوته در مترمربع در رتبه‌های اول تا سوم قرار گرفتند. به نظر می‌رسد که در تیمار بدون خاک‌ورزی، به علت زیر و رو نشدن خاک و تماس ضعیف بذرها با خاک و وجود مقاومت مکانیکی بیشتر برای رشد ریشه، بستری ناهموار و غیر یکنواخت برای جوانه‌زنی و سبز شدن بذرهای کلزا وجود داشت و سبب کاهش جوانه‌زنی، استقرار و تراکم بوته‌های کلزا در این تیمار شد (جدول ۲).

تجزیه واریانس ساده در سال زراعی ۸۴- ۱۳۸۳ نیز بیانگر آن بود که تنها میان تیمارهای خاک‌ورزی از نظر تعداد بوته در مترمربع، تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود داشت (جدول ۳). تیمار خاک‌ورزی متداول و حداقل به ترتیب با میانگین ۷۹ و ۷۴ بوته در مترمربع در یک گروه قرار گرفتند و تفاوت معنی‌داری را با تیمار بدون خاک‌ورزی با میانگین ۴۱ بوته در مترمربع نشان دادند (جدول ۴). اثر مدیریت بقایای گیاهی و بر همکنش دو عامل مورد بررسی بر تعداد بوته

جدول ۳- خلاصه تجزیه واریانس برای تعداد بوته در مترمربع و درصد روغن کلزا در سال زراعی ۱۳۸۳-۸۴

Table 3. Summary of analysis of variance for plant no. m^{-2} and oil content in rapeseed in 2004-05 cropping season

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS: تعداد بوته در متر مربع Plant No. m^{-2}	میانگین مربعات MS: درصد روغن Oil content
Replicant (R)	تکرار	2	38.00 ^{ns}	1.60^{ns}
Residue Management (RM)	مدیریت بقایای گیاهی	1	186.89 ^{ns}	0.18 ^{ns}
Tillage Systems (TS)	خاک ورزی	2	2558 00**	1.62 ^{ns}
RM × TS	مدیریت بقایای گیاهی× خاک ورزی	2	16.89 ^{ns}	0.16 ^{ns}
Error	خطا	10	60.73	1.13
C.V.(%)	ضریب تغییرات (٪)		12.05	2.30

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.
ns: Non- significant.

ns: غیر معنی‌دار

در مترمربع، معنی‌دار نبود، اگرچه تیمار خارج نمودن بقایا با میانگین ۶۸ بوته نسبت به تیمار باقی گذاشتن بقایا با میانگین ۶۱ بوته در متر مربع، از برتری نسبی برخوردار بود (جدول ۴). احتمالاً یکی از دلایل معنی‌دار نشدن اثر مدیریت بقایا، بارندگی و رطوبت کافی خاک در منطقه مورد آزمایش بود. علاوه بر این، با فراهم بودن مدت زمان کافی (حدود ۲ ماه) از زمان برداشت برنج تا کاشت کلزا، امکان تجزیه بقایای برنج بیشتر شد و با سپری شدن این مدت اثر منفی احتمالی حاصل از تجزیه بقایای برنج بر رشد و استقرار گیاهچه‌های کلزا بر طرف شد.

تعداد خورجین در گیاه

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال و تیمارهای خاک‌ورزی بر تعداد خورجین در بوته، معنی‌دار بود (جدول ۵). سال دوم آزمایش با میانگین ۸۲/۳ خورجین در گیاه نسبت به سال اول با میانگین ۷۴/۳ خورجین در گیاه برتری داشت (جدول ۶). به نظر می‌رسد که مراحل گلدهی و نمو خورجین‌ها در شرایط متفاوت محیطی نظیر دما، رطوبت و مجموع ساعات آفتابی در دو سال اجرای آزمایش، سبب ایجاد تفاوت در تبدیل تعداد گلچه به خورجین و در نهایت تعداد آن‌ها شد. نظام خاک‌ورزی حداقل نیز با میانگین ۸۳/۲ خورجین در بوته، تعداد خورجین بیشتری را در مقایسه با نظام‌های خاک‌ورزی متداول (۸۱/۳ خورجین) و بدون خاک‌ورزی (۷۰/۴ خورجین) دارا بود. اگر چه بین نظام‌های خاک‌ورزی حداقل و متداول از این لحاظ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ولی دارای تفاوت معنی‌داری با نظام بدون خاک‌ورزی بودند (جدول ۶). در نظام بدون خاک‌ورزی به علت وجود بقایا در سطح خاک و افزایش نسبت C/N در خاک، دسترسی گیاه به نیتروژن کاهش یافت و با توجه به این که تعداد

جدول ۴- مقایسه میانگین برای اثر اصلی و اثر متقابل مدیریت بقایای گیاهی و خاک ورزی بر تعداد بوته در مترمربع و درصد روغن در کلزا در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳

Table 4. Mean comparison for the main and interaction effects of residue management and tillage system on plant no. m^{-2} and oil content in rapeseed in 2004-05 cropping season

Treatment	تیمار	تعداد بوته در متر مربع Plant No. m^{-2}	درصد روغن Oil content (%)
		Residue management	**مدیریت بقایای گیاهی**
Without residue (R_0)	خارج کردن بقایا	68 a	46.37
With residue (R_1)	باقی گذاشتن بقایا	61 a	46.18
		Tillage system	**خاک‌ورزی**
No tillage (T_0)	بدون خاک‌ورزی	41 b	46.71
Mimimum tillage (T_1)	خاک‌ورزی حداقل	74 a	46.42
Conventional tillage (T_2)	خاک‌ورزی متداول	79 a	45.70
		RM × TS	**مدیریت بقایا × خاک‌ورزی**
$R_0 \times T_0$	خارج کردن بقایا × بدون خاک‌ورزی	44 b	46.83
$R_0 \times T_1$	خارج کردن بقایا × خاک‌ورزی حداقل	76 a	46.35
$R_0 \times T_2$	خارج کردن بقایا × خاک‌ورزی متداول	84 a	45.96
$R_1 \times T_0$	بر جای گذاشتن بقایا × بدون خاک‌ورزی	38 b	46.59
$R_1 \times T_1$	بر جای گذاشتن بقایا × خاک‌ورزی حداقل	72 a	46.49
$R_1 \times T_2$	برجای گذاشتن بقایا × خاک‌ورزی متداول	74 a	45.45

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column and for each factor, followed by similar letters are not significantly different at the 5% probability level-Using Tukey Test.

خورجین در گیاه دارای همبستگی مثبتی با مقدار نیتروژن موجود در خاک است (Ahmadi and Bahrani, 2009)، به نظر می‌رسد که عدم دسترسی کافی گیاه به این عنصر، سبب کاهش تعداد خورجین‌ها در گیاه شده باشد. علاوه بر این، در نظام بدون خاکورزی، افزایش وزن مخصوص خاک، کمتر بودن خلل و فرج و تراکم بیشتر خاک از یک سو موجب کاهش انتشار اکسیژن در منافذ خاک و اختلال در تنفس ریشه‌ها و از سوی دیگر، ایجاد مقاومت در مقابل توسعه و نفوذ ریشه‌ها می‌شود (Cassel and Raezkowskia, 1995).

مدیریت بقایای گیاهی و اثر متقابل مدیریت بقایای × نظام خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر تعداد خورجین در گیاه نداشت (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده این بود که بالاترین تعداد خورجین در بوته از تیمار باقی گذاشتن بقایا و خاک‌ورزی حداقل (۸۶ خورجین) به دست آمد و کمترین مقدار آن نیز به تیمار باقی گذاشتن بقایا و بدون خاک‌ورزی (۴۱ خورجین) اختصاص

جدول ۵- خلاصه تجزیه واریانس مرکب برای خصوصیات مختلف کلزا در سال های زراعی ۳-۱۳۸۲ و ۴-۱۳۸۳

Table 5. Summary of combined analysis of variance for different characteristics of rapeseed in 2003-04 and 2004-05 cropping seasons

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS							
			تعداد خورجین در گیاه Silique No. plant^{-1}	تعداد دانه در خورجین Grain No. silique^{-1}	وزن هزار دانه 1000-grain weight	نسبت کربن به نیتروژن C:N ratio	عملکرد بیولوژیکی Biologic yield	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد روغن Oil yield	شاخص برداشت Harvest Index
Year (Y)	سال	1	574.160**	0.588^{ns}	0.081^{ns}	0.01200^{ns}	47194610.028**	4004001.000**	1663596.814**	0.659^{ns}
Replication/Y	سال/تکرار	4	22.122	2.536	0.033	0.15400	1696535.639	116429.389	27964.279	2.616
Residue Management (RM)	مدیریت بقایای گیاهی	1	0.026^{ns}	0.004^{ns}	0.001^{ns}	0.20500^{ns}	2339370.250^{ns}	208544.444^{ns}	51861.722^{ns}	0.977^{ns}
RM × Y	مدیریت بقایای گیاهی × سال	1	311.110^{ns}	0.934^{ns}	0.024^{ns}	0.10900^{ns}	72.250^{ns}	900.000^{ns}	606.182 ^{ns}	0.141^{ns}
Tillage Systems (TS)	خاک‌ورزی	2	573.030**	0.336^{ns}	0.057^{ns}	0.21600^{ns}	20208159.750**	2045788.444**	379991.074**	7.658*
TS × Y	خاک‌ورزی × سال	2	42.316^{ns}	0.464^{ns}	0.171*	0.00006^{ns}	3354107.528*	266140.333*	63390.516*	0.538^{ns}
RM × TS	مدیریت بقایای گیاهی × خاک‌ورزی	2	177.040^{ns}	0.095^{ns}	0.012^{ns}	0.02200^{ns}	14050.750^{ns}	26350.778 ^{ns}	1741.003^{ns}	4.254^{ns}
Y × RM × TS	سال × مدیریت بقایای گیاهی × خاک‌ورزی	2	10.441^{ns}	3.922^{ns}	0.027^{ns}	0.09600^{ns}	184096.083^{ns}	3722.333^{ns}	566.080 ^{ns}	1.512^{ns}
Error	خطا	20	175.569	1.474	0.035	0.11700	743040.372	58811.856	12380.889	1.405
C.V.(%)	ضریب تغییرات (٪)		16.92	5.40	5.48	24.76	12.91	12.67	13.50	4.15

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

ns: غیر معنی‌دار

ns: Non- significant.

جدول ۶- مقایسه میانگین خصوصیات مختلف کلزا تحت تاثیر مدیریت بقایای گیاهی، خاکورزی و اثر متقابل آنها در سال های زراعی ۳-۱۳۸۲ و ۴-۱۳۸۳

Table 6. Mean comparison of different characteristics in rapeseed as affected by residue management, tillage and their interaction in 2003-04 and 2004-05 cropping seasons

Treatment	تیمار	تعداد خورجین در گیاه Silique No. plant^{-1}	تعداد دانه در خورجین Grain No. silique^{-1}	وزن هزار دانه (گرم) 1000-grain weight (g)	نسبت کربن به نیتروژن C/N ratio	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار) Bio yield (kg.ha^{-1})	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.ha^{-1})	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت (٪) Harvest index(%)
Cropping season	**سال زراعی**								
2003-04		74.3b	22.4a	3.349a	14.01a	5531b	1581b	609.2b	28.43a
2004-05		82.3a	22.6a	3.444a	13.65a	7821a	2247a	1039.2a	28.7a
Residue management	**مدیریت بقایای گیاهی**								
Without residue (R_0)	خارج کردن بقایا	78.3a	22.5a	3.398a	13.08a	6931a	1990a	862.2a	28.73a
With residue (R_1)	باقی گذاشتن بقایا	78.3a	22.5a	3.394a	14.6a	6421a	1838a	786.3a	28.40a
Tillage system	**سیستم خاک‌ورزی**								
No tillage (T_0)	بدون خاک‌ورزی	70.4b	22.3a	3.336a	14.86a	5205b	1455b	624.6b	27.5b
Mimimum tillage (T_1)	خاک‌ورزی حداقل	83.2a	22.5a	3.382a	13.72a	7164a	2032a	881.8a	28.0ab
Conventional tillage (T_2)	خاک‌ورزی متداول	81.3a	22.7a	3.472a	12.94a	7659a	2255a	966.2a	29.43a
RM × TS	**مدیریت بقایا × خاک‌ورزی**								
$R_0 \times T_0$	خارج کردن بقایا ×بدون خاک‌ورزی	74.8a	3.305a	22.2a	14.48a	5477bc	1568bc	666.2bc	28.00ab
$R_0 \times T_1$	خارج کردن بقایا × خاک‌ورزی حداقل	80.4a	3.387a	22.6a	13.85a	7441a	2124a	929.6a	28.00ab
$R_0 \times T_2$	خارج کردن بقایا × خاک‌ورزی متداول	79.7a	3.503a	22.7a	10.94a	7874a	2278a	990.79a	28.00ab
$R_1 \times T_0$	بر جای گذاشتن بقایا × بدون خاک‌ورزی	66.0a	3.367a	22.5a	15.24a	4933c	1342c	583.0c	27.10ab
$R_1 \times T_1$	بر جای گذاشتن بقایا × خاک‌ورزی حداقل	86.0a	3.377a	22.4a	13.58a	6887ab	1940ab	834.1ab	28.00ab
$R_1 \times T_2$	برجای گذاشتن بقایا × خاک‌ورزی متداول	82.9a	3.440a	22.7a	14.94a	7443a	2232a	941.7a	29.88a

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% probability level-Using Tukey Test.

داشت (جدول ۶). امیدی و همکاران (Omidi *et al.*, 2005) و فولادی‌وند و همکاران (Fooladi Vand *et al.*, 2009) در بررسی اثر نظام های خاک‌ورزی بر عملکرد دانه و اجزای آن در کلزا، نظام‌های خاک‌ورزی را از نظر صفت تعداد خورجین در گیاه در مقایسه با نظام بدون خاک‌ورزی دارای برتری دانستند.

عملکرد دانه

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال، نظام‌های خاک‌ورزی و اثر متقابل سال × خاک‌ورزی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۵). بالاترین میزان عملکرد دانه با میانگین ۲۲۷۸ کیلوگرم در هکتار، به تیمار ترکیب خارج نمودن بقایا و خاک‌ورزی متداول اختصاص داشت، اگرچه تفاوت معنی‌داری را با تیمارهای باقی گذاشتن بقایا و خاک‌ورزی متداول و خارج نمودن بقایا و خاک‌ورزی حداقل نشان نداد (جدول ۶). سال دوم آزمایش با میانگین ۲۲۴۷ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال اول با میانگین ۱۵۸۱ کیلوگرم در هکتار و تیمار خاک‌ورزی متداول و تیمار خاک‌ورزی حداقل به ترتیب با میانگین ۲۲۵۵و ۲۰۳۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را دارا بودند و تفاوت معنی‌داری را با تیمار بدون خاک‌ورزی نشان دادند (جدول ۶). با توجه به این که یکی از شاخص‌های تأثیرگذار بر عملکرد دانه کلزا، تعداد خورجین در گیاه بوده و در زمان پر شدن دانه، همزمان با ریزش برگ‌ها، بخش اعظم مواد فتوسنتزی مورد نیاز دانه از خورجین‌های سبز تأمین می‌شود. به نظر می‌رسد که تعداد خورجین‌های بیشتر و احتمالاً سطوح فتوسنتزی وسیع‌تر، موجب افزایش عملکرد دانه در تیمارهای خاک‌ورزی متداول و حداقل شده باشد. علاوه بر این ممکن است بهبود ساختمان خاک و وضعیت استقرار گیاهان، تراکم بیشتر بوته، رشد و توسعه بیشتر ریشه در عمق خاک و جذب بهتر عناصر غذایی نیز از عوامل مؤثر بر افزایش عملکرد دانه در نظام خاک‌ورزی متداول و حداقل نسبت به نظام بدون خاک‌ورزی باشند (Bayhan *et al.*, 2002; Motta *et al.*, 2002; Salinas- Garcia *et al.*, 2002). فولادی‌وند و همکاران (Fooladi Vand *et al.*, 2009) نیز در تحقیقات خود اعلام نمودند که میان تیمارهای مختلف خاک‌ورزی از نظر عملکرد دانه، تفاوت معنی‌داری وجود دارد و نظام خاک‌ورزی متداول را نسبت به سایر نظام‌های خاکورزی دارای برتری دانستند. از سوی دیگر، نظام حداقل خاک‌ورزی چه در حالت خارج نمودن بقایا و یا باقی ماندن بقایا در مزرعه به دلیل مزیت‌هایی همچون سهولت کار، تسریع در کاشت، استقرار زودتر گیاه، کاهش مصرف انرژی، نیاز به سرمایه‌گذاری کمتر در خرید ماشین‌آلات به عنوان یک روش مناسب تهیه بستر بذر خصوصاً در اراضی شالیزاری با بافت سنگین در استان گیلان قابل توصیه می‌باشد.

بونـاری و همکـاران (Bonari *et al.*, 1995)، کاهش ۵۵٪ در میانگین زمان عملیات تهیه زمین و کاشت و صـرفه‌جـویی در مـصرف سـوخت و انرژی در نظام‌های خـاک‌ورزی حـداقل نـسبت به نظام‌های خاک‌ورزی کامل را اعلام نمودند.

بین تیمارهای خارج نمودن و بـاقی گذاشـتن بقایای گیاهی، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اگر چه تیمار خارج نمودن بقایا با میانگین ۱۹۹۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار باقی گذاشـتن بقایا با میانگین ۱۸۳۸ کیلوگرم در هکتـار دارای برتری بود (جدول ۶). با توجه بـه گرمـای نـسبی شالیزار و فراهم بودن رطوبت کافی در مـاه‌هـای پایانی تابستان و اوایل پاییز، امکان تجزیه بقایـای برنج از زمان برداشت تا کاشـت کلـزا بـه خـوبی فراهم شده و به نظر می‌رسد کـه وجـود یـا عـدم وجـود بقایـا تأثیـر قابـل ملاحظـه‌ای برعملکـرد نداشته باشـد (Daneshvar Rad *et al.*, 2009). مقایـــسه میـــانگین اثـــر متقابـــل نظـــام خـاک‌ورزی × بقایـای گیـاهی نـشان‌دهنـده آن اسـت کـه تیمـار خـاک‌ورزی متـداول و خـارج نمـــودن بقایـــا بـــا میـــانگین عملکـــرد دانـــه ۲۲۷۸ کیلوگرم درهکتار بیـشترین عملکـرد دانـه را به خود اختصاص داد که با تیمار خاک‌ورزی متداول و باقی ماندن بقایا و تیمـار خـاک ورزی حداقل و خارج نمودن بقایا در یک گـروه قـرار داشتند (به ترتیب ۲۲۳۲ و ۲۱۲۴). بنابراین به نظر می‌رسد وجود یا عدم وجود بقایا اثر معنـی‌داری بـر عملکـرد کلـزا نداشـت، ولـی در هزینـه‌هـای مربوط بـه بریـدن و خـارج کـردن بقایـای بـرنج صرفه‌جـویی بـه عمـل آمـد و در دراز مـدت در افزایش مواد آلی خاک موثر می‌باشد.

عملکرد بیولوژیک

تجزیه واریانس مرکب داده‌هـا نـشان داد کـه اثر سال، نظام‌هـای خـاک‌ورزی و همچنـین اثـر متقابل سال × نظام های خاک ورزی بر عملکرد بیولوژیـک معنـی‌دار بـود (جـدول ۵). سـال دوم آزمایش بـا میـانگین ۷۸۲۱ کیلـوگرم در هکتـار نسبت به سال اول با میانگین ۵۵۳۱ کیلـوگرم در هکتـار و نظـام خـاک‌ورزی متـداول و نظـام خاک‌ورزی حداقل به ترتیب با میانگین ۷۶۵۹ و ۷۱۶۴ کیلـوگرم در هکتـار بیـشترین عملکـرد بیولوژیکی را دارا بوده و تفاوت معنی‌داری را با نظام بدون خاک‌ورزی نشان دادند. در نظام‌هـای خاک‌ورزی متـداول و حـداقل، عناصـر غـذایی تجمع یافته در سطح خاک در اثر خاک‌ورزی و مخلـوط شـدن بـا خـاک بـه میـزان بیـشتری در دسترس ریشه‌ها قرار می‌گیرد، در حـالی کـه در نظام بدون خاک‌ورزی به طور مثال فسفر کـه از عناصر تأثیـرگـذار در رشـد و نمـو کلـزا بـوده و عنـــصری کـــم تحـــرک اســـت، در ســـطح خاک تجمع یافتـه و کمتـر بـه محـیط ریـشه راه مـــی‌یابـــد و در نهایـــت ســـبب کمبـــود ایـــن عنـصر در گیـاه و کـاهش رشـد آن مـی‌شـود (Daneshvar Rad *et al.*, 2009). از سـوی دیگر، می‌توان این گونه عنوان نمود که اسـتقرار مطلوب بوته‌ها و یکنواخت‌تر بودن توزیع آن‌هـا در نظام‌هـای خـاک‌ورزی متـداول و حـداقل در

مقایسه با نظام بدون خاک‌ورزی، سبب دریافت بیشتر تشعشعات خورشیدی و افزایش فتوسنتز و در نهایت افزایش عملکرد بیولوژیک در این نظام‌ها شد.

شاخص برداشت

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تنها اثر نظام‌های مختلف خاک‌ورزی بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۵). نظام خاک‌ورزی متداول با میانگین ۲۹/۴۳ درصد نسبت به دو نظام خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی از برتری معنی‌داری بر خوردار بود (جدول ۶). شاخص برداشت نشان‌دهنده درصد انتقال مواد فتوسنتزی از منابع به مخزن (دانه‌ها) بوده و از تقسیم عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) بر عملکرد بیولوژیک حاصل می‌شود (Krupinsky *et al.*, 2005). با توجه به بالاتر بودن میانگین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در نظام خاک ورزی متداول و همچنین فزونی یافتن میزان افزایش عملکرد دانه در مقایسه با عملکرد بیولوژیک، نسبت عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) به عملکرد بیولوژیک یا همان شاخص برداشت افزایش یافت.

عملکرد روغن

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال، نظام خاک‌ورزی و اثر متقابل سال × خاک‌ورزی بر عملکرد روغن، معنی‌دار بود (جدول ۵). بالاترین مقدار عملکرد روغن با میانگین ۹۹۰/۷ کیلوگرم در هکتار به تیمار خارج نمودن بقایا و خاک‌ورزی متداول اختصاص داشت، اگرچه تفاوت معنی‌داری با تیمارهای باقی گذاشتن بقایا و شخم متداول و خارج نمودن بقایا و شخم حداقل نداشت (جدول ۶). نظام خاک‌ورزی متداول با میانگین ۹۶۶/۲ کیلوگرم در هکتار با تیمار خاک‌ورزی حداقل با میانگین ۸۸۱/۸ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌دار نداشت، ولی تفاوت آنها با تیمار بدون خاک‌ورزی معنی‌دار بود (جدول ۶). دلیل وجود تفاوت معنی‌دار میان تیمارهای خاک‌ورزی را می‌توان این گونه توجیه نمود که عملکرد روغن از حاصلضرب عملکرد دانه در درصد روغن به دست آمده و تابعی از این دو مؤلفه می‌باشد (Abadian *et al.*, 2008). بنابراین، به دلیل عدم تفاوت معنی‌دار تیمارها از نظر درصد روغن، عملکرد روغن به طور مستقیم تحت تأثیر عملکرد دانه قرار گرفت و با توجه به این که نظام خاک‌ورزی متداول و حداقل از نظر عملکرد دانه نسبت به نظام بدون خاک‌ورزی دارای برتری بودند و از نظر عملکرد روغن نیز در مقایسه با نظام بدون خاک‌ورزی در جایگاه بالاتری قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری کلی

خارج نمودن بقایای برنج علیرغم برتری نسبی آن از نظر عملکرد دانه و روغن نسبت به تیمار باقی گذاشتن بقایا به دلیل هزینه بالای جمع‌آوری بقایا و تأخیر در کاشت قابل توصیه

نمی‌باشد. علاوه بر این، به دلیل تفاوت اندک عملکرد دانه و روغن میان روش‌های خاک ورزی متداول و خاک‌ورزی حداقل، روش خاک‌ورزی حداقل در هر دو مدیریت بقایا به دلیل مزایایی مانند تردد کمتر ادوات کشاورزی، سهولت کار و تسریع در عملیات کاشت به عنوان روش مناسب برای آماده‌سازی زمین در اراضی شالیزاری قابل توصیه می‌باشد. به نظر می‌رسد که تعداد بوته کمتر در واحد سطح در اثر زیر و رو نشدن خاک و تماس ضعیف بذرها با خاک از دلایل اصلی عملکرد کمتر تیمارهای بدون خاک‌ورزی در تحقیق حاضر بود. بنابراین استفاده از مقدار بیشتر بذر در این نوع روش کشت بایستی صورت پذیرد. البته باید در نظر داشت که برای اینکه آثار تیمارهای خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی بر خصوصیات زراعی محصول و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک زراعی قابل اندازه‌گیری باشد بایستی این قبیل تحقیقات در مدت زمان طولانی‌تر اجرا شوند.

سپاسگزاری

نگارندگان مقاله از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و موسسه تحقیقات برنج کشور برای حمایت‌های مالی که از اجرای این تحقیق نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

Abadian, H., Latifi, N., Kamkar, B., and Bagheri, B. 2008. The effect of late sowing date and plant density on quantitative and qualitative characteristics of canola (RGS-003) in Gorgan. Journal of Agricultural and Natural Resources Sciences 15 (5): 78-87 (In Persian).

Ahmadi, M., and Bahrani, M. J. 2009. Yield and yield components of rapeseed as influenced by water stress at different growth stages and nitrogen levels. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 5 (6): 755-761.

Alijani, K. H., Bahrani, M. H., and Kazemeini, A. R. 2010. Effects of tillage methods and rates of corn residues on winter wheat yield and yield components and soil organic carbon and nitrogen in relay cropping. Pp. 2. In: Proceedings of 11th Iranian Crop Science Congress. Tehran, Iran (In Persian).

All- Barrak, Kh. M. 2006. Irrigation interval and nitrogen level effects on growth and yield of canola (*Brassica napus* L.). Scientific Journal of King Faisal University, Al-Hassa, Saudi Arabia 7 (1): 87-102.

All-Issa, T. A., and Samarah, N. H. 2007. The effect of tillage practices on barley production under rainfed conditions in Jordan. American- Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 2 (1): 75-79.

Amoli, N., Kashi, A. K., and Rameah, V. A. 2007. Effects of planting date, plant density and nitrogen fertilizer on yield of cauliflower as second crop after rice in Mazandaran. Seed and Plant 22 (4): 473-487 (In Persian).

Bayhan, Y., Kayisoglu, B., and Gonulol, E. 2002. Effect of soil compaction on sunflower growth. Soil and Tillage Research 68: 31-38.

Bonari, E., Mazzoncini, M., and Peruzzi, A. 1995. Effects of conventional and minimum tillage on winter oilseed rape (*B. napus* L.) in sandy soil. Soil and Tillage Research 33: 91-108.

Borie, F., Rubio, R., Rouanet, J. L., Morales, A., Borie, G., and Rojas, C . 2006. Effects of tillage systems on soil characteristics, glomalin and mycorrhizal propagules in a Chilean Ultisol. Soil and Tillage Research 88: 253-261.

Cassel, C. W., and Raezkowskia, D. K. 1995. Tillage effects on corn production and soil physical condition. Soil Science Society of America Journal 59: 1436-1443.

Colton, B., and Potter, T. 1999. History. Pp. 1-4. In: Canola in Australia: The first thirty years. 10th International Rapeseed Congress. Canberra, Australia.

Daneshvar Rad, Z., Esfahani, M., Peyman, M. H., Rabiee, M., and Samizadeh, H. 2009. Effect of seedbed preparation methods on grain yield, yield components and some growth indices of rapeseed (*Brassica napus* L.) as a second crop in paddy fields. Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources 46: 189-203. (In Persian).

Darbyr, J., and Hewit, M. V. 1990. A comparison of the effects of single or periled urea or Nitrochalk on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) Journal of Agricultural Science 115: 363-368.

Fooladi Vand, S., Aynehband, A., and Naraki, F. 2009. Effects of tillage method, seed rate and microelement spraying time on grain yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.) in warm dryland condition. Journal of Food, Agriculture and Environment 7 (3 and 4): 627-633.

Frouzandeh Shahraky, A., and Khajehpour, M. R. 2006. Effects of seed preparation methods on vegetative growth, yield components and seed and oil yields of sunflower as the second crop. Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources 9 (4): 161-170. (In Persian).

Ghorbani, A. 2004. Determining appropriate plants for second cropping in agricultural lands revolving rapeseed. Seminar of reviewing opportunities, challenges and strategies for development of second cropping in paddy fields revolving rapeseed. Rice Research Institute of Iran, Rasht. 165pp. (In Persian).

Keeney, D. R., and Nelson, D. W. 1989. Nitrogen- in organic forms. Pp. 634-698. In: A. L. Pages (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. American Society Agronomy Madison, Wisconsin, USA.

Keliddar Mohammadi, B., Ghadiri, H., and Kazemeini, A. R. 2010. Effect of wheat residue, common and new herbicides on the growth, yield and yield components of corn. Pp. 318. In: Proceedings of 11th Iranian Crop Science Congress. Tehran, Iran. (In Persian).

Kirkegaard, J. 2000. Canola provides an unexpected boost. Farming Ahead. Kondinin Group 97: 2000-2047.

Krupinsky, J. M., Tanaka, D. L., Merrill, S. D., and Liebig, M. A. 2005. Crop sequence effects of 10 crops in the northern Great Plains. Journal of Agricultural Systems 88: 227-244.

Lat, R. 1995. The role of residue management in sustainable agricultural systems. Journal of Sustainable Agriculture 5 (4): 51-78.

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.

Motta, A. C. V., Reeves, D. W., and Touchton, J. T. 2002. Tillage intensity effects on chemical indicators of soil quality in two coastal plain soils. Communication of Soil Science and Plant Analysis 33: 913-932.

Mrabet, R. 2002. Stratification of soil aggregation and organic matter under conservation tillage systems in Africa. Soil and Tillage Research 66: 119-128.

Omidi, H., Tahmasbi Sarvestani, Z., Ghalavand, A., and Modarres Sanavi, A. M. 2005. Evaluation of tillage systems and row distances on grain yield and oil content in two canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences 7 (2): 97-111. (In Persian).

Salinas-Garcia, J. R., Velazquez-Garcia, J., Gallardo-Valdez, M., Diaz-Mederos, P., Caballero-Hemandez, F., Tapia-Vargas, L. M., and Rosales-Robles, E. 2002. Tillage effects on microbial biomass and nutrient distribution in soils under rain-fed corn production in central-western Mexico. Soil and Tillage Research 66: 143-152.

Wilhelm, W. W., and Wortmann, C. S. 2004. Tillage and rotation interactions for corn and soybean grain yield as affected by precipitation and air temperature. Agronomy Journal 96: 425-432.

Yasari, E., Patwardhan, A. M., Ghole, V. S., Omid, G. C., and Ahmad, A. 2008. Relationship of growth parameters and nutrients uptake with canola (*Brassica napus* L.) yield and yield contribution at different nutrients availability. Pakistan Journal of Biological Science 11: 845-853.