تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر صفات مورفولوژیک و عملکرد کلزای پاییزه به عنوان کشت دوم پس از برنج در رشت

محمد ربیعی[1*] و مریم رجبیان[2]

تاریخ دریافت: 90/6/14 تاریخ پذیرش: 90/10/20

1- پژوهشگر مؤسسه تحقیقات برنج کشور

2- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

* مسئول مکاتبه : E-mail: Rabiee_md@yahoo.co.uk

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر صفات مورفولوژیک و عملکرد کلزای پاییزه به عنوان کشت دوم پس از برنج در رشت، آزمایشی دو ساله به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار طی سال‌های زراعی 83-1382 و 84-1383 در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در شهرستان رشت به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایشی شامل سیستم‌های خاک ورزی در 3 سطح (بدون خاک ورزی، خاک ورزی حداقل و خاک‌ورزی متداول) و مدیریت بقایای برنج در 2 سطح (خارج نمودن بقایا و باقی گذاشتن بقایا) بود. صفات مورد ارزیابی شامل زمان شروع گلدهی، طول دوره رویش، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، فاصله اولین شاخه فرعی خورجین دار تا زمین، طول خورجین، عملکرد دانه و وزن خشک علف‌های هرز (20 و 40 روز پس از کاشت) بود. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که میان سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی از نظر تمامی صفات مورد ارزیابی به جز طول خورجین، تفاوت معنی‌داری وجود داشت. مدیریت بقایای برنج تنها بر صفاتی همچون زمان شروع گلدهی، طول دوره رویش و وزن خشک علف‌های هرز (40 روز پس از کاشت) اثر معنی‌داری گذاشت. علاوه بر این، هیچ یک از صفات مورد بررسی به اثر متقابل فاکتورهای مورد بررسی، واکنش معنی‌داری نشان ندادند. بالاترین میزان عملکرد دانه با میانگین 2278 کیلوگرم در هکتار به تیمار خاک‌ورزی متداول و خارج نمودن بقایا مربوط بوده و کمترین مقدار این صفت نیز با میانگین 1342 کیلوگرم در هکتار به تیمار بدون خاک‌ورزی و باقی گذاشتن بقایا اختصاص داشت. تیمار خاک‌ورزی متداول نیز از نظر عملکرد دانه، تفاوت معنی‌داری را با تیمار خاک‌ورزی حداقل نشان نداد. بر مبنای تجزیه و تحلیل اقتصادی، به نظر می رسد که سیستم خاک‌ورزی حداقل در شرایط وجود یا عدم وجود بقایا دارای مزیت‌هایی در مقایسه با سیستم خاک‌ورزی متداول است که کاربرد آن را توجیه می کند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه و تحلیل اقتصادی، سیستم‌های خاک‌ورزی، عملکرد دانه، کلزا، مدیریت بقایا.

Effect of Tillage Systems and Rice Residue Management on Morphological Traits and Yield of Winter Rapeseed (*Brassica napus* L.) as Second Crop after Rice in Rasht

M Rabiee[1*] and M Rajabian[2]

Received: 05 September 2011 Accepted: 10 January 2012
[1]Researcher, Rice Research Institute of Iran
[2]Former MSc Student in Agronomy, Fac. of Agriculture, Univ. of Guilan
*Corresponding author: E-mail: Rabiee_md@yahoo.co.uk

Abstract

In order to evaluate the effects of tillage systems and rice residue management on morphological traits and yield of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) as second crop after rice in Rasht, a factorial experiment was conducted using randomized complete block design with 3 replications at Rice Research Institute of Iran (RRII, in 2003-2004 and 2004-2005 growing seasons. The experimental factors were tillage systems at 3 levels (T_0: no tillage, T_1: minimum tillage and T_2: conventional or complete tillage) and rice residue management at 2 levels (R_0: without residue and R_1: with residue). The evaluated traits were time of flowering initiation, days to maturity, plant height, secondary branches number per plant, height of the lowest pod bearing branch, pod length, grain yield and dry weight of weeds (20 and 40 days after planting). The results of this experiment showed that there was a significant difference between tillage systems in terms of all the evaluated traits except pod length. Rice residue management had significant effects only on initiation of flowering, days to maturity and dry weight of weeds (40 days after planting). In addition, none of the traits showed significant response to the interaction of evaluated factors. The highest amount of grain yield with average of 2278 $kg.ha^{-1}$ was related to conventional tillage system without residue treatment and the lowest amount of this trait with average of 1342 $kg.ha^{-1}$ was obtained from no tillage system with residue treatment. Conventional tillage system treatment showed no significant difference with minimum tillage in terms of grain yield. Based on economical analysis, it seems that the minimum tillage treatment with or without residue have some advantageous compared with conventional tillage system which justifies its application.

Keywords: Economical analysis, Grain yield, Rapeseed, Residue management, Tillage systems

مقدمه

کلزا پس از سویا و نخل روغنی، سومین منبع تولید روغن گیاهی در جهان به شمار رفته و حدود 14/7 درصد از کل روغن گیاهی مصرفی دنیا را تأمین می کند (یساری و همکاران 2008). یکی از مشکلات عمده کشت دوم کلزا در شالیزار، تهیه و آماده‌سازی زمین که شامل مدیریت بقایای برنج و عملیات خاک-ورزی جهت کاشت کلزا است، می باشد. مدیریت بقایای گیاهی در حفاظت آب و خاک، اهمیت بسزایی داشته و علاوه بر این، تعیین تیمارهای خاک‌ورزی مناسب به همراه مدیریت بقایا در اراضی شالیزاری از ضرورت-های دستیابی به عملکرد بالا در کشت دوم کلزا پس از برنج است که باید مورد توجه قرار گیرد. عدم امکان آماده نمودن بموقع زمین شامل شخم و دیسک به دلیل وضعیت ویژه خاک در اراضی شالیزاری و بالا بودن هزینه آماده سازی زمین، از جمله مشکلات پیش روی توسعه کشت دوم کلزا پس از برنج می باشد. علاوه بر این، کشت دو محصول در یک سال، مستلزم نوعی کاهش خاک‌ورزی به دلیل محدودیت زمانی برای تهیه بستر محصول دوم است.

نظام‌های خاک ورزی شدید برای نیل به حداکثر عملکرد، منجر به کاهش چشمگیر در مواد آلی خاک، فعالیت‌های آنزیمی و در نهایت، کیفیت خاک می شوند (بایر و همکاران 2001 ومرابت 2002). علاوه بر این، عملیات خاک ورزی ممکن است از طریق تخریب ساختمان خاک، ریز کردن خاک دانه ها ومسدود نمودن آبراه های طبیعی، باعث کاهش نفوذ و قابلیت نگهداری آب و در نهایت ایجاد فرسایش شود. امروزه، روش‌های بدون خاک‌ورزی یا خاک‌ورزی حداقل که معمولاً همراه با بر جای ماندن مقداری بقایای گیاهی بر سطح خاک است، به منظور کاهش فرسایش خاک، بهبود خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک (کلیک و همکاران 2011)، بهبود راندمان مصرف و افزایش نفوذ آب، کاهش نیروی کار، سوخت و استهلاک ماشین آلات کاربرد دارد (گجری و همکاران 2004). وجود بقایای گیاهی در سطح خاک سبب کاهش ضربات ناشی از برخورد قطرات باران به سطح خاک و همچنین کاهش سرعت رواناب ها (همت زاده و همکاران 1388) و اثرات مخرب آن ها بر خاک می شود (کروپینسکی و همکاران 2005). مخلوط شدن بقایا با خاک همچنین سبب بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک (حجازی و همکاران 2010)، حفظ حاصلخیزی و رطوبت خاک و کاهش تبخیر بیش از حد می شود. علاوه بر این، بقایای گیاهی می تواند سبب کاهش تغییر اقلیم جهانی از طریق جدا کردن محتویات کربن آلی خاک و جبران انتشار دی اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه ای شود (ویلهلم و ورتمن 2004).

فولادی وند و همکاران (2009) در بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد کلزا به این نتیجه رسیدند که بالاترین میزان عملکرد دانه به تیمار خاک‌ورزی متداول اختصاص داشت. آن ها کمترین مقدار عملکرد دانه را نیز به سیستم بدون خاک-ورزی مربوط دانستند. برزعلی و همکاران (1382) در تحقیقات خود بر روی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا به این نتیجه رسیدند که بالاترین میزان عملکرد دانه به سیستم بدون خاک-ورزی کلش دار (باقی ماندن بقایا) اختصاص داشت. آن ها علت را به بیشتر بودن وزن هزار دانه در اثر افزایش قدرت حفظ رطوبت خاک در این سیستم خاک‌ورزی نسبت دادند. علاوه بر این، آن ها بیان نمودند که میان سیستم‌های خاک‌ورزی از نظر تعداد روزها از کاشت تا گلدهی و رسیدگی، تفاوت معنی‌داری وجود داشته و سیستم بدون خاک‌ورزی کلش دار، مدت زمان بیشتری را تا حصول به این مراحل طی نمود.

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر صفات مورفولوژیک و عملکرد کلزای پاییزه به عنوان کشت دوم پس از برنج در شهرستان رشت انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال‌های زراعی 84-1382 در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در 5 کیلومتری شهرستان رشت با طول و عرض جغرافیائی به ترتیب 51 درجه و 3 دقیقه شرقی و 37

درجه و 16 دقیقه شمالی از نصف النهار گرینویچ و با ارتفاع 7- متر از سطح دریای آزاد به اجرا درآمد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در 3 تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایشی شامل سیستم‌های مختلف خاک ورزی در 3 سطح (T0: بدون خاک ورزی، T1: حداقل خاک‌ورزی (یک بار روتیواتور در عمق 15-10 سانتی‌متری) وT2: خاک ورزی متداول (شخم با گاوآهن برگردان دار در عمق 30 سانتی متری+ روتیواتور)) و مدیریت بقایای برنج در 2 سطح (R0: خارج نمودن بقایا وR1: باقی گذاشتن بقایا) بود.

قبل از اجرای آزمایش، از خاک مزرعه در عمق 30-0 سانتی متر نمونه برداری شد و ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه بخش خاک و آب مؤسسه تحقیقات برنج کشور تعیین گردید (جدول 1). میزان بارندگی سالیانه بر مبنای میانگین 10 ساله در منطقه مورد آزمایش برابر با 1330 میلی متر می باشد. جدول 2، مشخصات آب و هوایی ایستگاه مؤسسه تحقیقات برنج کشور طی دوره رشد کلزا در سال های زراعی 83-1382 و 84-1383 را نشان می-دهد.

پس از برداشت برنج، عملیات آماده سازی زمین شامل روش های مختلف شخم، احداث زهکش، استفاده از علف کش ترفلان به میزان سه لیتر در هکتار و افزودن کودهای پایه به میزان 150 کیلوگرم فسفات آمونیوم،150 کیلوگرم سولفات پتاسیم و یک سوم کود اوره، به میزان 100 کیلوگرم در هکتار انجام گرفت. به منظور فراهم ساختن امکان تردد تراکتور در عملیات خاک ورزی، 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، کف بر (از ناحیه طوقه گیاه) و از آن خارج شده و در سه کرت باقی مانده، بقایای برنج (کاه بن) با ارتفاع حدود 35-30 سانتی متر باقی گذاشته شدند. در هر تکرار، برای دو کرت هیچ گونه عملیات خاک‌ورزی صورت نگرفت، دو کرت، یک بار با روتیواتور (عرض کار 1/10 متر و عمق کار 15-10 سانتی متر) شخم زده شده (حداقل خاک ورزی) و دو کرت دیگر با گاوآهن برگردان دار دو خیشه (عرض کار 60 سانتی‌متر و عمق کار 30 سانتی متر) شخم و سپس دو بار روتیواتور زده شدند (خاک ورزی متداول). فواصل بین تیمارها یک متر و بین تکرارها نیز معادل سه متر در نظر گرفته شد. کاشت کلزا به صورت دست پاش در اواخر مهر ماه انجام شده و میزان بذر نیز بر حسب 10 کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. رقم کلزای مورد استفاده، هایولا 308 بود. پس از کاشت کلزا و در مرحله شش برگی، برای کنترل علف‌های هرز باریک برگ، از علف کش گالانت به میزان سه لیتر در هکتار استفاده شد. کود اوره به صورت سرک، قبل از شروع ساقه رفتن و قبل از گلدهی، هربار به میزان 100 کیلوگرم در هکتار مورد استفاده قرار گرفت. لازم به ذکر است که در سال اول علاوه بر مصرف کود نیتروژن یکسان، با احتساب 3225 کیلوگرم بقایای گیاهی در هکتار و ضریب تثبیت نیتروژن توسط بقایای گیاهی برابر 0/01 وزن بقایا، مقدار نیتروژن لازم برای جبران آلی شدن آن محاسبه و به تیمارهای حاوی بقایای گیاهی اضافه شد (معادل 32/25 کیلوگرم در هکتار به هر یک از تیمارهای حاوی بقایا). در سال دوم آزمایش به علت برش از ارتفاع پایین تر ساقه‌های برنج، مقدار بقایای گیاهی به حدود 1200 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 ماه (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. به منظور محاسبه عملکرد دانه، هشت متر مربع از وسط هر تیمار برداشت و خرمنکوبی، بوجاری و توزین تیمارها انجام گرفت. محاسبه عملکرد دانه براساس رطوبت ده درصد انجام گرفت. جهت اندازه گیری صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته،

فاصله اولین شاخه فرعی خورجین دار تا زمین و طول خورجین، تعداد ده بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و این صفات در آنها اندازه گیری شده ومیانگین آنها به عنوان صفت مورد نظر ثبت گردید. به منظور اندازه گیری وزن خشک علف های هرز 20 و 40 روز پس از بذرپاشی (مراحل رشدی 1/02 و 1/05 بر اساس جدول کدبندی سیلوستر-برادلی و میکپیس)، به طور جداگانه در چهار نقطه از هر کرت، کادر چوبی مربعی (در ابعاد 1 متر) انداخته و علف های هرز موجود در آن ها، جمع آوری شده و پس از قرار دادن در آون در دمای 75 درجه سانتی گراد به مدت 48 ساعت، وزن خشک آن ها محاسبه گردید. تجزیه واریانس داده ها برای کلیه صفات با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام گرفت. قبل از انجام تجزیه مرکب به منظور اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده گردید. تجزیه مرکب نیز با فرض تصادفی بودن سال و ثابت بودن تیمارهای آزمایشی برای صفات مورد نظر صورت گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب و همچنین مقایسه میانگین اثرات اصلی و اثرات متقابل تیمارها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال 5 % انجام گرفته و برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

جدول 1- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

عمق (cm)	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته کل اشباع	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	بافت خاک
0-30	1/2	7/4	1/9	0/187	26/7	224	10	42	48	سیلتی-رسی

جدول 2- اطلاعات هواشناسی ایستگاه هواشناسی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت برای دوره رشد کلزا در سال‌های 1383-1382 و 1384-1383.

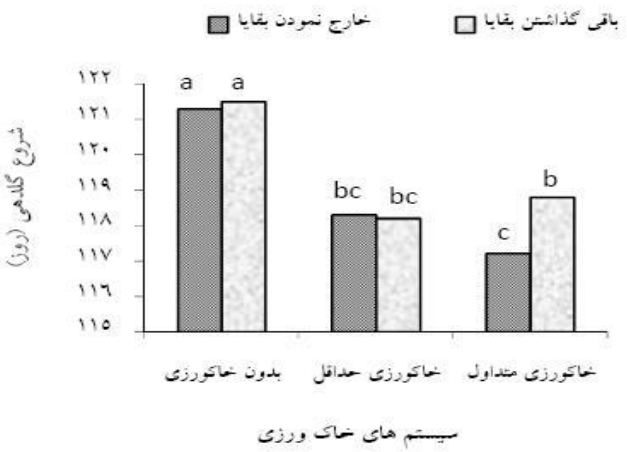
ماه	مجموع ساعات آفتابی		مجموع نزولات (میلی متر)		دما (درجه سانتیگراد)			
					1383-4		1382-3	
	1383-4	1382-3	1383-4	1382-3	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه
آبان	104/1	104/1	136/5	159/1	20/4	11/7	19/5	11
آذر	141/1	90/9	243/2	263/4	14	3	14/5	6/8
دی	130	112/1	188/6	58/2	12/6	2/5	14/9	4/4
بهمن	81/6	135/3	256/9	55/9	8/3	0/6	16	5/4
اسفند	106/2	79/3	50/1	172/4	15/4	5	13/3	5/6
فروردین	153	218/2	97	164/4	17/9	7/1	19/7	8/2
اردیبهشت	141/7	118/6	53/5	77/2	22/4	13/9	21/7	13/6
خرداد	234/9	232/5	54/4	70/9	27/6	18/3	26	16/8
میانگین					17/32	7/76	18/2	8/97
مجموع	1092/6	1091	1080/2	1021/5				

نتایج و بحث

شروع گلدهی

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده ها نشان داد که تأثیر سال، مدیریت بقایای گیاهی، سیستم‌های خاک-ورزی و همچنین اثر متقابل سال و مدیریت بقایا بر شروع گلدهی، معنی‌داربود (جدول 3). سال دوم آزمایش نسبت به سال اول، مدت زمان بیشتری را تا مرحله گلدهی دارا بود (جدول 4). دلیل این امر را می-توان این گونه بیان نمود که وقوع برف سنگین در سال دوم اجرای آزمایش که به مدت سه هفته از 19 بهمن الی 10 اسفند مزرعه را پوشانده بود، باعث تأخیر 20 روزه زمان گلدهی نسبت به سال اول شد. تیمار باقی گذاشتن بقایا نسبت به تیمار خارج نمودن بقایا، دارای برتری بود (جدول 4). علت این امر را می توان این گونه بیان نمود که وجود بقایا سبب ایجاد ناهمواری و عدم یکنواختی در خاک، کاهش سطح تماس بذر با خاک و همچنین کاهش دمای خاک شده و در نهایت میانگین تعداد روزهای از کاشت تا گلدهی در تیمار باقی گذاشتن بقایا افزایش یافت. در میان سیستم‌های خاک‌ورزی نیز، سیستم بدون خاک‌ورزی در مقایسه با سیستم‌های خاک‌ورزی حداقل و متداول که در یک گروه آماری قرار گرفتند، تعداد روزهای بیشتری را تا مرحله گلدهی دارا بود (جدول 4). تحقیقات نشان داده است که در خاک-هایی که خاک‌ورزی روی آن ها انجام می گیرد، به علت جابجایی ذرات خاک، تراکم خاک کاهش یافته و نفوذ و گسترش ریشه‌ها بیشتر است (گجری و همکاران 2004). احتمالاً گسترش بیشتر ریشه‌ها در سیستم‌های خاک-ورزی متداول و حداقل، سبب افزایش دسترسی به عناصر غذایی خاک در این سیستم ها شده و در نهایت، مرحله رشد رویشی در آن ها زودتر کامل گشته و بوته‌ها سریعتر وارد فاز زایشی شده اند.

اثر متقابل سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایا بر زمان شروع گلدهی، معنی‌دار نبود (جدول 3). بیشترین میزان این صفت مربوط به تیمار باقی گذاشتن بقایا و بدون خاک‌ورزی بود (121/5 روز)، اگرچه تفاوت معنی‌داری را با تیمار خارج نمودن بقایا و بدون خاک‌ورزی (121/3 روز) نشان نداد (شکل 1).



شکل 1- اثر متقابل سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر شروع گلدهی (روز)

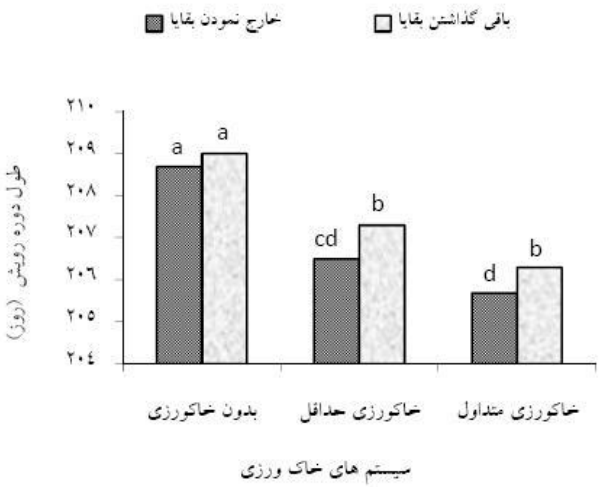
طول دوره رویش

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده ها نشان داد که اثر سال، مدیریت بقایای گیاهی و سیستم‌های خاک-ورزی بر طول دوره رویش، معنی‌دار بود (جدول 3). سال دوم آزمایش نسبت به سال اول، طول دوره رویش بیشتری را دارا بود (جدول 4). به نظر می رسد که گلدهی و خورجین دهی دیرتر بوته ها در سال دوم نسبت به سال اول (به دلیل وجود دماهای خنک تر در اوایل فصل رشد) (فرجی 1389) سبب طولانی تر شدن فاصله زمانی کاشت تا گلدهی و خورجین دهی و در نهایت، رسیدگی بوته ها شده است. به عبارت دیگر، خنک تر بودن شرایط میکروکلیمایی داخل تاج پوشش گیاهی در سال دوم، سبب تأخیر رشد و نمو، طول دوره گلدهی و در نهایت، طول دوره رویش شد. تیمار باقی گذاشتن بقایا نسبت به تیمار خارج نمودن بقایا، مدت زمان بیشتری را از کاشت تا رسیدگی طی نمود.

در میان سیستم‌های خاک‌ورزی نیز، سیستم بدون خاک‌ورزی نسبت به سیستم‌های خاک‌ورزی حداقل و متداول، مدت زمان بیشتری را از کاشت تا رسیدگی طی نمود. در سیستم 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 ریشه ها و از سوی دیگر، ایجاد مقاومت در مقابل توسعه و نفوذ

ریشه ها می شود، بنابراین، به نظر می رسد که توسعه کمتر ریشه‌ها در بوته‌های مربوط به تیمارهای بدون خاک‌ورزی ، سبب کاهش شدت تنفس ریشه ها و کاهش دسترسی آن ها به عناصر غذایی شده و در نهایت، طول دوره رویش در این سیستم کاهش یافت (کاسل 1995). علاوه بر این، افزایش نفوذپذیری و رطوبت (اسکندری 1382) و کاهش دمای خاک در سیستم بدون خاک‌ورزی (برزعلی و همکاران 1382) را می توان دلیل دیگر افزایش طول دوره رسیدگی در این سیستم دانست.

بالاترین طول دوره رویش به تیمار باقی گذاشتن بقایا و بدون خاک‌ورزی اختصاص داشت (209 روز)، اگرچه تفاوت معنی‌داری را با تیمار خارج نمودن بقایا و بدون خاک‌ورزی (208/7 روز) نشان نداد (شکل 2).

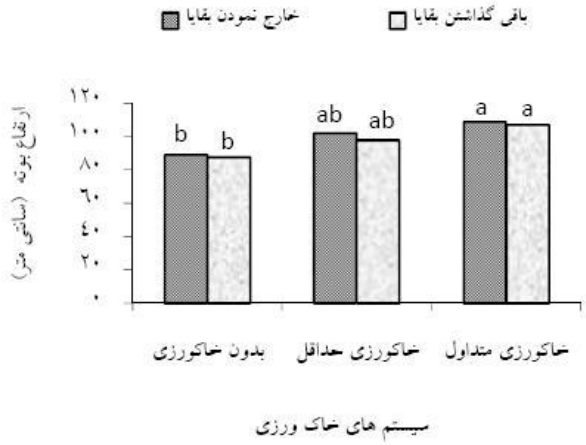


شکل 2- اثر متقابل سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر طول دوره رویش (روز)

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده ها نشان داد که تنها میان سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی از نظر ارتفاع بوته، تفاوت معنی وجود داشته (جدول 3) و سیستم خاک‌ورزی متداول نسبت به تیمارهای دیگر دارای برتری بود، اگرچه سیستم خاک‌ورزی حداقل نیز همراه با سیستم خاک‌ورزی متداول در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول 4). به نظر می رسد که ایجاد بستر مناسب، زمینه رشد و استفاده بهتر از پارامترهای اقلیمی در سیستم خاک‌ورزی متداول، سبب افزایش ارتفاع بوته در این تیمار شده باشد. علاوه بر این، دلیل کاهش ارتفاع بوته در سیستم بدون خاک‌ورزی را نیز می‌توان این گونه توجیه نمود که افزایش وزن مخصوص خاک و کمتر بودن خلل و فرج و تراکم بیشتر خاک از یک سو موجب کاهش انتشار اکسیژن در منافذ خاک و اختلال در تنفس ریشه ها گردیده وباعث ایجاد مقاومت در مقابل توسعه و نفوذ ریشه ها می شود. بنابراین، به نظر می رسد که توسعه کمتر ریشه در بوته‌های مربوط به سیستم بدون خاک‌ورزی، سبب کاهش شدت تنفس ریشه ها و کاهش دسترسی آن ها به عناصر غذایی شده و در نتیجه رشد ریشه ها و عمق آن ها، کاهش یافته است. فولادی وند و همکاران (2009) و امیدی و همکاران (1384) نیز در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که میان سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری وجود داشته و سیستم خاک‌ورزی متداول از این نظر دارای برتری بود.

اثر مدیریت بقایا و همچنین اثر متقابل سیستم-های خاک‌ورزی و مدیریت بقایا بر ارتفاع بوته، معنی‌دار نبود (جدول 3). بیشترین میزان ارتفاع بوته به تیمار خارج نمودن بقایا و خاک‌ورزی متداول اختصاص داشت، (108/9 سانتی متر)، اگرچه تفاوت معنی‌داری را با تیمار باقی گذاشتن بقایا و خاک‌ورزی متداول (107/1 سانتی متر) نشان نداد (شکل 3).



شکل 3- اثر متقابل سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر ارتفاع بوته (سانتی متر)

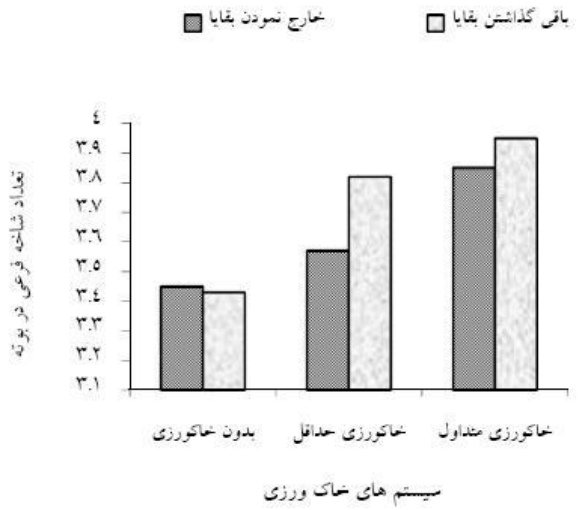
تعداد شاخه فرعی در بوته

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده ها نشان داد که اثر سال و سیستم‌های خاکورزی بر تعداد شاخه فرعی در بوته، معنی‌دار بود (جدول 3). سال اول آزمایش نسبت به سال دوم برتری داشت (جدول 4). دلیل افزایش تعداد شاخه فرعی در سال اول آزمایش را می توان این گونه توجیه نمود که شرایط نامناسب آب و هوایی که در نتیجه بارندگی بیشتر و برخورداری از ساعات آفتابی کمتر خصوصاً در اوایل فصل رشد زراعی حادث شده بود، منجر به سبز شدن کمتر بذور و کاهش تعداد بوته در واحد سطح در سال اول گردید. کاهش تعداد بوته در متر مربع در نهایت سبب افزایش تعداد شاخه فرعی شد. کلزا از جمله گیاهانی است که دارای قدرت تراکم پذیری بالایی بوده و در تراکم های کمتر با توجه به بیشتر بودن فضا جهت رشد گیاه، بوته ها می توانند با افزایش شاخه دهی، فاصله های بین خود را پر نمایند. علاوه بر این، سیستم خاکورزی متداول در مقایسه با سیستم‌های خاکورزی حداقل و بدون خاکورزی، دارای تعداد شاخه بیشتری بوده و تفاوت معنی‌داری را با سیستم بدون خاکورزی نشان داد (جدول 4). به نظر می رسد که کاهش ارتفاع و جذب مواد غذایی و در نتیجه کاهش منابع محیطی اختصاص یافته به جوانه‌های رویشی جانبی (افتخاری و همکاران 1384) در سیستم بدون خاک ورزی از عمده ترین دلایل کمتر شدن تعداد شاخه های فرعی آن نسبت به سیستم‌های خاک ورزی معمول و حداقل باشد.

بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته به تیمار باقی گذاشتن بقایا و خاکورزی متداول اختصاص داشت (3/95 عدد)، اگرچه تفاوت معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان نداد (شکل 4).

فاصله اولین شاخه فرعی خورجین دار تا زمین

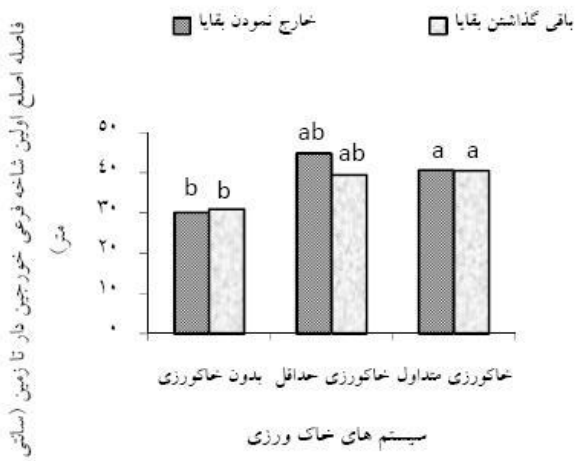
نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده ها نشان داد که اثر سال و سیستم‌های خاکورزی بر فاصله اولین شاخه فرعی خورجین دار تا زمین، معنی‌دار بود (جدول 3). سال دوم آزمایش نسبت به سال اول، دارای برتری



شکل 4- اثر متقابل سیستم‌های خاکورزی و مدیریت بقایای برنج بر تعداد شاخه فرعی در بوته

بود (جدول 4). دلیل افزایش فاصله اولین شاخه فرعی خورجین دار تا زمین در سال دوم آزمایش را شاید بتوان به مناسب بودن شرایط آب و هوایی و در نتیجه استفاده بهتر از پارامترهای اقلیمی نسبت داد. علاوه بر این، این فاصله در سیستم خاکورزی حداقل در مقایسه با سیستم‌های خاکورزی متداول و بدون خاکورزی بیشتر بود، اگر چه میان دو سیستم خاک-ورزی حداقل و متداول، تفاوت معنی‌داری از این نظر دیده نشد (جدول 4). با توجه به بیشتر بودن تعداد بوته در سیستم‌های خاکورزی متداول و حداقل در مقایسه با سیستم بدون خاکورزی (به دلیل وجود بستر هموار و یکنواخت برای جوانه زنی و سبز شدن بذور کلزا)، دلیل افزایش فاصله اولین شاخه فرعی خورجین دار در این سیستم ها را می توان این گونه توجیه نمود که در تراکم‌های بالاتر، گیاه مواد پرورده تولیدی خود را صرف قسمت رویشی کرده تا به تابش بیشتری دسترسی یابد و از طرفی به علت سایه اندازی شاخه و برگ‌های گیاه، خورجین‌های تشکیل شده در شاخه‌های پایینی، سقط شده و از بین می رود. در نتیجه، ارتفاع اولین شاخه فرعی خورجین دار تا زمین، افزایش می یابد که صفتی مطلوب در برداشت مکانیزه کلزا با کمباین محسوب می شود (امیدی و همکاران 1384).

بیشترین فاصله اولین شاخه فرعی خورجین دار تا زمین به تیمارخارج نمودن بقایا و خاک‌ورزی حداقل اختصاص داشت (45 سانتی متر)، اگرچه تفاوت معنی‌داری را با تیمارهای باقی گذاشتن بقایا و خاک-ورزی متداول (40/6 سانتی متر)، خارج نمودن بقایا و خاک‌ورزی متداول (40/7 سانتی متر) و باقی گذاشتن بقایا و خاک‌ورزی حداقل (39/5 سانتی متر) نشان نداد (شکل 5).

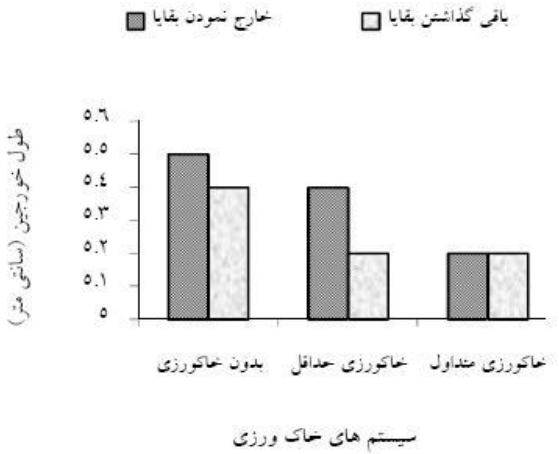


شکل 5- اثر متقابل سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر فاصله اولین شاخه فرعی خورجین دار تا زمین (سانتی متر)

طول خورجین

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده ها نشان داد که اثر سال، تیمارهای مختلف خاک‌ورزی، مدیریت بقایا و اثر متقابل این فاکتورها بر طول خورجین، معنی‌دار نبود (جدول 2). دلیل عدم تفاوت معنی‌دار میان تیمارها از نظر طول خورجین را می توان به وابستگی بالای این صفت به ساختار ژنتیکی و تأثیرپذیری کم آن از شرایط محیطی نسبت داد (خوشنام 1386).

بیشترین مقدار طول خورجین به تیمار خارج نمودن بقایا و بدون خاک‌ورزی (5/5 سانتی متر) اختصاص داشت، اگرچه تفاوت معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان نداد (شکل 6).



شکل 6- اثر متقابل سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر طول خورجین (سانتی متر)

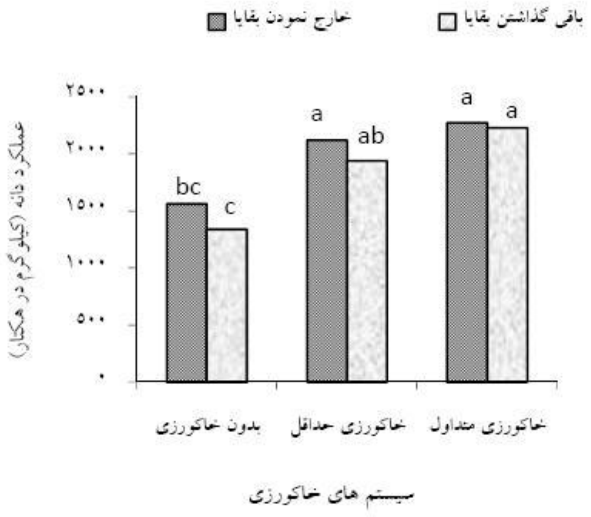
عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده ها نشان داد که میان اثرات سال، سیستم‌های خاک‌ورزی و اثر متقابل آن ها از نظر عملکرد دانه، تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول 3). بالاترین میزان عملکرد دانه به تیمار خارج نمودن بقایا و خاک‌ورزی متداول اختصاص داشت (2278 کیلوگرم در هکتار)، اگرچه تفاوت معنی-داری را با تیمارهای باقی گذاشتن بقایا و خاک‌ورزی متداول (2232 کیلوگرم در هکتار) و خارج نمودن بقایا و خاک‌ورزی حداقل (2124 کیلوگرم در هکتار) نشان نداد (شکل 7). سال دوم آزمایش نسبت به سال اول و تیمار خاک‌ورزی متداول وحداقل به ترتیب نسبت به تیمار بدون خاک‌ورزی دارای برتری معنی‌داری بودند (جدول 4). شرایط مناسب آب و هوایی که در نتیجه بارندگی کمتر و برخورداری از ساعات آفتابی بیشتر خصوصاً در اوایل فصل رشد زراعی حادث شده بود، منجر به سبز شدن بیشتر بذور و افزایش تعداد بوته در واحد سطح گردیده که آن را می توان از دلایل اصلی افزایش عملکرد در سال دوم آزمایش ذکر نمود (جدول2). کاهش عملکرد در سیستم بدون خاکورزی را میتوان به فشردگی خاک و فراهم نبودن شرایط مناسب برای رشد ریشه نسبت داد، زیرا این فشردگی به کاهش تراکم طول ریشه منجر شده، رشد آن را تحت تأثیر قرار داده و در نتیجه ریشه نمی تواند آب و مواد غذایی

را به خوبی جذب نماید (محمدی و همکاران 1388). بنابراین، دلیل افزایش عملکرد دانه در سیستم‌های خاک-ورزی متداول و حداقل در مقایسه با بدون خاک‌ورزی را می توان به بهبود ساختمان خاک، وضعیت بهتر استقرار گیاهان، تراکم بیشتر بوته، توسعه بیشتر سیستم ریشه ای در عمق خاک و جذب بهتر عناصرغذایی نسبت داد (موتا و همکاران 2002). از سوی دیگر، با توجه به این که افزایش ارتفاع بوته کلزا با تشکیل محور گل آذین بلندتر و تعداد گل و خورجین بیشتر همراه می باشد (ربیعی و همکاران 1383)، ممکن است وجود ساقه‌های طویل تر در سیستم‌های خاک-ورزی متداول و حداقل در مقایسه با سیستم بدون خاک‌ورزی ، سبب افزایش فتوسنتز در گیاه و در نتیجه، موجب افزایش عملکرد گیاه شده باشد. با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار بین سیستم‌های خاک‌ورزی متداول و حداقل ،به نظر می رسد که روش خاک ورزی حداقل در هر دو حالت خارج نمودن و باقی ماندن بقایا در مزرعه به دلیل مزایایی همچون سهولت کار، تسریع در کاشت، استقرار زودتر گیاه، کاهش مصرف انرژی و نیاز به سرمایه گذاری کمتر در خرید ماشین آلات، به عنوان یک روش مناسب تهیه بستر بذر خصوصاً در اراضی شالیزاری با بافت سنگین در استان گیلان قابل توصیه می باشد. بوناری و همکاران (1995) نیز کاهشی معادل 55 درصد در میانگین زمان عملیات تهیه زمین و کاشت و صرفه جویی در مصرف سوخت و انرژی را در سیستم خاک ورزی حداقل نسبت به خاک ورزی متداول اعلام نمودند.

نتایج تجزیه واریانس مرکب بقایای گیاهی نشان داد که بین تیمارهای خارج نمودن و باقی گذاشتن بقایای گیاهی، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اگر چه تیمار خارج نمودن بقایا نسبت به تیمار باقی گذاشتن بقایا، دارای برتری بود (جدول 4).

تیمار خاک ورزی متداول و خارج نمودن بقایا، بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد که با تیمار خاک ورزی متداول و باقی ماندن بقایا و تیمار خاک ورزی حداقل و خارج نمودن بقایا در یک گروه قرار داشتند (شکل 7). بنا بر این به نظر می رسد که در هر دوحالت باقی گذاشتن بقایا و یا خارج نمودن آن از مزرعه، به شرط اجرای عملیات خاک ورزی، حداکثر عملکرد دانه به دست خواهد آمد. با توجه به گرمای نسبی خاک شالیزار و فراهم بودن رطوبت کافی در زمان برداشت برنج که مصادف با اواخر مرداد و اوایل شهریور می باشد، امکان تجزیه بقایای برنج از برداشت برنج تا کاشت کلزا (اوایل آبان) فراهم شده و در نتیجه وجود یا عدم وجود بقایا تاثیر معنی داری بر عملکرد کلزا نداشته، ضمن آنکه در هزینه های مربوط به بریدن و خارج کردن بقایای برنج صرفه جویی به عمل خواهد آمد و در دراز مدت در افزایش مواد آلی خاک مؤثرمی باشد.



شکل 7- اثر متقابل سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)

جدول 3- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در گیاه کلزا در سال‌های زراعی 3-1382 و 4-1383

		میانگین مربعات							
منبع تغییرات	درجه آزادی	زمان سبز شدن	شروع گلدهی	شروع خورجین دهی	طول دوره رویش	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته	فاصله اولین شاخه فرعی خورجین دار تا زمین	طول خورجین
سال	1	2/777 *	3520/4**	3580/03**	96/694*	176/ 491 ns	3/004**	730/801 *	0/397 ns
سال/تکرار	4	0/306	3/778	5/139	4/889	132/785	0/038	47/943	0/252
مدیریت بقایا	1	1/000 ns	2/778 *	12/250**	3/361**	56/025 ns	0/111ns	21/778 ns	0/041 ns
مدیریت بقایا × سال	1	0/111 ns	2/778 *	0/028 ns	0/028 ns	42/445 ns	0/111 ns	14/694 ns	0/157 ns
سیستم‌های خاک‌ورزی	2	4/333 *	43/528**	86/583**	25/083**	1148/55 **	0/632*	479/736 **	0/141 ns
سیستم‌های خاک‌ورزی × سال	2	0/111 ns	0/194 ns	0/361 ns	0/028 ns	86/207 ns	0/014 ns	6/104 ns	0/007 ns
مدیریت بقایا × سیستم-های خاک‌ورزی	2	0/333 ns	2/861ns	0/583 ns	0/194 ns	6/987 ns	0/054 ns	35/297 ns	0/055 ns
سال × مدیریت بقایا × سیستم‌های خاک‌ورزی	2	0/111 ns	0/194 ns	0/361 ns	0/028 ns	0/539 ns	0/205 ns	21/144 ns	0/042 ns
خطای آزمایشی	20	0/306	0/578	0/406	0/222	75/184	0/177	19/419	0/060
ضریب تغییرات (درصد)	-	8/09	0/64	0/45	0/23	8/77	11/43	11/65	4/60

*و ** : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد ns : غیرمعنی‌دار

ادامه جدول 3- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در گیاه کلزا در سال‌های زراعی 3-1382 و 4-1383.

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد روغن	وزن خشک علف های هرز (20 روز پس از کاشت)	وزن خشک علف های هرز (40 روز پس از کاشت)	وزن خشک بقایا (40 روز پس از کاشت)	نسبت کربن به نیتروژن
سال	1	4004001**	1663596/8**	517/851**	6656/384**	3551/365**	0/012 ns
سال/تکرار	4	116429/39	27964/279	3/343	64/37	115/352	0/154
مدیریت بقایا	1	208544/44 ns	51861/722 ns	45/423 ns	1084/824**	16272/405**	0/205 ns
مدیریت بقایا × سال	1	900 ns	606/182 ns	1/362 ns	29/736 ns	1649/714**	0/109 ns
سیستم‌های خاک‌ورزی	2	2045788/4**	379991/074**	2434/102**	26521/638**	4675/455**	0/216 ns
سیستم‌های خاک‌ورزی × سال	2	266140/33**	63390/516*	39/228 ns	974/962**	225/679*	0/00006 ns
مدیریت بقایا × سیستم-های خاک‌ورزی	2	26350/78 ns	1741/003 ns	4/972 ns	243/059 ns	1357/96*	0/022 ns
سال × مدیریت بقایا × سیستم‌های خاک‌ورزی	2	3722/33 ns	566/080 ns	2/776 ns	210/332*	209/079 ns	0/096 ns
خطای آزمایشی	20	58811/856	12380/889	12/702	51/816	63/484	0/117
ضریب تغییرات (درصد)	-	12/67	13/50	21/19	12/72	20/28	24/76

*و ** : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد ns : غیرمعنی‌دار

جدول 4- مقایسات میانگین صفات مورد مطالعه گیاه کلزا در تیمارهای آزمایشی طی سال‌های زراعی 3-1382 و 4-1383.

تیمار	شروع گلدهی (روز)	طول دوره رویش (روز)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد شاخه فرعی در بوته	فاصله اولین شاخه فرعی خورجین دار تا زمین (سانتی متر)
سال زراعی					
1382-83	109/3 b	205/6 b	101/1 a	4 a	33/3 b
1383-84	129/1 a	208/9 a	96/6 a	3/4 b	42/3 a
مدیریت بقایای گیاهی					
خارج نمودن بقایا	118/9 b	206/9 b	100/1 a	3/6 a	38/6 a
باقی گذاشتن بقایا	119/5 a	207/6 a	97/6 a	3/7 a	37/1 a
سیستم‌های خاک‌ورزی					
بدون خاک‌ورزی	121/4 a	208/8 a	88/5 b	3/4 b	30/6 b
خاک‌ورزی حداقل	118/3 b	206/9 b	100 a	3/7 ab	42/3 a
خاک‌ورزی متداول	118 b	206 c	108 a	3/9 a	40/7 a

حروف مشترک، نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون توکی است.

ادامه جدول 4- مقایسات میانگین صفات مورد مطالعه گیاه کلزا در تیمارهای آزمایشی طی سال‌های زراعی 3-1382 و 4-1383.

تیمار	طول خورجین (سانتی متر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک علف های هرز (20 روز پس از کاشت) (گرم در متر مربع)	وزن خشک علف های هرز (40 روز پس از کاشت) (گرم در متر مربع)
سال زراعی				
1382-83	5/4 a	1581 b	20/61 a	69/93 a
1383-84	5/2 a	2247 a	13/03 b	42/74 b
مدیریت بقایای گیاهی				
خارج نمودن بقایا	5/3 a	1990 a	17/94 a	61/82 a
باقی گذاشتن بقایا	5/3 a	1838 a	15/70 a	50/84 b
سیستم‌های خاک‌ورزی				
بدون خاک‌ورزی	5/4 a	1455 b	33/22 a	110/6 a
خاک‌ورزی حداقل	5/3 a	2032 a	9/71 b	26/92 b
خاک‌ورزی متداول	5/2 a	2255 a	7/53 b	31/53 b

حروف مشترک، نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون توکی است.

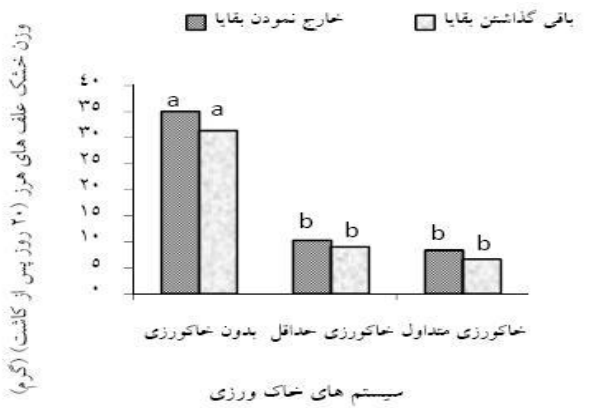
وزن خشک علف‌های هرز (20 روز پس از کاشت)

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده ها نشان داد که اثر سال و سیستم‌های خاک‌ورزی بر وزن خشک علف‌های هرز (20 روز پس از کاشت)، معنی‌دار بود (جدول 3). سال اول آزمایش نسبت به سال دوم، برتری داشت (جدول 4). این امر را شاید بتوان به تعداد بوته کمتر در واحد سطح در سال اول آزمایش نسبت داد که برای علف های هرز مجال رشد و نمو بیشتر را فراهم نمود.

در میان سیستم‌های خاک‌ورزی نیز، سیستم بدون خاک‌ورزی نسبت به سیستم‌های خاک‌ورزی حداقل و متداول که در یک گروه آماری قرار گرفتند، دارای برتری بود (جدول 4). کلمنتس و همکاران (1996) نشان دادند که جمعیت علف‌های هرز با کاهش تراکم گیاه زراعی، افزایش یافته و یک پوشش گیاهی تنک در

مقایسه با یک پوشش متراکم، به هجوم علف‌های هرز حساس تر است. علاوه بر این، یکی دیگر از دلایل افزایش وزن خشک علف‌های هرز در سیستم بدون خاک‌ورزی را می توان به کاهش تراکم گیاه زراعی به دنبال استقرار ضعیف گیاهچه و در نتیجه، هجوم بیشتر علف‌های هرز و بانک بذر بیشتر و همچنین عدم آسیب ریشه آن ها به دلیل زیرو رو نشدن خاک نسبت داد که در نهایت سبب افزایش تراکم (مروات و همکاران 2007) و وزن خشک آن ها شد.

بالاترین وزن خشک علف‌های هرز (20 روز پس از کاشت) به تیمار خارج نمودن بقایا و بدون خاک-ورزی مربوط بود (35/07 گرم در متر مربع)، اگرچه تفاوت معنی‌داری را با تیمار باقی گذاشتن بقایا و بدون خاک‌ورزی (31/36 گرم در متر مربع) نشان نداد (شکل 8).



شکل 8- اثر متقابل سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر وزن خشک علف‌های هرز (20 روز پس از کاشت (گرم در متر مربع)

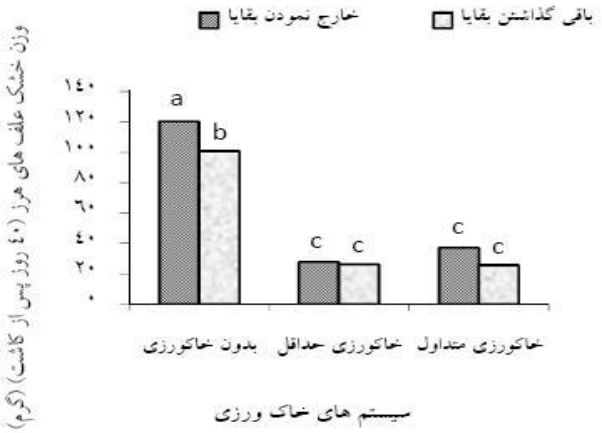
وزن خشک علف‌های هرز (40 روز پس از کاشت)

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده ها نشان داد که به جز اثر مدیریت بقایا در سال و مدیریت بقایا در سیستم‌های خاکورزی، اثر سایر تیمارهای آزمایشی معنی‌دار بود (جدول 3). سال اول آزمایش نسبت به سال دوم، دارای برتری بود (جدول 4). علت این امر را می توان به تعداد بوته کمتر کلزا در واحد سطح در سال اول آزمایش (در نتیجه شرایط نامناسب آب و هوایی) نسبت داد که فرصت بیشتری را جهت رشد علف‌های هرز فراهم نمود. تیمار خارج نمودن بقایا در مقایسه با تیمار باقی گذاشتن بقایا، از برتری معنی‌داری برخوردار بود (جدول 4). با وجود این که در اوایل دوره رشد (20 روز پس از کاشت)، وجود یا عدم وجود بقایای برنج، تأثیری در جوانه زنی و یا تکثیر علف‌های هرز نداشت، اما با گذشت زمان، در تیمارخارج نمودن بقایا، یکنواخت بودن بستر کاشت به علت عاری بودن سطح خاک از کاه و کلش برنج، موجب رشد بیشتر علف‌های هرز در این تیمار نسبت به تیمار باقی گذاشتن بقایا شده و تأثیر آن در 40 روز پس از کاشت، معنی‌دار شده است. علاوه بر این، در تیمار باقی گذاشتن بقایا، جوانه زنی علف‌های هرز به دلیل ترشح یک سری مواد به دنبال تجزیه بقایای گیاهی و اثر سوء آن بر جوانه زنی بذور علف-های هرز، کاهش یافت که در نهایت سبب کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز شد. در میان سیستم‌های خاک‌ورزی نیز، سیستم بدون خاک‌ورزی در مقایسه با سیستم‌های خاک‌ورزی حداقل و متداول که در یک گروه آماری قرار گرفتند، از برتری معنی‌داری برخوردار بود (جدول 4). یکی از عوامل افزایش جمعیت علف های هرز در تیمارهای بدون خاک ورزی، تراکم بوته کمترکلزا می باشد. با توجه به این که خاک‌ورزی یکی از عوامل مؤثر بر وضعیت و موقعیت مکانی بذر علف‌های هرز و در نتیجه تراکم آن ها می باشد (لطیفی و همکاران 1388)، دلیل زیادتر بودن وزن خشک علف‌های هرز در تیمار بدون خاک‌ورزی را می توان به زیر ورو نشدن خاک، افزایش بانک بذر علف‌های هرز و تراکم آن ها نسبت داد که در نهایت، سبب افزایش وزن خشک آن ها شد (کاردینا و همکاران 2002).

بیشترین میزان وزن خشک علف‌های هرز (40 روز پس از کاشت)، به تیمار خارج نمودن بقایا و بدون خاک‌ورزی (120/4 گرم در متر مربع) اختصاص داشت (شکل 9).

تجزیه و تحلیل اقتصادی

به منظور تجزیه و تحلیل اقتصادی تیمارهای آزمایشی و برآورد سود و زیان حاصله، ابتدا هزینه-های پایه زراعت کلزا محاسبه شد (جدول 5). هزینه‌های



شکل 9- اثر متقابل سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج بر وزن خشک علف‌های هرز (40 روز پس از کاشت (گرم در متر مربع)

پایه، شامل هزینه‌هایی است که به طور معمول در طی یک فصل زراعی صرف تولید محصول می شود. در برآورد هزینه‌های پایه که از سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان اخذ گردید، هزینه‌های مربوط به خاک-ورزی در نظر گرفته نشد. در برآورد درآمد حاصل از فروش محصول، با توجه به میانگین عملکرد ذکر شده در هر تیمار، قیمت فروش هر یک کیلوگرم بذر کلزا، 6200 ریال (بر اساس قیمت در سال 89) محاسبه شد.

جدول 6 نشان می دهد که وجود یا خروج بقایای برنج، تأثیر چندانی در سود خالص حاصل از اجرای عملیات خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی نداشته است، در حالی که در سیستم خاک‌ورزی متداول، با وجود بالاتر بودن عملکرد دانه، هزینه عملیات خاک‌ورزی همراه با خارج کردن بقایای برنج در این تیمارها سبب کاهش سود خالص شده است. با توجه به این که سود خالص حاصل از اجرای سیستم خاک‌ورزی حداقل و متداول تفاوت چندانی با یکدیگر نداشتند، به نظر می رسد که سیستم خاک‌ورزی حداقل در هر دو حالت خارج نمودن و باقی گذاشتن بقایای برنج، سیستم خاک‌ورزی مناسبی جهت زراعت کلزا به عنوان کشت دوم پس از برنج باشد.

نتیجه گیری کلی

به طور کلی، نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که کشت کلزا در اراضی شالیزاری منطقه در شرایط خاک‌ورزی حداقل و در حالت باقی گذاشتن بقایای برنج، ضمن تأمین اهداف کشاورزی پایدار به جهت کاهش هزینه‌های تولید، نیروی کار و مصرف انرژی و همچنین، استفاده بهینه از زمان، تردد کمتر ماشین آلات و در نتیجه استفاده بهتر از منابع خاک و افزایش ذخیره رطوبتی، در هر دو حالت باقی گذاشتن و خارج نمودن بقایا، قابلیت جایگزینی با سیستم خاک‌ورزی متداول را در کشت دوم کلزا پس از برنج داشته باشد.

جدول 5- هزینه‌های مربوط به زراعت کلزا (بر حسب ریال) بدون در نظر گرفتن هزینه‌های عملیات خاک‌ورزی

اجاره زمین برای یک فصل زراعی (9 ماه)	یک هکتار	1200000 ریال
بذر	یک کیلوگرم	60000 ریال
کود نیتروژن (اوره)	یک کیلوگرم	450 ریال
کود فسفر (فسفات آمونیوم)	یک کیلوگرم	640 ریال
کود پتاس (سولفات پتاسیم)	یک کیلوگرم	535 ریال
علف کش (ترفلان)	یک لیتر	60000 ریال
علف کش (گالانت)	یک لیتر	60000 ریال
هزینه کارگر	یک روز	150000 ریال
برداشت (شامل: برداشت، جمع کردن، خرمن کوبی و ...)	یک هکتار	1500000 ریال
حفر زهکش (عرض 30 سانتی متر و عمق 35 سانتی متر)	یک متر	610 ریال

جدول 6- بر آورد هزینه‌های عملیات خاک‌ورزی و مدیریت بقایای برنج در کشت دوم کلزا.

مدیریت بقایا	نوع خاک-ورزی	هزینه پایه در هکتار (ریال)	هزینه خروج بقایا در هکتار (ریال)	هزینه خاک-ورزی در هکتار (ریال)	هزینه کل در هکتار (ریال)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درآمد حاصل از فروش در هکتار (ریال)	سود خالص (ریال)
	بدون خاک-ورزی	5901610	0	0	5901610	1342	8320400	2418790
باقی گذاشتن بقایا	خاک‌ورزی حداقل	6261610	0	650000	6911610	1940	12028000	5116390
	خاک‌ورزی متداول	6261610	0	1500000	7761610	2232	13838400	6076790
	بدون خاک-ورزی	6901610	1000000	0	7261610	1568	9721600	2459990
خارج نمودن بقایا	خاک‌ورزی حداقل	7261610	1000000	650000	7911610	2124	13168800	5257190
	خاک‌ورزی متداول	7261610	1000000	1500000	8761610	2278	14123600	5361990

منابع مورد استفاده

اسکندری ا، 1382. اثر روش‌های مختلف خاکورزی و کاشت بر رطوبت خاک و عملکرد نخود در شرایط دیم. مجله نهال و بذر، جلد 19، شماره 4. صفحه‌های 497 تا 511.

افتخاری ع، شیرانی راد ا ح، رضایی ع، صالحیان حح و اردکانی م. ر، 1384. تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز سویا در منطقه ساری، مجله علوم زراعی ایران، جلد 7، شماره 4. صفحه‌های 347 تا 364.

امیدی ح، طهماسبی سروستانی ز، قلاوند ا و مدرس ثانوی ع م،1384. اثر سیستم‌های خاک‌ورزی و فواصل ردیف بر عملکرد دانه و درصد روغن دو رقم کلزا، مجله علوم زراعی ایران، جلد 7، شماره 2. صفحه‌های 97 تا 110.

برزعلی م، جوانشیر ع، شکیبا م ر، مقدم م و نوری نیا ع ع، 1382. اثر روش های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در منطقه گرگان، مجله نهال و بذر، جلد 19، شماره 2. صفحه‌های 173 تا 189.

خوشنام م، 1386. تأثیر فاصله‌های کشت بر دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در کلزا (*Brassica napus* L.). پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان. 86 صفحه.

ربیعی م، کریمی م و صفا ف، 1383. مطالعه اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و صفات زراعی ارقام کلزا به عنوان کشت دوم بعد از برنج در منطقه کوچصفهان، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 35، شماره 1. صفحه‌های 177 تا 187.

فرجی ا، 1389. تعیین واکنش فنولوژی ژنوتیپ‌های بهاره کلزا (*Brassica napus* L.) به تاریخ کاشت، دما و فتوپریود، مجله به زراعی نهال و بذر، جلد 2-26، شماره 1. صفحه‌های 25 تا 41.

لطیفی ن، سیاهمرگویی آ، اکرم قادری ف و یونس آبادی م، 1388. تأثیر روش‌های خاکورزی بر پویایی جمعیت علف‌های هرز در مزرعه پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) کشت شده بعد از کلزا (*Brassica napus*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد 7، شماره 1. صفحه‌های 195 تا 203.

محمدی خ، نبی اللهی ک، آقا علیخانی م و خرمالی ف، 1388. بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاکورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، جلد 16، شماره 4. صفحه‌های 77 تا 91.

همت زاده ی، بارانی ح و کبیر آ، 1388. نقش مدیریت پوشش گیاهی بر میزان رواناب سطحی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کچیک، استان گلستان). مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد 16، شماره 2. صفحه‌های 19 تا 33.

Bayer C, Martin-Neto L, Mielniczuk J, Pillon C N and Sangoi L, 2001. Changes in soil organic matter ftactions under subtropical no-till cropping system. Soil Science Society of America Journal, 65: 1473-1478.

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

Cardina J, Herms C P and Doohan D J, 2002. Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks. Weed Science, 50:448-460.

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

Celik I, Barut ZB, Ortas I, Gok M, Demirbas A, Tulun Y and Akpinar C, 2011. Impacts of different tillage practices on some soil microbiological properties and crop yield under semi-arid Mediterranean conditions. International Journal of Plant Production, 5(3): 237-254.

Clements DR., Benoit DL, Murphy SD and Swanton CJ, 1996. Tillage effects on weed seed return and bank composition. Weed Science,44:314-322.

Hejazi A, Bahrani MJ and Kazemeini SA, 2010. Yield and yield components of irrigated rapeseed-wheat rotation as influenced by crop residues and nitrogen levels in a reduced tillage method. American-Eurasian Journal of Agricultural.&Environmental Science., 8(5):502-507.

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&Environment, 7(3&4):627-633.

Gajri PR, Arora VK and Prihar SS, 2004. Tillage for sustainable cropping. International Book Distributing Co, pp: 12-24.

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

Marwat Kh, Arif B M and Azim Khan M, 2007. Effect of tillage and zinc application methods on weeds and yield of maize. Pakistan Journal of Botany, 39(5): 1583-1591.

Motta AC V, Reeves D W and Touchton JT, 2002. Tillage intensity effects on chemical indicators of soil quality in two coastal plain soils. Communications in Soil Sceience 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.

Wilhelm W and Wortmann CS, 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 AM, Ghole VS, Omid GC 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 Sciences, 11:845-853.