"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و دوم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹

مقاله پژوهشی

اثر روش خاک‌ورزی، شیوه کاشت و میزان کود نیتروژن بر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه کلزا (*Brassica napus* L.) رقم دلگان در گیلان

Effect of tillage system, planting method and nitrogen fertilizer rate on agronomic charachteristics and seed yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.) cv. Dalgan in Guilan, Iran

محمد ربیعی[۱]، مجید مجیدیان[۲]، محمدرضا علیزاده[۳] و مسعود کاوسی[۴]

چکیده

ربیعی، م.، م. مجیدیان، م. ر. علیزاده و م. کاوسی. ۱۳۹۹. اثر روش خاک‌ورزی، شیوه کاشت و میزان کود نیتروژن بر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه کلزا (*Brassica napus*L.) رقم دلگان در گیلان. **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۲ (۴): ۳۴۹-۳۳۵.**

به‌منظور بررسی اثر روش خاک‌ورزی، شیوه کاشت و میزان کود نیتروژن بر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه کلزا رقم دلگان، به‌عنوان کشت دوم بعد از برداشت برنج، آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در اراضی شالیزاری موسسه تحقیقات برنج کشور در شهرستان رشت طی دو سال زراعی (۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷) اجرا شد. در این آزمایش، سه روش خاک‌ورزی (خاک‌ورزی متداول، کم خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی) به‌عنوان کرت‌های اصلی و دو شیوه کاشت (مستقیم و نشاکاری) و چهار مقدار نیتروژن خالص (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای خاک‌ورزی متداول و کم خاک‌ورزی در شیوه کاشت نشایی (به‌ترتیب با میانگین ۳۴۵۸ و ۳۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد دانه را داشتند. شیوه کشت نشایی در تیمار کودی ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن از نظر تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد خورجین در بوته، عملکرد دانه و عملکرد روغن در گروه برتر قرار گرفت. روش کم خاک‌ورزی در تیمار کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۴۱۴۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را دارا بوده و در رتبه اول قرار گرفت. براساس نتایج این آزمایش به‌نظر می‌رسد که روش کم خاک‌ورزی همراه با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در هر دو شیوه کاشت مستقیم و نشاکاری، به دلیل عملکرد بالای دانه و روغن برای کشت کلزا در منطقه گیلان مناسب‌تر است.

واژه‌های کلیدی: کشت مستقیم، کشت نشایی، کلزا، کم‌خاک‌ورزی و کود نیتروژن.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۲۴ تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۰۵/۱۵ این مقاله مستخرج از رساله دکتری نگارنده اول می‌باشد.

۱- دانشجوی دکتری دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، گیلان، ایران
۲- دانشیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، گیلان، ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: ma_majidian@guilan.ac.ir)
۳- دانشیار مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۴- دانشیار مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.)، بعد از سویا و نخل روغنی، سومین محصول زراعی مهم تأمین‌کننده روغن خوراکی در دنیا محسوب می‌شود (FAOSTAT, 2017). با توجه به اهمیت کشاورزی پایدار و لزوم استفاده از تناوب در تولید محصولات زراعی، کشت کلزا به عنوان گیاه دوم در تناوب با برنج می‌تواند حائز اهمیت باشد. در سال‌های اخیر به دلیل کمبود آب و لزوم زودرسی محصولات، توجه ویژه‌ای به کشت نشایی شده است. کشت نشایی کلزا به جهت مزایایی چون زودرسی و استقرار بهتر گیاهچه در مقایسه با کشت مستقیم، از اهمیت خاصی برخوردار است (Rahnema and Bakhshande, 2005). کاهش دفعات آبیاری و کاهش آب مصرفی (Dehghani *et al.*, 2015) افزایش کارایی استفاده از منابع، بالاتر بودن درصد جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه، کاهش مصرف بذر، استفاده بیشتر از فصل رشد، امکان کشت حتی در شرایط نامساعد آب و هوایی و بالا بودن عملکرد، از سایر مزایای کاشت گیاهان به روش نشاکاری هستند (Fanadzo *et al.*, 2009).

انتخاب شیوه مناسب خاک‌ورزی برای زراعت کلزا در اراضی شالیزاری با توجه به سنگین بودن بافت خاک و بارندگی زیاد، یکی از چالش‌های اساسی است. اجرای شخم کامل در اراضی شالیزاری استان گیلان، علاوه بر مصرف انرژی و هزینه‌های مرتبط با آن، می‌تواند باعث تاخیر در کشت و از دست رفتن فصل کشت و همچنین فشردگی خاک شود، بنابراین کشت کلزا بعد از برداشت محصول برنج در یک سال مستلزم کاهش خاک‌ورزی، به دلیل محدودیت زمانی برای تهیه بستر محصول دوم می‌باشد.

در خاک‌ورزی حفاظتی حداقل ۳۰ درصد زمین در زمان کاشت گیاه، با بقایای گیاهی پوشیده گذاشته می‌شود (Imaz *et al.*, 2010). خاک‌ورزی حفاظتی به دلیل حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک، چه در حالت بدون شخم یا شخم حداقل، در حفاظت از آب و خاک موثر بوده و باعث بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، زیستی و عملکرد محصول می‌شود، در حالی‌که در خاک‌ورزی متداول، به دلیل عدم حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک و زیر و رو کردن خاک، علاوه بر کاهش رطوبت خاک، با تسریع اکسیداسیون مواد آلی، محتوی کربن آلی خاک نیز کاهش می‌یابد که این موضوع باعث کاهش کیفیت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود (Karlen *et al.*, 2013). نتایج یک آزمایش در خصوص ارزیابی اثر خاک‌ورزی بر عملکرد کلزا در رشت نشان داد که بین تیمارهای خاک‌ورزی متداول و خاک‌ورزی حداقل، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، ولی تیمار بدون خاک‌ورزی با میانگین ۱۳۸۹ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را داشت (Alizadeh and Allameh, 2015). فولادی‌وند و همکاران (Fooladivand *et al.*, 2009) نیز در ارزیابی اثر شیوه‌های خاک‌ورزی بر عملکرد کلزا گزارش نمودند که بالاترین میزان عملکرد دانه از تیمار خاک‌ورزی متداول و کمترین مقدار آن از شیوه بدون خاک‌ورزی بدست آمد.

نیتروژن به دلیل نقش و اهمیتی که در فرآیندهای حیاتی گیاهان دارد، عنصری است که کمبود آن بیش از سایر عناصر، تولیدگیاهان زراعی را محدود می‌کند. مصرف نیتروژن، به دلیل کاهش ریزش گل‌ها، افزایش سطح سبز گیاه و تعداد شاخه‌های فرعی در کلزا، باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی، طول دوره گلدهی و باروری گل‌ها و در نتیجه افزایش تعداد خورجین‌ها و وزن هزار دانه شده و باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود (Rameeh and Salimi, 2015; Mirzapour *et al.*, 2014; Elewa *et al.*, 2014). نتایج برخی آزمایش‌ها نشان داده است که با مصرف کود نیتروژن، عملکرد دانه و روغن کلزا به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد، ولی چنانچه میزان استفاده از نیتروژن بالا باشد، کارایی مصرف کود کاهش می‌یابد (Jafarnejad and Rahnama,

.2011; Mousavian *et al.*, 2013)

بر اساس اطلاعات نگارندگان، تاکنون آزمایشی در خصوص بررسی اثر هم‌زمان سه عامل روش خاک‌ورزی، شیوه کاشت و مقادیر نیتروژن در زراعت کلزا صورت نگرفته است. بنابراین با توجه به جدید بودن شیوه کشت نشایی کلزا و لزوم مقایسه آن با کشت مستقیم، این آزمایش با هدف شناسایی مناسب‌ترین روش‌های خاک‌ورزی، شیوه کاشت و مقدار بهینه کود نیتروژن جهت دستیابی به پتانسیل عملکرد کلزا، با در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی و مصرف انرژی، در اراضی شالیزاری رشت طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۹۶- ۱۳۹۵ و ۹۷- ۱۳۹۶ در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات برنج کشور در شهرستان رشت اجرا شد. سه شیوه خاک‌ورزی شامل ۱- خاک‌ورزی متداول (شخم برگردان‌دار+ دوبار دیسک)، ۲- کم خاک‌ورزی (یک بار استفاده از روتیواتور تراکتوری در عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متر) و ۳- بدون خاک‌ورزی (کاشت در شیارهای ایجاد شده با شیار بازکن تیغه‌ای) (Alizadeh and Allameh, 2015) به‌عنوان کرت‌های اصلی و دو شیوه کاشت ۱- مستقیم: کاشت بذر در عمق ۲-۱سانتی متری خاک، ۲- کشت نشایی: نشاکاری گیاهچه‌های کلزا در مرحله چهار برگی و چهار مقدار کود نیتروژن (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، از منبع اوره) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. رقم کلزا دلگان بود که از ارقام زودرس جدید و دارای پتانسیل عملکرد بالا بوده و برای کشت در مناطق گرم توصیه شده است (Seed and Plant Improvement Institute, 2016). پس از برداشت محصول برنج عملیات آماده‌سازی زمین برای کشت کلزا انجام شد. جهت جلوگیری از غرقابی شدن مزرعه در اثر بارندگی‌های احتمالی، بین بلوک‌ها و دور تا دور زمین زه‌کش‌هایی به عمق ۳۰ و عرض ۳۰ سانتی‌متر احداث شدند. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کاشت با فواصل ۲۵ سانتی‌متر و به طول ۱۰ متر بود. فواصل بین کرت‌ها یک متر و بین تکرارها سه متر در نظر گرفته شد.

بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) و توصیه بخش خاک و آب موسسه تحقیقات برنج کشور، یک سوم مقدار کود نیتروژن تخصیص یافته برای هر تیمار و تمام کود فسفر به مقدار ۶۹ کیلوگرم در هکتار (از منبع سوپر فسفات تریپل) و پتاسیم به مقدار ۷۸ کیلوگرم در هکتار (از منبع سولفات پتاسیم) در زمان کاشت به مزرعه داده شد. دو سوم کود نیتروژن به صورت سرک (یک سوم قبل از شروع ساقه رفتن و یک سوم قبل از گلدهی) بر حسب تیمارهای آزمایشی، به کرت‌ها داده شد. برای تهیه گیاهچه‌های کلزا، قطعه زمینی به مساحت ۸۰ مترمربع به عنوان خزانه در نظر گرفته شد. احداث خزانه در مهرماه انجام شد. مقدار بذر جهت نشاکاری ۱/۸ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شده و نشاکاری گیاهچه‌های کلزا به صورت دستی و به روش ریشه لخت در مرحله چهار برگی با تراکم ثابت ۴۰ بوته در متر مربع انجام شد (Hosseinzadeh *et al.*, 2008). مقدار بذر کلزای مورد استفاده برای کشت مستقیم شش کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شده و کاشت بذر در اوایل آبان و هم‌زمان با کشت نشایی به صورت دستی انجام شد. فاصله روی ردیف‌ها در کشت مستقیم ۶/۷ سانتی‌متر با تراکم ۶۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد (Seed and Plant Improvement Institute, 2016). برای اندازه‌گیری تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین، دو روز قبل از برداشت، ده بوته از هرکرت به طور تصادفی انتخاب و

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physicochemical properties of the soil at experiment site

بافت Texture		رس Clay (%)	سیلت Slit (%)	شن Sand (%)	نیتروژن N (%)	فسفر P (mg kg^{-1})	پتاسیم K (mg kg^{-1})	هدایت الکتریکی EC (dS.m^{-1})	اسیدیته pH	کربن آلی O.C (%)
Silty clay	رس سیلتی	48	46	6	0.146	19.6	155	0.97	7.41	1.36

جدول ۲- اطلاعات هواشناسی ایستگاه تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور- رشت (۹۶- ۱۳۹۵ و ۹۷– ۱۳۹۶)

Table 2. Meteorological information of research station of Rice Research Institute of Iran, Rasht (2016-2018**)**

		دما Temperature (ºC)				بارندگی Precipication (mm)		مجموع ساعات آفتابی Total sunny hours	
		۱۳۹۵ -۱۳۹۶ 2016-2017		۱۳۹۶ -۱۳۹۷ 2017-2018					
Month	ماه	کمینه Min	بیشینه Max	کمینه Min	بیشینه Max	۱۳۹۵ -۱۳۹۶ 2016-2017		۱۳۹۶ -۱۳۹۷ 2017-2018	
October	مهر	15.5	23.8	14.1	22.1	239.9	238.8	108.6	130.1
November	آبان	9.4	16.3	12.7	21.5	200.3	25.9	71.3	97.4
December	آذر	2.3	12.1	5.5	14.9	219.4	71.4	129.8	115.8
January	دی	3.5	11.5	5.3	12.9	38.0	66.7	90.9	77.8
February	بهمن	0.3	8.6	3.6	10.7	216.7	185.6	92.4	68.5
March	اسفند	4.1	14.5	7.3	15.1	44.8	86	134.5	56.9
April	فروردین	8.5	18.6	8.5	18.7	86.2	20.4	140	145.9
May	اردیبهشت	14.3	24.1	14.2	24.5	27.8	37.2	169.2	170.4
Mean	میانگین	7.2	16.2	8.9	17.6				
Total	مجموع					1073.1	732	936.7	862.6

اندازه‌گیری‌ها انجام و میانگین آن‌ها ثبت شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه در هنگام برداشت، دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه حذف و بقیه به عنوان سطح برداشت انتخاب شد. محاسبه عملکرد دانه براساس رطوبت دوازده درصد و بر حسب کیلوگرم در هکتار انجام گرفت. برای اندازه‌گیری محتوای روغن دانه‌ها، مقدار ۱۰ گرم از بذرهای هر تیمار برداشت و روغن دانه با استفاده از دستگاه رزونانس مغناطیسی هسته‌ای (NMR) اندازه‌گیری شد. محتوای نیتروژن دانه با استفاده از روش کجلدال اندازه‌گیری شده و با ضرب کردن آن در عدد ۶/۲۵، محتوای پروتئین دانه محاسبه شد (Rathke *et al.*, 2005).

با توجه یکنواختی واریانس خطای آزمایش برای کلیه صفات تجزیه مرکب به عمل آمد. تجزیه واریانس مرکب با فرض تصادفی بودن سال و ثابت بودن تیمارهای آزمایشی برای صفات مورد نظر انجام شد. تجزیه واریانس با استفاده از نسخه ۹/۲ نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین اثر اصلی سال، روش خاک‌ورزی، شیوه کاشت، مقدار نیتروژن و برهمکنش خاک‌ورزی در شیوه کاشت و خاک‌ورزی در مقدار نیتروژن از نظر طول دوره رشد گیاه تفاوت معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سال دوم با میانگین ۱۹۵/۵ روز نسبت به سال اول با میانگین ۲۰۲/۸ روز، از طول دوره رویش کمتری برخوردار بود (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد که گلدهی و خورجین‌دهی دیرتر بوته‌ها در سال اول (به دلیل وجود دماهای خنک‌تر در طول فصل رشد و وقوع برف سنگین در چند نوبت) باعث طولانی‌تر شدن فاصله کاشت تا گلدهی و خورجین‌دهی و رسیدگی دیرتر بوته‌ها شد. نتایج مقایسه میانگین برهمکنش خاک‌ورزی در شیوه کاشت نشان داد که ترکیب تیماری بدون خاک‌ورزی در کشت مستقیم با میانگین ۲۰۳/۳ روز بیشترین و ترکیب تیماری خاک‌ورزی متداول در کشت نشایی با میانگین ۱۹۵/۰ روز کمترین طول دوره رشد را داشتند (جدول ۴). در ترکیب تیماری خاک‌ورزی متداول در کشت نشایی به‌دلیل عدم وجود بقایای گیاهی در سطح خاک، کاهش رطوبت و افزایش دمای خاک،گرم‌تر بودن شرایط خرد اقلیم داخل سایه انداز گیاه در خاک‌ورزی متداول (Omidi *et al.*, 2004)، با در نظر گرفتن هم‌زمانی کشت مستقیم و نشاکاری گیاهچه‌های کلزا (Rahnema and Bakhshande, 2005)، مراحل رشد و نمو گیاه به سرعت سپری شده و محصول زودرس‌تر شد. ترکیب تیماری بدون خاک‌ورزی در ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن، به‌دلیل وجود پوشش بقایای گیاهی در سطح خاک، افزایش رطوبت و کاهش دمای خاک، خنک‌تر بودن خرد اقلیم داخل سایه انداز گیاه، تأخیر دوره رشد و نمو و طولانی‌تر شدن دوره گلدهی در روش بدون خاک‌ورزی (Gajri *et al.*, 2002)، افزایش رشد سبزینه‌ای گیاه، تاخیر ورود به مرحله زایشی و افزایش طول دوره رشد در اثر مصرف مقدار بیشتر نیتروژن (Rameeh and Salimi, 2015)، بیشترین طول دوره رشد را دارا بود (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کشت نشایی با میانگین ۵/۹ شاخه فرعی در بوته نسبت به کشت مستقیم با میانگین ۴/۷ برتری معنی‌داری داشت (جدول ۳). افزایش تعداد شاخه فرعی در شیوه کشت نشایی را می‌توان به ارتفاع پایین‌تر تشکیل شاخه‌های فرعی نسبت داد. نتایج مقایسه میانگین شیوه کاشت در مقدار نیتروژن نشان دادکه در کشت مستقیم مصرف نیتروژن تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش تعداد شاخه فرعی شد، اما در کشت نشایی افزایش مصرف نیتروژن تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، باعث افزایش

شاخه‌های فرعی شد (جدول ۶). نتایج آزمایش وانگ و لی (Wang and Li, 2011) نیز نشان داد که در کشت مستقیم، مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۸/۰ و در کشت نشایی، مصرف ۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۱۲/۰ شاخه فرعی در بوته، بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی در کلزا تشکیل شدند که نشان دهنده بر تفاوت بین این دو شیوه کشت از نظر شاخه فرعی در بوته است. اثر شاخه‌دهی بر عملکرد از طریق تأثیرآن بر رشد گیاه، تعداد و وضعیت ساختارهای زایشی بوده و دارای اهمیت است. افزایش مصرف نیتروژن به دلیل افزایش سطح سبز فتوسنتزکننده گیاه، باعث افزایش جذب و انتقال مواد فتوسنتزی و هورمون‌های تحریک کننده رشد به مریستم‌های انتهایی و جانبی و افزایش تولید شاخه‌های فرعی در سطوح بالاتر نیتروژن می‌شود (Mirzapour *et al.*, 2014).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سال دوم با میانگین ۱۶۷/۹ خورجین در بوته نسبت به سال اول با میانگین ۱۵۱/۳ از برتری معنی‌داری برخوردار بود (جدول ۳). دلیل اصلی افزایش تعداد خورجین در سال دوم آزمایش را می‌توان به مساعد بودن شرایط آب و هوایی و افزایش زیست توده و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته نسبت داد. نتایج برهمکنش شیوه کاشت در مقدار نیتروژن نشان داد که ترکیب تیماری کشت نشایی و ۳۰۰ کیلوگرم و ترکیب تیماری کشت مستقیم و صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار (به‌ترتیب با میانگین ۲۴۷/۶ و ۷۶/۳ خورجین در بوته) رتبه‌های اول و آخر را داشته و در گروه‌های مجزای آماری قرار گرفتند (جدول ۶). افزایش صفات طول دوره گلدهی و باروری گل‌ها، زیست توده، تعداد شاخه‌های فرعی و تشکیل خورجین‌ها از ارتفاع پایین بوته‌ها در کشت نشایی (Rahnema and Bakhshand, 2005; Wang and Li, 2011) و باروری گل‌ها و تعداد شاخه‌های فرعی در کلزا در اثر مصرف نیتروژن (Wang and Li, 2011; Mirzapour *et al.*, 201; Rameeh and Salimi, 2015) از دلایل اصلی افزایش تعداد خورجین در بوته در ترکیب تیماری کشت نشایی در ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار هستند (Elewa *et al.*, 2014;

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین مقادیر نیتروژن از نظر تعداد دانه در خورجین تفاوت معنی‌داری وجود داشت و با افزایش مصرف نیتروژن، تعداد دانه در خورجین افزایش یافت، هرچند بین تیمارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). اکثر محققان گزارش کرده‌اند که تعداد دانه در خورجین، بیشتر تحت کنترل عوامل ژنتیکی بوده و شرایط محیطی کمتر آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با این حال به‌نظر می‌رسد که در صورت مساعد بودن عوامل محیطی و شرایط تغذیه‌ای مناسب، به دلیل توسعه پوشش گیاهی و جذب و تحلیل بیشتر، جذب و انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی گیاه مانند خورجین‌ها و تعداد دانه در خورجین افزایش یافته و عملکرد بیشتری تولید می‌شود (Ozturk, 2010; Tahmasebi *et al*., 2013; Rameeh and Salimi, 2015).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین وزن هزار دانه را داشته و به طور مشترک در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۳). اگرچه وزن هزار دانه یک صفت ژنتیکی است، با این حال به‌نظر می‌رسد که در صورت تغذیه مناسب گیاه با نیتروژن، به دلیل نقش تعیین کننده نیتروژن در توسعه پوشش گیاهی و سطح سبز گیاه، تولید مواد فتوسنتزی و ذخیره آنها در دانه افزایش یافته و دانه‌های سنگین‌تری تولید می‌شود. کمتر بودن وزن هزار دانه در تیمار شاهد به علت ضعیف بودن گیاه و نداشتن رشد کافی جهت ساخت و انتقال مواد غذایی به دانه‌ها است. نتایج یافته‌های سایر محققان نیز نشان دهنده افزایش وزن هزار دانه با افزایش مصرف نیتروژن می‌باشد (Daneshmand *et al.*, 2008; Ozturk, 2010; Kazemeini *et al.*, 2010).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی کلزا در تیمارهای روش خاک‌ورزی، شیوه کاشت و کود نیتروژن (۹۶- ۱۳۹۵ و ۹۷– ۱۳۹۶)

Table 3. Mean comparison of plant traits of rapeseed in tillage system, planting method and nitrogen fertilizer rate treatments (2016-2018)

Treatments	تیمارهای آزمایشی	طول دوره رشد Days to maturity	تعداد شاخه فرعی No. secondary branches	خورجین در بوته Silique.plant^{-1}	دانه در خورجین Seed.silique^{-1}	وزن هزاردانه 1000 seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})
Year	سال						
2016-2017	۱۳۹۵-۱۳۹۶	202.8a	5.2b	151.3b	21.1b	3.99a	3054b
2017-2018	۱۳۹۶-۱۳۹۷	195.5b	5.4a	167.9a	22.1a	4.04a	3349a
Tillage system	روش خاک‌ورزی						
No tillage	بدون خاک‌ورزی	201.7a	5.1a	150.6b	21.7a	4.04a	2944b
Minimum tillage	کم خاک‌ورزی	198.6b	5.3a	162.8a	21.4a	4.02a	3303a
Conventional tillage	خاک‌ورزی متداول	197.8b	5.5a	165.5a	21.7a	3.99a	3357a
Planting method	شیوه کاشت						
Direct seeding	بذرکاری مستقیم	201.7a	4.7b	125.3b	21.5a	4.02a	3156b
Transplanting	نشاکاری	196.6b	5.9a	193.9a	21.7a	4.01a	3246a
Nitrogen fertilizer (kg.ha^{-1})	کود نیتروژن						
0	صفر	197.4d	3.8d	90.5d	20.1c	3.74c	1472c
100	۱۰۰	198.8c	5.1c	157.8c	21.3b	4.01b	3240b
200	۲۰۰	199.9b	6.0b	188.7b	22.4a	4.15a	4001a
300	۳۰۰	200.5a	6.2a	201.5a	22.5a	4.16a	4092a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

Table 3. Continued

جدول ۳- ادامه

Treatments	تیمارهای آزمایشی	عملکرد زیستی Biological yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	روغن دانه Oil content (%)	عملکرد روغن Oil yield (kg.ha^{-1})	پروتئین دانه Protein content (%)	عملکرد پروتئین Protein yield (kg.ha^{-1})
Year	سال						
2016-2017	۱۳۹۵-۱۳۹۶	9399b	31.6b	43.1a	1306b	18.7b	584.1b
2017-2018	۱۳۹۶-۱۳۹۷	9805a	33.2a	42.2b	1403a	20.7a	714.5a
Tillage system	روش خاک‌ورزی						
No tillage	بدون خاک‌ورزی	8929b	32.0a	42.6a	1243b	19.8a	604.0b
Minimum tillage	کم خاک‌ورزی	9867a	32.6a	42.5a	1394a	19.8a	672.7a
Conventional tillage	خاک‌ورزی متداول	10010a	32.6a	42.8a	1426a	19.5a	671.1a
Planting method	شیوه کاشت						
Direct seeding	بذرکاری مستقیم	9476b	32.4a	42.4b	1330b	19.5b	634.8b
Transplanting	نشاکاری	9727a	32.4a	42.8a	1379a	19.8a	663.8a
Nitrogen fertilizer (kg.ha^{-1})	کود نیتروژن						
0	صفر	5854d	25.2b	44.2a	652c	17.3d	256.4d
100	۱۰۰	9311c	34.8a	43.1b	1396b	19.0c	618.4c
200	۲۰۰	11345b	35.3a	42.0c	1681a	20.7b	830.6b
300	۳۰۰	11898a	34.4a	41.2d	1690a	21.7a	891.71a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات گیاهی کلزا در برهمکنش تیمارهای روش خاک‌ورزی و شیوه کاشت (۹۶- ۱۳۹۵ و ۹۷– ۱۳۹۶)

Table 4. Mean comparison of plant traits of rapeseed in interaction effect of tillage system and planting method treatments (2016-2018)

Tillage system	روش خاک‌ورزی	Planting method	شیوه کاشت	طول دوره رشد Days to maturity	تعداد شاخه فرعی No. secondary branches	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})
No tillage	بدون خاک‌ورزی	Direct seeding	بذرکاری مستقیم	203.3a	4.4d	2967d
		Transplanting	نشاکاری	198.9d	5.8a	2920d
Minimum tillage	کم خاک‌ورزی	Direct seeding	بذرکاری مستقیم	201.4b	4.7c	3246bc
		Transplanting	نشاکاری	195.8e	5.9a	3360ab
Conventional tillage	خاک‌ورزی متداول	Direct seeding	بذرکاری مستقیم	200.5c	5.1b	3256bc
		Transplanting	نشاکاری	195.0f	5.9a	3458a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات گیاهی کلزا در برهمکنش تیمارهای روش خاک‌ورزی و مقدار نیتروژن (۹۶- ۱۳۹۵ و ۹۷– ۱۳۹۶)

Table 5. Mean comparison of plant traits of rapeseed in interaction effect of tillage system and nitrogen fertilizer treatments (2016-2018)

Tillage system	روش خاک‌ورزی	Nitrogen fertilizer(kg.ha^{-1})	کود نیتروژن	طول دوره رشد Days to maturity	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})	عملکرد روغن Oil yield (kg.ha^{-1})
No tillage	بدون خاک‌ورزی	0	صفر	199.1e	1325g	589f
		100	۱۰۰	200.6c	2840e	1223d
		200	۲۰۰	201.9b	3667c	1531c
		300	۳۰۰	202.8a	3942b	1627b
Minimum tillage	کم خاک‌ورزی	0	صفر	197.0g	1540f	681e
		100	۱۰۰	198.3f	3379d	1449c
		200	۲۰۰	199.0e	4144a	1737a
		300	۳۰۰	200.0d	4149a	1710ab
Conventional tillage	خاک‌ورزی متداول	0	صفر	196.2h	1551f	686e
		100	۱۰۰	197.4g	3501cd	1515c
		200	۲۰۰	198.7ef	4191a	1773a
		300	۳۰۰	198.8e	4185a	1730a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سال دوم با میانگین عملکرد دانه ۳۳۴۹ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال اول با میانگین عملکرد دانه ۳۰۵۷ کیلوگرم در هکتار، از برتری معنی‌داری برخوردار بود (جدول ۳). علت بیش‌تر بودن عملکرد دانه در سال دوم آزمایش را می‌توان به شرایط مساعد آب و هوایی در سال دوم به جهت دمای بالاتر هوا و بارندگی کمتر، به‌ویژه در ماه‌های ابتدایی دوره رشد مربوط دانست (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش خاک‌ورزی در شیوه کاشت نشان داد که خاک‌ورزی متداول در شیوه کشت نشایی با میانگین ۳۴۵۸ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد دانه را دارا بوده که با روش کم خاک‌ورزی در کشت نشایی با عملکرد ۳۳۶۰ کیلوگرم در هکتار، تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). با توجه به اینکه عملیات خاک‌ورزی با ایجاد تغییر در ساختمان خاک، شکستن لایه‌های خاک و سست نمودن آن، باعث کاهش مقاومت خاک می‌شود، گیاهچه‌های کلزا در شیوه کشت نشایی به‌دلیل بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک و استقرار و توسعه بهتر ریشه که منجر به جذب بهتر عناصر غذایی می‌شود، از عملکرد مناسب‌تری برخوردار بودند. به‌نظر می‌رسد که ترکیب تیماری بدون خاک‌ورزی در هر دو شیوه کاشت، به‌دلیل فشردگی خاک، تخلخل پایین، افزایش شاخص مخروطی و وزن مخصوص ظاهری خاک (Mohammadi *et al.*, 2009, Gajri *et al.*, 2002) باعث مقاومت بیشتر خاک به نفوذ ریشه کلزا شده و کاهش طول ریشه و کاهش عملکرد در این تیمارها به وقوع پیوست.

نتایج برهمکنش روش خاک‌ورزی در مقدار نیتروژن نشان داد که در تیمارهای خاک‌ورزی متداول و کم خاک‌ورزی، بین مقادیر ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، در حالی‌که در روش بدون خاک‌ورزی با افزایش مصرف نیتروژن، عملکرد کلزا به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد که تلفات بیشتر نیتروژن در روش بدون خاک‌ورزی از طریق تصعید، آبشویی، عدم توانایی جذب نیتروژن توسط ریشه گیاه، به‌ویژه در مراحل ابتدایی رشد و مصرف بیشتر نیتروژن توسط علف‌های هرز، باعث گردیدکه نیاز کودی در روش بدون خاک‌ورزی بیشتر از سایر روش‌های خاک‌ورزی باشد. یافته‌های سایر محققان نیز نشان داده است که روش بدون خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی متداول دارای تلفات آبشویی بیشتر و قابلیت دسترسی کمتر عناصر بوده و نیاز کود نیتروژن در روش بدون خاک‌ورزی بیشتر از خاک‌ورزی متداول است (Hernan *et al.*, 2000).

بررسی نتایج برهمکنش روش کاشت در مقدار نیتروژن نشان داد که در شیوه کشت نشایی با افزایش مقدار نیتروژن، عملکرد دانه کلزا به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۶). نتایج آزمایش وانگ و لی (Wang and Li, 2011) در چین نیز نشان داد که عملکرد دانه کلزا در کشت نشایی، با افزایش مقدار نیتروژن تا ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار و در کشت مستقیم، تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، افزایش یافتند. آنها عامل اصلی افزایش عملکرد دانه با مصرف مقدار بیشتر نیتروژن در روش کشت نشایی را به افزایش تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد خورجین در بوته مربوط دانستند که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از نظر شاخص برداشت هر سه تیمار کودی نیتروژن در یک گروه قرار داشته و تیمار بدون مصرف نیتروژن با میانگین ۲۵/۲ درصد، کمترین شاخص برداشت را دارا بود (جدول ۳). در توجیه پایین بودن مقدار شاخص برداشت در تیمار شاهد می‌توان چنین استدلال نمود که در شرایط کمبود نیتروژن افزایش عملکرد زیستی بیشتر از عملکرد دانه است. با افزایش مصرف نیتروژن، به دلیل بهره‌وری بیشتر گیاه کلزا از نیتروژن، افزایش عملکرد دانه و شاخص برداشت در اثر بهبود

ساختارهای زایشی، به نحوی که مقدار بیشتری از زیست توده گیاهی به مصرف دانه اختصاص یابد، حاصل شد. این موضوع نشان‌دهنده درجه کودپذیری بالای کلزا و توانایی استفاده از نیتروژن جهت تولید بیشتر دانه می‌باشد. افزایش شاخص برداشت نشان‌دهنده توانائی بیشتر گیاه در انتقال و اختصاص بیشتر مواد پرورده به اندام‌های هوایی است و نشان دهنده افزایش ظرفیت فیزیولوژیکی (قدرت مخزن) در برابر فعالیت فتوسنتزی و انتقال مواد پرورده به اندام‌های اقتصادی است.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سال اول با میانگین ۴۳/۱ درصد نسبت به سال دوم با میانگین ۴۲/۴ درصد، از میزان روغن دانه بیشتری برخوردار بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد که شرایط آب و هوایی خنک‌تر در زمان تشکیل دانه، عامل اصلی افزایش میزان روغن در سال اول آزمایش بود. بین روش‌های کاشت نیز از نظر میزان روغن دانه تفاوت معنی‌داری وجود داشت. کشت نشایی نسبت به کشت مستقیم ، از روغن دانه بالاتری برخوردار بود. در توجیه نتیجه به دست آمده می‌توان چنین استدلال نمود که مصادف شدن ذخیره و تجمع لیپیدها در دانه‌ها با دمای بالای محیط می‌تواند باعث تقلیل میزان روغن در آن‌ها شود (Seyedi *et al.*, 2018). با توجه به اینکه در کشت نشایی زمان شروع دوره زایشی و سنتز و تجمع لیپیدها با دمای خنک‌تر مصادف بوده، روغن دانه نسبت به کشت مستقیم بالاتر بود. بیشترین و کمترین میزان روغن دانه به‌ترتیب از تیمارهای صفر و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد. نتایج اغلب آزمایش‌ها نشان داده است که با افزایش مصرف نیتروژن از میزان روغن دانه کاسته می‌شود، زیرا با افزایش مصرف نیتروژن، مواد قابل دسترس برای سنتز اسیدهای چرب کاهش یافته و پیش ماده‌های پروتئین‌های نیتروژن‌دار بیشتر شده و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری به تشکیل پروتئین اختصاص یافته و تولید هیدرات‌های کربن کاهش می‌یابد که این موضوع باعث کاهش میزان روغن دانه در گیاه کلزا می‌شود (Daneshmand *et al.*, 2008; Taheri *et al.*, 2012; Mirzapour *et al.*, 2014).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سال دوم از پروتئین دانه بیشتری برخوردار بود. دمای مناسب هوا و کاهش میزان بارندگی از دلایل اصلی افزایش پروتئین دانه در سال دوم آزمایش بود (جدول ۲). شیوه کشت نشایی نیز با میانگین ۱۹/۸ درصد نسبت به کشت مستقیم با میانگین ۱۹/۵ درصد برتری معنی‌داری داشت. به‌نظر می‌رسد که استقرار گیاهچه‌های چند برگی کلزا با دارا بودن ریشه‌های نسبتاً طویل در زمین اصلی، باعث جذب بیشتر نیتروژن و تلفات کمتر آن نسبت به کشت مستقیم شده و از این رو محتوای پروتئین دانه در این شیوه کشت بیشتر بود. این موضوع نشان‌دهنده کارایی بیشتر شیوه کشت نشایی در جذب نیتروژن است. با افزایش مصرف نیتروژن، درصد پروتئین دانه نیز افزایش نشان داد (جدول ۳). گزارشات زیادی در خصوص همبستگی بین میزان مصرف نیتروژن و محتوای پروتئین دانه وجود دارد، به گونه‌ای که با افزایش مصرف نیتروژن، محتوای پروتئین دانه افزایش و میزان روغن دانه کاهش می‌یابند (Daneshmand *et al.*, 2008).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که ترکیب تیماری کم خاک‌ورزی در شیوه کشت نشایی دارای اثر مثبت بر عملکرد دانه و صفات مهم زراعی کلزا بوده و می‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه کلزا در اراضی شالیزاری شود. با توجه به این‌که توسعه سطح زیر کشت کلزا با روش خاک‌ورزی متداول و شیوه کشت مستقیم در بسیاری از اراضی شالیزاری به دلایلی چون عدم امکان آماده‌سازی به موقع زمین، از دست دادن زمان کشت و محدودیت‌های دیگر امکان‌پذیر نیست، استفاده از

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات گیاهی کلزا در برهمکنش تیمارهای شیوه کاشت و مقدار نیتروژن (۹۶- ۱۳۹۵ و ۹۷– ۱۳۹۶)

Table 6. Mean comparison of plant traits of rapeseed in interaction effect of planting method and nitrogen fertilizer treatments (2016-2018)

Planting method	شیوه کاشت	Nitrigen rate (kg.ha^{-1})	کود نیتروژن	تعداد شاخه فرعی No. Secondary branches	خورجین در بوته Siliques.plant^{-1}	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})	عملکرد روغن Oil yield (kg.ha^{-1})
Direct seeding	بذرکاری مستقیم	0	صفر	3.49f	76.3g	1493 d	659e
		100	۱۰۰	4.57d	122.2e	3249 c	1391d
		200	۲۰۰	5.48c	147.6d	3933 b	1647bc
		300	۳۰۰	5.56c	155.3d	3950 b	1623c
Transplanting	نشاکاری	0	صفر	4.24e	104.7f	1451 d	645e
		100	۱۰۰	5.67c	193.5c	3230 c	1401d
		200	۲۰۰	6.68b	229.8b	4068 b	1714ab
		300	۳۰۰	7.03a	247.6a	4235 a	1755a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

ترکیب تیماری کم خاک‌ورزی در شیوه کشت نشایی کلزا می‌تواند این نقیصه را جبران نموده و به توسعه سطح زیر کشت کلزا در اراضی شالیزاری کمک کند. بر اساس نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد که ترکیب تیماری کم خاک‌ورزی در هر دو شیوه کشت با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دلیل عملکرد بالاتر دانه و روغن، سودآوری اقتصادی و رعایت ملاحظات زیست محیطی، برای کشت کلزا بعنوان زراعت دوم در اراضی شالیزاری در گیلان مناسب است. با این وجود، جهت اطمینان از پایداری شیوه کشت پیشنهادی، تکرار آزمایش در سایر مناطق استان توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

نگارندگان مقاله از معاونت پژوهشی دانشگاه گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و موسسه تحقیقات برنج کشور جهت حمایت‌های مالی از اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع مورد استفاده

References

Alizadeh, M.R. and A. Allameh. 2015. Soil properties and crop yield under different tillage methods rapeseed cultivation in paddy fields. J. Agric. Sci. 60(1): 11-22.

Daneshmand, A.R., A.H. Shirani Rad, G. NourMohammadi, G.H. Zareei and J. Daneshian. 2008. Effect of irrigation regiems and nitrogen levels on seed yield and seed quality of two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Iran. J. Crop Sci. 10(3): 244-261. (In Persian with English abstract).

Dehghani, M., M.J. Aghaee and S. Mohammadi Kia. 2015. Effect of cotton transplanting on its yield and water use efficiency. Iran. J. Soil WATER Res. 28(2): 307-314. (In Persian with English abstract).

Elewa, T.A., B.B. Mekki, B.A. Bakry and M.F. El-Kramany. 2014. Evaluation of some introduced canola (*Brassica napus* L.) varieties under different nitrogen fertilizer levels in newly reclaimed sandy soil. Middle East J. Sci. Res. 21(5): 746-755.

Fanadzo, M., S. Chiduza and P.N. Mnkeni. 2009. Comparative response of direct seeded and transplanted maize (*Zea mays* L.) to nitrogen fertilization at Zanyokwe irrigation scheme, Eastern Cape, South Africa. Afr. J. Agric. Res. 4(8): 689-694.

FAOSTAT. 2017. Statistical Database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fooladivand, S., A. Aynehband and F. Naraki. 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. J. Food Agric. Environ. 7(3-4): 627- 633.

Gajri, P.R., V.K. Arora and S.S. Prihar. 2002. Tillage for sustainable cropping. Food Products Press, An imprint of The Haworth Press. New York, USA.

Hernan, S.R., E.E. Hernan, A.S. Guillermo and D. German. 2000. Evaluation of the presidedress soil nitrogen test for no-tillage maize fertilizer at planting. Agron. J. 92: 1176-1183.

Hosseinzadeh, M.H., M. Esfahani, M. Rabiee and B. Rabiei. 2008. Effect of row spacing on light interception, grain yield and growth indices of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars as second crop

following rice. Iran. J. Crop Sci. 10(3): 281-302 (In Persian with English abstract).

Imaz, M.J., I. Virto, P. Bescansa, A. Enrique, O. Fernandez and D.L. Karlen. 2010. Soil quality indicator response to tillage and residue management on semi-arid Mediterranean cropland. Soil Till. Res. 107: 17-25.

Jafarnejad, A. and A.R. Rahnama. 2011. Investigation the effect of delay in sowing on yield of canola and nitrogen application efficiency. Iran. J. Soil Water Res. 25(3): 225-233. (In Persian with English abstract).

Karlen, D.L., C.A. Cambardella, J.L. Kovar and T.S. Colvin. 2013. Soil quality response to long-term tillage and crop rotation practices. Soil Till. Res. 133: 54-64.

Kazemeini, S.A., H. Hamzehzarghani and M. Edalat. 2010. The impact of nitrogen and organic matter on winter canola seed yield and yield components. Aust. J. Crop Sci. 4: 335-342.

Mirzapour, M.H., A.H. Khoshgoftarmanesh, M.H. Davoodi and A.H. Koochebaghi. 2014. Effect of different amounts of nitrogen on growth and yield of two canola cultivars (*Brassica napus* L.) in two saline soils. Iran. J. Soil Water Res. 28(1): 1-14. (In Persian with English abstract).

Mohammadi, Kh., K. NabiAllahi, M. Aghaalikhani and F. Khoormali. 2009. Study on the effect of different tillage methods on the soil physical properties, yield and yield components of rainfed wheat. Int. J. Plant Prod. 16(4): 77-91. (In Persian with English abstract).

Mousavian, S.N., S.A. Siadat, M.R. Moradi Telavat and S.H. Mousavi. 2013. Yields reaction, nitrogen uptake and canola qualitative attributes to nitrogen levels and previous plants. Int. J. Food Allied Sci. 2(18): 698-703.

Omidi, H., Z. Tahmasebi Sarvestani, A. Ghalavand and S.A.M. Modarres Sanavi. 2004. Evaluation of tillage systems and row distances on grain yield and oil content in two canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Iran. J. Crop Sci.7 (2): 97-111. (In Persian with English abstarct).

Ozturk, O. 2010. Effects of source and rate of nitrogen fertilizer on yield, yield components and quality of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Chil. J. Agric. Res. 70(1): 132-141.

Rahnema, A. and A. Bakhshande. 2004. Effect of sowing dates and direct seeding and transplanting methods on agronomic characteristics and grain yield of canola under Ahvaz conditions. Iran. J. Crop Sci. 7(4): 324-336. (In Persian with English abstract).

Rameeh, V. and M.B. Salimi. 2015. Effect of different nitrogen rates on phenology, plant height, yield components and seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). J. Plant Prod. 2(1): 1-12. (In Persian with English abstract).

Rathke, G., W.O. Christen and W. Diepenbrock. 2005. Effect of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotation. Field Crops Res. 94(2-3): 103-113.

Seed and Plant Improvement Institute. 2016. Rapeseed production guidelines in different climates of the country. Jihad-e-Agriculture Ministry. ARREO. (In Persian).

Seyedi, R.S., H. Amirshekari, H. Omidi and M. Rabiee. 2018. Effect of ethephon application and harvesting date on yield, seed losses and oil percent of rapeseed. J. Plant Physiol. 39(10): 113-130. (In Persian with English abstract).

Taheri, E., A. Soleymani and H.R. Javanmard. 2012. The effect of different nitrogen levels on oil yield and harvest index of two spring rapeseed cultivars in Isfahan region. Int. J. Agric. Crop Sci. 4: 1496-1498.

Tahmasebi, G., S.A. Siadat, M.M. Pour Siabidi and R. Naseri. 2013. Effect of planting dates on seed yield and vegetative traits of rapeseed cultivars in Ilam region. J. Plant Physiol. 7(3): 241-258. (In Persian with English abstract).

Wang, Y. and X. Li. 2011. Study on nitrogen fertilizer effect and optimum fertilizer rate for transplanting and direct seeding rapeseed. Scientia Agricultura Sinica. 44(21): 4406-4414.

Effect of tillage system, planting method and nitrogen fertilizer rate on agronomic characteristics and seed yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.) cv. Dalgan in Guilan, Iran

Rabiee, M.[1], M. Majidian[2], M.R. Alizadeh[3] and M. Kavoosi[4]

ABSTRACT

Rabiee, M., M. Majidian, M. R. Alizadeh and M. Kavoosi. 2020. Effect of tillage system, planting method and nitrogen fertilizer rates on agronomic characteristics and seed yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.) cv. Dalgan in Guilan, Iran. **Iranian Journal of Crop Sciences. 22(3): 335-349. (In Persian).**

To study the effects of tillage system, planting method and of nitrogen fertilizer rate on the agronomic characteristics and seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.) Dalgan oilseed rape cultivar, as the second crop after rice, a split factorial experiment in complete randomized block design with three replications was carried out in two cropping seasons (2016-2018) at paddy fields of Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran. In this experiment, three tillage systems (conventional tillage, minimum tillage, and no-tillage) were considered as main plots and two planting methods (direct and transplanting) and four rates of nitrogen (N) fertilizer (0, 100, 200 and 300 $kg.ha^{-1}$) as factorial arrangement in sub plots. The results showed that conventional and minimum tillages in the transplanting method had the maximum seed yield (with the averages of 3458 and 3360 $kg.ha^{-1}$, respectively). Transplanting method with 300 $kg.ha^{-1}$ of nitrogen level had higher number of auxiliary branches per plant, number of siliques per plant, seed yield, and oil yield. Minimum tillage system with 200 $kg.ha^{-1}$ of nitrogen with an average seed yield of 4144 $kg.ha^{-1}$ had the highest seed yield. Based on the results of this experiment, minimum tillage system with 200 $kg.ha^{-1}$ of nitrogen in both planting methods, direct seeding and transplanting, would be more suitable for oilseed rape production in Guilan region.

Key words: Direct seeding, Minimum tillage, Nitrogen fertilizer, Rapeseed and Transplanting.

Received: April, 2020 Accepted August, 2020

1. PhD Student, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Associate Prof., University of Guilan, Rasht, Iran (Corresponding author) (Email: ma_majidian@guilan.ac.ir)
3. Associate Prof., Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization, Rasht, Iran
4. Associate Prof., Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization, Rasht, Iran