اثر سطوح کود نیتروژن و فواصل کشت بر عملکرد دانه و خصوصیات مرفولوژیکی کشت دوم کلزا بعد از برنج

محمد ربیعی*[1] و مهرداد جیلانی[1]

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی اثر سطوح کود نیتروژن و فواصل کشت بر عملکرد دانه و خصوصیات مرفولوژیکی کلزا (*Brassica napus* L.) رقم هایولا ۳۰۸ در اراضی شالیزاری موسسه تحقیقات برنج کشور به مدت دو سال زراعی به مرحله اجرا درآمد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول، سطوح نیتروژن از منبع کود اوره در چهار سطح، شامل: ۹۸، ۱۴۰، ۱۸۲ و ۲۲۴ کیلوگرم در هکتار بود. فاکتور دوم، فاصله خطوط کاشت در سه سطح، شامل: ۲۰، ۲۵ و ۳۰ سانتی‌متر بود. در این آزمایش صفات مهم زراعی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، عملکرد دانه، عملکرد روغن، زمان شروع گل‌دهی و طول دوره رویش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب بین تیمارها بیانگرآن بود که بین سال های مورد آزمایش، از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی داری وجود نداشت. بین سطوح نیتروژن، تیمار مصرف ۲۲۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین عملکرد دانه (۲۱۸۹ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد روغن (۱۰۰۱ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد بیولوژیک (۷۱۴۲ کیلوگرم در هکتار)، ارتفاع بوته (۱۱۱/۹ سانتی‌متر) و ارتفاع پایین‌ترین شاخه خورجین دار از سطح زمین را با میانگین ۳۴/۴ سانتی متر دارا بود. از میان فواصل ردیف‌های کاشت، فاصله ۲۰ سانتی‌متر با ۱۹۴۷، ۸۸۷/۴ و ۶۶۵۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه، عملکرد روغن و عملکرد بیولوژیکی و ارتفاع بوته (۱۰۹/۹ سانتی‌متر) را دارا بود. اگرچه تیمار مصرف ۲۲۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در فاصله کشت ۲۰ سانتی متر بیشترین عملکرد دانه و روغن را به همراه داشت، ولی اثر متقابل بین سطوح نیتروژن و فواصل کشت معنی‌دار نبود.

واژه‌های کلیدی: اوره، تراکم کاشت، عملکرد روغن، کلزا، کشت دوم.

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۲۳

۱- پژوهشگر مؤسسه تحقیقات برنج کشور

*** نویسنده مسئول: rabiee_md@yahoo.com**

مقدمه

تأمین نیتروژن کافی، از جمله عوامل مهم در افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول کلزا است و همراه با تراکم مناسب کاشت از عوامل موثر در کشت آن محسوب می شود. به دلیل عدم استفاده از اراضی شالیزاری شمال کشور در بیش از نیمی از سال، کشت کلزا به عنوان کشت دوم بعد از برداشت برنج می‌تواند علاوه بر تامین روغن مورد نیاز کشور، سبب ایجاد اشتغال، افزایش تولید و درآمد کشاورزان و پایداری تولید برنج گردد.

مرادی تلاوت و همکاران (Moradi Telavat *et al.*, 2007) در بررسی واکنش عملکرد دانه وروغن دانه کلزا به سطوح مختلف نیتروژن گزارش کردند که با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد دانه (۲۸۹۱ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۱۲۵٦ کیلوگرم در هکتار) به طور معنی‌داری افزایش یافت. ابراهیم و همکاران (Ibrahim *et al.*, 1989) در آزمایش خود با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی تا مقدار ۲۱۳ کیلوگرم در هکتار، یک افزایش ثابت و تصاعدی در عملکرد کلزا مشاهده کردند و گزارش نمودند که طول دوره رسیدگی گیاه کلزا با مصرف بیشتر نیتروژن افزایش می یابد. جکسون (Jackson, 2000) ملاحظه کرد که عملکرد دانه و روغن کلزا در اثر مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به حداکثر رسید. علاوه بر میزان مصرف کود نیتروژن، زمان مصرف بهینه نیز تاثیر به‌سزایی در افزایش عملکرد دانه و روغن کلزا دارد. بالاترین نیاز کلزا به کود نیتروژن در مراحل آغاز ساقه دهی و گل دهی می باشد (Hocking and Stapper, 1993). بیلسبرو و همکاران (Bilsborrow *et al.*, 1993) در طی گزارش خود، اثر کاربرد نیتروژن بر عملکرد دانه کلزا را به واسطه افزایش تعداد خورجین و تعداد دانه در هر خورجین اعلام نمودند. خادمی و همکاران (Khademi *et al.*, 1999) کود مورد نیاز برای دستیابی به عملکرد مطلوب کلزا را بین ۵۰ الی ۲٤۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار گزارش کردند.

مدیریت عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در خاک بستگی به نوع، زمان، مقدار و روش کاربرد آن‌ها دارد. در این بین، مقدار و زمان مصرف کود نقش مهم‌تری را ایفا میکنند (Jan and Khan, 2000). واجنوسکا و همکاران (Wojnowska *et al.*, 1995) نیز افزایش عملکرد دانه کلزا در زمان به کارگیری نیتروژن را به دلیل افزایش رشد سبزینه‌ای گیاه دانسته اند. پرتر (Porter, 1993) اظهار داشت که مصرف ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد کلزا را به طور معنی‌داری افزایش داد.

به دلیل اهمیت فواصل کشت و نقش تعیین کننده آن در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد کلزا، انتخاب فواصل کشت مناسب می‌تواند نقشی تعیین‌کننده ای در افزایش عملکرد و توسعه کشت کلزا در منطقه ایفا نماید. روش های مختلفی از قبیل کشت ردیفی، برای ایجاد آرایش مطلوب بوته ها، جذب بیشتر تشعشعات خورشید و در نهایت دستیابی به عملکرد مطلوب، ابداع شده است. کاهش فواصل ردیف کاشت باعث پوشاندن سریع‌تر سطح زمین توسط برگ ها، کاهش تبخیر، بهبود جذب مواد غذایی از خاک و جلوگیری از رشد علف‌های هرز می‌شود. به طور کلی گیاهان در ردیف‌های باریک تر، به ویژه در کشت‌های پاییزه، بهتر بر علف‌های هرز غلبه و از رشد آن‌ها جلوگیری می کنند. در مقابل، ردیف‌های عریض‌تر باعث تسهیل عملیات مکانیکی در کنترل علف های هرز می شوند (Ibrahim *et al.*, 1989). جانسون و هنسون (Johnson and Hanson, 1993) گزارش نمودند که بیشتر بودن عملکرد در فاصله کشت ۱۵ سانتی‌متر نسبت به فاصله ۳۰ سانتی متر، در نتیجه رقابت کمتر بین گیاهان است، زیرا هر چه فاصله بین ردیف کمتر و فاصله روی ردیف بیشتر شود، توزیع گیاهان یکنواخت‌تر شده و رقابت بین گیاهان کاهش می یابد. ازر (Ozer, 2003) در بررسی اثر سه فاصله ردیف ۱۵، ۳۰ و ٤۵ سانتی‌متری بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا گزارش کرد که در هر دو سال آزمایش، با افزایش فاصله ردیف، طول دوره رویش در ارقام مختلف افزایش یافت و رسیدگی آن‌ها به تأخیر افتاد و در نتیجه عملکرد دانه کاهش یافت. می و همکاران (May *et al.*, 1993) گزارش کرده‌اند که فاصله کشت اثر معنی‌داری بر عملکرد ندارد، با این وجود فواصل ردیف کمتر، عملکرد بیشتری داشتند. فرجی (Faraji, 2004) در بررسی اثر سه فاصله ردیف ۱۲، ۲٤ و ۳٦ سانتی‌متر و سه میزان بذر ٦، ۸ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا گزارش نمود که با افزایش فاصله ردیف عملکرد دانه به طور معنی‌داری کاهش یافت. آزمایش انجام شده توسط خان و موندل (Khan and Moundel, 1999) در پاکستان روی فواصل کشت نشان داد که ردیف کاشت ۱۵ سانتی متری عملکرد بیشتری نسبت به فاصله ۳۰ و ٤۵ سانتی متری داشته

است. برخی محققین گزارش کرده‌اند که فاصله کشت اثر معنی‌داری بر عملکرد ندارد، با این وجود فواصل ردیف کمتر، عملکرد بیشتری داشتند. وقتی گیاهان به صورت ردیفی کشت می‌شوند، رقابت بین گیاهان افزایش می‌یابد که احتمالاً به دلیل تغییر در مورفولوژی گیاه و افزایش نمو منابع و مخازن است. (Jasinska *et al*., 1991; May *et al*., 1993; Johnson and Hanson, 2003).

با ثابت نگه داشتن سایر شرایط فیزیکی و شمیایی خاک، پاسخ گیاه به کاربرد کود نیتروژن تا حد زیادی بستگی به مقدار نیتروژن مصرفی و فاصله کشت مناسب بستگی دارد. لذا با توجه به عدم انجام تحقیقات قبلی در شرایط شالیزاری، این تحقیق با هدف اثر مقدار کود نیتروژن و فاصله کشت بر عملکرد دانه و روغن و نیز صفات فنولوژیکی کلزای رقم هایولا ۳۰۸ در اراضی شالیزاری استان گیلان طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در اراضی شالیزاری موسسه تحقیقات برنج کشور، واقع در شهرستان رشت، طی سال‌های زراعی ۸۳-۱۳۸۲ و ۸٤-۱۳۸۳ انجام شد. فاکتور اول نیتروژن از منبع کود اوره در چهار سطح، شامل: ۹۸، ۱٤۰، ۱۸۲ و ۲۲٤ کیلوگرم در هکتار بود و فاکتور دوم فاصله ردیف کشت در سه سطح شامل: ۲۰، ۲۵ و ۳۰ سانتی‌متر بود. برای رسیدن به تراکم ۸۰ بوته در مترمربع، فاصله بوته ها روی ردیف به ترتیب ٦/۲۵، ۵ و ٤/۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. مقادیر مصرف نیتروژن بر اساس نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی موسسه تحقیقات خاک و آب برای گیاه کلزا برابر با ۱٤۰ کیلوگرم در هکتار اوره می باشد (Doroodi *et al*., 2000). قبل از آزمایش و بعد از برداشت برنج، آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و نمونه‌گیری مرکبی از خاک از عمق‌های ۳۰-۰ انجام شد (جدول ۱). استفاده از علف‌کش تریفلورالین به میزان ۲ لیتر در هکتار، دادن کودهای پایه به میزان ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار انجام گردید. فاصله بین تیمارها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. میزان بذر مصرفی برحسب ۱۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. کشت بذور کلزا به صورت دستی و در فواصل ردیف تعیین شده در اواخر مهر صورت گرفت. با توجه به شرایط آب و هوایی شهرستان رشت و احتمال غرقاب شدن مزرعه در اثر بارندگی های سنگین در بین بلوک ها و واحدهای آزمایشی زهکش‌هایی با عرض ۳۰-۲۰ سانتی متر وعمق ٤۰-۳۰ سانتی‌متر احداث شد. انجام عملیات مبارزه با علف‌های هرز یک بار به صورت مکانیکی و در مرحله چهار برگی کلزا صورت گرفت. $\frac{1}{3}$ کود نیتروژن تخصیص یافته برای هر تیمار در هنگام کاشت و $\frac{2}{3}$ دیگر به صورت سرک، $\frac{1}{3}$ قبل از شروع ساقه رفتن و $\frac{1}{3}$ قبل از گل‌دهی به تیمارها داده شد. با توجه به کفایت نزولات جوی در طی دوره رویش، آبیاری انجام نشد. با تغییر رنگ دانه های ساقه اصلی و کاهش رطوبت به حدود ۲۵ درصد، برداشت از هر کرت پس از حذف حاشیه از چهار متر مربع انجام شد. بوته‌های برداشت شده به مدت سه روز در زیر نور آفتاب در مزرعه خشک شد. با کاهش رطوبت دانه‌ها به ۱۲ درصد، محصول جمع آوری گردید. به منظور اندازه‌گیری صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در بوته، تعداد خورجین در ساقه اصلی، دو روز قبل از برداشت، تعداد ده بوته از هرکرت به طور تصادفی و با در نظر گرفتن حاشیه، انتخاب شد و اندازه گیری ها روی هر بوته به طور جداگانه انجام شد و میانگین آن ها به عنوان صفت مورد نظر ثبت گردید.

درصد روغن با استفاده از دستگاه NMR (H20-18-25A) ساخت کارخانه Bruker کانادا تعیین گردید. عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن محاسبه شد (ISO 10565, 1998). قبل از انجام تجزیه مرکب، به منظور اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده شد. تجزیه مرکب با فرض تصادفی بودن سال و ثابت بودن تیمارهای آزمایشی برای صفات مورد نظر صورت گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب و تجزیه همبستگی با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین اثر اصلی تیمارها و اثرات متقابل آن‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام گردید. برای محاسبه تجزیه رگرسیون گام به گام از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه مرکب بیانگر آن است که اثر سال، مقادیر نیتروژن و فواصل کشت بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود

(جدول ۳). سال اول آزمایش با میانگین ارتفاع بوته ۱۱۲/۵ سانتی‌متر نسبت به سال دوم از برتری معنی‌داری برخوردار بود. به نظر می رسد سال اول آزمایش به دلیل کاهش ساعات آفتابی در ماه‌های انتهایی رشد و در نتیجه عدم تجزیه اکسین سبب تحریک رشد طولی ساقه‌ها گردیده و باعث افزایش ارتفاع گیاه گردید. بین مقادیر نیتروژن، تیمار ۲۲٤ کیلوگرم در هکتار با میانگین ارتفاع ۱۱۱/۹ سانتی‌متر بیشترین و تیمار ۹۸ کیلوگرم در هکتار با میانگین ارتفاع ۱۰۰/۹ سانتی‌متر کمترین ارتفاع بوته را دارا بودند (جدول ٤). افزایش مصرف کود نیتروژن در گیاه کلزا باعث افزایش ارتفاع شد که این امر را می توان به افزایش طول سلول‌های گیاهی و افزایش طول ساقه در اثر افزایش مصرف کود نیتروژن نسبت داد (Malek Ahmadi *et al.*, 2009). یکی از نتایج افزایش طول ساقه نیز، تشکیل برگ های جدید در بالای پوشش گیاهی است. این خصوصیت، کارآمدترین برگ‌ها را در بهترین موقعیت از نظر فتوسنتز قرار داده و در نهایت افزایش ارتفاع بوته را موجب خواهد شد (Bilsborrow *et al.*, 1993). گیاهان محروم از نیتروژن معمولاً دارای ارتفاع کوتاه، شاخ و برگها به رنگ زرد بوده و پوشش گیاهی نازک و ضعیف مانده که در نتیجه عملکرد به شدت کم میشود (Diepen Brock, 2000).

بین فواصل کشت نیز فاصله ۲۰ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع بوته را با میانگین ۱۰۹/۹ سانتی‌متر دارا بود و به طور جداگانه در یک گروه قرار گرفت (جدول ٤). در فواصل ردیف کم ، گیاهان به علت رقابت بر سر نور و فضا، ارتفاع خود را افزایش می‌دهند. به عبارت دیگر با کم کردن فاصله بین ردیف های کاشت و نزدیک تر شدن گیاهان نسبت به همدیگر ، ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد (Leach *et al.*, 1999).

ارتفاع پایین ترین شاخه خورجین‌دار

نتایج تجزیه مرکب آزمایش نشان داد که به جز اثر نیتروژن، اثر سایر تیمارها بر این صفت معنی دار نبود. بین تیمارهای نیتروژن، مصرف ۲۲٤ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۳٤/٤ سانتی‌متر و تیمار ۹۸ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۲۹ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع پایین‌ترین شاخه خورجین‌دار از سطح زمین را دارا بودند (جدول ٤). افزایش کود نیتروژن سبب افزایش ارتفاع گیاه شده و این امر باعث کاهش نفوذ نور به اعماق پوشش گیاهی گردیده و در نتیجه تشعشع دریافتی توسط هر گیاه کاهش می‌یابد. در نتیجه این امر گیاه مواد پرورده تولیدی خود را صرف قسمت رویشی کرده تا به تابش بیشتری دسترسی یابد و از سوی دیگر به علت سایه اندازی شاخه و برگ های گیاه، خورجین‌های تشکیل شده در شاخه‌های پایینی، سقط شده و از بین می رود. در نتیجه، ارتفاع اولین شاخه فرعی خورجین‌دار تا زمین، افزایش می یابد که صفتی مطلوب در برداشت مکانیزه کلزا با کمباین محسوب می‌شود (Omidi *et al.*, 2005).

عملکرد بیولوژیک

با توجه به نتایج تجزیه مرکب (جدول ۳)، اثر سال، مقادیر نیتروژن و فواصل کشت بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود. سال اول اجرای آزمایش با میانگین ٦٦۰۱ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال دوم از برتری معنی‌داری برخوردار بود که علت آن را می‌توان به افزایش ارتفاع و تعداد خورجین آن نسبت داد. به نظر می‌رسد سال دوم آزمایش به دلیل دارا بودن ساعات آفتابی بیشتر و مقدار بارندگی کمتر و مساعد بودن شرایط آب و هوایی به خصوص در ابتدای رشد گیاهچه که موجب سبز شدن یکنواخت و استقرار مناسب گیاهچه شد، توانست عملکرد بیولوژیک بیشتری به دست آورد. بین تیمارهای نیتروژن، تیمارهای ۲۲٤ و ۹۸ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب با میانگین ۷۱٤۲ و ٥٤۸۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (جدول ٤). در توجیه افزایش عملکرد بیولوژیک در تیمار کاربرد ۲۲٤ کیلوگرم در هکتار نیتروژن می‌توان چنین استدلال نمود که افزایش کود نیتروژن موجب توسعه پوشش گیاهی، افزایش فعالیت فتوسنتزی، ارتفاع بیشتر و برخورداری بهتر از تابش خورشیدی و افزایش تجمع ماده خشک می شود که عوامل موثری در افزایش عملکرد بیولوژیک می‌باشند. این موضوع نشان دهنده درجه کودپذیری بالای گیاه کلزا و توانایی استفاده از نیتروژن جهت تولید بیشتر ماده خشک می‌باشد (Malek Ahmadi *et al.*, 2009). بین فواصل کشت، فاصله ۲۰ سانتی‌متر با میانگین ٦٦٥۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد بیولوژیک را دارا بود. علت افزایش عملکرد بیولوژیک با این فاصله کاشت را می‌توان به بسته شدن سریع‌تر کانوپی و برخورداری بهتر از تابش خورشیدی آن نسبت داد (Johnson and Hanson, 2003). موریسون و همکاران (Morrison *et al.*, 1990) بیان نمودند که گیاهانی که در فواصل کشت کم‌تر کشت می‌گردند،

در مقایسه با فواصل کشت بیشتر، مقدار ماده خشک بیشتری در واحد سطح تولید می‌کنند.

بررسی اثر متقابل کود نیتروژن در فواصل کشت نشان داد که فاصله ۲۰ سانتی‌متر به همراه تیمار ۲۲٤ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و فاصله ۳۰ سانتی‌متر به همراه تیمار ۹۲ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیکی برخوردار بودند. اخیراً انتخاب ژنوتیپ های برخوردار از عملکرد بیولوژیک بالا به عنوان یک راه حل مناسب جهت بالا بردن میزان عملکرد دانه در گیاهان پیشنهاد شده است. ارقامی که بتوانند میزان بیشتری کود نیتروژن جذب و در اندام های زایشی ذخیره کنند، به دلیل استفاده از مواد جذب شده و فتوسنتز بالا، عملکرد بیولوژیک بیشتری خواهند داشت (Hassanzadeh Gorttapeh *et al.*, 2008).

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۳) در مورد صفت عملکرد دانه نشان داد که به جز اثر مقادیر نیتروژن، اثر سایر منابع بر عملکرد دانه معنی دار نبود. اثر مصرف نیتروژن بر عملکرد دانه در هر دوسال اجرای آزمایش از روندی مشابه تبعیت نمود. با افزایش میزان کود نیتروژن، عملکرد دانه افزایش یافت. بالاترین عملکرد مربوط به تیمار ۲۲٤ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین عملکرد ۲۱۸۹ کیلوگرم در هکتار بود، اگرچه میزان مصرف نیتروژن ۱۸۲ کیلوگرم در هکتار نیز با میانگین عملکرد ۲۰۲۹ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری با این تیمار نداشت و آزمون مقایسه میانگین به روش دانکن آن‌ها را در یک گروه قرار داد (جدول ٤). علت افزایش عملکرد دانه در اثر مصرف مقادیر بیشتر نیتروژن را می‌توان به افزایش ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت آن نسبت داد (جدول ٤). کود نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی و زایشی و بقای تعداد گلهای بارور شد و در مقادیر بالاتر نیتروژن ، از طریق افزایش مواد فتوسنتزی، عملکرد دانه بیشتر را به همراه داشت. افزایش عملکرد دانه در اثر افزایش مقدار کود نیتروژن ممکن است به علت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت های زایشی باشد (Soleimanzadeh *et al.*, 2007).

نتایج هم‌چنین نشان داد که بین فواصل کشت از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اگر چه فاصله ۲۰ سانتی‌متر با میانگین عملکرد ۱۹٤۷ کیلوگرم در هکتار نسبت به فواصل ۲۵ و ۳۰ سانتی متر با عملکردهای ۱۸۸۳ و ۱۸۰۹ کیلوگرم از برتری نسبی برخوردار بود. نتایج سایر محققین نیز موید این مطلب است که کشت گیاهان در فواصل ردیف کمتر باعث توزیع متعادل تر بوته‌ها، ایجاد الگوی کاشت مناسب، بهبود جذب مواد غذایی از خاک، کاهش رقابت علف‌های هرز، کاهش تلفات ریزش در اثر باد، افزایش جذب نور و افزایش عملکرد می‌شود (Javidfar *et al.*, 2001; Andrade *et al.*, 2002; Biljili *et al.*, 2003).

اثر متقابل فواصل کشت در مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود. این مطلب نشان دهنده آن است که در هر سه فاصله ردیف کاشت، افزایش کود نیتروژن موجب افزایش عملکرد دانه شد (جدول ٤). فاصله ۲۰ سانتی متر به همراه تیمار ۲۲٤ کیلوگرم در هکتار و فاصله ۳۰ سانتی‌متر به همراه تیمار ۹۲ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین عملکرد ۲۲۵۷ و ۱٤۱۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند.

عملکرد دانه همبستگی بالایی با عملکرد بیولوژیک (R=۰/۹۳۱) داشت (جدول ۵) که این مساله به دلیل تجمع بیشتر ماده خشک در گیاه و کم شدن محدودیت منبع و انتقال بهتر اسمیلات ها جهت پر شدن بهتر دانه ها و در نتیجه افزایش عملکرد دانه می‌باشد.

عملکرد روغن

نتایج تجزیه مرکب (جدول ۳) نشان داد که به جز تیمار کود نیتروژن، بین سایر تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تیمار ۲۲٤ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۱۰۰۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد روغن را به خود اختصاص داده و به طور جداگانه در یک گروه و تیمارهای ۱۸۲، ۱٤۰ و ۹۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نیز با میانگین ۹۱۸/۹، ۸۰٤/۵ و ٦۸۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در گروه های بعدی قرارگرفتند. افزایش نیتروژن از طریق اثر بر اجزای عملکرد سبب افزایش بر عملکرد دانه می شود. به نحوی که افزایش کاربرد نیتروژن به دلیل کاهش درصد ریزش گل ها و در نتیجه افزایش تعداد خورجین در واحد سطح و نیز اثر بر وزن هزاردانه موجب افزایش عملکرد دانه در واحد سطح می گردد (Fathi *et al.*, 2002).

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی (جدول ۵) نشان داد که عملکرد روغن بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه (۰/۹٤۵)،

عملکرد بیولوژیک (۰/۸۳۷) و شاخص برداشت (۰/۷۵۶) داشت. با توجه به این که عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن به دست آمده و تابعی از این دو مولفه می‌باشد (Abadian *et al.*, 2008). بنابراین، به دلیل عدم تفاوت معنی‌دار تیمارها از نظر درصد روغن، عملکرد روغن به طور مستقیم تحت تاثیر عملکرد دانه قرار گرفت. جکسون (Jackson, 2000) گزارش نمود که عملکرد دانه و روغن کلزا در اثر افزایش مصرف نیتروژن (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) حداکثر می‌باشد. با مصرف کود نیتروژن سوبسترای بیشتری برای سنتز پروتئیین فراهم می‌شود و در نتیجه جهت سنتز روغن سوبسترای کافی در اختیار نخواهد بود و از این رو میزان روغن کاهش می یابد. بالا بودن ضریب همبستگی عملکرد روغن با عملکرد دانه و به دنبال آن عم‌لکرد بیولوژیک نشان داد که عملکرد روغن بیشتر تحت تاثیر عملکرد دانه، قرار داشته و درصد روغن بر آن اثر کمتری داشت و در صورت افزایش عملکرد دانه شاهد افزایش عملکرد روغن خواهیم بود. نتایج محققین دیگر مثل مرجانویک جیرومیلا و همکاران (Marjanovic-Jeromela *et al.*, 2007) و باسالما (Basalma, 2008) نیز حاکی از وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار میان عملکرد روغن با عملکرد دانه بود.

اجزای عملکرد دانه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۳)، بین اثر سال، مقادیر نیتروژن و فواصل کشت اختلاف معنی‌داری وجود داشت. سال اول آزمایش با دارا بودن رشد رویشی، ارتفاع و تعداد شاخه فرعی بیشتر توانست از تعداد خورجین در بوته بیشتری نسبت به سال دوم برخوردار باشد. بین تیمارهای نیتروژن، تیمار۲۲٤ و ۹۸ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با تعداد ۸۹/۷ و ٦۷/۸ بیشترین و کمترین تعداد خورجین در بوته را به خود اختصاص دادند. افزایش مصرف نیتروژن سبب افزایش تعداد خورجین در واحد سطح گردید، زیرا به دلیل وجود رقابت بین بوته‌ای، کمبود نیتروژن سبب افزایش درصد ریزش گل‌ها در حین تلقیح یا پس از آن شده و باعث کوتاه شدن مرحله گل‌دهی می‌گردد، لذا افزایش مصرف نیتروژن به دلیل کاهش افزایش سطح سبز گیاهی و تعداد شاخه فرعی، افزایش تولید مواد فتوسنتزی و کاهش درصد ریزش گل‌ها شده و در نتیجه تولید خورجین در واحد سطح را افزایش می‌دهد (Al-Jaloud *et al.*, 1996; Cheema and Malik, 2001; Jan and Khan, 2001). فاصله ۳۰ سانتی‌متر نیز بین فواصل ردیف کاشت بیشترین تعداد خورجین در بوته را دارا بود که این می‌تواند به دلیل افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته در ردیف‌های عریض‌تر باشد.

نتایج حاصل از تجزیه مرکب (جدول ۳) نشان د اد که اثر سال و اثر تیمارهای نیتروژن بر تعداد دانه در خورجین معنی‌دار و اثرسایر منابع آزمایشی معنی‌دار نبود. سال دوم با میانگین تعداد دانه ۲۰/٦ نسبت به سال اول با میانگین ۱۹ دانه در خورجین برتری داشت. به نظر می رسد که مراحل گل دهی 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. با توجه به بیشتر بودن تعداد خورجین در بوته در سال اول آزمایش و با در نظر گرفتن این که تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین از اجزای مهم عملکرد در کلزا محسوب شده و معمولاً نسبت به یکدیگر خاصیت جبرانی دارند و با افزایش هر کدام دیگری کاهش می یابد، افزایش تعداد دانه در سال دوم آزمایش منطقی به نظر می‌رسد.

بین تیمارهای نیتروژن تیمار ۲۲٤ و ۱۸۲ کیلوگرم در هکتار با میانگین تعداد ۲۰/۵ و ۲۰/۲ دانه در خورجین مشترکاً در یک گروه و تیمار ۹۸ کیلوگرم در هکتار در رتبه آخر قرار گرفت (جدول ٤). افزایش نیتروژن در کلزا باعث افزایش ظرفیت فتوسنتزی در گیاه شده و در نتیجه موجب افزایش تعداد دانه در خورجین می‌شود. نتایج بیلسبرو و همکاران (Bilsborrow *et al.*, 1993) نیز بیانگر افزایش تعداد دانه در خورجین در نتیجه به کارگیری مقادیر بیشتر نیتروژن می‌باشد.

طول دوره رویش

نتایج نشان داد که بین اثر سال، مقادیر کود نیتروژن و فواصل کشت اختلاف معنی‌داری از نظر زمان شروع گل دهی و خورجین دهی وجود داشت. پایین‌تر بودن درجه حرارت هوا در هنگام گل‌دهی و وقوع برف سنگین در سال دوم اجرای آزمایش که به مدت سه هفته از ۱۹ بهمن الی ۱۰ اسفند مزرعه را پوشانده بود ، باعث تأخیر ۱۸ روزه در زمان گل دهی و خورجین دهی نسبت به سال اول گردید. با افزایش مصرف کود نیتروژن، شروع گل‌دهی و خورجین دهی با تأخیر مواجه شد، به طوری که تیمار ۲۲٤ و ۹۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به ترتیب بیشترین و کمترین زمان از کاشت تا گل دهی و از

کاشت تا خورجین دهی را به خود اختصاص دادند. افزایش مصرف نیتروژن موجب افزایش سطوح فتوسنتزی و رشد رویشی شد که در نهایت منجر به تأخیر در وارد شدن به فاز زایشی می‌گردد. ابراهیم و همکاران (Ibrahim *et al.*, 1989) در آزمایش خود با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی تا مقدار ۲۱۳ کیلوگرم در هکتار، یک افزایش ثابت و تصاعدی در عملکرد کلزا مشاهده کردند و گزارش نمودند که طول دوره رسیدگی گیاه کلزا با مصرف بیشتر نیتروژن افزایش میابد. بین فواصل کشت، فاصله ۳۰ سانتی‌متر نسبت به سایر فواصل زمان بیشتری را از کاشت تا گل‌دهی و خورجین دهی صرف نمود. افزایش تعداد شاخه فرعی و خورجین در فواصل ردیف بیش‌تر نسبت به فواصل ردیف کم‌تر، باعث افزایش طول دوره رویشی و تأخیر در وارد شدن به فاز زایشی گردید. نتایج حاصل از تحقیق اوزر (Ozer, 2003) نیز با نتایج به دست آمده مطابقت داشت.

نتایج تجزیه مرکب آزمایش نشان دهنده تفاوت معنی دار بین اثر سال، مقادیر نیتروژن و فواصل کشت از نظر طول دوره رویش می‌باشد (جدول ۳). سال دوم آزمایش با میانگین طول دوره رویش ۲۰۶/٦ روز نسبت به سال اول با میانگین ۲۰۳/۲ روز برتری معنی‌داری داشت که دلیل آن را می‌توان به شرایط آب و هوایی ناشی از درجه حرارت کمتر در سال دوم آزمایش نسبت داد. تیمارهای کودی ۲۲٤ و ۹۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نیز به ترتیب بیشترین و کمترین طول دوره رویش را به خود اختصاص دادند. مصرف کمتر کود نیتروژن در تیمار ۹۸ کیلوگرم در هکتار موجب گردید که به دلیل فراهم نمودن مواد غذایی، عدم توسعه سطوح فتوسنتزی و پوشش گیاهی مناسب، کاهش رشد رویشی و زایشی، کاهش تعداد خورجین و عدم تخصیص مواد غذایی کافی به دانه گیاه رشد رویشی کمتری داشته و زودتر از سایر تیمارها وارد مرحله زایشی شده و دوره رشد خود را سریع‌تر طی نماید، که این مساله نیز می تواند از دلایل کاهش عملکرد دانه در تیمار فوق محسوب گردد.

بین فواصل کشت، فاصله ۳۰ سانتی‌متر با میانگین طول دوره رویش ۲۰۵/٦ روز بیشترین و فاصله ۲۰ سانتی‌متر با میانگین ۲۰٤/۲ روز کمترین طول دوره رویش را به خود اختصاص دادند. علت کاهش طول دوره رویش در فاصله ۲۰ سانتی‌متر را می توان به کمتر بودن شاخه های فرعی آن نسبت داد. در گیاهانی که با فواصل ردیف کمتر کشت می‌شوند ارتفاع بوته افزایش یافته و از تعداد شاخه فرعی آن ها کاسته می شود که نتیجه آن یکنواختی رسیدگی گیاه و کاهش طول دوره رویش می‌باشد (Johnson and Hanson, 2003; Soleimanzadeh *et al.*, 2007).

برای بررسی سهم صفات اندازه‌گیری شده در عملکرد دانه و حذف اثر صفاتی که کم اثر و یا غیرمؤثر هستند ، از رگرسیون گام به گام روی عملکرد دانه (متغیر وابسته) استفاده شد (جدول ٦). نتایج نشان داد که عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به ترتیب دارای بیشترین اثر روی عملکرد دانه بوده و ۹۹/۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می نمایند و ضریب تبیین مدل نشان داد که مدل فوق توانسته درصد بالایی از تغییرات را توجیه نماید (جدول ٦).

بر اساس جدول همبستگی نیز بین عملکرد دانه با دو صفت عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت همبستگی بالایی وجود داشت. نتایج تجزیه گام به گام بیانگر آن بود که در صورتی که با افزایش عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت روندی نزولی نشان ندهد، شاهد افزایش عملکرد دانه خواهیم بود. با توجه به آن که شاخص برداشت نشاندهنده درصد انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن می‌باشد، بنابراین میزان سهم بالای آن بر عملکرد دانه نشان‌دهنده اهمیت بالای آن در گیاه کلزا می باشد.

در مجموع با توجه به نتایج این تحقیق، افزایش مصرف مقدار نیتروژن موجب افزایش عملکرد دانه و عملکرد روغن شده و مقدار نیتروژن ۲۲٤ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه و عملکرد روغن را تولید نمود. به نظر می رسد که مقدار مصرف کود نیتروژن ۱٤۰ کیلوگرم در هکتار (مقدار توصیه شده برای کلزا بر اساس نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی مؤسسه تحقیقات خاک) در اراضی شالیزاری در شرایط آب و هوایی منطقه گیلان، به دلیل آب‌شویی بالای نیتروژن در اثر بارندگی‌های زیاد و هم‌چنین نیاز بالای گیاه کلزا به کود نیتروژن، دستیابی به پتانسیل عملکرد کلزا را دشوار و تا حدودی غیر ممکن می نماید. با کاهش فواصل ردیف از ۳۰ سانتی‌متر به ۲۰ سانتی‌متر، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد روغن افزایش یافت. با توجه به این امر که با کاهش فواصل کشت، رسیدگی یکنواخت تر شده و طول دوره رویش نیز کاهش می یابد، بنابراین کشت کلزا در فواصل کم‌تر در منطقه پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

این مقاله از پروژه تحقیقاتی با عنوان: بررسی اثرات فواصل کشت و مقادیر کود نیتروژنی بر خصوصیات فنولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد کلزا به عنوان کشت دوم به شماره مصوب ۸۳۰۰۱-۰۰۰۰-۰۱-۰۰۰۰-۱۳-۰۱۲-۲ استخراج شده و هزینه اجرای آن توسط موسسه تحقیقات برنج کشور تامین شده است. لذا بدینوسیله از حمایتهای آن موسسه در طول اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی میشود.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1- Soil properties of the experimental field

Depth (cm)	Soil texture	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	pH	EC ($dS.m^{-1}$)	N total (%)	Ava- P ($mg.kg^{-1}$)	Ava- K ($mg.kg^{-1}$)	EC ($dS.m^{-1}$)
0-30	Silty Clay	47	45	8	6.9	0.35	0.188	19	161	0.35

جدول ۲- اطلاعات هواشناسی ایستگاه هواشناسی موسسه تحقیقات برنج کشور در رشت برای دوره رشد کلزا در سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۸۲، ۱۳۸۴-۱۳۸۳ و میانگین ۳۰ ساله

Table 2. Meteorological information of Rice Research Institute of Iran at Rasht for growing seasons of rapeseed during 2003-2004 , 2004-2005 and mean of 30 years

	Temperature (°C)			Total precipitation (mm)			Total sunny hours		
Months	2003-4	2004-5	1974-2004	2003-4	2004-5	1974-2004	2003-4	2004-5	1974-2004
October	15.2	16.1	17.7	159.1	136.5	221.8	104.1	104.1	120.2
November	10.7	8.5	13.0	263.4	243.2	199.4	90.9	141.1	94.3
December	8.4	7.55	9.0	58.2	188.6	158.8	112.1	130.0	91.6
January	7.4	4.45	7.0	55.9	256.9	139.1	135.3	81.6	98.3
February	9.4	10.2	7.1	172.4	50.1	115.1	79.3	106.2	96.3
March	13.4	12.5	9.3	164.4	97.0	110.5	218.2	153.0	99.9
April	17.9	18.2	14.7	77.2	53.5	60.2	118.6	141.7	126.9
May	23.0	23.0	19.3	70.9	54.4	57.2	232.5	234.9	175.8
Mean	13.2	12.5	12.1						
Total				1021.5	1082.2	1062.2	1091.1	1092.6	1051.1

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای نیتروژن و فاصله کاشت بر صفات زراعی کشت دوم کلزا یعد از برنج در منطقه رشت (سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۳).

Table 3. Combined analysis of variance for effect of nitrogen levels and planting densities traits on second cropping of rapeseed after rice in Rasht region (2003-2005 cropping seasons).

S.O.V.	D.F.	Plant height	Height of the lowest silique bearing branch	Biological yield	Grain yield	Oil yield	Oil percent	N.Silique.plant^{-1}
Year	1	3099.47**	32.401^{ns}	3677020.014**	83283^{ns}	69258.97^{ns}	435.469**	23647.687**
Year/Replication	4	90.661	57.6	418525.7	33909.71	10199.89	4.646	53.471
Row Spacing (RS)	2	283.023**	35.762^{ns}	1522464. 7*	113737.042^{ns}	27627.21^{ns}	1.043^{ns}	357.862*
Year × RS	2	38.384^{ns}	1.095^{ns}	66421.722^{ns}	3181.625^{ns}	143.405^{ns}	0.492^{ns}	240.178^{ns}
Nitrogen (NF)	3	429.958**	112.767**	9162511.3**	1538244.76**	341222.448**	0.865^{ns}	1766.385**
Year × NF	3	107.946^{ns}	33.899^{ns}	286031.24^{ns}	58941.37^{ns}	20917.765^{ns}	1.161^{ns}	125.132^{ns}
RS × NF	6	11.801^{ns}	18.586^{ns}	52808.85^{ns}	11922.301^{ns}	2711.936^{ns}	0.371^{ns}	32.217^{ns}
RS × NF × Year	6	22.038^{ns}	8.561^{ns}	71939.29^{ns}	13061.551^{ns}	3248.776^{ns}	0.706^{ns}	16.732^{ns}
Error	44	37.956	12.366	385840.18	60631.99	11854.21	1.118	92.587
CV		5.81	11.46	9.74	13.1	12.77	2.33	12.46

S.O.V.	D.F.	Number of seeds in branch siliques	Number of seeds in silique.Stem^{-1}	Number of seeds in siliques	Germination time	Flowering time	Silique creation time	Maturity time
Year	1	25.051^{ns}	83959**	49.917**	7.347**	11.526.68**	5922.347**	206.722**
Year/Replication	4	8.23	1.39	2.95	0.028	1.986	6.431	1.39
Row Spacing (RS)	2	7.521^{ns}	0.026^{ns}	1.19^{ns}	0.167^{ns}	7.167**	7.597**	12.76**
Year × RS	2	6.498^{ns}	0.105^{ns}	1.071^{ns}	0.056^{ns}	0.056^{ns}	1.264^{ns}	0.097^{ns}
Nitrogen (NF)	3	30.389**	2.363^{ns}	10.903**	0.051^{ns}	15.903**	23.606**	14.04**
Year × NF	3	6.646^{ns}	2.163^{ns}	4.076^{ns}	0.087^{ns}	0.162^{ns}	1.977^{ns}	0.093^{ns}
RS × NF	6	2.16^{ns}	1.542^{ns}	1.093^{ns}	0.093^{ns}	0.167^{ns}	0.19^{ns}	0.134^{ns}
RS × NF × Year	6	6.485^{ns}	4.587^{ns}	3.365^{ns}	0.685*	0.093^{ns}	1.116^{ns}	0.356^{ns}
Error	44	3.504	4.176	2.430	0.225	0.41	0.824	0.359
CV		9.69	10.08	7.88	7.96	0.54	0.61	0.29

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

جدول ٤- میانگین اثر تیمارهای نیتروژن و فاصله کاشت بر صفات زراعی کشت دوم کلزا یعد از برنج در منطقه رشت (سال های زراعی ۸۵-۱۳۸۳).

Table 4. Means comparison of effect of nitrogen levels and planting densities traits on second cropping of rapeseed after rice in Rasht region (2003-2005 cropping seasons).

Treatment		Plant height (cm)	Height of the lowest silique bearing branch (cm)	Biological yield (kg.h^{-1})	Grain yield (kg.h^{-1})	Oil yield (kg.h^{-1})	Oil percent (%)	No. seeds in silique bearing branch	No. seeds in siliques	No. siliques in plant	Germination time (Day)	Flowering time (Day)	Silique creation time (Day)	Maturity time (Day)
Year														
Year one		112.5 ^{a}	31.4	6600.8 ^{a}	1913.7	821.4	42.94 ^{b}	18.7	19.0 ^{b}	95.3 ^{a}	5.6 ^{b}	106.1 ^{b}	138.8 ^{b}	203.2 ^{b}
Year two		99.4 ^{b}	30.0	6148.8 ^{b}	1845.7	883.4	47.85 ^{a}	19.9	20.6 ^{a}	59.1 ^{b}	6.3 ^{a}	131.4 ^{a}	156.9 ^{a}	206.6 ^{a}
Row spacing (cm)														
20		109.9 ^{a}	31.8 ^{a}	6652 ^{a}	1947	887.4 ^{a}	45.63	18.7	19.5	74.5 ^{b}	6.0	118.2 ^{c}	147.3 ^{c}	204.2 ^{c}
25		104.7 ^{b}	30.9 ^{ab}	6312 ^{ab}	1883	850.1 ^{ab}	45.24	19.6	19.9	75.6 ^{b}	6.0	118.6 ^{b}	147.8 ^{b}	204.9 ^{b}
30		103.4 ^{b}	29.4 ^{b}	6160 ^{b}	1809	819.7 ^{b}	45.32	19.7	19.9	81.6 ^{a}	5.9	119.3 ^{a}	148.4 ^{a}	205.6 ^{a}
Nitrogen fertilizer (kg.h^{-1})														
98		100.9 ^{b}	29.0 ^{b}	5488 ^{d}	1522 ^{c}	685.0 ^{d}	45.26	17.7 ^{c}	18.8 ^{b}	67.8 ^{c}	5.9	117.6 ^{c}	146.4 ^{c}	203.9 ^{d}
140		103.3 ^{b}	30.0 ^{b}	6165 ^{c}	1778 ^{b}	804.5 ^{c}	45.38	19.0 ^{b}	19.7 ^{ab}	70.9 ^{c}	6.0	118.3 ^{b}	147.3 ^{b}	204.4 ^{c}
182		107.8 ^{a}	29.4 ^{b}	6704 ^{b}	2029 ^{a}	918.9 ^{b}	45.24	19.8 ^{ab}	20.2 ^{a}	80.4 ^{b}	5.9	119.4 ^{a}	148.6 ^{a}	205.4 ^{b}
224		111.9 ^{a}	34.4 ^{a}	7142 ^{a}	2189 ^{a}	1001.0 ^{a}	45.71	20.8 ^{a}	20.5 ^{a}	89.7 ^{a}	6.0	119.6 ^{a}	148.9 ^{a}	205.8 ^{a}
RS (cm)	NF (kg.h^{-1})													
20	98	103.6 $^{c-e}$	29.2 ^{cd}	5775 $^{c-e}$	1559 ^{de}	704.5 ^{de}	45.79	17.5 ^{cd}	18.7	66.0 ^{e}	6.0	117.2 ^{g}	145.8 ^{f}	203.3 ^{f}
20	140	106.8 $^{b-d}$	30.3 $^{b-d}$	6455 ^{bc}	1854 $^{b-d}$	842.9 $^{b-d}$	45.56	17.6 ^{cd}	18.8	71.0 ^{e}	5.8	117.8 $^{f-g}$	146.7 ^{ef}	203.5 ^{f}
20	182	112.2 ^{ab}	32.4 $^{a-c}$	6989 ^{ab}	2119 ^{ab}	966.5 ^{ab}	45.56	19 $^{a-d}$	20.2	75.7 $^{c-e}$	6.0	119 $^{b-d}$	148.2 $^{a-d}$	204.7 ^{cd}
20	224	116.9 ^{a}	35.4 ^{a}	7390 ^{a}	2257 ^{a}	1036 ^{a}	45.61	20.6 ^{ab}	20.6	85.0 $^{a-d}$	6.0	118.8 $^{c-e}$	148.3 $^{a-d}$	205.2 $^{b-d}$
25	98	101.1 ^{de}	31.2 $^{a-d}$	5541 ^{de}	1593 ^{de}	713.9 ^{de}	44.93	17.3 ^{d}	18.6	65.3 ^{e}	5.8	117.3 ^{g}	146.3 ^{ef}	203.8 ^{ef}
25	140	102.7 $^{c-e}$	28.0 ^{cd}	6115 ^{cd}	1787 ^{cd}	807.3 ^{cd}	45.31	19.8 $^{a-c}$	20.3	68.9 ^{e}	6.2	118.3 $^{d-f}$	147.3 $^{c-e}$	204.5 ^{de}
25	182	106.5 $^{b-d}$	29.1 ^{cd}	6547 ^{bc}	1987 $^{a-c}$	894.1 $^{a-c}$	45.11	20.5 ^{ab}	20.4	78.3 $^{b-e}$	6.0	119.2 ^{bc}	148.5 $^{a-c}$	205.3 ^{bc}
25	224	108.5 $^{b-d}$	34.3 ^{ab}	7045 ^{ab}	2164 ^{ab}	985.3 ^{ab}	45.59	20.7 ^{ab}	20.4	89.8 ^{ab}	6.2	119.7 ^{ab}	149.2 ^{ab}	205.8 ^{ab}
30	98	98.0 ^{e}	26.6 ^{d}	5148 ^{e}	1415 ^{e}	636.8 ^{e}	45.05	18.3 $^{b-d}$	19.1	72.0 ^{e}	5.8	118.2 ^{ef}	147.2 ^{de}	204.5 ^{de}
30	140	100.5 ^{de}	30.7 $^{b-d}$	5926 $^{c-e}$	1694 $^{c-e}$	763.3 $^{c-e}$	45.25	19.6 $^{a-d}$	20.0	79.2 ^{de}	6.0	118.8 $^{c-e}$	148.0 $^{b-d}$	205.3 ^{bc}
30	182	104.7 $^{b-e}$	26.7 ^{d}	6577 ^{bc}	1982 $^{a-c}$	896.2 $^{a-c}$	45.06	20.0 $^{a-c}$	20.1	87.2 $^{a-c}$	5.8	120.0 ^{a}	149.0 ^{ab}	206.2 ^{a}
30	224	110.3 $^{a-c}$	33.6 $^{a-c}$	6991 ^{ab}	2147 ^{ab}	982.4 ^{ab}	45.93	21.0 ^{a}	20.7	94.4 ^{a}	5.8	120.2 ^{a}	149.3 ^{a}	206.5 ^{a}

در هر ستون تیمارهایی که دارای حرف مشترک هستند با یکدیگر در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

Means within each column followed by the same letters are not significantly different at the 5% of probability level according to Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۵- ضرایب همبستگی خطی بین صفات زراعی کشت دوم کلزا یعد از برنج در منطقه رشت (سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۳).

Table 5. Correlation coefficients between traits on second cropping of rapeseed after rice in Rasht region (2003-2005 cropping seasons).

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
PH	(1)	1																
NB	(2)	0.59**	1															
NSilS	(3)	0.73**	0.59**	1														
NSilB	(4)	0.66**	0.77**	0.55**	1													
NSilP	(5)	0.73**	0.80**	0.71**	0.98**	1												
HLSB	(6)	0.56**	0.09 ns	0.53**	0.19 ns	0.29*	1											
DF	(7)	0.22 ns	0.30**	0.44**	0.26 ns	0.34**	0.29*	1										
DM	(8)	0.14 ns	0.37**	0.39**	0.29*	0.35**	0.14 ns	0.76**	1									
Seed BS	(9)	0.03 ns	0.09 ns	0.29*	-0.01 ns	0.07 ns	0.01 ns	0.31**	0.42**	1								
Seed SS	(10)	-0.33**	-0.34**	-0.30**	-0.40**	-0.41**	-0.11 ns	0.05 ns	0.10 ns	0.40**	1							
Seed S	(11)	-0.16 ns	-0.14 ns	0.01 ns	-0.25*	-0.20 ns	-0.07 ns	0.20 ns	0.32**	0.85**	0.80**	1						
GY	(12)	0.43**	0.34**	0.59**	0.28*	0.38**	0.40**	0.40**	0.47**	0.31**	0.05 ns	0.21 ns	1					
BY	(13)	0.51**	0.41**	0.65**	0.41**	0.50**	0.38**	0.38**	0.43**	0.27*	-0.01 ns	0.15 ns	0.93**	1				
HI	(14)	0.11 ns	0.08 ns	0.25*	-0.07 ns	0.01 ns	0.25*	0.28*	0.37**	0.28*	0.13 ns	0.27*	0.72**	0.42**	1			
1000GW	(15)	0.595**	0.53**	0.60**	0.61**	0.66**	0.36**	0.39**	0.40**	0.14 ns	-0.22**	-0.03 ns	0.60**	0.63**	0.32**	1		
OP	(16)	-0.58**	-0.65**	-0.35**	-0.77**	-0.73**	-0.14 ns	0.02 ns	0.03 ns	0.29**	0.44**	0.44**	-0.07 ns	- 0.19 ns	0.19 ns	-0.44**	1	
OY	(17)	0.22*	0.12 ns	0.46**	0.02 ns	0.13 ns	0.33**	0.40**	0.47**	0.40**	0.19 ns	0.37**	0.94**	0.84**	0.75**	0.45**	0.25*	1

ns: غیر معنی‌دار، * و**: معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

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

1,2,3….,17 abbreviation for: plant height, number of branches, number of siliques in stream, number of siliques in branch, number of siliques, height of the lowest silique bearing branch, date of flowering, date of maturity, number of seeds in branches silique, number of seeds in stream silique, number of seeds in siliques, grain yield, biological yield, harvest index, 1000 grain weight, oil percent, oil yield

جدول ٦- تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه (متغیر وابسته) با سایر صفات مورد مطالعه

Table 6. Stepwise regression of grain yield (dependent variable) with other evaluated traits

Model	Variables	Regression coefficients	Collinearity statistics		R square adjusted
			VIF	Tolerance	
1	Constant	-403.1**			0.867
	biological yield	0.358**	1	1	
2	Constant	-1833.25**			0.997
	Biological yield	0.294**	1.21	0.823	
	Harvest index	62.59**	1.21	0.823	

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

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

References

Abadian H, Latifi N, Kamkar B, Bagheri B (2008) 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 Science 15(5): 78-87. [In Persian with English Abstract].

Andrade FH, Calvino PA, Ciriloc A, Barbieria P (2002) Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. Agronomy Journal 94: 975-980.

Basalma D (2008) The correlation and path analysis of yield and yield components of different winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 4(2): 120-125.

Biljili U, Sincik, M, Uzan A, Acikgoz E (2003) The influence of row spacing and seeding rate on seed yield and yield component of forage turnip *(Brassica napus* L.). Journal of Agronomy and Crop Science 189(4): 250-254.

Bilsborrow PE, Evans EJ, Zhoa FD (1993) The influence of spring nitrogen on yield components and glucosinat content of autumn sown oilseed rape (*B.napus* L.). Journal of Agricultural Science Cambridge 120: 219-224.

Cheema MA, Malik MS (2001) Effect of row spacing and nitrogen management of agronomic traits and oil quality of canola (*Brassica napus* L.) Pakistan Journal of Agricultural Science 38(3-4): 15-18.

Diepen Brock W (2000) Yield analysis of winter oil seed rape: A review. Field Crops Research 67: 35-49.

Doroodi MS, Malakooti MJ, Kavosi M, Balai MR, Shahabian M, Khademi Z, Majidi A, Kafi M (2000) Optimum recommendation of fertilizer for orchard and cultural crops of Guilan province. Technical Pub. No. 195. Jihad-e- Agriculture Ministry of Iran. 85 pp.

Faraji A (2004) Effects of row spacing and seed rate on yield and yield components of rapeseed. (Quontum Cultivar) in Gonbad. Seed and Plant Journal 20: 297- 314. [In Persian with English Abstract].

Fathi G, Bani-Saeedi A, Siadat A, Ebrahimpour Noorabadi F (2002) Effect of different levels of nitrogen and plant density on grain yield of canola (PF7045 cultivar) in Khuzestan climate. Journal of Agricultural Sciences 25 (1): 43-58. . [In Persian with English Abstract].

Hassanzadeh Gorttapeh, AA, Fathollahzadeh A, Nasrollahzadeh Asl A, Akhondi N (2008) Agronomic nitrogen efficiency in different wheat genotypes in Azerbijan-e-gharbi province. Electronical Journal of Crop Production 1 (1): 82-100. [In Persian with English Abstract].

Hocking PJ, Stapper M (1993) Effect of sowing time and nitrogen fertilizer rate on growth, yield and nitrogen accumulation of canola, mustard and wheat. In: Wratten N, Mailer RJ (Eds), Proceeding of 9th Australian Research Assembly on Brassicas, New South Wales, pp. 33-46.

Ibrahim AF, Abusteit E, Metwall EM (1989) Response of rape seed growth, yield, oil content and its fatty acids to nitrogen rates and application times. Journal of Agronomy and Crop Science, Egypt, 162: 107-112.

Jackson GD (2000) Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. Agronomy Journal 92: 644-649

Jan, MT, Khan S (2000) Responses of wheat yield components to type of N-fertilizer levels and application time. Pakistan Journal of Biological Science 3: 1227-1230.

Jasinska Z, Malarz W, Budzynski W, Majkowski K (1991) Effect of row spacing and sowing rate on development and yield of winter rape. Field Crop Abstracts 44(4): 41-53.

Javidfar F, Roody D, Rahmanpour S (2001) Canola production. Oilseed Research Dept, Seed and Plant Improvement Institute Press, Karaj, Iran. 53 pp.

Johnson BL, Hanson BK (2003) Row-spacing interception on spring canola performance in the northern great plains. Agronomy Journal 95: 703-708.

Khademi, Z, Rezaei H, Malakooti MJ, Mohajer-e-Milani P (1999) Optimal nutrition and fertilizer recommendation for rapeseed growers in soils of Iran. Agricultural Research and Education Organization, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Iran. 33 pp.

Khan S, Moundel A (1999) Effects of row spacing on weed control and seed yield on rapeseed (*Brassica napus*). Sarhad Journal of Agriculture (Pakistan) 15(1): 1-30.

Leach, JE, Stevenson HJ, Rainbow AJ (1999) Effects of high plant populations on growth and yield of winter oilseed rape. Journal of Agricultural Science 132(2): 173-180.

Malek Ahmadi, H, Alizade H, Majnoun Hosseini N, Shirani Rad AH (2009) Effects of planting density and nitrogen application rate on yield and some morphological traits of winter colza (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Field Crop Science 40(4): 173-182. [In Persian with English Abstract].

Marjanovic-Jeromela, A, Marinkovic R, Mijic A, Jankulovska M, Zdunic Z (2007) Inter-relationship between oil yield and other quantitative traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). Journal of Central European Agriculture 8(2): 165-170.

May WE, Hume DJ, Hale BA (1993) Effect of agronomic practices on free acid levels in the oil of Ontario-grown spring canola. Canadian Journal of Plant Sciences 74: 267-274.

Moradi Telavat MR, Siadat SA, Nadian H, Fathi G (2007) Response of canola grain and oil yields, oil and protein contents to different levels of nitrogen and boron fertilizers in Ahwaz region. Iranian Journal of Crop Sciences 9(3): 213-224. [In Persian with English Abstract].

Morrison, MJ, McVetty PB, Scrath R (1990) Effect of altering plant density on growth characteristics of summer rape. Canadian Journal of Plant Sciences 70:139-149.

Omidi, H, Tahmasbi Sarvestani Z, Ghalavand A, Modarres Sanavi AM (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 with English Abstract].

Ozer, H (2003) The effect of plant population densities on growth, yield and yield components of two spring rapeseed cultivars. Plant and Soil Environment 49(9): 422-426.

Porter, PM (1993) Canola response to boron and nitrogen grown on the south eastern coastol plain. Journal of Plant Nutrition 16: 2371-2381.

Soleimanzadeh HN, Latifi A, Soltani A (2007) Investigating relationship of phenological and morphological traits with grain yield in rapeseed (*Brassica napus* L.). Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources 14(5): 28-37. [In Persian with English Abstract].

Wojnowska T, Panak H, Siekiewiez (1995) Reaction of winter oilseed rape to increasing level of nitrogen fertilizer application under condition of Ketrzyn Chernozem. Rosliny Oleiste 16: 173-180.