

اثر مقادیر کود نیتروژن و پتاسیم بر کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.) به عنوان کشت دوم بعد از برنج در منطقه گیلان

محمد ربیعی^{۱*} و پری طوسی کهل^۲

۱، پژوهشگر مؤسسه تحقیقات برنج کشور

۲، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۶ - تاریخ تصویب: ۹۰/۴/۲۹)

چکیده

به منظور بررسی اثر مقادیر کود پتاسیم و نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد دانه کلزا (هیبرید هایولا ۴۰۱) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت به مدت دو سال زراعی (۸۹-۱۳۸۷) اجرا گردید. در این آزمایش دو عامل مقادیر کود پتاسیم خالص در ۳ سطح ۴۰، ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم و کود نیتروژن خالص در ۴ سطح صفر، ۱۸۰، ۲۴۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره به عنوان تیمارهای مورد بررسی منظور شدند. صفات مهم زراعی از قبیل کارایی مصرف نیتروژن، کارایی زراعی نیتروژن، درصد روغن، عملکرد دانه و روغن مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین مقادیر کود پتاسیم و نیتروژن از نظر کارایی مصرف نیتروژن، کارایی زراعی نیتروژن، عملکرد دانه و روغن و درصد روغن تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بین مقادیر پتاسیم، میزان ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین کارایی مصرف (با میانگین ۱۰/۳۹ و ۱۰/۲۰ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن)، کارایی زراعی (۶/۹۲ و ۶/۷۳ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن) و عملکرد دانه (۲۶۹۹ و ۲۶۴۱ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص دادند و در یک گروه قرار گرفتند. در بین مقادیر نیتروژن نیز مصرف ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین کارایی زراعی به ترتیب با میانگین ۸/۹۲ و ۹/۰۷ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن را دارا بودند. بیشترین درصد روغن متعلق به تیمار مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (۴۲/۱۷ درصد) و تیمار شاهد بدون کود نیتروژن (۴۳/۹۲ درصد) بود. براساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم و میزان ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار باعث تأمین نیاز کودی و کمک به افزایش عملکرد و کارایی مصرف کود نیتروژن در گیاه کلزا می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، کارایی مصرف نیتروژن، کلزا، کارایی زراعی.

مقدمه

گیلان کشت دوم آن بعد از برنج مورد توجه می‌باشد. بیشتر اراضی استان گیلان هر ساله به کشت برنج اختصاص دارد و بعد از برداشت، اراضی به صورت نکاشت

کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی بعد از سویا و نخل روغنی است که به دلیل سازگاری با شرایط اقلیمی

نیترژن است که به عنوان یک نسبت از تولید (نیترژن کل گیاه، نیترژن دانه، عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه) به نهاده (نیترژن کل خاک یا کود نیترژن مصرف شده) بیان می‌شود. اکثر شیوه‌های مناسب برای برآورد کارایی مصرف نیترژن وابسته به گیاه، تولید محصول و فرایندهای مرتبط با آن می‌باشد (Pathak et al., 2008). Fan et al. (2004) گزارشی نمودند که کارایی مصرف نیترژن عبارت است از میزان دانه تولید شده به کل نیترژن مصرف شده که کارایی ناخالص مصرف نیترژن نیز نامیده می‌شود. گزارش شده است که کارایی زراعی نیترژن (کارایی خالص) حاصل تفاضل عملکرد در تیمار کودی و عملکرد در تیمار شاهد (بدون کود) به کل نیترژن مصرفی (کیلوگرم) می‌باشد (Malakouti & Baba Akbari, 2005). در آزمایشی ۵ رقم کلزا، شلغم روغنی و خردل هندی تحت تیمار ۷ سطح از نیترژن (صفر، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیترژن در هکتار) قرار گرفتند. تحت شرایط نیترژن بالا، تمام ارقام دارای پائین‌ترین کارایی مصرف نیترژن بودند. کمترین میزان کارایی مصرف نیترژن در مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترژن (۹/۷ کیلوگرم بر کیلوگرم) به دست آمد. هر پنج گونه کلزا شیوه و الگوی مشابهی در جذب نیترژن در مقادیر مختلف کود نیترژن داشتند (Gan et al., 2008). آزمایشات انجام شده توسط Cheema & Malik (2001) نشان داد که سطوح مختلف کود نیترژن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا دارند. آنها گزارش کردند که کاربرد ۱۳۵ کیلوگرم نیترژن در هکتار بیشترین عملکرد دانه و روغن را به همراه داشته است. Azadegan (2010) با بررسی تأثیر مصرف کودهای پتاسیمی بر عملکرد گیاهان زراعی گزارشی نمود که مصرف کود پتاسیمی موجب افزایش ۵ تا ۱۰ درصد تولید محصول می‌شود، لذا با استفاده از برنامه‌های دقیق آزمون خاک و گیاه (تعیین توصیه کودی) مصرف کود پتاسیم با توجه به نیاز گیاه ضرورت دارد. با توجه به ضرورت و اهمیت مصرف کودهای نیترژن و پتاسیم در افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه کلزا و نظر به ناکافی بودن پژوهش‌های اجرا شده در این خصوص، این تحقیق با اهداف تعیین بهترین میزان کود پتاسیم و نیترژن

رها می‌شود. توجه به کشت گیاه روغنی کلزا در اراضی شالیزاری به منظور تأمین قسمتی از روغن مصرفی مورد نیاز کشور از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. استفاده بهینه از اراضی شالیزاری در تمام طول سال، ایجاد اشتغال و جلوگیری از مهاجرت روستائیان به شهر، افزایش تولید و درآمد کشاورزان و پایداری تولید برنج از دیگر مزایای کشت کلزا در اراضی شالیزاری محسوب می‌شود. با توجه نوپا بودن کشت کلزا در اراضی شالیزاری و اجرای پژوهش‌های تحقیقاتی در این زمینه با هدف افزایش سطح زیر کشت و بالا بردن ضریب کشت (تحت عنوان کشت دوم) ضروری است. سطح کلزا در استان گیلان در سال زراعی ۱۳۸۷ حدود هزار هکتار برآورد شده است (Anonymous, 2008). تأمین عناصر غذایی برای گیاهان به مقدار بهینه از جمله عوامل مهم در افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات محسوب می‌شود. یکی از این عناصر غذایی پتاسیم می‌باشد که برای دستیابی به حداکثر رشد و عملکرد مطلوب باید به مقدار کافی مهیا باشد. پتاسیم تحمل گیاه را نسبت به تنش‌های محیطی بیشتر و تولید نشاسته و کربوهیدرات‌ها را افزایش می‌دهد، همچنین پتاسیم استحکام گیاه را افزایش داده و برای رشد بهینه مقدار مطلوب آن ضروری است (Shomali et al., 2007). در ایران مصرف بی‌رویه کودها موجب برهم خوردن تعادل عناصر غذایی در خاک‌های زراعی شده است، بنابراین تأمین میزان مناسبی از نیازهای کودی گیاه عامل مؤثری در افزایش عملکرد و سودآوری بیشتر برای زارعین و رشد اقتصادی کشور خواهد بود. به دلیل اهمیت مقدار و زمان مصرف کود نیترژن در عملکرد کلزا تعیین مقادیر مناسب آنها می‌تواند نقش بسزایی در افزایش عملکرد ایفا نماید. کلزا ظرفیت بالایی در جذب نیترژن از خاک داشته و جهت کاهش آبشویی نیترات در نظام‌های زراعی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Sidlauskas & Tarakanovas, 2004). عملکرد کلزا به نوع رقم، شرایط محیطی، نوع مدیریت زراعی و مدیریت خاک بستگی دارد. یکی از مهم‌ترین عواملی که عملکرد کلزا را تحت تأثیر قرار می‌دهد، کود نیترژن است (Adriana et al., 2002). مفهوم کارایی مصرف نیترژن شامل جذب نیترژن، کارایی استفاده یا دسترسی به

سانتی‌متر و به عرض ۴۰-۳۵ سانتی‌متر احداث گردید. فاصله بین تیمارها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. اطلاعات هواشناسی مربوط به نه ماه از دوره رشد کلزا در جداول ۷ و ۸ آمده است. کاشت بذور کلزا رقم هایولا ۴۰۱ در اوایل آبان به صورت دستی و برحسب ۱۰ کیلوگرم در هکتار انجام گرفت. کلزای رقم هایولا ۴۰۱، رقم بهاره و هیبرید است که دارای ۴۴ تا ۴۷ درصد روغن با کیفیت دو صفر و عملکرد دانه بیش از ۳ تن می‌باشد. همچنین از ویژگی‌های خاص این رقم یکنواختی در رسیدگی و پایداری عملکرد است. تراکم بوته‌ها ۸۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. در طول فصل رشد آفت و بیماری در مزرعه مشاهده نشد. همچنین به دلیل کفایت نزولات جوی در طول فصل رشد گیاه آبیاری صورت نگرفت و زراعت کلزا به صورت دیم انجام شد. 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 و محاسبه عملکرد براساس رطوبت ده درصد انجام گردید. صفت‌های عملکرد دانه، میزان روغن، ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شدند. کارایی مصرف نیتروژن از میزان دانه تولید شده بر حسب کیلوگرم در هکتار به کل نیتروژن مصرف شده به صورت کود بر حسب کیلوگرم در هکتار و کارایی زراعی نیتروژن نیز از تفاضل عملکرد در تیمار کودی و عملکرد در تیمار شاهد (بدون کود نیتروژن) تقسیم بر کل نیتروژن مصرفی به صورت کود بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید (Fan et al., 2004; Malakouti & Baba Akbari, 2005). برای محاسبه صفات زراعی شامل ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین تعداد ده بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب گردید و این صفات در آنها اندازه‌گیری و در محاسبات آماری مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه‌گیری میزان روغن مقدار ۱۰ گرم از بذور هر تیمار برداشت و به آزمایشگاه بخش تحقیقات

جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه و افزایش کارایی مصرف نیتروژن در زراعت کلزا در اراضی شالیزاری استان گیلان طراحی و به مرحله اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور در سال‌های زراعی ۸۹-۱۳۸۷ به مدت دو سال انجام گردید. فاکتور اول مقادیر کود پتاسیم خالص در ۳ سطح ۴۰، ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم از منبع سولفات پتاسیم به صورت سرک و دستپاش در مراحل ۱/۲ قبل از کاشت و ۱/۲ طولی شدن ساقه (کدهای ۲/۱۰ تا ۲/۱۰ کدبندی -Sylvester- Bradley & Makepeace, 1984). و فاکتور دوم مقادیر کود نیتروژن خالص در ۴ سطح صفر، ۱۸۰، ۲۴۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک در مراحل ۱/۳ در زمان کاشت، ۱/۳ در زمان ساقه رفتن و ۱/۳ قبل از گلدهی در نظر گرفته شد. بافت خاک محل آزمایش، سیلتی رسی با pH برابر ۶/۸ و دارای ۱/۰۲ درصد میزان کربن آلی بود (جدول ۱). براساس نتایج تحقیقات انجام شده در اراضی شالیزاری استان گیلان مقدار مورد نیاز نیتروژن جهت رسیدن به عملکرد دانه و روغن بهینه ۲۴۰-۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص گزارش گردید (Rabiei et al., 2010). همچنین با توجه به دستورالعمل توصیه بهینه کودی و سطح پتاسیم خاک محدوده پتاسیم خالص نیز بین ۷۰-۹۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (Doroudi et al., 2000).

هر کرت آزمایش شامل ۸ خط کاشت به فاصله ۲۵ سانتی‌متر و به طول ۵ متر بود. بعداز برداشت برنج در اوایل مهر عملیات شخم حداقل با استفاده از دو بار روتیواتور به عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متر انجام گرفته و برای مبارزه با علف‌های هرز از علف‌کش ترفلان به میزان ۳ لیتر در هکتار به صورت پیش از کاشت استفاده گردید. سپس دور تا دور زمین زهکش‌هایی به عمق ۴۰-۳۰

جدول ۱- نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش

عمق (cm)	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	بافت
۰-۳۰	۰/۳۵	۱/۰۲	۰/۰۲۹	۲۲	۱۵۱	۸	۴۹	۴۳	سیلت-رسی

دانه‌های روغنی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر فرستاده شد و با استفاده از دستگاه NMR (رزونانس مغناطیسی هسته) درصد روغن نمونه‌ها تعیین گردید. عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن محاسبه شد. به منظور تعیین وزن هزار دانه، ۱۰ نمونه ۱۰۰ تایی از دانه‌های هر کرت به طور تصادفی انتخاب و با استفاده از ترازوی دقیق آزمایشگاه، وزن آنها محاسبه گردید. سپس میانگین آنها در عدد ۱۰ ضرب شده و وزن هزار دانه به دست آمد. قبل از انجام تجزیه مرکب برای اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده گردید. تجزیه مرکب با فرض تصادفی بودن سال و ثابت بودن تیمارهای آزمایشی برای صفات مورد نظر صورت گرفت. به دلیل یکنواختی واریانس خطای صفات برای تمامی آنها تجزیه مرکب به عمل آمد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ساده و مرکب با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و MSTAT-C همچنین مقایسه میانگین اثرات اصلی و اثرات متقابل تیمارها با استفاده از آزمون LSD انجام گرفت.

نتایج و بحث

کارایی مصرف و کارایی زراعی نیتروژن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که بین میزان پتاسیم و بین میزان نیتروژن از نظر صفت کارایی مصرف نیتروژن و کارایی زراعی نیتروژن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که مصرف ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم پتاسیم بیشترین کارایی مصرف نیتروژن را به ترتیب با میانگین‌های ۱۳/۸۵ و ۱۳/۶۰ کیلوگرم بر کیلوگرم و بالاترین کارایی زراعی نیتروژن را به ترتیب با میانگین‌های ۹/۲۲ و ۸/۹۷ کیلوگرم بر کیلوگرم دارا بودند (جدول ۴). همچنین بین سطوح نیتروژن، میزان ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۱۴/۸۳ کیلوگرم بر کیلوگرم بیشترین کارایی مصرف نیتروژن و میزان ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به ترتیب با میانگین‌های ۸/۹۲ و ۹/۰۷ کیلوگرم بر کیلوگرم بیشترین کارایی زراعی نیتروژن را نسبت به سایر تیمارها داشتند (جدول ۵). اما اثر سال و اثر متقابل مقدار پتاسیم × مقدار نیتروژن از نظر این دو صفت

معنی‌دار نشدند. معنی‌دار نشدن اثر متقابل به این مفهوم است که تیمار مقادیر مختلف نیتروژن کاملاً مستقل از تیمار مقادیر پتاسیم عمل کرده است. افزایش مصرف پتاسیم و نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی و زایشی و در نتیجه باعث بقای تعداد بیشتری از گل‌های بارور و پایداری و مقاومت گیاه به شرایط نامساعد محیطی می‌گردد. این موضوع باعث افزایش عملکرد دانه در مقادیر بالاتر پتاسیم می‌شود. با توجه به اینکه کارایی مصرف نیتروژن از نسبت مقدار دانه تولید شده به کود مصرفی به دست می‌آید، با افزایش مقدار دانه تولید شده، کارایی مصرف کود نیز بالا می‌رود، بنابراین با حصول حداکثر عملکرد در تیمار فوق (۲۶۹۹ کیلوگرم در هکتار)، کارایی مصرف نیتروژن نیز در این تیمار (۱۳/۸۵ کیلوگرم بر کیلوگرم) نسبت به سایر تیمارها بیشترین مقدار را داشت. همچنین با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دلیل خارج شدن آن از دسترس گیاه در اثر آبشویی و تصعید و همچنین از نظر تئوری با بزرگ شدن مخرج کسر، کارایی مصرف نیتروژن نیز کاهش می‌یابد (Gan et al., 2008). به‌طور کلی زمانی که گیاه به عناصر غذایی نیاز دارد، در برابر افزایش آنها به خاک واکنش مثبت نشان می‌دهد. با رفع تدریجی نیاز گیاه، واکنش آن به مقادیر بیشتر کودی کمتر می‌شود. بنابراین کارایی مصرف عناصر غذایی با رفع نیاز گیاه کمتر می‌شود. معمولاً بالاترین کارایی مصرف کود در اولین واحدهای مصرف آن به دست می‌آید (Karimi et al., 2007). در آزمایشی که بر روی ارقام مختلف گیاهان زراعی گندم، یولاف، جو دو ردیفه و جو شش ردیفه در دو سطح نیتروژن صفر و ۹۰ کیلوگرم در هکتار طی سه سال زراعی انجام شده بود، تفاوت معنی‌داری در بین این چهار گیاه در کارایی نیتروژن ملاحظه شد. میانگین کارایی مصرف در گندم، یولاف، جو دو ردیفه و جو شش ردیفه به ترتیب با میانگین (۱۶/۸، ۲۶/۳، ۲۴/۲ و ۲۳/۳ کیلوگرم بر کیلوگرم) به دست آمد. با افزایش نیتروژن مصرفی، مقدار کارایی مصرف تا حدی در این گیاهان افزایش یافت (Muurinen et al., 2006).

نتایج تحقیقات Adriana et al. (2002) در بررسی مصرف سطوح مختلف نیتروژن (صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰،

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای کود نیتروژن و پتاسیم بر صفات گیاهی کلزا در سال زراعی ۱۳۸۷-۸۹

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	میزان روغن	عملکرد روغن	میانگین مربعات	تعداد دانه در خورجین	وزن هزاردانه
سال (year)	۱	۳۰۸۳۳۴/۹ ^{ns}	۱۳/۱ ^{**}	۹۴۴۶۷/۵*	۲۸۷۵/۶ ^{**}	۵۵/۵ ^{**}	۰/۹۸*
تکرار (سال)	۴	۱۱۹۵۸۴/۲	۴/۴۱	۳۹۲۵۹/۹	۷۴۲/۱	۴	۰/۰۴
مقدار نیتروژن (N)	۳	۱۸۸۴۸۳۸۵/۱ ^{**}	۵۸/۷ ^{**}	۲۸۴۹۳۱۳/۶ ^{**}	۲۸۰۶۸/۹ ^{**}	۲۶۵ ^{**}	۱/۰۶ ^{**}
سال × مقدار نیتروژن	۳	۵۴۲۱۴/۸ ^{ns}	۱/۱۴ ^{ns}	۱۰۶۸۴/۳ ^{ns}	۸۱۹ ^{ns}	۱/۵۵ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}
مقدار پتاسیم (K)	۲	۱۱۲۴۸۸۴/۵ ^{**}	۴/۸۸ ^{**}	۱۶۸۰۶۴/۵ ^{**}	۴۳۸۸/۵ ^{**}	۲۹/۶ ^{**}	۰/۰۷ ^{ns}
سال × مقدار پتاسیم	۲	۹۰۳۴۰/۷ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۱۶۷۲۶/۹ ^{ns}	۲۷۰/۸ ^{ns}	۱/۲۶ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}
مقدار نیتروژن × مقدار پتاسیم	۶	۱۶۲۳۰۹/۶ ^{ns}	۰/۵۵ ^{ns}	۲۹۱۱۰/۷ ^{ns}	۵۳۷/۱ ^{ns}	۲/۲۸ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}
سال × مقدار نیتروژن × مقدار پتاسیم	۶	۴۰۰۹۹/۳ ^{ns}	۰/۲۱ ^{ns}	۶۳۹۱/۳ ^{ns}	۴۳۸/۷ ^{ns}	۱/۲۵ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}
خطای آزمایشی	۴۴	۷۸۹۰۰/۱	۰/۴۳	۱۳۴۰۱/۴	۵۴۷/۶	۲/۵۴	۰/۱۷
ضریب تغییرات (/)	-	۱۱/۰۳	۱/۵۸	۱۱/۰۳	۱۷/۶۲	۹/۳۸	۱۱/۹

ادامه جدول ۲

منابع تغییرات	درجه آزادی	کارایی مصرف نیتروژن	میانگین مربعات کارایی زراعی نیتروژن
سال (year)	۱	۳/۴۸ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}
تکرار (سال)	۴	۲/۶۱	۴/۳۰
مقدار نیتروژن (N)	۲	۷۹/۹۵ ^{**}	۲۰/۵ ^{**}
سال × مقدار نیتروژن	۲	۱/۴۰ ^{ns}	۱/۱۰ ^{ns}
مقدار پتاسیم (K)	۲	۲۷/۸۴ ^{**}	۲۷/۹ ^{**}
سال × مقدار پتاسیم	۲	۱/۳۸ ^{ns}	۱/۳۶ ^{ns}
مقدار نیتروژن × مقدار پتاسیم	۴	۴/۵۱ ^{ns}	۴/۵۳ ^{ns}
سال × مقدار نیتروژن × مقدار پتاسیم	۴	۰/۷۷ ^{ns}	۰/۷۷ ^{ns}
خطای آزمایشی	۳۲	۱/۹۲	۱/۹۸
ضریب تغییرات (/)	-	۱۰/۶۸	۱۶/۸۲

ns، ** و *** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم اختلاف معنی دار.

جدول ۳- مقایسه میانگین مرکب اثر تیمارهای کود نیتروژن و پتاسیم بر صفات گیاهی کلزا در طی دو سال زراعی ۱۳۸۷-۸۹

سال	میزان روغن (%)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزاردانه (گرم)
۱۳۸۷-۸۸	۴۱/۲۹ ^b	۱۰۱۳/۵ ^b	۱۲۶/۵۲ ^b	۱۶/۱۳ ^b	۳/۳۴ ^b
۱۳۸۸-۸۹	۴۲/۱۴ ^a	۱۰۸۵/۹ ^a	۱۳۹/۱۶ ^a	۱۷/۸۹ ^a	۳/۵۷ ^a

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر اصلی مصرف کود پتاسیم بر صفات گیاهی کلزا در سال زراعی ۱۳۸۷-۸۹

مقدار پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف نیتروژن (بر کیلوگرم)	کارایی زراعی نیتروژن (بر کیلوگرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	میزان روغن (%)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین
۴۰	۱۱/۵۸ ^b	۶/۹۵ ^b	۲۲۹۹ ^b	۴۲/۱۷ ^a	۹۵۵ ^b	۱۱۸ ^b	۱۵/۷۹ ^b
۶۰	۱۳/۸۵ ^a	۹/۲۳ ^a	۲۶۹۹ ^a	۴۱/۷۳ ^b	۱۱۱۶ ^a	۱۴۴/۵ ^a	۱۷/۹۵ ^a
۸۰	۱۳/۶۰ ^a	۸/۹۷ ^a	۲۶۴۱ ^a	۴۱/۲۶ ^c	۱۰۷۸ ^a	۱۳۶/۱ ^a	۱۷/۳۱ ^a

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر اصلی مصرف کود نیتروژن بر صفات گیاهی کلزا در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۷

مقدار نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	میزان روغن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزاردانه (گرم)
۱۸۰	۱۴/۸۳ ^a	۸/۹۲ ^a	۲۶۷۰ ^b	۴۲/۲۶ ^b	۱۱۲۷ ^b	۱۳۰/۳ ^b	۱۷/۳۹ ^b	۳/۴۹ ^a
۲۴۰	۱۳/۵۰ ^b	۹/۰۷ ^a	۳۲۴۴ ^a	۴۱/۰۰ ^c	۱۳۳۰ ^a	۱۶۲/۳ ^a	۱۹/۶۴ ^a	۳/۶۷ ^a
۳۰۰	۱۰/۰۷ ^c	۷/۱۵ ^b	۳۲۱۱ ^a	۳۹/۶۹ ^d	۱۲۷۵ ^a	۱۶۰/۹ ^a	۱۹/۵۶ ^a	۳/۵۵ ^a
شاهد (صفر)	-	-	۱۰۶۳ ^c	۴۲/۹۲ ^a	۴۶۶/۹ ^c	۷۷/۸۹ ^c	۱۱/۴۸ ^c	۳/۱۱ ^b

میانگین با حروف مشابه در هر ستون، تفاوت معنی دار با یکدیگر در سطح ۵ درصد ندارند

مناسب عنصر غذایی از بوته به دانه به خوبی انجام گرفته است. نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که کارایی زراعی نیتروژن بیشترین همبستگی مثبت و معنی دار را با کارایی مصرف نیتروژن ($r=0/98^{**}$)، عملکرد دانه ($r=0/92^{**}$) و عملکرد روغن ($r=0/93^{**}$) داشت (جدول ۶). گزارش شده است که کارایی زراعی نیتروژن همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد دانه ($r=0/98^{**}$) و عملکرد روغن ($r=0/98^{**}$) نشان داده است (Tousi Kehal, 2010). همبستگی مثبت بین کارایی زراعی نیتروژن با عملکرد دانه توسط Svecnjak & Rengel (2006) و Hojin et al. (2004) نیز بیان شده است.

استفاده از نیتروژن و پتاسیم در حد نیاز گیاه و به صورت چند مرحله‌ای موجب افزایش کارایی گیاه کلزا در رشد و نمو رویشی و زایشی، افزایش ماده خشک و جلوگیری از خارج شدن آن از دسترس گیاه در اثر آبشویی و تصعید می‌باشد. اکثر شیوه‌های مناسب برای برآورد کارایی زراعی نیتروژن وابسته به گیاه، تولید

۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر تجمع و تقسیم نیتروژن بر روی کلزا نشان داد که کارایی زراعی نیتروژن کاهش معنی داری را در مقادیر بالای نیتروژن داشت. به‌طوریکه میانگین کارایی زراعی در مقادیر نیتروژن (۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب برابر (۱۹/۲۵، ۱۱/۰۳، ۹/۷۸، ۵/۸۵ و ۷/۹۵ کیلوگرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. همچنین گزارش نمودند که کارایی زراعی همبستگی بالایی را با کارایی مصرف نیتروژن داشت.

مصرف پتاسیم و نیتروژن باعث افزایش کارایی زراعی کود به صورت جمعی در تولید دانه و ماده خشک می‌شود. کارایی زراعی نیتروژن دارای رابطه نزدیکی با عملکرد دانه می‌باشد و مقادیر بالاتر کارایی زراعی نیتروژن در عملکرد دانه بالاتر به دست می‌آید. به نظر می‌رسد که در تیمار ۶۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به علت دسترسی به مقدار مناسب در مراحل رشد و استفاده مناسب گیاه از آن باعث کاهش تلفات آبشویی، دنیتریفیکاسیون و افزایش جذب نیتروژن شده و انتقال

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه کلزا در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۷

صفات	کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	وزن هزاردانه (گرم)	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	میزان روغن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۰/۸۸ ^{**}	۰/۹۲ ^{**}	۰/۴۴ ^{**}	۰/۹۵ ^{**}	۰/۹۲ ^{**}	۰/۹۹ ^{**}	-۰/۷۱ ^{**}	۱
میزان روغن (%)	-۰/۵۲ ^{**}	-۰/۵۶ ^{**}	-۰/۳۵ ^{**}	-۰/۶۳ ^{**}	-۰/۵۷ ^{**}	-۰/۶۵ ^{**}	۱	۱
عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	۰/۹۰ ^{**}	۰/۹۳ ^{**}	۰/۴۴ ^{**}	۰/۹۵ ^{**}	۰/۹۲ ^{**}	۱	۱	۱
تعداد خورجین در بوته	۰/۷۲ ^{**}	۰/۸۰ ^{**}	۰/۳۱ ^{**}	۰/۹۴ ^{**}	۱	۱	۱	۱
تعداد دانه در خورجین	۰/۸۲ ^{**}	۰/۸۵ ^{**}	۰/۳۹ ^{**}	۱	۱	۱	۱	۱
وزن هزار دانه (گرم)	۰/۴۲ ^{**}	۰/۴۲ ^{**}	۱	۱	۱	۱	۱	۱
کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	۰/۹۸ ^{**}	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

نیتروژن از نظر صفت عملکرد دانه، عملکرد روغن و میزان روغن دانه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت، اما اثر متقابل میزان پتاسیم × نیتروژن از نظر این صفات معنی‌دار نشدند، به این مفهوم که مقادیر پتاسیم مستقل از مقادیر مختلف نیتروژن در طی رشد گیاه عمل کرده و تفاوت بین مقادیر پتاسیم مورد استفاده در این آزمایش در تمام مقادیر نیتروژن یکسان بوده است (جدول ۲).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سال دوم آزمایش بیشترین عملکرد روغن (۱۰۸۵/۹) کیلوگرم در هکتار) و میزان روغن دانه (۴۲/۱۴ درصد) را نسبت به سال اول داشت (جدول ۳)، که علت آن را می‌توان به مساعد بودن شرایط آب و هوایی آن به خصوص در ابتدای فصل رشد نسبت داد که باعث سبز شدن یکنواخت و استقرار مناسب گیاهچه‌ها و افزایش عملکرد شده است (جدول‌های ۷ و ۸). بین مقادیر پتاسیم، مقادیر ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه (۲۶۹۹ و ۲۶۴۱ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۱۱۱۶ و ۱۰۷۸ کیلوگرم در هکتار) را دارا بوده و در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۴). بیشتر بودن عملکرد دانه در این تیمارها را می‌توان به بالابودن تعداد خورجین در بوته (۱۴۴/۵ و ۱۳۶/۱) و تعداد دانه در خورجین (۱۷/۹۵ و ۱۷/۳۱) آن نسبت داد. نتایج همبستگی عملکرد دانه با سایر صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که عملکرد دانه با تعداد خورجین در بوته

محصول و فرایندهای مرتبط با آن می‌باشد (Pathak et al., 2008). گیاه کلزا به نیتروژن واکنش مثبت و خوبی نشان می‌دهد. با افزایش میزان نیتروژن مقدار کل نیتروژن جذب شده توسط بوته افزایش یافته، در نتیجه مواد پرورده بیشتری تولید می‌گردد. بنابراین سهم جذب و انتقال مواد به خورجین و دانه زیادتر شده که نشان‌دهنده کارایی انتقال و استفاده نیتروژن جذب شده برای تشکیل دانه می‌باشد.

به‌طور کلی افزایش کارایی زراعی نیتروژن در تیمارهای ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و مصرف ۶۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار را می‌توان به افزایش نیتروژن موجود در اندام‌های هوایی گیاه، افزایش جذب نیتروژن، دسترس بودن مواد غذایی به مقدار مناسب در مراحل رشد گیاه، تحریک گیاه در جهت افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته و تعداد خورجین در بوته، افزایش سطح فتوسنتزی و تولید مواد پرورده و انتقال به بخش‌های زایشی، کاهش تلفات از طریق آبیویی، دنیتریفیکاسیون، تصعید و در نهایت عملکرد دانه نسبت داد (Soleiman Zadeh et al., 2007).

عملکرد دانه و روغن

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین سال‌های مورد آزمایش، از نظر عملکرد روغن و میزان روغن دانه تفاوت معنی‌داری وجود داشت، اما از نظر صفت عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. همچنین نتایج نشان داد که بین میزان پتاسیم و میزان

جدول ۷- اطلاعات هواشناسی مربوط به دوره رشد کلزا (سال زراعی ۸۸-۸۷)

ماه	درجه حرارت (درجه سلسیوس)		رطوبت نسبی (درصد)		مجموع میزان بارندگی (میلی‌متر)	مجموع ساعات آفتابی
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر		
مهر	۲۴/۲	۱۶/۳	۸۵/۴	۹۸/۹	۱۶۴/۳	۹۷/۵
آبان	۹/۷	۱۶/۳	۷۸/۶	۹۹/۶	۳۷۷/۵	۸۹
آذر	۵/۹	۱۴/۱	۶۸/۸	۹۷/۷	۲۳۸/۳	۹۸/۲
دی	۳/۶	۱۱/۲	۷۳/۶	۹۹/۳	۱۳۵/۷	۱۳۹/۸
بهمن	۴/۹	۱۲/۸	۷۲/۲	۹۹/۵	۶۶/۲	۶۸/۲
اسفند	۵/۸	۱۵/۹	۵۹/۵	۹۸/۳	۲۷/۴	۷۷/۸
فروردین	۶	۱۶/۸	۶۱/۸	۹۸/۶	۱۲۵/۸	۱۱۵/۳
اردیبهشت	۱۲/۸	۲۲/۲	۶۳/۲	۹۶/۴	۲۶/۳	۱۵۵/۲
خرداد	۱۷/۷	۲۶/۵	۵۸/۵	۹۶	۴۲/۳	۱۹۴/۶
مجموع	۹۰/۶	۱۵۲/۱	۶۲۱/۶	۷۹۴/۳	۱۲۰۳/۴	۱۰۳۵/۶
میانگین	۱۰/۰۶	۱۶/۹	۶۹/۰۶	۸۸/۲۵	۱۳۳/۷۱	۱۱۵/۰۶

جدول ۸- اطلاعات هواشناسی مربوط به دوره رشد کلزا (سال زراعی ۸۹-۸۸)

ماه	درجه حرارت (درجه سلسیوس)		رطوبت نسبی (درصد)		مجموع ساعات آفتابی	مجموع میزان بارندگی (میلی متر)
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر		
مهر	۱۴/۷	۲۳/۹	۶۸	۹۹	۱۵۹/۵	۱۳۰/۵
آبان	۱۱/۹	۲۱	۶۴	۹۹	۱۳۳/۷	۲۴۳/۸
آذر	۵/۹	۱۵	۵۹	۹۶	۱۲۸/۴	۹۴/۷
دی	۷/۳	۱۴/۳	۷۲	۹۸	۶۱/۶	۴۷/۹
بهمن	۳/۵	۱۰/۲	۷۳	۹۹	۳۸/۱	۱۲۷/۵
اسفند	۷/۷	۱۳/۷	۷۲	۱۰۰	۳۸/۵	۸۹/۸
فروردین	۸/۳	۱۶/۲	۶۸	۹۵	۱۱۴/۲	۷۴/۴
اردیبهشت	۱۴	۲۱	۷۰	۹۹	۱۲۳	۱۴۰
خرداد	۲۰/۴	۲۹/۸	۵۹	۹۷	۲۷۷	۰
مجموع	۹۳/۷	۱۶۵/۱	۶۰۵	۸۸۱	۱۰۷۴	۹۴۸/۶
میانگین	۱۰/۴۱	۱۸/۳۴	۶۸	۹۸	۱۱۹/۳۳	۱۰۵/۴

موجب کاهش میزان روغن دانه می‌گردد (Zaman Khan et al., 2004).

بین مقادیر مصرف نیتروژن، میزان ۲۴۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه (۳۲۴۲ و ۳۲۱۱ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۱۳۳۰ و ۱۲۷۵ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص دادند و در یک گروه قرار گرفتند. همچنین کمترین میزان روغن نیز در بالاترین سطوح مصرف نیتروژن (تیمار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) با میانگین ۳۹/۶۹ درصد مشاهده شد (جدول ۵). افزایش مصرف نیتروژن در کلزا باعث افزایش تعداد خورجین در بوته شد. در کلزا تعداد خورجین در بوته از صفات بسیار مهمی است که عملکرد دانه به شدت به آن وابسته است چون پس از گلدهی با کاهش سطح برگ بوته، خورجین نقش مهمی در فتوسنتز گیاه دارد (Bils Borrow et al., 1993).

کود نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی و زایشی شده و در نتیجه باعث بقای تعداد گل‌های بارور شده از طریق افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه گردیده است، که این امر باعث عملکرد دانه بیشتر در مقادیر بالاتر نیتروژن می‌باشد. افزایش عملکرد دانه در اثر افزایش مقدار کود نیتروژن ممکن است به علت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت‌های زایشی باشد (Rabiei et al., 2010; Cheema & Malik, 2001). نتایج تحقیقات Moradi Telavat et al. (2007) در بررسی عملکرد دانه و روغن و پروتئین به سطوح مختلف نیتروژن و بور نشان

($F=0/92^{**}$)، تعداد دانه در خورجین ($F=0/95^{**}$) و عملکرد روغن ($F=0/99^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۶). Ilikaie & Imam (2003) گزارش نمودند که تعداد خورجین با عملکرد دانه همبستگی بسیار بالایی دارد. وزن هزار دانه نیز از پایدارترین اجزای عملکرد دانه کلزا است که تحت تأثیر شرایط محیطی قرار نداشته و یک صفت ژنتیکی است (Angadi et al., 2003). Zaman Khan et al. (2004) در بررسی اثر سطوح مختلف کود پتاسیم بر رشد و عملکرد روغن و دانه کلزا گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه (۳۴۷۳ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر سطوح (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. همچنین گزارش کردند که عملکرد دانه با عملکرد روغن همبستگی مثبت دارد و بیشترین عملکرد روغن در تیماری حاصل شد که بیشترین عملکرد دانه را داشت که با آزمایش حاضر مطابقت نشان داد.

بیشترین میزان روغن دانه نیز در تیمار مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم با میانگین ۴۲/۱۷ درصد به دست آمد (جدول ۴). علاوه بر نقش کلیدی پتاسیم در ساخت نشاسته، این عنصر در سنتز پروتئین نیز نقش دارد (Khold barin & Islamzadeh, 2005). بنابراین با افزایش مصرف پتاسیم، مواد فتوسنتزی بیشتری جهت سنتز پروتئین اختصاص یافته و پتانسیل هدایت هیدرات کربن کاهش خواهد یافت، این عامل به‌طور مشخص

کیلوگرم پتاسیم در هکتار با میانگین ۱۵/۷۹ کمترین تعداد دانه در خورجین را به خود اختصاص داد (جدول ۴). پتاسیم در سطوح گوناگون بر فتوسنتز گیاهان مؤثر است. یکی از مهم‌ترین وظایف پتاسیم در گیاه تثبیت گاز کربنیک می‌باشد و با کاهش مصرف پتاسیم میزان سوخت و ساز مواد و فعالیت آنزیم Rubp نیز کاهش یافته، در نتیجه مواد فتوسنتزی کمتری ساخته شده و مواد غذایی کافی در اختیار گیاه جهت پر شدن دانه در اختیار نخواهد بود (Khold barin & Islamzadeh, 2005). در واقع افزایش مصرف پتاسیم موجب بزرگ شدن سلول، تحریک رشد گیاه، افزایش سطح برگ در جامعه گیاهی، تأخیر در پیری برگ‌ها و فعالیت آنزیم‌های ساخت کربوهیدرات زیادتر شده و در نتیجه موجب فراهم شدن مواد غذایی و نهایتاً افزایش تعداد خورجین در بوته و عملکرد دانه کلزا می‌شود (Zaman Khan et al., 2004). بین مقادیر مصرف نیتروژن، مقدار ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۱۶۲/۳ بیشترین تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین (۱۹/۶) و وزن هزار دانه (۳/۶۷ گرم) را نسبت به سایر تیمارها داشتند (جدول ۵). به نظر می‌رسد که اثر کود نیتروژن در افزایش رشد معمولاً در تولید تعداد زیاد خورجین در متر مربع می‌باشد و تأثیر ناچیزی بر اجزایی که دیرتر تشکیل می‌شوند دارد. زیرا به دلیل وجود رقابت بین بوته‌ای، کاهش مصرف نیتروژن سبب افزایش درصد ریزش گل‌ها در حین تلقیح یا پس از آن و کوتاه شدن مرحله گلدهی می‌گردد، لذا افزایش مصرف نیتروژن به دلیل کاهش میزان درصد ریزش گل‌ها و افزایش سطح سبز گیاهی و تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه منجر به افزایش تولید مواد فتوسنتزی و تولید خورجین در گیاه در واحد سطح می‌شود. افزایش مصرف نیتروژن در کلزا باعث افزایش تعداد خورجین در بوته شده و از این طریق عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (Rabiei et al., 2010).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم خالص موجب افزایش عملکرد دانه و روغن و بهبود کارایی نیتروژن گردید. همچنین مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بیشترین عملکرد دانه

داد که با افزایش نیتروژن تا ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه (۲۸۹۰ کیلوگرم در هکتار) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. یکی از مهم‌ترین خصوصیات کیفی در کلزا درصد روغن آن است. بین درصد روغن و مقدار نیتروژن مصرفی همبستگی منفی وجود دارد و با افزایش به کارگیری نیتروژن، درصد روغن کاهش می‌یابد (Ramsey & Callinan, 1994; Rabiei et al., 2010; Tousei Kehal et al., 2010). عملکرد روغن تحت تأثیر مقدار نیتروژن و پتاسیم قرار گرفته است. با افزایش مقدار کود نیتروژن نیز، عملکرد روغن افزایش یافته است. Jackson (2000) ملاحظه کرد که عملکرد دانه و روغن کلزا در اثر مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حداکثر می‌باشد. با مصرف نیتروژن سوبسترای بیشتری برای سنتز پروتئین فراهم و مواد فتوسنتزی بیشتری به ساخت پروتئین اختصاص داده می‌شود و در نتیجه جهت سنتز روغن سوبسترای کافی در اختیار نخواهد بود. بنابراین درصد روغن کاهش می‌یابد اما این کاهش منجر به کاهش عملکرد روغن نگردید. در واقع کاربرد نیتروژن بیشتر برای حصول عملکرد اقتصادی بالاتر مانعی ندارد. چون با کاهش مقدار نیتروژن، افزایش درصد روغن، کاهش حاصل در عملکرد، را نمی‌تواند جبران کند. نتایج آزمایش Fanaei et al. (2009) نشان داد که افزایش مصرف پتاسیم توانست رشد گیاه و شاخص‌های فیزیولوژیک را بهبود بخشد و در نتیجه عملکرد دانه کلزا نیز افزایش یافت.

اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین سال‌های مورد آزمایش و مقادیر نیتروژن از نظر صفات تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری وجود داشت. همچنین بین مقادیر پتاسیم نیز به استثنای وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید (جدول ۲). سال دوم آزمایش نسبت به سال اول بیشترین تعداد خورجین در بوته (۱۳۹/۱)، تعداد دانه در خورجین (۱۷/۸) و وزن هزاردانه (۳/۵۷ گرم) را دارا بود (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در بین مقادیر پتاسیم، مقادیر ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین را داشتند. همچنین مصرف ۴۰

و روغن و کارایی زراعی را تولید نمودند. با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار بین عملکرد دانه و روغن بین مقادیر ۲۴۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مقدار ۲۴۰ کیلوگرم به دلیل افزایش کارایی نیتروژن و جلوگیری از اثرات مخرب آلاینده‌های زیست محیطی جهت کشت کلزا رقم هایولا ۴۰۱ در اراضی شالیزاری توصیه می‌گردد.

REFERENCES

- Adriana, M., Chamorro, L., Tamagno, N., Bezus, R. & Santiago, J. (2002). Nitrogen accumulation, partition and nitrogen use efficiency in canola under different nitrogen availabilities. *Soil Science Plant Analysis*, 33 (3&4), 493-504.
- Angadi, S., Cufprth, H., Mc Conkey, B. & Gan, Y. (2003). Yield adjustment by canola grown at different plant population under semiarid conditions. *Crop Sciences*, 43, 1358-1360
- Anonymous. (2008). *Second crop in paddy fields of Gilan province*. Ministry of Agriculture. Agriculture Organization of Gilan province. Deputy Improves Crop Production, 1-4.
- Azadegan, B. (2010). Study the effect of potassium fertilizers on the yield of cultivated plants in arid regions. In: *Proceedings of the 11th Iranian Crop Science Congress*, Tehran, Shahid Beheshti University, 24-26 Jul., 314-315. (In Farsi).
- Bils Borrow, P., Evans, E. & Zhao, F. (1993). The influence of spring nitrogen on yield component and glucosinolat content of autumn sown oilseed rape (*B. napus*). *Journal of Agriculture Sciences*, 120, 219-224.
- Cheema, M. & Malik, M. (2001). Effect of row spacing and nitrogen management of agronomic traits and oil quality of canola (*Brassica napus* L.). *Pakistan Journals of Agriculture Sciences*, 38 (3-4), 15-18.
- Doroudi, M. S., Malakuti, M. J., Kavosi, M., Balai, M. R., Shahabian, M., Khademi, Z., Majidi, A. & Kafi, M. (2000). Optimum recommendation of fertilizer for orchard and cultural crops of Guilan province. Technical publish, 195, 4-5. (In Farsi).
- Fan, X., Lin, F. & Kumar, D. (2004). Fertilization with a new type of coated urea. Evaluation for nitrogen efficiency and yield in winter wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 25, 853-865.
- Fanaei, H., Galavi, M., Kafi, M. & Ghanbari- Bonjar, A. (2009). Amelioration of water stress by potassium fertilizer in two oilseed species. *International Journal of Plant Production*, 3(2), 41-54. (In Farsi).
- Gan, Y., Malhi, S., Brandt, S., Katepa-Mupondwa, F. & Stevenson, C. (2008). Nitrogen use efficiency and nitrogen uptake of Juncea canola under diverse environments. *Journal of Agronomy*, 100, 285- 295.
- Hojin, L., Seung-Hun, L. & Hoon Chung, Ji. (2004). *Variation of nitrogen use efficiency and its relationships with growth characteristics in Korean rice cultivars*. Available online: [http:// www.cropscience.org.au](http://www.cropscience.org.au).
- Ilikaie, M. N. & Imam, Y. (2003). Effect of plant density on yield and yield components of two cultivars of winter rapeseed (*Brassica napus*. L). *Journal of Agricultural Sciences*, 34 (3), 38-35. (In Farsi).
- Jackson, G. D. (2000). Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. *Journal of Agronomy*, 92 (4), 644-649.
- Karimi, A., Mazardelan, M., Homaii, M., Liaghat, A. & Raiesi, F. (2007). Nitrogen use efficiency with irrigation fertilizer system in sunflower. *Science and Technology Journal of Agriculture and Natural Resources*. 11 (40a), 76-65. (In Farsi).
- Khold-e-barin, B. & Islamzadeh, T. (2005). *Mineral nutrition of higher plants* (translated). (Vol 1). Shiraz University Press, pp. 495. (In Farsi).
- Malakouti, M. J. & Baba Akbari, M. (2005). *Necessities to increase efficiency N fertilizers in the country*. Technical publication No. 425. Soil and Water Research Institute, Sena Publications. Tehran, Iran, pp. 22. (In Farsi).
- Moradi Telavat, M., Siadat, S. A., 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 Farsi).
- Muurinen, S., Kleemola, J. & Peltonen-Sainio, P. (2006). Accumulation and translocation of nitrogen in spring cereal cultivars differing in nitrogen use efficiency. *Journal of Agronomy*, 99, 441- 449.
- Pathak, R. R., Ahmad, A., Lochab, S. & Raghuram, N. (2008). Molecular physiology of plant nitrogen use efficiency and biotechnological options for its enhancement. *Current Science*, 94, 1394-1403.
- Rabiee, M., Kavooosi, M. & Tousi Kehal, P. (2010). Effect of nitrogen fertilizer levels and their application time on yield and yield component of repeseed in paddy fields of Guilan. In: *Proceedings of the 11th Iranian Crop Science Congress*, Tehran, Shahid Beheshti University, 24-26 Jul., 308-309. (In Farsi).
- Ramsey, B. R. & Callinan, A. P. (1994). Effects of nitrogen fertilizer on canola production in north

- central Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 34(6), 789-796.
22. Shomali, R., Abdolzadeh, A., Haddadchi, G. & Sadeghipour, H. (2007). Effect of different potassium and iron concentration on growth, ion contents and some biochemical parameters in rice (var. Tarem). *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 14(5), 64-65. (In Farsi).
 23. Sidlauskas, G. & Tarakanovas, P. (2004). Factors affecting nitrogen concentration in spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Plant Soil Environ*, 5, 227-234.
 24. Soleiman Zadeh, H., Latifi, N. & Soltani, A. (2004). Study on relationship between phenological and morphological features of grain yield in rapeseed. In: Proceedings of the 8th Iranian Congress of Crop Sciences, 30-27 Aug., University of Guilan, Rasht, Iran. (In Farsi).
 25. Svecnjak, Z. & Rengel, Z. (2006). Nitrogen utilization efficiency in canola cultivars at grain harvest. *Plant and Soil*, 283, 229-307.
 26. Sylvester-Bradley, R. & Makepeace, R. J. (1984). A code for stage of development in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Aspects of Applied Biology*, 6, 399-419.
 27. Tousi Kehal, P., Esfahani, M., Rabiei, M. & Rabiei, B. (2010a). Effect of dose and time of supplementary nitrogen fertilizer application on yield and NUE of rapeseed (*Brassica napus* L.) as a second crop in paddy field. In: Proceedings of the 11th Iranian Crop Science Congress, Tehran, Shahid Beheshti University, 24-26 Jul., 376-377. (In Farsi).
 28. Tousi Kehal, P. (2010). *Effect of dose and time of supplementary nitrogen fertilizer application on yield and yield components of rapeseed (Brassica napus L.) as a second crop in paddy field*. M. A. Thesis of Agriculture, College of Agriculture, Guilan University, p 170. (In Farsi).
 29. Zaman Khan, H., Asghar Malik, M., Farrukh Saleem, M. & Imran, A. (2004). Effect of different potassium fertilization levels on growth, seed yield and oil contents of canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Agriculture and Biology*, 6(3), 557-559.