

بررسی اثر سطوح کود نیتروژن و زمان تقسیط آن بر عملکرد دانه و برخی صفات زراعی کلزا (رقم هایولا ۴۰۱) در کشت پاییزه در گیلان

محمد ربیعی^{۱*}، مسعود کاوسی^۱ و پری طوسی کهل^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۵/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۲/۲۴)

چکیده

به منظور تعیین مقادیر مناسب کود نیتروژن و زمان مصرف بهینه آن جهت دستیابی به عملکرد دانه و روغن بالا در کلزا (رقم 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 اجرا شد. فاکتورهای مورد آزمایش شامل مقادیر کود نیتروژن در ۵ سطح صفر، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و زمان مصرف کود نیتروژن (تقسیت) در ۵ سطح شامل تماماً هنگام کاشت، $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{2}{3}$ زمان ساقه رفتن، $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{3}$ قبل از گلدهی، $\frac{1}{3}$ زمان ۳-۴ برگی + $\frac{1}{3}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{3}$ قبل از گلدهی و $\frac{1}{4}$ زمان کاشت + $\frac{1}{4}$ زمان ۳-۴ برگی + $\frac{1}{4}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{4}$ قبل از گلدهی در نظر گرفته شدند. نتایج تجزیه‌های آماری نشان داد که بین مقادیر کود نیتروژن، مقادیر ۲۴۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با میانگین ۲۵۹۶ و ۲۵۰۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند و در یک گروه قرار گرفتند. در بین زمان‌های مصرف نیتروژن، مصرف در زمان $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{3}$ قبل از گلدهی بیشترین عملکرد دانه و روغن را به ترتیب با میانگین‌های ۲۱۵۵/۳ و ۹۸۶/۵ کیلوگرم در هکتار دارا بود. بیشترین درصد روغن متعلق به تیمار شاهد بدون کود و بیشترین عملکرد روغن متعلق به مقادیر نیتروژن ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار بود. هم‌چنین تیمار ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن با ۲۰۶/۳ روز طول دوره رویش بیشتری داشت. نتایج به دست آمده از آزمایش نشان داد که بین مقادیر ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از نظر عملکرد دانه و روغن اختلاف معنی‌داری وجود نداشته و از این رو مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دلیل اهمیت اقتصادی صرفه‌جویی در مصرف کود نیتروژن و کاهش خطرات آبشویی و جلوگیری از آثار مخرب آلاینده‌های زیست محیطی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کلزا، نیتروژن، تقسیط، اجزای عملکرد دانه، شالیزار

۱. به ترتیب پژوهشگر و دانشیار مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: rabiee_md@yahoo.co.uk

مقدمه

کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی است که کشت آن در سال‌های اخیر به دلیل بهبود کیفیت روغن و کنجاله آن، مورد توجه قرار گرفته است. توسعه زراعت کلزا نقطه امید برای تأمین قسمت عمده‌ای از روغن مورد نیاز کشور می‌باشد. افزایش تولید در واحد سطح نیازمند بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه و استفاده صحیح از کودها (مقدار و زمان مصرف) است (۱۴). تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به ویژه نیتروژن یکی از جنبه‌های مدیریت زراعی جهت رسیدن به این مهم است (۲۹). گیاه کلزا نیاز نسبتاً زیادی به نیتروژن دارد ولی عکس‌العمل آن به کود بستگی به شرایط محیطی از جمله شرایط آب و هوایی منطقه، نوع خاک، رطوبت خاک و همچنین ژنوتیپ دارد (۲۷). نیتروژن یکی از اجزای مهم تشکیل‌دهنده پروتئین‌ها، آمینواسیدها، نوکلئوتیدها، اسیدهای نوکلئیک و کلروفیل می‌باشد که گیاه آن را به شکل معدنی (آمونیم یا نیترات) جذب می‌کند (۱۴). با توجه به نیاز بالای گیاه کلزا به نیتروژن از یک سو و ضرورت اجتناب از خطرات آبتشویی و تلفات دنیتریفیکاسیون آن، مصرف سرک کود نیتروژن در دو تا سه نوبت مورد توجه و تأکید می‌باشد (۱۰).

زیاد بودن بیش از حد نیتروژن در پاییز و قبل از زمستان‌گذرانی باعث رشد بیش از حد بوته‌ها شده و خطر سرمازدگی جوانه انتهایی را افزایش می‌دهد. همچنین کمبود نیتروژن موجب کوتاه شدن ارتفاع بوته‌ها، زرد شدن شاخ و برگ‌ها، کاهش تعداد خورجین‌ها و کاهش عملکرد می‌گردد (۲۳). بنابراین مدیریت مصرف مقدار کود نیتروژن یک عامل بسیار مهم در تولید کلزا محسوب می‌شود. مرادی تلاوت و همکاران (۱۲) در بررسی واکنش عملکرد دانه و روغن دانه کلزا به سطوح مختلف نیتروژن گزارش کردند که با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد دانه (۲۸۹۰ کیلوگرم در هکتار) به طور معنی‌داری افزایش یافت. افضلی (۲) در بررسی‌های کارگیری مقادیر مختلف کود اوره بر عملکرد کلزا گزارش نمود که تیمار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع

اوره با میانگین ۱۸۲۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را دارا بوده است. چیمبا و مالیک (۱۹) گزارش کردند که سطوح مختلف کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا دارند و مصرف ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین عملکرد دانه و روغن را به همراه داشته است. گزارش شده است که مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد دانه و وزن ماده خشک کلزا را افزایش داده است، به طوری که افزایش عملکرد عمدتاً تحت تأثیر افزایش تعداد دانه و بذرهاست سنگین‌تر بود (۱۷).

در برخی از مطالعات دیگر نیز استفاده از نیتروژن به میزان ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد دانه و اجزای عملکرد شده است (۴). هم‌چنین آزمایش احمدی (۱) در بررسی تأثیر نیتروژن و سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا نشان داد که مصرف مقادیر نیتروژن از ۵۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، پتانسیل تولید خورجین و تعداد خورجین‌های بارور کلزا در واحد سطح به طور معنی‌داری افزایش یافت. جکسون (۲۵) ملاحظه کرد که عملکرد دانه و روغن کلزا در اثر مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حداکثر می‌باشد. علاوه بر میزان مصرف کود نیتروژن، زمان مصرف بهینه نیز تأثیر به‌سزایی در افزایش عملکرد دانه و روغن کلزا دارد. بالاترین نیاز کلزا به کود نیتروژن در مراحل آغاز ساقه‌دهی و گلدهی است (۲۲). بهترین شیوه توزیع کود سرک، مصرف دو مرحله‌ای آن است و بیشترین عملکرد در تیماری به‌دست آمد که ۷۵٪ نیتروژن در اواسط اسفند و مابقی در اواخر فروردین توزیع گردید (۲۰). با توجه به این که پاسخ گیاه به کاربرد کودهای شیمیایی تا حد زیادی بستگی به مقدار عرضه بومی عناصر غذایی توسط خاک و خصوصیات ژنوتیپی گیاه دارد و هم‌چنین مناسب‌ترین نحوه مصرف کودهای شیمیایی (نحوه تقسیم کود) تا حد زیادی تابعی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد، از اینرو با توجه به عدم انجام تحقیقات قبلی در اراضی شالیزاری استان گیلان این تحقیق با اهداف اصلی، تعیین بهترین مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن

شد (جدول ۱). به منظور خروج زه‌آب و جلوگیری از غرقابی شدن مزرعه دور تا دور زمین زه‌کش‌هایی به عمق ۳۰-۴۰ سانتی‌متر و به عرض ۴۰-۳۵ سانتی‌متر احداث گردید. فاصله بین تیمارها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. کاشت بذرها در اوایل آبان به صورت دستی و میزان بذر مصرفی در هر کرت، ۱۰ گرم و برحسب ۱۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. در طول فصل رشد عملیات زراعی لازم مانند مبارزه با علف‌های هرز و آفات انجام گرفت. پس از کاشت کلزا و در مرحله شش برگگی برای کنترل علف‌های هرز باریک برگ از علف‌کش گالانت به میزان ۳ لیتر در هکتار استفاده گردید. برای مبارزه با حلزون در دو زمان ابتدای سبز شدن کلزا و در زمان ۳-۴ برگگی از سم متالدهاید استفاده 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. برای محاسبه صفات زراعی شامل ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و طول خورجین تعداد ده بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب گردید و این صفات در آنها اندازه‌گیری شد و میانگین آنها در محاسبات آماری مورد استفاده قرار گرفت.

اندازه‌گیری میزان روغن با استفاده از دستگاه NMR (رزونانس مغناطیسی هسته) تعیین گردید. عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه در میزان روغن محاسبه شد. قبل از انجام تجزیه مرکب به منظور اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی از آزمون بارتلت (Bartlett's test) 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 نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین آثار اصلی و آثار متقابل تیمارها با استفاده از آزمون دانکن انجام گردید.

جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه و روغن و تأثیر آن‌ها بر صفات فنولوژیکی و اجزای عملکرد کلزا (رقم هایولا ۴۰۱) به اجرا در آمد.

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 ۸۵-۸۴ و ۸۶-۸۵ به مدت دو سال انجام گردید. فاکتور اول شامل ۵ مقدار کود نیتروژن خالص به مقدار صفر، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره و فاکتور دوم شامل ۵ زمان مصرف کود نیتروژن (تقسیم) به صورت:

۱- تقسیط اول: تماماً هنگام کاشت ۲- تقسیط دوم: $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{2}{3}$ زمان ساقه رفتن ۳- تقسیط سوم: $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{3}$ قبل از گلدهی ۴- تقسیط چهارم: $\frac{1}{3}$ زمان ۳-۴ برگگی + $\frac{1}{3}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{3}$ قبل از گلدهی ۵- تقسیط پنجم: $\frac{1}{4}$ زمان کاشت + $\frac{1}{4}$ زمان ۳-۴ برگگی + $\frac{1}{4}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{4}$ قبل از گلدهی در نظر گرفته شد. با توجه به دستورالعمل کشت کلزا در استان گیلان، مقدار مناسب نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و در چندین نوبت براساس مراحل فیزیولوژیکی گیاه و مراحل بحرانی نیاز گیاه به نیتروژن می‌باشد که برای انتخاب سطوح نیتروژن و زمان مصرف در این آزمایش مورد استناد قرار گرفت و سطوح بالا و پایین آن نیز در نظر گرفته شد (۳). بافت خاک محل آزمایش، سیلتی رسی با pH برابر ۷/۴ و میزان کربن آلی خاک ۱/۹ درصد بود. هر کرت آزمایش شامل ۸ خط کاشت به فاصله ۲۵ سانتی‌متر و به طول ۵ متر بود. بعد از برداشت برنج در اوایل مهر عملیات شخم حداقل با استفاده از دو بار روتواتور به عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متر انجام گرفته و برای مبارزه با علف‌های هرز از علف‌کش ترفلان به میزان ۳ لیتر در هکتار استفاده گردید. کود فسفات آمونیوم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و سولفات پتاسیم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار برحسب نتایج تجزیه خاک به مزرعه داده

جدول ۱. نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش

عمق (cm)	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	اسیدیته گل اشباع	کربن آلی (%)	نیترژن کل (%)	فسفر قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم قابل جذب (mg.kg ⁻¹)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	گروه بافت خاک
۰-۳۰	۰/۳۵	۷/۴	۱/۹	۰/۱۵۵	۲۲	۱۵۱	۷	۴۸	۴۵	سیلت-رسی

نتایج و بحث

عملکرد دانه

عملکرد دانه تک بوته‌های کلزا به وسیله تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه تأمین می‌شود که از این اجزا، تعداد خورجین در بوته به میزان زیاد تحت تأثیر نیترژن قرار می‌گیرد و از این رو اثر زیادی بر عملکرد می‌گذارد (۱۵). نتایج تجزیه واریانس مرکب از نظر صفت عملکرد دانه نشان داد که بین سال‌های مورد آزمایش و مقادیر کود نیترژن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). سال اول آزمایش با میانگین عملکرد ۲۰۸۲/۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال دوم با میانگین عملکرد دانه ۱۷۳۵/۵ کیلوگرم در هکتار برتری داشت (شکل ۱). بین مقادیر نیترژن، مقادیر ۲۴۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با میانگین عملکرد ۲۵۹۶/۲ و ۲۵۵۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر تیمارها از برتری معنی‌داری برخوردار بوده و در یک گروه قرار گرفتند (شکل ۲). کود نیترژن 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 نیترژن می‌باشد. در واقع می‌توان علت افزایش عملکرد دانه در اثر مصرف مقادیر بیشتر نیترژن را به افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه آن نسبت داد. افزایش عملکرد دانه در اثر افزایش مقدار کود نیترژن ممکن است به علت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت‌های زایشی باشد (۶). بین زمان‌های مصرف نیز اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد دانه در سطح پنج درصد مشاهده

گردید (جدول ۲). نتایج تأثیر زمان مصرف کود نیترژن بر عملکرد دانه در هر دو سال اجرای آزمایش از روندی مشابه تبعیت نمود، به طوری که در تقسیط سوم مصرف کود در هر دو سال باعث افزایش عملکرد دانه گردید (شکل ۳). زیرا در این مراحل حساس مواد غذایی کافی باید در اختیار گیاه قرار گرفته تا بتواند وارد فاز زایشی شده و مواد پرورده بیشتری جهت جذب و انتقال به دانه‌ها بسازد (۲۲). اثر متقابل مقدار × تقسیط نیز از نظر عملکرد دانه معنی‌دار گردید و مقدار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار در تقسیط سوم و مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار در زمان تماماً هنگام کاشت با میانگین عملکرد ۲۹۶۸ و ۱۰۶۳ به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را پس از شاهد با میانگین عملکرد ۷۹۴/۹ کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص دادند (جدول ۵). نتایج حاصل از آزمایش به وضوح نشان داد که مقادیر ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار در تقسیط سوم برای اراضی شالیزاری و در شرایط آب و هوایی منطقه گیلان جهت دستیابی به حداکثر عملکرد کلزا مناسب می‌باشد. ولی با توجه به زیاد نبودن تفاوت بین مقادیر ۲۴۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و به دلیل اهمیت اقتصادی صرفه‌جویی در مصرف کود نیترژن و خطرات آبتشویی آن و جلوگیری از اثرات مخرب زیست محیطی به دلیل استفاده بیش از حد از کود نیترژن، مقدار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار در تقسیط سوم ($\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{3}$ قبل از گلدهی) توصیه می‌شود.

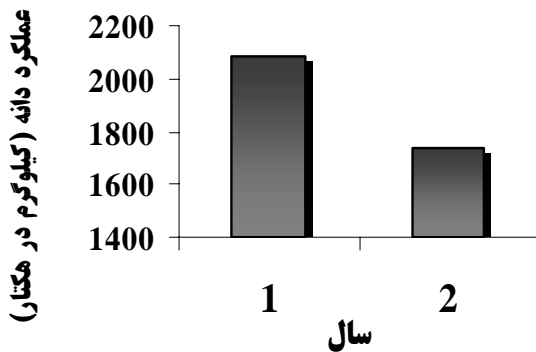
تعداد خورجین در بوته

خورجین‌ها جزء مؤثری در فتوسنتز و تأمین مواد غذایی برای دانه به شمار می‌آیند، به طوری که میزان عملکرد دانه در تک

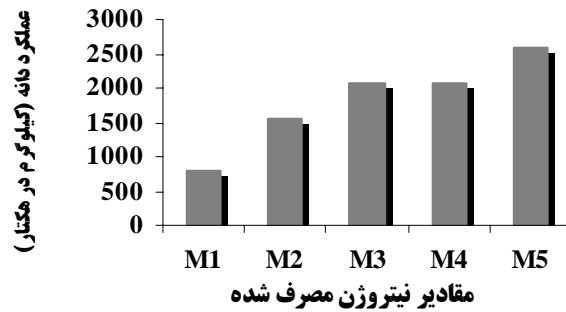
جدول ۲. تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در بررسی اثر تیمارهای کود نیتروژن در کلزای رقم هایولا ۴۰۱

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	تعداد خورجین	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	میزان روغن	عملکرد روغن	ارتفاع گیاه	طول خورجین	طول دوره رویش
سال	۱	۴۵۱۲۷۷۰/۰۷**	۱۰۳۱/۲*	۳۵/۴*	۰/۰۶ ^{ns}	۱۹۹**	۲۹۳۱۴۴/۶**	۲۰۴/۸*	۷۸/۰**	۲۶۰۴/۱**
اشتباه اول	۴	۱۱۰۵۱۱/۹	۱۲۳۳/۶	۱۲/۵	۰/۲	۱/۷	۲۱۷۰۲/۶	۳۹۷/۱	۰/۳	۵/۹
مقدار کود	۴	۱۶۷۵۷۲۸۶/۸**	۱۹۶۱۴/۹**	۳۲/۹ ^{ns}	۱/۲**	۲۰/۵ ^{ns}	۳۵۱۷۴۲۶/۷**	۳۶۴۹/۸*	۰/۱۲*	۹۵/۸**
زمان مصرف کود	۴	۲۶۴۰۶۴۸/۲*	۲۴۸۹/۱**	۳/۵ ^{ns}	۰/۲**	۳/۰۷ ^{ns}	۵۵۴۸۷۹/۰۲ ^{ns}	۵۲۶/۲**	۰/۰۶ ^{ns}	۱۱/۸**
مقدار×زمان	۱۶	۲۸۸۷۲۶/۴**	۳۷۵*	۹/۴*	۰/۰۶**	۰/۷ ^{ns}	۵۹۲۶۱/۹**	۵۹/۴*	۰/۱۴**	۱/۵ ^{ns}
مقدار×سال	۴	۲۱۷۵۶۵/۶ ^{ns}	۳۳۰/۴ ^{ns}	۱۶/۷**	۰/۱ ^{ns}	۵/۴**	۱۸۳۹۷/۹ ^{ns}	۴۵۰/۸**	۰/۰۷ ^{ns}	۱/۱ ^{ns}
زمان×سال	۴	۳۳۸۷۴۹/۶**	۲۱۷/۷ ^{ns}	۱/۹ ^{ns}	۰/۵ ^{ns}	۳/۹**	۱۱۱۰۶۵/۹**	۴۰/۸ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۹ ^{ns}
مقدار×زمان×سال	۱۶	۱۷۰۱۱۰/۵ ^{ns}	۱۳۱/۱ ^{ns}	۷/۷**	۰/۰۵**	۱/۰۱ ^{ns}	۴۲۳۳۳/۹ ^{ns}	۷۷/۶**	۰/۰۹*	۰/۴ ^{ns}
اشتباه دوم	۹۶	۱۱۶۱۹۳/۵	۲۰۵/۲	۱/۸	۰/۰۲	۰/۹	۲۴۵۸۳/۱	۳۱/۳	۰/۰۴	۰/۹
ضریب تغییرات	-	۱۷/۸۵	۱۷/۳	۶/۴	۳/۶۶	۲/۰۶	۱۷/۴۲	۵/۰۴	۳/۵	۰/۴

* و **: معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد خطا ns: غیر معنی دار

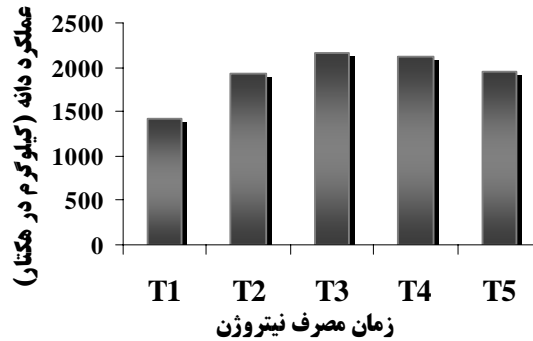


شکل ۱. مقایسه میانگین دو سال زراعی برای صفت عملکرد دانه



شکل ۲. مقایسه میانگین مقادیر مختلف نیتروژن از نظر صفت عملکرد دانه کلزا رقم هایولا ۴۰۱

M1، M2، M3، M4 و M5: مقادیر نیتروژن به ترتیب صفر، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار

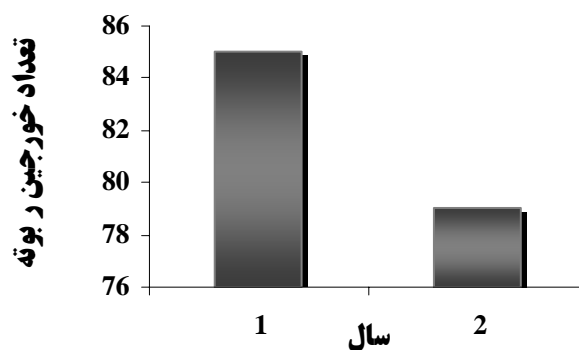


شکل ۳. مقایسه میانگین زمان‌های مصرف نیتروژن از نظر صفت عملکرد دانه کلزا رقم هایولا ۴۰۱

T1= تماماً هنگام کاشت T2= $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{2}{3}$ زمان ساقه رفتن T3= $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{3}$ قبل از
 گلدهی T4= $\frac{1}{3}$ زمان ۳-۴ برگگی + $\frac{1}{3}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{3}$ قبل از گلدهی T5= $\frac{1}{4}$ زمان کاشت + $\frac{1}{4}$ زمان ۳-۴ برگگی + $\frac{1}{4}$ زمان ساقه
 رفتن + $\frac{1}{4}$ قبل از گلدهی

خورجین را دارا بود که این امر را می‌توان به دلیل افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته دانست (جدول ۳). بین تیمارهای تقسیط، تقسیط سوم با دارا بودن تعداد ۹۱/۹ خورجین و تیمار تماماً هنگام کاشت با دارا بودن تعداد ۶۷/۷ خورجین در بوته به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد خورجین در بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). به نظر می‌رسد که مصرف نیتروژن در زمان ساقه‌دهی و قبل از گلدهی که در همان موقع شاخه‌های فرعی نیز تولید می‌شود، باعث تأمین بهتر نیتروژن مورد نیاز برای تشکیل شاخه‌های فرعی می‌گردد و مصرف نیتروژن در

بوته کلزا به تعداد خورجین در بوته بستگی دارد، چون پس از مرحله گلدهی با کاهش سطح برگ بوته، خورجین‌ها نقش مهمی در فتوسنتز گیاه دارند (۲۱). نتایج تجزیه واریانس مرکب بیانگر آن است که بین اثر سال، اثر مقادیر و تقسیط کود نیتروژن اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). سال اول آزمایش با دارا بودن رشد رویشی و ارتفاع بیشتر توانسته است از تعداد خورجین بیشتری (۸۵ خورجین در بوته) نسبت به سال دوم آزمایش برخوردار باشد (شکل ۴). بین تیمارهای کودی، مقدار ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین تعداد



شکل ۴. مقایسه میانگین دو سال زراعی برای صفت تعداد خورجین در بوته

جدول ۳. مقایسه میانگین مرکب اثر اصلی مقدار مصرف کود نیتروژن در صفات مورد مطالعه کلزا

طول دوره رویش (روز)	طول خورجین (سانتی متر)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	میزان روغن (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	مقدار کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)
۲۰۱/۸ ^c	۵/۶ ^b	۹۳/۶ ^d	۳۸۶/۵ ^d	۴۸/۷ ^a	۳/۵ ^d	۱۹/۲ ^d	۵۰/۵ ^c	۷۹۴/۹ ^d	M1 = ۰
۲۰۳/۶ ^d	۵/۷ ^{ab}	۱۰۷/۳ ^c	۷۳۶/۸ ^c	۴۷/۷ ^b	۳/۸ ^c	۲۰/۶ ^c	۶۴/۵ ^d	۱۵۴۹/۳ ^c	M2 = ۶۰
۲۰۴/۶ ^c	۵/۸ ^a	۱۱۴/۲ ^b	۹۹۴/۵ ^b	۴۷/۵ ^b	۳/۹ ^b	۲۲/۳ ^a	۸۲/۴ ^c	۲۰۹۹/۵ ^b	M3 = ۱۲۰
۲۰۵/۷ ^b	۵/۷ ^a	۱۱۹/۳ ^a	۱۱۷۷/۲ ^a	۴۶/۹ ^c	۴/۰ ^a	۲۰/۳ ^c	۱۰۳/۴ ^b	۲۵۰۵ ^a	M4 = ۱۸۰
۲۰۶/۳ ^a	۵/۸ ^a	۱۲۰/۶ ^a	۱۲۰۴/۸ ^a	۴۶/۶ ^c	۴/۱ ^a	۲۱/۵ ^b	۱۱۱/۳ ^a	۲۵۹۶/۲ ^a	M5 = ۲۴۰

میانگین‌های با حروف لاتین مشابه در هر ستون، تفاوت معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر ندارند.

T1 = تماماً هنگام کاشت $\frac{1}{3}$ = T2 زمان کاشت + $\frac{2}{3}$ زمان ساقه رفتن $\frac{1}{3}$ = T3 زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{3}$ قبل از گلدهی $\frac{1}{3}$ = T4
 زمان ۳-۴ برگ + $\frac{1}{3}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{3}$ قبل از گلدهی $\frac{1}{4}$ = T5 زمان کاشت + $\frac{1}{4}$ زمان ۳-۴ برگ + $\frac{1}{4}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{4}$ قبل از گلدهی

اثر متقابل مقدار \times تقسیط نیز از نظر صفت تعداد خورجین در بوته در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد و مقدار کودی ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار در تقسیط سوم و مقدار کودی ۶۰ کیلوگرم در هکتار در تقسیط اول به ترتیب با میانگین تعداد ۱۲۵/۳ و ۵۱/۷۷ بیشترین و کمترین تعداد خورجین را پس از شاهد (با میانگین تعداد ۵۰/۵ خورجین در بوته) به خود اختصاص دادند (جدول ۵). به نظر می‌رسد که مصرف ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در

زمان گلدهی باعث کمتر شدن رقابت بین خورجین‌ها و کاهش ریزش خورجین می‌شود، در نتیجه تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی افزایش می‌یابد، این مطلب مطابق با نظر اولسون (۲۶) است که اظهار داشت حساس‌ترین مرحله رشد گیاه از نظر تعداد خورجین در شروع تشکیل گل آذین است که ایجاد هر نوع محدودیت در این مرحله سبب کاهش تعداد خورجین می‌شود.

جدول ۴. مقایسه میانگین مرکب اثر اصلی زمان مصرف کود نیتروژن در صفات مورد مطالعه کلزا

زمان مصرف کود نیتروژن	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد خورجین	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	میزان روغن (درصد)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	طول خورجین (سانتی متر)	طول دوره رویش (روز)
T ₁	۱۴۰۹/۱ ^c	۶۷/۷ ^c	۲۰/۶ ^{ab}	۳/۸ ^c	۴۷/۹	۶۶۹/۷ ^c	۱۰۴/۴ ^c	۵/۷ ^a	۲۰۳/۳ ^b
T ₂	۱۹۲۶/۱ ^b	۸۰/۸ ^b	۲۱/۰۱ ^{ab}	۳/۹ ^b	۴۷/۳ ^{bc}	۹۰۶/۹ ^b	۱۱۱/۰ ^b	۵/۷ ^a	۲۰۴/۵ ^a
T ₃	۲۱۵۵/۳ ^a	۹۱/۹ ^a	۲۰/۸ ^{ab}	۳/۹ ^b	۴۷/۴ ^{abc}	۱۰۱۳/۴ ^a	۱۱۰/۱ ^b	۵/۸ ^a	۲۰۴/۶ ^a
T ₄	۲۱۰۸/۶ ^{ab}	۸۶/۳ ^{ab}	۲۱/۲ ^a	۳/۹ ^{ab}	۴۷/۱ ^c	۹۸۶/۴ ^{ab}	۱۱۴/۵ ^a	۵/۸ ^a	۲۰۴/۹ ^a
T ₅	۱۹۴۵/۹ ^b	۸۵/۲ ^{ab}	۲۰/۳ ^b	۴/۰ ^a	۴۷/۸ ^{ab}	۹۲۳/۴ ^b	۱۱۴/۷ ^a	۵/۷ ^a	۲۰۴/۶ ^a

میانگین‌های با حروف لاتین مشابه در هر ستون، تفاوت معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر ندارند.

T1 = تماماً هنگام کاشت $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{2}{3}$ زمان ساقه رفتن $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{3}$ قبل از گلدهی = T4
 T2 = $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{2}{3}$ زمان ساقه رفتن $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{4}$ زمان کاشت + $\frac{3}{4}$ زمان ۳-۴ برگ + $\frac{1}{4}$ قبل از گلدهی
 T3 = $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{2}{3}$ زمان ساقه رفتن $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{4}$ زمان کاشت + $\frac{3}{4}$ زمان ۳-۴ برگ + $\frac{1}{4}$ قبل از گلدهی
 T4 = $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{2}{3}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{3}$ قبل از گلدهی
 T5 = $\frac{1}{4}$ زمان کاشت + $\frac{3}{4}$ زمان ۳-۴ برگ + $\frac{1}{4}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{4}$ قبل از گلدهی

نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش کوددهی منجر به افزایش تعداد خورجین گردیده و در نتیجه رقابت بین خورجین‌ها، تعداد دانه در هر خورجین کاهش می‌یابد (۹). با توجه به این‌که در کلزا اجزای عملکرد خاصیت جبرانی نسبت به یکدیگر دارند، از این رو کمتر بودن تعداد دانه در خورجین را می‌توان به بالا بودن تعداد خورجین در بوته نسبت داد. همبستگی منفی بین تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین توسط کارلیف و هیبر (۱۸) گزارش شده است.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه از پایدارترین اجزای عملکرد دانه کلزا است که تحت تأثیر شرایط محیطی قرار نداشته و یک صفت ژنتیکی است (۱۶). با این حال به نظر می‌رسد که در صورت فراهم بودن عوامل محیطی مساعد چون دما، شرایط تغذیه و تاریخ کاشت مناسب، به دلیل ایجاد پوشش گیاهی مناسب و توسعه سبز گیاه، قابلیت انجام فتوسنتز و ذخیره مواد فتوسنتزی در دانه افزایش یافته و دانه سنگین‌تری تولید می‌شود (۷). نتایج حاصل از جدول تجزیه مرکب از نظر صفت وزن هزار دانه بیانگر آن

هکتار منجر به تحریک گیاه در جهت افزایش ارتفاع و تعداد شاخه فرعی در بوته شده و از طریق افزایش سطح فتوسنتزی، تولید مواد پرورده و کاهش میزان حذف فیزیولوژیکی گل‌ها باعث می‌شود که تعداد بیشتری از گل‌ها به خورجین تبدیل شوند (۶ و ۸).

تعداد دانه در خورجین

نتایج حاصل از تجزیه مرکب نشان داد که اثر سال و اثر متقابل مقدار \times تقسیم معنی‌دار بوده ولی بین مقادیر و اثر تقسیم نیتروژن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). سال دوم آزمایش با میانگین تعداد دانه ۲۱/۳ نسبت به سال اول با میانگین ۲۰/۳ دانه در خورجین برتری داشته است که دلیل این امر را می‌توان به شرایط آب و هوایی و خاصیت جبرانی اجزای عملکرد نسبت داد. بررسی اثر متقابل مقدار \times تقسیم نشان‌دهنده آن است که مقدار کود نیتروژن ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در زمان تماماً هنگام کاشت با میانگین ۲۳/۳ و مقدار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار در زمان تماماً هنگام کاشت به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در خورجین را به خود اختصاص دادند (جدول ۵).

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات متقابل مقدار × زمان مصرف کود نیتروژن در صفات مورد مطالعه در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۴

اثرات متقابل مقدار × زمان	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد خورجین	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	میزان روغن (درصد)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	طول خورجین (سانتی متر)	طول دوره رویش (روز)
M ₁ T ₁	۷۹۴ ^j	۵۰/۵ ^h	۱۹/۲ ^{fg}	۳/۵ ^g	۴۸/۷ ^a	۳۸۶/۶ ⁱ	۹۳/۶۳ ^g	۵/۶ ^{a-d}	۲۰/۱/۸ ^k
M ₁ T ₂	۷۹۴ ^j	۵۰/۵ ^h	۱۹/۲ ^{fg}	۳/۵ ^g	۴۸/۷ ^a	۳۸۶/۶ ⁱ	۹۳/۶۳ ^g	۵/۶ ^{a-d}	۲۰/۱/۸ ^k
M ₁ T ₃	۷۹۴ ^j	۵۰/۵ ^h	۱۹/۲ ^{fg}	۳/۵ ^g	۴۸/۷ ^a	۳۸۶/۶ ⁱ	۹۳/۶۳ ^g	۵/۶ ^{a-d}	۲۰/۱/۸ ^k
M ₁ T ₄	۷۹۴ ^j	۵۰/۵ ^h	۱۹/۲ ^{fg}	۳/۵ ^g	۴۸/۷ ^a	۳۸۶/۶ ⁱ	۹۳/۶۳ ^g	۵/۶ ^{a-d}	۲۰/۱/۸ ^k
M ₁ T ₅	۷۹۴ ^j	۵۰/۵ ^h	۱۹/۲ ^{fg}	۳/۵ ^g	۴۸/۷ ^a	۳۸۶/۶ ⁱ	۹۳/۶۳ ^g	۵/۶ ^{a-d}	۲۰/۱/۸ ^k
M ₂ T ₁	۱۰۶۳ ^{ij}	۵۱/۷ ^h	۲۱/۷ ^{a-f}	۳/۶ ^{fg}	۴۷/۹ ^{abc}	۵۰۶/۳ ^{hi}	۹۵/۶۷ ^g	۵/۸ ^{a-d}	۲۰/۲/۵ ^{jk}
M ₂ T ₂	۱۴۸۴ ^{ghi}	۶۱/۹ ^{fgh}	۲۰/۶ ^{b-g}	۳/۹ ^{c-f}	۴۷/۹ ^{abc}	۷۰۸/۶ ^{gh}	۱۱۰/۳ ^{def}	۵/۸ ^{a-d}	۲۰/۳/۸ ^{fj}
M ₂ T ₃	۱۷۲۴ ^{e-h}	۶۷/۸ ^{e-h}	۲۰/۰ ^{c-g}	۳/۸ ^{def}	۴۷/۵ ^{abc}	۸۱۲/۲ ^{fg}	۱۰۴/۹ ^f	۵/۷ ^{a-d}	۲۰/۳/۷ ^{g-j}
M ₂ T ₄	۱۶۸۳ ^{fgh}	۷۰/۴ ^{e-h}	۲۲/۳ ^{a-e}	۴/۰ ^{bcd}	۴۷/۲ ^{abc}	۷۹۵ ^{fg}	۱۱۲/۹ ^{b-f}	۵/۸ ^{a-d}	۲۰/۴/۷ ^{e-i}
M ₂ T ₅	۱۷۹۲ ^{d-h}	۷۰/۵ ^{e-h}	۱۸/۵ ^g	۳/۹ ^{b-e}	۴۸/۲ ^{ab}	۸۶۲/۲ ^{d-g}	۱۱۲/۸ ^{b-f}	۵/۵ ^d	۲۰/۳/۳ ^{h-k}
M ₃ T ₁	۱۳۷۷ ^{hij}	۵۹ ^{gh}	۲۳/۳ ^a	۳/۷ ^{efg}	۴۸/۶ ^a	۶۶۷/۹ ^{gh}	۱۰۷/۱ ^{ef}	۵/۸ ^{a-d}	۲۰/۳/۲ ^{ijk}
M ₃ T ₂	۲۱۵۳ ^{b-f}	۸۴/۸ ^{d-g}	۲۲/۸ ^{ab}	۳/۹ ^{b-e}	۴۷/۱ ^{abc}	۱۰۱۲ ^{b-f}	۱۱۱/۶ ^{c-f}	۵/۹ ^{a-d}	۲۰/۵/۲ ^{b-g}
M ₃ T ₃	۲۳۴۵ ^{a-e}	۹۱/۹ ^{b-e}	۲۲/۰ ^{a-d}	۴/۰ ^{a-d}	۴۷/۷ ^{abc}	۱۱۱۷ ^{a-e}	۱۱۳/۶ ^{b-f}	۵/۸ ^{a-d}	۲۰/۷ ^{c-i}
M ₃ T ₄	۲۴۸۵ ^{abc}	۸۷/۴ ^{c-f}	۲۰/۷ ^{a-g}	۴/۰ ^{a-d}	۴۶/۶ ^{bc}	۱۱۵۶ ^{a-d}	۱۲۱/۴ ^{abc}	۵/۵ ^{bcd}	۲۰/۵ ^{c-h}
M ₃ T ₅	۲۱۳۸ ^{b-f}	۸۸/۷ ^{c-f}	۲۲/۶ ^{abc}	۴/۰ ^{a-d}	۴۷/۶ ^{abc}	۱۰۲۰ ^{b-f}	۱۱۷/۴ ^{a-e}	۵/۹ ^{a-d}	۲۰/۵ ^{c-h}
M ₄ T ₁	۲۰۱۳ ^{c-g}	۹۰/۶ ^{b-e}	۱۸/۴ ^g	۴ ^{bcd}	۴۷/۱ ^{abc}	۹۴۷/۲ ^{c-g}	۱۱۴/۲ ^{a-f}	۵/۷ ^{a-d}	۲۰/۴/۳ ^{e-i}
M ₄ T ₂	۲۳۴۰ ^{a-e}	۹۰/۶ ^{b-e}	۱۹/۹ ^{۳d-g}	۳/۸ ^{def}	۴۶/۵ ^{bc}	۱۱۰۷ ^{a-e}	۱۱۸/۲ ^{a-d}	۵/۵ ^d	۲۰/۵/۸ ^{a-e}
M ₄ T ₃	۲۹۶۸ ^a	۱۲۵/۳ ^a	۲۰/۵ ^{b-g}	۴/۲ ^{ab}	۴۶/۶ ^{bc}	۱۳۸۳ ^a	۱۱۷/۲ ^{a-e}	۵/۸ ^{a-d}	۲۰/۶/۵ ^{a-d}
M ₄ T ₄	۲۸۰۸ ^a	۱۱۰/۹ ^{a-d}	۲۱/۲ ^{a-f}	۴/۲ ^{abc}	۴۶/۹ ^{abc}	۱۳۲۰ ^a	۱۲۱/۹ ^{abc}	۶ ^a	۲۰/۶/۵ ^{a-d}
M ₄ T ₅	۲۳۹۵ ^{a-d}	۹۹/۵ ^{a-d}	۲۱/۸ ^{a-f}	۴ ^{bcd}	۴۷/۴ ^{abc}	۱۱۳۰ ^{a-e}	۱۲۴/۸ ^a	۵/۷ ^{a-d}	۲۰/۵/۵ ^{b-f}
M ₅ T ₁	۱۷۹۷ ^{d-h}	۸۶/۸ ^{c-f}	۲۰/۱ ^{c-g}	۳/۹ ^{b-e}	۴۶/۹ ^{abc}	۸۴۰/۷ ^{efg}	۱۱۱/۶ ^{c-f}	۵/۵ ^{cd}	۲۰/۴/۸ ^{d-i}
M ₅ T ₂	۲۸۵۹ ^a	۱۱۶/۴ ^{ab}	۲۲/۴ ^{a-d}	۴/۱ ^{a-d}	۴۶/۲ ^c	۱۳۲۰ ^a	۱۲۲/۵ ^{abc}	۵/۹ ^{a-d}	۲۰/۶ ^{a-e}
M ₅ T ₃	۲۹۴۴ ^a	۱۲۴/۲ ^a	۲۲/۶ ^{abc}	۴/۲ ^a	۴۶/۵ ^{bc}	۱۳۶۹ ^a	۱۲۱/۳ ^{abc}	۵/۹ ^{a-d}	۲۰/۶/۷ ^{a-e}
M ₅ T ₄	۲۷۷۲ ^{ab}	۱۱۲/۴ ^{abc}	۲۲/۶ ^{abc}	۴/۰ ^{a-d}	۴۶/۳ ^{bc}	۱۲۷۶ ^{ab}	۱۲۲/۷ ^{ab}	۵/۹ ^{ab}	۲۰/۶/۸ ^{ab}
M ₅ T ₅	۲۶۱۰ ^{abc}	۱۱۶/۷ ^{ab}	۱۹/۷ ^{efg}	۴/۰ ^{a-d}	۴۷/۰ ^{abc}	۱۲۱۹ ^{abc}	۱۲۵ ^a	۵/۶ ^{a-d}	۲۰/۷/۳ ^a

میانگین‌های با حروف لاتین مشابه در هر ستون، تفاوت معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۵ با یکدیگر ندارند.

T1 = تماماً هنگام کاشت T2 = $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{2}{3}$ زمان ساقه رفتن T3 = $\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{3}$ قبل از گلدهی T4 = $\frac{1}{3}$ زمان
 ۳-۴ برگی + $\frac{1}{3}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{3}$ قبل از گلدهی T5 = $\frac{1}{4}$ زمان کاشت + $\frac{1}{4}$ زمان ۳-۴ برگی + $\frac{1}{4}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{4}$ قبل از گلدهی

نیترژن یکسان بوده است. به نظر می‌رسد که با افزایش مصرف نیترژن در مراحل مختلف رشد کلزا، میزان روغن سیر نزولی پیدا کرد (۲۸)، ولی به دلیل افزایش عملکرد دانه در مقادیر بالاتر نیترژن عملکرد روغن افزایش می‌یابد.

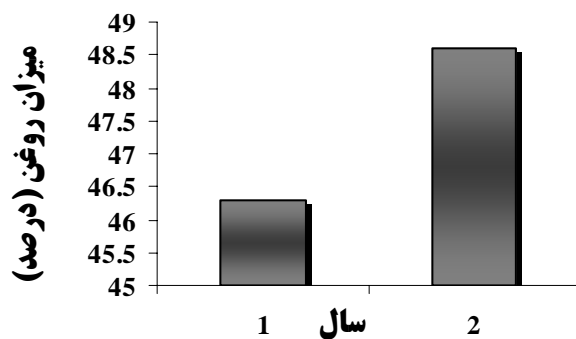
عملکرد روغن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب از نظر صفت عملکرد روغن نشان داد که بین سال‌ها، مقادیر کود و اثر متقابل مقدار \times تقسیط اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). سال اول آزمایش با میانگین عملکرد روغن ۹۵۷/۳ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال دوم با میانگین عملکرد ۸۴۲/۶ کیلوگرم در هکتار برتری داشت (شکل ۶). بین مقادیر کودی، مقدار ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۱۲۰۴/۸ کیلوگرم در هکتار و شاهد (بدون مصرف کود) با میانگین ۳۸۶/۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد روغن را داشتند (شکل ۷). بررسی اثر متقابل مقدار \times تقسیط نشان داد که مقدار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیترژن در تقسیط سوم با میانگین عملکرد روغن ۱۳۸۳ کیلوگرم در هکتار و مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار در زمان تماماً هنگام کاشت با میانگین ۵۰۶/۳ کیلوگرم در هکتار پس از شاهد به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد روغن را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که عملکرد روغن تحت تأثیر مقدار نیترژن و زمان مصرف آن قرار گرفته است. با افزایش مقدار کود نیترژن، عملکرد روغن افزایش یافته است. مصرف کود به صورت $(\frac{1}{3})$ زمان کاشت + $(\frac{1}{3})$ زمان ساقه رفتن + $(\frac{1}{3})$ قبل از گلدهی منجر به ایجاد بیشترین عملکرد روغن شده است. با کاربرد نیترژن 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 میزان روغن کاهش می‌یابد ولی این کاهش منجر به کاهش عملکرد روغن نگردد. در واقع کاربرد نیترژن بیشتر برای حصول عملکرد

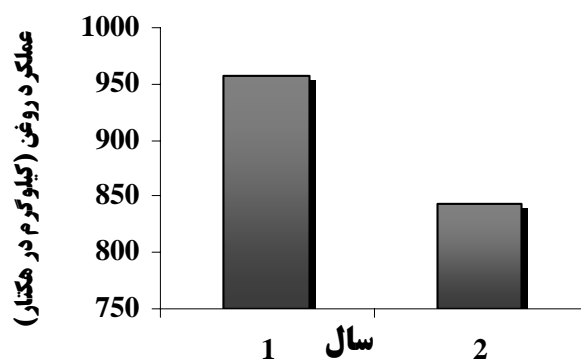
است که بین اثر سال اختلاف معنی‌داری از نظر این صفت دیده نشد. بین مقادیر، اثر تقسیط و اثر متقابل آنها از نظر وزن هزارانه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۲). بین مقادیر، مقدار ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار و بین زمان‌های مصرف نیترژن، تقسیط پنجم بیشترین وزن هزار دانه را نسبت به بقیه دارا بود (جدول ۳ و ۴). در بین اثر متقابل، مقدار ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار در تقسیط سوم با میانگین وزن هزار دانه ۴/۲ گرم و تیمار ۶۰ کیلوگرم در زمان تماماً هنگام کاشت با میانگین وزن هزار دانه ۳/۶ گرم پس از شاهد (با میانگین وزن هزار دانه ۳/۵ گرم) به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). نتایج به‌دست آمده گویای این مطلب است که با افزایش نیترژن، وزن هزار دانه به طور معنی‌داری افزایش یافت (۹).

میزان روغن

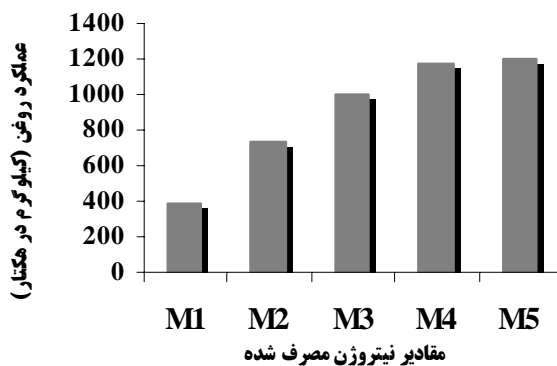
یکی از مهم‌ترین خصوصیات کیفی در کلزا میزان روغن آن است. میزان روغن در واریته‌های کلزا علاوه بر خصوصیات ژنتیکی به عوامل محیطی چون دما، شرایط تغذیه گیاه و رطوبت نیز بستگی دارد. نتایج حاصل از تجزیه مرکب نشان‌دهنده آن است که بین تیمارهای آزمایشی، تنها اثر سال بر صفت میزان روغن معنی‌دار بود (جدول ۲)، به‌طوری‌که سال دوم آزمایش با برخورداری از شرایط آب و هوایی مساعدتر به خصوص درجه حرارت محیط توانست با دارا بودن ۴۸/۶ درصد روغن نسبت به سال اول با میانگین ۴۶/۳ درصد روغن برتری معنی‌داری داشته باشد (شکل ۵). بین مقادیر نیترژن و اثر تقسیط از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، با این حال مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که مقادیر بدون مصرف کود نیترژن و زمان مصرف تماماً هنگام کاشت بیشترین میزان روغن را دارا بودند. هم‌چنین اثر متقابل مقدار \times زمان مصرف نیترژن نیز از نظر این صفت معنی‌دار نشد، به این مفهوم که میزان مصرف نیترژن مستقل از زمان‌های مصرف آن عمل کرده و تفاوت بین مقادیر مورد استفاده در این آزمایش در تمام زمان‌های مصرف



شکل ۵. مقایسه میانگین دو سال زراعی برای صفت میزان روغن



شکل ۶. مقایسه میانگین دو سال زراعی برای صفت عملکرد روغن



شکل ۷. مقایسه میانگین مقادیر مختلف نیتروژن از نظر صفت عملکرد روغن کلزا رقم هایولا ۴۰۱

M1، M2، M3، M4 و M5: مقادیر نیتروژن به ترتیب صفر، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار

اقتصادی بالاتر مانعی ندارد. چون با کاهش مقدار نیتروژن، افزایش میزان روغن، کاهش حاصل در عملکرد را نمی‌تواند جبران کند (۲۷).

ارتفاع بوته

نتایج به دست آمده از تجزیه مرکب دو سال آزمایش نشان داد که بین اثر سال، مقدار و تقسیط نیتروژن تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). سال اول آزمایش، مقدار ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار و تقسیط پنجم بین سایر تیمارهای آزمایشی از بیشترین ارتفاع بوته برخوردار بودند. هرچند که بین مقادیر ۲۴۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و تقسیط چهارم و پنجم اختلاف چندانی دیده نشد و آزمون مقایسه میانگین آنها را در یک گروه قرار داد (جدول ۳ و ۴). به‌طور کلی نتایج گویای این مطلب است که تقسیط کود بر ارتفاع بوته اثر مثبت دارد. علت این امر می‌تواند نامحدود بودن رشد کلزا باشد و کوددهی در این زمان‌ها منجر به افزایش ارتفاع گیاه می‌گردد. هم‌چنین افزایش مصرف کود نیتروژن در گیاه کلزا باعث افزایش ارتفاع شده که این امر را می‌توان به افزایش طول سلول‌های گیاهی و افزایش طول ساقه در اثر افزایش مصرف کود نیتروژن نسبت داد. یکی از نتایج افزایش طول ساقه نیز، تشکیل برگ‌های 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 (۱۳).

طول خورجین

طول خورجین به عنوان یک سطح فتوسنتزکننده فعال و نزدیک‌ترین منبع به دانه‌ها نقش مؤثری در عملکرد دانه کلزا دارد. ارقامی از کلزا که دارای طول خورجین بیشتری هستند، عملکرد بیشتری نیز دارند و دلیل این موضوع افزایش تعداد دانه در خورجین بیان شده است (۲۱). نتایج تجزیه مرکب نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بین اثر سال، مقادیر کودی و اثر متقابل مقدار \times تقسیط است (جدول ۲). سال دوم آزمایش با

میانگین طول ۶/۵ سانتی‌متر نسبت به سال اول با میانگین طول ۵ سانتی‌متر از طول خورجین بیشتری برخوردار بود. بین مقادیر کود نیتروژن، مقادیر ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار در یک گروه قرار گرفتند و بیشترین طول خورجین را داشتند (جدول ۳). در بررسی اثر متقابل مقدار \times تقسیط، مقدار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار در تقسیط چهارم با میانگین طول ۶ سانتی‌متر و مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار در تقسیط پنجم با میانگین طول ۵/۵ به‌ترتیب بیشترین و کمترین طول خورجین را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). افزایش طول خورجین موجب افزایش سطح خورجین و توانایی فتوسنتزی خورجین‌ها شده که این افزایش سطح سبز فتوسنتزکننده نیز موجب افزایش جذب و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها و در نتیجه افزایش عملکرد را به دنبال خواهد داشت. در یک آزمایش که به منظور بررسی سال و رقم بر روی کلزا طی دو سال زراعی انجام گرفت، مشاهده شد که طول خورجین با تعداد دانه در خورجین همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت (۵). کشتکار (۱۱) گزارش نمود که روش مصرف کود نیتروژن بر طول خورجین اثر معنی‌دار دارد و مصرف کود در زمان کاشت + ساقه رفتن + گلدهی منجر شده که طول خورجین به بیشترین مقدار برسد و کمترین طول خورجین مربوط به تیماری بود که تمام کود را در ابتدای کشت دریافت کرد.

طول دوره رویش

نتایج حاصل از تجزیه مرکب حاکی از تفاوت معنی‌دار بین اثر سال، مقدار نیتروژن و اثر تقسیط از نظر طول دوره رویش داشت (جدول ۲). سال دوم آزمایش با میانگین طول دوره رویش ۲۰۰/۵ روز نسبت به سال اول با میانگین ۲۰۰/۲ روز برتری معنی‌داری داشت. بین مقادیر کودی، مقدار ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین طول دوره رویش ۲۰۶/۳ روز بیشترین و مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۲۰۳/۶ روز پس از شاهد کمترین طول دوره رویش را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). بین تیمارهای تقسیط، تقسیط دوم تا پنجم تفاوت

معنی داری باهم نداشتند، هرچند که تقسیط چهارم با میانگین ۲۰۴/۹۶ روز بیشترین طول دوره رویش را داشت و زمان مصرف تماماً هنگام کاشت با میانگین ۲۰۳/۳ روز کمترین زمان کاشت تا رسیدگی را دارا بود (جدول ۴). به کارگیری مقدار بیشتر نیتروژن در کلزا سبب افزایش رشد سبزینه‌ای گردیده و موجب افزایش ارتفاع بوته، تعدادشاخه فرعی، تعداد خورجین و در نتیجه باعث افزایش طول دوره رویش می‌گردد. ابراهیم و همکاران (۲۴) 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 می‌یابد.

نتیجه گیری

در هر دو سال اجرای آزمایش، افزایش مصرف مقدار نیتروژن موجب افزایش عملکرد دانه و روغن گردید و مقدار ۲۴۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بیشترین عملکرد دانه و روغن را تولید نمودند. با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار بین عملکرد دانه و روغن بین مقادیر ۲۴۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن

در هکتار مقدار ۱۸۰ کیلوگرم به دلیل توجیه اقتصادی کاهش مصرف کود، آبشویی کمتر نیتروژن و جلوگیری از اثرات مخرب آلاینده‌های زیست محیطی جهت کشت کلزا رقم هایولا ۴۰۱ در اراضی شالیزاری توصیه می‌گردد. در بین زمان‌های مصرف کود نیتروژن تقسیط سوم ($\frac{1}{3}$ زمان کاشت + $\frac{1}{3}$ زمان ساقه رفتن + $\frac{1}{3}$ قبل از گلدهی) بیشترین عملکرد دانه و روغن را تولید نمود و به عنوان تقسیط مناسب جهت استفاده کود نیتروژن در اراضی شالیزاری توصیه می‌گردد. با توجه به نتایج به‌دست آمده مقدار نیتروژن ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار در تقسیط سوم به عنوان بهترین توصیه کودی نیتروژن در شرایط مشابه آب و هوایی و خاکی این آزمایش جهت دستیابی به بیشترین میزان عملکرد دانه و روغن کلزا (رقم هایولا ۴۰۱) پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و مؤسسه تحقیقات برنج کشور به جهت حمایت‌های مادی و معنوی در طول اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، م. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر نیتروژن و سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه کلزا (*Brassica napus L.*) در بوشهر. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، تهران، دانشگاه شهید بهشتی، ۴-۲ مرداد ۱۳۸۹، صفحه ۳۰۲-۳۰۱.
۲. افضل‌ی، م. ۱۳۸۱. گزارش پژوهشی مؤسسه تحقیقات خاک و آب در راستای افزایش کمی و کیفی کلزا.
۳. بی‌نام. ۱۳۸۳. دستورالعمل تولید کلزا در اقلیم‌های مختلف کشور (۸۳-۱۳۸۲). مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات دانه‌های روغنی. ۱-۱۰.
۴. حبیبی سواد کوهی، م.، ه. پیردشتی و ا. منصوری. ۱۳۸۹. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد آن در کلزا (*Brassica napus L.*). یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، تهران، دانشگاه شهید بهشتی، ۴-۲ مرداد ۱۳۸۹، صفحه ۳۸۷-۳۸۶.
۵. حسین‌زاده، ه. ۱۳۸۵. اثرات فواصل ردیف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد و شاخص‌های رشد ارقام کلزای نشایی (*Brassica napus L.*) به صورت کشت دوم در اراضی شالیزاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، ۱۴۰ صفحه.

۶. سلیمانزاده، ح.، ن. لطیفی و ا. سلطانی. ۱۳۸۶. ارتباط فنولوژی و صفات فیزیولوژی با عملکرد دانه در ارقام مختلف کلزا (*Brassica napus* L.) تحت شرایط دیم. مجله کشاورزی و منابع طبیعی ۱۴ (۵): ۲۸-۳۷.
۷. شریعتی، س. ۱۳۷۵. بررسی اثر تراکم و زمان کود سرک بر عملکرد و اجزای عملکرد و فنولوژی کلزای بهاره. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی.
۸. طاهرخانی، م. ۱۳۸۴. بررسی کارایی و تأثیر مقادیر مختلف اوره با پوشش گوگردی و سایر منابع کودی نیتروژن دار بر عملکرد کمی و کیفی کلزا. مجله علمی و پژوهشی علوم کشاورزی. ۱۱ (۳): ۱۷۹-۱۹۱.
۹. فتحی، ق. ع.، بنی سعیدی و س. ع. سیادت. ۱۳۸۱. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد دانه کلزا رقم PF 7045.91 در شرایط آب و هوایی خوزستان. مجله علمی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز. ۲۵ (۱): ۴۳-۵۸.
۱۰. کافی قاسمی، ع. و م. اصفهانی. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر سطوح و زمان های مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا. مجله علوم و صنایع کشاورزی ۲۰ (۷): ۳۷-۴۸.
۱۱. کشتکار، س. ۱۳۸۷. تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد و توزیع برگ در سایه انداز کلزا (*Brassica napus* L.). پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان.
۱۲. مرادی تلاوت، م. ر.، س. ع. سیادت، ح. نادیان و ق. فتحی. ۱۳۸۶. بررسی واکنش عملکرد، روغن و پروتئین دانه کلزا به سطوح مختلف نیتروژن و بور در منطقه اهواز. مجله علوم زراعی ایران ۹ (۳): ۲۱۳-۲۲۴.
۱۳. نصیری، م.، م. ز. نوری، ع. علی نژاد و چ. لیوگن. ۱۳۸۳. تعیین سهم اندام های فتوسنتزکننده در عملکرد دانه کلزا. سمینار بررسی فرصت ها، چالش ها و راهکارهای توسعه کشت دوم در شالیزار با محوریت کلزا. مؤسسه تحقیقات برنج کشور، گیلان.
14. Ahmad, A., I. Khan, N. A. Anjum, Y. P. Abrol and M. Iqbal. 2005. Role of sulphate transporter systems in sulphur efficiency of mustard genotypes. *Plant. Sci.* 169: 842-846.
15. Al-barzinjy, M., O. Stolen and J. L. Christiansen. 2003. Comparison of growth, pod distribution and canopy structure of old and new cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Scandinavia, Section B-Plant Soil Sci.* 53: 138-146.
16. Angadi, S. V., H. W. Cufprth, B. B. Mc Conkey and Y. Gan. 2003. Yield adjustment by canola grown at different plant population under semiarid conditions. *Crop Sci.* 43: 1358-1360.
17. Asare, E. and D. H. Scarisbrick. 1995. Rate of nitrogen and sulphur Fertilizers on yield, yield components and seed quality of oil seed rape. *Field Crops Res.* 44: 41-46.
18. Charlie, R., G. Warmann and W. Heer. 2000. Great plains canola research. <http://www.oznet.ksu.edu>.
19. Cheema, M. A. and M. S. Malik-MA. 2001. Effect of row spacing and nitrogen management of agronomic traits and oil quality of canola (*Brassica napus* L.). *Pakistan. J. Agric. Sci.* 38: 15-18.
20. Darby, R. J. and M. W. Hevitt. 1990. the effects of single or prilled urea if nitro-chalk to winter oilseed rape. *J. Agric. Sci.* 115:363-368.
21. Diepen brock, W. 2000. Yield analysis of winter oil seed rape: arevie. *Field Crops Res.* 67:35-49.
22. Hocking, P. J. and M. Stapper. 1993. Effect of sowing time and nitrogen fertilizer rate on the growth, yield and nitrogen accumulation of canola, mustard and wheat. PP. 33-46. *In: Wratten, N. and Mailer, R. J. (Eds.), Proc. 9th Aust. Res. Assembly on Brassicas, New South Wales.*
23. Holmes, M. R. J. 1980. Nutrition of the oil seed Rape Crop. *Applied Science Pub., Barking, Essex, UK.*
24. Ibrahim, A. F. Abusteit, E. and E. M. Metwall. 1989. Response, of rape seed growth, yield oil content and its fatty acids to nitrogen rates and application times. *J. Agron. Crop Sci. Egypt.* 162: 107-112.
25. Jackson, G. D. 2000. Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. *J. Agron.* 92: 644-649.
26. Olsson, G. 1990. Rape yield production components. *Sevensk Frotiding* 59: 168- 169.
27. Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. *Eur. J. Agron.* 19:453-463.
28. Ramsey, B. R. and A. P. Callinan. 1994. Effects of nitrogen fertilizer on canola production in north central Victoria. *Aust. J. Exp. Agric.* 34: 789-796.
29. Scheiner, J. D., F. H. Gutierrez-Boem and R. S. Lavado. 2002. Sunflower nitrogen requirment and 15N fertilizer recovery in Western Pampas, Argentina. *Eur. J. Agron.* 17:73-79.