اثر مصـــرف مقادیر مختلف نیتـــروژن بر فتوسنتز جـــاری و انتقال مجدد ماده خشک دو رقم کلزا (*Brassica napus* L.)

پری طوسی[۱*]، آیسان اتابکی[۲] و علیرضا پیرزاد[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۴/۲۵)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر مقادیر متفاوت کود نیتروژن بر انتقال مجدد مادهٔ خشک دو رقم کلزا، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های ۹۱ - ۱۳۸۹ در رشت اجرا گردید. در این آزمایش دو رقم کلزا (ساریگل و هایولا ۳۰۸) و کود نیتروژن خالص (از منبع اوره) شامل صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت $\frac{1}{3}$ در زمان کاشت، $\frac{1}{3}$ در زمان ساقه رفتن و $\frac{1}{3}$ قبل از گل‌دهی منظور شدند. نتایج نشان داد که سال دوم آزمایش بیشترین میزان انتقال مجدد مادهٔ خشک (۴۰۰ گرم در مترمربع)، میزان فتوسنتز جاری (۱۷۵۰ گرم در مترمربع) و عملکرد دانه و روغن (به‌ترتیب ۲۱۴۹/۸ و ۹۲۷/۲ کیلوگرم در هکتار) را دارا بود. بین مقادیر نیتروژن، مقدار ۲۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بالاترین میزان فتوسنتز جاری، انتقال مجدد مادهٔ خشک، عملکرد دانه و روغن را داشت. مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که رقم هایولا ۳۰۸ با مصرف ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد روغن (به‌ترتیب ۱۵۱۸ و ۱۳۳۳ کیلوگرم در هکتار) و انتقال مجدد مادهٔ خشک (به‌ترتیب ۵۳۱/۵ و ۴۹۲/۴ گرم در مترمربع) را داشت. براساس نتایج این آزمایش به‌نظر می‌رسد که رقم هایولا ۳۰۸ با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دلیل توسعه سطوح فتوسنتزی می‌تواند باعث افزایش میزان فتوسنتز جاری، انتقال مجدد مادهٔ خشک و عملکرد روغن کلزا گردد.

واژه‌های کلیدی: سهم انتقال مجدد، کارایی فتوسنتز جاری، نیتروژن

۱ و ۳. به‌ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: p_tousi@hotmail.com

مقدمه

گیاه کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان دانه روغنی یک‌ساله است که در تأمین انرژی و امنیت غذایی در سطح جهان نقش به‌سزایی دارد (۲). هم‌چنین یکی از مهم‌ترین گیاه روغنی بعد از سویا و نخل روغنی است که به‌دلیل سازگاری با شرایط اقلیمی گسترده و بهبود کیفیت روغن و کنجاله آن، توسعهٔ زراعت کلزا نقطه امیدی برای تأمین قسمت عمده‌ای از روغن مورد نیاز کشور می‌باشد (۲ و ۲۰).

افزایش تولید در واحد سطح نیازمند بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه و استفاده صحیح از کودها است. یکی از عوامل مهم به‌زراعی، تغذیه متعادل گیاه با مدیریت کارآمد و مصرف بهینه کودها می‌باشد (۲). گیاه کلزا پرنیاز و کودپذیر بوده و در طول دوره رشدی خود مقادیر قابل توجهی از عناصر غذایی را از خاک برداشت می‌کند. به‌طوری که کشت آن در خاک‌های فقیر یا عدم مصرف متعادل عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن می‌تواند با تحت تأثیر قرار دادن سودمندی کاربرد سایر عناصر منجر به کاهش عملکرد کمی و کیفی این گیاه شود (۹). کودهای نیتروژنی نه تنها عملکرد و کیفیت محصولات روغنی را افزایش می‌دهند، بلکه کارایی مصرف سایر کودها را نیز بهبود می‌بخشند و از این طریق هزینه‌های تولید را کاهش داده و بازگشت اقتصادی برای تولید کننده‌ها را افزایش می‌دهند (۹ و ۱۵). ضمن آنکه اختلافات ژنتیکی معنی‌داری در عملکرد و کارایی مصرف کود بین ارقام کلزا وجود دارد (۲۷). عکس‌العمل کلزا به کود بستگی به شرایط محیطی از جمله شرایط آب و هوایی منطقه، نوع خاک، رطوبت خاک و هم‌چنین ژنوتیپ دارد (۱۶). مرادی و همکاران (۱۳) 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) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. گزارش شده است که مصرف۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد دانه (۳۲۳۰ کیلوگرم در هکتار) را افزایش داده است، به‌طوری‌که افزایش عملکرد عمدتاً تحت تأثیر افزایش تعداد دانه (۱۵/۴) و بذرهای سنگین‌تر (۵/۲۲ گرم) بود (۵).

عملکرد دانه از سه منبع فتوسنتز جاری، انتقال اسیمیلات‌های ذخیره شده قبل از گل‌دهی به دانه و بالاخره اسیمیلات‌های ذخیره شده موقت در ساقه بعد از گل‌دهی تأمین می‌شود (۱۸). تسهیم مطلوب ماده خشک عبارت است از توزیع مواد بین ریشه و اندام‌های هوایی و در اندام‌های هوایی بین اندام‌های رویشی و زایشی که در ارقام و شرایط مختلف محیطی، متفاوت است (۱۱). پتانسیل انتقال مجدد که یک شاخص مطلوب فیزیولوژیکی محسوب می‌شود که به عوامل مختلف از جمله ژنوتیپ، تغذیه، تراکم و کمبود آب وابسته است (۲۵). مشاهده شده است که علاوه بر اختلاف موجود بین ارقام کلزا از نظر جذب و انتقال مواد فتوسنتزی در گیاهان، رشد محدود ساقه، برگ و ریشه در مرحله رویشی و دانه یا میوه در مرحله زایشی به‌عنوان مخزن‌های فعال شناخته می‌شوند که میزان ماده فتوسنتزی بیشتری را نسبت به سایر اندام‌ها جذب می‌کنند، اما درگیاهان رشد نامحدود مانند کلزا به‌دلیل هم‌زمانی رشد زایشی با رشد رویشی، بین اندام‌ها در جذب مواد فتوسنتزی رقابت وجود دارد (۲۲). با توجه به تفاوت موجود بین ارقام به‌نظر می‌رسد ارقامی که سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی را به اندام‌های اقتصادی خود در کلزا (دانه) اختصاص دهند، کاهش عملکرد کمتری خواهند داشت (۲۲). والتون و همکاران (۲۶) با بررسی ارقام کلزا نشان دادند که انتقال مجدد مادهٔ خشک در پر کردن دانه‌ها نقش مؤثری دارد و رفتار اندام‌های هوایی در انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره شده به دانه متفاوت بوده و ساقه‌ها و برگ‌ها به‌ترتیب نقش بیشتری در انتقال مجدد مادهٔ خشک و نیتروژن ایفا می‌کنند.

از آنجایی که بهبود محصولات زراعی در طی اصلاح براساس افزایش تجمع ماده خشک در دانه یا تغییر تسهیم ماده خشک بوده است (۱۱ و ۲۵). شناخت صحیح فرآیندهای انتقال مجدد ماده خشک و فتوسنتز جاری می‌تواند در پیش‌بینی عملکرد و مدیریت گیاه زراعی مفید واقع شود، لذا این آزمایش به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر میزان فتوسنتز جاری، انتقال مجدد مادهٔ خشک و برخی صفات فنولوژیکی

جدول ۱. نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش

سال	عمق	هدایت الکتریکی	اسیدیته	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	شن	سیلت	رس	بافت خاک
	(cm)	($dS\ m^{-1}$)	کل اشباع	(٪)		($mg\ kg^{-1}$)	جذب	(٪)			
اول	۰ – ۳۰	۰/۴۸	۵/۱	۱	۰/۰۷	۲۵	۱۷۵	۹	۴۱	۵۰	رسی- سیلتی
دوم	۰ – ۳۰	۰/۴۸	۵/۱	۱	۰/۰۷	۲۵	۱۷۳	۹	۴۱	۵۰	رسی- سیلتی

کلزا در ارقام کلزا در شرایط اقلیمی رشت اجرا گردید تا با استفاده از سطح مناسب کود نیتروژنی و انتخاب رقم مناسب، ضمن کاهش هزینه‌های مربوط به زیادی مصرف کود، به افزایش عملکرد دانه و روغن کمک نمود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های ۹۱ – ۱۳۸۹ در شرایط آب و هوایی رشت (با موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۷- متر از سطح دریا) اجرا گردید. در این آزمایش دو رقم کلزا (ساریگل و هایولا ۳۰۸) و میزان کود نیتروژن خالص (از منبع اوره) در پنج سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت $\frac{۱}{۳}$ در زمان کاشت، $\frac{۱}{۳}$ در زمان ساقه رفتن و $\frac{۱}{۳}$ قبل از گل‌دهی منظور شدند. ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ گزارش شده است.

تمام کود فسفات آمونیوم (۵۰ کیلوگرم در هکتار) و سولفات پتاسیم (۵۰ کیلوگرم در هکتار) مورد نیاز برحسب آزمون خاک قبل از کاشت بذر در سال اول به مزرعه داده شد که در سال دوم از مصرف این میزان کود نیز صرف‌نظر شد (۸). فاصله بین تیمارها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. کاشت بذور در ۱۰ مهر به‌صورت دستی و میزان بذر مصرفی در هر کرت، ۱۰ گرم و بر حسب ۱۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. تراکم بوته، ۸۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. به‌دلیل کفایت نزولات جوی، در طول فصل رشد گیاه آبیاری صورت نگرفت و زراعت کلزا به‌صورت دیم انجام شد. در طول فصل رشد، آفت خاصی مشاهده نگردید. پس از کاشت کلزا و در مرحلهٔ شش برگی برای کنترل علف‌های هرز باریک برگ از علف‌کش گالانت به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار استفاده گردید. در هنگام برداشت دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به‌عنوان حاشیه حذف و بقیه به‌عنوان سطح برداشت (۴ مترمربع) انتخاب شدند و محاسبه عملکرد دانه براساس رطوبت ده درصد صورت گرفت. تاریخ زمانی برداشت برای تیمارها در اواخر اردیبهشت ماه صورت گرفت. اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است.

صفات گیاهی مورد مطالعه شامل عملکرد دانه، انتقال مجدد مادهٔ خشک، کارایی انتقال مجدد مادهٔ خشک، میزان فتوسنتز جاری، کارایی فتوسنتز جاری، سهم انتقال مجدد مادهٔ خشک، سهم فتوسنتز جاری، عملکرد روغن، میزان روغن، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و طول دورهٔ رویش بودند.

برای محاسبه تعداد خورجین در بوته، تعداد ده بوته از هرکرت به‌طور تصادفی انتخاب گردید و این صفت در آنها اندازه‌گیری شد و میانگین آنها به‌عنوان صفت مورد نظر ثبت گردید. برای شمارش تعداد دانه در خورجین ۲۰ عدد خورجین از هر کدام از ۱۰ بوته مورد نظر به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد دانه‌های آنها شمارش شد و سپس میانگین آنها در هر خورجین به‌عنوان صفت مورد نظر ثبت گردید. به‌منظور تعیین وزن هزار دانه، ۱۰ نمونه ۱۰۰ تایی از دانه‌های هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و با استفاده از ترازوی دقیق آزمایشگاه، وزن آنها محاسبه گردید. سپس میانگین آنها در عدد ۱۰ ضرب شده و

جدول ۲. اطلاعات هواشناسی مربوط به نه ماه از سال فصل رشد کلزا (سال زراعی ۹۱ – ۱۳۸۹)

ماه‌های سال	دمای کمینه (سلسیوس)		دمای بیشینه (سلسیوس)		کمینه رطوبت نسبی (درصد)		بیشینه رطوبت نسبی (درصد)		میانگین میزان بارش (میلی‌متر)	
	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
مهر	۱۴/۷	۱۱/۲	۲۳/۱	۲۴	۶۸	۶۷	۹۹	۱۰۰	۱۳۰/۵	۱۳۶/۴
آبان	۱۲	۱۴	۲۱	۲۳/۲	۶۴	۶۴	۹۹	۱۰۰	۲۴۳/۸	۲۰۵/۸
آذر	۶	۵/۹	۱۵	۱۷/۴	۵۹	۶۱	۹۶	۱۰۰	۹۴/۷	۱۰۴/۲
دی	۷/۳	۹/۳	۱۴/۳	۱۷	۷۲	۷۴	۹۸	۱۰۰	۴۷/۹	۱۰۱/۲
بهمن	۳/۵	۵/۵	۱۰/۲	۸/۸	۷۳	۷۲	۹۹	۹۸	۱۲۷/۵	۱۲۲/۵
اسفند	۷/۷	۹/۷	۱۳/۷	۱۵	۷۲	۷۲	۱۰۰	۱۰۰	۸۹/۸	۱۳۰/۸
فروردین	۸/۳	۱۰/۱	۱۶/۲	۱۷	۶۸	۷۲	۹۵	۹۳	۷۴/۴	۱۲۵/۴
اردیبهشت	۱۴	۱۶/۴	۲۱	۲۴	۷۰	۷۰	۹۹	۹۸	۱۴۰	۱۲۶
خرداد	۲۰/۴	۲۱/۲	۲۹/۴	۳۱/۲	۵۹	۶۱	۹۷	۹۷	۰	۴۰/۲
مجموع	۹۳/۷	۱۰۳/۳	۱۶۵/۱	۱۷۷/۶	۶۰۵	۶۱۳	۸۸۱	۸۸۶	۹۴۸/۶	۱۰۹۲/۵
میانگین	۱۰/۴	۱۱/۴	۱۸/۳	۱۹/۷	۶۸	۶۸/۱	۹۸	۹۸/۴	۱۰۵/۴	۱۲۱/۳

وزن هزار دانه به‌دست آمد. برای تعیین انتقال مجدد ماده خشک ابتدا در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب و به‌مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده و میزان مادهٔ خشک بر حسب گرم در مترمربع محاسبه گردید. سپس در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک نیز به روش مشابه ۱۰ بوته از هرکرت انتخاب و مادهٔ خشک هر بوته (به استثنای بذر) بر حسب گرم در مترمربع برآورد شد. آنگاه میزان انتقال مجدد ماده خشک (۱۷) و فتوسنتز جاری (۱۲) از روابط زیر محاسبه شدند.

(۱)

میزان ماده خشک بوته در مرحله رسیدگی به استثنای بذر (گرم در مترمربع) – میزان ماده خشک بوته در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی (گرم در مترمربع) = میزان انتقال مجدد مادهٔ خشک (گرم در مترمربع).

(۲)

میزان انتقال مجدد ماده خشک (گرم در مترمربع) – عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) = میزان فتوسنتز جاری (گرم در مترمربع).

(۳)

کارایی انتقال مجدد مادهٔ خشک (۱۷)، سهم فتوسنتز جاری (۱۲)، کارایی فتوسنتز جاری (۱۲) و سهم انتقال مجدد مادهٔ خشک (۱۴) نیز از روابط زیر محاسبه شدند.

(۴)

$$\frac{\text{انتقال مجدد ماده خشک (گرم در مترمربع)}}{\text{میزان ماده خشک بوته در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی (گرم در مترمربع)}} = \text{کارایی انتقال مجدد ماده خشک (درصد)}$$

(۵) سهم انتقال مجدد ماده خشک (درصد) – ۱۰۰ = سهم فتوسنتز جاری

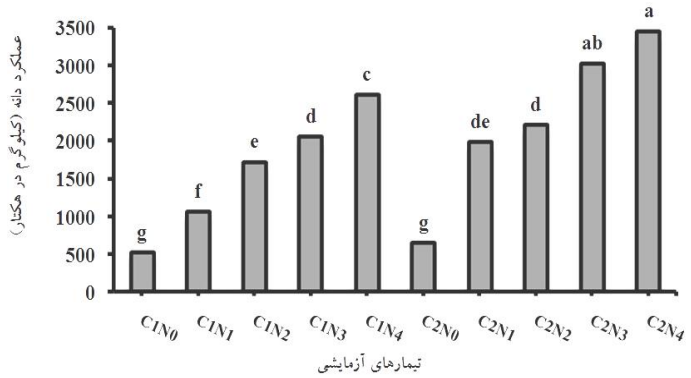
(۶)

$$\frac{\text{میزان فتوسنتز جاری (گرم در مترمربع)}}{\text{میزان ماده خشک بوته در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی (گرم در مترمربع)}} = \text{کارایی فتوسنتز جاری}$$

(۷)

$$\frac{\text{انتقال مجدد ماده خشک (گرم در مترمربع)}}{\text{عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)}} = \text{سهم انتقال مجد ماده خشک (درصد)}$$

برای اندازه‌گیری میزان روغن، مقدار ۱۰ گرم از بذور هر تیمار برداشت شد و به آزمایشگاه بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر فرستاده شد و با استفاده از دستگاه NMR (رزونانس مغناطیسی هسته) میزان روغن نمونه‌ها تعیین گردید. از حاصل‌ضرب عملکرد دانه و درصد روغن دانه، عملکرد روغن به‌دست آمد. قبل از انجام



شکل ۱. مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم × مقدار کود نیتروژن درصفت عملکرد دانه کلزا طی دو سال زراعی
C1 = رقم ساریگل C2 = رقم هایولا ۳۰۸ N0 = شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) N1 = ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن
N2 = ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن N3 = ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن N4 = ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن
در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

تجزیه مرکب برای اطمینان از یکنواختی واریانس خطای آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده گردید. تجزیه مرکب با فرض تصادفی بودن سال و ثابت بودن تیمارهای آزمایشی برای صفات مورد نظر صورت گرفت. به‌دلیل یکنواختی واریانس خطای صفات برای تمامی آنها تجزیه مرکب به‌عمل آمد. محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS (Vertion 9.1) و MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه و روغن

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین سال‌های مورد آزمایش، تیمارهای آزمایشی و اثر متقابل رقم × نیتروژن تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه و عملکرد روغن وجود داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سال دوم آزمایش نسبت به سال اول، از میانگین عملکرد دانه و روغن بالاتری برخوردار بود (جدول ۴). دلیل این امر را می‌توان برخورداری از شرایط آب و هوایی مساعدتر نسبت به سال اول به‌خصوص ابتدای فصل رشد در سبز شدن یکنواخت و استقرار مناسب گیاهچه‌ها، بارندگی‌های مناسب در طول فصل رشد و خاصیت جبرانی اجزای عملکرد نسبت داد. مقایسهٔ میانگین اثر متقابل نیتروژن × رقم نشان داد که رقم هایولا ۳۰۸ با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به سایر تیمارها بیشترین عملکرد دانه (۲۴۵۸ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۱۵۱۸ کیلوگرم در هکتار) را داشت و کمترین عملکرد دانه و روغن در تیمارهای شاهد به‌دست آمدند (شکل ۱ و ۲).

افزایش عملکرد روغن و دانه در رقم هایولا ۳۰۸ را می‌توان به خصوصیات متفاوت ژنوتیپی این رقم به جهت دارا بودن تعداد خورجین و وزن هزار دانه بیشتر و نحوهٔ قرار گرفتن عمودی خورجین‌ها و برگ‌ها که باعث جذب تشعشع بیشتر در درون کانوپی می‌شود، نسبت داد. این امر سبب شده که این رقم از عملکرد دانه و روغن بیشتری برخوردار باشد. به‌نظر می‌رسد افزایش عملکرد دانه در اثر افزایش مقدار کود نیتروژن منجر به تحریک گیاه در جهت افزایش سطح فتوسنتزی، تولید مواد پرورده، کاهش میزان حذف فیزیولوژیکی گل‌ها و تبدیل تعداد بیشتری از گل‌ها به خورجین و در نهایت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت‌های زایشی، ضمن کاهش محتوای روغن دانه، عملکرد روغن افزوده می‌شود (۴ و ۲۳). بررسی‌ها نشان می‌دهد که اگرچه مصرف زیاد نیتروژن ممکن است میزان

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب صفات گیاهی کلزا در تیمارهای آزمایشی طی دو سال زراعی

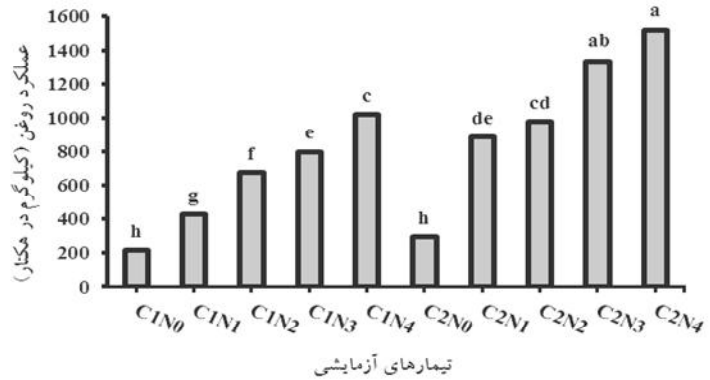
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد روغن	انتقال مجدد ماده خشک	کارایی انتقال مجدد ماده خشک	میزان فتوسنتز جاری	کارایی فتوسنتز جاری	سهم انتقال مجدد	سهم فتوسنتز جاری	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	میزان روغن	طول دوره رویش
سال	۱	۲۷۷۷۰۸۰۸/۱**	۷۶۰۴۷۷/۸**	۳۱۴۲۷/۹**	۲/۵^{ns}	۲۲۲۷۱۸۸**	۱/۳*	۳۲/۱^{ns}	۳۲/۱^{ns}	۱۸۱۵**	۴۳/۳**	۰/۵**	۷۳/۷**	۴۶/۸**
سال (تکرار)	۴	۴۴۱۸۴/۷^{ns}	۴۷۵۵/۲^{ns}	۱۲۳۲/۸^{ns}	۴/۶^{ns}	۵۵۷۴۲/۶^{ns}	۰/۲^{ns}	۲۴/۹^{ns}	۲۴/۹^{ns}	۱۸۳/۳^{ns}	۵/۵^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۱/۱^{ns}	۵/۶*
رقم	۱	۶۷۵۸۳۱۲/۸**	۲۱۰۰۴۹۶/۹**	۷۸۳۷**	۲۸۴/۲**	۵۳۸۱۲۳۶**	۷/۳**	۲۸۸/۷**	۲۸۸/۷**	۱۴۰۱/۶**	۰/۰۱^{ns}	۱/۱**	۳۲۲**	۲۲۲۰/۲**
رقم × سال	۱	۱۸۰۹۵۰/۴^{ns}	۴۸۱۷۲/۳*	۱۷/۴^{ns}	۵/۰۴^{ns}	۱۸۴۵۱۵/۴^{ns}	۰/۲^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۳۰۸/۲*	۱/۳^{ns}	۰/۴**	۳/۸**	۰/۴^{ns}
مقدار نیتروژن	۴	۱۰۶۵۹۲۹۵/۷**	۱۸۱۷۶۷۱/۹**	۱۴۹۱۲۴**	۴۱/۸^{ns}	۸۳۲۸۶۵/۲**	۷/۶**	۵۵۲/۶**	۵۵۲/۶**	۱۱۴۳۹/۱**	۱۴۹/۲**	۱/۷**	۶/۶**	۸۱/۹**
نیتروژن × سال	۴	۱۹۴۸۶۸/۳*	۳۷۷۹۲/۲**	۹۸۲/۹^{ns}	۱۱/۹^{ns}	۱۸۹۶۱۸/۱*	۰/۳^{ns}	۳۸/۴^{ns}	۳۸/۴^{ns}	۴۹/۸^{ns}	۰/۸۹^{ns}	۰/۱*	۰/۴^{ns}	۱/۱^{ns}
نیتروژن × رقم	۴	۳۷۹۳۲۱/۱**	۱۰۶۱۵۰**	۲۸۱۴/۲^{ns}	۱۱۷**	۳۲۸۵۲۵/۵**	۰/۵*	۳۸/۶^{ns}	۳۸/۶^{ns}	۱۶۸۷/۷^{ns}	۵/۵^{ns}	۰/۲**	۱/۳*	۰/۴^{ns}
سال × رقم × نیتروژن	۴	۴۳۷۹۵/۵^{ns}	۶۴۴۳/۱^{ns}	۷۸۸/۴^{ns}	۴۶/۱^{ns}	۳۹۹۵۱/۴^{ns}	۰/۱^{ns}	۱۱/۶^{ns}	۱۱/۶^{ns}	۱۷۵/۳^{ns}	۰/۳^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۱^{ns}	۵/۰۸*
خطای آزمایشی	۳۶	۵۷۷۶۳/۹	۸۷۵۸/۷	۱۷۰۳/۱	۲۳/۳	۵۸۶۳۷	۰/۱	۲۰/۴	۲۰/۴	۷۰/۲	۲/۱	۰/۰۵	۰/۴	۱/۴
ضریب تغییرات (درصد)	–	۱۲/۴	۱۱/۴	۱۰/۹	۷/۴	۱۵/۵	۱۷/۶	۱۹/۶	۵/۸	۶/۸	۷/۳	۷/۳	۱/۶	۰/۵

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

جدول ۴. مقایسه میانگین مرکب صفات گیاهی کلزا طی دو سال زراعی

سال‌های مورد آزمایش	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	انتقال مجدد ماده خشک (گرم در متر مربع)	میزان فتوسنتز جاری (گرم در متر مربع)	کارایی فتوسنتز جاری (گرم بر گرم)	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	میزان روغن (درصد)	طول دوره رویش (روز)
۸۹-۹۰	۱۷۱۸/۷^{b}	۷۰۲/۱^{b}	۳۵۴/۱^{b}	۱۳۶۴^{b}	۲/۳^{b}	۱۱۶/۷^{b}	۱۸/۹^{b}	۳/۱^{b}	۴۰/۷^{b}	۲۰۳^{b}
۹۰-۹۱	۲۱۴۹/۸^{a}	۹۲۷/۲^{a}	۴۰۰^{a}	۱۷۵۰^{a}	۲/۶^{a}	۱۲۷/۷^{a}	۲۰/۶^{a}	۳/۲۸^{a}	۴۲/۹^{a}	۲۰۵^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۲. مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم × مقدار کود نیتروژن در صفت عملکرد روغن کلزا طی دو سال زراعی

C1 = رقم ساریگل C2 = رقم هایولا ۳۰۸ N0 = شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) N1 = ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن

N2 = ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن N3 = ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن N4= ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

روغن دانه را کاهش دهد ولی افزایش محصول دانه از طریق افزایش تعداد خورجین در واحد سطح موجب افزایش عملکرد روغن می‌شود (۱۹). زیرا عملکرد روغن از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در میزان روغن به‌دست می‌آید (۶).

تحقیقات سید شریفی و همکاران (۲۱) در بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه در ارقام کلزا نشان داد که با افزایش سطح کودی از ۵۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و هم‌چنین بین ارقام کلزا نیز از نظر عملکرد دانه اختلاف مشاهده شد که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارد.

احمد و همکاران (۱) معتقدند که مصرف کود نیتروژن منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد دانه کلزا می‌شود، هرچند که بین ارقام مختلف از لحاظ واکنش به سطوح مختلف کود نیتروژن تفاوت‌هایی وجود دارد. ابراهیم و همکاران (۱۰) در آزمایش خود با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی به‌صورت خاکی تا ۲۱۳ کیلوگرم در هکتار یک افزایش تصاعدی در عملکرد دانه و روغن مشاهده کردند.

میزان فتوسنتز جاری و کارایی فتوسنتز جاری

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی و اثر متقابل نیتروژن × رقم تفاوت معنی‌داری از نظر میزان فتوسنتز جاری و کارایی فتوسنتز جاری وجود داشت (جدول ۳). سال دوم آزمایش از میانگین فتوسنتز جاری (۱۷۵۰ گرم در مترمربع) و کارایی فتوسنتز جاری (۲/۶ گرم بر گرم) بیشتری نسبت به سال اول برخوردار بود (جدول ۴). شرایط آب و هوایی مساعد در سال دوم و بهره‌گیری بیشتر گیاه از عوامل محیطی به‌ویژه درجه حرارت و بارندگی‌های مناسب در طول فصل موجب افزایش عملکرد دانه و فتوسنتز جاری گردید. مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که رقم هایولا ۳۰۸ نسبت به ساریگل برتر بود و در بین مقادیر نیتروژن نیز، تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین میانگین میزان فتوسنتز جاری و کارایی فتوسنتز جاری را نشان داد (جداول ۵ و ۶). مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و رقم نشان دهندهٔ آن است که میزان فتوسنتز جاری (۲۹۲۷ گرم در مترمربع) و کارایی فتوسنتز جاری (۳/۶ گرم بر گرم) در رقم هایولا ۳۰۸ با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین و ارقام کلزا بدون مصرف نیتروژن کمترین میزان را داشتند (جدول ۷).

کاهش یا عدم مصرف نیتروژن موجب عدم توازن عناصر غذایی در گیاه، کوتاه شدن اندازه بوته‌ها، زرد شدن شاخ و

جدول ۵. مقایسه میانگین مرکب اثر اصلی صفات گیاهی دو رقم کلزا

ارقام کلزا	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	انتقال مجدد ماده خشک (گرم در مترمربع)	کارایی انتقال مجدد ماده خشک (درصد)	میزان فتوسنتز جاری (گرم در مترمربع)	کارایی فتوسنتز جاری (گرم بر گرم)	سهم انتقال مجدد ماده خشک (درصد)	سهم فتوسنتز جاری	تعداد خورجین در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	میزان روغن (درصد)	طول دوره رویش (روز)
ساریگل	۱۵۹۹^{b}	۶۲۷/۶^{b}	۳۴۱^{b}	۶۳/۱^{b}	۱۲۵۷/۸^{b}	۲/۱^{b}	۲۵/۱^{a}	۷۴/۸^{b}	۱۱۷^{b}	۳/۰^{b}	۳۹/۵^{b}	۲۱۱^{a}
هایولا ۳۰۸	۲۲۷۰^{a}	۱۰۰۱/۸^{a}	۴۱۳^{a}	۶۷/۴^{a}	۱۸۵۶/۷^{a}	۲/۸^{a}	۲۰/۷^{b}	۷۹/۲^{a}	۱۲۷^{a}	۳/۳^{a}	۴۴/۱^{a}	۱۹۹^{b}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۶. مقایسه میانگین مرکب اثر اصلی مقدار مصرف کود نیتروژن در صفات گیاهی کلزا طی دو سال زراعی

مقدار نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	انتقال مجدد ماده خشک (گرم در مترمربع)	کارایی انتقال مجدد ماده خشک (درصد)	میزان فتوسنتز جاری (گرم در مترمربع)	کارایی فتوسنتز جاری (گرم بر گرم)	سهم انتقال مجدد ماده خشک (درصد)	سهم فتوسنتز جاری	تعداد خورجین در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در خورجین	میزان روغن (درصد)	طول دوره رویش (روز)
صفر	۵۹۲^{e}	۲۵۶/۴^{e}	۲۰۰^{e}	۶۷/۹^{a}	۳۹۲/۳^{e}	۱/۳^{e}	۳۳/۸^{a}	۶۶/۱^{d}	۷۱/۵^{d}	۲/۵^{c}	۱۳/۹^{d}	۴۳^{a}	۲۰۱^{e}
۵۰	۱۵۳۰^{d}	۶۵۷^{d}	۳۴۹/۵^{d}	۶۵/۳^{ab}	۱۱۸۰^{d}	۲/۱^{d}	۲۴/۸^{b}	۷۵/۲^{c}	۱۱۵/۵^{c}	۳/۲^{b}	۱۹/۳^{c}	۴۲/۱^{b}	۲۰۳^{d}
۱۰۰	۱۹۶۸^{c}	۸۲۵/۲^{c}	۴۰۴/۲^{c}	۶۳^{b}	۱۵۶۴^{c}	۲/۴^{c}	۲۰/۷^{c}	۷۹/۲^{b}	۱۳۴/۱^{b}	۳/۲^{b}	۲۰/۷^{b}	۴۱/۵^{c}	۲۰۴^{c}
۱۵۰	۲۵۴۴^{b}	۱۰۶۷^{b}	۴۴۱/۲^{ab}	۶۴^{ab}	۲۱۰۳^{b}	۳/۰^{b}	۱۸/۹^{cd}	۸۱^{ab}	۱۴۱/۸^{a}	۳/۴^{a}	۲۱/۷^{b}	۴۱/۲^{c}	۲۰۶^{b}
۲۰۰	۳۰۳۷^{a}	۱۲۶۸^{a}	۴۹۰^{a}	۶۵/۸^{ab}	۲۵۴۷^{a}	۳/۴^{a}	۱۶/۴^{d}	۸۳/۶^{a}	۱۴۸/۲^{a}	۳/۵^{a}	۲۳^{a}	۴۱/۲^{c}	۲۰۷^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

برگ‌ها، کاهش رشد رویشی، توسعه کانوپی و نهایتاً کاهش میزان فتوسنتز جاری و کارایی آن می‌شود که بر کمیت و کیفیت محصول مؤثر است (۲۴). گزارش شد که کاربرد بیشتر کود نیتروژن (۲۱۰ کیلوگرم) ظاهراً موجب افزایش بخش‌های سبزینه‌ای گیاه، دوام بیشتر این بخش‌ها و در نتیجه افزایش فتوسنتز جاری گردیده است، از این‌رو گیاه نیاز زیادی به استفاده از ذخایر خود نداشته و در نتیجه گیاه با کارایی بیشتری فتوسنتز جاری داشته است (۷).

میزان روغن دانه

مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و مقدار نیتروژن نشان داد که رقم هایولا ۳۰۸ بدون مصرف نیتروژن و با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌ترتیب با میانگین ۴۴/۷ و ۴۴/۵ درصد بیشترین میزان روغن را به خود اختصاص دادند (جدول ۷). نتایج آزمایش حاضر نشان داد که مصرف نیتروژن موجب کاهش روغن دانه گردید، زیرا مصرف نیتروژن رابطه مستقیم با افزایش میزان پروتئین دارد. با افزایش مقدار نیتروژن پیش ماده‌های پروتئینی نیتروژن‌دار بیشتر شده و بنابراین به تشکیل پروتئین اختصاص یافته و پتانسیل هدایت کربن کاهش خواهد یافت (۱۹، ۲۰ و ۲۴). این عامل به‌طور مشخص در کلزا باعث کاهش میزان روغن دانه می‌گردد. بنابراین دارا بودن بالاترین میزان روغن دانه در تیمار شاهد صفر که هیچ کود نیتروژنی دریافت ننموده، دور از انتظار نیست.

به‌طورکلی در تمام دانه‌های روغنی میزان روغن و مقدار نیتروژن مصرفی همبستگی منفی با هم دارند. به‌نظر می‌رسد که با مصرف نیتروژن بیشتر، سوبسترای بیشتری برای سنتز پروتئین فراهم می‌شود و مواد فتوسنتزی بیشتر به ساخت پروتئین اختصاص داده می‌شود. در نتیجه جهت سنتز روغن سوبسترای کافی در دسترس نخواهد بود، بنابراین میزان روغن کاهش می‌یابد. هرچند که با افزایش مصرف نیتروژن، میزان روغن کاهش یافت ولی به‌دلیل افزایش عملکرد دانه، عملکرد روغن آن افزایش نشان داد (۷ و ۱۹).

سهم انتقال مجدد ماده خشک و سهم فتوسنتز جاری

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین ارقام کلزا و مقادیر نیتروژن تفاوت معنی‌داری از نظر سهم انتقال مجدد ماده خشک و سهم فتوسنتز جاری وجود داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که رقم ساریگل نسبت به هایولا ۳۰۸ سهم انتقال مجدد بیشتری را نشان داد، ولی سهم فتوسنتز جاری در رقم هایولا ۳۰۸ بیشتر بود (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد که بالابودن سهم فتوسنتز جاری در رقم هایولا ۳۰۸ را می‌توان علاوه بر عوامل ژنتیکی به برتر بودن این ژنوتیپ در جهت بهره‌گیری بیشتر از عوامل محیطی چون تغذیه، آب و هوا و افزایش شاخ و برگ و رشد رویشی، افزایش اجزای عملکرد و عملکرد دانه نسبت داد که منجر به افزایش سهم فتوسنتز جاری شده است (۴ و ۲۳). در بین مقادیر نیتروژن، تیمار شاهد (بدون مصرف نیتروژن) با میانگین ۳۳/۸ درصد بیشترین سهم انتقال مجدد ماده خشک را دارا بود و تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۸۳/۶ بالاترین سهم فتوسنتز جاری را داشت (جدول ۶). از آنجایی که سهم انتقال مجدد ماده خشک از نسبت انتقال مجدد ماده خشک به عملکرد دانه به‌دست می‌آید، در تیمار شاهد (بدون نیتروژن) به‌دلیل ضعیف بودن گیاه، کاهش سطح فتوسنتزی، کاهش طول دوره رشد و در نتیجه کاهش فاز رویشی و زایشی، عملکرد دانه تحت تأثیر فراوانی قرار گرفت و نسبت به فرایند انتقال مجدد ماده خشک کاهش بسیار چشمگیری داشت.

طول دوره رویش

نتایج حاصل از تجزیه مرکب نشان داد که بین سال‌های مورد آزمایش، ارقام کلزا و بین مقادیر مصرف نیتروژن تفاوت معنی‌داری از مدت زمان رسیدگی مشاهده شد، اما اثر متقابل رقم × مقدار نیتروژن معنی‌دار نگردید (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سال اول با میانگین ۲۰۳ روز نسبت به سال دوم زمان رسیدگی کمتری داشت (جدول ۴)، هم‌چنین در بین ارقام کلزا، رقم هایولا ۳۰۸ با ۱۹۹ روز نسبت به رقم

جدول ۷. مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم × مقدار کود نیتروژن درصفات مورد مطالعه کلزا طی دو سال زراعی

رقم × مقدار نیتروژن	انتقال مجدد ماده خشک (گرم در مترمربع)	کارایی انتقال مجدد ماده خشک (درصد)	میزان فتوسنتز جاری (گرم در مترمربع)	کارایی فتوسنتز جاری (گرم بر گرم)	سهم انتقال مجدد ماده خشک (درصد)	سهم فتوسنتز جاری	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	میزان روغن (درصد)	طول دوره رویش (روز)
C1N0	۱۸۹/۳^{e}	۷۰^{a}	۳۳۷^{g}	۱/۲^{e}	۳۶/۰^{a}	۶۴/۰^{c}	۶۶/۸^{f}	۱۳/۶^{e}	۲/۲^{c}	۴۱/۲^{c}	۲۰۷^{e}
C1N1	۳۱۴/۳^{d}	۶۴/۳^{ab}	۷۵۶/۲^{f}	۱/۵^{e}	۳۰^{b}	۷۰/۲^{b}	۱۰۴/۲^{e}	۱۹/۵^{d}	۲/۹^{b}	۳۹/۸^{d}	۲۰۸^{d}
C1N2	۳۶۲/۲^{cd}	۵۷/۶^{c}	۱۳۶۲^{e}	۲/۱^{d}	۲۱/۱^{c}	۷۹/۰^{a}	۱۳۰/۸^{cd}	۲۱^{bcd}	۳/۰^{b}	۳۹/۱^{de}	۲۱۰^{c}
C1N3	۳۹۰^{c}	۵۸/۷^{bc}	۱۶۶۷^{d}	۲/۵^{cd}	۲۱/۵^{c}	۷۸/۵^{a}	۱۳۹^{bc}	۲۱/۸^{abc}	۳/۴^{a}	۳۸/۷^{e}	۲۱۲^{b}
C1N4	۴۴۸/۶^{b}	۶۴/۸^{a}	۲۱۶۷^{c}	۳/۱^{b}	۱۷/۳^{c}	۸۲/۷^{a}	۱۴۶^{ab}	۲۲/۸^{ab}	۳/۵^{a}	۳۸/۸^{e}	۲۱۴^{a}
C2N0	۲۱۰/۸^{e}	۶۶^{a}	۴۴۷/۷^{g}	۱/۴^{e}	۳۱/۶^{ab}	۶۸/۴^{bc}	۷۶/۱^{f}	۱۴/۱^{e}	۲/۸^{b}	۴۴/۷^{a}	۱۹۵^{h}
C2N1	۳۸۴/۷^{c}	۶۶/۳^{a}	۱۶۰۴^{de}	۲/۷^{c}	۱۹/۸^{c}	۸۰/۱^{a}	۱۲۶/۸^{d}	۱۹/۱^{d}	۳/۴^{a}	۴۴/۵^{ab}	۱۹۷^{g}
C2N2	۴۴۶/۲^{b}	۶۸/۴^{a}	۱۷۶۶^{d}	۲/۷^{c}	۲۰/۴^{c}	۸۰^{a}	۱۳۷/۳^{bc}	۲۰/۵^{cd}	۳/۳^{a}	۴۳/۹^{b}	۱۹۸^{g}
C2N3	۴۹۲/۴^{ab}	۷۰^{a}	۲۵۳۸^{b}	۳/۵^{a}	۱۶/۴^{c}	۸۳/۵^{a}	۱۴۴/۵^{ab}	۲۱/۶^{abc}	۳/۴^{a}	۴۳/۸^{b}	۲۰۰^{f}
C2N4	۵۳۱/۵^{a}	۶۷^{a}	۲۹۲۷^{a}	۳/۶^{a}	۱۵/۵^{c}	۸۴/۴^{a}	۱۵۰/۳^{a}	۲۳/۱^{a}	۳/۵^{a}	۴۳/۸^{b}	۲۰۱^{f}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

C1 = رقم ساریگل C2 = رقم هایولا ۳۰۸ N0 = شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) N1= ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن

N2 = ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن N3 = ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن N4 = ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار

ساریگل زودرس‌تر بود (جدول ۵). امیری و رودی (۳) در تحقیقات خود ارقام هایولا ۴۰۱ و هایولا ۳۰۸ را زودرس‌ترین رقم‌ها در بین ارقام مورد مطالعه در مناطق ساحلی دریای خزر معرفی نمودند. هم‌چنین گزارش نمودند که از نظر صفت زودرسی، هیبرید هایولا ۳۰۸ با متوسط ۱۹۵ روز رسیدگی رتبه اول را به خود اختصاص داد که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارد. در بین مقادیر مصرف نیتروژن نیز تیمار شاهد و مقدار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌ترتیب با میانگین ۲۰۱ و ۲۰۳ روز کمترین و مقادیر ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۲۰۷ روز بیشترین مدت رسیدگی را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). گزارش برخی از محققان حاکی از آن داشت که با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی تا مقدار ۲۱۳ کیلوگرم در هکتار، موجب افزایش ثابت و تصاعدی در عملکرد و طول دوره رسیدگی گیاه کلزا می‌گردد (۱۰). آزمایش حاضر نشان داد که افزایش مصرف نیتروژن موجب افزایش رشد و نمو گیاه، توسعه کانوپی و در نتیجه فاز زایشی نیز با مدت زمان بیشتری نسبت به شاهد صفر به طول می‌انجامد و در نتیجه طول دوره رویش افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این آزمایش به‌نظر می‌رسد که میزان فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مادهٔ خشک در رقم هایولا ۳۰۸ با مصرف ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نسبت به سطوح پایین‌تر آن بیشتر بود که باعث افزایش فعالیت فتوسنتز پوشش گیاهی، اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد دانه و روغن بالاتر شد. با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار بین مقادیر ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، مقدار ۱۵۰ کیلوگرم به‌دلیل صرفه اقتصادی و جلوگیری از اثرات مخرب زیست محیطی توصیه می‌گردد.

منابع مورد استفاده

1. Ahmad, A., G. Abraham, N. Gandotra and Y. P. Abrol. 1998. Interactive effect of nitrogen and sulphur on growth and yield of rapeseed-mustard (*Brassica juncea* L. Czern. and Coss. and *Brassica campestris* L.) genotypes. *Journal of Agronomy and Crop Sciences* 181: 193-199.
2. 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. *Journal of Plant Sciences* 169: 842–846.
3. Amiri, O. H. and D. Roodi. 2001. Investigation on yeild and some agronomic trait of spring cutivar rapeseed in guilan paddy fields. *In:* Proceeding of the 7th Iranian Crop Production and Breeding Congress. karaj. Iran. pp. 343-344. (In Farsi)
4. Anderson, P. and W. G. Wilent. 1993. The effect of irrigationand nitrogen fertilization on yield and oil content on Brassica napus. *Indian Journal of Science* 34 (11): 117-122.
5. 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 Research* 44: 41-46.
6. Cheema, M. A., M. A. Malik, A. Hussain, S. H. Shah and A. M. Basra. 2001. Effects of time and rate of nitrogen and phosphorous application on the growth and the seed and oil yields of canola (*Brassica nupus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Sciences* 86:103-110.
7. Daneshvar, M. Z., S. Tahmasebi Sarvestani, A. M. Modares Sanavy and A. H. Shirani Rad. 2008. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on agronomical and physiological traits of two canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 15(4): 30-41. (In Farsi)
8. Doroudi, M. S., M. J. Malakuti, M. Kavosi, M. R. Balai, M. Shahabian, Z. Khademi, A. Majidi and M. Kafi .2000. Optimum recommendation of fertilizer for orchard and cultural crops of Guilan province. *Technical Publish* 195: 4-5. (In Farsi).
9. Esmaeil, Y. and A. M. Patwardhan. 2006. Physiological analysis of the growth and development of canola (*Brassica nupus* L.) under different chemical fertilizer application. *Asian Journal of Plant Science* 5: 745-752.
10. Ibrahim, A. F., E. O. Abusteit and E. M. Metwall. 1989. Response, of rape seed growth, yield oil content and its fatty acids to nitrogen rates and application times. *Journal of Agronomy and Crop Sciences* 162 (2): 107-112.
11. Kage, H., M. Kochler and H. Stutzel. 2004. Root growth and dry matter partitioning of cauliflower under drought

stress conditions: measurement and simulation. *European Journal of Agronomy* 20: 379–394.
12. Mojdam, M., A. Naderi, G. Nourmohammadi, A. Siadat seyed, A. Ayenehband . 2009. Effect of water deficit stress and nitrogen management on grain yield, dry matter and this transfer rate is photosynthesis corn climatic conditions in khuzestan (Ramin). *Journal of Crop Physiology* 1(1): 86-95. (In Farsi).
13. Moradi Telavat, M., S. A. Siadat, H. Nadian and G. Fathi. 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 Science* 9 (3): 213-224. (In Farsi).
14. Niu, J. Y., Y. T. Gan, J. W. Zhang and Q. F. Yang. 1998. Posta thesis dry matter accumulation and redistribution in spring wheat mulched with plastic film. *Crop Science* 38: 1562 – 1568.
15. Norrman, R. M. 1989. Applied nitrogen and water use efficiency of canola. PP. 107-110. *In:* G. C. Buzza (Ed.), Agronomists and Breeders, Proceeding of the Seventh Workshop of Australian Rapeseed, Toowoomba, Queensland, Australia.
16. Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. *European Journal of Agronomy* 19: 453-463.
17. Papakosta, D. K. and A. A. Gagianas. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. *Journal of Agronomy* 83: 864-870.
18. Pierre Saint, C., C. J. Peterson, A. S. Ross, J. B. Ohm, M. C. Verhoeven, M. Larson and B. Hoefer. 2008. Winter wheat genotypes under different levels of nitrogen and water stress: Changes in grain protein composition. *Journal of Cereal Sciences* 47(3):407-416.
19. Rathke, G. W., O. Christen and W. Diepenbrok. 2005. Effect of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field Crops Research* 94: 103-113.
20. Seyed Sharifi, R. 2007. Industrial Plants. Mohaghegh Ardabili Press. Ardabil. (In Farsi).
21. Seyed Sharifi, R., M. N. Seyedi and M. Zaefizadeh. 2011. Influence of various levels of nitrogen fertilizer on grain yield and nitrogen use fficiency in canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *Journal of Crops Improvement* 13(2): 51-60. (In Farsi).
22. Sinaki, J. M., E. Majidi Heravan, A. H. Shirani Rad, G. Noormohamadi and G. Zarei. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Sciences* 2: 417-422.
23. Soleimanzadeh, H., N. Latifi and A. Soltani. 2004. Study of relationsip between phonological and morphological features of grain yield in rape seed. *In:* Proceeding of 8th Iranian Crop Science Congress, University of Guilan. Rasht, Iran. pp. 25-27. (In Farsi).
24. Tousi kehal, P., M. Esfahani, M. Rabiei and B. Rabiei. 2011. Effect of concentration and timing of application of supplementary nitrogen fertilizer on dry matter remobilization, grain yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.) cv. Hayola 401. *Iranian Journal of Crop Sciences* 13(2): 352-367. (In Farsi).
25. Wade, L. J., C. G. Mclaren, L. Quintana, S. Rajatasereekul, A. K. Sarawgi, A. Kumar, H. U. Ahmed, A. K. Singh, R. Rodriguez, J. Siopongco and S. Sarkarung. 1999. Genotype by environment interactions across divers rainfed lowland rice environments. *Field Crops Research* 64: 35-50.
26. Walton, G., N. Mendham, M. Robertson and T .Potter. 1999. Phenology, physiology and agronomy of canola in Australia, *In:* Proceeding of 10th International Rapeseed Congress, Canberra, Australia. pp. 9-14
27. Zlatko, S. and R. Zdenko. 2006. Nitrogen fertilizer efficiency in canola cultivars at rain harvest. *Plant and Soil* 283: 299-307.