دانش
کشاورزی و تولید پایدار

Journal of Agricultural Science and Sustainable Production
Volume 35, Issue 4, 2026 , Pages 33-44

Journal URL: https://sustainagriculture.tabrizu.ac.ir
Online ISSN: 2476-4329

Effect of Nitrogen Levels and Plant Density on Grain and Oil Yield of Camelina (*Camelina Sativa* L.) in Climatic Condition of Khuzestan

Afsaneh Shojaei[1], Aydin Khodaei Joghan[2*], Seyed Ataollah Siyadat[2], Danial Kahrizi[3], Abdolali Gilani[4]

Received: April 06, 2024	Accepted: August 25, 2024

1-Ph. D Student, Dept. of Plant Production and Genetics Engineering, Agriculture Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
2- Assoc. Prof., and Prof., Dept. of Plant Production and Genetics Engineering, Agriculture Faculty, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
4- Prof., Agricultural Biotechnology Dept, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Tehran, Iran.
5-Assist. Prof., Seed and Plant Improvement Research Dept, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahwaz, Ahwaz, Iran.
* Corresponding Author Email: a.khodaei@asnrukh.ac.ir

Abstract

Baclgrpimd and Objectives: Camelina is an oilseed plant that, in addition to food and medicinal uses, is also utilized in industry as biofuel and in cosmetics and personal care products. Compared to other oilseeds, it has low water, fertilizer, and pesticide requirements and can be incorporated into crop rotations with cereals. In camelina production, nutrient management and optimal planting density are key factors influencing growth and yield. Given the high potential for camelina cultivation in Khuzestan, this study was conducted to investigate the effects of different nitrogen fertilizer levels and plant density on grain yield and yield components of camelina in Khuzestan.

Materials and Methods: The experiment was carried out as a split plot design based on randomized complete block design with four replications at the Behbahan agriculture research station during 2021-2022 growing season. Nitrogen was applied at five levels (0, 50, 100, 150, and 200 kg. ha^{-1} of pure nitrogen) in the main plots, and planting density was set at four levels (200, 400, 300, and 500 plants per square meter) in the sub-plots. The amount of nitrogen applied to each plot was calculated based on the specified treatments using urea as the source. One-third of the total amount was applied at the beginning of cultivation, and the remainder was applied in two stages. The dimensions of the plots were 1.5 × 2.5 meters, with a spacing of 1 meter between main plots and 2 meters between blocks. Each plot consisted of ten planting rows.

Results: The highest grain yield (2442 kg. ha^{-1}) and oil yield (857 kg. ha^{-1}) were obtained with the application of 150 kg. ha^{-1} of nitrogen and 300 plants per square meter. at planting densities of 200 and 300 plants per square meter, with increasing nitrogen up to 150 kg.ha^{-1}, the grain yield increased and then decreased, while in planting densities of 400 and 500 plants per square meter, the yield increased linearly with increasing nitrogen application.

Conclusion: Applying nitrogen at rates up to 150 kg. ha^{-1} led to an increase in Camelina grain yield. A density of 300 plants per square meter by provided favorable conditions for plant growth and development, will lead to increase grain and oil yield. Therefore, considering environmental conservation and resource management, a planting density of 300 plants per square meter and the application of 150 kg.ha^{-1} nitrogen can be utilized to achieve the highest grain and oil yields of camelina.

Keywords: Fertilizer, Grain Oil Content, Oil Seed Plant, Plant Number, Yield Components

This is an open-access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)
Copyright@ 2026 Aydin khodaei joghan Email: a.khodaei@asnrukh.ac.ir
https://doi.org/10.22034/saps.2024.61122.3203

دانش کشاورزی و تولید پایدار

نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۵، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۴، صفحات ۴۴-۳۳

اثر سطوح نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد دانه و روغن کاملینا (*Camelina Sativa* L.) در خوزستان

افسانه شجاعی[۱]، آیدین خدایی جوقان*[۲]، سید عطاالله سیادت [۲]، دانیال کهریزی[۳]، عبدالعلی گیلانی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۱۸	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۶/۴

۱- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.
۲- دانشیار و استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
۳- استاد گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۴- دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز
*مسئول مکاتبه Email: a.khodaei@asnrukh.ac.ir

چکیده

مقدمه و اهداف: کاملینا گیاهی روغنی است که علاوه بر مصارف خوراکی و درمان در صنعت نیز به عنوان سوخت زیستی و مواد آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد. این گیاه در مقایسه با سایر دانه‌های روغنی نیاز کمی به آب، کود و آفت‌کش دارد و امکان قرار گرفتن آن در تناوب با غلات وجود دارد. در تولید کاملینا مدیریت عناصر غذایی و تراکم بهینه کاشت از عوامل مهمی است که بر رشد و عملکرد تاثیر می‌گذارد. با توجه به پتانسیل بالای کشت کاملینا در خوزستان این پژوهش به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد کاملینا در خوزستان انجام گردید.

مواد و روش ها: آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان انجام‌شد. نیتروژن در پنج سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در کرت‌های اصلی و تراکم بوته با چهار سطح ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ بوته در متر مربع در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. میزان نیتروژن مصرفی هر کرت بر اساس تیمارهای مورد نظر از منبع اوره محاسبه و یک سوم از آن در ابتدای کشت و مابقی به صورت سرک در دو مرحله استفاده گردید. ابعاد کرت‌ها ۱/۵×۲/۵ متر، فاصله بین کرت‌های اصلی یک‌متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شده و هر یک از کرت‌ها شامل ده خط کاشت بود.

یافته‌ها: بیشترین مقادیر عملکرد دانه و روغن به ترتیب ۲۴۴۲/۷ و ۸۵۷/۴ کیلوگرم در هکتار از تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع بدست‌آمد. در تراکم‌های ۲۰۰ و ۳۰۰ بوته در متر مربع با افزایش نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه افزایش وسپس کاهش یافت در حالی که در تراکم‌های ۴۰۰ و ۵۰۰ بوته در متر مربع با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد به صورت خطی افزایش یافت.

نتیجه گیری: افزایش میزان مصرف نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد دانه و روغن و اجزای عملکرد کاملینا در آزمایش حاضر شد. همچنین تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع باعث افزایش عملکرد دانه و روغن شد. بنابراین، برای دستیابی به تولید بیشترین عملکرد دانه و روغن در کاملینا می‌توان از تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن برای رقم سهیل در شرایط آب و هوایی خوزستان استفاده کرد.

.

واژه های کلیدی: اجزای عملکرد، دانه روغنی، درصد روغن دانه، کود، تعداد بوته

مقدمه

برای تامین امنیت غذایی و حفظ محیط زیست، راهکارهایی در جهت کاهش استفاده از نهاده‌های شیمیایی و یا بهبود بهره‌وری از منابع طبیعی نیاز است (کهریزی و همکاران ۲۰۱۸). راهکاری عملی جهت کاهش نهاده‌های ورودی و دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار، گسترش‌کشت گیاهانی است که علاوه بر ارزش غذایی بالا در شرایطی که اراضی دارای حاصلخیزی کم و یا دارای محدودیت هستند به خوبی قابل کشت بوده و عمکرد مناسبی تولید کنند (پراگر و همکاران ۲۰۱۸). دانه‌های روغنی از مهم‌ترین مولفه‌های امنیت و ایمنی غذایی محسوب می‌شود (رضئی و همکاران ۲۰۱۸). کاملینا گیاه روغنی است که با حداقل استفاده از آب، کود وآفت کش‌ها، نسبت به گیاهان دانه روغنی معمول عملکرد مناسب‌تری دارد و کشت و کار آن راهکاری بالقوه در جهت تامین بخشی از نیاز روغن خوراکی کشور است (کهریزی و همکاران ۲۰۱۸). کاملینا با نام علمی (*Camelina sativa* L.) از خانواده شب بوئیان است. گونه‌های کاملینا به نام‌های مختلف کتان وحشی، کتان کاذب و کنجد آلمانی شناخته می‌شوند و بومی اروپا و مناطق مدیترانه‌ای هستند (زانتی و همکاران ۲۰۲۰).

مدیریت منابع و مواد غذایی مورد نیاز گیاهان از قبیل کودها، یکی از مهم‌ترین روش‌های زراعی است که می‌تواند سبب پایداری تولید گیاهان در بلند مدت شود (نینگ و همکاران ۲۰۱۷). در تولید کاملینا مدیریت مواد غذایی از عوامل مهمی است که بر رشد، عملکرد و کیفیت دانه تاثیر می‌گذارد (اوبر و همکاران ۲۰۱۵). نیتروژن مهم‌ترین عنصری است که رشد گیاه را در صورت کمبود محدود می‌کند (سون و همکاران ۲۰۰۶). با این حال استفاده بیش از حد از نیتروژن می‌تواند به آبشویی نیترات و افزایش نیتروژن منجر شود که انتشار اکسید نیترات منجر به وخیم شدن اکوسیستم، تنوع زیستی و مشکلات زیست محیطی می‌گردد (دل مورو و همکاران ۲۰۱۸). راهبردهای مدیریتی مصرف نیتروژن در تطبیق فراهمی کود با نیاز واقعی گیاه، موجب افزایش جذب نیتروژن و کاهش تلفات آن می‌شود (بالاسوبرامانیان، ۲۰۰۰). نیاز کاملینا به کود متوسط تا کم است، در این راستا تحقیقات بین المللی نشان می‌دهد با توجه به شرایط آب و هوایی و نوع خاک مقدار پاسخ به نیتروژن متفاوت است (جانکوسکی و همکاران ۲۰۱۹). نتایج پژوهش‌های انجام شده در زمینه تاثیر کاربرد نیتروژن بر عملکرد کاملینا در نقاط مختلف جهان متفاوت بوده است به طوری که در اروپا بیشترین عملکرد دانه کاملینا مربوط به کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (زوبر ۲۰۰۳)، ایالات متحده‌آمریکا ۹۰ کیلوگرم در هکتار (بودین و همکاران ۱۹۹۵)، در ایرلند ۷۵ کیلوگرم در هکتار (کراولی و فرولیک ۱۹۹۸) گزارش شده است. در پژوهشی سه ساله که جهت بررسی پاسخ عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن کاملینا به سطوح مختلف کود نیتروژن در چهار مکان مختلف انجام گردید محققین گزارش دادند که بسته به میزان بارش و رطوبت در دسترس، سطوح مختلف کودی تأثیر متفاوتی بر عملکرد دانه داشتند. نامبردگان بیان داشتند که گیاه کاملینا نیاز به حدود ۱۲ کیلوگرم نیتروژن به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم عملکرد مورد انتظار دارد (ویسوکی و همکاران ۲۰۱۳). در پژوهشی

گزارش‌شد که مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن باعث افزایش ۶۱ درصدی عملکرد دانه شد، همچنین شاخص برداشت ۳۸-۳۶، روغن دانه ۹ و فیبر ۳۶ درصد افزایش‌یافت (کریستوف و همکاران ۲۰۱۹).

برای مدیریت و بهره برداری بهینه از منابع و نهاده-ها، داشتن مقدار مصرف بذر از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. بنابراین تعیین تراکم بهینه بوته در واحد سطح برای بدست آوردن حداکثر عملکرد ضروری‌است (بلوچ و همکاران ۲۰۰۲). تراکم‌های بیش از حد مطلوب باعث افزایش رقابت درون گونه‌ای و کاهش عملکرد و تراکم‌های کمتر از حد مطلوب، از امکانات محیطی اعم از نور، فضا، آب و خاک به نحو مطلوب استفاده نشده و در نهایت، سبب کاهش عملکرد می‌گردد (پروادا و همکاران ۲۰۲۰). در تحقیقی پژوهشگران با بررسی تراکم‌های مختلف کاشت کاملینا (۲۵،۵۰،۱۰۰،۲۰۰،۴۰۰،۸۰۰ بوته درمتر مربع)، گزارش دادند که عملکرد دانه در تراکم ۵۰۰-۴۵۰ بذر در متر مربع افزایش یافت و علف‌های هرز بهتر کنترل شدند. همچنین بر اساس نتایج تراکم کمتر از ۷۰ بوته در متر مربع باعث کاهش ۱۰ درصدی عملکرد دانه شد (اریک و همکاران ۲۰۱۰). در پژوهشی اثر سطوح مختلف نیتروژن و میزان بذر مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان‌داد که از بین تیمارهای آزمایشی که شامل نیتروژن با سطوح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و میزان بذر ۵، ۷/۵ ،۱۰ و ۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار بود عملکرد دانه با افزایش میزان ۱۵۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن افزایش یافت و بیشترین عملکرد دانه از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و میزان ۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار بدست آمد (مانور، دانیل و اشنف یوهانس، ۲۰۱۹). با توجه به اهمیت کشت و کار دانه‌های روغنی کم توقع از یک سو و مدیریت و بهره برداری بهینه از منابع و نهاده‌ها و رعایت اصول زراعی از سوی دیگر، این پژوهش به منظور بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد دانه و روغن کاملینا در شرایط آب و هوایی خوزستان انجام گرفت.

مواد و روش

این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۳۴۵ متر، با آب و هوای گرم و خشک و متوسط بارندگی سالیانه ۳۵۳/۶ میلی متر اجرا شد. پارامترهای آب و هوایی و برخی مشخصات خاک منطقه آزمایشی‌در طول فصل کت به ترتیب در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقاتی بهبهان در دوره اجرای آزمایش (سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰)

ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین
حداکثر دما (^0C)	۴۳/۹	۳۶/۳	۲۹/۹	۲۵	۲۶/۷	۳۰/۹	۳۹/۸
حداقل دما (^0C)	۱۴/۹	۱۰/۸	۶/۲	۲/۱	-۱/۶	۲/۲	۷/۶
میانگین دما (^0C)	۲۹/۴۶	۲۲/۶۴	۱۷/۹۰	۱۲/۸۴	۱۳/۱۸	۱۸/۵۷	۲۴/۰۸
بارندگی (mm)	۰.۰۰	۱۹/۶	۱۰۷/۸	۴۴	۲۶/۱	۹/۸	۰

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در عمق ۰-۳۰ سانتی متری

عمق خاک (cm)	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	بافت خاک	ماده آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل جذب ($mg.\ Kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب ($mg.\ Kg^{-1}$)	pH
۰-۳۰	۵/۲۷	سیلتی رسی لوم	۰/۶۲	۰/۰۴۳	۱/۳۲	۲۵۸	۷/۲۷

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عوامل آزمایشی شامل پنج سطح نیتروژن (صفر،۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) به عنوان کرت‌های اصلی و تراکم بوته در چهار سطح ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ بوته در متر مربع در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

جهت سهولت در شخم و کنترل علف‌های هرز در اواسط آبان ماه عملیات ماخار انجام و پس از گاورو شدن زمین و سبز شدن علف‌های هرز یک شخم به عمق ۲۰-۱۵سانتی‌متری زده شد. سپس در دو مرحله دیسک عمود بر هم جهت نرم کردن خاک و خرد کردن کلوخه ها انجام گردید. پس از انجام عملیات زراعی، نقشه‌ی طرح اجرا شد. کودهای شیمیایی سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم با توجه به آزمون خاک قبل از کاشت به زمین اضافه شد. کاشت به صورت جوی و پشته در اول آذر انجام شد. طول هر کرت ۲/۵ متر و عرض هر کرت ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. در هر چاله سه تا چهار بذر در عمق ۱ تا ۱/۵ سانتی متر کشت و روی بذرها با خاک نرم پوشیده شد هر کرت شامل ۱۰ خط کاشت به فاصله ۱۵ سانتی متر و فاصله بین بوته‌ها بر اساس تیمار مورد نظر ۳/۳ سانتی متر (۲۰۰ بوته در متر مربع)، ۲/۲ سانتی متر (۳۰۰ بوته در متر مربع)، ۱/۶ سانتی متر (۴۰۰ بوته در متر مربع) و ۱/۳ سانتی متر (۵۰۰ بوته در متر مربع) تنظیم شد. فاصله بین کرت های اصلی نیم متر و فاصله بین تکرار ها دو متر در نظر گرفته شد. مقادیر نیتروژن هر کرت به صورت تقسیط با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین، سپس درون کیسه‌های جداگانه‌ای قرار داده شد و به صورت یک سوم پایه و مقادیر دیگر در سه مرحله فنولوژی گیاه کاملینا یعنی اواسط روزت، ابتدای ساقه و ابتدای ظهور خورجینک‌ها قبل از آبیاری استفاده شد. به منظور رسیدن به تراکم های مورد نظر و همچنین کاهش رقابت درون گونه ای، در مرحله ۴-۳ برگی اقدام به وجین بوته های اضافی شد. پس از اتمام عملیات کاشت، اولین آبیاری در همان روز انجام گرفت بعد از این مرحله متناسب با شرایط اقلیمی، رطوبت خاک و نیاز گیاه آبیاری های بعدی به صورت جوی و پشته انجام گرفت.

در این آزمایش از رقم سهیل تولید شده از شرکت دانش بنیان بیستون شفا با خلوص فیزیکی ۹۸ درصد استقاده شد. آبیاری ها یر اساس نیاز گیاه و شرایط آب و هوایی و خاکی انجام شد. علف‌های هرز در دو مرحله در مرحله چهار برگی و قبل از گل دهی به صورت دستی وجین شد. در مرحله ۵۰ درصد گلدهی به منظور تعیین عدد کلروفیل از هر کرت پنج بوته کاملینا و از هر بوته آخرین برگ توسعه یافته انتخاب و از سه نقطه مختلف آن توسط دستگاه کلروفیل متر (spad) عدد کلروفیل قرائت شد. سپس میانگین ۱۵ عدد قرائت شده به عنوان عدد کلروفیل آن کرت محاسبه شد. برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک دانه در اواخر فروردین ماه صورت گرفت. صفات اندازه گیری شده شامل تعداد خورجینک در بوته، تعداد دانه در خورجینک، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، وزن کل بوته، شاخص برداشت، درصد روغن، عملکرد روغن و درصد سبزینگی بودند. در زمان برداشت، بعد از حذف خطوط حاشیه و حذف نیم تر از ابتدا و انتهای هر کرت تمام بوته‌های موجود در مساحت یک متر مربع از وسط هر کرت برای اندازه گیری وزن کل بوته استفاده شد. پس از جدا سازی دانه‌های نمونه-های برداشتی، عملکرد دانه با احتساب رطوبت ۹ درصد محاسبه شد. جهت اندازه گیری تعداد خورجینک در بوته و تعداد دانه در خورجینک تعداد ۱۰ بوته از هر کرت در زمان رسیدگی فیزیولوژیک به صورت تصادفی انتخاب شدند و ویژگی‌های مورد بررسی اندازه‌گیری شد و برای تعیین وزن هزار دانه از دانه‌های برداشت شده از هر واحد آزمایشی به طور تصادفی یک نمونه ۱۰۰۰ تایی از دانه‌ها شمارش شده و توسط ترازوی دقیقی با دقت سه رقم وزن گردیدند در خصوص شاخص برداشت با تقسیم عملکرد دانه به عملکرد وزن کل بوته حاصل شد. درصد روغن دانه به روش (پوریم ۱۹۹۵) اندازه‌گیری گردید. بر این اساس بذر آسیاب شده به مقدار یک گرم توزین، در کاغذ صافی پیچیده و به فالکون های ۵۰ میلی لیتر منتقل و سپس ۶ میلی لیتر پترولیوم اتر به نمونه ها اضافه شد. فالکون ها ۲۴ ساعت روی شیکر ۱۰۰ دور در دقیقه در دمای ۲۵ درجه سلیوس قرار گرفتند و بعد از ۲۴ ساعت پترولیوم اتر درون فالکون تخلیه و مجددا ۶ میلی لیتر پترولیوم اتر به آنها اضافه شده و دوباره به مدت ۲۴ ساعت روی شیکر قرار گرفت. بعد از گذشت این

مدت نمونه برای تبخیر پترولیوم اتر درون آون با دمای ۴۰ درجه سیلیوس قرار گرفت تا تبخیر کاملا صورت گیرد. در انتها نمونه ها توزین و اختلاف وزن آن ها با نمونه مصرفی درصد روغن را نشان داد.

عملکرد روغن نیز از رابطه (۱) محاسبه شد:

(رابطه ۱) عملکرد روغن = عملکرد دانه × درصد روغن

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۴) آنالیز و با استفاده از روش LSD در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه میانگین قرار گرفت.

نتایج و بحث

شاخص سبزینگی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر اصلی تراکم و نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و اثر بر همکنش تراکم و نیتروژن بر شاخص سبزینگی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین شاخص سبزینگی (۴۷/۱ درصد) از تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع و سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین درصد سبزینگی (۲۶/۸۰ درصد) از تراکم ۵۰۰ بوته در متر مربع و عدم کاربرد نیتروژن بدست آمد (جدول ۵). در تمام تراکم‌ها با افزایش میزان نیتروژن تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار روندی افزایشی و سپس در سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش پیدا کرد. با توجه به اینکه نیتروژن بخشی از کلروفیل را تشکیل می‌دهد بنابراین افزایش در جذب این عنصر در افزایش میزان کلروفیل نقش مهمی دارد. اینطور به نظر می‌رسد که افزایش بیش از حد کاربرد نیتروژن سبب رشد رویشی بیشتر و گسترش اندام هوایی و در نتیجه رقابت بیشتر برای نیتروژن گردیده و این امر منجر به دسترسی کمتر تک بوته ها به این عنصر شده باشد. با افزایش میزان تراکم از ۲۰۰ تا ۴۰۰ بوته در متر مربع شاخص سبزینگی افزایش و بعد از آن در تراکم ۵۰۰ بوته در متر مربع کاهش پیدا کرد. در این زمینه کاهش شاخص سبزینگی در تراکم های بالاتر را می توان به کاهش مقدار نفوذ نور به درون کانوپی و افزایش رقابت درون بوته ای برای منابع تغذیه ای به ویژه نیتروژن نسبت داد (کاورو و همکاران ۲۰۰۱).

تعداد خورجینک در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان‌داد که اثرات اصلی تراکم و نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر تعداد خورجینک در بوته معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین تعداد خورجینک مربوط به تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۲۴۸/۱۷) و کمترین مربوط به تیمار عدم کاربرد نیتروژن (۱۳۶/۵۰) بود (جدول ۴). این افزایش را می‌توان به بهبود رشد سبزینه‌ای گیاه و افزایش تولید ماده ذخیره‌ای و تعداد شاخه فرعی‌که در نهایت سبب افزایش نعداد خورجینک در بوته می‌شود نسبت داد. بیشترین تعداد خورجینک مربوط به تیمار تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع (۲۲۲/۸۰) و کمترین مربوط به تراکم ۲۰۰ (۱۷۲) می باشد. با افزایش تراکم به ۴۰۰ و۵۰۰ بوته در متر مربع تعداد خورجینک کاهش پیدا کرد، کاهش تعداد خورجینک در تراکم‌های بالا را می‌توان به وجود فضای کم برای رشد بوته‌ها نسبت داد، زیرا با افزایش تراکم بوته در اثر افزایش رقابت بین بوته‌ای، سهم هر گیاه در استفاده از نور، فضا، عناصر غذایی و سایر منابع کاهش یافته و بنابراین پتانسیل تولید خورجینک در بوته کاهش می‌یابد (جوادی رضوانی مقدم و همکاران ۲۰۱۷).

تعداد دانه درخورجینک

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر اصلی نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد بر تعداد دانه در خورجینک معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین تعداد دانه در خورجینک از کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد (جدول ۴). تعداد دانه در خورجینک، در حقیقت ظرفیت مقصد گیاه را تعیین می‌کند و هر چه تعداد دانه بیشتر باشد، گیاه دارای مقصد بزرگتری برای دریافت مواد فتوسنتزی بوده و در نهایت افزایش تعداد دانه در خورجینک منجر به افزایش عملکرد دانه خواهد شد. استفاده از نیتروژن به سبب تامین نیتروژن گیاه، تعداد مقصدهای فتوسنتزی (دانه ها) را افزایش می‌دهد و به نوبه خود منجر به انتقال کارآمد فرآوردهای فتوسنتز در طول تشکیل دانه‌ها می‌شود (یوسف و همکاران ۲۰۱۶).

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان‌داد که اثر هیچ کدام از تیمارهای آزمایشی بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (جدول ۳). به نظر می‌رسد وزن هزار دانه بیشتر تحت

کنترل عوامل ژنتیکی بوده و کمتر تحت شرایط محیطی قرار می‌گیرد. شاکری و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش خود بیان داشتند که وزن هزار دانه کنجد بیشتر تحت کنترل عوامل ژنتیکی بود ه وشرایط محیطی آن را کمتر تحت تاثیر قرار می دهد که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

جدول۳- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه رقم سهیل کاملینا در سطوح نیترژن و تراکم بوته طی سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد دانه	وزن کل بوته	تعداد خورجینک بوته	تعداد دانه در خورجینک	وزن هزار دانه	شاخص برداشت	درصد روغن دانه	عملکرد روغن	شاخص سبزینگی
بلوک	۲	۲۰۲۹۲۶/۲^{ns}	۲۱۷۲۱۷۰/۲۳^{ns}	۸۱۰۰/۳۱*	۰/۷۱^{ns}	۰/۰۰۷۳ ^{ns}	۳/۹۲^{ns}	۱۸/۳۱^{ns}	۳۶۲۷۷/۸۵ ^{ns}	۲۷/۴۸*
نیتروژن	۴	۱۶۵۰۹۲۳/۸*	۱۶۴۴۹۷۳۸/۹۸**	۲۸۳۷۰/۸۵**	۳/۶۹*	۰/۰۰۰۸۲ ^{ns}	۱۴/۵۸ ^{ns}	۷۲/۷۲**	۲۴۲۷۶۳/۱۷*	۲۴۲/۶۸**
خطای اصلی(A)	۸	۲۵۹۸۴۹/۰۹	۲۱۴۷۷۳۷/۸۰	۱۱۲۸/۷۳^{ns}	۰/۶۵	۰/۰۰۵۴	۲۳/۲۱	۷/۱۵	۳۹۴۳۴/۳۵	۱۹/۲۹
تراکم	۳	۲۴۴۵۸۳/۱*	۲۰۳۹۱۴۶/۱۱^{ns}	۶۴۵۲/۳۳**	۱/۳۱^{ns}	۰/۰۰۰۹۶ ^{ns}	۷/۴۳ ^{ns}	۳۱/۸۶**	۲۳۳۲۶/۳۷ ^{ns}	۵۲/۵۲**
اثر متقابل (نیتروژن× تراکم)	۱۲	۱۵۱۹۹۱/۲*	۱۷۴۱۵۴۲/۷۱*	۹۵۸/۲۳^{ns}	۰/۹۳^{ns}	۰/۰۰۲۹۶ ^{ns}	۷/۲۶ ^{ns}	۰/۸۲۵ ^{ns}	۱۷۹۸۹/۳۹*	۱۶/۲۲*
خطای فرعی(B)	۳۰	۷۰۰۵۸/۳۲	۸۲۸۳۱۲/۶	۱۱۸۰/۳۳	۰/۵۷	۰/۰۰۲۵۶	۲۷/۱۲	۵/۵۱	۸۵۷۶/۰۲	۶/۹۹
ضریب تغییرات (٪)		۱۵/۱۵	۱۴/۴۴	۱۷/۴۰	۷/۳	۴/۴۸	۱۸/۷۲	۶/۵۱	۱۴/۷۸	۷/۰۹

جدول۴- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه کاملینا تحت تأثیرسطوح نیتروژن و تراکم

عامل آزمایشی	درصد روغن دانه	تعداد دانه در خورجینک	تعداد خورجینک
نیتروژن			
۰	۳۴/۵۸^{b}	۹/۸۳^{c}	۱۲۶/۵^{c}
۵۰	۴۰/۱۶^{a}	۹/۹۱^{c}	۱۶۴/۰۸^{bc}
۱۰۰	۳۶/۱۶^{b}	۱۰/۱۶^{bc}	۱۹۵/۳۳^{b}
۱۵۰	۳۵/۵۸^{b}	۱۰/۹۱^{ab}	۲۴۸/۱۷^{a}
۲۰۰	۳۳/۸۳^{b}	۱۱^{a}	۲۴۲/۷۵ ^{a}
تراکم			
۲۰۰	۳۸/۲^{a}	۱۰^{a}	۱۷۲^{b}
۳۰۰	۳۵/۸^{b}	۱۰/۵۳^{a}	۲۲۲/۸۰^{a}
۴۰۰	۳۵/۲b	۱۰/۲۶^{a}	۱۹۷/۶^{ab}
۵۰۰	۳۵/۰۶b	۱۰/۶۶$^{b\,a}$	۱۹۷/۰۷^{b}

حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال خطای پنج درصد آزمون LSD دارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه کاملینا تحت تأثیر ترکیبات تیماری نیتروژن و تراکم بوته

تراکم	نیتروژن	عملکرد دانه (mg. Kg^{-1})	عملکرد بیولوژیک (mg. Kg^{-1})	عملکرد روغن (mg. Kg^{-1})	شاخص سبزینگی
D1	N1	۹۰۷/۳^{c}	۳۳۳۳/۳^{d}	۲۹۴/۶۸^{c}	۳۲/۷۸^{b}
	N2	۱۵۰۵^{cb}	۶۰۷۴/۱^{cb}	۶۳۱/۹۹^{ab}	۳۳/۰۴^{b}
	N3	۱۸۸۲/۱^{ab}	۶۵۵۵/۶^{ab}	۷۱۷/۸۴^{ab}	۳۶/۹۰^{b}
	N4	۲۲۶۰/۵^{a}	۷۷۷۷/۸^{a}	۸۳۴/۱۳^{a}	۴۷/۱^{a}
	N5	۱۳۸۵^{cb}	۵۱۱۱/۱^{c}	۵۱۲/۶۰^{cb}	۴۴/۷۶^{a}
D2	N1	۱۴۸۸/۴^{b}	۵۴۸۱/۵^{b}	۵۰۴/۶^{b}	۳۵/۴۶^{b}
	N2	۱۸۷۸/۶^{ab}	۶۵۱۸/۵^{ab}	۷۶۲/۷^{ab}	۳۵/۵۵^{b}
	N3	۲۰۲۰/۵^{ab}	۷۴۴۴/۴^{a}	۷۴۱/۱^{ab}	۳۷/۸۶^{ab}
	N4	۲۴۴۲/۷^{a}	۸۰۷۴/۱^{a}	۸۵۷/۴^{a}	۴۱/۹۳^{a}
	N5	۱۶۲۳/۶^{b}	۵۴۰۷/۴^{b}	۵۴۴/۱^{b}	۴۱/۷۱^{a}
D3	N1	۱۲۳۶/۵^{b}	۴۵۹۳^{b}	۴۱۹/۲۷^{b}	۳۱/۶۳^{b}
	N2	۱۶۸۵/۹^{ab}	۶۲۵۹^{ab}	۶۶۲/۰۳^{a}	۳۵/۵۸^{ab}
	N3	۱۹۳۹/۳^{a}	۶۸۵۲^{ab}	۶۷۲/۹۳^{a}	۳۷/۹۳^{ab}
	N4	۱۹۷۹/۸^{a}	۷۲۹۶^{ab}	۶۹۰/۹۵^{a}	۴۱/۴۶^{a}
	N5	۲۱۱۶/۷^{a}	۷۵۵۶^{a}	۶۹۰/۶۲^{a}	۳۷/۸۳^{ab}
D4	N1	۱۰۶۶/۱ ^{b}	۴۲۹۶/۳^{b}	۳۵۸/۷^{b}	۲۶/۸۰^{c}
	N2	۱۵۱۵/۳^{ab}	۶۰۰۰^{ab}	۵۸۴/۳^{ab}	۳۱/۸۵^{b}
	N3	۱۹۳۰/۲^{a}	۶۶۲۹/۶^{a}	۶۷۶/۷^{a}	۳۷/۴۳^{a}
	N4	۱۹۵۵/۳^{a}	۷۱۴۸/۱^{a}	۶۸۶/۶^{a}	۳۹/۳۳^{a}
	N5	۲۱۱۱/۲^{a}	۷۶۱۴/۸^{a}	۶۸۵/۷^{a}	۳۸/۵۶^{a}

حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال خطای پنج درصدآزمون LSD ندارند.

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل تراکم و نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد (جدول ۳). در تراکم ۲۰۰ و ۳۰۰ بوته در متر مربع با افزایش کاربرد کود نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار وزن کل بوته افزایش و سپس در سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن وزن کل بوته کاهش پیدا کرد (جدول ۵). به نظر می رسد در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم های ۲۰۰ و ۳۰۰ بوته در متر مربع شرایط رشدی مثل فضای در اختیار بوته ، نور دریافتی ،آب و فراهم بودن نیتروژن برای گیاه مطلوب بوده و باعث تولید بالای عملکرد بیولوزیک شد اما افزایش بیش از حد نیتروژن احتمالا منجر به افزایش تنفس نگهداری گیاه و عدم برتری آن نسبت به کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در وزن کل بوته شده است. سولیس و همکاران (۲۰۱۳) نیز در بررسی سطوح نیتروژن (۰، ۷۵، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بر روی عملکرد و اجزای عملکرد کاملینا بیان کردند که کاربرد کود نیتروژنه تأثیر معنی‌داری بر عملکرد زیست توده داشت. این محققان گزارش دادند که عملکرد زیست توده با افزایش کود نیتروژن تا سقف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت و کاربرد بیش از این مقدار تا حدی منجر به کاهش عملکرد کاملینا شد. در تراکم‌های ۴۰۰ و ۵۰۰ بوته در متر مربع با افزایش کاربرد نیتروژن وزن کل بوته افزایش پیدا کرد. در تراکم های پایین با توجه به اینکه رقابت درون گونه ای بین گیاه زراعی پایین است میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به گیاه افزایش پیدا کرده و بطور مستقیم باعث افزایش ماده خشک گیاه می شود ولی افزایش بیش از حد عناصر غذایی خاک به ویژه نیتروژن، بهره‌وری محصول را می‌تواند محدود نماید، اما در تراکم‌های بالاتر با افزایش کاربرد کود نیتروژن وزن کل بوته افزایش می‌یابد زیرا تعداد بوته بیشتر، باعث رقابت بیشتر و در نتیجه مصرف

بیشتر نیتروژن می شود. بیشترین وزن کل بوته از تیمار تراکم بوته ۳۰۰ بوته در متر مربع و کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به مقدار ۸۰۷۴/۱ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که با تیمار شاهد تفاوت ۵۹ درصدی داشت.

عملکرد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثرات اصلی نیتروژن، تراکم و بر همکنش تراکم و نیتروژن بر عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و تراکم نشان‌داد که بیشترین عملکرد دانه (۲۴۴۲/۷ کیلوگرم در هکتار) در تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع و کمترین عملکرد دانه (۹۰۷/۳ کیلوگرم در هکتار) در شرایط عدم مصرف نیتروژن (شاهد) و تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع به دست‌آمد (جدول ۵). در تراکم‌های ۲۰۰ و ۳۰۰ بوته در متر مربع با افزایش نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه افزایش و پس از آن کاهش یافت در حالی که در تراکم-های ۴۰۰ و ۵۰۰ بوته در متر مربع با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد به صورت خطی افزایش یافت. به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم، رقابت گیاهان برای جذب نیتروژن بیشتر شده و نیاز به مصرف کود بیشتر می-باشد. به همین دلیل در تراکم های بالا عملکرد دانه در سطوح بالاتری حاصل گردیده است. سولیس و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه از مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست-آمد. همچنین در مطالعه ای دیگر مصرف ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار باعث حصول بهترین عملکرد دانه شد (آگیگنهو و همکاران ۱۹۹۷). یکی از عوامل موفقیت در تولید محصول، تراکم بهینه در واحد سطح است. اگر میزان تراکم بوته بیش از حد بهینه باشد عوامل محیطی از جمله رطوبت، نور و مواد غذایی در اختیار هر بوته قرار نمی-گیرد. مطابق با نتایج این تحقیق اوزتورک و سامان (۲۰۱۲) افزایش عملکرد در کنجد در تراکم های پایین تر را گزارش کردند.

شاخص برداشت

شاخص برداشت تحت تاثیر نیتروژن و تراکم و همچنین اثر متقابل آنها قرار نگرفت (جدول ۳). به نظر می‌رسد دلیل عدم تاثیر نیتروژن و تراکم بوته بر شاخص برداشت تغییرات هماهنگ عملکرد دانه و بیولوژیک در واحد سطح می‌باشد.

درصد روغن دانه

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تراکم و نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر میزان روغن دانه معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین درصد روغن مربوط به تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۴۰/۱۶ درصد) و کمترین مربوط به تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۳۳/۸۳ درصد) بود. همچنین کاربرد بیش از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن باعث کاهش درصد روغن شد (جدول ۴). به نظر می رسد عدم اختلاف سطوح بالاتر از مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار با شاهد به دلیل رقابت بین تولید پروتئین و تولید روغن برای استفاده از نیتروژن باشد، به علت ساختمان های نیتراتی در پروتئین، با مصرف بیشتر کود نیتروژن مقدار پروتئین بیشتر و درصد روغن دانه کاهش می یابد برونسون و همکاران (۲۰۱۹) بیان نمودند که درصد روغن دانه تحت تاثیر کود نیتروژن قرار می گیرد اما با افزایش میزان کود نیتروژن درصد روغن دانه کاهش می یابد. و این بدلیل رقابت بین تولید پروتئین و روغن برای استفاده از نیتروژن است. با توجه به اینکه درصد روغن دانه و نیتروژن رابطه عکس دارند، بنابراین افزایش پیش ماده‌های پروتئینی مانند کود نیتروژن، می‌تواند موجب افزایش پروتئین دانه و کاهش درصد روغن دانه شود (مرادی تلاوت و همکاران ۲۰۰۷). در این رابطه آل صباغ و همکاران (۲۰۱۶) بیان کردند که با افزایش مصرف نیتروژن، پیش سازهای پروتئینی نیتروژن دار بیشتر شده که منجر به تشکیل پروتئین در تهیه مواد فتوسنتزی می‌شود و در نتیجه مواد لازم برای تبدیل به روغن کاهش می‌یابد. در مطالعه دیگرتوسط چارنیک و همکاران (۲۰۱۶) افزایش کود نیتروژن از ۵۰ به ۱۵۰ کیلوگرم در

هکتار باعث کاهش درصد روغن دانه کاملینا شد اما درصد پروتئین دانه افزایش یافت. همچنین یوربانیک و همکاران (۲۰۰۸) و مالهی و همکاران (۲۰۱۴) نتایج مشابهی (کاهش درصد روغن) را مشاهده کردند. بیشترین درصد روغن مربوط به تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع (۳۸/۲ درصد) و کمترین مربوط به تراکم ۵۰۰ بوته در متر مربع (۳۵/۰۶ درصد) همچنین با افزایش تراکم بیش از ۲۰۰ بوته در متر مربع اختلاف معنی داری بین تراکم های مختلف وجود نداشت. در پژوهشی دیگر با افزایش تراکم بوته؛ عمکرد دانه افزایش ولی درصد روغن گیاه بزرک کاهش یافت (تدین و همکاران ۲۰۱۳).

عملکرد روغن

نتایج بررسی تجزیه واریانس نشان‌داد که اثر اصلی نیتروژن و اثر برهمکنش تراکم و نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد روغن معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین عملکرد روغن (۸۵۷/۴ کیلوگرم درهکتار) از تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع و کاربرد۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن وکمترین عملکرد روغن (۲۹۴/۶کیلوگرم درهکتار) از تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع و عدم کاربرد نیتروژن بدست آمد (جدول ۵). در تراکم های ۲۰۰ و ۳۰۰ بوته در متر مربع با افزایش میزان نیتروژن تا سقف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد روغن افزایش و بالاتر از ۱۵۰ کیلوگرم کاهش پیدا کرد، اما در تراکم های بالاتر از ۳۰۰ بوته در متر مربع با افزایش سطح نیتروژن عملکرد روغن ابتدا افزایش و بعد از آن در سطوح مختلف نیتروژن اختلاف معنی داری وجود نداشت. با توجه به اینکه عملکرد روغن، از حاصلضرب عملکرد دانه در درصد روغن بدست می آید، متناسب با افزایش عملکرد دانه و تقریبا ثابت بودن درصد روغن آن، مقدار روغن از نظر کمی افزایش پیدا می‌کند. بنابراین می‌توان بیان کرد که این مهم مربوط به عملکرد دانه می باشد که تاثیر مستقیمی بر عملکرد روغن دارد. علاوه بر این با توجه به اینکه تعداد دانه در خورجینک و تعداد خورجینک از اجزای اصلی عملکرد دانه کاملینا می باشند. افزایش مصرف نیتروژن می‌تواند باعث افزایش تعداد خورجینک در بوته و تعداد دانه در خورجینک و افزایش عملکرد دانه و در نتیجه عملکرد روغن در واحد سطح شود.

نتیجه گیری

به طور کلی و با توجه به نتایج به‌دست آمده حاصله افزایش مقدار مصرف نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد دانه رقم سهیل کاملینا در شرایط آب و هوایی خوزستان شد. همچنین تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع، شرایط مناسبی برای رشد رویشی و زایشی گیاه ایجاد نمود که باعث افزایش عملکرد دانه و روغن شد. بیشترین عملکرد دانه (۲۴۴۲/۷کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۸۵۷/۴ کیلوگرم درهکتار) در مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع بدست آمد. بنابراین با در نظر گرفتن حفظ محیط زیست، مدیریت منابع وکاهش نهاده ها، برای تولید بیشترین عملکرد دانه و روغن در گیاه کاملینا می توان از تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن استفاده کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان و ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان برای همکاری صمیمانه در انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

Agegenehu M and Honermeier B. 1997. Effects of seeding rates and nitrogen fertilization on seed yield seed quality and yield components of false flax. Die Bodenkultur, 48(1): 15-21.

Balasubramanian V, Morales AC, Cruz RT, Thiyagarajian TM, Nagarajan R, Babu, M, Abdulrachman S and Hai, LH. 2000. Adaptation of the chlorophyll meter (SPAD) technology for real-time N management in rice. Aeview, Intetnational Rice Research, Notes, 25: 4-8.

Baloch AW, Soomro AM, Javed MA, Ahmed M, Bughio HR, Bughio MS and Mastoi, N.N. 2002. Optimum plant density for high yield in rice (*Oryza sativa* L.). Asian Journal of Plant Sciences, 1: 25-27.

Budin JT, Breene WM and Putnam, DH. 1995. Some compositional properties of camelina (*Camelina sativa* L. Crantz.) seeds and oils. Journal of American Oil Chemists Society, 72: 309-315. https://doi.org/10.1007/BF02541088

Butkute B, Sidlauskas G and Brazaukiene, I. 2006. Seed yield and quality of winter oilseed rape as affected by nitrogen rates, sowing time, and fungicide application. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 37: 2725- 2744. https://doi.org/10.1080/00103620600819600

Cavero J, Gil Ortega R and Gutierrez, M. 2001. Plant density affects yield, yield components, and color of direct-grained paprika pepper. Horticultural Science, 36(1): 76-79. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.36.1.76

Crowley JG and Fröhlich A. 1998. Factors Affecting the Composition and Use of Camelina. Teagasc. Project Report No. 4319.

Czarnik M, Jarecki W and Bobrecka-Jamro, D. 2016. Reakcja ozimych odmian lnianki siewnej (*Camelina sativa* L.) na zróznicowane _ nawozenie azotem (response of winter varieties of camelina (*Camelina sativa* L.) to varied nitrogen fertilization). Acta Agrophysica, 23 (4): 545–556 (in Polish). https://www.researchgate.net/publication/311743500

Del Moro SK, Sullivan DM and Horneck, DA. 2017. Ammonia volatilization from broadcast urea and alternative dry nitrogen fertilizers. Soil Science Society of America Journal, 81: 1629– 1639. https://doi.org/10.2136/sssaj2017.06.0181.

Eric N J, Kevin FH, Klein-Gebbinck3 LL, Cecil Vy, Yantai GL, Hall6 Keith TS, Phelps7 and Blaine, D. 2010. Optimizing Seeding Rates and Plant densities for Camelina sativa in western Canada. A field spread, Journal of Food Science.

Javadi H, Rizvani Moghadam P, Thagha Al-Islami M J and Mousavi, G. 2017. Investigating the effect of density and planting date on yield and functional components of purslane. Agricultural Research of Iran, 15(1): 113-123. (In Persian with English Abstract). .

Jankowski KJ, Sokólski M and Kordan, B. 2019. Camelina: Yield and quality response to nitrogen and sulfur fertilization in Poland. Industrial Crops and Products, 141: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111776.

Kahrizi D. 2018. Soheil cultivar report of Camelina plant for cultivation in different regions of the country. Registration and certification of seeds and seedlings. Spring and summer, 24-27. (In Persian with English Abstract). .

Malhi SS, Johnson EN, Hall LM, May WE, Phelps S and Nybo, B. 2012. Effect of nitrogen fertilizer application on seed yield, N uptake, and seed quality of Camelina sativa. Canadian Journal of Soil Science, 94(1): 35-47. https://doi.org/10.4141/cjss2012-086

Manore D and Ashenaf Y. 2019. "Evaluating growth, seed yield and yield attributes of Camelina (*Camelina sativa* L) in response to seeding rate and nitrogen fertilizer levels under irrigation condition, southern Ethiopia." Agriculture Forestry and Fisheries, 8(2): 31-35. https://doi.org/10.11648/j.aff.20190802.11

Morditalavat M, Siadat S, Nadian H and Fathi, Gh. 2007. Response of canola grain and oil yields, oil and protein contents to different levels of nitrogen and boron fertilizers in Ahvaz region. Iranian Journal of Crop Sciences, 9 (3): 213-224. (in Persian with English abstract). https://agrobreedjournal.ir/article-1-258-en.html

Ning Ch, Gao PD, Wang BQ, Lin WP, Jiang NH and Cal, LZ. 2017. Impacts of chemical fertilizer reduction and organic amendments supplementation on soil nutrient, enzyme activity and heavy metal content. Journal of integrative agriculture, 16(8): 1819-1831.https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61476-4

Obour KA, Sintim YH, Obeng E and Jeliazkov, DV. 2015. Oilseed camelina (*Camelina sativa* L. Crantz): Production systems, prospects and challenges in the USA great plains. Advances in Plants and Agriculture Research, 2(2): 1-10. https://doi.org/10.15406/apar.2015.02.00043

Porim. 1995. Porim Test Methods. Palm Oil Research Institute of Malaysia, p. 72-75, 40-42, 92-101, 33-36, 37- 39, 64-65. Minisry of Primary Industries, Malaysia.

Parwada C, Mandumbu R, Tibugari H, Badze D and Mhungu, S. 2020. Effect of soil fertility amendment, planting density and growing season on Chenopodium quinoa Wild (Quinoa) in Zimbabwe. Cogent Food & Agriculture, 6: 179-193. https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1792668

Prager A, Munz S, Nkebiwe P, Mast B and Graeff-Honninger, S. 2018. Yield and quality characteristics of different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars grown under field conditions in Southwestern Germany. Journal of Agronomy and Crop Science, 8 10: 197-216. https://doi.org/10.3390/agronomy8100197

Raziei Z, Kahrizi D and Rostami–Ahmadvandi, H. 2018. Effects of climate on fatty acid profile in Camelina sativa. Cellular and Molecular Biology, 64: 91 - 96. (In Persian with English Abstract). . https://doi.org/10.14715/cmb/2018.64.5.15

Sabagh A. E , Barutçular C and Saneoka, H. 2016. Role of integrated use of nitrogen fertilizer sources in improving seed quality of canola (*Brassica napus* L.). Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 4(2): 73-78. https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i2.73-78.514

Şaman O and Özturk Ö.2012. "Effects of different plant densities on the yield and yield components of second crop sesame. 118-123.

Shakeri E, Amini Dehaghi M, Tabatabaei SA and Modares Sanavi, SAM. 2012. Effects of chemical fertilizer and bio fertilizer on seed yield, its components, and oil and protein percent in sesame varieties. Journal of Agricultural Science, 22(1): 71-85. (In Persian with English Abstract).

. Solis A, Vidal I, Paulino L, Johnson B L and Berti, MT. 2012. Camelina seed yield response to nitrogen, sulfur, and phosphorus fertilizer in South Central Chile. Industrial Crops and Products, 44: 132-138. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.11.005

Son TTN, Diep CN and Giang, TTM. 2006. Effect of Bradyrhizobia and phosphate solubilizing bacteria application on soybean (*Glycine max* L.) in rotational system in the Mekong delta. Omonrice. 14: 48-57.

Tadayon A, Torabian Sh and Tadayon, M. R. 2013. Effect of plant density on yield and quality of four commercial varieties of flax. Journal of Crops Improvement, 15: 15-26. (In Persian with English Abstract). . https://doi.org/10.22059/jci.2013.35719

Urbaniak SD, Caldwell CD, Zheljazkov VD, Lada R and Luan, L. 2008. The effect of cultivar and applied nitrogen on the performance of (*Camelina sativa* L.) in the Maritime Provinces of Canada Canadian journal of plant science, 88(1): 111-119 https://doi.org/10.4141/CJPS07115

Wysocki DJ, Chastain TG, Schillinger WF, Guy SO and Karow, RS. 2013. Camelina: Seed yield response to applied nitrogen and sulfur. Field Crops Research, 145: 60-66. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.02.009

Yousaf MLX, Zhang Z, Ren T, Cong R, Ata-Ul-Karim ST, Fahad S, Shah AN and Lu, Ji. 2016. Nitrogen fertilizer management for enhancing crop productivity and ni trogen use efficiency in a rice-iil seed rape rotation system in China. Frontiers in Plant Science, 7: 1496. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01496

Zanetti F, Gesch RW, Walia MK, Johnson JMF and Monti, A. 2020. Winter camelina root characteristics and yield performance under contrasting environmental conditions. Field Crops Research, 252. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107794

Zubr J. 2003. Qualitative variation of *Camelina sativa* seed from different locations. Industrial Crops and Products, 17.3: 161-169. https://doi.org/10.1016/S0926-6690(02)00091-2