Journal of
Plant Environmental Physiology
Print ISSN: 2423-7671
Online ISSN: 2783-4689
PSI
Phycological Society of Iran

Effects of nitrogen and sulfur on yield, yield Components, and some qualitative characteristics of rapeseed (*Brassica napus* L.)

Hossein Ebrahimi Bad Ashiani[1], Abolfazl Faraji[2*], Morteza Sam Deliri[3], Amir Abbas Mousavi Amir Kolahi[4]

[1] Department of Agriculture, Gorgan branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran, E-mail: h.ebrahimi@gmail.com
[2] Agriculture and Horticulture Department, Golestan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Education and Promotion Research Organization, Gorgan, Iran, E-mail: abolfazlfaraji@yahoo.com
[3] Department of Agriculture, Chalous branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran, E-mail: agronomist1395@gmail.com
[4] Department of Agriculture, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran, E-mail: mosavi_amirabbas@yahoo.com

Article type:
Research Full Paper

Article history
Received: 24.04.2022
Revised: 26.05.2022
Accepted: 17.06.2022
Published:24.06.2023

Keywords
Grain yield
Nitrogen
Oil content
Rapeseed cultivars
Sulfur

Abstract

In order to investigate the effects of nitrogen and sulfur on quantitative and qualitative yield of rapeseed, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in Research Field of Shastklateh Forest of Gorgan in 2018. Four levels of nitrogen fertilizer (25, 50, 75, and 100 kg pure nitrogen ha^{-1}) from urea source as the first factor, two levels of sulfur fertilizer, zero (control) and 200 kg ha^{-1} as the second factor, and two spring rapeseed genotypes, namely Hyola 50 hybrid and ARGS 003, were selected as the third factor. Results showed that biological yield, grain yield, 1000-grain weight, number of pods per square meter, number of seeds per pod, protein percentage, and oil percentage were affected by cultivar, nitrogen, and sulfur. Comparison of the mean interaction effects of nitrogen and cultivar showed that the maximum biological yield (8360 kg ha^{-1}), grain yield (275.6 g/m^2), 1000-grain weight (4.1 g), number of pods per square meter (5323.53), number of seeds per pod (31.64), grain protein (24.32%) and soluble sugar (33.35 µmol/g), and total chlorophyll (1.38 mg/g) were observed in Hyola 50 hybrid cultivar treated with 100 kg N ha^{-1}, and the highest grain oil (41.65%) was recorded in Hyola 50 hybrid cultivar treated with 50 75 kg N. Also, comparisons of the mean interaction effects of sulfur and cultivar showed that the highest number of lateral branches (6.8), number of pods per square meter (4345.63), number of seeds per pod (30.43), 1000-seed weight (71/71) 3 g), biological yield (7843 kg ha^{-1}), grain yield (254.32 g m^{-2}), harvest index (31.73%), and grain oil (39.83%), soluble sugar (29.80 µmol/g), and total chlorophyll (1.36 mg g^{-1}) were observed in Hyola 50 hybrid cultivar treated with 200 kg of sulfur. It seems that Hyola 50 hybrid cultivar can better absorb and transfer nitrogen and sulfur and therefore, produce more yield

Cite this article as: Rouin, A., Baghizadeh, A., Roghami, M., Mousavi, A. (2023). Evaluation of some physiological responses of three indigenous watermelon (*Citrullus lanatus* L.) accessions to drought stress. *Journal of Plant Environmental Physiology*, 70(2): 112-126.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch
Doi: 10.30495/iper.2022.1957384.1789
Dor: 20.1001.1.24237671.1402.18.70.8.8

فیزیولوژی محیطی گیاهی
شاپا چاپی: ۲۴۲۳-۷۶۷۱
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۶۸۹
PSI
انجمن جلبک شناسی ایران
Phycological Society of Iran
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد گرگان

بررسی تاثیر سطوح کود نیتروژن و گوگرد بر عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات کیفی کلزا (*Brassica napus* L.)

حسین ابراهیمی‌باد آشیانی[۱]، ابوالفضل فرجی[۲]*، مرتضی سام دلیری[۳]، امیرعباس موسوی امیرکلاهی[٤]

[۱] گروه زراعت، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران، رایانامه: h.ebrahimi@gmail.com

[۲] بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و اموزش کشاورزی ومنابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران، رایانامه: abolfazlfaraji@yahoo.com

[۳] گروه زراعت، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران، رایانامه: agronomist1395@gmail.com

[٤] گروه زراعت، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران، رایانامه: mosavi_amirabbas@yahoo.com

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی-پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۰۲/۰٤
تاریخ بازنگری: ۱٤۰۱/۰۳/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۰۳/۲۷
تاریخ چاپ: ۱٤۰۲/۰٤/۰۳

واژه‌های کلیدی:
ارقام کلزا
درصد روغن
عملکرد دانه
گوگرد
نیتروژن

چکیده

به منظور بررسی اثر نیتروژن و گوگرد بر عملکرد کمی و کیفی کلزا، آزمایشی به صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی شصت کلاته گرگان در سال ۱۳۹۷ انجام شد. فاکتور اول شامل چهار مقدار کود نیتروژن ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (از منبع اوره)، فاکتور دوم شامل دو مقدار کود گوگرد به مقادیر صفر (شاهد) و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و فاکتور سوم شامل دو رقم هیبرید کلزای بهاره‌هایولا ۵۰ و آرجی‌اس ۰۰۳ بودند. نتایج بررسی نشان داد که عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد خورجین در مترمربع، تعداد دانه در خورجین، درصد پروتئین و درصد روغن تحت تأثیر رقم، نیتروژن و گوگرد قرار گرفت. مقایسه میانگین اثرات متقابل نیتروژن و رقم نشان داد که عملکرد بیولوژیک (۸۳٦۰ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۲۷۵/٦ گرم در مترمربع)، وزن هزار دانه (٤/۱ گرم)، تعداد خورجین در مترمربع (۵۲۳۲/٤۳)، تعداد دانه در خورجین (۳۱/٦٤)، پروتئین دانه (۲٤/۳۲ درصد)، قند محلول (۳۳/۳۵ میکرومول بر گرم) و کلروفیل کل (۱/۳۸ میلی‌گرم بر گرم) در سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و رقم هیبریدهایولا ۵۰ و بیشترین روغن دانه (٤۱/٦۵ درصد) در سطح ۷۵ کیلوگرم نیتروژن و رقم هیبریدهایولا ۵۰ مشاهده شد. هم‌چنین مقایسه میانگین حاصل از اثر متقابل گوگرد و رقم نشان داد که بیش‌ترین میزان تعداد شاخه جانبی (٦/۸)، تعداد خورجین در مترمربع (٤۳٤۵/٦۳)، تعداد دانه در خورجین (۳۰/٤۳)، وزن هزار دانه (۳/۷۱ گرم)، عملکرد بیولوژیک (۷۸٤۳ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۲۵٤/۳۲ گرم در مترمربع)، شاخص برداشت (۳۱/۷۳ درصد)، روغن دانه (۳۹/۸۳ درصد)، قند محلول (۲۹/۸۰ میکرومول بر گرم) و کلروفیل کل (۱/۳٦ میلی‌گرم بر گرم) در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد و رقم هیبریدهایولا ۵۰ بدست آمد. به نظر می‌رسد که رقم هیبریدهایولا ۵۰ توانایی جذب و انتقال نیتروژن و گوگرد بهتری داشته و به همین دلیل عملکرد بیش‌تری تولید نمود.

استناد: روئین، علی؛ باقی‌زاده، امین؛ رقامی، محمود؛ موسوی، امیر. (۱٤۰۲). ارزیابی برخی از پاسخ‌های فیزیولوژیکی سه توده بومی هندوانه (*Citrullus lanatus* L.) به تنش خشکی. *فیزیولوژی محیطی گیاهی*، ۷۰ (۲)، ۱۲٦-۱۱۲.

Doi: 10.30495/iper.2022.1957384.1789
Dor: 20.1001.1.24237671.1402.18.70.8.8

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

با توجه به افزایش سریع جمعیت و تحت‌تأثیر قرار دادن روند رشد و توسعه جوامع بشری، بیش‌تر کشورهای در حال توسعه از نظر تولید منابع غذایی با کمبود شدید مواجه هستند، لذا در این کشورها تولید باید دائماً در حال افزایش بوده تا از کمبود مواد غذایی در جامعه جلوگیری به‌عمل آید (Hoodgar et al., 2010). از آنجا که نیازهای غذایی بشر متنوع بوده و شامل هیدرات‌های کربن، پروتئین‌ها، چربی‌ها، ویتامین‌ها و سایر مواد ضروری است، امروزه گیاهان منابع عمده تأمین مواد غذایی در جهان می‌باشند (Azizi et al., 2007).

در بین گیاهان زراعی، گیاهان روغنی دارای جایگاه خاصی می‌باشند، در این میان گیاه کلزا به واسطه درصد بالای روغن یکی ازگیاهانی است که توسعه کشت آن در چند سال اخیر قابل توجه بوده است (Aliyary and Shekari, 2004). گیاه کلزا را می‌توان در تناوب با غلات کشت نموده و بسته به حاصلخیزی خاک و پتانسیل ارقام، بین ۱۵۰۰کیلوگرم در هکتار در اراضی دیم و حدود ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در کشت آبی عملکرد دانه و ٦۰۰ تا ۱۲۰۰ کیلوگرم روغن گیاهی با کیفیت عالی تولید کرد (Azizi et al., 2007). ویژگی‌های خاص گیاه کلزا و سازگاری آن با شرایط مختلف آب و هوایی، اهمیت این محصول را بیش‌تر نموده است که به‌عنوان نقطه امیدی در جهت تأمین روغن خام مورد نیاز کشور تلقی می‌شود. دانه کلزا بیش از ٤۰ درصد روغن و ۳۸ تا ٤٥ درصد پروتئین دارد. روغن کلزا یکی از مناسب‌ترین روغن‌های خوراکی جهت تأمین سلامتی انسان می‌باشد (Malakouti et al., 2001).

مدیریت در تغذیه گیاهان زراعی یکی از مهم‌ترین عواملی است که بر رشد و تولید اثر می‌گذارد (Karami et al., 2018) نیتروژن نقش کلیدی در رشد و نمو و در نهایت عملکرد گیاهان ایفا می‌کند، بنابراین کمبود نیتروژن یکی از عوامل مهم محدود کننده تولید در گیاه زراعی به شمار می‌رود (Modhej et al., 2014). نیتروژن در تشکیل اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و کلروفیل شرکت دارد. اگر نیتروژن به مقدار کافی در دسترس گیاه قرار گیرد، باعث افزایش سرعت رشد گیاه و ذخیره مواد پروتئینی دانه می‌شود (Mazid et al., 2012).

گوگرد یکی دیگر از عناصر ضروری و مورد نیاز گیاهان است که کاربرد آن کم‌تر مورد توجه بوده است (Ne Smith, 1991). مقدار گوگرد مورد نیاز برای رشد مطلوب گیاهان متفاوت بوده و ۰/۲ تا ۰/۵ درصد وزن خشک گیاهان را تشکیل می‌دهد (Marschner, 2007). گیاهان دانه روغنی در مقایسه با دیگر گیاهان برای رشد و نمو به میزان بیش‌تری گوگرد نیاز دارند (Das and Das, 1994). گوگرد نقش‌های مهمی در گیاهان دارد، به‌طوری‌که در تثبیت ساختار پروتئین‌ها، در فعالیت‌های متابولیکی ویتامین‌ها، سنتز محتوی ضروری آمینه اسیدهای گوگرد و کوآنزیم آ و تشکیل کلروفیل مشارکت دارد (Akter et al., 2013). گوگرد تأثیر مهمی در افزایش جذب دیگر عنصرها (نظیر فسفر) در خاک‌های قلیایی دارد (Rahman et al., 2007). بررسی اثر سطوح نیتروژن (صفر، ٤۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و سولفور (صفر تا ۹۰کیلوگرم در هکتار) نشان داد که اثر نیتروژن روی تعداد شاخه، تعداد غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه مثبت بود (Noorullakhan et al., 2002). Moraditalavat و همکاران (2007) بیان داشتند که نیتروژن عملکرد دانه کلزا را از طریق افزایش تعداد غلاف و وزن هزار دانه زیاد می‌نماید. در آزمایش Islam و Evans (2005) بر روی خصوصیات گیاه کلزا ملاحظه شد که به‌کارگیری ٤۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در مقایسه

با ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار، باعث کاهش در تعداد غلاف در مترمربع، تعداد دانه در غلاف، وزن خشک دانه‌ها و کاهش درصد روغن دانه شد. Taherkhani و همکاران (2006) در یک آزمایش تیمارهای کودی نیتروژن (صفر،۱۸۰،۱۲۰،۶۰و ۲۴۰) کیلوگرم در هکتار بر روی عملکرد کلزا نشان دادند که منابع کودی اوره و نیترات آمونیوم در مقایسه با سایر منابع کودی در افزایش عملکرد دانه مؤثرتر بودند. در تحقیق آن‌ها بالاترین عملکرد دانه کلزا با مصرف ۲۴۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار حاصل گردید و با کاهش مصرف میزان نیتروژن، عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. Laaniste و همکاران (2004) مشاهده نمودند که افزایش نیتروژن، پروتئین کلزا را افزایش ولی درصد روغن آن را کاهش داد.

نظر به اهمیت تغذیه مناسب گیاهی برای رسیدن به عملکرد مطلوب در گیاهان زراعی و تأثیر این فاکتور بر عملکرد محصول (کمی و کیفی) و افزایش هزینه‌های تولید در اثر مصرف زیاد مواد شیمیایی در فعالیت‌های متداول کشاورزی، ضرورت انجام چنین تحقیقاتی با هدف به‌کارگیری و آزمون روش‌های سازگار با سیستم‌های کشاورزی پایدار، به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی، ارتقای حاصلخیزی خاک، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و نیز بالا بردن راندمان عملکرد با استفاده از مدیریت میزان مصرف نیتروژن و گوگرد، برا ی تولید کلزا را بیش از پیش نمایان می‌سازد، لذا این تحقیق با هدف یافتن نسبت مناسب کاربرد کود نیتروژن و گوگرد جهت کشت کلزا، مطالعه نحوه واکنش دو رقم کلزا نسبت به کود نیتروژن و گوگرد و بررسی اثربخشی آن‌ها بر عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد روغن دو رقم کلزا به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

مختصات جغرافیایی و آب وهوای منطقه مورد آزمایش: به‌منظور بررسی تاثیر سطوح کودی نیتروژن و گوگرد روی ویژگی‌های کمی و کیفی دو رقم کلزا، پژوهشی در سال ۱۳۹۷در مزرعه تحقیقاتی شصت کلاته گرگان، دارای عرض جغرافیایی۳۶ درجه و۳۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی۵۴ درجه و۲۵ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۶ متر ازسطح دریا و متوسط بارندگی سالیانه ۴۵۰ میلی‌متر انجام شد.

طرح آزمایشی: این آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتورهای مورد بررسی شامل کود نیتروژن در چهار سطح: ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (از منبع اوره) و کود گوگرد در دو سطح: بدون کاربرد و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (پودر گوگرد ۹۹/۵ درصد) و دو رقم هیبریدهایولا ۵۰ و آرجی‌اس ۰۰۳ بودند. بذرهای دو رقم کلزا از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه شدند.

آماده سازی زمین و اعمال تیمارها: پس از تهیه بذرها، آزمون جوانه‌زنی در محیط پتری‌دیش در دستگاه ژرمیناتور (دمای ۲۸ درجه سلسیوس در روز و ۲۰ درجه سلسیوس در شب، رطوبت ۶۰ درصد و با طول مدت روشنایی ۱۲ ساعت با شدت ۱۲۰۰ لوکس) انجام و مشخص شد که ۹۶ درصد بذرها قابلیت جوانه‌زنی دارند. قطعه زمینی به مساحت ۱۰۰۰ مترمربع انتخاب، در پائیز شخم زده شد و پس از دیسک زنی، تسطیح و کرت‌بندی شد. برای اطمینان از دستیابی به تراکم مورد نظر، پس از استقرار بوته‌ها در مرحله سه الی چهار برگی عملیات تنک کردن انجام شد. کاشت به صورت خطی و با دست انجام گرفت. هر کرت آزمایشی دارای چهار خط کاشت

به طول سه متر و فاصله بین کرتها ۰/۵ متر و بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. عملیات آماده‌سازی زمین زراعی برای تهیه بستر بذر شامل شخم، دیسک و ماله‌کشی در ماه مهر انجام شد و کاشت بذور در ۱۶ آبان‌ماه بعد از انجام کوددهی پایه صورت گرفت. پیش از آماده‌سازی قطعه زمین مورد نظر، با استفاده از الگوی W از عمق ۰ تا ۶۰ سانتی‌متر خاک نمونه‌گیری شده و درصد عناصر موجود در آن تعیین شد که نتایج مربوط به آزمایش خاک در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: نتایج تجزیه نمونه خاک گرفته شده از مکان آزمایش

عمق خاک (سانتی‌متر)	درصد آهک	pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	رس درصد	سیلت درصد	شن درصد	نیتروژن کل(درصد)	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)
۰-۳۰	۱۳	۷/۷	۰/۸	٤۱	٤٥	۱۱	۰/۱۳	۹/٥	۳۸۰
۳۰-٦۰	۱۷	۷/۹	۱/۲	٤۳	٤۷	۱۳	۰/۱۲	۱۰/٥	۳۸٤

مقادیر کودی گوگرد چند هفته پیش از کاشت، ولی مقادیر کودی نیتروژن در سه نوبت (یک سوم قبل از کاشت، یک سوم در مرحله شروع ساقه‌دهی و یک سوم در مرحله شروع گلدهی) در کرت‌های آزمایش پخش شدند. برای کنترل علف‌های هرز از علف‌کش ترفلان به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار و به صورت پیش از کاشت استفاده شد. طی فصل رشد نیز به دفعات لازم وجین دستی (در مرحله شروع روزت و شروع گلدهی) انجام شد. آبیاری‌های اولیه تا استقرار بوته‌ها، هر چهار تا شش روز یکبار و پس از آن تا انتهای فصل رشد به کمک بارندگی‌های پاییزه انجام شد. پنجاه سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هرکرت و یک خط از هر سمت کرت از کلیه کرت‌ها حذف و قسمت باقیمانده جامعه آماری مورد نمونه‌گیری آزمایش را تشکیل داد.

اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک: برای اندازه‌گیری عملکرد بوته‌های دو ردیف وسطی کلیه کرت‌ها برداشت شده و همچنین درصد روغن دانه با استفاده از روش مستقیم (توسط دستگاه سوکسله) اندازه‌گیری شد. ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و طول خورجین در هر کرت در هر مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی در چند نقطه اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها محاسبه شد. به‌منظور تعیین اجزای عملکرد دانه تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از هر کرت برداشت و سپس تعداد خورجین در مترمربع، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه بر روی همین نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. نمونه‌های ۱۰ گرمی از دانه به‌طور تصادفی برداشت و در آزمایشگاه درصد پروتئین و درصد روغن اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری قند محلول از روش اشلیگل (Shlegl, 1986) استفاده شد. جهت اندازه گیری کلروفیل کل نیز از روش آرنون (Arnon, 1949) به کار گرفته شد. داده‌های آزمایش از نظر نرمال بودن مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز شد. مقایسه میانگین داده‌ها به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت پذیرفت.

نتایج

عملکرد بیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد نیتروژن اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر صفت عملکرد بیولوژیک داشت. هم‌چنین اثر متقابل نیتروژن و رقم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل نیتروژن و رقم نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد بیولوژیک افزایش می‌یابد. تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۸۳٦۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین

میزان عملکرد بیولوژیک در رقم هیبریدهایولا ۵۰ بود. تیمار ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۵۲۰٤ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد بیولوژیک را در رقم آرجی‌اس ۰۰۳ را نشان داد (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس نشان داد گوگرد تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفت عملکرد بیولوژیک داشت. اثرمتقابل بین گوگرد و رقم نیز معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و گوگرد نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک (٦۷٤۳ کیلوگرم در هکتار) در سطح ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و رقم هیبریدهایولا ۵۰ و کمترین عملکرد بیولوژیک (۷۱۱۹ کیلوگرم در هکتار) در عدم مصرف گوگرد و رقم آرجی‌اس مشاهده شد (جدول ٤).

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده ارقام کلزا تحت تاثیر منابع تامین کننده نیتروژن و گوگرد

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد خورجین در متر مربع	تعداد دانه در خورجین	درصد پروتئین	درصد روغن	قند محلول	کلروفیل کل
تکرار (R)	۲	۱۰٤۲۳*	۳٦۳۲*	۰/۰٦۲ns	۳٤٤۲٤٦۱ns	۲/٤۳ns	۷/۰۹ns	۱۰/۹۵ns	۲/٤۲*	۱/۲٦*
رقم (C)	۱	۱۵۲۰٤*	۹٦٤*	۰/۰۱۸ns	۱٦٦٤۳۲۱ns	۰/۲۹*	۰/۹۵ns	۲۲۷/۵٤*	۰/۵۹*	۰/۳۸*
گوگرد (S)	۱	۱۵۰۱۵٤*	۱۳۰۸۳*	۰/۰۰۰۲*	۲۳ns	۰/۰٦*	۱/۹٤ns	٦/٦۵*	۵/۳۰*	٤/۸۳*
نیتروژن (N)	۳	٤۷۹۳٤*	۲٤۳۲۳**	۰/۲۸۵**	۱۲٤۹۰۳۲**	۱۲/۷۰**	۱۷/۹٤**	۸٦/۷۵**	۱۷/۲۸**	۸/٤٦**
C×S	۱	٦۷۳۲*	٦۳۲۳*	۰/۰۰٦۸*	٦۷۸۲٤۳*	٦/۵٤*	۲/٦٤ns	۳۱/۹٤*	٤/۳۳*	۲/۲۰*
C×N	۳	۳۲٤۳٤*	٤۸۳**	۰/۱۰۹**	٤۷۹۱٤۳*	۱/۸٤**	٤/۵۳*	۱۷**	۰/۲۲**	٤۸۳**
S×N	۳	۲۱۸۳٤ns	۱۵۵٤ns	۰/۰۰۱۸ns	٦۸۲۹ns	۰/۸٤ns	۳/۸٤ns	۲۱/٦ns	۲/۲۰ns	۰/۱۸ns
C×S×N	۳	۲۸۱۹٤ns	۲٤۳٤/۸ns	۰/۰۱۸ns	۱۰۷۷۳۳۲ns	۲/۰٤ns	۳/۲۳ns	۳٦/۷۵ns	۱/٤۸ns	۰/۹۰ns
اشتباه آزمایشی	٤۲	۹٤۲/۳٤	۸۰۲/۵	۰/۰۳۲	٤۷۳۰۵۱	۳/٤۳	۳/۳	٤/۷۵ns	۰/۳۵۸	۰/۲۹
CV ٪		۱۸/٤۳	۱۱/٤	۷/٤۵	۱٤/٦	٤/۷٦	٦/۸٤	٤/٦۷	۵/۱٦	۳/۸۵

ns و ** و * به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۱و ۵ درصد

جدول ۳: مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای نیتروژن و رقم بر روی صفات مختلف ارقام کلزا

رقم	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	صفات								
		عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (گرم درمترمربع)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد خورجین در مترمربع	تعداد دانه در خورجین	پروتئین دانه (درصد)	روغن دانه (درصد)	قند محلول (میکرومول بر گرم)	کلروفیل کل(میلی‌گرم بر گرم)
هایولا ۵۰	۲۵	۵۷٤۳d	۱٦۹/۲۳f	۳/۲۵d	۲۸۹٤/۵۳e	۲٤/٤۲d	۲۱/۸۳e	۳٦/٤۱d	۱۹/۵۳f	۰/۸۳e
	۵۰	٦۵۸۳c	۱۸۵/۹٤d	۳/٤٤cd	۳۳۲٤/۵٤d	۲۵/۸۳c	۲۲/۱۹d	۳۸/۵۸c	۲۱/٦٤d	۱/۱۸d
	۷۵	۷۸٤۳ab	۲۱۳/٤۳c	۳/٦bc	٤۷۹۳/۷٤b	۲۸/٤۳b	۲۳/۱۲bc	٤۱/٦۵a	۲۵/۵۰c	۱/۲۵c
	۱۰۰	۸۳٦۰a	۲۷۵/٦a	٤/۱a	۵۲۳۲/٤۳a	۳۱/٦٤a	۲٤/۳۲a	۳۹/۲۵b	۳۳/۳۵a	۱/۳۸a
آرجی اس ۰۰۳	۲۵	۵۲۰٤e	۱۵٤/٤۳g	۳/۱۵e	۲۵٤۵/۳۷f	۲۳/۵۳e	۲۱/٤۱f	۳٦/۰۹d	۱۸/۲۵g	۰/۷۵e
	۵۰	٦۳۲۵c	۱۷٤/۹۳e	۳/۳٦d	۳۱٤۳/۷٤d	۲۵/٦۲cd	۲۱/۹۳de	۳۸/۷۵c	۲۰/۱۵e	۱/۱٦d
	۷۵	۷۲۸٤b	۱۹۸/۵٤cd	۳/۵c	٤٤٦٦/۹۱c	۲٦/۳۷c	۲۲/۸۵c	٤۱/۱۲a	۲۳/۳۳cd	۱/۲۳c
	۱۰۰	۷۸۹٤ab	۲٤۳/۷b	۳/۸b	٤۸۳۲/٦۳ab	۲۹/۸۳b	۲۳/۸۷b	۳۹/۳۲b	۲۸/۵۰b	۱/۳۰b

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ردیف در هر شاخص، بر اساس آزمون دانکن در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ٤: مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای گوگرد و رقم بر روی صفات مختلف ارقام کلزا

رقم	گوگرد (کیلوگرم در هکتار)	صفات									
		عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد خورجین در مترمربع	تعداد دانه در خورجین	پروتئین دانه (درصد)	روغن دانه (درصد)	قند محلول (میکرو مول بر گرم)	کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم)
هایولا ۵۰	۰	۷۳۸٤^{d}	۲۲٤/۹٤^{b}	۳/۵۸^{b}	٤۱٤۳٤/۱٦^{b}	۲۸/۹۳^{b}	۲۱/۸۹^{a}	۳۷/۷۱^{c}	۲٦/۳۳^{b}	۰/۸۳^{b}
	۲۰۰	۷۸٤۳^{a}	۲۵٤/۳۲^{a}	۳/۷۱^{a}	٤۳۵٤/٦۳^{a}	۳۰/٤۳^{a}	۲۲/٦۳^{a}	۳۹/۸۳^{a}	۲۹/۸۰^{a}	۱/۳٦^{a}
آر جی اس ۰۰۳	۰	۷۱۱۹^{c}	۲۱٤/۳۹^{b}	۳/٤۹^{c}	٤۰۸۱/۸٤^{c}	۲۷/۸۳^{c}	۲۱/۷۵^{a}	۳٦/٦۲^{d}	۲۵/۵۰^{b}	۰/۷۷^{c}
	۲۰۰	۷۵۸۳^{b}	۲٤۱/۷۰^{a}	۳/٦۵^{b}	٤۲٤۵/۵۳^{b}	۲۹/۲۳^{ab}	۲۲/۳٤^{a}	۳۸/۵۸^{b}	۲۸/۱۲^{a}	۱/۳۳^{a}

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ردیف در هر شاخص، بر اساس آزمون دانکن در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد نیتروژن تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه داشت. هم‌چنین اثرمتقابل نیتروژن و رقم نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل نیتروژن و رقم نشان داد با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد دانه افزایش یافت. بیش‌ترین عملکرد دانه با میانگین ۲۷۵/٦ گرم در مترمربع در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و رقم هیبریدهایولا ۵۰ و کم‌ترین میزان آن با میانگین ۱۵٤/٤۳ گرم در مترمربع در سطح ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و رقم آرجی‌اس مشاهده شد (جدول ۳). نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر گوگرد و اثر متقابل گوگرد و رقم در سطح احتمال پنج درصد بر روی صفت عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که مصرف گوگرد عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. به‌طوری که در سطح ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و رقم هیبریدهایولا ۵۰ بیش‌ترین عملکرد دانه با میانگین ۲۵٤/۳۲ گرم در مترمربع و کم‌ترین آن با میانگین ۲۱٤/۳۹ گرم در مترمربع در عدم مصرف گوگرد و رقم آرجی‌اس ۰۰۳ حاصل شد (جدول ٤).

وزن هزار دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد نیتروژن و اثر متقابل آن با رقم، تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفت وزن هزار دانه داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل نیتروژن و رقم نشان داد که بیش‌ترین وزن هزار دانه (٤/۱ گرم) در رقم هیبریدهایولا (۵۰) ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن (۳/۱۵ گرم) در رقم آرجی‌اس ۰۰۳ و ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح گوگرد و اثر متقابل آن و رقم در سطح احتمال پنج درصد بر صفت وزن دانه معنی‌دار شد (جدول ۲). هم‌چنین مقایسه میانگین اثرات متقابل گوگرد و رقم نشان با افزایش سطوح گوگرد در هکتار وزن هزار دانه افزایش یافته است بطوریکه بیش‌ترین وزن هزار دانه با میانگین ۳/۷۱ گرم در سطح ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و رقم هیبریدهایولا۵۰ مشاهده شده و کم‌ترین آن در عدم مصرف گوگرد بدست آمد (جدول ٤).

تعداد خورجین در مترمربع: اثر سطوح مختلف نیتروژن و اثر متقابل رقم و نیتروژن بر تعداد خورجین در متر مربع در سطح یک درصد معنی‌دار شد. براساس نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم و اثر متقابل رقم و گوگرد بر تعداد خورجین در مترمربع

در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین تعداد خورجین (۵۲۳۲/۴۳ خورجین در مترمربع) در سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و رقم هیبریدهایولا ۵۰ و کم‌ترین تعداد خورجین (۲۴۴۵/۳۷ خورجین در مترمربع) در تیمار ۲۵ کیلوگرم نیتروژن و رقم آرجی‌اس مشاهد شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح گوگرد و رقم نشان داد بیش‌ترین تعداد خورجین در مترمربع در سطح ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و رقم هیبریدهایولا ۵۰ بدست آمد و کم‌ترین تعداد خورجین از عدم مصرف گوگرد و رقم آرجی‌اس حاصل شد (جدول ٤).

تعداد دانه در خورجین: نتایج تجزیه واریانس نشان داد سطوح تاثیر نیتروژن و اثر متقابل نیتروژن و رقم در سطح احتمال یک درصد بر تعداد دانه در خورجین معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرمتقابل نیتروژن و رقم نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه در خورجین (۳۱/۶۲ دانه) مربوط به ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و رقم هیبریدهایولا ۵۰ و کم‌ترین تعداد دانه در خورجین (۲۳/۵۳ دانه) مربوط به ۲۵ کیلوگرم نیتروژن و رقم آرجی‌اس ۰۰۳ بود (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که گوگرد و اثرمتقابل گوگرد و رقم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل گوگرد و رقم نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه در خورجین (۳۰/۴۳ دانه) در سطح ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و رقم هیبریدهایولا ۵۰ و کم‌ترین میزان (۲۷/۸۳ دانه) از عدم مصرف گوگرد در رقم آرجی‌اس ۰۰۳ بدست آمد (جدول ٤).

درصد پروتئین: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف نیتروژن اثر معنی‌داری بر درصد پروتئین دانه در سطح یک درصد دارد. هم‌چنین اثرمتقابل نیتروژن و رقم نیز معنی‌دار بود (جدول ۲). براساس نتایج جدول ۳، بیش‌ترین درصد پروتئین در سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و رقم هیبریدهایولا ۵۰ با میانگین ۲٤/۳۲ درصد و کم‌ترین درصد پروتئین نیز با میانگین ۲۱/٤۱ درصد متعلق به سطح ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و رقم آرجی‌اس ۰۰۳ بود. نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که اثرمتقابل سطوح مختلف گوگرد و رقم بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۲). تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که اثر سطوح گوگرد بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار نمی‌باشد. اما با توجه به جدول ٤، بیش‌ترین درصد پروتئین دانه در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و رقم هیبریدهایولا ۵۰ با میانگین ۲۲/٦۳ درصد است و در صورت عدم مصرف گوگرد در رقم آرجی‌اس ۰۰۳ کم‌ترین میزان پروتئین دانه با میانگین ۲۱/۷۵ درصد مشاهده شد که در یک گروه آماری قرار دارند.

درصد روغن دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد نیتروژن تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفت درصد روغن داشت. هم‌چنین تجزیه واریانس نشان داد اثر صفت مذکور در بلوک معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نیتروژن و رقم نشان داد با افزایش سطوح نیتروژن از ۲۵ کیلوگرم تا ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار درصد روغن افزایش یافته و سطح ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در رقم هیبریدهایولا ۵۰ با میانگین ٤۱/٦۵ درصد بیشترین درصد روغن را به خود اختصاص داده است، با مصرف بیش‌تر نیتروژن در سطوح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار درصد روغن کاهش یافت (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس نشان داد گوگرد و اثر متقابل گوگرد و رقم تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر صفت درصد روغن داشت (جدول ۲). هم‌چنین نتایج مقایسه اثرات متقابل نشان داد با مصرف گوگرد درصد روغن افزایش یافت. کمترین

درصد روغن با میانگین ۳۶/۶۲ درصد در تیمار عدم مصرف گوگرد و رقم آرجی‌اس ۰۰۳ و بیش‌ترین درصد روغن با میانگین ۳۹/۸۳ درصد در سطح ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار مشاهده شد (جدول ٤).

قند محلول: نتایج تجزیه واریانس نشان داد نیتروژن و گوگرد تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد بر صفت قند محلول داشت. هم‌چنین اثرمتقابل نیتروژن و رقم نیز در سطح احتمال یک درصد و نیز اثر متقابل گوگرد و رقم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل نیتروژن و رقم نشان داد با افزایش مصرف نیتروژن قند محلول افزایش یافت، و در رقم‌هایولا نسبت به رقم آر جی اس قند محلول بالاتری مشاهده شد (جدول ۳). بیش‌ترین میزان قند محلول با میانگین ۳۳/۳۵ (میکرومول بر گرم) در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و رقم هیبریدهایولا ۵۰ و کم‌ترین میزان آن با میانگین ۱۸/۲۵ (میکرومول بر گرم) در سطح ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و رقم آرجی‌اس مشاهده شد (جدول ۳). در اثر متقابل رقم و گوگرد نیز با مصرف گوگرد در هر دو رقم قند محلول نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری یافت (جدول٤).

کلروفیل کل: نتایج تجزیه واریانس در جدول ۲ نشان داد نیتروژن و گوگرد تاثیر معنی‌داری بر روی کلروفیل کل داشتند. اثرمتقابل نیتروژن و رقم نیز در سطح احتمال یک درصد و نیز اثر متقابل گوگرد و رقم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل نیتروژن و رقم نشان داد با افزایش مصرف نیتروژن کلروفیل کل افزایش یافت، و در رقم‌هایولا نسبت به رقم آر جی اس مقدار کلروفیل کل بالاتری مشاهده شد (جدول ۳). بیش-ترین میزان کلروفیل کل با میانگین ۱/۳۸ (میلی گرم بر گرم) در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و رقم هیبریدهایولا ۵۰ و کم‌ترین میزان آن با میانگین ۰/۷۵ (میلی گرم بر گرم) در سطح ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و رقم آرجی‌اس مشاهده شد (جدول ۳). در اثر متقابل رقم و گوگرد نیز با مصرف گوگرد در هر دو رقم مقدار کلروفیل کل نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری یافت (جدول٤).

بحث

Ghanahi و Chegeni (2020) گزارش نمودند که نیتروژن عملکرد ماده خشک را به وسیله تأثیر گذاشتن بر پارامترهای رشد رویشی بالا می‌برد و در نتیجه باعث افزایش آسمیلاسیون گیاهی می‌گردد. در توجیه افزایش عملکرد بیولوژیک با افزایش مصرف نیتروژن در هکتار میتوان چنین استدلال نمود که افزایش کود نیتروژن موجب توسعه پوشش گیاهی، افزایش فعالیت فتوسنتزی، ارتفاع بیشتر و افزایش تجمع ماده خشک می‌شود که این عوامل دارای نقش مؤثری در افزایش عملکرد بیولوژیک می‌باشند (Rabiee and Jilani, 2012). Mostafavi و همکاران (2011) گزارش کردند بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک در هکتار در اثر کاربرد ٤۰ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار بدست آمد که نشانگر اهمیت گوگرد در افزایش رشد رویشی و زایشی کلزا می‌باشد. همچنین Foroughi و Ebadi (2012) گزارش کردند که کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار روی گیاه گلرنگ تفاوت معنی‌داری بر این صفت نداشت و میزان عملکرد بیولوژیک به میزان رشد اندام‌های هوایی بستگی دارد، بنابراین گوگرد با تأثیر بر سنتز کلروپلاست، اسیدهای چرب و افزایش فعالیت فتوسنتزی باعث بالا بردن تولید بیولوژیک در اجزای مختلف گیاه شده و عملکرد بیولوژیک را افزایش می‌دهد. ازآنجایی که افزایش عملکرد دانه برآیند اجزای عملکرد می‌باشد هرگونه افزایش در اجزای عملکرد منجر به افزایش

عملکرد دانه می‌شود از طرفی با توجه به هدف کشت کلزا که روغن می‌باشد، عملکرد روغن وابسته به عملکرد دانه است تا به درصد روغن، از این رو بالاترین عملکرد روغن معمولاً بالاترین عملکرد دانه بدست می‌آید (Jackson, 2000).

Grant و Baileyin (1993) گزارش نمودند که نیتروژن عملکرد دانه را از طریق افزایش تعداد شاخه و جوانه در گیاه تحت تأثیر قرار می‌دهد. هم‌چنین افزایش کاربرد نیتروژن، به‌دلیل کاهش درصد ریزش گل‌ها و در نتیجه افزایش تعداد خورجین در واحد سطح و هم‌چنین تأثیر بر اجزای مختلف رشد از جمله تعداد شاخه در بوته، تعداد جوانه گل در گیاه، بهبود توان رشدی از راه ازدیاد طول ساقه، تعداد گل در هر شاخه، وزن کل گیاه، شاخص سطح برگ، تعداد و وزن خورجین‌ها و تعداد دانه در خورجین عملکرد دانه را افزایش داد (Ghanahi and Chegeni, 2020).

Habibi و همکاران (2014) گزارش کردند گوگرد بر فرآیند فتوسنتز و متابولیسم گیاه نقش مهمی دارد و باعث تقویت گیاه در مرحله زایشی شده و تشکیل دانه را تحریک می‌کند و در نتیجه تعداد دانه در خورجین افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد در بین اجزای عملکرد تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین دو عامل اصلی افزایش عملکرد دانه محسوب می‌شوند. این نتایج با نتایج Jackson (2000) مطابقت دارد. در آزمایش مشابه، Mostafavi و همکاران (2011) با سه سطح کود اوره صفر، ٤٠ و ٨٠ کیلوگرم در هکتار بر روی کلزا مشخص شد روورد عملکرد دانه را افزایش داد و بیش‌ترین عملکرد دانه از سطح ٤٠ کیلوگرم درهکتار بدست آمد. هم‌چنین در آزمایش دیگری دلایل تأثیر مثبت گوگرد بر عملکرد دانه را بخاطر افزایش شاخص سطح برگ و تولید ماده خشک گزارش شده است (Bonari et al., 2013). در آزمایش مشابه تأثیر مصرف (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) روی گیاه کلزا مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد بیش‌ترین وزن هزار دانه از بالاترین سطح مصرف نیتروژن و کم‌ترین آن در عدم مصرف بود (Seyed sharif et al., 2012). بررسی‌های Keyhanian و همکاران (2012) نشان داد مقادیر نیتروژن بر وزن هزار دانه تأثیر معنی‌داری دارد. وزن هزار دانه بیانگر مقدار نمو دانه است که عامل مهم و تعیین کننده عملکرد دانه می‌باشد (Sana et al., 2003). بهبود وزن دانه در این آزمایش را می‌توان به افزایش کارایی فتوسنتزی گیاه و در نهایت بهبود رشد گیاه با اضافه کردن نیتروژن به خاک نسبت داد (Kaya et al., 2009). بررسی‌های Karimi و همکاران (2012) حاکی از افزایش معنی‌دار وزن دانه کلزا در نتیجه مصرف گوگرد می‌باشد. نتایج این مطالعه با نتایج وی مطابقت دارد. Karimi و همکاران (2012) گزارش کردند افزایش سطوح گوگرد نیز منجر به افزایش ۵/۹۵ درصدی وزن دانه در مقایسه با تیمار شاهد شد. در مطالعه دیگر، Daneshmand و همکاران (2012)، دریافتند که اثر نیتروژن برتعداد خورجین در بوته معنی‌دار و تیمار بدون مصرف نیتروژن کمترین خورجین را در بوته تولید کرد (Seyed sharif et al., 2012). Riffkin (2012) بیان کرد با افزایش مقادیر نیتروژن تعداد غلاف‌های کلزا افزایش می‌یابد و از شدت سقط غلاف‌ها کاسته می‌شود. از طرفی تولید تعداد مناسبی از خورجین‌ها که بتواند چرخه رشد خود را به طور طبیعی کامل کنند می‌تواند نقش بارزی در افزایش عملکرد ایفا کنند. البته در زراعت کلزا تنها بالا بودن تعداد خورجین در بوته نیز نمی‌تواند دستیابی به عملکرد بالا را تضمین کند (Mostafavi et al., 2011)، و نیز تعداد خورجین در بوته به عواملی دیگر همچون رقم، خاک و شرایط محیطی وابسته است (Sana et al., 2003)، لازم به ذکر است پس از

مرحله گلدهی با کاهش سطح برگ بوته‌ها، خورجین‌های موجود در هر بوته نقش مهمی در فتوسنتز دارند (Omidi, 2007). نتایج Mostafavi و همکاران (2011) نشان داد کود گوگرد تعداد خورجین در بوته را افزایش می‌دهد. تعداد خورجین در بوته نقش مهمی در عملکرد دانه دارد، به طور کلی هر عاملی که باعث افزایش تعداد نیام در بوته شود، با اهمیت خواهد بود (شریفی و همکاران، ۱۳۹۰). سید ش(2020) Ghanahi and Chegeni نشان دادند که گوگرد نسبت اندام زایشی به کل ماده خشک گیاهی را افزایش می‌دهد و کمبود گوگرد سبب توقف رشد اندام‌های زایشی و حتی منجر به عقیمی خورجین می‌شود. هم‌چنین تعداد خورجین به سمت انتهایی گیاه کاهش می‌یابد و تعداد دانه در خورجین کاهش یافته و یا خورجین خالی از دانه می‌شود (Malakouti et al., 2001). Mazid و همکاران (2012) در آزمایشی گزارش کردند با افزایش نیتروژن، تعداد دانه در خورجین کاهش می‌یابد. Faratulla و همکاران (2004) نیز گزارش کردند تعداد دانه در خورجین ویژگی مهمی است که به‌طور مستقیم بر عملکرد تأثیر گذار می‌باشد. همچنین اعتقاد بر این است که نیتروژن به دلیل افزایش دوام برگ و حفظ جریان مواد غذایی به سوی گل و غلاف موجب افزایش تعداد دانه در خورجین می‌شود (Seyed sharif et al., 2012). از طرفی با افزایش تعداد دانه در خورجین به علت رقابت بین خورجین‌ها، اندازه دانه‌ها ممکن است کاهش یابد (Fanaei et al., 2012). نتایج این آزمایش با نتایج Mazid و همکاران (2012) مطابقت داشت. Ahmad (2012) گزارش کرد کاربرد گوگرد سبب افزایش معنادار در تعداد دانه در خورجین در کلزا در مقایسه با شاهد می‌شود.

Fazili و همکاران (2008)، Guang و همکاران (2012) نشان داده‌اند که با افزایش مصرف نیتروژن درصد پروتئین دانه افزایش می‌یابد و در حقیقت یک رابطه مستقیم بین این دو وجود دارد. این حقیقت از آنجا ناشی می‌گردد که نیتروژن جزء اصلی اسیدهای آمینه و پروتئین است و با افزایش جذب آن سنتز پروتئین نیزافزایش می‌یابد. با کاهش مقدار نیتروژن و افزایش درصد روغن، کاهش حاصل از عملکرد دانه و در نتیجه کاهش عملکرد روغن را نمی‌توان جبران کرد (Keyhanian et al., 2012). کاهش درصد روغن بخصوص در سطح ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار را می‌توان چنین تفسیر نمود که افزایش مقدار نیتروژن پیش زمینه‌های تشکیل پروتئین در تهیه مواد فتوسنتزی افزایش یافته و مواد در دسترس برای سنتز اسیدهای چرب کاهش می‌یابد و این عامل موجب کاهش درصد روغن خواهد شد (Laaniste et al., 2004). برخلاف نتیجه این آزمایش Daneshmand و همکاران (2012) با بررسی چهار سطح نیتروژن (صفر، ۳٤/۵، ٦۹ و ۱۰۳/۵ کیلوگرم در هکتار) روی کلزا گزارش کردند، تیمار شاهد بیشترین درصد روغن را به خود اختصاص داد. Abdin و همکاران (2006) گزارش کردند گوگرد درصد روغن را افزایش می‌دهد، دلیل افزایش درصد روغن دانه در اثر مصرف گوگرد را نقش مهم گوگرد در بسیاری از اسیدهای چرب و نیاز به این عنصر برای سنتز متابولیت‌های حاوی کوآنزیم‌آ، ویتامین ب، اسیدلیپوئیک و سولفولیپیدها دانستند. Ahmad و همکاران (2007) بیان کردند که افزایش تیمار گوگرد به میزان بیست کیلوگرم در هکتار باعث افزایش روغن دانه در کلزا شد. هم‌چنین افزایش میزان گوگرد مقدار ترکیبات روغن، اسید اولئیک در دانه کلزا را افزایش می‌دهد که دلیل آن فراهمی گوگرد در زمان پر شدن دانه است که

از تبدیل اسید اولئیک به اروسیک و کاهش آن جلوگیری می‌کند (Gan *et al.*, 2007).

یکی از اثرات مثبت کاربرد نیتروژن در گیاه، افزایش قند محلول، پروتئین سازی و افزایش سوخت و ساز در گیاه می‌باشد (Zaid et al., 2019). در پژوهشی مشخص شد استفاده از نیتروژن در کلزا مقدار قند محلول نسبت به شاهد افزایش یافت و موجب افزایش ۱۵ درصدی عملکرد دانه شد (Williams et al., 2021). یکی از اثرات افزایش قند محلول در گیاه می‌توان به افزایش تحمل آن در شرایط تنش‌های محیطی از جمله شوری و خشکی برشمارد (Yang et al., 2019). در پژوهشی نشان داده شده افزایش غلظت قند محلول در کلزا سبب تحمل آن به تنش خشکی شد (Rameeh et al., 2019). گوگرد در ساخت اسیدهای آمینه و پروتئین در گیاهان نقش مهمی ایفا میکند و کمبود گوگرد موجب کاهش عملکرد کمی و کیفی محصول می شود (Najafi et al., 2020). در پژوهش‌هایی مشخص شد که قند محلول در گیاه به افزایش گوگرد پاسخ مثبت می‌دهد که این افزایش موجب تحمل گیاه در شرایط تنش می شود (Perveen et al., 2018). هم‌چنین افزایش نیتروژن و گوگرد موجب افزایش غلظت قند محلول در کلزا شد (Ren et al., 2017). در برخی پژوهش‌ها یکی از دلایل افزایش قند محلول با کاربرد گوگرد را به ساختار گوگرد در قند نسبت می‌دهند که با عرضه کافی آن در گیاه قند محلول نیز افزایش می‌ابد (LI and YI, 2018). کلروفیل در گیاهان از نظر جذب نور و تولید گیاهی نقش مهمی ایفا می‌کند (Lin et al., 2010).

در پژوهش‌های محققان مشخص شده که با کاربرد نیتروژن غلظت کلروفیل در گیاه بالا می‌رود (Pagola et al., 2009). این افزایش غلظت کلروفیل سبب فتوسنتز بهتر گیاه شده، و در نهایت عملکرد آن را افزایش می‌دهد (Schlemmer et al., 2013). محققان در پژوهش‌های خود دریافتند که استفاده از نیتروژن به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مقدار کلروفیل در کلزا را بیش از ۱۵ درصد نسبت به شاهد (عدم استفاده از نیتروژن) افزایش داد (Meskini-Vishkaee et al., 2015). یکی از عناصر پر مصرف گیاهی، گوگرد می باشد که در فرآیندهای رشد گیاهی موثر است (Abedi et al., 2019). ساخت پروتئین و چندین آمینو اسید از استفاده‌های گوگرد در گیاه هست (Droux, 2004). در گزارش‌های محققان آمده است که استفاده از گوگرد در کلزا و ذرت میزان کلروفیل افزایش معنی داری یافت (Hammac et al., 2017; Kurbondski et al., 2019). در این پژوهش نیز طبق تجربیات و پژوهش‌های محققان استفاده از نیتروژن و گوگرد در کلزا میزان کلروفیل افزایش یافت که در نهایت موجب افزایش عملکرد کلزا شد.

نتیجه‌گیری نهایی

از اثر تیمارهای مختلف بر روی خصوصیات کمی و کیفی دو رقم هیبریدهایولا ۵۰ و آرجی‌اس ۰۰۳ این‌طور نتیجه گرفته می‌شود که افزایش نیتروژن سبب افزایش عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد خورجین در مترمربع، تعداد دانه در خورجین، درصد پروتئین و درصد روغن می‌شود. سطح سوم نیتروژن (۷۵ کیلوگرم در هکتار)، مقدار بهینه جهت داشتن بالاترین درصد روغن دانه با میانگین ٤١/٦٥ درصد در رقم هیبریدهایولا ۵۰ می‌باشد. مصرف ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار دارای تاثیر موجب افزایش صفات مورد ارزیابی در ارقام کلزا بوده است. به‌گونه‌ای که بیشترین عملکرد دانه و درصد روغن با میانگین ۲۷۵/٦ گرم و ۳۹/۸۳ درصد مربوط به ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد می‌باشد. باتوجه به نتایج رقم هیبریدهایولا ۵۰ برای تمامی صفات مورد

ارزیابی نسب به رقم آرجی‌اس ۰۰۳ برتر بود و مقادیر بالاتری را نشان داد. باتوجه به نتایج بدست آمده بهترین تیمار نیتروژن و گوگرد برای حصول عمکلردانه بالا به همراه درصد روغن بالا در هکتار را می‌توان نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و گوگرد ۲۰۰ کیلوگرم درهکتار توصیه کرد.

References

Abdin, M.Z., Ahmad, A., Khan, I., Qureshi, M. I. and Abrol, Y.P. (2006). Effect of S and N nutritionon N-accumulation and N-harvest in rapeseed- mustard (*Brassica juncea* L. and *Brassica campestris* L.). Plant and Soil Sciences. 92: 816-817.

Abedi, Z., Najafi Zarrini, H., Emadi, M. and Bagheri, N. (2019). Determining some of the effective traits on soybean yield at different levels of salinity stress in greenhouse conditions. Journal of Plant Production Sciences. 8(2): 157-169.

Ahmad, G., Jan, A., Arif, M.T., Jan, M. and Shad, H. (2012). Effect of nitrogen and sulfur fertilization on yield components, seed and oil yields of canola. Plant Nutrition. 34(14): 2069-2085.

Aliyary, H. and Shekari, F. (2004). Oil Seeds (Agriculture and Physiology). Tabriz Amidi Press, Tabriz.

Arnon DI .(1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts phenoloxidase in Beta vulgaris. Plant physiology 24: 1.

Azizi, M., Soltani, A. and Khavari Khorasani, S. (2007). Canola (Physiology, Agronomy, Breeding, Biotechnology, Jahade Daneshgahi Mashhad Press. Mashhad.

Bonari, A., mousavi nic, M., behdani, M. and besharati, H. (2013). Effect of sulphur fertilizer and nitrogen split application on yield and its components of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Journal of Crop Production. 6(3), 1-15.

Daneshmand, A.R., Nickhah, K.H., Goldoust, K.M. and Moradpoor, S. (2012). Study of the Quantitative and Qualitative Yield of Rapeseed (*Brassica Napus* L. Var Hyola 401) In Different Rates of Nitrogen and Plant Density Conditions. Journal of Research in Crop Sciences. 4(16): 103-116.

Droux, M. (2004). Sulfur assimilation and the role of sulfur in plant metabolism: a survey. Photosynthesis Research. 79(3): 331-348.

Fanaei, H., Akbarimoghaddam, H. and Narouyirad, M. (2012). Evaluation response of different genotypes of spring canola to water deficit. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. 3(11). 2327-32.

Faratulla, H., sardar, A. and Farmman, U. (2004). Comparative yield potential quality characteristics of advanced lnes of rapseed. Journal of Agriculture and Biology. 6:203-205.

Fazili, I. S., Jamal, A., Ahmad, S., Masoodi, M., Khan, J. S. and Abdin, M.Z. (2008). Interactive effect of sulfur and nitrogen on nitrogen accumulation and harvest in oilseed crops differing in nitrogen assimilation potential. Journal of Plant Nutrition. 31(7) :1203- 122.

Foroughi, L. and Ebadi, A. (2012). Effect of nitrogen and sulfur fertilizer application on yield, yield components, and some physiological traits of spring safflower. Electronic journal of crop production. 5(2): 37-56.

Gan, Y., Malhi, S. S., Brandt, S., Katepa-Mupondwa, F. and Kutcher, H. R.(2007). Canola in the Northern Great Plains: Responses to diverse environments and nitrogen fertilization. Agronomy Journal. 99: 1208-1218.

Ghanahi, S. and Chegeni, H. (2020). Effect of phosphate soil composition with phosphorus-solubilizing microorganisms on yield, yield components and canola oil percentage. Crop Physiology. 11(44):77-90.

Grant, C. A. and Baileyin, L.D. (1993). Fertility management canola production. Journal of plant Science. 73. 651-671.

Guang, L., Fang, Z. and Pu-Ying, A. (2012). Relationship among yield managements and selection criteria for yield improvement on early rapeseed (*Brassica napus* L.). Agricultural science in China. 10(2): 997-1003.

Habibi, M., Majidian, M. and Rabiei, M. (2014). Effect of boron, zinc and sulfur elements on grain yield and fatty acid composition of rapeseed. Journal of Crops Improvement. 16(1): 69-84. doi: 10.22059/jci.2014.51943.

Hammac, W. A., Maaz, T. M., Koenig, R. T., Burke, I. C. and Pan, W. L. (2017). Water and temperature stresses impact canola (*Brassica napus* L.) fatty acid, protein, and yield over nitrogen and sulfur. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 65(48): 10429-10438.

Hoodgar, R., Siadat, S.A., Alamisaeid, K.H. and Nouriyani, H. (2010). Effects of corn residue and nitrogen on the yield and yield components of rapeseed in Dezful. In: Proceeding of the National Conference on Water, Soil, Plant and Agricultural Mechanization, Islamic Azad University Dezful Branch, Dezful, Iran, pp. 384-385.

Islam, N. and Evans, E.J. (2005). Attributes of oilseed rape (Brassica napus L.). Journal of Plant Research. 88(5): 530-534.

Jackson, G.D. (2000). Effect of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. Agronomy of Journal. 92: 644-649.

Karami, H., Maleki, A. and Fathi, A. (2018). Determination Effect of Mycorrhiza and Vermicompost on Accumulation of Seed Nutrient Elements in Maize (*Zea mays* L.) Affected by Chemical Fertilizer. Journal of Crop Nutrition Science. 4(3): 15-29.

Karimi, F., Bahmanyar, M. and shahabi, M. (2012). Improving the Content of Oil, Protein and Some Yield Components of Canola in two Calcareous Soil, Consequence the Sulfur and Cattle Manure Application. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production. 22(3): 71-85.

Kaya, M., Kucukyumuk, Z. and Erdal, I. (2009). Effect of elemental sulfur and sulfur containing waste on nutrient concentrations and grown on calcareous soil. Journal of Biotechnology. 8(18): 4481-4489.

Keyhanian, A., Mobasser, H., Samdaliri, M., Bakhshipour, S. and Mohammadi, S. (2012). Effect of Seed Consumption Rate and Different Levels of Nitrogen Fertilizer On Quantitative and Qualitative Characteristics of Rapeseed in The Second Crop Following Rice in The West of Mazandaran. Crop Physiology. 4(15): 43-57.

Kurbondski, A. J., Kaiser, D. E., Rosen, C. J. and Sutradhar, A. K. (2019). Does irrigated corn require multiple applications of sulfur?. Soil Science Society of America Journal. 83(4): 1124-1136.

Laaniste, P., Joudu, J. and Eremeev, V. (2004). Oil content of spring oilseed rape seeds according to fertilization. Agronomy Research. 2(1): 83-86.

LI, R. and YI, H. (2018). Sulfur dioxide improves drought adaptation in Arabidopsis plants. Acta Ecologica Sinica, 06.

Lin, F. F., Deng, J. S., Shi, Y. Y., Chen, L. S. and Wang, K. (2010). Investigation of SPAD meter-based indices for estimating rice nitrogen status. Computers and Electronics in Agriculture. 71, S60-S65.

Malakouti, M.J., Khademi, j. and Mohajermilani, Z.P. (2001). Optimum fertilizer recommendation for rapeseed. Journal of Soil and Water, Canola Supplement. 12(12): 1-6.

Mazid, M., Khan, T. A. and Mohammad, F. (2012). Role of nitrate reductase in nitrogen fixation under photosynthetic regulation. World Journal of Pharmaceutical Research. 1(3): 386-414.

Meskini-Vishkaee, F., Mohammadi, M. H., Neyshabouri, M. R. and Shekari, F. (2015). Evaluation of canola chlorophyll index and leaf nitrogen under wide range of soil moisture. International agrophysics, 29(1).

Modhej, A., Lack, S. and Kiani Ghaleh Sorkhi, F. (2014). Effect of nitrogen and defoliation on assimilate redistribution and grain yield of maize (*Zea mays* L.) under subtropical conditions. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences. 84 (3): 765-770.

Moraditalavat, M.R., Siadat, S., Naderan, J. and Fathi, G. (2007). Response to different nitrogen levels on growth and yield of rapeseed in Ahwaz. In: Proceeding of the 10th Soil Science Congress of Iran, Karaj, Iran, pp. 466-467.

Mostafavi, R. M., Tahmasebi, S. Z., Mohammad, M. S. S. and Ghalavand, A. (2011). Evaluation of yield, fatty acids combination and content of micro nutrients in seeds of high yielding rapeseed varieties as affected by different sulphur rates. Electronic Journal of Crop Production. 4(1): 43-60.

Najafi, S., Razavi, S. M., Khoshkam, M. and Asadi, A. (2020). Effects of green synthesis of sulfur nanoparticles from Cinnamomum zeylanicum barks on physiological and biochemical factors of Lettuce (*Lactuca sativa*). Physiology and Molecular Biology of Plants. 26(5): 1055-1066.

Noorullakhan, K., Amanullah, J., Ihsanullah A. and Naeem, T. (2002). Response of canola to nitrogen and sulfur nutrition. Asian Journal of Plant Sciences. 34: 127-133.

Omidi, H. (2007). The effects of planting date and long time during harvest on grain loss on canola cultivars. The 9th Irainian Crop Sciences Congress. 5-7. Aug. 2007. Tahran. Iran. Pp. 185.

Pagola, M., Ortiz, R., Irigoyen, I., Bustince, H., Barrenechea, E., Aparicio-Tejo, P. and Lasa, B. (2009). New method to assess barley nitrogen nutrition status based on image colour analysis: comparison with SPAD-502. Computers and electronics in agriculture. 65(2): 213-218.

Perveen, S., Iqbal, N., Saeed, M., Zafar, S. and Arshad, Z. (2018). Role of foliar application of sulfur-containing compounds on maize (*Zea mays* L. var. Malka and hybrid DTC) under salt stress. Brazilian Journal of Botany. 41(4): 805-815.

Rabiee, M. and Jilani, M. (2012). Effect of nitrogen fertilizer levels and row spacing on grain yield and morphological characteristics of rapeseed as second cropping after rice. Agroecology Journal. 8(3): 22-33.

Rameeh, V., Niakan, M. and Hossein Mohammadi, M. (2019). Sulfur effects on sugar content, enzyme activity and seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). Agronomía Colombiana. 37(3): 311-316.

Ren, Y., Zhu, J., Wang, Y., Ma, S., Ye, G. and Hua, S. (2017). Seed weight and oil content response to branch position reveals the importance of carbohydrate and nitrogen allocation among branches in canola (*Brassica napus* L.) genotypes. Journal of Applied Botany and Food Quality. 359-367.

Riffkin, P., Potter, T. and Kearney, G. (2012). Yield performance of late-maturing winter canola (*Brassica napus* L.) types in the High Rainfall Zone of southern Australia. Crop and Pasture Science. 63(1): 17-32.

Sana, M., Ali, A., Asghar Malik., M., Farrukh Saleem, M. and Rafiq, M. (2003). Comparative yield potential and oil contents of different canola cultivars (*Brassica napus* L.). Pakistan Journal of Agronomy. 2(1):1-7.

Schlemmer, M., Gitelson, A., Schepers, J., Ferguson, R., Peng, Y., Shanahan, J. and Rundquist, D. (2013). Remote estimation of nitrogen and chlorophyll contents in maize at leaf and canopy levels. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 25: 47-54.

Seyed sharif, R., Seyyedi, M. and Zaefizadeh, M. (2012). Influence of various levels of nitrogen fertilizer on grain yield and nitrogen use efficiency in canola cultivars. Journal of Crops Improvement. 13(2): 51-60.

Shlegl, H.G. (1986). Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht. Plant Sciences, 41:47-51.

Taherkhani, M., Golchin, A. and Noormohammadi, G.A. (2006). Evaluate the efficiency and effectiveness of different levels of sulfur coated urea and other nitrogen fertilizers yield and quality of canola. Agriculture Science. 11(2): 179-191.

Williams, S. T., Vail, S. and Arcand, M. M. (2021). Nitrogen Use Efficiency in parent vs. hybrid canola under varying nitrogen availabilities. Plants. 10 (11): 23-64.

Yang, M., Geng, M., Shen, P., Chen, X., Li, Y. and Wen, X. (2019). Effect of post-silking drought stress on the expression profiles of genes involved in carbon and nitrogen metabolism during leaf senescence in maize (*Zea mays* L.). Plant Physiology and Biochemistry. 135: 304-309.

Zaid, A., Bhat, J. A., Wani, S. H. and Masoodi, K. Z. (2019). Role of nitrogen and sulfur in mitigating cadmium induced metabolism alterations in plants. The Journal of Plant Science Research. 35 (1): 121-141.