

Investigation of Agronomic Traits of New Spring Rapeseed (*Brassica napus* L.) Cultivars in Response to the Winter Planting Dates by Zinc Application

Ehsanollah Jalili¹, Amir Hossein Shirani Rad², Hamid Mozafari^{3*}, Behzad Sani⁴,
Faezeh Rajabzadeh⁴

Received: 24 August 2021 Accepted: 05 February 2022

1- PhD student of Dept. of Agronomy, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2-Prof., of Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

3-: Assoc. Prof., of Dept. of Agronomy, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

4- Assist. Prof., of Dept. of Agronomy, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

*Corresponding Author Email: Email: Mozafarihamid@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: In order to investigate the response of spring rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars to winter planting dates under zinc application conditions, a two-year experiment (2016-2018) was conducted in Karaj.

Materials and Methods: The experiment was performed as a factorial split-plot based on randomized complete block design with three replications was conducted during two experimental years (2016-2017) in Alborz province (Karaj). Experimental factors including winter planting date in three levels (11.20, 11.30 and 12.10) and zinc factor in two levels, no application of zinc (spraying with pure water) and application of zinc (spraying in stem elongation stage) were considered as factorial in the main plots and factor cultivars were classified into four levels, Sarigol, Dalgan, Salsa and Solar in the subplot.

Results: The results showed that planting date had a significant effect on the level of 1% probability on yield, yield components and oil of canola cultivars. Delayed planting reduced leaf chlorophyll content. Also, the yield components of canola were reduced due to delay in planting and non-application of zinc, which eventually reduced the yield of canola seed and oil. The tested genotypes had the highest yield on the date of normal cultivation (February 9). The highest oil yield was observed in Dalgan cultivar (2066 kg.ha⁻¹) due to zinc application on February 9. Delay in planting caused an increase in glucosinolate.

Conclusion: In general, foliar application of zinc, reduced the negative effects of delay in planting in most of the studied traits of different rapeseed cultivars. Due to the effect of zinc application and adaptation of Dalgan cultivar to a certain range of planting date for canola production in this area and areas with similar climates is recommended.

Keywords: Grain And Oil Yield, Planting Date, Rapeseed, Zinc Spray

بررسی صفات زراعی ارقام بهاره کلزا (*Brassica napus* L.) در پاسخ به تاریخ‌های

کشت زمستانه در شرایط کاربرد عنصر روی

احسان اله جلیلی^۱، امیرحسین شیرانی راد^۲، حمید مظفری^{۳*}، بهزاد ثانی^۴، فائزه رجب زاده^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۶

- ۱- دانشجوی دکتری گروه زراعت، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
 - ۲- امیرحسین شیرانی راد: استاد موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
 - ۳- دانشیار، استادیار گروه زراعت، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- *مسئول مکاتبه: Email: Mozafarihamid@yahoo.com

چکیده

اهداف: به منظور بررسی پاسخ ارقام بهاره کلزا (*Brassica napus* L.)، به تاریخ‌های کشت زمستانه در شرایط کاربرد عنصر روی، آزمایشی دو ساله (۹۷-۹۵) در کرج انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت فاکتوریل اسپلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار آزمایشی در دو سال زراعی (۱۳۹۷-۱۳۹۶ و ۱۳۹۶-۱۳۹۵) در استان البرز (کرج) انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل تاریخ کاشت زمستانه در سه سطح (۱۱/۲۰، ۱۱/۳۰ و ۱۲/۱۰) و عامل روی در دو سطح عدم کاربرد روی (محلول‌پاشی با آب خالص و کاربرد روی (محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی) به صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی در نظر گرفته شد و فاکتور ارقام در چهار سطح ساری گل، دلگان، سالسا و سولار در کرت فرعی قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تاریخ کاشت تأثیر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد، اجزاء عملکرد و روغن ارقام کلزا دارد. کشت تأخیری سبب کاهش محتوای کلروفیل برگ شد. همچنین، اجزاء عملکرد کلزا در اثر تأخیر در کاشت و عدم کاربرد روی کاهش یافت که در نهایت موجب کاهش عملکرد دانه و روغن کلزا شد. ژنوتیپ‌های مورد آزمایش در تاریخ کشت (۲۰ بهمن) بالاترین عملکرد را داشتند. بیشترین عملکرد روغن در رقم دلگان (۲۰۶۶ کیلوگرم در هکتار) بر اثر کاربرد عنصر روی در تاریخ کاشت ۲۰ بهمن مشاهده شد. تأخیر در کاشت باعث افزایش گلیکوزینولات گردید.

نتیجه‌گیری: به طور کلی محلول‌پاشی روی، اثرات منفی تأخیر در کاشت را در اغلب صفات مورد مطالعه ارقام مختلف کلزا کاهش داد. با توجه به اثر کاربرد روی و سازگاری رقم دلگان به دامنه مشخصی از تاریخ کاشت برای تولید کلزا در این منطقه و مناطق با آب و هوای مشابه قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کشت، عملکرد دانه، عملکرد روغن، کلزا، محلول‌پاشی روی

مقدمه

(۲۰۲۱). دانه کلزا با تقریباً ۵۰-۴۰٪ روغن، به عنوان منبع ارزشمندی برای تهیه روغن خوراکی در نظر گرفته می‌شود (علیپور و میردریگوند ۲۰۲۰). روغن کلزا به لحاظ داشتن اسیدهای چرب اشباع نشده و بدون کلسترول، از

کلزا با نام علمی (*Brassica napus* L.) یکی از دانه‌های مهم روغنی در دنیا محسوب می‌شود. کلزا یک محصول C₃ با اهمیت اقتصادی است (دیروای و همکاران

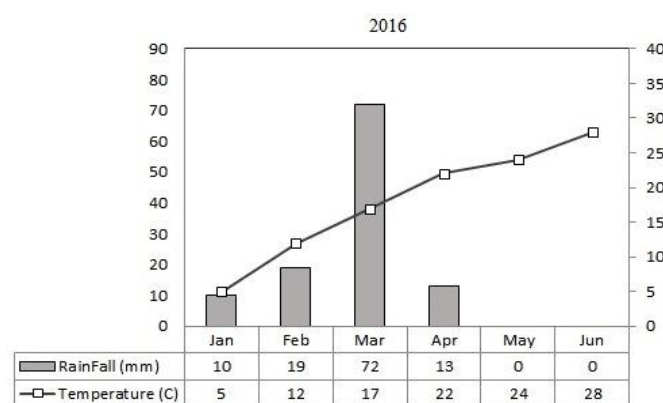
دارند. لذا می‌توان با فرار از تنش‌های کم آبی، گرم‌زدگی و بادزدگی و با مصرف آب کمتر تولید قابل قبولی را به دست آورد (شیرانی راد ۲۰۱۲).

عناصر ریزمغذی نقشی حیاتی و مهم در بهبود رشد رویشی و زایشی گیاهان بخصوص تحت شرایط تنش‌های بیولوژیکی و محیطی ایفا می‌کنند. روی عنصری مهم در فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA تنظیم‌کننده‌های رشد محسوب می‌شود و غلظت آن در گیاهان بین ۴۰ تا ۷۰ mg/kg متغیر است. عنصر روی در بسیاری از مسیرهای مهم بیوشیمیایی مرتبط با متابولیسم کربوهیدرات‌ها (شامل فتوسنتز و تبدیل قندها به نشاسته)، متابولیسم پروتئین، متابولیسم اکسین، تشکیل دانه گرده، حفظ یک‌پارچگی غشاهای سلولی و همچنین مقاومت به عوامل بیماری‌زا مؤثر است (تانگ و همکاران ۲۰۲۰). مصرف روی در کلزا سبب افزایش شاخه‌بندی، تعداد خورجین و عملکرد دانه می‌شود و اگر به صورت محلول‌پاشی قبل از گلدهی استفاده شود، سبب افزایش تشکیل دانه می‌شود (افصحی و همکاران ۲۰۲۰). روی به عنوان یک عنصر ریزمغذی در بسیاری از فرایندهای بیولوژیکی گیاهان نقش مهم و اساسی داشته و برای رشد و تولید مثل مناسب گیاهان و سلامت حیوان و انسان ضروری است (لبورگ و همکاران ۱۹۹۸ و کاکمک و همکاران ۲۰۰۸). از نقطه نظر زراعی نیز افزایش محتوای روی در بذر یک عامل کیفی مطلوب به شمار می‌رود و عملکرد کمی و کیفی گیاهان زراعی در شرایط کمبود روی ممکن است کاهش یابد (نولاس و همکاران ۲۰۱۸). این عنصر یک عامل برای کاهش تنش در سیستم گیاه است و هر عاملی که بر کارایی آن در گیاه تاثیر داشته باشد، رشد و متابولیسم گیاه تحت تاثیر قرار می‌گیرد. (نولاس و همکاران ۲۰۱۸). در تحقیقی شهبواری و همکاران (۲۰۱۴) نتیجه گرفتند که کاربرد روی به عنوان یک عنصر ریز مغذی باعث افزایش چشمگیر عملکرد و محتوای روغن در کلزا شد. بر اساس نتایج تحقیق هوشمندفر و همکاران ۲۰۱۱، محلول پاشی روی بر کلزا، درصد روغن را به طور معنی داری افزایش داد. با توجه به ظرفیت بالای گیاه کلزا جهت افزایش عملکرد در نتیجه تغییر عوامل محیطی و همچنین وجود پتانسیل کشت کلزا در منطقه کرج و نبود اطلاعات

ارزش تغذیه‌ای فراوانی برخوردار است. این گیاه علاوه بر دارا بودن خصوصیات مناسب تغذیه‌ای، با وجود ارقام پائیزه و بهاره در بسیاری از نقاط جهان از عرض‌های جغرافیائی بالا تا عرض‌های جغرافیائی پائین‌تر کشت می‌شود و سازگاری بالایی با شرایط مختلف محیطی نشان می‌دهد (وین و همکاران ۲۰۲۰).

با توجه به آن که تولید موفق کلزا در یک منطقه وابسته به استفاده بهینه از ویژگی‌های اقلیمی آن منطقه است، میزان انطباق روند رشد گیاه با شرایط اقلیمی، عامل تعیین‌کننده‌ای می‌باشد. عملکرد کلزا را با رعایت اصول به‌زراعی و به‌نژادی می‌توان بهبود بخشید. بدین منظور، علاوه بر معرفی ارقام دارای عملکرد بالاتر، از حداکثر ظرفیت ژنتیکی ارقام موجود نیز در شرایط آب و هوایی مختلف می‌توان استفاده نمود (سیلینگ و همکاران ۲۰۱۷)، که بخشی از این هدف در صورت کاشت در زمان مناسب قابل دستیابی است. تاریخ کاشت عامل مهمی است که عملکرد و صفات وابسته به آن را تحت تاثیر قرار داده و سبب می‌شود که شرایط محیطی در زمان سبز شدن، استقرار و بقای گیاهچه مناسب باشد (گوهریان و همکاران ۲۰۲۰). کاشت زود هنگام سبب افزایش ارتفاع ساقه شده و این مسأله موجب افزایش تعداد خورجین در بوته می‌گردد، لذا در نتیجه عدم تولید ماده خشک کافی، تعداد بذر در غلاف کاهش یافته و مقدار عملکرد و درصد روغن دانه نیز کم می‌شود (ناظری و همکاران ۲۰۱۹). به‌طورکلی کاشت در زمان مناسب باعث کنترل خسارات ناشی از سرمای دیررس بهاره و زودرس پاییزه، آفات، امراض و علف‌های هرز شده و به‌دلیل استفاده از عوامل اقلیمی مؤثر در تولید، مانند تطابق زمان گل‌دهی با درجه حرارت مناسب از اهمیت خاصی برخوردار است (پاسبان اسلام ۲۰۱۹). لذا شناخت میزان انطباق روند رشد گیاه و شرایط اقلیمی می‌تواند در توضیح و تفسیر تفاوت ارقام کمک نماید. به طور کلی برای تعیین تاریخ کاشت مناسب در هر منطقه، به این نکته باید توجه نمود که در طول دوره رشد، شرایط محیط برای رشد گیاه مناسب باشد و گیاه تحت تنش‌های حرارتی و رطوبتی قرار نگیرد (شیرانی راد ۲۰۱۲). ارقام بهاره، دوره رشد کوتاه‌تری داشته و زودتر قابل برداشت هستند، هرچند که پتانسیل تولید کمتری

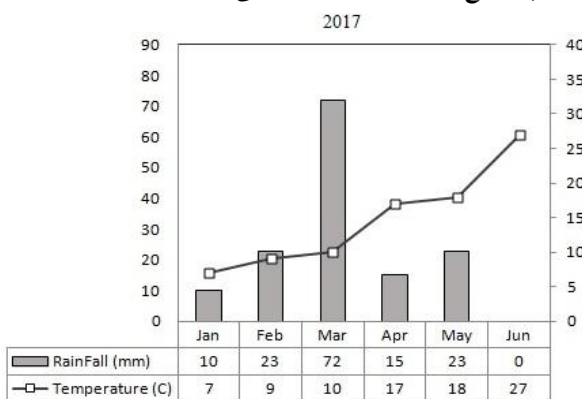
سال زراعی (۹۶-۹۷ و ۹۶-۹۵) در مزرعه ۴۰۰ هکتاری موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با عرض شمالی جغرافیایی ۳۵ درجه ۷۲ دقیقه و ۱۹ ثانیه و طول شرقی جغرافیایی ۵۰ درجه ۷۸ دقیقه و ۸۳ ثانیه با ارتفاع ۱۱۴۰ متر از سطح دریا اجرا شد. آمار هواشناسی منطقه مورد مطالعه در طول دو سال زراعی در شکل ۱ ارائه شده است.



جامع در رابطه با تاریخ کاشت مناسب آن در این منطقه، تحقیق حاضر با هدف ارزیابی و بررسی واکنش ارقام مختلف کلزا به شرایط مختلف در تاریخ‌های متفاوت کشت و محلول‌پاشی روی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل اسپلت پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در دو



شکل ۱- میانگین تغییرات دمایی و بارندگی در ایستگاه هواشناسی کرج طی فصل‌های رشد ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷

پذیرفت. کود فسفات آمونیوم ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، کود سولفات پتاسیم ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و کود اوره ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار (قسمتی از کود نیتروژنه و تمامی کود فسفره و پتاسه مورد نیاز) به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه توزیع شد و به وسیله دیسک سبک، کود با خاک مخلوط گردید. به منظور استفاده بهینه از نیتروژن، بقیه کود نیتروژنه مورد نیاز به صورت سرک در مرحله شروع ساقه رفتن و ظهور اولین غنچه‌های گل مصرف شد.

در اوایل بهمن ماه پس از انجام عملیات تهیه زمین و بستر بذر، کرت‌های آماده شده با توجه به تیمارها کشت گردید. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع

فاکتورهای آزمایشی شامل تاریخ کاشت زمستانه در سه سطح (۱۱/۲۰، ۱۱/۳۰ و ۱۲/۱۰) و عامل روی در دو سطح، عدم کاربرد روی (محلول‌پاشی با آب خالص) و کاربرد روی (محلول‌پاشی با غلظت پنج در هزار (سی‌سی در لیتر) در مرحله ساقه‌دهی) به صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی در نظر گرفته شد و فاکتور ارقام در چهار سطح ساریگل، دلگان، سالسا و سولار در کرت فرعی قرار گرفتند. ابعاد هر کرت ۶×۱/۸۰ متر (شامل ۳ پشته ۶۰ سانتی‌متری) در نظر گرفته شد. به‌منظور آماده‌سازی زمین، قبل از اجرای آزمایش، زمین مورد نظر در شهریور ماه آبیاری گردید و پس از گاورو شدن، به وسیله گاو آهن برگردان دار شخم زده شد. سپس جهت خرد شدن کلوخ‌ها و یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه، دیسک و ماله زده شد و اقدام به نمونه‌گیری از خاک در دو عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متر گردید (جدول ۱).

میزان کود مورد نیاز بر اساس آزمون خاک و توصیه‌های مؤسسه تحقیقات آب و خاک صورت

جدول ۱- خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک جمع آوری شده از مزرعه پژوهشی

سال	عمق (cm)	بافت خاک	کربن آلی (%)	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	pH	K (ppm)	P (ppm)	N (%)
۲۰۱۶	۰-۳۰	Clay loam	۰/۹۲	۱/۴۲	۷/۲	۱۹۹	۱۴/۶	۰/۱۱
	۳۰-۶۰		۰/۹۷	۱/۲۵	۷/۲	۱۵۴	۱۵/۹	۰/۰۹
۲۰۱۷	۰-۳۰	Clay loam	۰/۹۵	۱/۴۰	۷/۲	۲۱۴	۱۴	۰/۱۰
	۳۰-۶۰		۰/۹۸	۱/۱۸	۷/۱	۱۶۱	۱۶/۳	۰/۰۸

رطوبت دانه‌ها با استفاده از دستگاه رطوبت سنج تعیین شد.

به منظور تعیین میزان روغن دانه، از هر کرت یک نمونه پنج گرمی دانه انتخاب و میزان روغن با استفاده از دستگاه NMR (Nuclear Magnetic Resonance) تعیین شد (International Standard ISO 5511., 1992). پس از تعیین میزان روغن دانه از حاصل ضرب آن در عملکرد دانه، عملکرد روغن دانه محاسبه شد. جهت سنجش میزان کلروفیل برگ، از برگ‌های کاملاً توسعه یافته در مرحله خورجین‌دهی نمونه برداری شد. با استفاده از روش آرنون (از روابط ۱ تا ۳) غلظت کلروفیل بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر محاسبه گردید (آمن ۱۹۴۹).

بوته، تعداد و در ساقه اصلی، تعداد خورجین در شاخه-های فرعی، تعداد دانه در خورجین اصلی، تعداد دانه در خورجین فرعی و طول خورجین اندازه‌گیری شدند. به-منظور تعیین عملکرد دانه، بوته‌های موجود در مساحت ۴/۸ مترمربع از هر کرت به‌طور جداگانه کف‌بر شده و به مدت یک هفته در هوای آزاد خشک و سپس با استفاده از کمباین مخصوص آزمایشات، دانه‌های مربوط به هر کرت آزمایشی از خورجین‌ها جدا و توزین شده و عملکرد دانه بر اساس رطوبت ۱۲ درصد محاسبه گردید. برای تعیین وزن هزار دانه، هشت نمونه ۱۰۰۰ تایی از هر کرت با استفاده از دستگاه بذر شمار به‌طور تصادفی انتخاب و با استفاده از ترازوی دقیق آزمایشگاهی توزین شد و میانگین وزن آنها به عنوان وزن هزار دانه ثبت شد.

$$Chl_a = 0.0127(A_{663}) - 0.00269(A_{645})$$

$$Chl_b = 0.229(A_{645}) - 0.00268(A_{663})$$

$$Chl_T = 0.0202(A_{645}) + 0.00802(A_{663})$$

$$CHL_a \text{ (mg/g leaf fresh weight)} \quad \text{رابطه [۱]}$$

$$CHL_b \text{ (mg/g leaf fresh weight)} \quad \text{رابطه [۲]}$$

$$CHL_T \text{ (mg/g leaf fresh weight)} \quad \text{رابطه [۳]}$$

ارتفاع بوته

ارتفاع گیاه تحت تأثیر اثر متقابل سه تیمار اعمال شده قرار گرفت (جدول ۲). به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع گیاه (۱۵۹/۱۸ سانتی‌متر) در رقم دلگان در تاریخ کشت ۲۰ بهمن به همراه محلول‌پاشی روی و کمترین ارتفاع گیاه (۹۳/۰۷ سانتی‌متر) در رقم سالسا در تاریخ کشت ۱۰ اسفند و عدم محلول‌پاشی روی مشاهده گردید (جدول ۳). احتمالاً علت بیشتر بودن ارتفاع در رقم دلگان علاوه بر پتانسیل ژنتیکی، طول دوره رشد بیشتر این رقم در منطقه بوده است، به نظر می‌رسد به دلیل فراهمی منابع،

مقدار گلوکوزینولات با استفاده از روش کروماتوگرافی اندازه‌گیری شد (فرانکوویز ۱۹۹۴). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (Ver. 22) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD)، در سطح احتمال ۵٪ انجام شد. جهت رسم نمودار از نرم افزار Excel 2010 استفاده گردید.

نتایج و بحث

رقابتی بین گیاهان نبوده در نتیجه شرایط برای رشد مناسب گیاه در تاریخ کشت اول و با محلول پاشی روی فراهم شده که این امر منتج به افزایش ۴ درصدی ارتفاع بوته شده است (جدول ۳). همچنین کاشت به موقع سبب خواهد شد تا بوته ها ضمن استقرار مناسب، از ذخیره کافی مواد غذایی برخوردار شوند و از قدرت رقابت

مناسبی برخوردار شوند. با توجه به نقش عنصر روی در بسیاری از مسیرهای مهم بیوشیمیایی مرتبط با متابولیسم کربوهیدراتها (شامل فتوسنتز و تبدیل قندها به نشاسته)، متابولیسم پروتئین، متابولیسم اکسین، لذا به نظر می رسد افزایش ارتفاع در اثر مصرف روی می تواند به این عوامل مرتبط باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب آزمایشها برای صفات کمی کلزا

میانگین مربعات MS

منابع تغییر	درجه آزادی	گلوکوزینولات	کلروفیل کل	عملکرد روغن	درصد روغن	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در خورجین	تعداد طول خورجین	تعداد خورجین در بوته	ارتفاع بوته
سال	۱	۹/۶۴ ^{ns}	۰/۷۹۵۸۱ ^{**}	۲۳۴۶۰۰۲ [*]	۴/۹۸ ^{**}	۱۲۱۵۹۱۶۹ [*]	۲۲/۵۴۷ ^{**}	۱۴۵/۲۰۲ ^{**}	۳۲/۱۱۱۱ [*]	۴۲۱۵/۲۵ ^{**}	۳۶۹۶/۶ ^{**}
تکرار×سال	۴	۵/۸۰۲	۰/۰۵۲۶	۱۷۲۷۴۷	۰/۱۲	۹۱۶۹۰۰/۶۴	۰/۰۶۷	۲/۲۹۲۳	۱/۹۱۲۲	۱۳۹/۱۴	۲۱/۸
تاریخ کاشت	۲	۵۱۹/۹۳۲ ^{**}	۶/۸۵۱۳۷ ^{**}	۹۶۵۳۸۴۷ ^{**}	۷۸/۸۳ ^{**}	۴۵۲۶۳۵۸۵/۵۵ ^{**}	۲۴/۸۹۵ ^{**}	۳۲۸/۴۷ ^{**}	۵۵/۳۴۵۲ ^{**}	۱۱۵۹۸۸/۵۷ ^{**}	۱۷۰/۹۳۸۴ ^{**}
روی	۱	۲۴/۸۴۲ ^{**}	۰/۳۲۴۸۰ ^{**}	۴۷۴۰۳۲ ^{**}	۵/۰۸ ^{**}	۲۱۲۶۲۵۰/۰۳ ^{**}	۱/۹۱۸ ^{**}	۱۶/۲۶۷ ^{**}	۲/۷۲۲۵ ^{**}	۵۵۳۱/۶۴ ^{**}	۱۱۹۸/۳ ^{**}
تاریخ کاشت × سال	۲	۲/۶۵۶ ^{ns}	۰/۰۲۴۰۳ ^{ns}	۱۱۸۹۰ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۳۹۶۱۱/۴ ^{ns}	۲/۰۹ ^{**}	۲/۰۱۰ ^{ns}	۰/۲۸۲۹ ^{ns}	۲۵۶/۰۱ ^{ns}	۱۸/۸ ^{ns}
روی × تاریخ کاشت	۲	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۸ ^{ns}	۷۰۱ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۱۰۷۸/۳۰ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۱۴ ^{ns}	۳۵/۲۹ ^{ns}	۱/۰ ^{ns}
روی × سال	۱	۰/۲۵۷ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۵۱۳ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۱۹۶ ^{ns}	۰/۲۱۷ ^{ns}	۰/۰۶۳ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۳۹ ^{ns}	۳/۳ ^{ns}
روی × تاریخ کاشت × سال	۲	۰/۰۳۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۷ ^{ns}	۷۷ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۱۹ ^{ns}	۰/۰۱۹ ^{ns}	۰/۰۳۳ ^{ns}	۰/۰۰۳۹ ^{ns}	۲۰/۱۵ ^{ns}	۶/۷ ^{ns}
خطای اول	۲۰	۰/۹۵۲	۰/۰۱۳۰۱	۳۱۹۳۵	۰/۱۷	۱۷۳۳۳۳/۰۲	۰/۱۷۵	۰/۸۸۷	۰/۳۳۳۳	۹۷/۵۹	۵۲/۲
رقم	۳	۲۰/۸۹۸ ^{**}	۰/۲۰۲۷۳ ^{**}	۴۱۷۸۰۳ ^{**}	۵/۷۸ ^{**}	۱۹۸۲۷۷۲/۱۸ ^{**}	۲/۸۱۷ ^{**}	۳۷/۴۲۷ ^{**}	۶/۸۴۶۰ ^{**}	۴۷۲۸/۸۲ ^{**}	۱۰۰/۸/۹ ^{**}
رقم × تاریخ کاشت	۶	۷/۲۳۸ ^{**}	۰/۸۴۶ ^{**}	۱۱۵۳۷۰ ^{**}	۴/۲۷ ^{**}	۶۱۵۴۶۰/۱۴ ^{**}	۱/۲۷ ^{**}	۱۵/۲۵ ^{**}	۲/۱۷۳۵ [*]	۱۷۵۴/۷۰ ^{**}	۳۷۵/۲ ^{**}
رقم × سال	۳	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۰۰۰۸ ^{ns}	۵۶۹ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۶۶۳/۵۳ ^{ns}	۰/۰۴۴ ^{ns}	۰/۰۸۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۵ ^{ns}	۲۲/۸۹ ^{ns}	۱۸ [*]
رقم × روی	۳	۰/۰۹۶ ^{ns}	۰/۱۷۰۶۳ ^{**}	۱۵۳۸ [*]	۱/۵۷ ^{**}	۵۱۳۶/۸۴ [*]	۰/۴۹۳ ^{ns}	۰/۰۱۷ ^{ns}	۰/۳۲۷۸ ^{ns}	۵۴/۳۰ ^{ns}	۵/۱ [*]
رقم×تاریخ کاشت × سال	۶	۰/۱۳۴ ^{ns}	۰/۰۰۵۰۱ ^{ns}	۵۴۶ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۲۲۵۵/۵۳ ^{ns}	۰/۰۲۰ ^{ns}	۰/۱۴۶ ^{ns}	۰/۰۳۶۳ ^{ns}	۲۳/۳۷ ^{ns}	۱۲/۲ ^{ns}
رقم × روی × تاریخ کاشت	۶	۰/۰۲۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۲۴۱ ^{ns}	۲۸۴۵ [*]	۰/۰۹ ^{ns}	۱۷۴۲۲/۱۱ ^{**}	۱/۱۱ [*]	۰/۲۹۰ [*]	۰/۰۳۸۴ ^{ns}	۶۱/۴۳ ^{**}	۵/۲ [*]
رقم × روی × سال	۳	۰/۰۳۲ ^{ns}	۰/۰۰۳۸۵ ^{ns}	۷۸۸ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۳۳۸۷/۳۳ ^{ns}	۰/۰۴۳ ^{ns}	۰/۱۸۶ ^{ns}	۰/۰۶۸۹ ^{ns}	۴/۶۵ ^{ns}	۰/۵ ^{ns}
رقم×روی×تاریخ کاشت × سال	۶	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۳۹۵ ^{ns}	۳۶۶ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۷۳۹/۱۷ ^{ns}	۰/۰۲۴ ^{ns}	۰/۰۵۸ ^{ns}	۰/۰۶۸۹ ^{ns}	۴/۸۰ ^{ns}	۰/۹ ^{ns}
خطای دوم	۷۲	۰/۴۰۲۲	۰/۰۰۴۷۲	۲۵۰۷۰	۰/۰۷	۱۴۰۱۷۴/۱۰۰	۰/۰۵۱	۰/۲۹۱	۰/۱۷۴۸	۷۸/۴۶	۳۶/۳
ضریب تغییرات CV (%)		۴/۴۱	۱/۸۲	۶/۷۰	۵/۹۲	۱۳/۲۶	۸/۷۲	۱۱/۲۰	۷/۴۵	۹/۶۴	۱۰/۲۲

جذب عنصر روی از طریق محلول پاشی در اندام هوایی گیاه، در مراحل رشد می تواند ارتفاع گیاه را تحت تأثیر قرار داده و افزایش دهد (روشن و همکاران ۲۰۱۶). از آنجا که نوسانات ارتفاع گیاه به طور معمول

بازرترین مشخصه ژنتیکی و تغییرات شرایط محیطی در اغلب گیاهان می باشد، برخی اوقات افزایش ارتفاع بوته، یک مزیت برای رقابت با سایر بوته ها در جامعه گیاهی محسوب می شود که یکی از نتایج آن، تشکیل برگ های

جدید در سایه‌انداز می‌باشد. این خصوصیت، کارآمدترین برگ‌ها را در بهترین موقعیت از نظر فتوسنتز قرار می‌دهد (ازنی دوجه و همکاران ۲۰۰۸).

جدول ۳- مقایسه میانگین برهم‌کنش فاکتورهای آزمایش بر صفات مورد مطالعه

تیمار	ارتفاع گیاه (cm)	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه		عملکرد دانه (kg. ha ⁻¹)	عملکرد روغن (kg. ha ⁻¹)		
				دانه (g)	دانه				
تاریخ کاشت	رقم	روی							
۲۰ بهمن	ساریگل	شاهد	۱۳۶/۴۰ ^{bc}	۱۵۴/۴۰ ^{cd}	۱۵/۳۵ ^{bc}	۳/۵۰ ^c	۳۸۵۰/۳ ^c	۱۶۲۸/۰ ^c	
	دلگان	(محلول‌پاشی با آب خالص)	۱۵۵/۴۵ ^b	۱۹۹/۲۰ ^a	۱۷/۱۷ ^a	۴/۰۷ ^a	۴۵۸۱/۸ ^a	۱۹۸۰/۳ ^a	
	سالسا		۱۴۱/۵۷ ^c	۱۶۳/۶۸ ^c	۱۵/۷۵ ^b	۳/۶۵ ^{bc}	۴۰۳۸/۲ ^b	۱۷۱۵/۲ ^b	
	سولار		۱۵۳/۷۳ ^b	۱۹۵/۳۲ ^a	۱۶/۹۳ ^a	۴/۰۲ ^a	۴۵۰۴/۳ ^{ab}	۱۹۴۰/۳ ^{ab}	
	ساریگل	محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی	۱۴۵/۰۵ ^c	۱۷۴/۶۷ ^b	۱۶/۰۷ ^b	۳/۷۵ ^b	۴۱۸۴/۳ ^b	۱۷۸۸/۳ ^b	
	دلگان		۱۵۹/۱۸ ^a	۲۰۶/۸۳ ^a	۱۷/۹۳ ^a	۴/۲۰ ^a	۴۷۳۲/۲ ^a	۲۰۶۶/۲ ^a	
	سالسا		۱۴۹/۵۳ ^{bc}	۱۸۷/۶۷ ^b	۱۶/۵۰ ^{ab}	۳/۸۸ ^b	۴۳۶۷/۷ ^{ab}	۱۸۷۳/۲ ^{ab}	
	سولار		۱۵۷/۳۲ ^a	۲۰۲/۵۷ ^a	۱۷/۵۰ ^a	۴/۱۶ ^a	۴۶۶۵/۳ ^a	۲۰۲۹/۲ ^a	
	۳۰ بهمن	ساریگل	شاهد	۱۲۸/۰۵ ^d	۱۳۷/۵۰ ^{de}	۱۴/۴۰ ^{cd}	۳/۲۳ ^{de}	۳۵۳۷/۷ ^{de}	۱۴۸۱/۸ ^d
		دلگان	(محلول‌پاشی با آب خالص)	۱۲۴/۳۰ ^d	۱۲۸/۷۸ ^e	۱۳/۱۸ ^d	۳/۱۲ ^e	۳۴۱۴/۷ ^e	۱۴۲۰/۵ ^d
		سالسا		۱۱۲/۱۳ ^e	۱۰۵/۹۷ ^{fg}	۱۲/۶۳ ^e	۲/۸۲ ^f	۲۸۹۲/۰ ^g	۱۱۸۶/۸ ^f
		سولار		۱۲۶/۳۵ ^d	۱۳۳/۲۲ ^e	۱۴/۱۸ ^d	۳/۱۶ ^e	۳۴۴۶/۳ ^{de}	۱۴۴۰/۲ ^d
ساریگل		محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی	۱۳۴/۷۰ ^{cd}	۱۴۹/۸۸ ^{cd}	۱۵/۱۲ ^{bc}	۳/۴۲ ^c	۳۷۷۴/۳ ^d	۱۵۹۱/۵ ^c	
دلگان			۱۳۰/۳۷ ^{cd}	۱۴۱/۶۲ ^d	۱۴/۶۰ ^{cd}	۳/۳۰ ^d	۳۶۲۰/۲ ^d	۱۵۲۰/۰ ^{cd}	
سالسا			۱۱۷/۳۸ ^e	۱۱۸/۳۰ ^f	۱۳/۲۳ ^{de}	۲/۹۹ ^{ef}	۳۱۴۲/۷ ^f	۱۲۹۹/۳ ^e	
سولار			۱۳۱/۹۷ ^{cd}	۱۴۵/۸۳ ^d	۱۴/۸۷ ^{bcd}	۳/۳۴ ^c	۳۶۸۷/۸ ^d	۱۵۵۰/۲ ^c	
۱۱ اسفند		ساریگل	شاهد	۱۰۴/۴۵ ^{de}	۹۰/۲۷ ^{gh}	۱۱/۶۵ ^{ef}	۲/۴۹ ^g	۲۵۷۵/۵ ^{gh}	۱۰۴۶/۰ ^{fg}
		دلگان	(محلول‌پاشی با آب خالص)	۱۰۱/۹۵ ^e	۸۷/۲۰ ^h	۱۱/۴۲ ^f	۲/۴۳ ^{gh}	۲۴۰۲/۵ ^h	۹۷۲/۸ ^g
		سالسا		۹۳/۰۷ ^f	۶۵/۲۷ ⁱ	۱۰/۰۸ ^g	۱/۹۷ ^k	۱۸۰۳/۰ ⁱ	۷۳۷/۸ ^h
		سولار		۱۰۰/۵۲ ^e	۸۳/۷۷ ^h	۱۱/۲۳ ^{fg}	۲/۳۵ ^h	۲۳۴۸/۷ ^h	۹۴۸/۰ ^g
	ساریگل	محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی	۱۰۹/۶۰ ^{de}	۱۰۲/۰۰ ^g	۱۲/۳۷ ^e	۲/۷۵ ^f	۲۷۵۹/۵ ^g	۱۱۲۹/۳ ^f	
	دلگان		۱۰۸/۵۲ ^{de}	۹۷/۶۲ ^g	۱۲/۱۲ ^e	۲/۶۶ ^{fg}	۲۷۵۹/۵ ^g	۱۱۰۳/۸ ^f	
	سالسا		۹۷/۱۲ ^{ef}	۷۴/۶۵ ^{hi}	۱۰/۵۵ ^{fg}	۲/۱۴ ⁱ	۲۱۱۳/۵ ^h	۸۴۳/۲ ^{gh}	
	سولار		۱۰۶/۴۷ ^{de}	۹۴/۶۸ ^g	۱۱/۸۸ ^{ef}	۲/۵۳ ^g	۲۶۳۲/۲ ^{gh}	۱۰۶۹/۸ ^f	

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار نیستند.

تعداد خورجین در بوته و طول خورجین

تجزیه مرکب داده‌ها مطابق جدول ۲ نشان داد، اثرات سه گانه تیمارها بر تعداد خورجین در بوته در سطح

احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. بیشترین تعداد خورجین در بوته در تاریخ کشت اول در زمان محلول‌پاشی روی در رقم دلگان (۲۰۶/۸۳) و کمترین

خورجین در تاریخ کشت ۱۰ اسفند در رقم سالسا با میانگین ۳/۴ سانتی‌متر بوده است (جدول ۴). به نظر می‌رسد که افزایش طول خورجین در رقم دلگان، در تاریخ کشت اول به دلیل بیشتر بودن طول دوره رشد گیاه بوده که این امر باعث رشد و آرایش مناسب و یکنواخت برگ‌ها در کل کانوپی گیاه شده است. نتایج نشان داد محلول‌پاشی باعث افزایش ۰/۴ سانتی‌متری طول خورجین می‌شود (جدول ۵). روی می‌تواند اثر مطلوبی بر فعالیت‌های فتوسنتزی برگ‌ها داشته باشد و باعث انتقال بهتر مواد فتوسنتزی شود (وانگ و دوان ۲۰۰۶) و از طرفی بر اساس نتایج تحقیقات، شکل‌گیری گل و فرآیند گرده‌افشانی بر اثر کمبود روی، مختل می‌شوند که منجر به کاهش شدیدی در عوامل موثر در عملکرد می‌شود که این امر را به کاهش تولید ایندول استیک اسید (IAA) نسبت می‌دهند (برنان ۲۰۰۱).

تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه

ژنوتیپ‌های مورد آزمون، تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد دانه در خورجین بر اثر کاربرد عنصر روی در تاریخ‌های کشت مختلف داشتند (جدول ۲). به طوری که در تاریخ کاشت ۲۰ بهمن‌ماه، در تیمار کاربرد روی، ژنوتیپ‌های دلگان و سولار بالاترین تعداد دانه در خورجین را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در تاریخ کاشت ۱۰ اسفند ژنوتیپ سالسا در تیمار عدم کاربرد روی کمترین تعداد دانه در خورجین را تولید نمود (جدول ۳). با تأخیر در کاشت و تسریع در گل‌دهی، بوته‌های کلزا با سطح برگ کمتری وارد مرحله تشکیل خورجین و پر شدن دانه می‌شوند، در نتیجه تعداد دانه در خورجین کاهش می‌یابد. تأخیر در کشت کلزا موجب می‌شود که دوره رسیدگی گیاه با دمای بالای محیط مواجه شده و این امر باعث افزایش میزان تنفس خورجین‌ها می‌شود که در نتیجه کاهش مواد فتوسنتزی را به دنبال خواهد داشت (گان و همکاران ۲۰۰۴، صمدزاده و همکاران ۲۰۱۸) به نظر می‌رسد که عنصر روی با افزایش میزان فتوسنتز و متابولیسم گیاهی باعث افزایش گرده افشانی گیاه شده و در نتیجه تعداد دانه در خورجین افزایش می‌یابد. مشابه تحقیق حاضر در برخی

خورجین در تاریخ کشت ۱۰ اسفند در عدم محلول‌پاشی روی در رقم سالسا (۶۲/۲۷) حاصل شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد که در تاریخ کاشت مناسب، به دلیل طول دوره بیشتر و مصادف شدن گل‌دهی و نمو خورجین‌ها با شرایط محیطی مناسب از قبیل درجه حرارت و رطوبت، سبب می‌گردد تا تعداد گلچه بیشتری تبدیل به خورجین شوند و کاهش تعداد خورجین در بوته می‌تواند به علت طول دوره زایشی کمتر کلزا در شرایط تأخیر در کاشت باشد. همچنین به نظر می‌رسد که عنصر روی با افزایش میزان فتوسنتز و متابولیسم گیاهی باعث افزایش گرده افشانی گیاه شده و در نتیجه تعداد دانه در خورجین افزایش می‌یابد. در بیان علت این امر می‌توان گفت که روی باعث انتقال بهتر مواد فتوسنتزی می‌شود. علاوه بر این روی از عناصر مورد نیاز در سنتز تریپتوفان است و پیش ماده مورد نیاز برای تولید ایندول ۳-استیک اسید می‌باشد. این هورمون عامل اصلی جلوگیری از ریزش غوزه‌ها در کتان است. بنابراین در اثر کاربرد روی تعداد غوزه‌های باقی مانده در گیاه افزایش می‌یابد. می‌توان همین نقش را نیز برای روی در جلوگیری از ریزش خورجین در کلزا در نظر گرفت (عزیزی و همکاران ۲۰۱۰). گوهریان و همکاران (۲۰۲۰) با انجام آزمایش‌هایی بر روی کلزا نشان دادند که محلول‌پاشی روی باعث افزایش معنی‌دار تعداد خورجین در بوته شد. گلاوی و همکاران (۲۰۰۷) نیز با تحقیق بر روی کلزا گزارش دادند که مصرف ۹ کیلوگرم در هکتار سولفات روی باعث افزایش تعداد خورجین در بوته شد. گوهریان و همکاران (۲۰۲۰) گزارش دادند تاخیر در کاشت کلزا موجب کاهش تعداد خورجین در بوته شد و کاهش تعداد خورجین در بوته می‌تواند به علت طول دوره زایشی کمتر کلزا در شرایط تأخیر در کاشت باشد. نتایج تحقیق در مورد طول خورجین بیان‌گر آن بود که برهمکنش تاریخ کشت و رقم ($p < 0.05$) و اثر ساده محلول‌پاشی روی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با این وجود در بررسی مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کشت و رقم مشخص شد، بیشترین طول خورجین مربوط به تاریخ کشت ۲۰ بهمن در رقم دلگان با میانگین ۶/۴ سانتی‌متر و کوتاه‌ترین طول

دانه کلزا به دلیل افزایش دما به بالاتر از ۲۷ درجه سانتیگراد در مرحله پر شدن دانه، کاهش یافت.

عملکرد دانه

تجزیه مرکب داده‌های آزمایش نشان داد اثرات سه گانه تیمارها بر عملکرد دانه ($p < 0.01$)، معنی‌دار گردید (جدول ۲). در تاریخ کاشت ۲۰ بهمن‌ماه، در تیمار کاربرد روی، ژنوتیپ‌های دلگان و سولار بالاترین عملکرد را به ترتیب ۴۷۳۲/۲ و ۴۶۶۵/۳ کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در تاریخ کاشت ۱۰ اسفند ژنوتیپ سالسا در تیمار عدم کاربرد روی کم‌ترین عملکرد را تولید نمود (جدول ۳). تأخیر در کاشت کلزا سبب کوتاه شدن مرحله رویشی گیاه شده و در نتیجه گیاه در زمان مناسب به شاخص سطح برگ مطلوب نمی‌رسد، بنابراین، تعداد زیادی از دانه‌ها ممکن است به مرحله‌ی باروری نرسند به همین دلیل ریزش خورجین در کشت تأخیری افزایش می‌یابد. نتایج این پژوهش با یافته‌های بایوردی و مامدوف (۲۰۱۰)، مطابقت دارد. به نظر می‌رسد که دلیل بالا بودن عملکرد دانه در ارقام دلگان و سولار بیشتر بودن تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین به علت دوره رشد طولانی‌تر آن باشد که باعث افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی و جذب آن شده و در نتیجه رشد، فتوسنتز و شاخص سطح برگ گیاه افزایش یافته و باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود. نتایج نشان داد واکنش ارقام مورد آزمون نسبت به زمان کاشت و محلول پاشی روی متفاوت است. به طوری که رقم دلگان بر اثر کاربرد روی در تاریخ کشت ۲۰ بهمن باعث افزایش ۳/۳ درصدی عملکرد نسبت به عدم کاربرد روی را نشان داد. در حالی که در کشت تأخیری (۱۰ اسفند) بر اثر کاربرد روی عملکرد دانه ۱۳ درصد افزایش یافت (جدول ۳). به نظر می‌رسد افزایش عملکرد دانه در اثر محلول پاشی روی، به دلیل تاثیر مثبت آن بر افزایش فتوسنتز بوته‌های کلزا و در نهایت افزایش عملکرد دانه می‌باشد.

درصد و عملکرد روغن

پژوهش‌ها گزارش شده که محلول‌پاشی روی موجب افزایش تعداد دانه در خورجین در گیاه کلزا می‌شود (صفوی فرد و همکاران ۲۰۱۸، شجاع و همکاران ۲۰۱۸). آن‌ها دلیل کم‌بودن تعداد دانه در خورجین در تیمار شاهد را محدودیت عرضه مواد پرورده به نوک گل آذین بیان داشته و افزایش تعداد دانه در خورجین در اثر محلول‌پاشی روی را به دلیل نقش کلیدی این عنصر در انتقال آب و مواد غذایی از ریشه به اندام‌های هوایی اعلام کردند.

تجزیه مرکب داده‌های مندرج در جدول ۲ نشان داد اثرات سه گانه تیمارها بر وزن هزار دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید. به طوری که در تاریخ کاشت ۲۰ بهمن‌ماه، در تیمار کاربرد روی، ژنوتیپ‌های دلگان و سولار بالاترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در تاریخ کاشت ۱۰ اسفند ژنوتیپ سالسا در تیمار عدم کاربرد روی کم‌ترین وزن هزار دانه را تولید نمود (جدول ۳). وزن هزار دانه از پایدارترین اجزای عملکرد دانه کلزا است که تحت تأثیر شرایط محیطی قرار نداشته و یک صفت ژنتیکی است و به رقم بستگی دارد (انگادی و همکاران ۲۰۰۰). با این حال، به نظر می‌رسد که در صورت فراهم بودن عوامل محیطی مساعد چون دما، شرایط تغذیه‌ای، تاریخ کاشت مناسب قابلیت انجام فتوسنتز و ذخیره مواد فتوسنتزی در دانه افزایش یافته و دانه‌ی سنگین‌تری تولید می‌شود (شیرانی راد و همکاران ۲۰۱۴). از آنجایی که عنصر روی در سنتز پروتئین لوله گرده شرکت دارد، منجر به افزایش گرده افشانی و تشکیل میوه و دانه می‌شود (عینی نرگسه و همکاران ۲۰۱۹). به نظر می‌رسد که افزایش وزن هزار دانه در اثر مصرف روی به دلیل افزایش مواد ذخیره شده و کاهش محدودیت منبع می‌باشد که موجب سرازیر شدن مواد پرورده به سمت دانه می‌گردد. نرگس و همکاران (۲۰۱۹) و گوهریان و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که محلول پاشی روی سبب افزایش وزن هزار دانه می‌شود. همچنین، با تأخیر در کاشت، وزن هزار دانه کاهش یافت (جدول ۳). دوری و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهشی دریافتند که با تأخیر در کاشت، وزن

۲۰ بهمن مشاهده شد و کمترین درصد روغن دانه به لحاظ عددی در رقم سالسا با میانگین ۷۳۷/۸ کیلوگرم در هکتار روغن دانه در تاریخ کاشت ۱۰ اسفند به دست آمد (جدول ۳). افزایش عملکرد روغن در شرایط محلول پاشی با عنصر روی می تواند نتیجه اسیمیلاسیون بیشتر در دوره پر شدن دانه باشد که با افزایش فتوسنتز خورجین در ارتباط است (شهباز و همکاران ۲۰۱۸). کاهش عملکرد روغن دانه که به طور مستقیم تحت تاثیر عملکرد دانه و محتوای روغن قرار می گیرد، در شرایط کشت تاخیری احتمالاً به دلیل دمای بالاتر در طول دوره پر شدن دانه است که می تواند باعث کوچک شدن اندازه بذرها و در نتیجه عملکرد روغن کمتر شود (ناظری و همکاران ۲۰۱۸). عده‌ای از محققان گزارش کردند که کاشت تأخیری سبب افت میزان روغن دانه کلزا گردید (پاسبان اسلام ۲۰۱۹). میزان روغن ژنوتیپ‌های مختلف کلزا به واریته گیاهی، موقعیت مکان، حاصلخیزی خاک و دیگر عوامل بستگی دارد و از میان عوامل محیطی مهمی که بر درصد روغن دانه تأثیرگذار است، با افزایش دما، افت شدیدی در درصد روغن دانه آشکار می‌شود (ولی پور دستنائی و همکاران ۲۰۲۰). سلیمانی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کرده‌اند که در تعیین عملکرد روغن کلزا، تأثیر عملکرد دانه در مقایسه با درصد روغن بسیار بیشتر می‌باشد.

شاخص کلروفیل

میزان کلروفیل تحت تأثیر برهمکنش تاریخ کشت و رقم قرار گرفت ($p < 0.01$) (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بیانگر اختصاص بیشترین مقدار کلروفیل کل در تاریخ کشت زود هنگام (۲۰ بهمن) در ارقام دلگان (۱/۹۴۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و سولار (۱/۹۲۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و پائین‌ترین میزان کلروفیل کل در کشت تأخیری (۱۰ اسفند) در رقم سالسا (۰/۸۹۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مشاهده شد (جدول ۴). با مقایسه ارقام در تاریخ‌های کشت مشاهده شد که تأخیر در کاشت موجب کاهش ۴۱ درصدی غلظت کلروفیل کل شد (جدول ۴). در بین ارقام مورد استفاده، اگرچه بین سه رقم ساریگل، دلگان و سولار، در کشت تأخیری از

تجزیه مرکب داده‌های آزمایش نشان داد اثر برهمکنش تاریخ کشت و رقم ($p < 0.01$) و اثر ساده محلول‌پاشی عنصر روی در سطح احتمال یک درصد، بر درصد روغن معنی‌دار گردید (جدول ۲). بیشترین درصد روغن مربوط به تاریخ کشت ۲۰ بهمن در رقم سولار و ساریگل با میانگین ۴۳/۴۲ و ۴۳/۲۸ درصد حاصل شد و کم‌ترین درصد روغن در تاریخ کشت‌های ۱۰ اسفند در رقم سولار با میانگین ۳۹/۷۶ درصد بوده است (جدول ۴). وجود شرایط نامناسب اواخر فصل رشد مانند گرمای شدید سبب کاهش معنی‌دار درصد روغن تاریخ کاشت سوم نسبت به تاریخ کاشت زودتر گردید. این نتایج با یافته‌های (دوری و همکاران ۲۰۱۶) مطابقت دارد این نتایج با یافته‌های دوری و همکاران ۲۰۱۵، مطابقت دارد. آن‌ها نتیجه گرفتند که تنش اواخر فصل رشد می‌تواند موجب کاهش درصد روغن کلزا شود. همچنین کاربرد عنصر روی نسبت به عدم کاربرد آن، سبب افزایش میزان روغن دانه از ۴۱/۵۱ به ۴۱/۸۸ گردید (جدول ۵). گریوال و گراهام (۱۹۹۹) بیان کردند که استفاده از عنصر ریز مغذی روی سبب افزایش وزن توده گیاهی شده و در نتیجه، موجب افزایش تولید کربوهیدرات‌ها و در نهایت، افزایش درصد روغن در دانه می‌گردند. نتایج تحقیقات نشان داده است که کمبود روی باعث جلوگیری از فعالیت تعدادی از آنزیم‌های آنتی اکسیدان می‌شود که منجر به خسارات شدید و گسترده به غشای لیپیدی می‌شود (الاما و همکاران ۲۰۱۵). از این رو، کمبود عنصر روی می‌تواند باعث کاهش میزان روغن دانه شود (ایلماز و همکاران ۱۹۹۷).

تجزیه مرکب داده‌های آزمایش نشان داد اثرات سه گانه تیمارها بر عملکرد روغن در سطح احتمال پنج معنی‌دار شد (جدول ۲). جدول ۳ نشان می‌دهد که عملکرد روغن در ارقام مورد بررسی، در اثر کاربرد روی در تاریخ کشت زود هنگام و یا دیر هنگام روند صعودی را دنبال کرد. نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سه‌گانه بر عملکرد روغن دانه نشان داد که بیشترین عملکرد روغن دانه در ژنوتیپ‌های دلگان، سولار و سالسا با میانگین‌های به ترتیب ۲۰۶۶/۲، ۱۸۷۳/۲ و ۲۰۲۹/۲ کیلوگرم در هکتار در تاریخ کاشت

دهی به دست آمد (۱/۵۰۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر). کمترین میزان کلروفیل کل تیمار شاهد (عدم کاربرد روی) با ۱/۴۱۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر مشاهده شد (جدول ۵). افزایش میزان کلروفیل با کاربرد عنصر روی می‌تواند مربوط به نقش این عنصر در افزایش فتوسنتز این رنگدانه‌های فتوسنتزی و همچنین به تعویق انداختن تخریب و زوال آن باشد. روی بر محتوای عناصر غذایی موثر در تشکیل کلروفیل نظیر آهن و روی تاثیر دارد. این عنصر به دلیل نقش مهمی که در متابولیسم پروتئین‌ها و آنزیم‌ها و همچنین رنگدانه‌های فتوسنتزی دارد، می‌تواند باعث افزایش توان فتوسنتزی و عملکرد گیاه شود (ناظری و همکاران ۲۰۱۹). در آزمایش پاسبان اسلام و همکاران (۲۰۱۹) محلول‌پاشی روی میزان کلروفیل را افزایش داد که این موضوع می‌تواند به علت نقش این عنصر در متابولیسم نیتروژن و ساخت کلروفیل باشد.

لحاظ آماری تفاوتی وجود نداشت، اما از لحاظ عددی رقم ساریگل با مقدار ۱/۱۷۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بیشترین محتوای کلروفیل کل را دارا بود (جدول ۴). کاهش در میزان کلروفیل در اثر کشت تأخیری اغلب مشاهده شده که از آن جمله می‌توان به گزارش ناظری و همکاران (۲۰۱۹) در گونه‌های براسیکا اشاره کرد. این تغییرات احتمالاً به دلیل افزایش تولید رادیکال‌های آزاد در سیستم فتوسنتزی در شرایط نامناسب اواخر فصل رشد بوده و گیاه با فعال کردن آنزیم کلروفیل‌از اتمام به تخریب محتوای کلروفیل خود می‌کند تا به این طریق از افزایش تخریب سایر سلول‌های گیاهی توسط رادیکال‌های آزاد جلوگیری کند.

نتایج نشان داد که تأثیر کاربرد روی بر میزان کلروفیل کل معنی‌دار بود ($p < 0.01$) (جدول ۲). محلول‌پاشی روی در مرحله ساقه‌دهی موجب افزایش ۶ درصدی غلظت کلروفیل کل شد، به طوری که بیشترین میزان کلروفیل کل در محلول‌پاشی روی در مرحله ساقه

جدول ۴- مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم بر صفات مورد مطالعه

رقم	طول خورجین (cm)	روغن (%)	کلروفیل کل (mg.g ⁻¹ FW)	گلوکوزینولات (μmol.g ⁻¹ meal)	تاریخ کاشت
ساریگل	۵/۷ ^b	۴۳/۲۸ ^a	۱/۷۰۸ ^b	۱۰/۷۲۹ ^d	۲۰ بهمن
دلگان	۶/۴ ^a	۴۲/۴۹ ^b	۱/۹۴۸ ^a	۸/۴۳۸ ^e	
سالسا	۵/۸ ^b	۴۲/۶۹ ^b	۱/۷۶۶ ^b	۱۰/۱۱۰ ^d	
سولار	۶/۳ ^a	۴۳/۴۲ ^a	۱/۹۲۰ ^a	۸/۶۷۲ ^e	
ساریگل	۵/۳ ^c	۴۲ ^b	۱/۵۵۹ ^c	۱۱/۹۹۳ ^d	۳۰ بهمن
دلگان	۵/۱ ^c	۴۱/۱۵ ^c	۱/۴۸۶ ^{de}	۱۲/۵۱۱ ^d	
سالسا	۴/۵ ^d	۴۱/۹۱ ^{bc}	۱/۳۰۱ ^e	۱۴/۱۸۷ ^c	
سولار	۵/۲ ^c	۴۱/۷۸ ^{bc}	۱/۵۲۱ ^c	۱۲/۲۶۹ ^d	
ساریگل	۴/۱ ^e	۴۰/۷۶ ^c	۱/۱۷۵ ^f	۱۵/۳۳۲ ^b	۱۱ اسفند
دلگان	۴/۱ ^e	۴۰/۶۳ ^c	۱/۱۳۸ ^f	۱۵/۶۸۵ ^b	
سالسا	۴/۵ ^d	۴۰/۴۷ ^c	۰/۸۹۵ ^g	۱۷/۳۰۱ ^a	
سولار	۴ ^e	۳۹/۷۶ ^d	۱/۱۱۲ ^f	۱۵/۹۶۰ ^b	

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار نیستند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی روی بر صفات مورد مطالعه

تیمار	گلوکوزینولات ($\mu\text{mol.g}^{-1}$ meal)	کلروفیل کل (mg.g^{-1} FW)	روغن (%)	طول خورجین (cm)	روی
					شاهد (محلول پاشی با آب خالص)
	۱۳/۱۸۱ ^a	۱/۴۱۳ ^b	۴۱/۵۱ ^b	۴/۸ ^b	محلول پاشی در مرحله ساقه‌دهی
	۱۲/۳۵۰ ^b	۱/۵۰۸ ^a	۴۱/۸۸ ^a	۵/۲ ^a	

مقایسه میانگین در سطح ۵ درصد آزمون LSD

گلوکوزینولات

نتایج تجزیه واریانس میزان گلوکوزینولات دانه نشان داد که اثر محلول پاشی روی و اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر میزان گلوکوزینولات دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲). نتایج مقایسات میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر میزان گلوکوزینولات دانه نشان داد که بیشترین میزان گلوکوزینولات دانه در رقم Salsa با میانگین ۱۷/۳۰۱ میکرومول بر گرم کنجاله، در تاریخ کاشت ۱۰ اسفند ماه به دست آمد و کمترین میزان گلیکوزینولات دانه اسید در رقم Dalgan و Solar به ترتیب با میانگین ۸/۴۳۸ و ۸/۶۷۲ میکرومول بر گرم کنجاله در تاریخ کاشت ۲۰ بهمن بدست آمد. (جدول ۴). نتایج مقایسات میانگین بیان‌گر این است که با تأخیر در تاریخ کاشت زمستانه، میزان درصد گلوکوزینولات دانه به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده است (جدول ۴). همچنین محلول پاشی روی باعث کاهش معنی‌دار میزان گلوکوزینولات کنجاله شده است (جدول ۵). افزایش گلوکوزینولات دانه باعث کاهش کیفیت و ارزش غذایی کنجاله‌ی دانه‌ی کلزا می‌شود که تحت تأثیر عوامل ارثی و محیطی قرار دارد (سالیبوری و همکاران ۲۰۰۲). میزان این ماده در ارقام مختلف بسته به خصوصیات ژنتیکی ژنوتیپ‌ها متغیر می‌باشد. مقدار گلوکوزینولات در شرایط نامناسب اواخر فصل رشد افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد زمانی که دانه‌ها در حال پرشدن هستند و گیاه با تنش گرمایی انتهایی فصل رشد و یا کم آبی مواجه می‌شود، مقدار گلوکوزینولات بافت‌های رویشی و بخصوص مقدار

گلوکوزینولات خورجین، توزیع مجدد یافته و وارد دانه‌ها می‌شود و باعث می‌شود مقدار آن در دانه افزایش یابد (نعیمی و همکاران ۲۰۱۰). نتایج حاصله با مطالعات ولیپور دستنائی و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از ارزیابی صفات طی دو سال آزمایش نشان داد که تأخیر در کاشت زمستانه ارقام بهاره کلزا سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و درصد روغن شد به طوری که کاشت در تاریخ ۲۰ بهمن، افزایش عملکرد روغن و دانه را به همراه داشت. تأخیر در کاشت به دلیل از دست رفتن زمان مناسب برای رشد، گیاه به پتانسیل بالقوه خود نمی‌رسد. در تاریخ کاشت اول و دوم بوته‌ها از رشد بیشتر و تولید ماده خشک بیشتر بیشتری برخوردار بودند، بنابراین میزان خسارت سرما پایین و قابلیت برگشت و ترمیم بوته‌ها بسیار بالا بود. اما در تاریخ کاشت‌های دیرتر به دلیل رشد کمتر و اندوخته ماده خشک کم، خسارت سرما در اثر حذف و از بین رفتن بوته‌ها و کاهش تعداد بوته در واحد سطح بیشتر بود. همچنین نتایج محلول پاشی روی بیان‌گر اثر معنی‌دار این عنصر بر افزایش عملکرد روغن بود. کمبود روی باعث جلوگیری از فعالیت تعدادی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌شود که منجر به خسارات شدید و گسترده به غشای لیپیدی می‌شود (الاما و همکاران ۲۰۱۵). از این رو، کمبود عنصر روی می‌تواند باعث کاهش میزان روغن دانه شود (ایلماز و همکاران ۱۹۹۷). همچنین روی می‌تواند اثر مطلوبی بر فعالیت‌های فتوسنتزی برگ‌ها

محلول پاشی روی، اثرات منفی تاخیر در کاشت را در اغلب صفات مورد مطالعه ارقام مختلف کلزا کاهش داد.

سپاسگزاری

از همکاران بخش دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی کرج در اجرای این تحقیق سپاسگزاری می‌شود.

داشته باشد و باعث انتقال بهتر مواد فتوسنتزی شود (وانگ و دوان ۲۰۰۶) و از طرفی بر اساس نتایج تحقیقات، شکل‌گیری گل و فرآیند گرده‌افشانی بر اثر کمبود روی، مختل می‌شوند که منجر به کاهش شدیدی در عوامل موثر در عملکرد می‌شود که این امر را به کاهش تولید ایندول استیک اسید (IAA) نسبت می‌دهند (برنان ۲۰۰۱). به طور کلی در آزمایش انجام شده،

منابع مورد استفاده

- Afsahi K, Nazari M, Omidi H, Shekari F, and Bostani AA. 2020. The effects of different methods of zinc application on canola seed yield and oil content. *Journal of Plant Nutrition*, 43(8).
- Alipour Z M and Mir Darikvand B. 2020. Evaluation of Traits Affecting Yield and Components of Yield in Different Cultivars of Canola under Cold Climate Conditions. *International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences*, 9(3): 41-45.
- Arnon DI. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24: 1-150.
- Angadi SV, Cutforth HW, Miller PR, McConkey BG, Entz MH, Brandt SA and Volkmar M. 2000. Response of three Brassica species to high temperature stress during reproductive growth. *Canadian Journal of Plant Science*, 80:693-701.
- Azizi Kh, Norouzian A, Heydar S and yaghubi M. 2010. The study of the effect of zinc and boron foliar application on yield, yield components, seed oil and protein content and growth indices of rapeseed (*Brassica napus* L.) in Khorramabad climatic conditions. *Journal of Agricultural Knowledge*, 4(5): 1-16.
- Brennan RF. 2001. Residual value of zinc fertilizer for production of wheat. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41: 541-547.
- Bybordi A and Mamedov G. 2010. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). *Notulae Science Biologicae*, 2(1): 21-30.
- Yilmaz A, Ekiz H, Torun B, Gultekin I, Karanlik S, Bagci SA and Cakmak I. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc-deficient calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 20(4): 461-471.
- Dirwai TL, Senzanje A and Mabhaudhi T. 2021. Calibration and Evaluation of the FAO AquaCrop Model for Canola (*Brassica napus*) under Varied Moisture Irrigation Regimes. *Agriculture*, 11(5): 410.
- Doori S, Moradi Telavat M R, Siadat SA and Bakhshandeh A. 2015. Effect of delayed planting and foliar application of nitrogen on canola seed and oil yield in Ahvaz conditions. *Iranian Journal of Crop Science*, 17(2): 128-138.
- Eyni-Nargeseh H, Aghaalikhani M, ShiraniRad AH, Mokhtassi-Bidgoli A and Modares Sanavy SAM. 2019. Physiological and Agronomic Response of Rapeseed (*Brassica napus* L.) Genotype to Late-Season Drought Stress under Karaj Climatic Condition. *Agricultural Science and Sustainable Production*, 29(2): 79-95.
- Francois LE. 1994. Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline condition. *Agronomy Journal*, 86: 233-237.

- Galavi M, Heidari M and zamani M. 2007. Effects of zinc sulphate spray on quality, yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus*). Faculty of and magnesium and soil-applied boron. Journal of Plant Nutrition, 18(1): 179-200.
- Gan Y, Angadi SV, Cutforth H, Potts D, Angadi VV and Mc Donald CL. 2004. Canola and mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages. Canadian Journal of Plant Science, 84: 697-704.
- Grewal H S and Graham RD. 1999. Residual effects of subsoil zinc and oilseed rape genotype on the grain yield and distribution of zinc in wheat. Plant and Soil, 207:29-36.
- Goharian A, Shirani Rad AH, Moaveni P, Mozafari H, and Sani B. 2020. Foliar Application of Selenium and Zn to Improve the Yield and Yield Components of Rapeseed Genotypes under Conventional and Delayed Sowing Dates. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 30(2):157-176. (In Persian).
- Hoshmandfar AR, Moraghebi F, Eradatmand Asli D, Afdidi F, Heidari F and Moraghebi F. 2011. Investigate the effect Effects of Different Zinc Spraying on Oil Yield in Rapeseed Cultivars. Journal of Plant and Biology, 16(24): 57-65.
- Naeemi M, ali Akbari Gh, Shirani Rad A.H, Modares Sanavi S.A.M, and Sadat Noori S.A, 2010. Evaluation of drought stress effect at terminal growth stage on quantitative and qualitative yield of rapeseed cultivars. Journal of Crop Improvement, 12 (2): 63-71. (In Persian)
- Nazeri P, Shirani Rad A.H, ValadAbadi S.A, Mirakhori M and Hadidi Masoule, E. 2018. Effect of Sowing Dates and Late Season Water Deficit Stress on Quantitative and Qualitative Traits of Canola Cultivars. Outlook on Agriculture, 47(4):291-297.
- Nazeri P, Shirani Rad AH, ValadAbadi SA, Mirakhori M and Hadidi Masoule E. 2019. The effect of planting date and late season drought stress on Eco-physiological characteristics of the new varieties of Canola (*Brassica napus* L.). Journal of Agroecology, 11(1): 261-276. (In Persian).
- Olama VA, Ronaghi M, Karimian NA, Yasrebi J, Hamidi R and Tavajjoh M. 2015. Comparison of yield, yield components and seed quality (oil and protein content) of two rapeseed cultivars as affected by different levels of soil-applied nitrogen and zinc. Journal of Field Crops Research, 13(1): 43-52.
- Ozoni Doje A, Esfahani M, Samezaded Lahifi H and Rabei M. 2008. Effect of planting arrangement and plant density on Yield and Seed Yield Components of Two Petals with and without Petals of Rapeseed. Iranian Journal of Crop Science, 1(9): 60-76.
- Pasban Eslam B. 2019. Determining Planting Time and Seed Rate of Spring Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) In Tabriz Plain. Journal Agricultural Science and Sustainable Production, 29(2): 97-105. (In Persian).
- Roshan F, Moradi-Telavat MR and Siadat SA. 2016. Effects of foliar application of zinc sulfate on minerals content, seed and oil yields of two safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.). Iran. Journal of Crop Science, 17(4): 1063-1074. (In Persian).
- Safavi Fard N, Heidari Sharif Abad H, Shirani Rad AH, Majidi Heravan E and Daneshian J. 2018. Investigation of the Possibility of Winter Planting of Spring Oilseed Rape Cultivars in Cold-Temperate Karaj Region under Terminal Water Deficit Stress Conditions. Seed and Plant Production Journal, 34-2(1): 23-38. (In Persian).
- Salisbury PA. 2002. Genetically modified canola in Australia: agronomic and environmental considerations. Australian Oilseed Federation. pp 107.
- Samadzadeh Ghale Joughi E, Majidi Hervan E, Shirani Rad AH and Noormohamadi Gh. 2018. Fatty acid composition of oilseed rapeseed genotype as affected by vermicompost application and different thermal regimes. Agronomy Research, 16(1): 230-242.
- Shahbaz K, Sumera A, Jie K, Noman A, Shahid M, Din M, Ali A and Zhou G. 2018. Alteration in Yield and Oil Quality Traits of Winter Rapeseed by Lodging at Different Planting Density and Nitrogen Rates. Nature Scientific Reports, 8: 634-464.

- Shirani Rad AH. 2012. The study of agronomical traits of spring rapeseed cultivars in the condition of different plantings dates (Karaj region in Iran). *Annals of Biological Research*, 3(9): 4546-4550.
- Shirani Rad AH, Bitarafan Z, Rahmani Taherkhani T, Mordiaghdam A and Nasresfahani S. 2014. Effects of Planting Date on Spring Rapeseed (*Brassica napus* L.) Cultivars under Different Irrigation Regimes. *Turkish Journal of Field Crop*, 19(2): 153-157.
- Shoja T, Majidian M and Rabiee M. 2018. Effects of Zinc, Boron and Sulfur on Grain Yield, Activity of Some Antioxidant Enzymes and Fatty Acid Composition of Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Acta Agriculturae Slovenica*, 111: 73-84.
- Sieling K, Böttcher U and Kage H. 2017. Sowing date and N application effects on tap root and above-ground dry matter of winter oilseed rape in autumn. *European Journal of Agriculture*, 83:40-46.
- Soleymani A, Moradi M and Naranjani L. 2011. Effects of The Irrigation Cut-off Time in Different Growth Stages on Grain and Oil Yield Components of Autumn's Canola Cultivars in Isfahan Region. *Journal of Water and Soil*, 25(3): 426-435. (In Persian).
- Tang L, Hamid, Y, Liu D, Shohag MJI, Zehra A, Hee Z, Fenga Y and Yang X. 2020. Foliar application of zinc and selenium alleviates cadmium and lead toxicity of water spinach – Bioavailability/cytotoxicity study with human cell lines. *Environment International*, 145, 106122.
- Valipour dastenaei M, Shirani Rad AH, Valadabadi SA, Seifzadeh S and Zakerin H R. 2020. Effect of Winter Planting Date on Qualitative Traits and Yield of Spring Rapeseed (*Brassica napus* L.) Cultivars by Using Zinc Spray in Karaj Region. *J. Crop Ecophysiology*, 13(4): 589-604. (In Persian).
- Wang N and Duan JK. 2006. Effects of variety and crude protein content on nutrients and anti-nutrients in lentil. *Food Chemistry*, 95: 493-502.
- Wynne K, Neely CB, Adams C, Kimura E, DeLaune PB, Hathcoat D and Gerrish B. 2020. Testing row spacing and planting rate for fall-planted spring canola in the southern United States. *Agronomy Journal*, 112:1952–1962.