

Determining Suitable Rapeseed Cultivars using Phenologic, Physiologic and Agronomic Characteristics in Alborz , Golestan provinces

Hamid Jabbari^{*1}, Abolfazl Faraji², Abbas Falah Tosi³, Amir Hossein Shirani Rad⁴, Nadia Safavi Fard⁵,
Mohammad Bagher Valipour⁶ , Ali Ebadi⁷

Received: 22 June 2022 Accepted: 27 July 2023

1-Assist. Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

2-Prof., Gilan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran.

3-Assist. Prof., Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Gorgan, Iran.

4-Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

5-Ph.D., Agronomy, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

6-Ph.D. Student, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

7- Assist. Prof., Nuclear Agriculture Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, P. O. Box 31485-498, Karaj, Iran.

*Corresponding Author Email: h.jabbari@areeo.ac.ir

Abstract

Background & Objective: The purpose of the experiment was to determine and identify new cultivars to replace them with old cultivars in two climates, cold-temperate (Alborz province) and humid warm-temperate (Golestan province).

Materials and Methods: The experiment was carried out during two years (2017-18 and 2018-19) in Alborz and Golestan provinces by using 14 spring and 10 winter rapeseed varieties in a randomized complete block design with three replications. In Alborz province (Karaj), Okapi variety and in Golestan province (Gorgan) RGS003 were selected as regional control.

Results: The results showed that the response of cultivars in terms of active and effective cumulative growing degree days (ADD and EDD, respectively) in two years of the experiment were relatively the same at two cold-temperate and humid warm-temperate climates, but the changes in their grain yield in each year were completely different and dependent on the year. In Gorgan region, cultivars DK 7170, Trapper, Hyola 50, Hyola 401 and Hyola 420 had more grain yield potential with lower ADD for the beginning of flowering and more leaf area index and SPAD index compared to RGS003 cultivar (control). In the Karaj region, the new and intermediate-maturing winter genotypes (Nafis and HL3721 line) had the higher seed yield due to less ADD for the beginning of flowering and the growth period duration, more silique per plant, and higher seeds per silique, thousand seed weight, leaf area index and SPAD index (significant difference) compared to okapi variety (control).

Conclusion: Trapper, Hyola 50 and Delgan cultivars with seed yield ranged from 2500 to 3000 kg.ha⁻¹ for planting in Gorgan region and Nafis cultivar with seed yield ranged from 3200 to 3300 kg.ha⁻¹ for planting in Karaj region were recognized as suitable and high potential and good substitutes for the old RGS003 and Okapi cultivars, respectively.

Keywords: Active and Effective Cumulative Growing Degree Days, Climate, Flowering, Grain Yield, Spring Cultivars, Winter Cultivars

تعیین ارقام مناسب کلزا با استفاده از خصوصیات نموی، فیزیولوژیک و زراعی در دو استان البرز و گلستان

حمید جبّاری^{۱*}، ابوالفضل فرجی^۲، عباس فلاح طوسی^۳، امیر حسین شیرانی راد^۴، نادیا صفوی فرد^۵، محمد باقر ولی پور^۶، علی عبادی^۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۴/۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۵

- ۱- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۲- استاد بخش زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، رشت، ایران
- ۳- استادیار بازنشسته مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد، ایران
- ۴- استاد مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۵- دانش‌آموخته دکتری، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۶- دانشجوی دکتری، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۷- استادیار پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی، کرج، ایران

* مسئول مکاتبه: Email: h.jabbari@areeo.ac.ir

چکیده

مقدمه و اهداف: هدف آزمایش تعیین و شناسایی ارقام جدید جهت جایگزینی با ارقام قدیمی در دو اقلیم معتدل سرد (استان البرز) و معتدل گرم و مرطوب (استان گلستان) بود.

مواد و روش‌ها: آزمایش طی دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ در دو استان البرز و گلستان با استفاده از ۱۴ رقم بهار و ۱۰ رقم زمستانه کلزا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در استان البرز (کرج) رقم اوکاپی و در استان گلستان (گرگان) رقم آرچی اس ۰۰۳ به عنوان شاهد منطقه انتخاب شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که عکس العمل ارقام از نظر درجه روز فعال و موثر تجمعی در دو سال آزمایش در دو منطقه اقلیمی معتدل سرد و گرم و مرطوب نسبتاً یکسان بود ولی تغییرات عملکرد دانه آن‌ها در هر سال کاملاً متفاوت و وابسته به سال بود. در منطقه گرگان، ارقام دی کی ۷۱۷۰، تراپر، هایولا ۵۰، هایولا ۴۰۱ و هایولا ۴۲۰ با درجه روز فعال تجمعی کمتر برای آغاز گل‌دهی و شاخص‌های سطح برگ و سبزیگی بیشتر در مقایسه با رقم آرچی اس ۰۰۳ (شاهد) از پتانسیل عملکرد دانه بیشتری برخوردار بودند. در منطقه کرج، ژنوتیپ‌های زمستانه جدید و میان‌رس نفیس و لاین HL3721 با درجه روز فعال تجمعی کمتر برای آغاز گل‌دهی و طول دوره رشد، تعداد خورجین در بوته بیشتر، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، شاخص سطح برگ و شاخص سبزیگی بیشتر (تفاوت معنی‌دار) در مقایسه با رقم اوکاپی (شاهد) از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بودند.

نتیجه‌گیری: ارقام تراپر، هایولا ۵۰ و دلگان با میانگین عملکرد دانه ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار جهت کاشت در منطقه گرگان و رقم نفیس با میانگین عملکرد دانه ۳۲۰۰ تا ۳۳۰۰ کیلوگرم در هکتار جهت کاشت در منطقه کرج مناسب تشخیص داده شدند و جایگزین مناسبی به ترتیب برای ارقام قدیمی آرچی اس ۰۰۳ و اوکاپی شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: ارقام بهار، ارقام زمستانه، اقلیم، درجه روز رشد موثر و فعال تجمعی، عملکرد دانه، گل‌دهی

مقدمه

در بین عوامل اقلیمی دما از اهمیت خاصی برخوردار است و به این دلیل بررسی تأثیراتی که دما در مقیاس‌های زمانی مختلف از جمله رشد و نمو گیاهان می‌گذارد ضروری می‌باشد. به این دلیل از مفهومی به نام درجه روز رشد تجمعی^۱ در مطالعات هواشناسی و اقلیم‌شناسی زیستی استفاده می‌شود. استفاده از درجه روز رشد تجمعی برای بیان طول مراحل نمو گیاهان نسبت به تقویم زمانی ترجیح داده می‌شود. بر این اساس، تعیین درجه روز رشد و پهنه‌بندی مناطق براساس آن‌ها در انجام عملیات زراعی به موقع و صحیح و همچنین استفاده بهتر از زمین‌های کشاورزی دارای اهمیت ویژه-ای است (جباری ۲۰۲۰). کلزا (*Brassica napus L.*) یکی از مهم‌ترین گونه‌های دانه‌های روغنی در جهان می‌باشد و این اهمیت به واسطه کیفیت بالای روغن و کنجاله آن بوده که پتانسیل یک منبع تجدید شدنی سوخت‌های زیستی را نیز دارا می‌باشد. طبق آمار سازمان خواربار و کشاورزی جهان در سال ۲۰۱۸، تولید دانه کلزا در ایران و دنیا به ترتیب به میزان ۱۴۰ هزار تن و ۷۵ میلیون تن بوده است (فائو ۲۰۲۰). همچنین سطح زیرکشت کلزا در ایران و دنیا در سال زراعی ۱۸-۲۰۱۷ به ترتیب به میزان ۷۶ هزار و ۳۷/۵ میلیون هکتار بوده است (فائو ۲۰۲۰). عوامل محدود کننده عمده در تولید کلزا عبارتند از دمای کم در زمستان و تنش گرمایی در هنگام پر شدن دانه، تابش کم خورشید در هنگام پر شدن دانه، شرایط زمستان‌گذرانی در مرحله روزت و دمای بالا در زمان گلدهی که به شدت به نوع رقم و مراحل نموی (درجه روز رشد تجمعی) و تفاوت سال‌ها وابسته است. در بررسی دجامان و همکاران (۲۰۱۸) میانگین عملکرد دانه در هشت ژنوتیپ زمستانه کلزا بسیار متنوع و از ۲۳۹۳ تا ۵۷۱۷ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. نتایج نشان داده است که در شرایط آب و هوای مدیترانه‌ای، در دسترس بودن آب و درجه حرارت دو عامل اصلی محدود کننده عملکرد دانه ارقام بهاره کلزا می‌باشند (وانگ و همکاران ۲۰۱۷).

سید محمدی و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی واکنش دو رقم بهاره کلزا (آپشن ۵۰۰ و آرچی اس ۰۰۳) در منطقه معتدل سرد و خشک جنوب استان تهران گزارش دادند که بیش‌ترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد روغن، ارتفاع گیاه، تعداد خورجین در گیاه و طول خورجین در گیاه در رقم آرچی اس ۰۰۳ به دست آمد. در آزمایش دیگری نیز در منطقه گرم و خشک بهبهان خوزستان ارقام هایولا ۴۰۱ و آگامکس در مقایسه با ارقام جاکامو و جری به دلیل زودرسی از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بودند (فانی و همکاران ۲۰۱۹). همتی و همکاران (۲۰۱۹) نیز تغییرات عملکرد دانه شش ژنوتیپ زمستانه کلزا در منطقه کرج را از ۱۷۴۰ تا ۲۰۶۰ کیلوگرم در هکتار ذکر کردند که در ارتباط با زودرسی و دیررسی آن‌ها بوده است. چرخه حیات کلزای پاییزه شامل دو بخش است. بخش اول به مراحل رویشی گیاه مربوط می‌شود که تا قبل از سرمای زمستان به طول می‌انجامد و بخش دوم به مراحل رشد سریع و زایشی گیاه اختصاص دارد که پس از بیداری گیاه از اواخر زمستان تا اوایل بهار شروع می‌شود. در تمامی این مراحل گیاه برای اینکه بتواند دوره حیات مرحله خود را به پایان برساند، نیازمند کسب مقدار معینی گرما از محیط است، که با درجه روز رشد تجمعی بیان می‌شود. چراغی و همکاران (۲۰۱۸) طی تحقیقاتی دمای پایه کلزا را در حدود پنج درجه سلسیوس گزارش کردند. همچنین چراغی و همکاران (۲۰۱۸) اعلام کردند که با احتساب دمای پایه پنج درجه سلسیوس، ارقام بهاره کلزا در استان خوزستان برای سبز شدن و رسیدگی به ترتیب ۱۲۰ و ۱۲۰۰ درجه روز گرما نیاز دارند.

خیاط و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی میزان درجه روز رشد تجمعی چهار رقم کلزا (هایولا ۴۰۱، آپشن ۵۰۰، آرچی اس ۰۰۳ و ساری گل) در استان خوزستان میزان درجه روز رشد تجمعی مورد نیاز ارقام مورد بررسی را حداکثر ۱۸۰۲ درجه روز گزارش کردند. دجامان و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی هشت ژنوتیپ زمستانه کلزا در یک منطقه نیمه خشک و سرد آمریکا بیان داشتند که

¹ Cummulative growing degree days

خورجین، وزن هزاردانه و تعداد خورجین در ساقه اصلی برتری داشت (طهماسبی و همکاران ۲۰۱۳).
با توجه به اهمیت این موضوع هدف از انجام این بررسی مقایسه ویژگی‌های زراعی، فیزیولوژیک و نیازهای حرارتی مراحل نمو در ارقام قدیمی و جدید کلزا (زمستانه و بهاره) و شناسایی ارقام جدید و پرمیانسپیل داخلی و خارجی جهت جایگزینی با ارقام قدیمی در دو اقلیم معتدل سرد (استان البرز) و معتدل گرم و مرطوب (استان گلستان) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این بررسی طی دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ در دو استان البرز (نماینده اقلیم معتدل سرد) و استان گلستان (نماینده اقلیم معتدل گرم و مرطوب) انجام شد. در استان البرز این آزمایش در مزرعه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام شد. عرض جغرافیایی محل انجام آزمایش، ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۲۱ متر است. این منطقه براساس آمار آب و هوایی و منحنی آمبروترمیک به دلیل داشتن ۱۵۰ تا ۱۸۰ روز خشک، جزء مناطق آب و هوایی مدیترانه‌ای گرم و خشک و با داشتن زمستان سرد و مرطوب و تابستان گرم و خشک جزء رژیم رطوبتی خشک محسوب می‌شود. براساس اطلاعات ۳۰ ساله هواشناسی کرج، متوسط بارندگی منطقه ۲۴۳ میلی متر در سال است. میانگین حداکثر درجه حرارت سالانه در تیرماه، ۲۸ درجه سلسیوس و میانگین حداقل درجه حرارت، یک درجه سلسیوس در دی ماه اتفاق می‌افتد. متوسط درجه حرارت منطقه در یک دوره ۳۰ ساله برابر ۱۳/۵ درجه سلسیوس و درجه حرارت خاک، ۱۴/۵ درجه سلسیوس است. تبخیر سالانه ۲۱۸۴ میلی متر، متوسط ساعات آفتابی ۲۸۹۹ ساعت و تعداد روزهای یخبندان سالانه در شهر کرج ۵۰ روز است. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی رسی بود و متوسط اسیدیته عصاره اشباع و هدایت الکتریکی خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری به ترتیب حدود ۷/۲۴ و ۲/۲ دسی زیمنس بر متر بود. در استان گلستان این آزمایش در مرکز تحقیقات و آموزش

میانگین درجه روز رشد جمعی با در نظر گرفتن دمای پنج درجه سلسیوس به عنوان دمای پایه برای ژنوتیپ-های زمستانه کلزا ۲۲۸۳ می‌باشد. معماری و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی مراحل نمو هیبرید هایولا ۴۰۱ در اقلیم مرطوب استان گلستان تعداد روز تا شروع گل‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی را به ترتیب ۹۵ و ۱۷۵ روز ذکر کردند. بگنا و انگادی (۲۰۱۶) در بررسی تعیین میزان درجه روز رشد جمعی مورد نیاز تا مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی ارقام کلزا بیان داشتند که این میزان در هر سال در ارقام مختلف متفاوت بوده و می‌تواند از ۱۱۵۳ تا ۱۳۲۲ درجه روز متغیر می‌باشد. همچنین میزان درجه روز رشد جمعی مورد نیاز کلزا تا مرحله پایان گل‌دهی کلزا از ۱۹۰۰ تا ۲۲۰۰ درجه روز متغیر ذکر شده است. در یک بررسی دیگر، درجه روز رشد جمعی مورد نیاز تا مرحله رسیدگی فیزیولوژی برای ارقام بهاره کلزا در ایالت مونتانا آمریکا از ۱۴۳۲ تا ۱۵۵۷ گزارش شده است (میلر و همکاران ۲۰۱۸). حلبیان و اسماعیلی (۲۰۱۶) مقادیر درجه روز جمعی کلزا به روش مؤثر و فعال را برای استان کردستان تعیین کردند و نشان دادند که بیشترین میزان درجه روز فعال و مؤثر جمعی متعلق به شهرستان سنندج به ترتیب ۲۵۷۹/۲ و ۲۸۱۴/۵ و کمترین میزان به زرینه به ترتیب ۲۳۱۹ و ۱۷۰۱ بود. سبحانی و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی نیازهای حرارتی گیاه کلزا پاییزه برای مناطق اردبیل و نمین، نشان دادند میانگین کل دوره حیاتی برای گیاه کلزا ۲۶۸ روز است و میانگین مجموع نیازهای حرارتی بر مبنای دمای پایه صفر درجه سلسیوس دمای فعال ۲۳۲۵ و براساس دمای پنج درجه سلسیوس دمای مؤثر کلزا ۱۵۰۲ محاسبه شد. در بررسی مقایسه ارقام پاییزه کلزا به منظور تعیین رقم مناسب در منطقه ساوه مشخص شد که در بین پنج رقم اوکاپی، اورینت، لیکورد، اپرا و سین ۴ رقم اپرا به دلیل برخورداری از بیشترین وزن هزار دانه و تعداد خورجین در بوته زیاد بیشترین عملکرد دانه و روغن را داشت (شریف مقدسی ۲۰۰۹). در آزمایش دیگری در استان ایلام از بین سه رقم اکاپی، زرفام و طلایه، رقم زرفام به دلیل تعداد روز تا شروع گل‌دهی کمتر نسبت به سایر ارقام از نظر عملکرد دانه، تعداد دانه در

لومی بود و متوسط اسیدیته عصاره اشباع خاک و هدایت الکتریکی خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی متری به ترتیب حدود ۷/۸ و ۱/۱ دسی زیمنس بر متر بود. داده‌های آب و هوایی کرج و گرگان به تفکیک هر منطقه شامل میانگین کمینه و بیشینه درجه حرارت و بارندگی ماهیانه در دو سال اجرای پروژه در جدول ۱ ارائه شده است.

کشاورزی گرگان (عراقی محله) با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۵ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و ارتفاع ۵/۵ متر از سطح دریا به فاصله ۵ کیلومتر از شهرستان گرگان و متوسط بارندگی سالیانه ۴۰۰ میلی متر انجام شد. اقلیم این منطقه بر اساس تقسیم بندی جزء مناطق معتدل گرم و مرطوب محسوب می‌شود. خاک محل آزمایش دارای بافت رسی

جدول ۱- میانگین بیشینه و کمینه دما و بارندگی ماهیانه در مناطق کرج و گرگان طی دو سال زراعی (۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷)

کرج										
سال زراعی	متغیر	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت خرداد	
۱۳۹۶-۹۷	درجه حرارت بیشینه (سلسیوس)	۲۴/۰	۲۱/۲	۱۱/۰	۱۱/۹	۸/۶	۱۷/۰	۲۱/۱	۲۳/۰	۳۱/۴
	درجه حرارت کمینه (سلسیوس)	۱۰/۵	۱۰/۱	۰/۲	۲/۰	۰/۰	۵/۶	۸/۸	۱۰/۸	۱۵/۶
۱۳۹۷-۹۸	بارندگی (میلی متر)	۴/۸	۰/۴۴	۴/۲	۱/۱۴	۲۹/۲	۳۱/۹	۳۳/۴	۶۰/۶	۱۷/۰
	درجه حرارت بیشینه (سلسیوس)	۲۶/۹	۱۶/۷	۱۲/۹	۹/۰	۹/۷	۱۲/۷	۱۵/۰	۲۲/۱	۳۰/۵
۱۳۹۷-۹۸	درجه حرارت کمینه (سلسیوس)	۱۳/۹	۸/۱	۴/۹	۱/۴	۰/۹	۱/۸	۵/۶	۸/۵	۱۵/۹
	بارندگی (میلی متر)	۱۷/۰	۵۵/۰	۵۵/۸	۴۵/۷	۲۸/۱	۳۹/۵	۹۵/۸	۹/۲۳	۴/۰
گرگان										
سال زراعی	متغیر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت خرداد		
۱۳۹۶-۹۷	درجه حرارت بیشینه (سلسیوس)	۲۶/۴	۱۹/۳	۱۳/۰	۱۳/۵	۱۰/۹	۱۶/۶	۱۹/۷	۲۵/۹	
	درجه حرارت کمینه (سلسیوس)	۱۳/۴	۹/۲	۱/۲	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۷/۹	۱۳/۷	
۱۳۹۷-۹۸	بارندگی (میلی متر)	۱۷/۰	۷۱/۸	۶۰/۰	۴۱/۵	۳۱/۷	۳۵/۵	۲۳/۵	۱۰/۵	
	درجه حرارت بیشینه (سلسیوس)	۲۳/۷	۱۴/۸	۱۳/۸	۱۲/۳	۱۶/۸	۲۰/۲	۲۶/۵	۳۲/۳	
۱۳۹۷-۹۸	درجه حرارت کمینه (سلسیوس)	۱۱/۱	۳/۸	۳/۶	۴/۱	۶/۵	۸/۷	۱۲/۷	۱۸/۴	
	بارندگی (میلی متر)	۳۷/۳	۴۸/۸	۱۲۶	۱۲۷	۱۲۱	۴۷/۷	۵۱/۲	۰/۶	

در استان البرز (کرج) رقم اوکاپی و در استان گلستان (گرگان) رقم آرچی اس ۰۰۳ به عنوان شاهد منطقه برای مقایسه با سایر ارقام انتخاب شدند. در هر دو منطقه، زمین مورد کشت پس از شخم دیسک‌زنی شد و در مرحله قبل از دیسک‌زنی کودهای مورد توصیه برمبنای

در این مطالعه ۱۴ رقم بهاره و ۱۰ رقم زمستانه (جدول ۲) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو استان البرز (ارقام زمستانه و بهاره) و گلستان (ارقام بهاره) مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفتند. مبنای انتخاب این ارقام امکان و سابقه کشت آن‌ها در منطقه بوده است.

سولفات پتاسیم به صورت پایه به مزرعه اضافه شد. در منطقه گرگان، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به صورت پایه، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آمونیوم در مرحله ساقه‌دهی و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در مرحله غنچه‌دهی کامل به مزرعه اضافه شد.

آزمون خاک (نتایج ارائه نشده است) متغیر بود. در منطقه کرج ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره در سه مرحله (۷۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله ۳ برگی، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله ساقه‌دهی و ۸۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله غنچه‌دهی کامل)، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل به صورت پایه و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار

جدول ۲- ویژگی‌های ارقام مورد بررسی در مناطق کرج و گرگان

ردیف	نوع رقم			ردیف	نوع رقم			ردیف
	مبدأ	آزادگرده	تیپ رشدی		مبدأ	آزادگرده	تیپ رشدی	
	هیبرید	افشان			هیبرید	افشان		
۱	ایران	*	بهاره	۱۳	استرالیا	*	بهاره	۵۰
۲	آلمان	*	بهاره	۱۴	استرالیا	*	بهاره	۶۱
۳	ایران	*	زمستانه	۱۵	استرالیا	*	بهاره	۳۰۸
۴	ایران	*	زمستانه	۱۶	کانادا	*	بهاره	۴۰۱
۵	ایران	*	زمستانه	۱۷	استرالیا	*	بهاره	۴۲۰
۶	ایران	*	زمستانه	۱۸	کانادا	*	بهاره	۴۸۱۵
۷	آلمان	*	زمستانه	۱۹	آلمان	*	بهاره	جاکامو
۸	سوئد	*	زمستانه	۲۰	آلمان	*	بهاره	تراپر
۹	دانمارک	*	زمستانه	۲۱	آلمان	*	بهاره	آگامکس
۱۰	ایران	*	زمستانه	۲۲	استرالیا	*	بهاره	دی کی ۷۱۷۰
۱۱	ایران	*	حدواسط	۲۳	ایران	*	بهاره	ساری‌گل
۱۲	فرانسه	*	زمستانه	۲۴	ایران	*	بهاره	دلگان

تراکم ۶۶ بوته در مترمربع با میزان بذر مصرفی ۶ کیلوگرم در هکتار اجرا شد.

برای مبارزه با علف‌های هرز نازک برگ از علف‌کش گالانت سوپر به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار استفاده شد و برای کنترل شته مومی (*Brevicorye nebrassicae*) در مرحله گل‌دهی دو مرتبه سم‌پاشی با ایمیداکلو پراید (کنفیدور) به میزان ۱ کیلوگرم در هکتار انجام شد. در طول دوره رشد از صفات نمودی مهم از قبیل تاریخ آغاز گل‌دهی و زمان رسیدگی فیزیولوژی یادداشت برداری شد. برای محاسبه حرارت مورد نیاز دوره‌های نمودی، از دو روش متداول سامانه درجه - روز مؤثر تجمعی^۱ و فعال تجمعی^۲ استفاده شد. در سامانه درجه - روز مؤثر تجمعی، از دمای پایه بیولوژیکی گیاه (پنج درجه سلسیوس) استفاده شد و در سامانه درجه - روز فعال

کشت براساس شرایط اقلیمی هر منطقه متفاوت بود به طوری که تاریخ‌های کاشت در دو سال آزمایش (۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷) در کرج به ترتیب ۲۰ و ۱۱ مهرماه، و در گرگان به ترتیب ۱۰ و ۱۳ آبان ماه بود. تعداد دفعات آبیاری در هر منطقه متفاوت بود، به طوری که در منطقه کرج پنج نوبت آبیاری در مراحل سبز شدن و استقرار گیاهچه، گل‌دهی و خورجین دهی و پر شدن دانه صورت گرفت و در منطقه گرگان با توجه به وجود بارندگی مناسب در طی دوره رشد (جدول ۱) تنها یکبار آبیاری پس از کاشت صورت گرفت. در هر دو منطقه، هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کاشت به طول ۴ متر بود. کاشت به صورت کشت دوخطی روی پشته‌هایی با فاصله ۶۰ سانتی‌متر، فاصله بین بوته‌ها ۵ سانتی‌متر و

¹ Effective Degree Days

² Active Degree Days

۱۰۰۰ تایی و میانگین گرفتن از عدد حاصله بدست آمد. قبل از انجام آنالیز آماری، آزمون نرمال بودن داده‌ها و تجزیه واریانس داده‌ها در هر سال به صورت جداگانه با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل اختلاف معنی‌دار محافظت شده^۴ در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت. هیستوگرام‌های نسبت لگاریتمی با استفاده از نرم افزار میکروسافت آفیس اکسل^۵ و نمودارهای همبستگی پیرسون نیز توسط نرم افزار آر^۶ نسخه ۳,۵,۱ ارائه شد.

نتایج و بحث گرگان

در سال اول آزمایش (سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶) ۱۴ ژنوتیپ بهاره کلزا (هیبریدهای هایولا ۵۰، هایولا ۶۱، هایولا ۳۰۸، هایولا ۴۰۱، هایولا ۴۲۰، هایولا ۴۸۱۵، جاکامو، تراپر و آگامکس و دی کی ۷۱۷۰ و ارقام آزادگرده افشان ساری گل، دلگان، ظفر و آرچی اس ۰۰۳) و در سال دوم آزمایش (سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷) ۸ ژنوتیپ بهاره کلزا با نام‌های هایولا ۳۰۸، هایولا ۴۰۱، هایولا ۴۲۰، هایولا ۴۸۱۵، آرچی اس ۰۰۳، ساری گل، دلگان و ظفر در گرگان مورد ارزیابی قرار گرفتند.

نتایج سال اول و دوم آزمایش در منطقه گرگان نشان داد که تنوع قابل ملاحظه‌ای در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر درجه روز مؤثر و فعال تجمعی برای صفات نموی وجود داشت (جداول ۳ و ۴). در هر دو سال آزمایش، کمترین درجه روز مؤثر و فعال تجمعی برای آغاز گل‌دهی و طول دوره رشد در رقم هایولا ۴۸۱۵ و پس از آن در رقم هایولا ۳۰۸ مشاهده شد که نشان‌دهنده زودرس بودن ارقام مذکور است (جداول ۳ و ۴). در مقابل، بیشترین درجه روز مؤثر و فعال تجمعی برای آغاز گل‌دهی و طول دوره رشد در ارقام جاکامو، ساری-مذکور است (جداول ۳ و ۴). در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه رقم آرچی اس ۰۰۳ به عنوان شاهد از نظر درجه روز مؤثر و فعال برای مراحل نموی آغاز گل‌دهی و طول

تجمعی، دمای صفر درجه به عنوان دمای پایه مورد استفاده قرار گرفت. تعیین درجه - روز مؤثر تجمعی با استفاده از فرمول ۱ صورت گرفت که در آن میانگین دمای روزانه، T_b دمای پایه (۵ درجه سلسیوس) و n فاصله دو مرحله نمو برحسب روز هستند (۲).

$$\text{فرمول (۱)} \quad \text{EDD} = \sum_{i=1}^n (\bar{T}_i - T_b) \rightarrow \text{if } \bar{T}_i > T_b$$

برای محاسبه در سامانه درجه - روز فعال تجمعی نیز از فرمول ۲ استفاده شد که در این رابطه T_b صفر در نظر گرفته شد.

$$\text{فرمول (۲)} \quad \text{ADD} = \sum_{i=1}^n T_i \rightarrow \text{if } T_i > 0$$

براین اساس، درجه روز فعال و مؤثر تجمعی برای مراحل نموی مهم نظیر آغاز گل‌دهی و زمان رسیدگی فیزیولوژیک (طول دوره رشد) در هر منطقه به طور جداگانه با استفاده از داده‌های هواشناسی با نرم افزار اکسل محاسبه شد. به منظور ارزیابی شاخص سبزیگی^۱ در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی، ساعت ۱۲ تا ۲ ظهر از دستگاه کلروفیل‌متر دستی (مدل مینولتا ۵۰۲، ساخت ژاپن) برای متوسط پنج نقطه از سه برگ جوان و توسعه یافته از پنج بوته انتخابی در هر کرت استفاده شد. اندازه-گیری شاخص سطح برگ با دستگاه سان اسکن^۲ (مدل دلتا-تی، ساخت انگلستان)^۳ در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی انجام شد.

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک، زمانی که ۸۵ تا ۹۰ درصد دانه‌های خورجین‌های ساقه اصلی و شاخه‌های اولیه به رنگ قهوه‌ای روشن یا تیره متمایل شدند (رطوبت دانه حداکثر ۱۲ درصد)، شش بوته به صورت تصادفی از هر کرت انتخاب و برخی صفات مورفولوژی و زراعی نظیر تعداد شاخه فرعی، ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین مورد ارزیابی قرار گرفت. در پایان فصل نیز با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای با حذف دو خط کناری و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای خطوط برداشت انجام شد و عملکرد دانه هر کرت توزین شد. وزن هزار دانه نیز توسط توزین چهار تکرار

⁴ FLSD

⁵ Microsoft, NY, USA

⁶ R, RStudio (<http://www.r-project.org>)

¹ SPAD

² Sun Scan

³ DELTA-T DEVICES Cambridge England-Type ss1

دوره رشد در گروه میان‌رس‌ها قرار گرفت (جداول ۳ و ۴). حیدری و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی تغییرات درجه روز رشد در دو رقم کلزای بهاره (ساری‌گل و آرجی‌اس ۰۰۳) در منطقه داراب، مجموع درجه روز مؤثر برای آغاز گل‌دهی را ۸۱۳ ذکر کردند.

در هر دو سال آزمایش از نظر صفات زراعی تفاوت معنی‌داری در بین ارقام بهاره کلزا وجود داشت (جداول ۳ و ۴). در سال اول، در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه کمترین عملکرد دانه به میزان ۱۳۸۸ کیلوگرم در هکتار در رقم دلگان و بیشترین عملکرد دانه به میزان ۲۹۰۶ کیلوگرم در هکتار در رقم دی کی ۷۱۷۰ مشاهده شد (جدول ۳). در سال دوم آزمایش کمترین عملکرد دانه به میزان ۲۳۹۷ کیلوگرم در هکتار در رقم هایولا ۳۰۸ و بیشترین عملکرد دانه به میزان ۳۲۰۲ کیلوگرم در هکتار در رقم هایولا ۴۰۱ مشاهده شد (جدول ۴). بالاتر بودن عملکرد دانه در ارقام ذکر شده در ارتباط با بیشتر بودن تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه بود (جداول ۳ و ۴). رقم آرجی‌اس ۰۰۳ به عنوان شاهد در مقایسه با سایر ارقام از نظر اجزای عملکرد دانه نظیر تعداد خورجین در بوته و وضعیت نسبتاً متوسط، از نظر تعداد دانه در خورجین نسبتاً مطلوب و از نظر وزن هزار دانه برتر بود که منجر به رتبه متوسط از نظر عملکرد دانه (۲۳۴۹ کیلوگرم در هکتار در سال اول و ۲۹۵۴ کیلوگرم در سال دوم) در رقم مذکور شد. به‌طور کلی در هر دو سال آزمایش ارقام دی کی ۷۱۷۰، تراپر، هایولا ۵۰، هایولا ۴۰۱ و هایولا ۴۲۰ با درجه روز فعال جمعی کمتر برای آغاز گل‌دهی در مقایسه با رقم آرجی‌اس ۰۰۳ (شاهد) از پتانسیل عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با رقم شاهد برخوردار بودند.

در سال اول آزمایش بین حداقل و حداکثر عملکرد دانه بالغ بر ۱۶۰۰ کیلوگرم در هکتار و در سال دوم آزمایش ۸۰۵ کیلوگرم در هکتار تفاوت مشاهده شد در حالی که بین حداقل و حداکثر درجه روز رشد اختلاف تقریباً ۵۰ واحد بود (جداول ۳ و ۴). این تفاوت‌ها به دلیل گستردگی و تنوع عملکرد دانه در بین ارقام بوده است اما چون درجه روز رشد بیشتر تحت تأثیر دمای جمعی است کمتر متغیر می‌باشد.

میانگین عملکرد دانه در سال دوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از سال اول بود (جداول ۳ و ۴). دلیل این موضوع،

بیشتر بودن میانگین دمای بیشینه و کمینه در ماه‌های اسفند، فروردین و اردیبهشت سال دوم آزمایش (سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷) در مقایسه با سال اول آزمایش (سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶) بود (جدول ۱). تفاوت میانگین دما در دو سال آزمایش به حدی مشهود بود که میانگین بیشینه دما در اسفند ماه سال دوم با میانگین بیشینه دما در فروردین سال اول و میانگین بیشینه دما در فروردین ماه سال دوم با میانگین بیشینه دما در اردیبهشت سال اول برابر بود (جدول ۱). مقایسه نتایج دوساله آزمایش نشان می‌دهد رقم دلگان در سال اول کمترین عملکرد دانه را تولید کرد در حالی که در سال دوم آزمایش به دلیل بالاتر بودن دمای بیشینه و کمینه ماه‌های فصل بهار و وجود تنش گرمایی آخر فصل رقم دلگان وضعیت مطلوبی از نظر عملکرد دانه داشت (جداول ۱ و ۴). ویژگی زودرسی (حدود یک هفته) رقم دلگان در قیاس با رقم آرجی‌اس ۰۰۳ برای مناطق دارای فصل رشد کوتاه، زمینه فرار از تنش‌های خشکی و گرمای آخر فصل را فراهم می‌کند و این زودرسی می‌تواند از ویژگی‌های مهم و قابل توجه برای گزینش ارقام در مناطقی که تنش خشکی و گرمای آخر فصل دارند باشد (فناپی و همکاران ۲۰۱۹).

در شکل ۱ و ۲ تغییرات توسعه سطح سبز و شاخص نسبی کلروفیل (شاخص سطح برگ و شاخص سبزیگی) در ارقام بهاره کلزا نسبت به رقم آرجی‌اس ۰۰۳ به عنوان شاهد منطقه در دو سال آزمایش نشان داده شده است. در بین ارقام مورد بررسی در سال اول آزمایش، ارقام دی کی ۷۱۷۰، تراپر، هایولا ۴۲۰ و هایولا ۵۰ به‌طور معنی‌داری شاخص سطح برگ و شاخص سبزیگی بیشتری از رقم شاهد داشتند (شکل ۱). در مقابل ارقام هایولا ۳۰۸، ساری‌گل و هایولا ۴۸۱۵ از کمترین میزان شاخص سطح برگ و شاخص سبزیگی در مقایسه با رقم شاهد برخوردار بودند (شکل ۱). در سال دوم آزمایش نیز، شاخص سطح برگ و شاخص سبزیگی در ارقام هایولا ۴۲۰، هایولا ۴۰۱ و دلگان به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم آرجی‌اس ۰۰۳ بود (شکل ۲). در مقابل ارقام هایولا ۳۰۸ و هایولا ۴۸۱۵ از کمترین میزان شاخص سطح برگ و شاخص سبزیگی برخوردار بودند (شکل ۲). بالاتر بودن عملکرد دانه در ارقام هایولا ۳۰۸ و هایولا ۴۸۱۵ می‌تواند به سطح سبز بیشتر مرتبط

باشد (شکل ۲). بنظر می‌رسد بالاتر بودن عملکرد دانه در

جدول ۳- میانگین درجه روز فعال و موثر تجمعی و برخی از صفات زراعی در ارقام بهاره کلزا در گرگان (سال اول)

ژنوتیپ‌ها	درجه روز مؤثر برای آغاز گلدهی	درجه روز فعال برای آغاز گلدهی	درجه روز مؤثر برای طول دوره رشد	درجه روز فعال برای طول دوره رشد	تعداد شاخه فرعی	ارتفاع بوته (cm)	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)
دی کی ۷۱۷۰	۷۶۹ ^c	۱۳۳۰ ^d	۱۰۴۹ ^d	۱۹۳۵ ^d	۳/۰ ^h	۱۳۲ ^e	۱۷۳ ^a	۲۶ ^a	۳/۱۹ ^d	۲۹۰۶ ^a
تراپر	۷۵۸ ^f	۱۲۹۹ ^g	۱۰۵۸ ^b	۱۹۵۵ ^b	۵/۰ ^b	۱۳۷ ^d	۱۴۸ ^c	۲۵ ^b	۳/۱۹ ^d	۲۵۳۵ ^b
هایولا ۵۰	۷۶۹ ^c	۱۳۳۰ ^d	۱۰۶۳ ^a	۱۹۶۵ ^a	۲/۶ ^f	۱۰۲ ^j	۱۴۰ ^d	۲۵ ^b	۳/۴۵ ^b	۲۴۶۷ ^c
چاکامو	۷۸۰ ^a	۱۳۸۰ ^a	۱۰۶۳ ^a	۱۹۶۵ ^a	۴/۰ ^e	۱۵۲ ^b	۱۶۴ ^b	۲۶ ^a	۳/۴۰ ^b	۲۴۶۱ ^c
آگامکس	۷۶۰ ^e	۱۳۰۶ ^f	۱۰۴۹ ^d	۱۹۳۵ ^d	۴/۳ ^d	۱۱۹ ^g	۱۳۸ ^d	۲۵ ^b	۳/۳۳ ^c	۲۳۸۱ ^d
هایولا ۶۱	۷۶۳ ^d	۱۳۱۹ ^e	۱۰۵۵ ^c	۱۹۴۶ ^c	۵/۰ ^b	۱۱۵ ^h	۱۳۵ ^e	۲۵ ^b	۲/۹۲ ^f	۲۳۷۰ ^e
هایولا ۴۰۱	۷۶۰ ^e	۱۳۰۶ ^f	۱۰۵۸ ^b	۱۹۵۵ ^b	۴/۳ ^d	۱۲۱ ^f	۱۳۳ ^e	۲۴ ^c	۲/۹۰ ^f	۲۳۶۶ ^e
آرجی‌اس ۰۰۳	۷۶۹ ^c	۱۳۳۰ ^d	۱۰۴۹ ^d	۱۹۳۵ ^d	۴/۰ ^e	۱۴۲ ^c	۱۲۷ ^f	۲۴ ^c	۳/۹۵ ^a	۲۳۴۹ ^f
ظفر	۷۶۹ ^c	۱۳۳۰ ^d	۱۰۶۳ ^a	۱۹۶۵ ^a	۴/۶ ^c	۱۳۲ ^e	۱۲۶ ^f	۲۴ ^c	۳/۲۲ ^d	۲۳۷۷ ^g
هایولا ۴۸۱۵	۷۵۴ ^g	۱۲۸۶ ⁱ	۱۰۳۸ ^e	۱۹۱۴ ^e	۴/۳ ^d	۱۱۰ ⁱ	۱۲۶ ^f	۲۴ ^c	۳/۲۰ ^d	۲۱۸۲ ^h
ساری‌گل	۷۷۹ ^a	۱۳۶۰ ^b	۱۰۶۳ ^a	۱۹۶۵ ^a	۳/۳ ^g	۱۵۷ ^a	۱۱۸ ^g	۲۳ ^d	۳/۲۱ ^d	۲۱۶۷ ⁱ
هایولا ۳۰۸	۷۵۵ ^g	۱۲۹۲ ^h	۱۰۳۸ ^e	۱۹۱۴ ^e	۵/۳ ^a	۱۰۳ ^j	۱۱۰ ^h	۲۲ ^e	۳/۰۹ ^e	۱۸۵۵ ^j
هایولا ۴۲۰	۷۷۵ ^g	۱۳۳۹ ^c	۱۰۵۵ ^c	۱۹۴۶ ^c	۵/۰ ^b	۱۵۲ ^b	۱۰۳ ⁱ	۲۲ ^e	۳/۲۰ ^d	۱۴۷۸ ^k
دلگان	۷۶۳ ^d	۱۳۱۹ ^e	۱۰۵۵ ^c	۱۹۴۶ ^c	۳/۳ ^g	۱۰۲ ^j	۸۸ ^j	۲۰ ^f	۳/۲۲ ^d	۱۳۸۸ ^l
حداقل	۷۵۴	۱۲۸۶	۱۰۳۸	۱۹۱۴	۳/۰	۱۰۲	۸۸	۲۰	۲/۹۰	۱۳۸۸
حداکثر	۷۸۰	۱۳۸۰	۱۰۶۳	۱۹۶۵	۵/۳	۱۵۶۷	۱۷۳	۲۶	۳/۹۵	۲۹۰۶

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال پنج درصد هستند.

جدول ۴- میانگین درجه روز فعال و موثر تجمعی و برخی از صفات زراعی در ارقام بهاره کلزا در گرگان (سال دوم)

ژنوتیپ‌ها	درجه روز مؤثر برای آغاز گلدهی	درجه روز فعال برای آغاز گلدهی	درجه روز مؤثر برای طول دوره رشد	درجه روز فعال برای طول دوره رشد	تعداد شاخه فرعی	ارتفاع بوته (cm)	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)
هایولا ۴۰۱	۵۵۴ ^e	۱۰۹۸ ^f	۱۱۴۵ ^c	۲۰۲۴ ^c	۴/۰ ^b	۱۵۰ ^c	۱۳۸ ^a	۲۶ ^b	۴/۱۱ ^b	۳۲۰۲ ^a
هایولا ۴۲۰	۵۶۰ ^d	۱۱۱۵ ^e	۱۱۷۹ ^b	۲۰۷۳ ^b	۳/۳ ^c	۱۶۰ ^a	۱۲۲ ^{bc}	۲۷ ^a	۴/۲۰ ^a	۳۱۱۲ ^b
دلگان	۵۶۵ ^{cd}	۱۱۲۵ ^d	۱۱۴۵ ^c	۲۰۲۴ ^c	۳/۳ ^c	۱۳۵ ^d	۱۳۹ ^a	۲۴ ^d	۳/۹۵ ^d	۳۰۱۰ ^c
آرجی‌اس ۰۰۳	۵۷۱ ^c	۱۱۵۰ ^c	۱۱۷۹ ^b	۲۰۷۳ ^b	۵/۳ ^a	۹۲ ^e	۱۲۰ ^c	۲۵ ^c	۴/۰ ^c	۲۹۵۴ ^c
ظفر	۶۰۰ ^b	۱۱۸۴ ^b	۱۱۷۹ ^b	۲۰۷۳ ^b	۳/۳ ^c	۱۵۳ ^{bc}	۱۲۴ ^b	۲۵ ^c	۳/۸۲ ^e	۲۶۷۹ ^d
ساری‌گل	۶۱۳ ^a	۱۲۰۷ ^a	۱۲۰۹ ^a	۲۱۱۳ ^a	۳/۳ ^c	۱۵۷ ^{ab}	۱۱۴ ^d	۲۵ ^c	۳/۷۴ ^f	۲۵۰۵ ^e
هایولا ۴۸۱۵	۴۹۱ ^g	۹۵۵ ^h	۱۰۲۷ ^e	۱۸۵۶ ^e	۵/۳ ^a	۱۳۴ ^d	۱۱۱ ^e	۲۳ ^e	۳/۶۱ ^g	۲۴۴۴ ^{ef}
هایولا ۳۰۸	۵۴۷ ^f	۱۰۸۲ ^g	۱۰۹۱ ^d	۱۹۵۰ ^d	۴/۰ ^b	۱۵۵ ^b	۱۱۲ ^{de}	۲۲ ^f	۳/۵۵ ^h	۲۳۹۷ ^f
حداقل	۴۹۱	۹۵۵	۱۰۲۷	۱۸۵۶	۳/۳	۹۲	۱۰۸	۲۲	۳/۵۵	۲۳۹۷
حداکثر	۶۱۳	۱۲۰۷	۱۲۰۹	۲۱۱۳	۵/۳	۱۶۰	۱۳۹	۲۷	۴/۲۰	۳۲۰۲

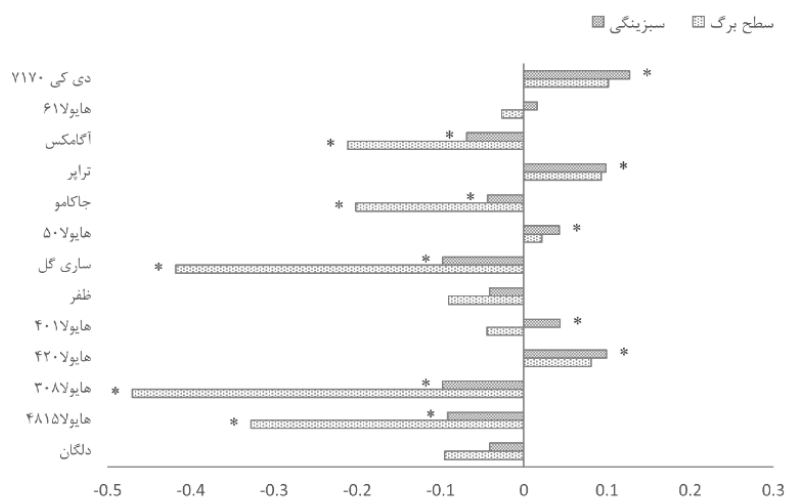
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال پنج درصد هستند.

مواد فتوسنتزی و ظرفیت بیشتر تولید ماده خشک بوده است که منجر به تولید مخازن (تعداد خورجین و تعداد دانه) بزرگ‌تر و در نهایت عملکرد دانه بیشتر نسبت به

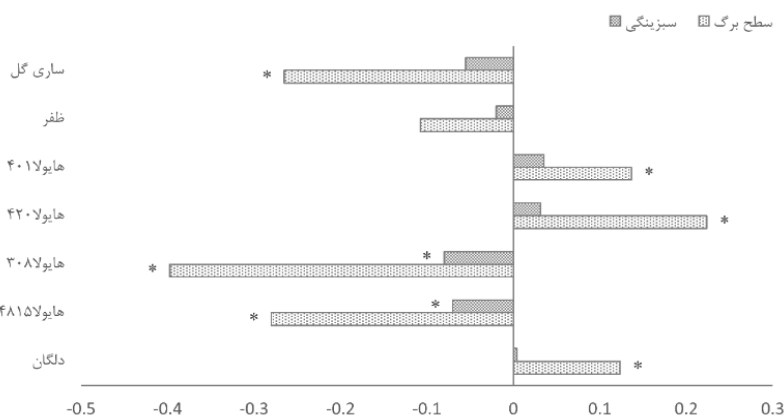
ارقام دی کی ۷۱۷۰ و تراپر (سال اول) و ارقام هایولا ۴۲۰، هایولا ۴۰۱ و دلگان (سال دوم) به دلیل بر خورداری از شاخص سطح برگ بالاتر و به دنبال آن احتمالاً جذب

که در ارتباط با بیشتر بودن تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین خواهد بود (علیزاده و همکاران ۲۰۲۱). فرجی (۲۰۱۵) نیز بر روابط قوی و مثبت بین تعداد برگ و شاخص سطح برگ با عملکرد دانه تأکید کرده‌اند که نشان‌دهنده تأثیر مثبت صفت وابسته به سطح برگ بر عملکرد دانه می‌باشد.

رقم شاهد منطقه (آرجی اس ۰۰۳) شده است (شکل ۱ و ۲ و جداول ۳ و ۴). شاخص سطح برگ کلزا نشان‌گر ظرفیت فتوسنتزی گیاه بوده و با تولید زیست توده و عملکرد دانه مرتبط می‌باشد و به تعداد و اندازه برگ‌ها بستگی دارد (علیزاده و همکاران، ۲۰۲۱). در ارقام بهاره کلزا شاخص سطح برگ و همچنین ماده خشک کل زیاد مهم‌ترین عامل برای افزایش عملکرد دانه ذکر شده‌اند



شکل ۱- نسبت لگاریتمی (\log_2) تغییرات شاخص سطح برگ و شاخص سبزی‌نگی ارقام بهاره کلزا نسبت به رقم آرجی اس ۰۰۳ در منطقه گرگان در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶. ستاره تغییر معنی‌دار بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار محافظت شده در سطح احتمال ۵٪ را نشان می‌دهد.



شکل ۲- نسبت لگاریتمی (\log_2) تغییرات شاخص سطح برگ و شاخص سبزی‌نگی ارقام بهاره کلزا نسبت به رقم آرجی اس ۰۰۳ در منطقه گرگان در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷. ستاره تغییر معنی‌دار بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار محافظت شده در سطح احتمال ۵٪ را نشان می‌دهد.

کرج

سال اول

در سال اول آزمایش (سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶)، ۸ رقم بهاره (هایولا ۵۰، هایولا ۴۰۱، هایولا ۴۲۰، هایولا ۴۸۱۵، آرچی اس ۰۰۳، ساری گل، دلگان و ظفر) و ۱۰ رقم زمستانه (احمدی، طلایه، زرفام، اس ال ام ۰۴۶، اپرا، اوکاپی، مودنا، لیکورد، نفیس و لاین پیشرفته اچ ال ۳۷۲۱) و در سال دوم آزمایش (سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷) ۸ رقم بهاره (هایولا ۵۰، هایولا ۴۰۱، هایولا ۴۲۰، هایولا ۴۸۱۵، آرچی اس ۰۰۳، ساری گل، دلگان و ظفر) و ۷ رقم زمستانه (احمدی، نیما، طلایه، زرفام، اس ال ام ۰۴۶، اوکاپی و نفیس) در کرج مورد ارزیابی قرار گرفتند (جدول ۵ و ۶). نتایج آزمایش نشان داد که درجه روز مؤثر و فعال برای آغاز گلدهی و طول دوره رشد در ارقام زمستانه بسیار بیشتر از مقادیر درجه روز مؤثر و فعال در ارقام بهاره کلزا بود و ارقام بهاره زودرس تر بودند (جدول ۵ و ۶). در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، کمترین درجه روز مؤثر و فعال تجمعی برای آغاز گل‌دهی و طول دوره رشد در طی دو سال در ارقام بهاره هایولا ۴۸۱۵ و دلگان مشاهده شد (جدول ۵ و ۶).

در مقابل، بیشترین درجه روز مؤثر و فعال تجمعی برای آغاز گل‌دهی و طول دوره رشد در سال اول آزمایش در ارقام زمستانه لیکورد و طلایه و در سال دوم آزمایش در ارقام احمدی، اوکاپی و لاین اچ ال ۳۷۲۱ مشاهده شد (جدول ۵). در بررسی نیازهای حرارتی کلزای پاییزه برای مناطق اردبیل و نمین، میانگین کل دوره حیاتی کلزا ۲۶۸ روز بود و میانگین مجموع نیازهای حرارتی بر مبنای دمای پایه صفر درجه سلسیوس دمای فعال ۲۳۲۵ و براساس دمای ۵ درجه سلسیوس دمای مؤثر کلزا ۱۵۰۲ گزارش شده است (۱۵).

ژنوتیپ‌ها از نظر صفات زراعی و عملکرد دانه تنوع قابل ملاحظه‌ای داشتند. در سال اول آزمایش بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه رقم نفیس به واسطه برخورداری از بیشترین تعداد خورجین در بوته (۲۸۰)، تعداد دانه در خورجین زیاد (۲۹) و بالاترین وزن هزار دانه (۳/۹۶ گرم) بیشترین عملکرد دانه را به میزان ۳۲۹۶ کیلوگرم در هکتار داشت در حالی که میانگین عملکرد دانه در رقم اوکاپی به عنوان رقم شاهد منطقه با میانگین ۲۴۰ خورجین در بوته، ۲۸ دانه در خورجین و وزن هزار دانه

۳/۴۵ گرم، به میزان ۳۴۲ کیلوگرم در هکتار کمتر از رقم نفیس بود (جدول ۵). در سال دوم آزمایش نیز میانگین عملکرد دانه در رقم نفیس با دارا بودن بالاترین تعداد خورجین در بوته (۲۲۹)، تعداد دانه در خورجین (۲۸) و وزن هزار دانه (۴/۱۱ گرم) به طور معنی‌داری بیشتر از سایر ارقام مورد مطالعه بود (جدول ۶). این درحالی است که میانگین عملکرد دانه در رقم اوکاپی (رقم شاهد منطقه) کمتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶).

میانگین عملکرد دانه ارقام کلزا در سال اول بیشتر از سال دوم بود (جدول ۵ و ۶). دلیل این موضوع، بیشتر بودن میانگین دمای بیشینه و کمینه در ماه‌های آبان، دی و اسفند و همچنین وجود بهار معتدل‌تر بخصوص در فروردین و اردیبهشت سال اول آزمایش (سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶) در مقایسه با سال دوم آزمایش (سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷) بود (جدول ۱). بخشی از کمتر بودن عملکرد دانه در سال دوم آزمایش می‌تواند به دلیل پائین‌تر بودن درجه حرارت کمینه در فروردین و اردیبهشت سال دوم آزمایش و وقوع تنش سرما در مرحله رشد زایشی کلزا باشد (جدول ۱). همچنین، در سال دوم آزمایش، دلیل عملکرد کم در رقم نسبتاً زودرس و زمستانه زرفام برخورد مرحله خورجین‌دهی با سرمای شدید و یخ‌بندان و ریزش برف در اواخر فروردین ماه و اوایل اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۸ بوده است که منجر به ورس شدید، شکستگی ساقه، تشکیل ناقص یا عدم رشد خورجین‌ها و کاهش تعداد خورجین پر شده بود (جدول ۱ و ۶). تنش‌های محیطی در اواخر مرحله گل‌دهی کلزا خسارت بیشتری خواهد داشت زیرا گیاه کلزا به عنوان یک گیاه رشد نامحدود با طول دوره گل‌دهی زیاد، فرصتی برای جبران خسارت در این مرحله نخواهد داشت. در سال اول آزمایش رقم بسیار زودرس هایولا ۴۸۱۵ از کمترین عملکرد دانه و در سال دوم آزمایش رقم مذکور پس از رقم نفیس بالاترین عملکرد دانه را داشت (جدول ۵ و ۶). دلیل پایین‌تر بودن عملکرد دانه رقم هایولا ۴۸۱۵ در سال اول آزمایش طول دوره رشد کوتاه‌تر بوده است که سبب پتانسیل عملکرد دانه کم در این رقم شده است. در مقابل، در سال دوم آزمایش رقم بهاره هایولا ۴۸۱۵ به دلیل زودرسی بسیار زیاد در اواخر فروردین ۱۳۹۸ در مرحله پر شدن دانه قرار داشت و از سایر ارقام مورد بررسی که اکثراً در مرحله گل‌دهی بودند کمتر تحت تاثیر تنش

وجود زودرسی عملکرد دانه مناسبی داشت (جدول ۶). از طرف دیگر، زودرسی می‌تواند در کاهش خسارت برخی از آفات مهم کلزا مثل شته مومی و سنک بذرخوار کلزا مؤثر باشد و یکی از دلایل افزایش عملکرد دانه بوده است.

سرما و یخبندان قرار گرفت. همچنین علی‌الرغم بارش برف در اواخر فروردین که سبب شکستگی ساقه، ورس و کاهش عملکرد دانه در برخی از ارقام پابلند (بخصوص ارقام زمستانه) شد هیبرید هایولا ۴۸۱۵ به دلیل ارتفاع بوته کم (۹۰ سانتی‌متر) دچار خسارت مذکور نشد و با

جدول ۵- میانگین درجه روز فعال و مؤثر تجمعی و برخی از صفات زراعی در ارقام بهاره و زمستانه کلزا در کرج (سال اول)

ژنوتیپ‌ها	درجه روز مؤثر برای آغاز گلدهی	درجه روز فعال برای آغاز گلدهی	درجه روز مؤثر برای طول دوره رشد	درجه روز فعال برای طول دوره رشد	ارتفاع بوته (cm)	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)
نفیس	۶۹۸ ^f	۱۴۱۸ ^f	۱۶۴۹ ^g	۲۷۴۷ ^g	۱۴۵ ^c	۲۸۰ ^a	۲۹ ^b	۳/۹۶ ^a	۳۲۹۶ ^a
اچ ال ۳۷۲۱	۶۹۸ ^f	۱۴۱۸ ^f	۱۶۴۹ ^g	۲۷۴۷ ^g	۱۳۷ ^e	۲۴۸ ^b	۲۹ ^b	۳/۸۸ ^b	۳۲۹۴ ^a
زرغام	۶۷۸ ^g	۱۳۸۸ ^g	۱۶۲۸ ^h	۲۷۲۱ ^h	۱۵۸ ^a	۲۳۳ ^d	۳۰ ^a	۳/۵۵ ^e	۳۰۷۱ ^b
اوکاپی	۷۸۱ ^d	۱۵۳۱ ^d	۱۷۴۴ ^c	۲۸۶۷ ^c	۱۵۴ ^b	۲۴۰ ^c	۲۸ ^c	۳/۴۵ ^f	۲۹۵۴ ^c
هایولا ۵۰	۶۴۴ ^j	۱۳۲۹ ^j	۱۵۱۰ ^l	۲۵۷۳ ^l	۱۲۲ ^j	۱۹۱ ^e	۲۸ ^c	۳/۹۵ ^a	۲۸۶۷ ^d
هایولا ۴۰۱	۶۴۴ ^j	۱۳۲۹ ^j	۱۵۱۰ ^l	۲۵۷۳ ^l	۱۲۷ ^h	۱۸۲ ^f	۲۷ ^d	۳/۷۸ ^c	۲۷۸۳ ^e
هایولا ۴۲۰	۶۶۲ ⁱ	۱۳۵۷ ⁱ	۱۵۴۹ ^k	۲۶۲۲ ^k	۱۲۴ ⁱ	۱۶۴ ^g	۲۷ ^d	۳/۸۰ ^c	۲۳۲۹ ^f
اپرا	۷۸۱ ^d	۱۵۳۱ ^d	۱۶۸۸ ^f	۲۷۹۶ ^f	۱۲۳ ^{ij}	۱۲۵ ^h	۲۶ ^e	۳/۶۲ ^d	۱۹۴۸ ^g
ظفر	۶۶۸ ^h	۱۳۶۸ ^h	۱۶۰۸ ⁱ	۲۶۹۶ ⁱ	۱۲۲ ^j	۱۲۵ ^h	۲۶ ^e	۳/۵۵ ^e	۱۹۴۶ ^g
دلگان	۶۲۸ ^k	۱۲۹۸ ^k	۱۴۷۴ ^m	۲۵۲۷ ^m	۱۲۹ ^g	۱۱۷ ⁱ	۲۶ ^e	۳/۲۳ ^g	۱۷۹۸ ^h
احمدی	۸۲۳ ^b	۱۵۸۸ ^b	۱۷۲۵ ^d	۲۸۴۲ ^d	۱۴۲ ^d	۱۱۸ ⁱ	۲۵ ^f	۳/۲۱ ^g	۱۷۳۱ ⁱ
اس ال ام ۰۴۶	۷۹۹ ^c	۱۵۵۴ ^c	۱۷۴۴ ^c	۲۸۶۷ ^c	۱۲۶ ^h	۹۰ ^k	۲۵ ^f	۳/۱۸ ^h	۱۶۰۸ ^j
طلایه	۷۶۵ ^e	۱۵۱۰ ^e	۱۷۶۳ ^b	۲۸۹۱ ^b	۱۳۲ ^f	۹۴ ^j	۲۵ ^f	۳/۱۰ ⁱ	۱۵۶۰ ^k
آرچی اس ۰۰۳	۶۶۸ ^h	۱۳۶۴ ^h	۱۵۸۸ ^j	۲۶۷۱ ^j	۱۱۸ ^l	۹۰ ^k	۲۳ ^g	۳/۱۱ ⁱ	۱۵۰۵ ^l
مدونا	۸۶۰ ^a	۱۶۴۵ ^a	۱۷۰۷ ^e	۲۸۲۰ ^e	۱۲۰ ^k	۵۳ ^l	۲۳ ^g	۳/۲۲ ^g	۱۳۹۶ ^m
لیکورد	۸۶۰ ^a	۱۶۴۵ ^a	۱۷۸۰ ^a	۲۹۱۳ ^a	۱۴۶ ^c	۴۹ ^m	۲۲ ^h	۳/۱۱ ⁱ	۱۲۹۸ ⁿ
ساری گل	۶۹۸ ^f	۱۴۱۸ ^f	۱۶۲۸ ^h	۲۷۲۱ ^h	۱۱۸ ^l	۴۴ ⁿ	۲۲ ^h	۳/۰۷ ⁱ	۹۵۸ ^o
هایولا ۴۸۱۵	۶۱۳ ^l	۱۲۷۳ ^l	۱۴۵۷ ⁿ	۲۵۰۵ ⁿ	۸۶ ^m	۳۹ ^o	۲۰ ⁱ	۳/۹۴ ^j	۷۷۶ ^p
حداقل	۶۱۳	۱۲۷۳	۱۴۵۷	۲۵۰۵	۸۶	۳۹	۲۰	۳/۹۴	۷۷۶
حداکثر	۸۶۰	۱۶۴۵	۱۷۸۰	۲۹۱۳	۱۵۸	۲۸۰	۳۰	۳/۹۶	۳۲۹۶

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال پنج درصد هستند.

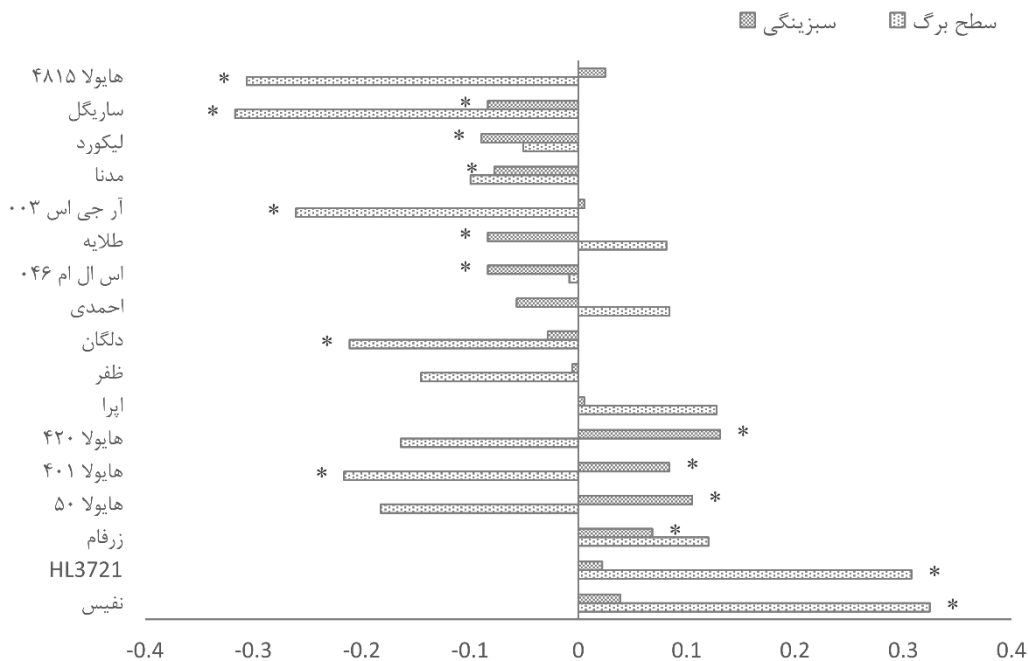
۰۴۶ و نفیس به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم اوکاپی بود (شکل ۲). همچنین شاخص سبزیگی در رقم هایولا ۴۸۱۵ بسیار بالاتر از سایر ارقام بود (شکل ۴). شاخص سطح برگ و سبزیگی بیشتر در رقم نفیس می‌تواند یکی از دلایل تولید بیشترین تعداد مخزن فعال (تعداد خورجین، تعداد دانه و وزن دانه) باشد که منجر به برتری عملکرد دانه رقم نفیس نسبت به سایر ارقام شده باشد (جداول ۵ و ۶ و شکل‌های ۳ و ۴).

در شکل‌های ۳ و ۴ تغییرات شاخص سطح برگ و شاخص سبزیگی در ارقام کلزا نسبت به رقم اوکاپی به عنوان شاهد منطقه در دو سال آزمایش نشان داده شده است. در بین ارقام مورد بررسی در سال اول آزمایش، ارقام نفیس و لاین اچ ال ۳۷۲۱ به‌طور معنی‌داری شاخص سطح برگ و شاخص سبزیگی بسیار بیشتری در مقایسه با رقم شاهد داشتند (شکل ۳). در مقابل ارقام ساری گل و هایولا ۴۸۱۵ از کمترین میزان شاخص سطح برگ و شاخص سبزیگی در مقایسه با رقم شاهد برخوردار بودند (شکل ۳). در سال دوم آزمایش نیز، هر دو شاخص سطح برگ و سبزیگی در ارقام اس ال ام

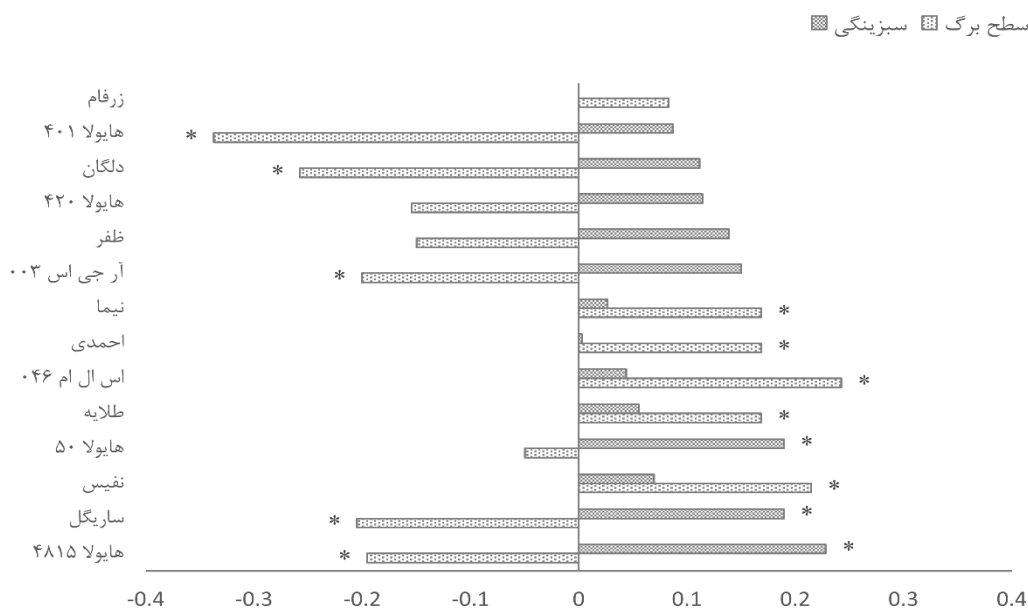
جدول ۶- میانگین درجه روز فعال و موثر و برخی از صفات زراعی در ارقام بهاره و زمستانه کلزا در کرج (سال دوم)

ژنوتیپ	درجه روز مؤثر برای آغاز گل دهی	درجه روز فعال برای آغاز گل دهی	درجه روز مؤثر برای طول دوره رشد	درجه روز فعال برای طول دوره رشد	ارتفاع بوته (cm)	تعداد خارجین در بوته	تعداد دانه در خارجین	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)
نفیس	۷۶۹ ^c	۱۶۰۷ ^c	۱۶۰۷ ^c	۲۷۴۵ ^c	۱۳۴ ^c	۲۲۹ ^a	۲۸ ^a	۴/۱۱ ^a	۳۱۸۸ ^a
هایولا ۴۸۱۵	۵۰۵ ^l	۹۸۷ ^l	۱۳۵۳ ^j	۲۴۲۷ ^j	۹۰ ^h	۲۰۱ ^b	۲۶ ^b	۳/۹۰ ^b	۲۷۷۱ ^b
ساریگل	۵۹۴ ⁱ	۱۳۱۳ ⁱ	۱۵۲۹ ^e	۲۶۵۰ ^e	۱۱۲ ^g	۱۸۵ ^c	۲۶ ^b	۳/۷۵ ^d	۲۴۵۸ ^c
هایولا ۵۰	۵۱۵ ^k	۱۰۲۸ ^k	۱۴۲۸ ⁱ	۲۵۲۱ ⁱ	۱۱۵ ^f	۱۸۱ ^c	۲۵ ^c	۳/۸۰ ^c	۲۴۴۸ ^c
طلایه	۷۱۵ ^e	۱۵۲۳ ^e	۱۶۲۸ ^b	۲۷۷۱ ^b	۱۲۹ ^d	۱۸۰ ^c	۲۵ ^c	۳/۷۷ ^d	۲۳۵۴ ^d
اس ال ام ۰۴۶	۷۰۱ ^f	۱۵۱۵ ^f	۱۶۲۸ ^b	۲۷۷۱ ^b	۱۳۵ ^c	۱۷۲ ^d	۲۵ ^c	۳/۳۴ ^e	۲۳۱۳ ^d
احمدی	۷۴۴ ^d	۱۵۷۲ ^d	۱۶۷۲ ^a	۲۸۲۵ ^a	۱۴۰ ^b	۱۵۲ ^e	۲۴ ^d	۳/۳۵ ^e	۲۰۳۱ ^e
نیما	۷۹۸ ^b	۱۶۵۱ ^b	۱۶۲۸ ^b	۲۷۷۱ ^b	۱۴۵ ^a	۱۳۳ ^f	۲۴ ^d	۳/۱۲ ^g	۱۸۳۳ ^f
آر جی اس ۰۰۳	۵۸۳ ^j	۱۲۹۲ ^j	۱۴۶۰ ^h	۲۵۶۴ ^h	۱۱۵ ^f	۱۳۵ ^f	۲۲ ^e	۳/۷۵ ^d	۱۸۲۳ ^f
ظفر	۶۰۱ ^h	۱۳۳۵ ^h	۱۴۹۴ ^f	۲۶۰۷ ^f	۱۲۰ ^e	۱۰۲ ^g	۲۲ ^e	۳/۲۶ ^f	۱۶۴۶ ^g
هایولا ۴۲۰	۵۱۲ ^k	۱۰۱۹ ^k	۱۴۶۰ ^h	۲۵۶۴ ^h	۱۲۲ ^e	۱۰۰ ^h	۲۱ ^f	۳/۲۵ ^f	۱۵۵۲ ^h
دلگان	۵۸۳ ^j	۱۲۹۲ ^j	۱۴۶۰ ^h	۲۵۶۴ ^h	۱۱۵ ^f	۸۲ ^j	۲۱ ^f	۳/۲۳ ^f	۱۲۹۲ ⁱ
هایولا ۴۰۱	۶۱۳ ^g	۱۳۴۶ ^g	۱۴۷۶ ^g	۲۵۸۵ ^g	۱۲۲ ^e	۸۹ ⁱ	۲۰ ^g	۳/۰۹ ^{gh}	۱۲۱۹ ^j
اوکاپی	۸۲۰ ^a	۱۶۸۳ ^a	۱۶۷۲ ^a	۲۸۲۵ ^a	۱۴۲ ^{ab}	۶۱ ^k	۲۰ ^g	۳/۰۶ ^h	۹۲۷ ^k
زرغام	۷۰۱ ^f	۱۵۱۵ ^f	۱۵۴۴ ^d	۲۶۶۷ ^d	۱۳۱ ^{cd}	۵۵ ^l	۱۹ ^h	۳/۰۰ ⁱ	۹۰۶ ^k
حداقل	۵۰۵	۹۸۷	۱۳۵۳	۲۴۲۷	۹۰	۵۵	۱۹	۳/۰۰	۸۵۴
حداکثر	۸۲۰	۱۶۸۳	۱۶۷۲	۲۸۲۵	۱۴۵	۲۲۹	۲۸	۴/۱۱	۳۱۸۷

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال پنج درصد هستند.



شکل ۳- نسبت لگاریتمی (\log_2) تغییرات شاخص سطح برگ و شاخص سبزیگی ارقام زمستانه و بهاره کلزا نسبت به رقم اوکاپی در منطقه کرج در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶. ستاره تغییر معنی‌دار بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار محافظت شده در سطح احتمال ۵٪ را نشان می‌دهد.

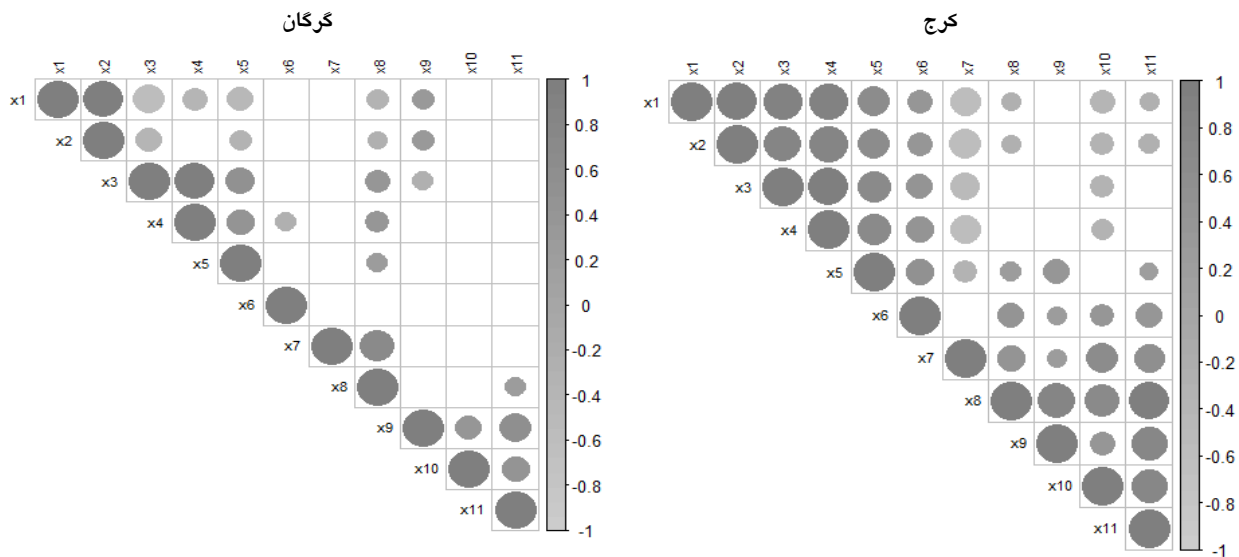


شکل ۴- نسبت لگاریتمی (\log_2) تغییرات شاخص سطح برگ و شاخص سبزینگی ارقام زمستانه و بهاره کلزا نسبت به رقم اوکاپی در منطقه کرج در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷. ستاره تغییر معنی‌دار بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار محافظت شده در سطح احتمال ۵٪ را نشان می‌دهد.

نتیجه گیری

قابلیت کشت کلزا در اقلیم‌های مختلف کشور یکی از مزایای این گیاه می‌باشد و وجود ارقام متنوع داخلی و خارجی کلزا گزینه‌های انتخاب رقم مناسب را برای کشاورزان و بهره برداران باز می‌گذارد. از این رو بررسی و مقایسه بازتاب ارقام قدیمی و جدید بهاره و زمستانه کلزا در اقلیم‌های معتدل سرد و گرم کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است تا امکان جایگزینی ارقام قدیمی با ارقام جدید، پریپتانسیل و سازگار با محیط‌های متفاوت آب و هوایی و هم چنین پایدار از نظر تولید در واحد سطح وجود داشته باشد. نتایج کلی این آزمایش نشان داد که عکس العمل ارقام از نظر درجه روز فعال و موثر تجمعی در دو سال آزمایش در دو منطقه اقلیمی معتدل سرد و گرم و مرطوب نسبتاً یکسان بود ولی تغییرات عملکرد دانه آن‌ها در هر سال کاملاً متفاوت بود. در منطقه معتدل گرم و مرطوب گرگان، ارقام دی کی ۷۱۷۰، تراپر و هایولا ۵۰ از عملکرد دانه بیشتری (۵ تا ۲۴ درصد بیشتر) در مقایسه با رقم رایج منطقه (آر جی اس ۰۰۳) برخوردار بودند.

نتایج ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در دو منطقه کرج و گرگان نشان داد که در کرج میزان و تعداد همبستگی معنی‌دار بین صفات بسیار بیشتر از منطقه گرگان بود (شکل ۵). در کرج، عملکرد دانه بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با وزن هزار دانه و شاخص سطح برگ داشت (شکل ۵). همچنین اجزای عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص سطح برگ نیز نشان دادند. از نظر صفات نمودی تنها درجه روز مؤثر و فعال برای آغاز گلدهی با عملکرد دانه همبستگی مثبت (شکل ۵). در گرگان عملکرد دانه بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با وزن هزار دانه و تعداد دانه در خورجین داشت. همچنین ضریب همبستگی بین عملکرد دانه و شاخص سطح برگ نیز قابل ملاحظه بود (شکل ۵). در مقابل، اجزای عملکرد دانه همبستگی زیادی با شاخص سطح برگ نداشتند و کلیه صفات نمودی مثل درجه روز مؤثر و فعال برای آغاز گلدهی و بخصوص طول دوره رشد با عملکرد دانه همبستگی مثبت و قوی داشتند (شکل ۵).



شکل ۵- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در گرگان (چپ) و کرج (راست)

X1: درجه روز مؤثر برای آغاز گلدهی، X2: درجه روز فعال برای آغاز گلدهی، X3: درجه روز مؤثر برای طول دوره رشد، X4: درجه روز فعال برای طول دوره رشد، X5: ارتفاع بوته، X6: تعداد خورجین در بوته، X7: تعداد دانه در خورجین، X8: وزن هزار دانه، X9: عملکرد دانه، X10: شاخص سبزیگی و X11: شاخص سطح برگ

نیز برخوردار بودند. بر اساس نتایج حاصل، ارقام تراپر، هایولا ۵۰ و دلگان جهت کاشت در منطقه گرگان و رقم نفیس جهت کاشت در منطقه کرج مناسب و با عملکرد دانه پایدار تشخیص داده شدند و جایگزین مناسبی برای ارقام قدیمی آرچی اس ۰۰۳ و اوکاپی هستند.

سپاسگزاری

از همکاران محترم در بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان در اجرای این تحقیق سپاسگزاری می‌شود.

همچنین در سال دوم آزمایش به دلیل گرمای زودرس بهار رقم دلگان به واسطه زودرسی عملکرد دانه بیشتری (غیر معنی‌دار) در مقایسه با رقم شاهد منطقه داشت در حالی که در سال اول آزمایش به دلیل بهار مرطوب و معتدل رقم دلگان کمترین عملکرد دانه را داشت. در مقابل در منطقه معتدل سرد کرج، دو رقم میان‌رس زمستانه نفیس و لاین اچ ال ۳۷۲۱ با درجه روز فعال تجمعی کمتر برای آغاز گل‌دهی و طول دوره رشد، تعداد خورجین و تعداد دانه بیشتر، وزن هزار دانه بالاتر، شاخص سطح برگ و شاخص سبزیگی بیشتر در مقایسه با رقم اوکاپی (شاهد) از عملکرد دانه بیشتری (۱۲ تا ۲۴۳ درصد بیشتر)

منابع مورد استفاده

- Alizadeh F, Zaefarian F, Torabi B and Abbasi R. 2021. Investigation of the effect of plant density on growth indices of different cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.) in Mazandaran climatic conditions. *Journal of Crop Production*, 14(3): 107-124. (In Persian). <https://doi.org/10.22069/ejcp.2022.18883.2409>
- Begna SH and Angadi SV. 2016. Effects of planting date on winter canola growth and yield in the southwestern U.S. *American Journal of Plant Sciences*, 7: 201-217. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2016.71021>
- Cheraghi R, Ramroudi M, Tae Semiroumi T and Lorzadeh S. 2018. Geographical Distribution of Rainfall and Temperature Optimum at "Sowing to Emergence" Canola using GIS in Khuzestan Province. *Journal of Agroecology*, 9(4): 1007-1015. (In Persian). <http://dx.doi.org/10.22067/JAG.V9I4.49563>

- Djaman K, O'Neill M, Owen C, Smeal D, West M, Begay D, Angadi SV, Koudahe K, Allen S and Lombard, K. 2018. Seed yield and water productivity of irrigated winter canola (*Brassica napus* L.) under semiarid climate and high elevation. *Agronomy*, 8 (90): 1-14. <https://doi.org/10.3390/agronomy8060090>
- Fanaei HR, Amiri oghan H, Alam Khomram M, Danaei AK, Kazerani N, Askari A, Rahmanpour S, Roodei D, Ghodrati G, Faraji A, Hazarjaribei A, Rameh V, Samadi B, Safe Amiri S, Akbari Moghaddam H and Khajadad Keshtegar M. 2019. Dalgan, new - cultivar of canola by high yield potential for cultivation in warm and dry region in South of Country. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops*, 7(2): 161-173. <https://doi.org/10.22092/rafhc.2019.109369.1062>
- Fani E, Hassibi P, Meskarbashee M, Khanlou KM and Seyedahmadi SAR. 2019. Evaluation of the effect of drought stress and silica spraying on some physiological characteristics of canola cultivars. *Crop Physiology Journal*, 11(42): 5-15. (In Persian). <http://dorl.net/dor/20.1001.1.2008403.1398.11.42.1.8>
- Faraji A. 2015. Leaf area development in canola (*Brassica napus* L.) and its relation with seed yield under rainfed and supplemental irrigation conditions. *Journal of Oil Plants Production*, 3 (2) :13-25. (In Persian). <http://yujs.yu.ac.ir/jopp/article-1-30-fa.html>
- FAO. 2020. Faostat. Available at <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Halabian AH and Esmaeli N. 2018. Land Suitability Evaluation Based on the Climatic Elements for Canola Cultivation Using Fuzzy and AHP model in Kordestan. *Journal of Environmental Science and Technology*, 19(4): 133-150. (In Persian). <https://doi.org/10.22034/jest.2017.11629>
- Heydari A, Bizhanzadeh E, Naderi R and Emam Y. 2015. Effect of late season drought tension and salicylic acid on grain yield and canopy temperature of two rapeseed cultivars. *Crop Physiology Journal*, 7(27): 37-53. (In Persian). <http://dorl.net/dor/20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2>
- Hemmati M, Delkhosh B, Shirani-rad AH and Noor Mohammadi G. 2019. Effect of sodium selenate spraying on seed selenium content and some physiological indices of rapeseed genotypes (*Brassica napus* L.). *Crop Physiology*, 11(43): 69-84. (In Persian). <http://dorl.net/dor/20.1001.1.2008403.1398.11.43.4.3>
- Jabbari H. 2020. Determination of Growth Degree Days (GDD) for phenological stages in new Oilseed Rape lines and cultivars. Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization. 35 pp.
- Khayyat M, Rahnama A, Lorzadeh S and Lack SH. 2015. Growth analysis rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes in different sowing date under warm and semiarid climate condition in south west of Iran. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 6 (1): 387-394.
- Meamari M, Faraji A, Arabi Z and Mosanaiey H. 2016. Investigate the effect of resource limitations on the physiological traits, yield and yield components of canola in wet weather conditions. *Crop Physiology Journal*, 8(30): 53-67. (In Persian). <http://dorl.net/dor/20.1001.1.2008403.1395.8.30.4.6>
- Miller P, Lanier W and Brandt S. 2018. Using growing degree days to predict plant stages. Montana state university. 29 pp.
- Seyed Mohammadi N, Allahdadi I, Seyedmohammadi SAR and Sarafraz E. 2013. Variation in some physiological and morphological characteristics of spring rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.) under different intervals and regimes irrigation. *Crop Physiology Journal*, 4(16): 5-17. (In Persian). <http://dorl.net/dor/20.1001.1.2008403.1391.4.16.1.7>
- Sharif Moghaddasi M. 2009. Comparison of winter rapeseed cultivars for determination of suitable variety for Saveh region. *Dynamic agriculture*, 6 (1): 75-80. (In Persian).
- Sobhani B, Salahi B and Nasiri F. 2016. Calculation of growth degree days indices (GDD) of rapeseed in different phenological stages to determine the appropriate planting date and predict the vegetative and reproductive stages of this crop in Ardabil, Namin and Nir County. Proceedings of the 2nd International congress on earth science & urban development. Tabriz, Iran.
- Tahmasebi G, Syadat SA, Pour Siabidi MM and Naseri R. 2013. Effect of planting dates on seed yield and vegetative traits of rapeseed cultivars in Ilam region. *Journal of Crop Ecophysiology*, 7 (3): 241-258. (In Persian).

Wang E, Wang J and M Lilley J. 2017. Genotype×environment×management interactions of canola across China: A simulation study. *Agricultural and Forest Meteorology*, 247: 424-433.
<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.08.027>