Archive of SID

نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۰ شماره ۴ / سال ۱۳۹۹ صفحات ۱۹۸-۱۸۵

پاسخ ارقام و هیبریدهای کلزا به کشت زمستانه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل

نادیا صفوی فرد[۱]، امیر حسین شیرانی راد[۲]*، جهانفر دانشیان[۲]، ناصر شهسواری[۳]، مهدی غفاری[۴]

تاریخ دریافت: ۹۸/۹/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۹/۷/۱۲

۱- دکتری زراعت، موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲-استاد، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۳- استادیار، گروه مهندسی تولیدات گیاهی، واحد حاجی آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، حاجی آباد، هرمزگان، ایران
٤- دانشیار، موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
*مسئول مکاتبه: E-mail:shiranirad.amirhossein@gmail.com

چکیده

اهداف: انتخاب ارقام کلزا مناسب کشت زمستانه و متحمل به تنش خشکی انتهای فصل، از راهکارهای اساسی توسعه کشت آن در مناطق معتدل سرد با اقلیم نیمه خشک می‌باشد.

مواد و روش‌ها: آزمایشی به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال های ۹۵-۱۳۹۳ در کرج اجرا شد که در آن سه عامل تاریخ کاشت در دو سطح شامل کشت پاییزه (۱۵ مهرماه) و کشت زمستانه (۱۵ بهمن ماه)، آبیاری در سه سطح شامل آبیاری معمول (شاهد)، قطع آبیاری پس از مراحل گل‌دهی و خورجین-دهی و رقم شامل ساری‌گل، دلگان، جاکومو، جرومه و هایولا ٤٠١ بودند.

یافته‌ها: اثر متقابل تاریخ کاشت×آبیاری×رقم بر صفات تعداد خورجین در متر مربع، تعداد دانه در خورجین، عملکرد دانه، محتوای نسبی آب برگ و پرولین در سطح یک درصد و بر صفات وزن هزار دانه، دمای تاج پوشش برگ و محتوای کلروفیل b در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. نتایج حاصل نشان دادند که در تاریخ کاشت زمستانه در شرایط آبیاری معمول، رقم دلگان عملکرد دانه برابر ۳٦٥۷ کیلوگرم در هکتار و محتوای نسبی آب برگ معادل ۹۲/٤۲ درصد، و در شرایط تنش خشکی آخر فصل (قطع آبیاری پس از مرحله خورجین دهی)، هیبرید هایولا ٤٠١ عملکرد دانه برابر ۲۳۷٦ کیلوگرم در هکتار و محتوای نسبی آب برگ معادل ۸۳/۱۱ درصد را به خود اختصاص دادند.

نتیجه‌گیری: در شرایط آبیاری معمول، رقم دلگان و در شرایط تنش خشکی آخر فصل (قطع آبیاری پس از مرحله خورجین دهی)، هیبریدهای هایولا ٤٠١ و جرومه در تاریخ کشت زمستانه (۱۵ بهمن ماه) جهت توسعه کشت کلزا قابل توصیه می باشد.

واژه‌های کلیدی: پرولین، تنش خشکی، فصل کاشت، کلروفیل، کلزا

www.SID.ir

Archive of SID

Response of Canola Cultivars and Hybrids to WinterCultivation under Late Season Drought Stress

Nadia Safavi Fard[1], Amir Hossein Shirani rad[2*], Jahanfar Daneshian[2], Naser Shahsavari[3], Mehdi Ghaffari[4]

Received: December 14, 2019 Accepted: October 3, 2020

1-Agronomy Ph.D, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization(AREEO), Karaj, Iran.
2- Prof., Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization(AREEO), Karaj, Iran.
3- Dept. of Crop Production, Hajiabad Branch, Islamic Azad university, Hajiabad, Hormozgan, Iran.
4- Assoc. Prof., Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization(AREEO), Karaj, Iran.
*Corresponding Author Email: shiranirad.amirhossein@gmail.com

Abstract

Background & Objective: Selection of suitable canola cultivars for winter cultivation and tolerant to late-season drought stress, are the basic strategies for the cultivation of the rapeseed in cold temperate regions with semi-arid climate.

Materials & Methods:
A factorial split-plot based on complete randomized blocks design was conducted with three replications for two years (2014-2016) in Karaj. In this regards, sowing dates were divided into two levels of fall cultivation (Oct. 7) and winter cultivation (Feb. 4); irrigation was carried out in three levels of normal irrigation (control), irrigation interruption from flowering, and after pod formation stages and five canola cultivars include Sarigol, Dalgan, Jacomo, Jeromeh and Hyola401.

Results:
The interaction effect of sowing date × irrigation × cultivar was significant on the traits of number of pods per square meter, number of seeds per pod, biological yield, seed yield, relative water content (RWC) of leaves and proline at the level of 1%, and on the traits of 1000-seeds weight, canopy temperature and chlorophyll *b* content at the level of 5%. Here we show that Dalgan cultivar was obtained with a seed yield of 3657 kg ha^{-1} and RWC of 92.42%, in the winter cultivation date and normal irrigation condition. Moreover, in winter cultivation and in the late season drought stress condition (irrigation interruption after flowering stage onwards), the Hyola 401 hybrid was obtained with seed yield of 2376 kg ha^{-1} and a RWC of 83.11%.

Conclusion:
In The winter cultivation and normal irrigation condition Dalgan cultivar and in the late season drought stress condition (irrigation interruption after pod formation stage), the Hyola 401 and Jeromeh hybrids can be used in the development of canola cultivation in the new status of winter cultivation (Feb. 4) and various irrigation conditions.

Keywords: Canola, Chlorophyll, Cultivation Season, Drought Stress, Proline

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در بین دانه‌های روغنی، کلزا (*Brassica napus* L) یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی در جهان بوده و این اهمیت به واسطه کیفیت بالای روغن و کنجاله آن است. گزینش ارقام کلزا بر اساس عملکرد روغن بالا و همچنین دارا بودن برخی صفات مطلوب به ویژه زودرسی، عملکرد دانه بالا و تحمل به تنش‌های زیستی و غیر زیستی می‌باشد (هو و همکاران ۲۰۱٦). انتخاب تاریخ کاشت مناسب به علت ضرورت استفاده حداکثر از منابع محیطی طی فصل رشد، حائز اهمیت بوده و تعیین بهترین زمان کاشت علاوه بر جلوگیری از اثرات سوء یخبندان بر محصول، باعث عدم برخورد مراحل حساس گیاه با دماهای بالا در دوره‌های انتهایی رشد می‌شود (آدامسن و کافلت ۲۰۰۵). در زراعت کلزا، بررسی تحمل به سرمای زمستانه به دلیل دماهای پایین ضروری بوده و از این طریق می توان ارقام و هیبریدهای متحمل با دو ویژگی مقاومت به سرما و یخبندان در مراحل اولیه رشد (چهار تا شش برگی) و همچنین تحمل به خشکی را در مراحل انتهایی رشد، انتخاب و کشت این گیاه را به ویژه در اقلیم های سرد و معتدل سرد توسعه داد. تاریخ کشت مناسب موجب بهره گیری بهینه از عوامل اقلیمی مانند درجه حرارت، رطوبت، طول روز و همچنین تطابق زمان گلدهی با درجه حرارت مناسب می‌گردد (موسوی و همکاران ۲۰۰٦). تنش خشکی یکی از عوامل مهمی است که توسعه و کشت موفقیت آمیز کلزا را به مخاطره می اندازد (رشیدی و همکاران ۲۰۱۲). در کلزا مراحل گلدهی و خورجین‌دهی از حساس‌ترین مراحل به تنش خشکی می‌باشند (سینکی و همکاران ۲۰۰۷). مطالعات زیادی در زمینه تنش خشکی در کلزا صورت گرفته که شماری از ویژگی‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک موثر در تحمل به تنش خشکی گزارش شده است (کایسرلطیف و صداقت ۲۰۰٤ و کایفوما و همکاران ۲۰۰٦). تنش خشکی می‌تواند بر مکانیسم‌های زایشی تعیین کننده عملکرد دانه کلزا مثل تشکیل گل و خورجین، تعداد دانه در خورجین و پر شدن دانه تأثیر بگذارد، اما شدت این اثر تابعی از ژنوتیپ، مدت تنش، شرایط آب و هوایی و مراحل رشد و نمو می‌باشد (سینکی و همکاران ۲۰۰۷ و فاروگ و همکاران ۲۰۰۸). بررسی سنگ تراش و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که تنش کم‌آبی در کلزا اثر معنی‌داری بر میزان کلروفیل a و میزان کلروفیل a در شرایط آبیاری مطلوب بسیار بیشتر از شرایط تنش کم‌آبی بود.

هدف از این تحقیق، گزینش ارقام و هیبریدهای بهاره کلزا مناسب کشت انتهای فصل زمستان و متحمل به تنش کم آبی آخر فصل، جهت توسعه کشت این گیاه در مناطق معتدل سرد با اقلیم نیمه خشک می‌باشد. از آنجایی‌که عدم امکان کشت به موقع کلزا در ابتدای فصل پاییز به دلیل تداخل زمانی با برداشت محصولات بهاره و همچنین کمبود آب به علت تداخل آب‌های مورد نیاز انتهای فصل ارقام بهاره کلزا با آب مورد نیاز ابتدای فصل محصولات بهاره، از موانع اصلی تولید کلزا در مناطق معتدل سرد با اقلیم نیمه خشک (کرج) می‌باشد، یکی از مهم‌ترین راهکارها، تغییر فصل کاشت کلزا از ابتدای فصل پاییز به انتهای فصل زمستان و گزینش ارقامی است که ضمن سازگاری با این جایگاه جدید کشت، تحمل بالایی به تنش کم آبی آخر فصل نیز داشته باشند. تحقیق حاضر نیز در جهت نیل به این هدف اجرا گردیده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی پاسخ ارقام و هیبریدهای بهاره کلزا به کشت زمستانه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل، آزمایشی در طی دو سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹٤ در اراضی زراعی دشت کرج با طول جغرافیایی ´٦ و°۵۱ شرقی و عرض جغرافیایی ´٤۹ و°۳۵ شمالی و ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا انجام گردید که مشخصات خاک و آمار هواشناسی به ترتیب در جدول و شکل یک آمده است. آزمایش به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات بر پایه

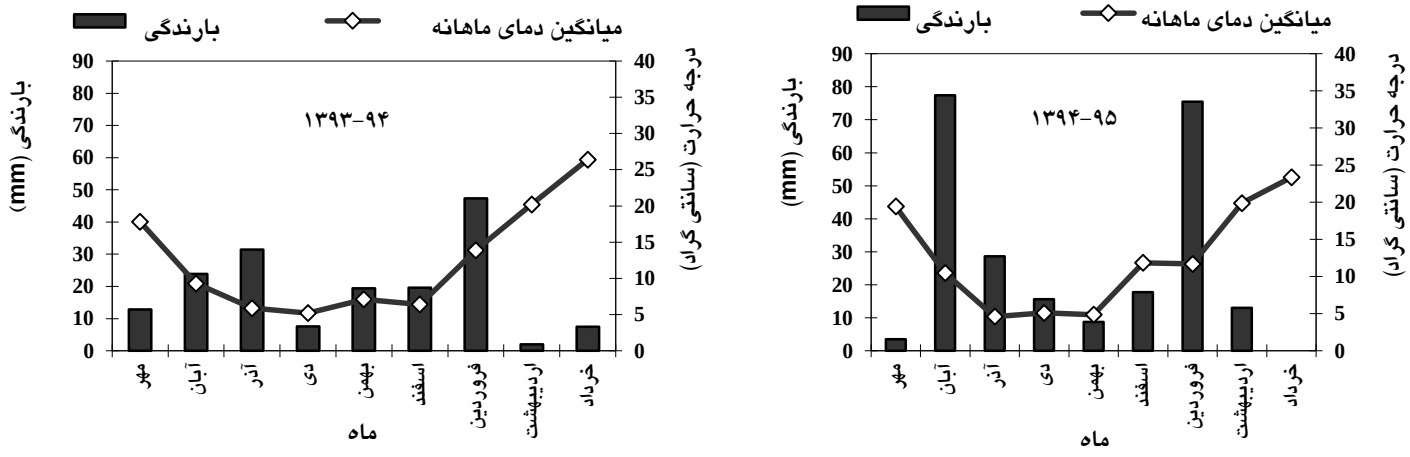
www.SID.ir

Archive of SID

بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد که در آن دو فصل کاشت شامل کشت پاییزه (۱۵ مهر ماه) و کشت زمستانه (۱۵ بهمن ماه) و آبیاری در سه سطح شامل آبیاری معمول (شاهد) و قطع آبیاری پس از مراحل گل-دهی و خورجین‌دهی به به عنوان عوامل اصلی و ارقام بهاره کلزا شامل ساری‌گل (متوسط رس)، دلگان (زود رس)، جاکومو (دیررس)، جرومه (دیررس) و هایولا ٤٠١ (زودرس) به عنوان عامل فرعی بودند. هر کرت آزمایشی دارای شش خط کاشت به طول شش متر (با تراکم ٤٠ بوته در متر مربع) بود. بر اساس نتایج آزمون خاک، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیم به صورت پایه و همزمان با آماده سازی بستر بذر، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به صورت مساوی در دو مرحله سه برگی و ساقه دهی و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آمونیوم در مرحله غنچه دهی مصرف گردید. آب مصرفی توسط کنتور تعیین و مقدار در کشت پاییزه به ترتیب ٥١٢٠، ٣٨٤٠ و ٣٢٠٠ متر مکعب در هکتار و در کشت زمستانه به ترتیب برابر ٣٨٤٠، ٢٥٦٠ و ١٩٢٠ متر مکعب در هکتار بود.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری در سال های زراعی ۹۵-۱۳۹۳

سال	عمق خاک (cm)	بافت خاک	اسیدیته خاک	درصد کربن آلی (%)	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	درصد نیتروژن کل (%)	فسفر قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)
۹٤-۱۳۹۳	۰-۳۰	لومی-رسی	۷/۹	۰/۹۱	۱/٤٥	۰/۰۹	١٤/٧	۱۹۷
	۳۰-٦۰	لومی-رسی	۷/۲	۰/۹۹	۰/۲٤	۰/۰۷	۱۵/۸	۱۵۵
۹٥-۱۳۹٤	۰-۳۰	لومی	۷/۸	۰/٤٦	۱/۰٥	۰/۰۸	٦/١٢	۲۷۸
	۳۰-٦۰	لومی	۸	۰/٤٦	۰/۱۳	۰/۰٥	٦/١	١٦٤



شکل ۱- تغییرات میانگین دما و بارندگی ایستگاه هواشناسی منطقه کرج (سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۳)

www.SID.ir

Archive of SID

در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و صفات تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین آن‌ها اندازه‌گیری شدند. برای تعیین وزن هزار دانه، هشت نمونه ۱۰۰۰ تایی از هر کرت آزمایشی به طور تصادفی انتخاب و با استفاده از ترازوی دقیق آزمایشگاهی توزین و میانگین وزن آن‌ها به عنوان وزن هزار دانه ثبت شد. به منظور تعیین عملکرد دانه بوته‌های موجود در مساحت ٤/٨ متر مربع از هر کرت آزمایشی به طور جداگانه کف‌بر و پس از خشک شدن در هوای آزاد، بوته‌های مربوطه داخل کمباین

معادله (۱) $RWC= F_w – D_w / S_w– D_w \times ۱۰۰$

وزن تر برگ بلافاصله بعد از نمونه برداری :Fw

وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در آون: Dw

میزان پرولین برگ در مرحله خورجین دهی به روش بیتس استخراج گردید (بیتس ۱۹۷۳). محتوای کلروفیل برگ در مرحله خورجین دهی با استفاده از روش آرنون و حسیبی تعیین شد (آرنون ۱۹٦۷ و حسیبی ۲۰۰۷) و با مخصوص برداشت کرت‌های آزمایشی قرار و دانه‌های جدا شده با ترازوی دقیق توزین و عملکرد دانه بر مبنای رطوبت ۱۲ درصد محاسبه گردید. اندازه‌گیری دمای تاج پوشش برگ با استفاده از دماسنج مادون قرمز (INFRARED) مدل DT8380، با ضریب گسیلندگی ۰/۹۹ صورت گرفت. به منظور اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ از روش ریچی و همکاران ۱۹۹۰، استفاده گردید و در نهایت محتوای نسبی آب برگ، از معادله ۱ محاسبه شد:

وزن اشباع برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطر: Sw

استفاده از معادله‌های ۲ و ۳ برای هر تیمار میزان کلروفیل a و b بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر برگ نمونه تعیین شد.

معادله (۲) $Chlorophyll\ a = (19.3 * A663 - 0.86 * A645)\ V/100$

معادله(۳) $Chlorophyll\ b = (19.3 * A645 - 3.6 * A663)\ V/10$

حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ) =V

جذب نور در طول موج‌های ٦٦۳، ٦٤٥ و ٤٧۰ نانومتر =A

وزن تر نمونه بر حسب گرم =W

پس از انجام آزمون بارتلت و اثبات همگن بودن واریانس‌های آزمایشی در هر سال، تجزیه واریانس مرکب با استفاده از نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار صورت گرفت. مقایسه میانگین اثرات متقابل با استفاده از رویه برش‌دهی انجام و برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر ساده سال بر صفات محتوای نسبی آب برگ، پرولین، محتوای کلروفیل a، تعداد خورجین در متر مربع، وزن هزار دانه و عملکرد دانه؛ اثر ساده تاریخ کاشت بر صفات محتوای کلروفیل a، تعداد خورجین در متر مربع، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه؛ اثر ساده آبیاری و رقم بر صفات دمای تاج پوشش برگ، محتوای نسبی آب برگ، پرولین، محتوای کلروفیل a و b،

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد خورجین در متر مربع، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه؛ اثر متقابل تاریخ کاشت×آبیاری بر صفات تعداد خورجین در متر مربع، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه؛ اثر متقابل تاریخ کاشت×رقم بر صفات تعداد خورجین در متر مربع و عملکرد دانه؛ اثر متقابل تاریخ کاشت×آبیاری×رقم بر صفات دمای تاج پوشش برگ، محتوای نسبی آب برگ، پرولین، محتوای کلروفیل b، تعداد خورجین در متر مربع، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه معنی دار گردیدند (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه ارقام کلزا تحت تاثیر ۳ تیمار تنش کم آبی در دو فصل کاشت در آزمایش دو ساله

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		دمای تاج پوشش برگ	محتوای نسبی آب برگ	پرولین	کلروفیل a	کلروفیل b	تعداد خورجین در متر مربع	تعداد دانه در	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
سال	۱	۲۴/۷۱۶۰۵ ns	۳۶۴/۵۴۴ **	۱۲۷/۴۷ *	۰/۸۵۵۸۷ **	۰/۰۰۱۶۰۸ ns	۶۲۸۶۵۱۴۲ **	۷/۸۱ ns	۹/۳۸۹۰ **	۶۶۳۵۵۲۰ **
تکرار× سال	۴	۱۱/۶۵	۸/۱۱۴	۸/۰۹	۰/۰۱۹۹۴	۰/۰۰۲۷۷۰	۹۶۸۴۶۵	۵/۲	۰/۲۰۰۶	۲۷۰۸۵۳/۴
تاریخ کاشت	۱	۳/۰۶۸۰۵ ns	۲۹/۷۵۱ ns	۱۶/۸۹ ns	۰/۰۷۶۰۵ **	۰/۰۰۲۵۵۳ ns	۲۷۳۵۹۴۳۱۸ **	۱۶/۵۲ **	۶/۵۴۸۲۴ **	۱۱۹۱۲۴۰ **
سال×تاریخ کاشت	۱	۰/۰۰۰۰۵ ns	۰/۰۰۶ ns	۰/۰۷ ns	۰/۰۰۰۰۷ ns	۰/۰۰۰۰۰۱ ns	۱۹۹۲۷۸۲ ns	۰/۲۲ ns	۰/۳۲۶۸ ns	۱۴۱۵۶/۴ ns
آبیاری	۲	۳۷۵/۱۱۱۵۰ **	۳۲۵/۹۲۷ **	۲۰/۱۸ **	۹/۶۰۲۴۳ **	۰/۲۴۱۲۸۷ **	۳۹۸۲۹۱۸۶۱ **	۱۹/۷۷ **	۴۵/۲۸۲۰ **	۹۴۴۷۸/۵ **
سال×آبیاری	۲	۰/۳۱۷۷۲ ns	۵/۳۶۰ **	۱۲/۵۱ ns	۰/۰۴۹۸۱ *	۰/۰۰۳۰۰۷ ns	۳۷۰۱۴۸۴ **	۵/۴۴ ns	۰/۰۹۴۲ ns	۵۸۷۷۷/۵ **
تاریخ کاشت×آبیاری	۲	۰/۰۱۱۰۵ ns	۲/۸۷۰ ns	۱/۰۸ ns	۰/۰۰۵۲۸ ns	۰/۰۰۰۳۰۴ ns	۱۵۰۳۰۷۰۱ **	۷۵/۱۹ **	۱/۸۸۰۳ **	۶۲۵۲۵/۲ **
سال×تاریخ کاشت×آبیاری	۲	۰/۰۱۵۰۵ ns	۰/۱۱۲ ns	۰/۱۳ ns	۰/۰۰۰۵۱ ns	۰/۰۰۰۰۳۱ ns	۸۶۸۴۵ ns	۰/۲۲ ns	۰/۰۰۲۷ ns	۵۸۴۴۹/۴ **
خطای اول	۲۰	۸/۲۵۸۶۱	۳۹/۵۱۵	۸/۰۲	۰/۰۰۸۶۸	۰/۰۰۱۲۷۷	۵۴۸۴۲۸	۲/۰۴	۰/۲۹۱۵	۸۷۸۵۹/۱
رقم	۴	۸/۶۱۶۸۶ **	۸۵/۴۵۳ **	۳۸/۶۶ **	۰/۱۵۸۱۵ **	۰/۰۰۶۷۴۷ **	۱۲۲۵۱۶۰۱ **	۳۵/۶۲ **	۰/۹۳۲۰ **	۱۹۰۹۲/۴ **
سال×رقم	۴	۰/۱۴۰۶۳ ns	۱/۴۱۷ ns	۰/۷۰ ns	۰/۰۰۲۴۳ ns	۰/۰۰۰۱۶۹ ns	۱۱۹۵۹۳ ns	۰/۵۰ ns	۰/۰۰۳۳ ns	۸۹۵۲/۶ ns
تاریخ کاشت×رقم	۴	۰/۰۹۰۶۰ ns	۰/۴۲۰ ns	۰/۷۱ ns	۰/۰۰۴۷۳ ns	۰/۰۰۰۰۳۷ ns	۱۱۲۰۳۳۷ **	۰/۲۷ ns	۰/۰۱۰۳ ns	۱۸۵۷۹/۶ **
سال×تاریخ کاشت×رقم	۴	۰/۰۳۷۶۹ ns	۰/۱۰۳ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۰۰۳۹ ns	۰/۰۰۰۰۲۰ ns	۲۶۸۷۶ ns	۰/۰۲ ns	۰/۰۰۰۸ ns	۶۰۷۰/۶ ns
آبیاری×رقم	۸	۰/۰۵۷۱۹ **	۰/۴۲۰ ns	۲۹/۷۰ **	۰/۱۴۲۴۸ **	۰/۰۰۴۶۲۹ **	۴۹۸۶۹۵۳ **	۲۸/۹۶ **	۰/۷۵۷۹ **	۴۰۹۵۳/۱ **
سال×آبیاری×رقم	۸	۰/۱۸۳۹۷ ns	۰/۶۲۵ ns	۰/۴۲ ns	۰/۰۰۱۵۶ ns	۰/۰۰۰۱۸۳ ns	۱۳۱۸۴۴ ns	۰/۲۵ ns	۰/۰۰۴۵ ns	۳۷۰۹۴/۳ ns
تاریخ کاشت×آبیاری×رقم	۸	۰/۰۹۹۱۱ *	۰/۹۰۹ **	۰/۷۱ **	۰/۰۰۲۲۹ ns	۰/۰۰۰۰۷۴ *	۶۵۷۶۷۵ **	۰/۶۴ **	۰/۰۰۸۸ *	۳۹۷۱۲/۸ **
سال×تاریخ کاشت کاشت×آبیاری×رقم	۸	۰/۰۱۶۴۴ ns	۰/۰۹۱ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۰۰۸۸ ns	۰/۰۰۰۰۱۷ ns	۳۷۰۳۴ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۰۱۴ ns	۲۶۸۱۸/۵ ns
خطای دوم	۹۶	۱/۷۵۵۷۷	۴/۹۵۳	۱/۰۲	۰/۰۰۴۴۵	۰/۰۰۰۳۲۲	۱۰۷۳۲۳	۰/۴۹	۰/۰۲۵۸	۳۹۴۸۵
ضریب تغییرات (%)		۴/۴۳۲۳۷	۲/۷۱۴	۵/۶۴	۵/۸۷	۵/۸۰	۵/۱۴	۴/۴۹	۵/۱۰۷۶	۶/۷۴۳

ns: غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

دمای تاج پوشش برگ

ارقام مورد بررسی، تفاوت معنی‌دار از نظر دمای تاج پوشش برگ در تیمارهای آبیاری در دو تاریخ کاشت پاییزه و زمستانه داشتند (جدول ۳). به‌طوری‌که در تاریخ کاشت پاییزه، در تیمار قطع آبیاری پس از مرحله گل‌دهی ارقام هایولا ۴۰۱ و جرومه با میانگین ۳۱ درجه سانتی-گراد، کمترین دمای تاج پوشش برگ را نشان دادند. علاوه بر این در تاریخ کاشت زمستانه در تیمار آبیاری شاهد، رقم دلگان با میانگین ۲۷ درجه سانتی‌گراد و در تیمار قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد، ارقام هایولا ۴۰۱ و جرومه با میانگین ۳۱ درجه سانتی‌گراد، کمترین دمای تاج پوشش برگ را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). کاهش دمای تاج پوشش برگ یک معیار مناسب برای سازگاری یک ژنوتیپ در یک محیط می‌باشد (رینولدز و

www.SID.ir

Archive of SID

همکاران ۲۰۰۰). مقادیر ΔT در شرایط تنش بالاتر از عدم تنش است. دلیل این پدیده را اینگونه عنوان کردند که بسته شدن روزنه‌ها اولین واکنش به شرایط کمبود آب بوده ودر شرایط تنش سبب افزایش مقادیر دمای کانوپی می‌شود. به‌عبارت دیگر، با محدودیت آب قابل دسترس، میزان تعرق کاهش و متعاقباً به خاطر تداوم جذب تشعشع دمای برگ‌ها افزایش می‌یابد (آروین و همکاران ۲۰۱۸).

محتوای نسبی آب برگ

تفاوت معنی‌دار از نظر محتوای نسبی آب برگ بین ارقام مورد آزمون در تیمارهای آبیاری در دو تاریخ کاشت پاییزه و زمستانه وجود داشت (جدول ۳). به‌طوری‌که در تاریخ کاشت پاییزه، بیشترین محتوای نسبی آب برگ در تیمار آبیاری شاهد در ارقام دلگان و جرومه به ترتیب با میانگین ۹۳/٤ و ۹۱/٥ درصد، در شرایط قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی به بعد در رقم دلگان با میانگین ۸٤/۸ درصد و در تیمار قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد در هیبرید هایولا ٤۰۱ با میانگین ۷٦/۹ درصد مشاهده شد. علاوه بر این در تاریخ کاشت زمستانه در تیمار آبیاری معمول، ارقام دلگان و جرومه به ترتیب با میانگین ۹۲/٤ و ۹۰/۹ درصد، در شرایط قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی به بعد، رقم دلگان با میانگین ۸٤/٥ درصد و در تیمار قطع آبیاری از گل‌دهی به بعد، هیبرید هایولا ٤۰۱ با میانگین ۷٦/٥ درصد، بالاترین محتوای نسبی آب برگ را به خود اختصاص داد (جدول ۳). در بین پارامترهایی مثل محتوای نسبی آب برگ، پتانسیل آب برگ و پتانسیل تورژسانس گیاه، محتوای نسبی آب برگ را به عنوان بهترین معیار اندازه‌گیری واکنش گیاه به تنش کم‌آبی معرفی کرده‌اند. با توجه به اینکه محتوای نسبی آب برگ به طور مستقیم بیان کننده وضعیت آبی در گیاهان است (یانگ و میائو ۲۰۱۰)، بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق رقم دلگان از پایداری بالایی در بین ارقام مورد آزمون از لحاظ این صفت، برخوردار بود و در دو فصل کشت پاییزه و زمستانه و دو شرایط آبیاری معمول و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، محتوای نسبی آب برگ بالایی را به خود اختصاص داد. نتایج سایر محققان نیز بیانگر کاهش محتوای نسبی آب برگ در گیاهان در شرایط کمبود آب است (بلترانو و رونکو ۲۰۰۸).

میزان پرولین

ارقام مورد بررسی، تفاوت معنی‌دار از نظر میزان پرولین در تیمارهای آبیاری در دو تاریخ کاشت پاییزه و زمستانه نشان دادند (جدول ۳). در تاریخ کاشت پاییزه، در تیمار آبیاری معمول (شاهد) ارقام دلگان و جرومه به ترتیب با میانگین ۱۰/۱۳ و ۱۰/۵۸ میکرو مول بر گرم وزن تر برگ و در تیمارهای قطع آبیاری از مراحل خورجین‌دهی و گلدهی به بعد، ارقام دلگان و هایولا ٤۰۱ به ترتیب با میانگین ۱٥/۷۲ و ۲۱/۷۳ میکرو مول بر گرم وزن تر برگ کمترین میزان پرولین برگ را به خود اختصاص دادند. علاوه بر این در تاریخ کاشت زمستانه در تیمار آبیاری معمول (شاهد) رقم دلگان با میانگین ۱۰/۳۷ میکرو مول بر گرم وزن تر برگ، در شرایط قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی به بعد، ارقام دلگان و هایولا ٤۰۱ به ترتیب با میانگین ۱٦/۱۱ و ۱۷/۳۹ میکرو مول بر گرم وزن تر برگ و در تیمار قطع آبیاری از گل‌دهی به بعد، ارقام هایولا ٤۰۱ و جرومه به ترتیب با میانگین ۲۲ و ۲۲/٥۸ میکرو مول بر گرم وزن تر برگ کمترین میزان پرولین برگ را داشتند (جدول ۳). ارقام متحمل به تنش همیشه میزان پرولین بالایی نداشته و و حتی مشاهده شده است که برخی ارقام حساس به تنش، مقدار پرولین بیشتری نسبت به ارقام متحمل دارند (گیل و توتجا ۲۰۱۰). باتوجه به نتایج حاصل، میزان پرولین در تاریخ کاشت زمستانه در کلیه سطوح آبیاری در مقایسه با تاریخ کاشت پاییزه افزایش یافت. همچنین با افزایش شدت تنش کم آبی، میزان پرولین بیشتر شده به طوری که در شرایط کشت زمستانه در تیمارهای آبیاری

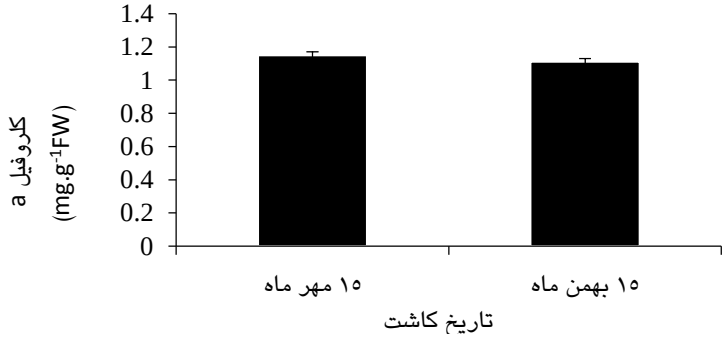
www.SID.ir

Archive of SID

معمول و قطع آبیاری از مراحل خورجین دهی و گلدهی به بعد، ارقام دلگان، هایولا ٤٠١ و ساری گل به ترتیب با ۱/۹، ۱/۷ و ۱/۱ درصد، کمترین میزان پرولین را در مقایسه با کشت پاییزه نشان دادند. افزایش در میزان پرولین یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌های تحمل به کم‌آبی در کلزا به شمار می‌رود و گزارش شده است که اعمال تنش اسمزی در سطح ۱/۵- مگاپاسکال سبب افزایش معنی‌دار محتوای پرولین در ارقام کلزا گردید (امیدی ۲۰۱۰).

محتوای کلروفیل a

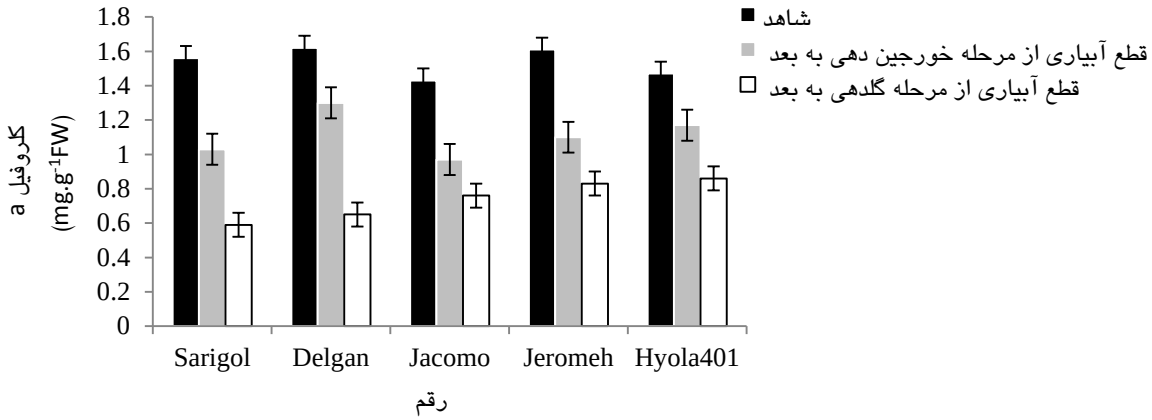
میانگین محتوای کلروفیل a در تاریخ کاشت پاییزه (پانزدهم مهر ماه) با تاریخ کاشت زمستانه (پانزدهم بهمن ماه) به طور معنی‌داری متفاوت بود (شکل ۲). به طوری که کشت زمستانه سبب کاهش ۳/٤ درصدی محتوای کلروفیل a در مقایسه با کشت پاییزه شد (شکل ۲). از آنجایی که میزان کلروفیل a تا حدودی مرتبط با رشد سبزینگی گیاه است، تاریخ کاشت پاییزه باعث افزایش طول دوره رشد رویشی گیاه کلزا شده و در نتیجه میزان کلروفیل a افزایش یافته است و به عبارت دیگر، کلزاهای کشت شده در تاریخ کاشت پاییزه، فرصت بیشتری جهت افزایش میزان کلروفیل a نسبت به تاریخ کاشت زمستانه داشته‌اند. محتوای کلروفیل a در کشت زمستانه کمتر از کشت پاییزه بوده است. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری×رقم نشان داد که ارقام مورد آزمون در سطوح مختلف آبیاری از نظر محتوای کلروفیل a تفاوت معنی‌دار داشتند، به‌طوری‌که در شرایط آبیاری معمول (شاهد)، ارقام دلگان، جرومه و ساری گل به ترتیب با میانگین ۱/٦۲، ۱/٦۱ و ۱/٥٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ در شرایط قطع آبیاری پس از مرحله خورجین‌دهی، رقم دلگان با میانگین ۱/۳۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ و در شرایط قطع آبیاری پس از مرحله گلدهی هیبرید هایولا ٤٠١ با میانگین ۰/۸٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بیشترین محتوای کلروفیل a را به خود اختصاص دادند (شکل ۳). در این تحقیق، تنش خشکی آخر فصل باعث کاهش میزان کلروفیل a شد، مطالعه واکنش‌های فیزیولوژی و زراعی کلزا به تنش کم‌آبی نیز نشان داده است که کمبود رطوبت خاک در مراحل گل-دهی و خورجین‌دهی سبب کاهش ۱۳ تا ٤٥ درصدی میزان کلروفیل a و b در ارقام مختلف کلزا در مقایسه با تیمار آبیاری مطلوب شده است (دین و همکاران ۲۰۱۱).



شکل ۲- مقایسه میانگین میزان کلروفیل a در اثر ساده تاریخ کاشت
علامت بار نشان دهنده LSD می باشد

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری آبیاری×رقم برای میزان کلروفیل a

محتوای کلروفیل b

مقایسه میانگین میزان کلروفیل b در سطوح مختلف آبیاری در دو تاریخ کاشت پاییزه و زمستانه نشان داد که اعمال تنش خشکی تأثیر معنی‌دار بر محتوای کلروفیل b ارقام مورد آزمون داشت (جدول ۳) و با تشدید محدودیت رطوبتی به‌طور قابل ملاحظه‌ای میزان کلروفیل b ارقام، نسبت به شرایط آبیاری معمول (شاهد) کاهش یافت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تاریخ کاشت پاییزه در بین سطوح مختلف آبیاری، بیشترین محتوای کلروفیل b در تیمارهای آبیاری معمول (شاهد) و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد در رقم دلگان به‌ترتیب با میانگین ۰/٤۱۹ و ۰/۳۲۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ و در تیمار قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد در ارقام هایولا ٤۰۱ و جرومه به ترتیب با میانگین ۰/۲٦۸ و ۰/۲٦۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود. علاوه بر این در تاریخ کاشت زمستانه در بین سطوح مختلف آبیاری، در تیمار آبیاری معمول (شاهد) ارقام دلگان و جرومه به‌ترتیب با میانگین ۰/٤۰۳ و ۰/۳۹۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ، در تیمار قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، رقم دلگان با میانگین ۰/۳۲۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ و در تیمار قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد ارقام هایولا ٤۰۱ و جرومه به ترتیب با میانگین ۰/۲٦۵ و ۰/۲٦۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بیشترین میزان کلروفیل b را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۳). در تاریخ کاشت پاییزه به دلیل طول دوره رویشی بیشتر گیاه کلزا، میزان کلروفیل b بیشتر از تاریخ کاشت زمستانه بود. همچنین در شرایط آبیاری معمول، بوته‌های کلزا از نظر وضعیت رشد رویشی در حد مطلوبی بوده و محتوای کلروفیل b بیشتری داشتند و تنش کم آبی، با تأثیر بر مکانیسم‌های درونی گیاه کلزا، باعث کاهش کلروفیل b شده است. تنش کم آبی بر بخش نوری فتوسنتز و سیستم رنگیزه‌ها مؤثر واقع شده و با افزایش مقدار تنش و یا کاهش پتانسیل آب خاک روند تخریب رنگیزه‌های کلروفیل با سرعت بیشتری انجام می‌شود. کایسر و همکاران ۲۰۰٦ نیز کاهش رنگیزه‌های کلروفیل a، b و کل کلزا در شرایط تنش کم‌آبی را گزارش کرده‌اند.

تعداد خورجین در متر مربع

وجود تفاوت معنی‌دار بین ارقام از نظر تعداد خورجین در متر مربع در سطوح مختلف آبیاری در دو فصل کاشت مورد مطالعه نشان داد (جدول۳) که در تاریخ کاشت پاییزه (پانزدهم مهر ماه)، در شرایط آبیاری معمول، ارقام دلگان و جرومه با میانگین ۱۱۹۹۹/۳و ۱۱۵۷٦/۸ عدد در متر مربع، در شرایط قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، رقم دلگان با میانگین ۸۱۳۵/٦ عدد در متر مربع و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد، ارقام هایولا ٤۰۱ و دلگان به ترتیب با میانگین ۵۳۲۳/۷ و ۵۲٤۸/۱ عدد در متر مربع، بیشترین

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد خورجین در متر مربع را به خود اختصاص دادند. در تاریخ کاشت زمستانه (پانزدهم بهمن ماه) در شرایط آبیاری معمول، ارقام دلگان، جرومه و ساری‌گل به ترتیب با میانگین ۸۲۲۵/۲، ۷۹۳۹/۵ و ۷۴۴۲/۱ عدد در متر مربع، در شرایط قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، ارقام هایولا ۴۰۱، جرومه و دلگان به ترتیب با میانگین ٦۲۰۰/٤، ٥۹٤۰/۳ و ٥٤۲۷/٦ عدد در متر مربع و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد هیبرید هایولا ۴۰۱ با میانگین ۳٦۳٤/٤ عدد در متر مربع، بیشترین تعداد خورجین در متر مربع را تولید نمودند (جدول۳). در کلزا دوره گلدهی و مراحل نمو خورجین‌ها و پر شدن دانه از نظر نیاز به آب جزء مراحل بحرانی بوده و در صورت عدم تأمین آب کافی، تعداد خورجین درمتر مربع کاهش می‌یابد. رقم دلگان از ارقام با تیپ رشد بهاره پایدار است که در دو فصل کشت پاییزه و زمستانه به همراه دو شرایط آبیاری معمول و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، تعداد خورجین در متر مربع بیشتری را به خود اختصاص داد. در شرایط کشت زمستانه در تیمار آبیاری معمول، رقم ساری گل با ۳۱٪ و در تیمارهای قطع آبیاری از مراحل خورجین دهی و گلدهی به بعد، هیبرید هایولا ۴۰۱ به ترتیب با ۱۸٪ و ۳۲٪ کمترین افت تعداد خورجین در متر مربع را در مقایسه با کشت پاییزه نشان دادند. اصولاً تعداد خورجین در بوته در میان اجزای عملکرد دانه کلزا حساسیت بالایی به تنش کم‌آبی داشته و اعمال تنش کم-آبی در مراحل گل‌دهی و خورجین‌دهی گیاه کلزا به واسطه ریزش شدیدتر گل و خورجین، سبب کاهش قابل توجه در تعداد خورجین در بوته می‌گردد (سینکی و همکاران ۲۰۰۷).

تعداد دانه در خورجین

عکس‌العمل ارقام به تیمارهای آبیاری در دو تاریخ کاشت پاییزه و زمستانه از نظر تعداد دانه در خورجین به طور معنی‌داری متفاوت بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تاریخ کاشت×آبیاری×رقم به روش برش‌دهی نشان داد که در تاریخ کاشت پاییزه (پانزدهم مهر ماه) در شرایط آبیاری معمول (شاهد) و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، رقم دلگان به ترتیب با میانگین ۲۷/۰ و ۲۱/۱ عدد و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد، ارقام هایولا ٤۰۱ و جرومه با میانگین ۱٤/۰ و ۱۳/۳ عدد، بیشترین تعداد دانه در خورجین را به خود اختصاص دادند. به‌علاوه در تاریخ کاشت زمستانه (پانزدهم بهمن ماه) در شرایط آبیاری معمول (شاهد) و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، رقم دلگان به ترتیب با میانگین ۱۸/۸ و ۱٤/٦ عدد و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد، ارقام هایولا ٤۰۱ و جرومه به ترتیب با میانگین ۹/٦ و ۹/۱ عدد، بیشترین تعداد دانه در خورجین را تولید نمودند (جدول ۳). رقم دلگان از ارقام آزاد گرده افشان با تیپ رشد بهاره پایدار بود، که در دو فصل کشت پاییزه و زمستانه به همراه دو شرایط آبیاری معمول و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، تعداد دانه در خورجین بالایی را تولید نمود. به علاوه در شرایط کشت زمستانه و تیمارهای آبیاری معمول و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، کمترین افت تعداد دانه در خورجین (۳۰٪) را در مقایسه با کشت پاییزه نشان داد. در شرایط کشت زمستانه و تنش خشکی آخر فصل (قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد) نیز هیبرید هایولا ٤۰۱ کمترین میزان افت این صفت (۳۱٪) را در مقایسه با کشت پاییزه داشت. ما و همکاران ۲۰۰٦ نیز اظهار داشتند که تعداد دانه در خورجین گیاه کلزا در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد.

وزن هزار دانه

ارقام از نظر وزن هزار دانه در دو تاریخ کاشت پاییزه و زمستانه در سطوح مختلف آبیاری تفاوت معنی‌دار نشان دادند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تاریخ کاشت×آبیاری×رقم به روش برش‌دهی نشان داد که در تاریخ کاشت پاییزه (پانزدهم مهر ماه) در شرایط آبیاری معمول (شاهد) و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، رقم دلگان به ترتیب با میانگین ٥/۲٥ و ۳/۹۲ گرم و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد،

www.SID.ir

Archive of SID

هیبرید های هایولا ٤٠١ و جرومه با میانگین ۳/۰٤ و ۲/۹۵ گرم، بالاترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. به‌علاوه در تاریخ کاشت زمستانه (پانزدهم بهمن ماه) در شرایط آبیاری معمول (شاهد) ارقام دلگان، ساری‌گل و جرومه به ترتیب با میانگین ۳/٦۳، ۳/۵۳ و ۳/۳٦ گرم، در شرایط قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، رقم دلگان با میانگین ۲/۷۰ گرم و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد هیبریدهای هایولا ٤٠١ و جرومه به ترتیب با میانگین ۲/۰۹ و ۲/۰٤ گرم، بالاترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در تاریخ کاشت زمستانه وزن هزار دانه در مقایسه با تاریخ کاشت پاییزه کاهش یاقت. علت آن می‌تواند کاهش رشد رویشی گیاه و در نتیجه کاهش مواد فتوسنتزی قابل انتقال به دانه‌ها در طی مرحله نمو آن‌ها باشد. وزن هزار دانه آخرین جزء عملکرد دانه است که در گیاه شکل می‌گیرد. طبیعی است که هر قدر که دانه زودتر تشکیل و مدت زمان زیادی روی بوته بماند، فرصت بیشتری برای انباشت مواد ذخیره‌ای می‌یابد. نتایج حاصل نشان داد که رقم دلگان از پایداری بالایی در بین ارقام مورد آزمون از لحاظ این صفت برخوردار بود و در دو فصل کشت پاییزه و زمستانه و دو شرایط آبیاری معمول و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، بالاترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص داد. همچنین در شرایط کشت زمستانه در تیمارهای آبیاری معمول و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، رقم دلگان کمترین میزان افت وزن هزار دانه (۳۱٪) را در مقایسه با کشت پاییزه نشان داد. در شرایط کشت زمستانه و تنش خشکی آخر فصل نیز هیبرید جرومه کمترین میزان افت این صفت (۳۱٪) را در مقایسه با کشت پاییزه به خود اختصاص داد. صداقت و همکاران ۲۰۰۳ گزارش کردند که در شرایط تنش خشکی، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش سرعت فتوسنتز منجر به تولید دانه‌های کوچک‌تر و در نتیجه کاهش وزن هزار دانه کلزا می شود.

عملکرد دانه

ارقام مورد آزمون، تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری در دو تاریخ کاشت پاییزه و زمستانه نشان دادند (جدول ۳). به‌طوری‌که در تاریخ کاشت پاییزه، بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری معمول (شاهد) در ارقام دلگان، جرومه و ساری‌گل به ترتیب با میانگین ۵۷٦۰، ۵۷۰۱ و ۵۳۷۲ کیلوگرم در هکتار و در تیمارهای قطع آبیاری از مراحل خورجین‌دهی و گل‌دهی به بعد در رقم دلگان به ترتیب با میانگین ٤۲٤۷ و ۲۵۸٦ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. علاوه بر این در تاریخ کاشت زمستانه در تیمار آبیاری معمول (شاهد)، رقم دلگان با میانگین ۳٦۵۷ کیلوگرم در هکتار و در تیمار قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی به بعد، هیبریدهای هایولا ٤٠١ و جرومه به ترتیب با میانگین ۲۳۷٦ و ۲۲۳۸ کیلوگرم در هکتار و در تیمار قطع آبیاری از مرحله گل-دهی به بعد ارقام جرومه و هایولا ٤٠١ به ترتیب با میانگین ۱٦٤۲ و ۱۵۸۸ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). بر این اساس در فصل کاشت زمستانه در شرایط قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، هیبرید هایولا ٤٠١، کمترین میزان افت عملکرد دانه (۳٤٪) را نشان داد. افزایش عملکرد دانه در تاریخ کشت پاییزه می‌تواند به دلیل طول دوره رویشی بیشتر و مساعد بودن دمای هوا باشد که سبب شده است تا گیاه، رشد رویشی سریع‌تر و بیشتری داشته و در نهایت بوته‌های قوی‌تر و با عملکرد دانه بیشتری تولید کند. تنش خشکی تأثیر منفی بر عملکرد دانه و کیفیت آن در کلزا دارد. عملکرد دانه کلزا تابعی از تعداد خورجین در واحد سطح، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه است. بنابراین هر عاملی که باعث کاهش این صفات شود تأثیر منفی بر عملکرد دانه خواهد داشت. در این رابطه گزارش شده است که تنش خشکی پس از مرحله گرده افشانی باعث کاهش معنی-داری در عملکرد دانه کلزا می شود (نیکنام و همکاران ۲۰۰۳).

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری کلی

با توجه به اینکه تنش کم آبی انتهای فصل بهار توأم با عدم امکان کشت به موقع کلزا در ابتدای فصل پاییز از عوامل محدود کننده توسعه کشت این گیاه در مناطق معتدل سرد با اقلیم نیمه خشک می‌باشند، لذا انتخاب ارقام متحمل به تنش کم آبی در مراحل انتهایی رشد و سازگار با کشت انتهای فصل زمستان بسیار حائز اهمیت است. در این راستا نتایج حاصل نشان داد که در شرایط آبیاری معمول، رقم دلگان با عملکرد دانه برابر ۳۶۵۷ کیلوگرم در هکتار، و در شرایط تنش خشکی آخر فصل (قطع آبیاری پس از مرحله خورجین دهی)، هیبریدهای هایولا ۴۰۱ و جرومه به ترتیب با عملکرد دانه ۲۳۷۶ و ۲۲۳۸ کیلوگرم در هکتار، در جایگاه جدید کشت زمستانه (۱۵ بهمن ماه) مناطق معتدل سرد با اقلیم نیمه خشک (کرج) قابل توصیه می‌باشند.

جدول ۳- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سه گانه تاریخ کاشت×آبیاری×رقم صفات مورد بررسی

تاریخ کاشت	آبیاری	رقم	دمای تاج پوشش برگ (oC)	محتوای نسبی آب برگ (%)	پرولین (mol. g FW^{-}) (μ^{1}	کلروفیل b (mg. g FW^{-1})	تعداد خورجین در متر مربع	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه (kg.ha^{-1})
۱۵ مهر ماه	شاهد	ساری	۲۷/۳ a	۸۹/٤ b	۱۱/٦۳ b	۰/۳۷۵ bc	ab	۲۵/٤ bc	abc	۵۳۷۲a
		دلگان	۲٦/٦ a	۹۳/٤ a	۱۰/۱۳ c	۰/٤۱۹ a	۱۱۹۹۹/۳ a	۲۷/۰۸ a	۵/۲۵ a	۵۷٦۰a
		جاکوم	۲۸/۰ a	۸۷/٤ b	۱۳/۱۹ a	۰/۳۵۵ c	۹٦۸۷/۲ b	۲۳/۷۸ c	٤/٤٤ c	٤۷۷۹b
		جروم	۲٦/۹ a	۹۱/۵ a	۱۰/۵۸ c	۰/۳۹٦ ab	۱۱۵۷٦/۸ a	ab	۵/۱۱ ab	۵۷۰۱a
		هایولا	۲۷/۷ a	۸۸/۰ b	۱۲/۷۰ a	۰/۳٦۱ c	۱۰۰۱۳/۸ b	۲٤/۳۵ c	٤/۵۸ bc	٤۸۷٦b
	قطع آبیاری از مرحله گلدهی	ساری	۲۹/۹ a	۸۰/۸ ab	۱۸/٦۱ ab	۰/۲۹۵ bc	٦۸۷۹/۱ b	۱۸/۲٦ c	۳/٤٦ ab	۳۸۵٦ab
		دلگان	۲۸/۹ a	۸٤/۸ a	۱۵/۷۲ d	۰/۳۲۹ a	۸۱۳۵/٦ a	۲۱/۱۵ a	۳/۹۲ a	٤۲٤۷a
		جاکوم	۳۰/۳ a	۷۹/۵ b	۱۹/۵٦ a	۰/۲۸۷ c	٦۳۸۹/٦ b	۱٦/۸۰ d	۳/۳۱ b	۳۱٤۲c
		جروم	۲۹/۵ a	۸۲/٦ ab	۱۷/۷۳ bc	۰/۳۰۹ abc	۷۲۷٤/۲ ab	bc	۳/٦۱ ab	٤۰۷۸ab
		هایولا	۲۹/۳ a	۸۳/۵ ab	۱۷/۰۷ cd	۰/۳۱۷ ab	۷۵٤۵/۱ ab	۱۹/۸۸ b	۳/۷۱ ab	۳٦۰۵bc
	قطع آبیاری از مرحله گلدهی	ساری	۳۳/۷ a	۷۲/۸ b	۲۵/۵۱ a	۰/۲۳۱ c	۳۵۱۱/۵ c	۹/۳۰ c	۲/٤۷ b	۱۹۹٦cd
		دلگان	۳۳/۳ ab	۷۳/٤ ab	۲٤/۸۵ ab	۰/۲۳۷ bc	۵۲٤۸/۱ a	۹/۹۵ c	۲/۵٦ b	۲۵۸٦a
		جاکوم	۳۲/۰ bc	۷٤/۹ ab	۲۳/۳۵ abc	۰/۲۵۲ ab	٤۵۲۲/۳ b	۱۲/۰۳ b	۲/۸۳ ab	۱۸۷۳d
		جروم	۳۱/٤ c	۷٦/۲ ab	۲۲/۲٦ bc	۰/۲٦۳ a	۵۰٦۰/۱ ab	۱۳/۳۱ a	۲/۹۵ a	۲۱۹۵cb
		هایولا	۳۱/۱ c	۷٦/۹ a	۲۱/۷۳ c	۰/۲٦۸ a	۵۳۲۳/۷ a	۱٤/۰۸ a	۳/۰٤ a	۲۳۲۷b
۱۵ بهمن ماه	شاهد	ساری	۲۷/٤ ab	۸۹/۰ ab	۱۱/۹۰ b	۰/۳۷۲ ab	۷٤٤۲/۱ a	۱۷/٦۳ b	۳/۳٦ a	۲۹٦۳bc
		دلگان	۲٦/۷ b	۹۲/٤ a	۱۰/۳۷ c	۰/٤۰۳ a	۸۲۲۵/۲ a	۱۸/۸۰ a	۳/٦۳ a	۳٦۵۷a
		جاکوم	۲۸/۵ a	۸۵/۷ b	۱٤/۷۸ a	۰/۳۳۷ c	٦۱۰۳b	۱۵/۵۳ c	۲/۹۰ b	۲۸۲۲c
		جروم	۲۷/۰ ab	۹۰/۹ a	۱۰/۸٦ bc	۰/۳۹۰ a	۷۹۳۹/۵ a	ab	۳/۵۳ a	۳۱۹۵abc
		هایولا	۲۸/۳ a	۸٦/٤ b	۱٤/۲۱ a	۰/۳٤٤ bc	٦۳۳۳/۷ b	۱۵/۹٦ c	۲/۹۸ b	۳٤۰۵ab
	قطع آبیاری از مرحله گلدهی	ساری	۳۰/٤ a	۷۹/۲ bc	۱۹/۹۲ ab	۰/۲۸۵ c	٤۳۳۵/٦ b	۱۱/٤۵ d	۲/۲۹ b	۱۳۵۳c
		دلگان	۲۹/۰ a	۸٤/۵ a	۱٦/۱۱ c	۰/۳۲۵ a	۵٤۲۷/٦ a	۱٤/٦۰ a	۲/۷۰ a	۱٤۸۲c
		جاکوم	۳۰/۷ a	۷۸/۰ c	۲۰/۷۷ a	۰/۲۷۵ c	٤۰٤۳/۸ b	۱۰/٦۳ e	۲/۲۰ b	۱۹٦۷b
		جروم	۲۹/۸ a	۸۱/۱ abc	۱۸/۲۹ bc	۰/۲۹۸ bc	۵۹٤۰/۳ a	۱۳/۰۵ c	۲/٤٦ ab	۲۲۳۸a
		هایولا	۲۹/٤ a	۸۳/۱ ab	۱۷/۳۹ c	۰/۳۱۳ ab	٦۲۰۰/٤ a	۱۳/٦٦ b	۲/۵٦ ab	۲۳۷٦a
	قطع آبیاری از مرحله گلدهی	ساری	۳٤/۱ a	۷۲/۵ b	۲۵/۸۷ a	۰/۲۲۹ b	۲۳٤۹/۱ c	٦/۳۰ c	۱/٦۹ b	۹۲٦c
		دلگان	۳۳/۵ ab	۷۳/۱ ab	۲۵/۱۵ ab	۰/۲۳٤ b	۲۵۲۸/۱ c	٦/۷۱ c	۱/۷٦ b	۱۰۱۱c
		جاکوم	۳۲/۳ bc	۷٤/۷ ab	۲۳/٦۰ bc	۰/۲٤۹ ab	۳۰۳۹/۹ b	۸/۲۳ b	۱/۹۵ ab	۱۳٦٤b
		جروم	۳۱/۵ c	۷۵/۹ ab	۲۲/۵۸ c	۰/۲٦۰ a	۳٤۳۷/۹ ab	۹/۱۸ a	۲/۰٤ a	۱۵۸۸a
		هایولا	۳۱/۳ c	۷٦/۵ a	۲۲/۰۰ c	۰/۲٦۵ a	۳٦۳٤/٤ a	۹/٦۳ a	۲/۰۹ a	۱٦٤۲a

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

منابع مورد استفاده

Adamsen FJ and Coffelt TA. 2005. Planting dates effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and crambe cultivars. Industrial Crops Products, 21: 293-307.

www.SID.ir

Archive of SID

Arnon AN. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23:112-121.

Arvin P, Vafa bakhsh J and Mazaheri D. 2018. Study of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and drought on physiological traits and ultimate yield of cultivars of oilseed rape (*Brassica spp.* L.). Journal of Agroecology, 9(4): 1208-1226.

Bates CJ, Waldren RP and Teare ID. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil, 39: 205–207

Beltrano J and Ronco MG. 2008. Improved tolerance of wheat plants (*Triticum aestivum* L.) to drought stress and rewatering by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus claroideum*: Effect on growth and cell membrane stability. Brazilian Journal of Plant Physiology, 20(1): 29-37.

Din J, Khan SU, Ali I and Gurmani AR. 2011. Physiological and agronomic response of canola varieties to drought stress. The Journal of Animal and Plant Sciences, 21(1): 78-82

Farooq M, Wahid A, Kobayashi N, Fujita D and Basra SMA. 2008. Plant drought stress: Effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development, 10:1051-1059.

Gill S. S and Tuteja, N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry, 48: 909-930.

Hasibi p. 2007. Physiological study of the effect of cold stress on seedling stage of different rice genotypes. PhD thesis. University of Ahvaz Shahid Chamran. (In Persian).

Hu Q, Wei H, Yin Y, Zhang X, Liu L, Shi J, Zhao Y, Qin L, Chen C and Hanzhong W. 2016. Rapeseed research and production in China. The Crop Journal, 5 (2): 127-135.

Kaiserlatif CH and Sadaqat HA. 2004. Potantial and genetic basis of drought tolerance in canola (*Brassica napus*). Heterosis manifestation in some morphophysiological traits in canola. International Journal of Agriculture and Biology, 6: 82-85.

Kauseri RH, Athar UR and Ashraf M. 2006. Chlorophyll fluoresce: A Potential indicator for rapid assessment of water stress tolerance in Canola. Pak. J. Bot, 38(5): 1501-1509.

Ma Q, Niknam, SR and Turner DW. 2006. Response of osmotic adjustment and *B.juncea* to soil water deficit at different growth stages. Australian Journal of Agricultural Research, 57(2): 221-226

Mosavi K, Pezshek Poor P and Shahvardi M. 2006. Weed population responses to dryland pea varieties (*Cicer arietinum* L.) and sowing date. Science and technology agriculture and natural resources, 40: 167-176. (In Persian).

Niknam SR, Ma Q and Turner W. 2003. Osmotic adjustment and seed yield of *Brassica napus* and *B. juncea* genotypes in a water-limited environmental in south western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture, 43(9):1127-1135.

Omidi H. 2010. Changes of proline content and activity of anti-oxidative enzymes in two canola genotype under drought stress. American Journal of Plant Physiology, 5 (6):338-349.

Qifuma Sh, Niknam R and Turner DW. 2006. Resposes of osmotic adjustment and seed yield of *Brassica napus* and *B. juncea* to soil water deficit at different growth stages. Australian Journal of Agricultural Research, 57: 221-226.

Rashidi S, Shirani Rad AH, Ayene Band A, Javidfar F and Lak S. 2012. Study of relationship between drought sress tolerances with some physiological parameters in canola genotypes (*B. napus* L.). Annals of Biological Research, 3 (1): 564-569.

Reynolds, MP, Skovmand B, Trethowan, RM, Singh RP and van-Ginkel, M. 2000. Applying physiological strategies to wheat breeding. Anonymous: Research Highlights of the CIMMYT Wheat Program. 1999-2000, Pp. 49-56. Mexico, D.F. CIMMYT.

Ritchie SW and Nguyen HT. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science, 30: 105-111.

www.SID.ir

Archive of SID

Sadaqat HA, Nadeem Tahir MH and Tanreer H. 2003. Physiogenetic aspects of drought tolerance in canola (*Brassica napus*). International Journal of Agriculture and Biology, 4: 611-614.

Sangtarash M.H, Qaderi MM, Chinnappa CC and Reid DM. 2009. Differential sensitivity of canola (*Brassica napus*) seedlings to ultraviolet-B radiation, water stress and abscisic acid. Environmental and Experimental Botany, 66: 212-219

Sinaki J, Majidi Heravan ME, Shirani Rad AH, Noormohammadi GH and Zarei GH. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola. American Eurasian Journal Agricultural Biological Science, 2:417- 422

Shin R and Schachtman DP. 2004. Hydrogen peroxide mediates plant root cell response to nutrient deprivation. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 101: 8827–8832

Yang F and Miao LF. 2010. Adaptive responses to progressive drought stress in two poplar species originating from different altitudes. Silva Fennica, 44(1): 23–37

www.SID.ir