Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

اثر قطع آبیاری بر خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکرد دانه ارقام کلزا تحت تاریخ‌های مختلف کاشت

امین مرادی اقدم[۱]، سعید سیف زاده[۲*]، امیرحسین شیرانی راد[۳]، سیدعلیرضا ولدآبادی[۴] و حمیدرضا ذاکرین[۵]

۱) گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران.
۲ و ۵) استادیار گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران.
۳) استاد مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۴) دانشیار گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران.

*** نویسنده مسئول: saeedsayfzadeh@yahoo.com**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۰۱ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۰۵**

چکیده

به‌منظور بررسی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکرد دانه ارقام کلزا تحت قطع آبیاری و تاریخ‌های مختلف کاشت، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. در این آزمایش تاریخ کاشت (۱۵ مهر و ۱۰ آبان) و قطع آبیاری (آبیاری نرمال (شاهد) و قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی به بعد) به‌عنوان کرت‌های اصلی و ۶ رقم کلزا شامل: BAL4, BAL1, HW2, HW1, SW102 و OKAPI (رقم شاهد) به‌عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. صفات مورد اندازه‌گیری شامل مقدار کلروفیل a، b و کل، دمای کانوپی، مقاومت روزنه‌ای، محتوای نسبی آب برگ، عملکرد بیولوژیک و دانه بودند. نتایج نشان داد که بالاترین محتوای نسبی آب برگ مربوط به رقم SW102 و تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه (۹۱/۶۴ درصد رطوبت)، در شرایط آبیاری معمول (۸۸/۸۷ درصد رطوبت) و کم‌ترین محتوای نسبی آب برگ مربوط به تاریخ کاشت ۱۰ آبان و تنش خشکی (۷۸/۵۹ درصد رطوبت) برای همه ارقام بود که این موضوع نشان‌دهنده مقاومت به خشکی بالای همه ارقام مورد مطالعه بود. بالاترین عملکرد دانه مربوط به دو رقم SW102 و HW1 به مقدار ۳۸۷۶/۹ و ۳۸۰۱/۱ کیلوگرم در هکتار و تاریخ کاشت ۱۵ مهر در شرایط آبیاری معمول (۵۰۶۰ کیلوگرم در هکتار) بود. با توجه به این که مقدار عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱۰ آبان و آبیاری نرمال ۳۱۱۴ کیلوگرم در هکتار و در تاریخ کاشت ۱۵ مهر و تنش خشکی، ۳۹۲۹ کیلوگرم در هکتار بود. به‌عنوان یک نتیجه اظهار می‌کنیم که در شرایط آب و هوایی معتدل سرد، تاریخ کاشت دارای اهمیت بیش‌تری نسبت به عامل آبیاری در آزمایش ما بود.

واژه‌های کلیدی: دمای کانوپی، کلروفیل و محتوای آب نسبی برگ.

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

مقدمه

از آن جایی که بیش از ۹۰ درصد روغن مصرفی در ایران به‌صورت واردات تأمین می‌شود، بنابراین تولید دانه‌های روغنی در سال‌های اخیر در اولویت قرار گرفته است (Cashin *et al*., 2014). گیاه کلزا با دارا بودن ۴۰ الی ۴۴ درصد روغن یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی خوراکی محسوب شده و پس از سویا و نخل روغنی، سومین گیاه روغنی یکساله جهان است (Enjalbert *et al*., 2013; FAO, 2013). کلزا بر خلاف بیش‌تر گیاهان روغنی، در فصل پاییز قابل کشت بوده و از عملکرد بالایی برخوردار است (Eilkaee and Emam, 2006)، از طرفی کنجاله آن با دارا بودن ۴۶ درصد پروتئین، ۳/۵ درصد چربی و ۱/۲ درصد فسفر قابل جذب دارای ارزش غذایی قابل ملاحظه‌ای است (Moradianfar, 1999). یکی از عوامل بسیار مهم که توسعه سطح زیر کشت و تولید موفقیت‌آمیز گیاه کلزا را در کشور با خطر مواجه می‌سازد، کمبود رطوبت خاک در انتهای دوره رشد (نمو زایشی) است که حساسیت این گیاه نیز در این مرحله در بیش‌ترین حد خود می‌باشد (Nasiri *et al*., 2017). لذا بهترین راه مقابله با خشکی، به‌کارگیری عملیات زراعی مناسب و استفاده از ارقامی است که تحمل بیش‌تری به خشکی داشته باشند (Daneshmand *et al*., 2007). Zhang و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که عملکرد دانه به‌وسیله کمبود آب به‌وجود آمده از گل‌دهی تا پایان پر شدن دانه تحت اثر قرار می‌گیرد و در شرایط تنش کم آبی، ارقامی از کلزا که قادر باشند مقدار آب بیش‌تری را حفظ نمایند، دارای عملکرد دانه و در نتیجه روغن بیش-تری می باشند. مهم‌ترین مؤلفه سازگار با تنوع اقلیمی در زراعت، مسئله تاریخ کاشت است که نسبت به سایر تیمارهای زراعی، بیش‌ترین اثر را بر خصوصیات فنولوژیک گیاه زراعی می‌گذارد، در نتیجه با انتخاب تاریخ کاشت مناسب می‌توان بیش‌ترین تطابق را بین روند رشد گیاه و شرایط اقلیمی ایجاد کرد و بنابراین جهت دستیابی به بیش‌ترین عملکرد دانه، انتخاب تاریخ کاشت مناسب در کلزا از عوامل بسیار مهم است (Danaie *et al*., 2014). مصطفوی‌راد و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که در در شرایط اقلیمی اراک بذور کلزا بایستی شش هفته قبل از شروع اولین یخبندان منطقه کشت شوند. تعجیل زیاد در کاشت سبب جذب مقادیر زیاد آب و مواد غذایی در طول فصل پاییز و در نتیجه رشد زیاد بوته‌ها می‌شود که این امر قدرت بقای گیاه در زمستان را کاهش می دهد. از طرف دیگر کاشت با تأخیر نیز باعث کوچک ماندن گیاه و عدم ذخیره کافی مواد غذایی و افزایش خطر سرمازدگی می‌شود (Javidfar *et al*., 2001). He و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی خود نشان دادند که تأخیر در کاشت باعث کوتاه شدن طول دوره کاشت تا گل‌دهی و رسیدگی می‌شود، به‌طوری‌که کاهش عملکرد ناشی از تأخیر در کاشت در اثر کاهش بیوماس در زمان رسیدگی می‌شود. مطالعات Chen و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که کشت زودتر کلزا سبب فرار گیاه از تنش خشکی و حرارت در مراحل بحرانی رشد گیاه شده و در نتیجه سبب افزایش ماده خشک اندام هوایی و عملکرد دانه شد. بنابر نتایج تحقیق Faraji و همکاران (۲۰۰۹) مشخص

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

شد که تأخیر در کاشت، سبب کاهش عملکرد ارقام کلزا می‌شود. Ozer (۲۰۰۳) علت کاهش عملکرد دانه با تأخیر در کاشت را کاهش تعداد خورجین در گیاه گزارش نمود. Rabiee و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی اثر تاریخ‌های کاشت ۱۰ مهر، ۲۵ مهر، ۱۵ آبان و ۳۰ آبان نشان دادند که در بین تاریخ های کاشت، ۲۵ مهرماه از نظر تمامی صفات مورد مطالعه از جمله عملکرد بیولوژیکی و دانه، برتری قابل ملاحظه‌ای داشت و تأخیر در کاشت سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه کلزا شد. Sinaki و همکاران (۲۰۰۷) نتیجه گرفتند که وقتی گیاه در مرحله گل‌دهی در شرایط تنش خشکی قرار گیرد، عملکرد دانه و بیولوژیکی کاهش می‌یابد. حفظ محتوای نسبی آب برگ شاخصی برای نشان دادن تحمل پذیری و پایداری داخلی گیاه در مواجهه با تنش‌های محیطی است. بالا بودن محتوای نسبی آب برگ می‌تواند در تداوم رشد کلزا در شرایط کم آبی موثر باشد (Kumar and Singh, 1998; Rashidi *et al*., 2012). بر اساس نظر Wang و Clarke (۱۹۹۳) محتوای نسبی آب برگ یکی از مقیاس‌های شناسایی ارقام مقاوم و حساس می‌باشد. در زمان بروز تنش به‌دلیل کاهش آب درون سلول و کاهش فشار آماس کاهش می‌یابد (Yadav and Bhushan, 2001). محتوای نسبی آب برگ، یکی از ویژگی‌های مؤثر در تداوم رشد گیاه تحت شرایط خشکی می‌باشد (Kumar and Singh, 1998). چنان‌چه محتوای نسبی آب برگ بالا باشد، گیاه تورم سلولی خود را حفظ کرده و رشد آن تداوم می‌یابد (Rao and Mendham, 1991). در ادامه جمشیدی زیناب و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی اثر تنش خشکی بر تعدادی از ارقام کلزا گزارش کردند که رقمی که در شرایط تنش، هدایت روزنه‌ای بالاتری داشت، از عملکرد بالاتری نیز برخوردار بود. در آزمایش دیگری نیز مشخص شد که هدایت روزنه‌ای در ژنوتیپ‌های حساس به خشکی تحت تنش، از ارقام متحمل کم تر بود (Kusvuran, 2011). Jensen و همکاران (۱۹۹۶) اظهار داشتند که تنش خشکی و به‌دنبال آن افزایش دمای کانوپی از طریق اثر بر مقاومت روزنه‌ای و ورود CO_2 به داخل برگ، بر مقدار فتوسنتز اثر می‌گذارد. زالی و همکاران (۱۳۹۵) نیز در پژوهشی کاهش مقدار کلروفیل a، b و کلروفیل کل را تحت تنش خشکی گزارش کردند. کاهش غلظت کلروفیل در شرایط تنش خشکی می‌تواند یک عامل محدود کننده غیر روزنه‌ای به حساب آید. Ebrahimiyan و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده کردند که با اعمال تنش خشکی شدید مقدار کلروفیل کاهش یافت، در حالی‌که در تنش متوسط افزایش معنی‌داری نشان دادند. تنش آبی در دو مرحله گل‌دهی و پرشدن غلاف در ارقام مختلف کلزا باعث کاهش مقدار کلروفیل a و b می‌شود (kumar and paull, 1977). زبرجد و همکاران (۱۳۸۹) با اعمال تنش بر ارقام کلزا مشاهده کردند که مقدار کلروفیل افزایش یافت، اما این روند در مورد محتوای آب نسبی برگ کاهش معنی‌دار نشان داد. این تحقیق با هدف بررسی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکرد دانه ارقام منتخب کلزا تحت شرایط اعمال قطع آبیاری و تاریخ‌های مختلف کاشت انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی برخی از خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد دانه ارقام کلزا تحت شرایط اعمال قطع آبیاری و تاریخ‌های مختلف کاشت، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال (۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴) در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی به ارتفاع ۱۱۶۰ متر از سطح دریا اجرا شد. میانگین دما و بارندگی ماهانه در طول دوره رشد گیاه در جدول ۱ ارائه شده است. تاریخ کاشت (۱۵ مهر و ۱۰ آبان ماه) و قطع آبیاری (آبیاری نرمال (شاهد) و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و ارقام شامل BAL4, BAL1, HW2, HW1, SW102 و OKAPI (رقم شاهد) در کرت فرعی قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی شامل شش خط شش متری با فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر و فاصله تکرارها دو متر و فاصله بوته‌ها روی خط چهار سانتی‌متر بود. قبل از آماده‌سازی زمین یک نمونه مرکب از خاک تهیه و به آزمایشگاه تجزیه خاک و گیاه ارسال شد. نتایج تجزیه خاک مزرعه آزمایشی در جدول ۲ ارائه شده است.

شخم ۳۰ سانتی‌متری زده شد. سپس برای خرد کردن کلوخ‌ها از دیسک بشقابی یک‌طرفه استفاده شد. ۲۵۰ کیلوگرم کود فسفات‌دی‌آمونیوم و ۳۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار توسط کودپاش سانتریفیوژ به‌صورت یکنواخت در سطح زمین توزیع شد. با استفاده از کولتیواتور پنجه غازی عمل اختلاط کود با خاک و همزمان مبارزه با علف‌های هرز بین ردیف‌ها انجام گرفت. مابقی کود اوره در دو نوبت به‌صورت دستی و در زمان آبیاری به شکل سرک به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار در مراحل ۵ الی ۶ برگی و قبل از ظهور تاسل ذرت اعمال شد. تعداد ردیف‌های کاشت در هر کرت ۶ ردیف بوده و طول ردیف‌های کاشت در هر کرت ۱۰ متر درنظر گرفته‌شد. فواصل بین ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متر بود. کاشت دو ردیفی به نحوی انجام شد که فاصله دو خط از مرکز پشته از یک‌دیگر ۲۰ سانتی‌متر بود، به‌عبارتی در همان فضای در نظر گرفته شده برای کاشت یک‌ردیفی، دو ردیف به فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شد.

جدول ۱: میانگین دمای ماهانه و بارش ایستگاه سینوپتیک کرج در دوسال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

ماه	بارندگی (mm)		میانگین دما (°C)	
	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
مهر	۳/۴	۱۳/۴	۱۸/۹	۱۸/۱
آبان	۳۵/۸	۱۳/۷	۱۱/۳	۱۸/۲
آذر	۳۲/۹	۳۱/۶	۶	۶/۳
دی	۶	۱۵/۶	۱/۳	۵/۲
بهمن	۳۷/۲	۴۷/۸	۸	۷/۳
اسفند	۲۱/۳	۱۷/۸	۹/۱	۶/۷
فروردین	۴۵/۴	۷۵/۵	۱۳/۸	۱۱/۷
اردیبهشت	۱۲/۶	۲/۲	۲۰	۱۹/۹

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

جدول ۲: مشخصات فیزیک و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

سال	هدایت الکتریکی ($ds\ m^{-1}$)	pH	مواد خنثی شونده (٪)	رطوبت گل اشباع (٪)	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم ($mg\ kg^{-1}$)	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	بافت خاک
سال اول	۱/۴۵	۷/۹	۸/۵۶	۳۶	۰/۹۱	۰/۰۹	۱۴/۷	۱۹۷	۲۸	۴۷	۲۵	رسی لومی
سال دوم	۱/۲۴	۷/۲	۸/۶	۳۸	۰/۹۹	۰/۰۷	۱۵/۸	۱۵۵	۲۵	۴۹	۲۶	رسی لومی

به‌منظور آماده‌سازی زمین، قبل از اجرای آزمایش، زمین مورد نظر آبیاری شد و پس از گاورو شدن، به‌وسیله گاو آهن برگردان‌دار شخم خرده و سپس برای خرد کردن کلوخه‌ها و هم‌چنین یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه، زمین مذکور دیسک و ماله‌زده شد. بر اساس نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی، اقدام به کودپاشی (یک سوم از کود نیتروژنه و تمامی کود فسفره و پتاسه مورد نیاز) و پخش علف‌کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار قبل از کاشت به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه شد و به‌وسیله دیسک سبک، کود و علف‌کش با خاک مخلوط شد. به‌منظور استفاده بهینه از نیتروژن، بقیه کود نیتروژنه مورد نیاز به‌صورت سرک در دو مرحله شروع ساقه رفتن و ظهور اولین غنچه‌های گل مصرف شد. پس از اجرای آزمایش مطابق نقشه کاشت، سبز شدن و استقرار گیاه‌چه و عملیات داشت شامل کنترل آفات به‌ویژه شته مومی با استفاده از سم متاسیستوکس (۱/۵ لیتر در هکتار) صورت گرفت. در مرحله خورجین‌دهی هدایت روزنه‌ای در ساعت ۱۱ صبح توسط دستگاه پرومتر (مدل Delta-T AP4, Delta-T Devices, Cambridge, UK) اندازه‌گیری شد. برای این منظور قسمت میانی چند برگ جوان و توسعه‌یافته پس از حذف حاشیه‌ها از ردیف‌های میانی در هر کرت در محفظه دستگاه قرار گرفت و پس از تأیید دستگاه، عدد دستگاه یادداشت شد. درجه حرارت کانوپی با استفاده از دما سنج مادون قرمز مدل (TASCO, 500-HI Japan)، تعیین شد. هنگام اندازه‌گیری ترمومتر با زاویه حاده (نسبت به افق) در موقعیتی قرار گرفت تا نور حساس آن در کانوپی واقع شود، این موقعیت از برخورد نور حساس به سطح زمین جلوگیری کرد. تمام اندازه‌گیری‌های مربوط به حرارت کانوپی در ساعت ۱۱ انجام شد و به‌منظور حداقل کردن اثر زاویه خورشید جهت رو به جنوب انتخاب شد (Reynolds *et al*., 2001). برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب (Relative Water Content) برگ نیز در ساعت ۱۱ صبح، سه برگ جوان و توسعه یافته پس از حذف حاشیه ها از سه ردیف میانی هر کرت برداشت و در کیسه‌های پلی‌اتیلنی و در ظرف محتوی یخ قرار داده شد. سپس نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و وزن تر برگ (Fresh Weight) اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری وزن تورژسانس (Turgor Weight)، نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در درون ظروف شیشه‌ای درب‌دار حاوی آب مقطر در دمای محیط قرار داده شد و سپس با گرفتن آب روی برگ‌ها با کاغذ خشک کن، وزن آماس آن‌ها اندازه‌گیری شد. پس از آن نمونه‌های وزن شده به مدت ۴۸ ساعت درون پاکت‌های کاغذی در

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

آون الکتریکی (دمای ۷۰ درجه سلسیوس) قرار گرفتند تا کاملاً خشک شوند و در نهایت وزن خشک نمونه‌ها یادداشت شد و درصد محتوای نسبی آب برگ با رابطه زیر محاسبه شد (Rodriguez *et al.*, 2002).

رابطه ۱: $RWC\ (\%) = (FW-DW)/\ (TW-DW) \times ۱۰۰$

که در این رابطه، RWC، محتوای نسبی آب برگ به درصد؛ FW، وزن تر برگ؛ TW، وزن برگ آماس شده؛ و DW، وزن خشک برگ می‌باشد. برای تعیین غلظت مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی نظیر کلروفیل a، b و کل در مرحله خورجین دهی، ۱۰۰ میلی‌گرم از بافت تر برگ‌های جوان و توسعه یافته بالای پوشش گیاهی بلافاصله توسط نیتروژن مایع فریز شد. سپس مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در هر نمونه با استفاده از استن ۸۰ درصد ساییده شد. محلول حاصل به لوله‌های سانتریفوژ انتقال و بقایای موجود در هاون، با مقداری استن ۸۰ درصد شسته و به محلول درون لوله اضافه شد. سپس لوله-ها به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد تا محلول فوقانی لوله‌ها جدا و به بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری انتقال یافت و حجم آن توسط استن ۸۰ درصد به ۲۵ میلی‌لیتر رسید. اندازه‌گیری غلظت کلروفیل با دستگاه اسپکتروفتومتر انجام گرفت، به این ترتیب که مقدار جذب محلول‌ها در طول موج ۶۴۵ ، ۶۶۳ و ۴۷۰ نانومتر قرائت شد و مقدار کلروفیل a، b و کل بر اساس رابطه‌های زیر محاسبه شد (Arnon, 1967).

رابطه ۲: میلی‌گرم کلروفیل a در هر گرم وزن تر: [(جذب در ۶۴۵ نانومتر) ۲/۶۹ – (جذب در ۶۶۳ نانومتر) ۱۲/۷]

رابطه ۳: میلی‌گرم کلروفیل b در هر گرم وزن تر: [(جذب در ۶۶۳ نانومتر) ۴/۶۹ – (جذب در ۶۴۵ نانومتر) ۲۲/۹]

رابطه ۴: میلی‌گرم کلروفیل a و b در هر گرم وزن تر: [(جذب در ۶۶۳ نانومتر) ۸/۰۲ – (جذب در ۶۴۵ نانومتر) ۲۰/۲]

برای تعیین عملکرد بیولوژیک در تاریخ ۱۱ خرداد ماه، پس از حذف حاشیه‌ها (ردیف‌های اول و آخر و نیم متر بالا و پایین هر کرت)، از سطحی معادل ۳ متر مربع بوته‌ها کف بر شده و پس از خشک شدن، بوته‌ها توزین و سپس بر اساس کیلوگرم در هکتار بیان شد. برای عملکرد دانه نیز، پس از جدا کردن دانه‌ها از خورجین به‌صورت دستی، دانه‌های هر کرت توزین و به کیلوگرم در هکتار تبدیل شد. دانه‌ها به‌وسیله دست از خورجین جدا و عملکرد دانه تعیین شد. جهت تعیین عملکرد بیولوژیک در هر کرت، از بوته‌های برداشت شده برای تعیین عملکرد دانه با توزین پس از خشک شدن بوته‌ها محاسبه انجام شد. قبل از تجزیه واریانس مرکب، آزمون بارتلت جهت همگن بودن واریانس‌ها انجام شد. سپس تجزیه واریانس مرکب با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. لازم به ذکر است در صورت معنی‌دار شدن برهمکنش دو عامل، از ذکر میانگین اثرات ساده آن‌ها خودداری شد.

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر ساده تاریخ کاشت، آبیاری و رقم بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد و برهم‌کنش آبیاری × تاریخ کاشت و تاریخ کاشت × رقم در سطح احتمال پنج درصد بر این صفت معنی‌دار شدند (جدول ۳). تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه در شرایط آبیاری معمول (۲۰۷۷۲/۹۴ کیلوگرم در هکتار) و پس از آن شرایط قطع آبیاری در همین تاریخ کاشت (۱۶۴۰۱/۵ کیلوگرم در هکتار) بالاترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). ارقام SW102، HW1 و BAL4 در تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه به‌ترتیب با میانگین ۱۹۸۸۵، ۱۹۵۳۹ و ۱۹۱۴۷ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). Roberston و Holland (۲۰۰۴) در بررسی خود نشان دادند که تأخیر در کاشت باعث کوتاه شدن طول دوره کاشت تا گل‌دهی و رسیدگی می‌شود، به‌طوری‌که کاهش عملکرد ناشی از تأخیر در کاشت در اثر کاهش بیوماس در زمان رسیدگی می‌باشد. مطالعات Chen و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که کشت زودتر کلزا، سبب فرار گیاه از تنش خشکی و حرارت در مراحل بحرانی رشد گیاه شده و در نتیجه سبب افزایش ماده خشک اندام هوایی می‌شود.

جدول ۳: تجزیه واریانس مرکب اثر تاریخ کاشت و قطع آبیاری بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و دمای کانوپی ارقام کلزا

منابع تغییرات	میانگین مربعات (MS)				
	درجه آزادی	کلروفیلa	کلروفیل b	کلروفیل کل	دمای کانوپی
سال	۱	۱۸/۱۴^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۱۶۵^{ns}	۲۹/۰۳**
خطا	۴	۶/۰۱	۰/۰۰۰۷	۰/۱۰۶	۰/۲۲
تاریخ کاشت	۱	۹/۵۴**	۰/۲**	۱۲/۴۹**	۱۴۴۷/۸۷**
سال ×تاریخ کاشت	۱	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۱۱/۹۲**
آبیاری	۱	۱/۹۶**	۰/۰۵**	۲/۶۶**	۳۸۶/۲۲**
سال ×آبیاری	۱	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۳/۶۳**
تاریخ کاشت × آبیاری	۱	۰/۱^{ns}	۰/۰۰۰۷^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۱/۱۴*
سال ×تاریخ کاشت ×آبیاری	۱	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۲/۵۸**
خطا	۶	۰/۰۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۲	۰/۱۲
رقم	۵	۰/۰۶**	۰/۰۰۲**	۰/۰۹**	۱۲/۶**
سال ×رقم	۵	۰/۰۰۰۸^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۸^{ns}	۰/۰۸^{ns}
تاریخ کاشت ×رقم	۵	۰/۰۰۹^{ns}	۰/۰۰۰۶^{ns}	۰/۰۱*	۲/۴۷**
سال ×تاریخ کاشت ×رقم	۵	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۸^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۱۱^{ns}
آبیاری ×رقم	۵	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۷^{ns}
سال ×آبیاری ×رقم	۵	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۰۷^{ns}	۰/۰۴^{ns}
تاریخ کاشت ×آبیاری ×رقم	۵	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۱۱^{ns}
سال ×تاریخ کاشت ×آبیاری ×رقم	۵	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۳^{ns}
خطا	۸۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۳۲
ضریب تغییرات (%)	-	۶/۱۵	۷/۵۲	۵/۱۷	۲/۰۱

ns: غیر معنی‌دار، **: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و *: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات ساده تاریخ کاشت، قطع آبیاری و رقم بر برخی صفات مورد مطالعه در دو سال آزمایش

تاریخ کاشت	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
۱۵ مهرماه	۱/۳a	۰/۳۴a		
۱۰ آبان ماه	۰/۷۵b	۰/۲۶b		
آبیاری				
آبیاری معمول	۱/۱۳a	۰/۳۲a	۱/۴۵a	
قطع آبیاری	۰/۸۹b	۰/۲۸b	۱/۱۷b	
ارقام کلزا				
BAL4	۱/۰۰۰۴b	۰/۳ab		۳۵۸۴b
BAL1	۱/۰۲b	۰/۳ab		۳۵۷۱/۵b
HW2	۰/۹۸b	۰/۳ab		۳۴۶۹/۲b
HW1	۱/۰۶a	۰/۳۱a		۳۸۰۱/۱a
Okapi	۰/۹۴c	۰/۲۸b		۳۲۸۷/۶c
SW102	۱/۰۸a	۰/۳۱a		۳۸۷۶/۹a

در هر ستون حروف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر ساده رقم و برهم‌کنش آبیاری × تاریخ کاشت بر این عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). رقم SW102 و HW1 به‌ترتیب با میانگین عملکرد دانه ۳۸۷۶/۹ و ۳۸۰۱/۱ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین و رقم اکاپی با میانگین ۳۲۸۷/۶ کیلوگرم در هکتار، کم‌ترین عملکرد دانه را تولید کردند (جدول ۴). در تاریخ کاشت ۱۵ مهر هر دو شرایط آبیاری عملکرد دانه بیش‌تری نسبت به تاریخ کاشت ۱۵ آبان نشان دادند (جدول ۶)، که این موضوع نیز نشان دهنده اهمیت بیش‌تر تاریخ کاشت نسبت به آبیاری در رابطه با افزایش عملکرد دانه بوده است، چون مقدار عملکرد در شرایط تاریخ کاشت دوم (۱۰ آبان ماه) و آبیاری معمول به مقدار ۳۱۱۴/۹۲ کیلوگرم در هکتار بوده که نسبت به تاریخ کاشت اول (۱۵ مهر ماه) در شرایط معمول و شرایط تنش خشکی به‌ترتیب ۳۸/۴۵ و ۲۰/۷۴ درصد کاهش عملکرد نشان داده است. مطالعات Chen و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که کشت زودتر کلزا سبب فرار گیاه از تنش خشکی و حرارت در مراحل بحرانی رشد گیاه شده و در نتیجه سبب افزایش عملکرد دانه شد. بنابر نتایج تحقیق Faraji و همکاران (۲۰۰۹) مشخص شد که تأخیر در کاشت، سبب کاهش عملکرد ارقام کلزا می شود. Lunn و همکاران (۲۰۰۱)، در بررسی تاریخ های کاشت (اول و آخر سپتامبر) طی چهار سال آزمایش در لندن گزارش نمودند که در تاریخ کاشت‌های دیرتر پاییزه، سرما از طریق کاهش حجم مطلوب کانوپی باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. Refay (۲۰۱۱) اظهار نمود که برای عملکرد مطلوب، گیاه باید روزنه‌ها را در طی تنش باز نگه دارد، به‌گونه‌ای که آب و مواد غذایی را بهتر از خاک دریافت کند، در این حالت چنین ژنوتیپ‌هایی می‌توانند به‌عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی مورد توجه قرار گیرند. در این آزمایش نیز ارقامی که مقاومت روزنه‌ای پایین‌تری نشان دادند، عملکرد بالاتری داشتند، هرچند نمی

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

توان اثر تاخیر در تاریخ کاشت را در کاهش عملکرد از نظر دور داشت. بنا به گزارش مصطفوی‌راد و همکاران (۱۳۹۱) تأخیر در کاشت علاوه بر کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه، گل‌دهی و گرده‌افشانی را به‌علت برخورد با هوای گرم کاهش داده و در نهایت عملکرد دانه را کاهش می‌دهد.

مقدار کلروفیل a، b و کل

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده تاریخ کاشت، آبیاری و رقم بر مقدار کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد که بیش‌ترین مقدار کلروفیل a مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه، آبیاری معمول و دو رقم SW102 و HW1 به‌ترتیب با میانگین ۱/۳، ۱/۱۳، ۱/۰۸ و ۱/۰۶ میلی‌گرم در گرم وزن تر بود (جدول ۳). تاریخ کشت ۱۵ مهرماه با میانگین ۰/۳۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر و شرایط آبیاری معمول با میانگین ۰/۳۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر، بیش‌ترین مقدار کلروفیل b را دارا بودند. دو رقم SW102 و HW1 با میانگین ۰/۳۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر دارای بیش‌ترین مقدار کلروفیل b بودند که با ارقام BAL1، BAL4 و HW2 از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در شرایط آبیاری نرمال با میانگین ۱/۴۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر، بیش‌ترین مقدار کلروفیل کل به‌دست آمد (جدول ۴). در بین برهم‌کنش‌ها فقط برهم‌کنش رقم و تاریخ کاشت در سطح پنج درصد بر مقدار کلروفیل کل معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین برهمکنش رقم و تاریخ کاشت بیانگر اختصاص بیش‌ترین مقدار کلروفیل کل به رقم SW102 در تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه (۱/۶۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر) بود که با رقم HW1 در ۱۵ مهرماه اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۷). Yang و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که تنش رطوبتی باعث افزایش آبسیزیک اسید در برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌ها می‌شود. در واقع آبسیزیک اسید، سرعت فتوسنتز و مقدارکلروفیل برگ ها را کاهش می‌دهد. هم‌چنین گزارش شده است که کاهش سرعت فتوسنتز در طول دوره تنش خشکی ممکن است موجب کاهش محتوای کلروفیل برگ (Reddy *et al*., 2004) باشد. مجیدی و همکاران (۱۳۹۳) کاهش مقدار کلروفیل طی تنش خشکی را گزارش نمودند. کاهش مقدار کلروفیل نشان دهنده واکنش گیاه به تنش خشکی می‌باشد (Bayat *et al*., 2009).

دمای کانوپی (CT)

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که برهم‌کنش رقم × تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد و برهم‌کنش آبیاری × تاریخ کاشت در سطح احتمال پنج درصد بر دمای کانوپی معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین متقابل آبیاری × تاریخ کاشت نشان داد که کم‌ترین دمای کانوپی در شرایط آبیاری معمول + تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه (۲۳/۰۴ درجه

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

سلسیوس) و کم‌ترین آن در شرایط قطع آبیاری + تاریخ کاشت ۱۰ آبان ماه (۳۲/۶۶ درجه سلسیوس) مشاهده شد (جدول ۶).

جدول ۵: تجزیه واریانس مرکب اثر تاریخ کاشت و قطع آبیاری بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، محتوای نسبی آب برگ و مقاومت روزنه‌ای ارقام کلزا

منابع تغییرات	میانگین مربعات (MS)				
	درجه آزادی	مقاومت روزنه‌ای	محتوای نسبی آب برگ	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
سال	۱	۵۴/۳۳**	۲۹/۱۳^{ns}	۱۶۶۸۵۱۸۳**	۸۳۴۸۲۴۷/۱**
خطا	۴	۴/۰۵	۹/۱۲	۴۳۸۶	۱۳۰۶۵/۳
تاریخ کاشت	۱	۴۹۸۱/۴۲**	۳۰۷۷/۷۵**	۱۹۰۲۸۲۷۹۹۲**	۱۱۵۷۳۴۵۶۴**
سال ×تاریخ کاشت	۱	۲۱/۱۷**	۴/۴۸**	۵۶۴۸۷۸^{ns}	۱۷۷۱۰۰/۰۷^{ns}
آبیاری	۱	۱۱۵۰/۶۲**	۸۵۸/۲۵**	۵۴۳۷۷۹۶۴۸**	۳۴۴۵۸۸۵۶/۷**
سال ×آبیاری	۱	۰/۴۱^{ns}	۳/۰۴**	۲۱۱۵۳۲۸^{ns}	۶۲۶۶۶/۸^{ns}
تاریخ کاشت × آبیاری	۱	۷۴/۰۹**	۳۱/۸**	۸۴۶۵۶۷۵*	۸۳۴۷۸۶/۸*
سال ×تاریخ کاشت ×آبیاری	۱	۲/۸*	۷۷/۶**	۱۱۲۳۹۳^{ns}	۸۸۰۷۸۲/۲*
خطا	۶	۰/۲۹	۰/۰۸	۸۲۴۸۹۶	۱۰۳۱۸۴/۵
رقم	۵	۴۱/۹۹**	۳۱/۱۶**	۱۶۳۰۲۲۲۷**	۱۱۱۷۷۶۱*
سال ×رقم	۵	۰/۱۴^{ns}	۰/۹۸**	۲۷۲۱۵^{ns}	۱۹۸۱۱/۲^{ns}
تاریخ کاشت ×رقم	۵	۱۱/۴۳**	۸/۷۱**	۳۹۵۵۱۲۰*	۲۵۱۹۸۱/۵^{ns}
سال ×تاریخ کاشت ×رقم	۵	۰/۴۱^{ns}	۰/۳۷**	۵۴۰۳۵۳^{ns}	۱۰۰۱۶/۳^{ns}
آبیاری ×رقم	۵	۰/۲۲^{ns}	۲/۹۲**	۲۲۸۶۱^{ns}	۳۷۷۸۰/۸^{ns}
سال ×آبیاری ×رقم	۵	۰/۰۵^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۱۲۵۵۸۶^{ns}	۱۲۷۰۱/۹^{ns}
تاریخ کاشت ×آبیاری ×رقم	۵	۰/۷۹**	۰/۱۶^{ns}	۳۲۵۶۳۹^{ns}	۱۴۵۷/۴^{ns}
سال ×تاریخ کاشت ×آبیاری ×رقم	۵	۰/۷۹**	۰/۶۲**	۱۰۵۰۷۰^{ns}	۴۲۴۵/۶^{ns}
خطا	۸۶	۰/۲۱	۰/۱۱	۱۴۰۷۶۸۶	۴۲۲۲
ضریب تغییرات(%)	-	۲/۳	۰/۳۹	۷/۹۴	۱۸/۰۶

ns: غیر معنی‌دار، **: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و *: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد.

جدول ۶: مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت × آبیاری بر برخی صفات مورد مطالعه در دو سال آزمایش

تاریخ کاشت	آبیاری	دمای کانوپی (درجه سلسیوس)	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
۱۵ مهرماه	آبیاری معمول	۲۳/۰۴a	۹۲/۷۲a	۲۰۷۷۲/۹۴a	۵۰۶۰/۱۹a
	قطع آبیاری	۲۶/۴۹b	۸۶/۹b	۱۶۴۰۱/۵b	۳۹۲۹/۵۶b
۱۰ آبان ماه	آبیاری معمول	۲۹/۵۶c	۸۲/۵۳c	۱۳۰۱۷/۷۸c	۳۱۱۴/۹۲c
	قطع آبیاری	۳۲/۶۶d	۷۸/۵۹d	۹۶۱۶/۱۹d	۲۲۸۸/۸۳d

در هر ستون حروف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

هم‌چنین رقم SW102 در تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه (۲۳/۷۳ درجه سلسیوس) کم‌ترین دمای کانوپی را نشان داد که با رقم HW1 در همین تاریخ کاشت از نظر آماری در یک گروه قرار داشتند و البته رقم اکاپی در تاریخ کاشت ۱۰ آبان (۳۲/۰۶ درجه سلسیوس) بیش‌ترین دمای کانوپی را به خود اختصاص داد (جدول ۷). Jensen و همکاران (۱۹۹۶) اظهار داشتند که تنش خشکی و به دنبال آن افزایش دمای کانوپی از طریق اثر بر مقاومت روزنه‌ای و ورود CO_2 به داخل برگ

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

موجب کاهش مقدار فتوسنتز می‌شود. با این وجود برخی از محققین بر این باورند که افزایش تولید شاخ و برگ و در دسترس بودن آب کافی می‌تواند، دمای کانوپی را کاهش دهد (Ozer, 2003; Rashidi *et al*., 2012). افزایش درجه حرارت کانوپی به‌دلیل افزایش تنفس و کاهش تعرق اتفاق می‌افتد. افزایش درجه حرارت کانوپی در مرحله پر شدن دانه اهمیت ویژه ای پیدا می‌کند، زیرا در زمان پر شدن دانه به‌دلیل افزایش تشعشع و درجه حرارت و کاهش رطوبت نسبی محیط، کاهش درجه حرارت کانوپی شرایط را برای پر شدن دانه فراهم می‌کند. با کاهش آب، روزنه گیاهان به تدریج بسته شده، تعرق کاهش یافته و دمای کانوپی افزایش می‌یابد. تعرق باعث می‌شود که درجه حرارت کانوپی به کم‌تر از درجه حرارت محیط تنزل پیدا کند، میزان این کاهش با هدایت روزنه‌ای ارتباط دارد که مستقیما به‌وسیله مکانیزم‌های خود تنظیمی مانند متابولیت‌های فتوسنتزی و انتقال آوندی، تحت اثر قرار می‌گیرد. تحقیقات Araus و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد هنگامی که کاهش فشار بخار بیش‌تری وجود دارد، کاهش دمای کانوپی رابطه بهتری را با عملکرد نشان می‌دهد (Halder and Burrage, 2004). در این شرایط درجه حرارت کانوپی تا بیش از ده درجه سلسیوس ممکن است کم‌تر از محیط باشد (Reynolds *et al*., 2001). گزارش در موافقت با نتایج حاصل از این بررسی است.

مقاومت روزنه‌ای

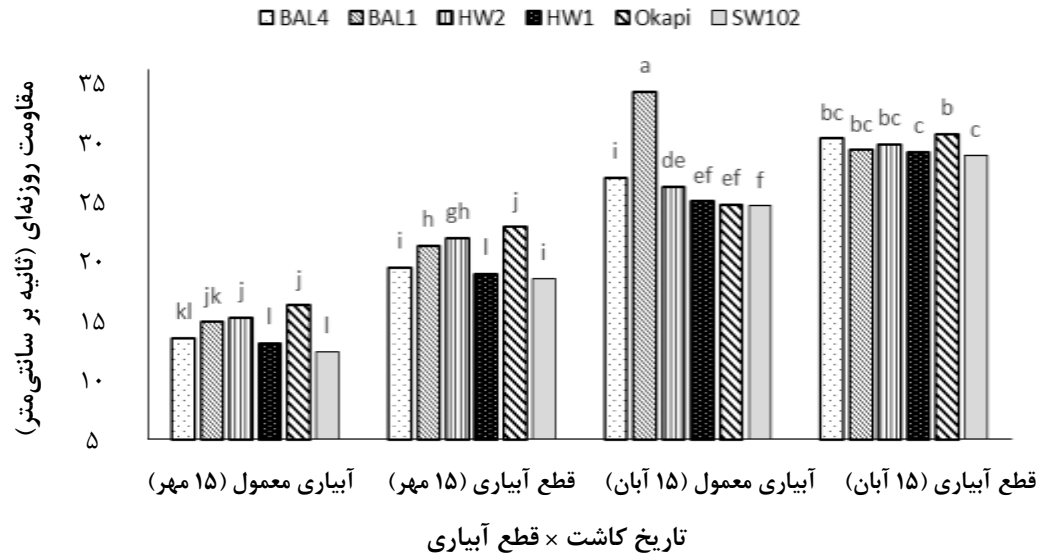
نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که برهم‌کنش سه گانه تاریخ کاشت × آبیاری × رقم بر مقاومت روزنه‌ای در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین نشان داد که رقم SW102 در تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه و در شرایط آبیاری نرمال با میانگین ۸/۲۷ ثانیه بر سانتی‌متر و در شرایط تنش خشکی با ۱۵/۲۴ ثانیه بر سانتی‌متر کم‌ترین مقاومت روزنه‌ای را به خود اختصاص داد که با دو رقم HW1 و HW2 در یک گروه آماری قرار گرفتند. هم‌چنین در هر دو تاریخ کاشت و هر دو رژیم رطوبتی، رقم اکاپی بالاترین مقاومت روزنه‌ای را داشت (شکل ۱). Shokuhfar و Abufitilehnejad (۲۰۱۳) و Shahrabi و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که تیمارهای آبیاری نرمال و تنش خشکی به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار هدایت روزنه‌ای را دارا بودند. گیاه برای اجتناب از تنش و استفاده بهتر از مقدار آب محدودی که در اختیار دارد، اقدام به بستن روزنه های خود می‌کند تا از هدر روی آب جلوگیری شود، بنابراین با شروع دوره خشکی، تا مدتی گیاه تعرق و هدایت روزنه‌ای خود را در سطح حداکثر نگه می‌دارد، ولی با تداوم دوره خشکی، اقدام به بستن روزنه‌های خود می نماید (Champolivier and Merrin, 1996). Paseban-Islam و همکاران (۲۰۰۰) با بررسی تحمل ارقام کلزا نسبت به تنش خشکی گزارش کردند که تحت تنش خشکی، هدایت روزنه‌ای به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و ژنوتیپ‌های با بالاترین توانایی تنظیم اسمزی تحت تنش خشکی، کم‌ترین کاهش را در هدایت روزنه‌ای نشان دادند. به‌عبارت دیگر ژنوتیپ‌هایی که در برابر خشکی روزنه‌های خود را کم‌تر بسته نگهدارند در برابر شرایط نامساعد

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

محیطی به‌خصوص خشکی متحمل‌تر می‌باشند. در آزمایشی روی سه رقم نخود مشخص شد که کمبود آب به‌طور معنی‌داری سبب افزایش فتوسنتز خالص، مقاومت روزنه‌ای و تعرق شد (Krouma *et al*., 2010). بنابراین قطع آبیاری و تاخیر در کاشت منجر به افزایش مقاومت روزنه‌ای شده و ارقام متحمل‌تر مقاومت روزنه‌ای کم‌تری نشان دادند.



شکل ۱: مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت × آبیاری × رقم بر مقاومت روزنه‌ای در دو سال آزمایش

محتوای نسبی آب برگ

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثرات ساده سال، تاریخ کاشت، آبیاری و رقم و برهمکنش تاریخ کاشت × آبیاری، تاریخ کاشت × رقم و آبیاری × رقم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۳). با توجه به این‌که اختلاف درجه حرارت و بارندگی هر دو سال چندان تفاوت نداشت، بنابراین تفاوت در محتوای نسبی آب برگ می‌تواند ناشی از واکنش متفاوت ارقام در هر دو سال باشد. در شرایط آبیاری نرمال و تاریخ کاشت ۱۵ مهر ماه با میانگین ۹۲/۷ درصد نیز بیش‌ترین مقدار محتوای نسبی آب برگ مشاهده شد و پس از آن بالاترین مقدار مربوط به همین تاریخ کاشت در شرایط قطع آبیاری (۸۶/۹ درصد) بود (جدول ۴)، که نتایج نشانگر اهمیت تاریخ کاشت نسبت به آبیاری می‌باشد. رقم SW102 در تاریخ کاشت ۱۵ مهر ماه با میانگین ۹۱/۶ درصد بیش‌ترین مقدار رطوبت در برگ را دارا بود (جدول ۷). هم‌چنین مقایسه میانگین برهمکنش آبیاری × رقم بر صفت محتوای نسبی آب برگ نشان داد که در همه ارقام قطع آبیاری محتوای آب نسبی برگ را کاهش داد و ارقام HW1 و SW102 در هر دو شرایط آبیاری معمول و قطع آبیاری بیش‌ترین محتوای آب نسبی برگ را نشان دادند (شکل ۲). Ebrahimiyang و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند که تحت شرایط تنش ملایم، ژنوتیپ‌هایی با محتوای نسبی آب برگ بالا، ممکن است بتوانند انتخابی برای ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

جمشیدی زیناب و همکاران (۱۳۹۴) نیز گزارش کردند که محتوای نسبی آب برگ در اثر اعمال تنش خشکی در مرحله گل‌دهی بر چهار رقم کلزا معنی‌دار بود و بیش‌ترین محتوای نسبی آب برگ مربوط به رقم SLMO46 با میانگین ۷۹/۷ درصد بود. نتایج مطالعه Rashidi و همکاران (۲۰۱۲) بر روی رابطه بین تحمل به تنش خشکی با تعدادی از صفات فیزیولوژیک در ۲۲ ژنوتیپ کلزا نشان داد که مقدار رطوبت نسبی آب برگ در شرایط تنش آبی کاهش یافت. ژنوتیپی که در شرایط تنش آبی کم‌ترین کاهش را در محتوای نسبی آب برگ داشت، توانایی بیش‌تری در تنظیم اسمزی تحت تنش داشت (Paseban-Islam *et al*., 2000).

جدول ۷: مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت × رقم بر برخی صفات مورد مطالعه در دو سال آزمایش

تاریخ کاشت	ارقام کلزا	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	دمای کانوپی (درجه سلسیوس)	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	عملکرد بیو لوژیک (کیلو گرم در هکتار)
۱۵ مهرماه	BAL4	۱/۶۴b	۲۴/۳۳b	۹۰/۷c	۱۹۱۴۷/۶۷a
	BAL1	۱/۵۸c	۲۵/۱۷c	۸۸/۹۵d	۱۸۰۳۳/۹۲b
	HW2	۱/۵۵c	۲۵/۴۴c	۸۸/۴۴e	۱۷۷۴۲/۰۸b
	HW1	۱/۶۷a	۲۴a	۹۱/۲۵b	۱۹۵۳۹/۰۸a
	Okapi	۱/۵d	۲۵/۹۳d	۸۷/۸۶f	۱۷۱۷۵/۵b
	SW102	۱/۶۹a	۲۳/۷۳a	۹۱/۶۴a	۱۹۸۸۵/۰۸a
۱۰ آبان ماه	BAL4	۰/۹۶f	۳۱/۷۲f	۷۹/۷۴k	۱۰۶۴۲/۴۲d
	BAL1	۱/۰۵e	۳۰/۷۲e	۸۰/۹۲i	۱۱۶۷۱/۴۲c
	HW2	۰/۱g	۳۱/۳۱f	۸۰/۳j	۱۱۰۶۴/۴۲d
	HW1	۱/۰۶e	۳۰/۵۴e	۸۱/۳۵h	۱۱۹۱۵/۵c
	Okapi	۰/۹۴f	۳۲/۰۶g	۷۹/۴۲l	۱۰۴۳۲/۴۲d
	SW102	۱/۰۹a	۳۰/۲۹e	۸۱/۶۵g	۱۲۱۷۵/۷۵c

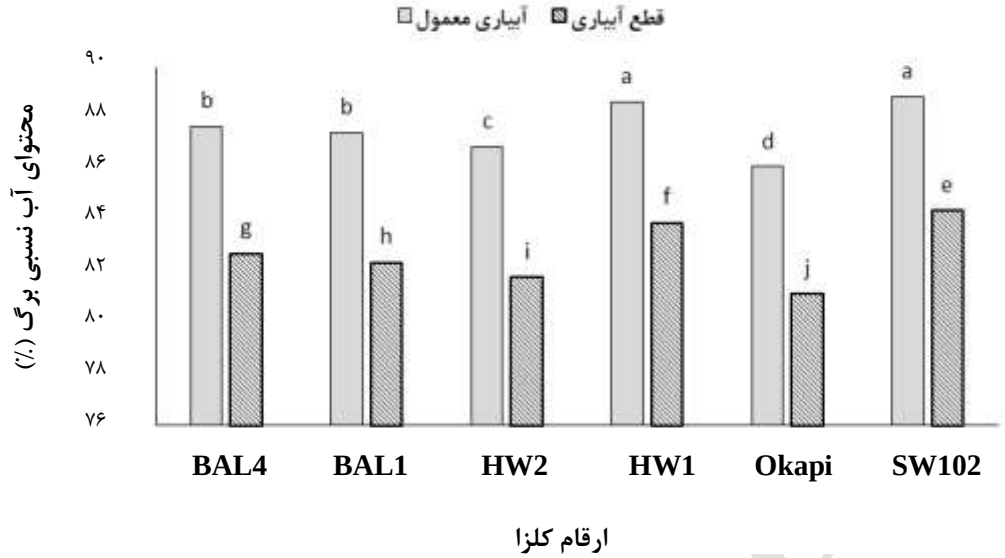
در هر ستون حروف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی‌دار با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

Atteya (۲۰۰۱) و Pandey و همکاران (۲۰۰۱) نیز گزارش کرد که با اعمال تنش خشکی، محتوای نسبی آب برگ کاهش یافت که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. با توجه به وجود همبستگی بالا بین توان جذب آب و محتوای نسبی آب برگ در کلزا، به دنبال بروز خشکی و کاهش توان جذب آب، محتوای نسبی آب برگ کاهش می‌یابد (Paseban-Islam *et al*., 2000). مجیدی و همکاران (۱۳۹۳) نیز گزارش نمودند که در همه ژنوتیپ‌های مورد بررسی، مقدار محتوای نسبی آب برگ در اثر تنش رطوبتی کاهش یافت، به‌طوری‌که میانگین این صفت در شرایط بدون تنش رطوبتی ۷۷/۲ درصد و در شرایط تنش رطوبتی ۷۱/۷ درصد بود که ۶/۹ درصد کاهش نشان داد. ضمن آن‌که بر طبق نظر Allen و همکاران (۱۹۹۸) کاهش محتوای نسبی آب برگ با کاهش سرعت فتوسنتز و در نهایت کاهش تولید همراه است.

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019



شکل ۲: مقایسه میانگین برهم‌کنش آبیاری × رقم بر صفت محتوای نسبی آب برگ در دو سال آزمایش

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که تأخیر در کاشت و قطع آبیاری در همه ارقام کلروفیل برگ و دمای کانوپی را کاهش داد، ولی مقاومت روزنه‌ای را افزایش داد. هم‌چنین تأخیر در کاشت عملکرد دانه و بیولوژیک را چه در شرایط آبیاری معمول و چه در شرایط قطع آبیاری کاهش داد. نتایج به‌دست آمده این نکته را نشان داد که اثر تاخیر در کاشت بر عملکرد دانه و بیولوژیک بیش‌تر از قطع آبیاری بود، به‌طوری‌که عملکرد دانه و بیولوژیک همه ارقام در تاریخ کاشت ۱۵ مهر تحت شرایط قطع آبیاری به طور معنی‌داری بیش‌تر از تاریخ کاشت در ۱۰ آبان تحت شرایط آبیاری معمول بود. ارقام SW102 و HW1 به‌ترتیب با میانگین عملکرد دانه ۳۸۷۶/۹ و ۳۸۰۱/۱ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین عملکرد دانه را نشان دادند. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده کاشت ارقام SW102 و HW1 در تاریخ ۱۵ مهر در منطقه کرج توصیه می‌شود.

منابع

جمشیدی زیناب، ا.، حسنلو، ط. و ناجی، ا. م. ۱۳۹۴. ارزیابی تحمل به خشکی چهار رقم کلزا بر اساس خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۳(۳): ۵۹۷-۵۸۳.

زالی، ح.، حسنلو، ط.، سفالیان، ا.، اصغری، ع. و زین العابدینی، م. ۱۳۹۵. اثر تنش خشکی بر پارامترهای فیزیولوژیکی و تجمع اسیدهای امینه در کلزا. پژوهش‌نامه اصلاح گیاهان زراعی. ۱۸(۸): ۲۰۳-۱۹۱.

زبرجد، ع.، معتمدی، ج. و زبرجدی، م. ۱۳۸۹. بررسی روند تغییرات کلزا در شرایط تنش خشکی. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

مجیدی، م. م.، جعفرزاده قهدریجانی، م.، رشیدی، ف. و میرلوحی، آ. ف. ۱۳۹۳. تأثیر تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک برخی از ارقام کلزا. فرآیند و کارکرد گیاهی، ۹ (۳): ۷۰-۵۹.

مصطفوی‌راد، م.، شریعتی، ف. و مصطفوی‌راد، س. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد کمی و کیفی چهار رقم کلزای سازگار با مناطق سرد در اراک. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۵ (۲): ۱۶۷-۱۵۹.

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements, Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy.

Araji, A., Lattifi, N., Soltani, A. and Shirani-rad, A. H. 2009. Seed yield and water use efficiency of canola (*Brassica napus* L.) as affected by high temperature stress and supplemental irrigation. Agricultural Water Management, 96: 132-140.

Araus, J. L., Slafer, G. A., Royo, C. and Serret, M. D. 2008. Breeding for yield potential and stress. Adaptation in cereals. Critical Reviews in Plant Sciences 27:377–412.

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

Atteya, A. M., 2003. Alteration of water relations and yield of corn genotypes in response to drought stress. Bulgarian Journal of Plant Physiology, 29, 63-76.

Bayat, F., Mirlohi, A. and Khodambashi, M. 2009. Effects of endophytic fungi on some drought tolerance mechanisms of tall fescue in a hydroponics culture. Russian Journal of Plant Physiology, 56: 563–570.

Cashin, P., Mohaddes, K., Raissi, M., & Raissi, M. 2014. The differential effects of oil demand and supply shocks on the global economy. Energy Economics, 44: 113-134.

Champolivier, I. and Merrien, A. 1996. Effects of water stress applied at different growth stages of *Brassica napus* L. var. *oleifera* on yield, yield components and seed quality. European Journal of Agronomy, 5 (3/4): 153-160.

Chen, C., Jackson, G., Neill, K., Wichman, D., Johnson, G. and Johnson, D. 2005. Determining the feasibility of early seeding canola in the Northern Great Plains. Agronomy Journal, 97:1252-1262.

Danaie, A., Rashidi, A. M. and Darabi, A. 2014. The effects of different sowing dates on some morphological and phenological characteristics, grain and oil yields of canola cultivars and new line (Gol-e-yath* 19H) in Khuzestan climatic conditions. Journal of Agriculture and Ecology Research International, 11(4): 1-8.

Daneshmand, A., Shirani-rad, A. H. and Daneshian, J. 2007. Ecophysiological and agronomical aspects of rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes as affected by soil water availability. Agronomy Section Proceedings of the 12 International Rapeseed Congress,

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

Sustainable Development Cruciferous Oilseed Crops Production, March 26-30, Wuhan. China. Science Press, USA Inc. 244p.

Ebrahimiyan, M., Majidi, M. M., Mirlohi, A. and Noroozi, A. 2012. Physiological traits related to drought tolerance in tall fescue. Euphytica, 190: 401-414.

Eilkaee, M. N. and Emam, Y., 2006. Effect of plant density on yield and yield components in two winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 34, 509-515.

Enjalbert, J. N., Zheng, S., Johnson, J. J., Mullen, J. L., Byrne, P. F. and McKay, J.K. 2013. Brassicaceae germplasm diversity for agronomic and seed quality traits under drought stress. Industrial Crops and Products, 47: 176–185.

FAO. 2013. Food outlook. Global Market Analysis. Available in:http://www.fao.foodoutlook.com.

Halder, K. and S. Burrage. 2004. Effect of drought stress on photosynthesis and leaf gas exchange of Rice Growth in Nutrient Film Technique (NFT). Pakistan Journal of Biological Sciences, 7: 563-565.

He, D., Wang, E., Wang, J., Lilley, J., Luo, Z., Pan, X. and Yang, N. 2017. Uncertainty in canola phenology modelling induced by cultivar parameterization and its impact on simulated yield. Agricultural and Forest Meteorology, 232: 163-175.

Javidfar, F., Roody, D. and Rahmanpour, S. 2001. Canola Production. Oilseed Research Dept, Seed and Plant Improvement Ins. Press. Pp.19.

Jensen, C. R., Mogensen, V. O., Mortensen, G., Fieldsend, J. K., Milford, G. F. J., Andersen, M. N. and hage, J. H. 1996. Seed glucosinolate, oil and protein contents of field-grown rape (*Brassica napus* L.) affected by soil drying evaporation demand. Field Crop Research, 47: 93-105.

Krouma, A. 2010. Plant water relations and photosynthetic activity in three Tunisian chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes subjected to drought. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 34: 257-264.

Kumar, A. and Singh, D. P. 1998. Use of physiological indices as a screening technique for drought tolerance in oilseed Brassica species. Annual of Botany, 81: 413-420.

Kumar, P. B. and Paul, N. K. 1997. Effect of water stress on chlorophyl, prolin and sugar accumulation in rape (*Brassica campestris* L.). Bangladesh Journal of Botany, 26: 83-85.

Kusvuran, S., 2011. Effects of drought and salt stresses on growth, stomatal conductance, leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo* L.). African Journal of Agricultural Research, 7: 775-781.

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

Lunn, G. D., Spink, J., Stores, H., Clare, D. T., Wade, R. W., and Scott, R. K. 2001. Canopy management in winter oil seed rape. Project report. No. OS 47. Home Grown Cereals Authority, London.

Moradianfar, H. 1999. Rapeseed a plant valuable and beneficial. Farm, 29: 32-33.

Nasiri, A., Samdaliri, M., Rad, A.S., Shahsavari, N., Kale, A. M. and Jabbari, H. 2017. Effect of plant density on yield and physiological characteristics of six canola cultivars. Journal of Scientific Agriculture, 1: 249-253.

Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. Europ. J. Agron. 19: 453-463.

Pandey, R. K., Maranville, J. W. and Admou, A. 2001. Tropical wheat response to irrigation and nitrogen in a Sahelian environment. I. Grain yield, yield components and water use efficiency. European Journal of Agronomy, 15: 93-105.

Paseban-Islam, B., Shakiba, M. R., Neyshabouri, M. R., Moghaddam, M. and Ahmadi, M. R. 2000. Evaluation of physiological indices as screening technique for drought resistance in oilseed rape. Proceeding Pakistan Academic of Science, 37: 143-152.

Rabiee, M., Karimi, M. and Safa, F. 2003. Effect of planting date on grain yield and agronomic traits in canola cultivars as second crop after rice in Kvchsfhan. Iranian Journal of Agricultural Science, 25: 177-186.

Rao, M. S. S. and Mendham, N. J. 1991. Soil plant water relations of oilseed rape *Brassica napus* L. and *B.campestris* L. Agriculture Sciences, 117: 197-205.

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

Reddy, A. R., Chaitany, K. V. and Vivekanandan, M. 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal Plant Physiology, 161: 1189-1202.

Refay, Y. A. 2011. Yield and yield components parameters of bread wheat genotypes as affected by sowing dates. Middle-East Journal Science Research 7 (4): 484-489.

Reynolds, M. P., Nagarajan, S., Razzaque, M. A. and. Ageeb, O. A. A. 2001. Heat tolerance. In: Reynolds. M. P., J. I. Oritz- Monastrio, and A. McNab. (eds), Application of Physiology in Wheat Breeding. Mexico, D. F. CIMMYT. PP: 124-136.

Rodriguez, D. J. D., Philips, B. S., Rodriguiz- Garcia, R. and Angula- Sanchez, J. L. 2002. Grain yield and fatty acid composition of sunflower seed for cultivars developed under dry land conditions. In: Trends in new crops and new use. Janick, J. And Whipkey. A (eds). ASHS Press, Alexanderia, VA. Pp. 139-142.

Archive of SID

www.SID.ir

Shahrabi, B., Farahmandfar, E., Hassanloo, T., Shirani Rad, A. H. and Tabatabaee, S. A. 2013. Evaluation of drought tolerance in rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties based on physiologic

and agronomic characters. Electronic Journal of Crop Production, 6 (4): 77-92.

Shariaty, Sh. and Ghazi-Shahni-Zadeh, P. 2000. Rapeseed. (First Ed.). Ministry of Agriculture, Iran.

Shokuhfar, A. and Abufitilehnejad, S. 2013. The effect of drought stress on the physiological characteristics and agricultural biomass of the different varieties of *Vignaradiata* in Dezful. Crop Physiology Journal, 17: 49- 59.

Sinaki, M. J., Majidi Heravan, E., Shirani-rad, A. H., Noormohammadi, G. and Zarei, G. H. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (Brassica napus L.). American- Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 2 (4): 417-42.

Wang, H. and Clarke, J. M. 1993. Relationship between excised-leaf water loss and stomatal frequency in wheat. Canadian Journal of Plant Science, 73: 93-99.

Yadav, R. S. and Bhushan, C., 2001. Effect of moisture stress on growth and yield in rice genotypes. Indian Journal of Agricultural Research, 2: 104-107.

Yang, J., Zhang, J., Huang, Z., Wang, Z., Zhu, Q. and Liu, L. 2002. Correlation of cytokinin levels in the endosperms and roots with cell number and cell division activity during endosperm development in rice. Animals of Botany, 90: 369-377.

Zhang, J., Mason, A. S., Wu, J., Liu, S., Zhang, X., Luo, T. and Yan, G. 2015. Identification of putative candidate genes for water stress tolerance in canola (*Brassica napus*). Frontiers in plant science, 6.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 13:48 +0430 on Saturday May 11th 2019

Archive of SID

www.SID.ir