اثر تنش خشکی پایان فصل و سالیسیلیک اسید بر عملکرد دانه و دمای سایه‌انداز گیاهی در دو رقم کلزا

امین حیدری[۱]، احسان بیژن‌زاده[۲]، روح‌اله نادری[۳] و یحیی امام*[۴]

۱) دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه اگرواکولوژی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
۲ و ۳) استادیار گروه اگرواکولوژی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
۴) استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد است.

* **نویسنده مسئول:** Yaemam@shirazu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۰۳ **تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۱۸**

چکیده

به منظور بررسی اثر سالیسیلیک اسید (صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و دو میلی‌مولار) بر عملکرد و دمای سایه‌انداز گیاهی دو رقم کلزا (ساری گل و RGS) تحت شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی پایان فصل، این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب دانشگاه شیراز، در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ به اجرا درآمد. آزمایش به‌صورت کرت‌های دوبار خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. نتایج نشان داد که همه عوامل مورد بررسی شامل (تنش خشکی پایان فصل، رقم و سالیسیلیک اسید) بر طول خورجین، تعداد دانه در خورجین و عملکرد دانه اثر معنی‌داری داشتند. هر دو رقم مورد استفاده در این پژوهش نسبت به تنش خشکی در زمان گل‌دهی بسیار حساس بوده به‌طوری‌که تنش خشکی باعث کاهش ۴۰ درصدی عملکرد در هر دو رقم شد. عملکرد در رقم RGS از ۶۷۸۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبیاری مطلوب به ۳۹۳۰ کیلو گرم در هکتار در شرایط تنش خشکی پایان فصل کاهش یافت. در هر دو رقم در شرایط آبیاری مطلوب تیمار یک میلی‌مولار و در شرایط تنش تیمار دو میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بیش‌ترین میزان عملکرد را در گیاه کلزا تولید کردند. هر دو رقم پاسخ مشابهی نسبت به تنش خشکی و سالیسیلیک اسید داشتند، ولی به‌طورکلی رقم RGS عملکرد بالاتری (۵۳۵۴ کیلوگرم در هکتار) را نسبت به رقم ساری گل (۴۹۱۱ کیلوگرم در هکتار) تولید نمود. هم‌چنین در هر دو رقم دمای سایه‌انداز گیاه نیز تحت اثر سالیسیلیک اسید در شرایط تنش خشکی کاهش یافت. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت اگرچه تنش خشکی باعث کاهش رشد و عملکرد کلزا شد ولی استفاده از سالیسیلیک اسید به میزان دو میلی‌مولار توانسته تا ۱۳ درصد کاهش عملکرد را جبران کند.

واژه‌های کلیدی: کمبود آب، طول خورجین و تعداد دانه در خورجین.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2]

مقدمه

افزایش جمعیت جهان و هم‌چنین کاهش زمین‌های زراعی مورد نیاز برای بقای کشاورزی، اهمیت و لزوم اصلاح گیاهان برای افزایش پتانسیل عملکرد و سازگاری به تنش‌های غیرزیستی را بیش از پیش آشکار ساخته است (Araus *et al.*, 2002). ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌متر که کم‌تر از یک‌سوم میزان باردنگی سالانه جهانی می‌باشد، دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است. در مناطق خشک میزان باردنگی سالانه از تبخیر و تعرق پایین‌تر بوده و امکان بروز دوره خشکی در طول سال امری اجتناب‌ناپذیر است . با توجه به این موضوع کشاورزان و دست‌اندرکاران کشور، اصولاً باید با تلاش زیاد و هم‌چنین بکار بردن روش‌هایی چون مدیریت صحیح و اقتصادی منابع آبی و استفاده بهینه از آب، میزان تولید محصولات زراعی و ثبات در تولید را افزایش دهند، تا بتوانند از این طریق مشکل غذایی جمعیت در حال افزایش را برطرف سازند (وفابخش و همکاران، ۱۳۸۷). کلزا پس از سویا و نخل روغنی سومین منبع تولید روغن نباتی جهان بشمار می‌رود (شریعتی و قاضی‌شهنی‌زاده، ۱۳۸۹). این گیاه به دلیل ویژگی‌های خاص زراعی که دارد، ازجمله دامنه گسترده سازگاری به انواع اقلیم‌ها و شرایط آب و هوایی و هم‌چنین دارا بودن دو تیپ پاییزه و بهاره می‌تواند به‌خوبی در برنامه‌های تناوبی زراعت‌ها در مناطق مختلف جای گرفته و امکان استفاده حداکثر از منابع آبی و خاکی را فراهم آورد (Kimber and Mc Gregor, 1995). گیاه کلزا اصولاً به تنش خشکی حساس بوده که حداکثر حساسیت آن در زمان پر شدن دانه و حداقل آن در مرحله رشد رویشی است (Nielsen and Janick, 1996). افزایش تحمل گیاهان به خشکی از راه‌های مختلف شامل به‌نژادی و استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشدی مانند سالیسیلیک اسید عملی است. سالیسیلیک اسید روی دامنهای از فرایندهای درونی از جمله جوانهزنی بذر، بسته شدن روزنه، جذب و انتقال یون، نفوذپذیری غشا، سرعت رشد و فتوسنتز اثر میگذارد (مهرابیان مقدم و همکاران، ۱۳۹۰). پیراسته انوشه و امام (۱۳۹۰) نشان دادند که کاربرد برگ ساره‌ای سالیسیلیک اسید در گندم تحت شرایط تنش خشکی، موجب افزایش ارتفاع بوته، طول دم گل‌آذین، تعداد سنبلک در هر سنبله، تعداد دانه در هر سنبلک، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گردید. کاربرد بیرونی سالیسیلیک اسید روی گیاهان، اثر فیزیولوژیک گوناگونی را از جمله جلوگیری از ذخیره‌ی ماده‌ی خشک و کنترل جذب و انتقال یون‌ها داشته است (Hayat and Ahmad, 2007). Ananieva و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که تیمار سالیسیلیک اسید در برگ‌های جو منجر به افزایش آنتی‌اکسیدانت‌ها شده است. درپژوهش‌هایی که انجام شده است سالیسیلیک اسید باعث افزایش تحمل به خشکی در گوجه‌فرنگی، افزایش تحمل به سرما در ذرت و هم‌چنین افزایش تحمل به دمای پایین در لوبیا شده است (Senaranta *et al.*, 2002; Berukova *et al.*, 2000; Janda *et al.*, 2002). بنابراین، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد مانند سالیسیلیک اسید، در مناطق خشک مانند ایران که اثر محیطی و اقلیمی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2]

در آن غیرقابل پیش‌بینی است، برای افزایش عملکرد و جبران بخشی از افت ناشی از تنش خشکی می‌تواند مفید باشد. بدین منظور هدف از انجام این آزمایش اثر کاربرد خارجی مقادیر مختلف سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد و دمای سایه‌انداز گیاهی دو رقم کلزا در شرایط تنش خشکی پایان فصل می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب واقع در هفت کیلومتری شهرستان داراب با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۲۰ دقیقه و ارتفاع ۱۱۵۰ متر از سطح دریا انجام شد. این آزمایش در قالب آزمایش کرت‌های دو بار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل: رژیم آبیاری در دو سطح، آبیاری مطلوب به عنوان شاهد و تنش خشکی به‌صورت قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی تا رسیدن فیزیولوژیک به عنوان فاکتور اصلی، دو رقم کلزا شامل رقم‌های ساری گل و RGS به عنوان فاکتور فرعی و کاربرد برگ‌ساره‌ای سالیسیلیک اسید در مرحله گل‌دهی، در پنج سطح صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و دو میلی مول بر گرم به عنوان فاکتور فرعی فرعی، در نظر گرفته شد. عملیات تهیه بستر کاشت شامل شخم با گاوآهن برگردان دار، دیسک و لولر بود. سپس اقدام به کرت‌بندی در ابعاد ۴×۳ متر شد و بذرها در ردیف‌هایی به فاصله ۶۰ سانتی‌متری و در عمق یک سانتی‌متری خاک کشت شدند. به منظور به حداقل رساندن اثرات حاشیه‌ای کرت‌ها در آزمایش کرت‌های اصلی، فرعی و فرعی فرعی به ترتیب سه ردیف، دو ردیف و یک ردیف ۶۰ سانتی‌متری از یکدیگر فاصله داشتند. بافت خاک از نوع سیلتی لومی بود. به منظور تأمین نیتروژن مورد نیاز کلزا ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص یک‌بار در هنگام کشت و بار دیگر در هنگام شش برگی به خاک اضافه گردید. ارقام کلزا با تراکم ۴۰۰۰۰۰ بوته در هکتار با دست در تاریخ یکم آبان ماه ۱۳۹۲ کشت شدند. میزان آب مورد مورد نیاز برای هر کرت بر اساس ظرفیت زراعی خاک مزرعه و با استفاده از رابطه حجم زمان محاسبه و به کرت‌ها اضافه گردید. دبی آب بر حسب لیتر در دقیقه با استفاره از کنتور اندازه‌گیری شد و با اندازه‌گیری زمان، آبیاری برای هر کرت انجام شد. در مرحله گل‌دهی آبیاری برای تیمارهای تنش خشکی در کرت‌های معین‌شده قطع گردید. در مجموع تیمار آبیاری معمول ۱۰ دور و تیمار تنش خشکی تا مرحله گل‌دهی ۶ دور آبیاری شدند که میزان آب مصرفی برای تیمار شاهد ۲۲۲۰ مترمکعب در هکتار و برای تیمار تنش در مرحله گل‌دهی ۱۳۳۰ مترمکعب در هکتار بود. از زمانی که تیمارهای تنش خشکی اعمال شد، در ساعت یک بعد از ظهر و با استفاده از دماسنج مادون‌قرمز دمای سایه‌انداز گیاهی هر کرت اندازه‌گیری شد (Lutron- Tm- 958 Taiwan). در چهار طرف هر کرت چهار بار با قرار دادن دماسنج مادون‌قرمز با زاویه مایل نسبت به سطح سایه‌انداز گیاهی به اندازه‌گیری دما اقدام شد و میانگین آن‌ها به عنوان دمای سایه‌انداز آن کرت در نظر گرفته شد. در تاریخ ۲۸ خردادماه ۱۳۹۳ هنگامی‌که

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2]

کل بوته‌های مزرعه زرد شدند، برداشت مزرعه از دو ردیف وسط هر کرت که دست نخورده باقی مانده بودند، صورت گرفت. برداشت کرت‌های آزمایشی به‌صورت دستی از سطح خاک با داس و در سطح یک مترمربع انجام شد و بوته‌های برداشت‌شده از هر کرت، به آزمایشگاه منتقل شدند. به منظور تعیین عملکرد دانه، بوته‌های موجود در مساحت یک مترمربع از وسط هر کرت برداشت شدند و بمدت ۴۸ ساعت در آون و در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. هم‌چنین پس از جداسازی دانه‌ها از خورجین، و اندازه‌گیری اجزای عملکرد، وزن دانه‌ها با ترازو توزین و عملکرد دانه برحسب کیلوگرم در هکتار تعیین شد. تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت و نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

اثر تنش خشکی و سالیسیلیک اسید بر اجزای عملکرد و عملکرد ارقام کلزا

طول خورجین در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد اثر رژیم آبیاری، رقم و سالیسیلیک اسید بر طول خورجین معنی‌دار بود (جدول ۱). هم‌چنین تنش خشکی پایان فصل باعث کاهش ۱۲/۳ درصدی طول خورجین در گیاه کلزا شد (شکل ۱). با مقایسه میانگین اثر رقم روی این صفت مشخص شد که طول خورجین در رقم RGS برابر با ۵/۸۲ بوده که دارای طول خورجین بیش‌تری نسبت به رقم ساری گل (۵/۱۷ سانتی‌متر) بود (شکل ۲). در بین تیمارهای سالیسیلیک اسید تیمار ۱/۵ میلی‌مولار از طول خورجین بیش‌تری (۵/۶۷ سانتی‌متر) برخوردار بود (شکل ۳). از طرف دیگر برهمکنش سالیسیلیک اسید با رژیم آبیاری روی طول خورجین در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار بودکه می‌تواند نشان‌دهنده نقش تعدیل‌کنندگی سالیسیلیک اسید در شرایط تنش خشکی باشد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش نشان داد در شرایط آبیاری مطلوب تیمار یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید خورجین‌های با طول بیش‌تری نسبت به دیگر تیمارهای سالیسیلیک اسید تولید کرد (شکل ۴). در شرایط تنش خشکی پایان فصل، طول خورجین در تیمارهای ۰/۵ و یک میلی‌مولار نسبت به تیمار شاهد روند کاهشی داشت اما در تیمار ۱/۵ و دو میلی‌مولار سالیسیلیک اسید، طول خورجین افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای ۰/۵ و یک میلی‌مولار داشته است (شکل ۴). Kimber و Mc Gregor (۱۹۹۵) چنین اظهار داشتند که طول خورجین در بوته یک صفت ژنتیکی بوده ولی می‌تواند از شرایط محیطی نیز اثر بپذیرد. Gan و همکاران در سال (۲۰۰۴) گزارش کردند که تنش خشکی عملکرد را فقط از طریق کاهش تعداد و طول خورجین در بوته کاهش می‌دهد.

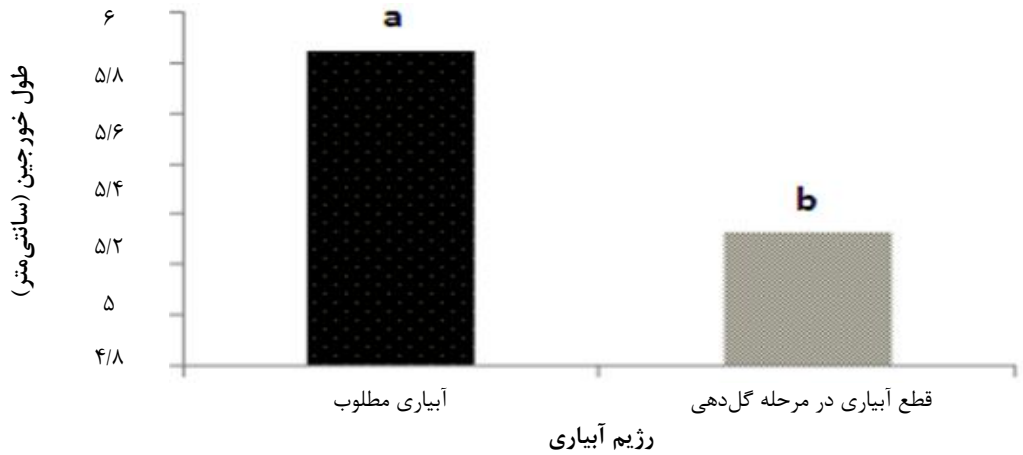
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1394.7.27.3.2]

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات گیاهی دو رقم کلزا در رژیم‌های مختلف آبیاری و غلظت‌های متفاوت سالیسیلیک اسید

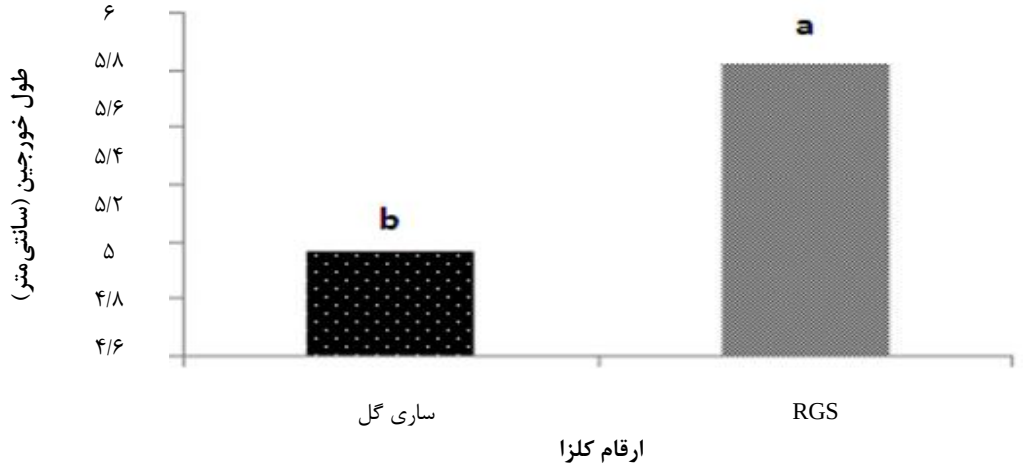
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		طول خورجین	تعداد دانه در خورجین	عملکرد دانه
بلوک (R)	۲	۰/۱۰ ns	۲/۸۴ns	۷۳۷۷۰/۸۸ ns
رژیم آبیاری (ST)	۱	۷/۷۷ *	۵۰/۹۹*	۱۰۲۲۳۸۹/۲۸ **
خطای کرت اصلی	۲	۰/۲۵	۲/۹۵	۷۲۱۷/۹۱
رقم(V)	۱	۶/۳۷ **	۵۱/۵۵**	۲۹۴۳۷/۳۵*
ST×V	۱	۰/۰۷ ns	۲۱/۷۳**	۸۵۳۹/۴۹ ns
خطای کرت فرعی	۴	۰/۱۰	۱/۶۵	۴۲۱۱/۵۱
سالیسیلیک اسید (SA)	۴	۰/۲۹ *	۱۱/۷**	۴۱۶۳/۷۶ **
ST×SA	۴	۰/۶۵**	۱۷/۱۶**	۸۹۵۴/۶۷ **
V×SA	۴	۰/۰۸ ns	۲/۸۱ns	۱۲۳۰/۰۸ ns
ST×V×SA	۴	۰/۰۹ ns	۳/۰۷ns	۱۷۸۹/۶۴۱ *
خطای کل	۳۲	۰/۳۵	۴/۶	۶۱۰/۶۵۶
ضریب تغییرات(درصد)		۵/۸۳	۶/۰۹	۴/۸۱

ns، * و **: به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنیدار و اختلاف معنیدار در سطوح احتمال پنج و یک درصد میباشند .



شکل ۱: اثر رژیم آبیاری بر طول خورجین در کلزا

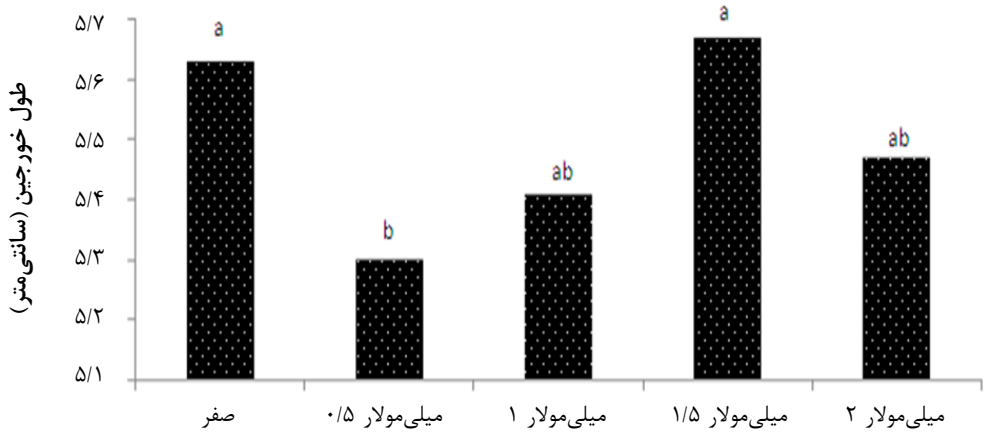
ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل ۲: اثر رقم بر طول خورجین در کلزا

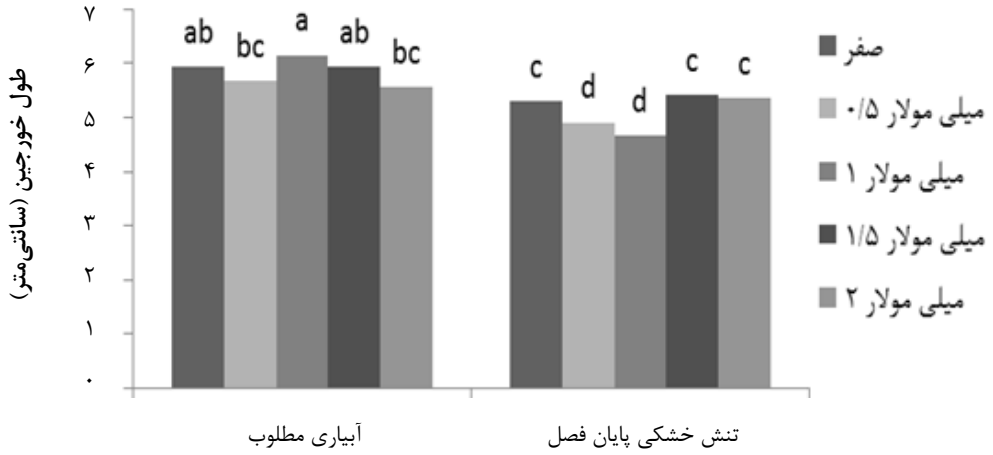
ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2]



شکل ۳: اثر سالیسیلیک اسید بر طول خورجین در کلزا

ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل ۴: برهمکنش رژیم آبیاری و سالیسیلیک اسید بر طول خورجین در بوته

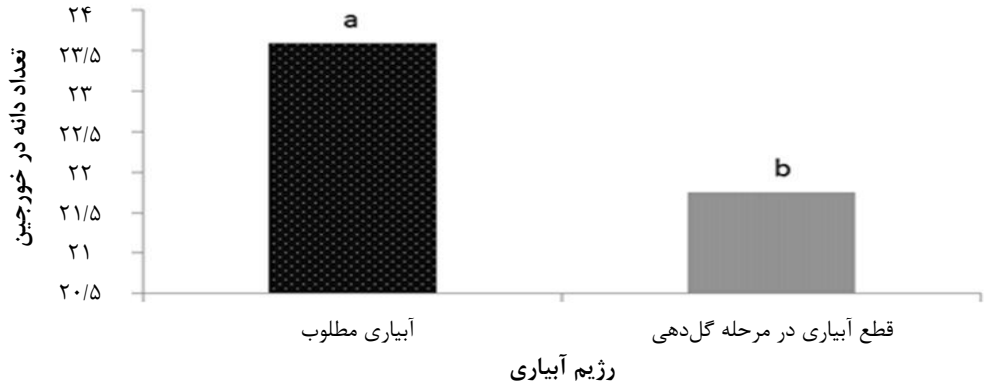
ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

تعداد دانه در خورجین

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که اثر اصلی رژیم آبیاری، رقم و سالیسیلیک اسید و بره م‌کنش رقم در رژیم آبیاری و رژیم آبیاری و سالیسیلیک اسید بر تعداد دانه در خورجین معنی‌دار بوده است (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تعداد دانه در خورجین در تیمارهای آبیاری مطلوب ۲۳/۵ و در تیمارهای تنش ۲۱/۷ بوده که نشان‌دهنده اثر کاهشی تنش روی این صفت می‌باشد (شکل ۵). امامی و همکاران (۱۳۹۱) بیان کردند وقوع تنش خشکی در مرحله رشد زایشی موجب کاهش جذب مواد پرورده و درنتیجه کاهش فتوسنتز برگ و تولید شیره پرورده گردیده که این وضعیت موجب از بین رفتن گل‌ها و در نتیجه افزایش آسیب‌پذیری تشکیل دانه در غلاف‌ها در شرایط تنش خشکی می‌شود. Ma و همکاران در سال ۲۰۰۶ گزارش کردند که برخورد مراحل زایشی گیاه کلزا با تنش خشکی موجب کاهش حداکثری صفات

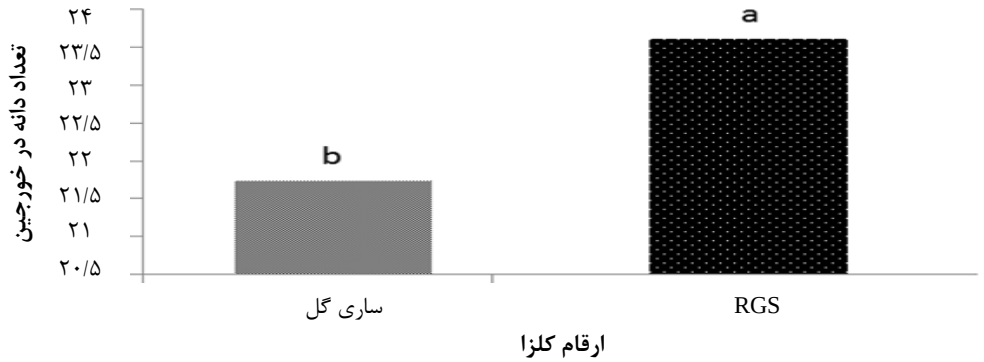
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2]

وابسته به عملکرد نظیر تعداد دانه در خورجین می‌شود که بـه دنبال کاهش تعداد و طول خورجین در بوته بوجود می‌آید. Jones و همکاران (۱۹۹۵) اظهار داشتند که تنش خشکی در مرحله گل‌دهی تعداد دانه در خورجین را تحت اثر قرار می‌دهد که با نتایج پژوهش حاضر در هر دو رقم مطابقت دارد. نصری و همکاران (۱۳۸۵) کاهش ۳۵ درصدی را تعداد دانه در خورجین در اثر تنش خشکی گزارش کردند. به نظر می‌رسد یکی از دلایل کاهش تعداد دانه در بوته در پی اعمال تنش رطوبتی، کاهش ایجادشده در تعداد گل‌هایی است که در مرحله زایشی به خورجین تبدیل می‌شود (Jensen *et al.*, 1996). هم‌چنین عامل کنترل‌کننده محدودیت عرضه مواد پرورده به گل آذین و یا افت قدرت مقصد در اثر تغییرات هورمونی خشکی پایان فصل از دلایل توقف گل‌دهی و درنتیجه محدودیت تعداد دانه در بوته می‌باشد (سیداحمدی و همکاران، ۱۳۹۰). دلخوش و همکاران (۱۳۸۴) رابطه مستقیمی را بین تعداد دانه در خورجین با طول خورجین و در نهایت عملکرد کلزا مشاهده کردند که این رابطه با نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه این دو صفت در دو رقم ساری گل و RGS در این پژوهش تطابق دارد بدین‌صورت که رقم RGS دارای طول خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین بیش‌تری نسبت به رقم ساری گل بود که منجر به عملکرد بیش‌تر در رقم RGS شد (شکل‌های ۲، ۶ و ۱۰).



شکل ۵: اثر رژیم آبیاری بر تعداد دانه در خورجین

ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.



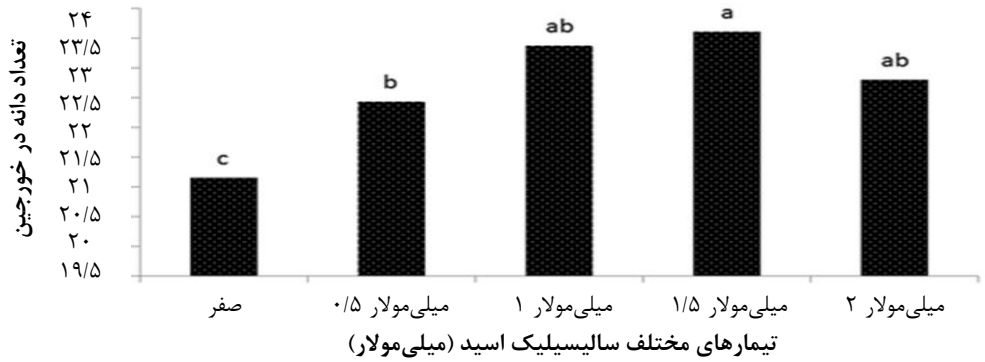
شکل ۶: اثر رقم کلزا بر تعداد دانه در خورجین

ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

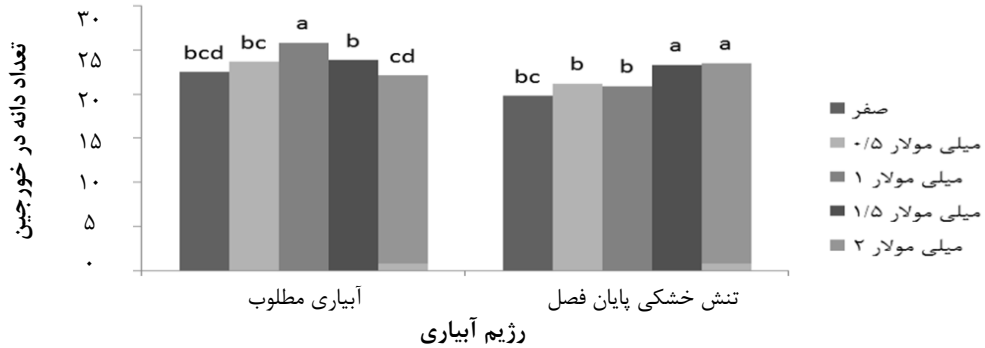
[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2]

اثر سالیسیلیک اسید بر تعداد دانه در خورجین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود . برهمکنش تنش و سالیسیلیک اسید نیز برای این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده ولی برهمکنش رقم و سالیسیلیک اسید بر تعداد دانه در خورجین معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بین تیمارهای سالیسیلیک اسید بیش‌ترین تعداد دانه در خورجین به تیمار ۱/۵ میلی‌مولار به میزان ۲۳/۶ اختصاص داشت که این تعداد برای تیمار شاهد ۲۱/۱۵ بود (شکل ۷). این در حالی است که در شرایط آبیاری مطلوب تیمار یک میلی‌مولار و در شرایط تنش خشکی تیمار دو میلی‌مولار بیش‌ترین تعداد دانه در خورجین را تولید کردند (شکل ۸). بالجانی و شکاری (۱۳۹۱) گزارش کردند پیش تیمار یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در شرایط تنش خشکی توانست ۲۱ درصد اثر کاهشی تعداد دانه در بوته گلرنگ را در اثر تنش خشکی جبران نماید. پیراستهٔا نوشه و امام (۱۳۹۰) نشان دادند که کاربرد برگساره‌ای سالیسیلیک اسید در گندم موجب افزایش ارتفاع بوته، طول دم گل آذین، تعداد سنبلک در هر سنبله، تعداد دانه در هر سنبلک، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، محتوای پرولین آزاد و پروتئین محلول و کاهش دمای سایه‌انداز و شاخص برداشت گردید آن‌ها هم‌چنین نتیجه گرفتند که سالیسیلیک اسید می‌تواند اثرات منفی تنش خشکی را کاهش دهد.



شکل۷: اثر تیمارهای سالیسیلیک اسید بر تعداد دانه در خورجین

ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل ۸: اثر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید در هر رژیم آبیاری بر تعداد دانه در خورجین

ستون‌های با حروف مشابه در هر رژیم آبیاری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2]

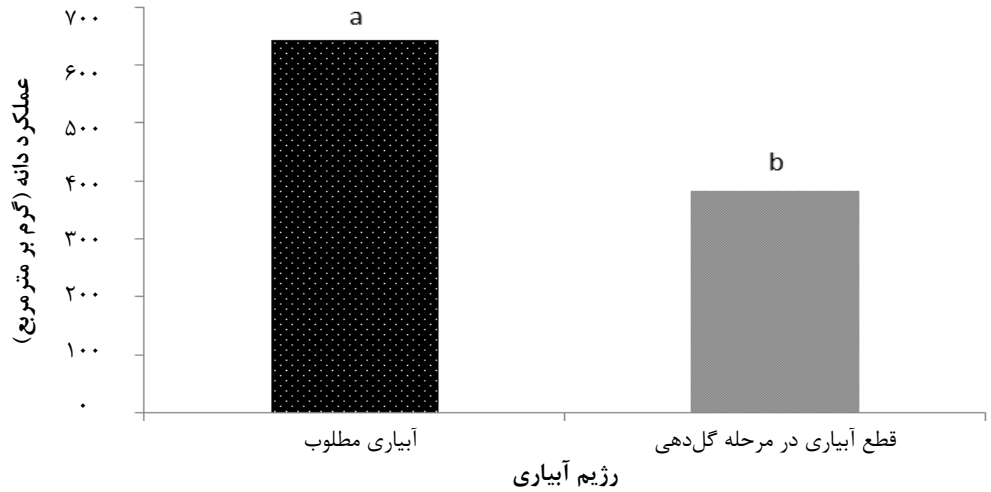
عملکرد دانه

نتایج جدول ۱ نشان داد که اثر رژیم آبیاری، رقم و سالیسیلیک اسید روی عملکرد دانه کلزا معنی دار بود. قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی عملکرد دانه را به میزان ۴۰ درصد کاهش داد به نحوی که عملکرد دانه از ۶۴۳/۸ گرم در مترمربع در شرایط آبیاری مطلوب به ۳۸۲/۸ گرم در مترمربع در شرایط تنش خشکی کاهش یافت (شکل ۹). کمبود آب می‌تواند اثر سویی بر عملکرد کلزا بگذارد ولی این اثر به نوع رقم و مرحله‌ای که تنش اتفاق می‌افتد بستگی دارد (نصری و همکاران، ۱۳۸۵). Angadi و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی در مرحله گل‌دهی عمدتاً مربوط به کاهش تعداد دانه در بوته است ولی کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه، عمدتاً از طریق کاهش وزن هزار دانه اتفاق می‌افتد. در پژوهش حاضر نیز چون تنش از مرحله گل‌دهی آغاز و تا پایان دوره رشد ادامه داشته است، گیاه در هر دو مرحله غلاف‌بندی و پرشدن دانه تحت تنش خشکی بوده پس کاهش زیاد عملکرد دانه در اثر تنش خشکی در این پژوهش به دلیل کاهش تعداد دانه در بوته می‌باشد. Champolivier و Merrin در سال (۱۹۹۶) گزارش نمودند که تنش خشکی ممکن است عملکرد را تا ۵۰ درصد کاهش دهد که کاهش مذکور ناشی از سقط جنین و کاهش خورجین در بوته و تعداد دانه در بوته می‌باشد. در بین ارقام کلزا رقم RGS با عملکرد ۵۳۵/۴ گرم در مترمربع برتری معنی‌داری نسبت به رقم ساری گل با عملکرد ۴۹۱/۱ گرم در مترمربع داشت (شکل ۱۰). برهمکنش تنش خشکی و سالیسیلیک اسید نیز بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۱). پس از انجام مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که در شرایط آبیاری مطلوب در بین تیمارهای سالیسیلیک اسید تیمار یک میلی‌مولار با ۶۶۸/۹ گرم در مترمربع بیش‌ترین و تیمار دو میلی‌مولار با ۶۱۴/۳ گرم در مترمربع کم‌ترین عملکرد را تولید کرده اند ولی در شرایط تنش خشکی با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید عملکرد دانه نیز افزایش یافت به نحوی که کم‌ترین میزان عملکرد دانه در تیمار شاهد (۳۳۰/۵ گرم در مترمربع) و بیش‌ترین میزان عملکرد دانه در تیمار دو میلی‌مولار (۴۲۷/۶ گرم در مترمربع) به‌دست آمد (شکل ۱۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که هر دو رقم پاسخ تقریبا مشابهی به سالیسیلیک اسید هم در شرایط آبیاری مطلوب و هم در شرایط تنش خشکی داشته‌اند. در شرایط آبیاری مطلوب، رقم ساری گل بیش‌ترین عملکرد را تیمار یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید تولید کرده است (۶۴۳/۹ گرم در مترمربع) و در رقم RGS تیمار ۱/۵ میلی‌مولار بیش‌ترین عملکرد (۶۹۳/۹ گرم در مترمربع) را تولید کرده است که با میزان عملکرد تولیدی در تیمار یک میلی‌مولار (۶۵۱/۷ گرم در مترمربع) تفاوت معنی داری نداشته است (شکل ۱۲). پس می‌توان گفت که هر دو رقم پاسخ مشابهی به سالیسیلیک اسید در شرایط آبیاری مطلوب داشته‌اند. در شرایط تنش خشکی نیز هر دو رقم پاسخ مشابهی به سالیسیلیک اسید داشته‌اند بگونه‌ای که در هر دو رقم در شرایط تنش خشکی با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید میزان عملکرد نیز افزایش یافت و در

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

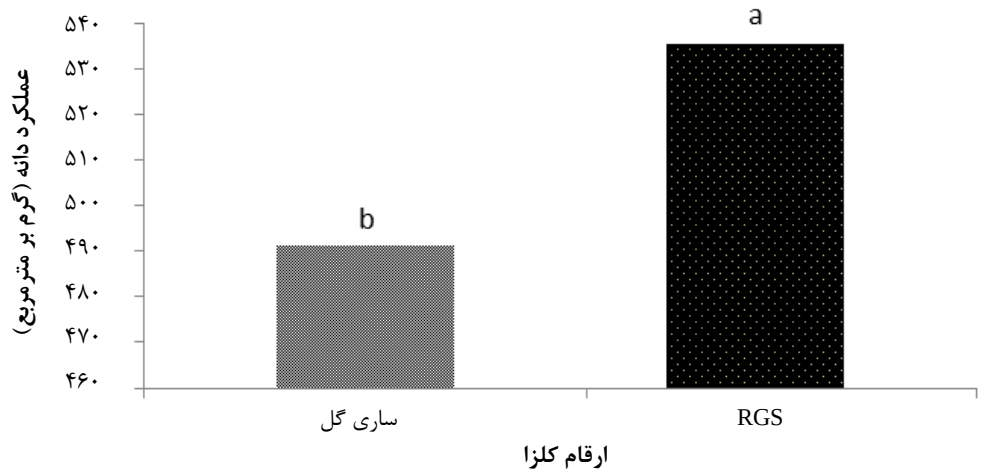
[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2]

تیمار دو میلی‌مولار به حداکثر میزان خود رسید (شکل ۱۳). مطالعات انجام‌شده توسط Gunes و همکاران در سال ۲۰۰۷ نشان داد که کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید در گیاهان تحت تنش، رشد و میزان محصول را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. کیارستمی و همکاران در پژوهش خود در سال ۱۳۹۰ گزارش کردند که سالیسیلیک اسید باعث بهبود رشد و افزایش محصول کلزا تحت شرایط تنش شوری شده است. Arfan و همکاران (۲۰۰۶) افزایش محصول گندم را به میزان ۱۳ درصد در شرایط تنش در اثر کاربرد سالیسیلیک اسید گزارش کردند. مظاهری و منوچهری (۱۳۸۵) در آزمایشی نشان دادند که برهمکنش سالیسیلیک اسید واتیلن خسارت ناشی از خشکی را در کلزا تا ۲۶ درصد جبران می‌کند. به‌طورکلی رقم RGS هم در شرایط آبیاری مطلوب و هم در شرایط تنش خشکی نسبت به رقم ساری گل عملکرد بالاتری را تولید کرد و کاربرد خارجی سالیسیلیک در هر دو رقم توانست بخشی از کاهش عملکرد ناشی از تنش خشکی را جبران نماید.



شکل ۹: اثر رژیم آبیاری بر عملکرد دانه کلزا

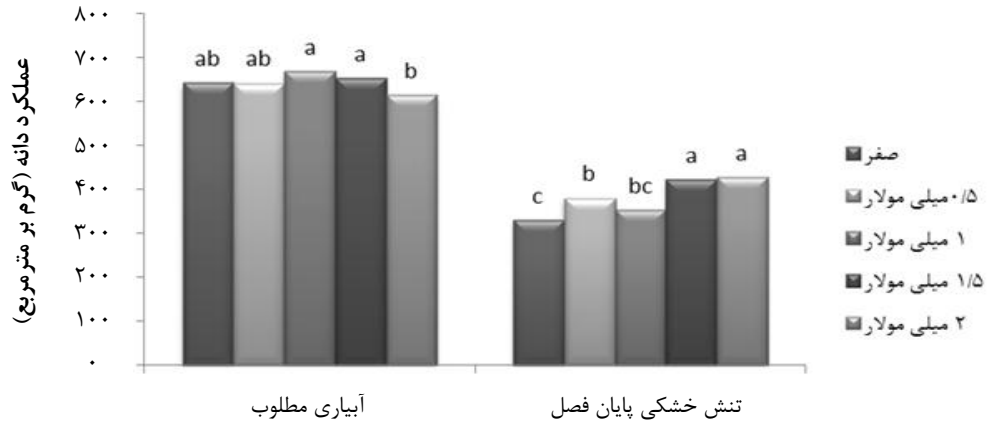
ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل ۱۰: اثر رقم بر عملکرد دانه کلزا

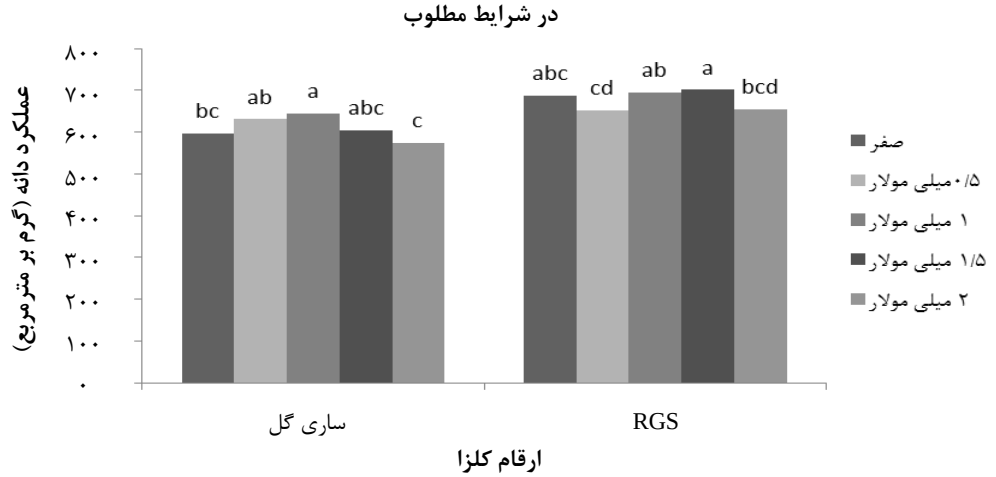
ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2]



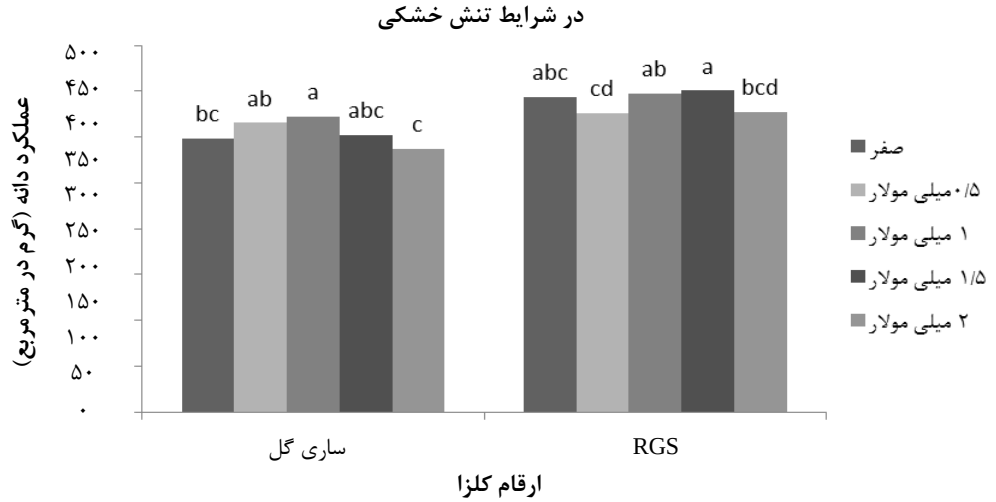
شکل ۱۱: اثر سالیسیلیک اسید در هر رژیم آبیاری بر عملکرد دانه کلزا

ستون‌های با حروف مشابه در هر رژیم آبیاری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل ۱۲: اثر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید در هر رقم بر عملکرد دانه کلزا در شرایط آبیاری مطلوب

ستون‌های با حروف مشابه در هر رقم بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل ۱۳: اثر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید در هر رقم بر عملکرد دانه کلزا در شرایط تنش خشکی پایان فصل

ستون‌های با حروف مشابه در هر رقم بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

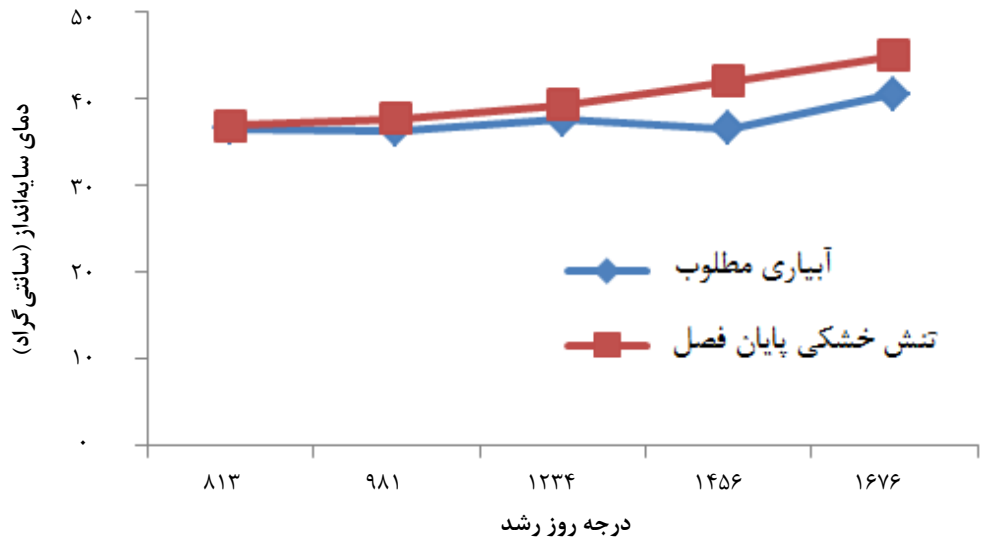
[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2]

روند تغییرات دمای سایه‌انداز گیاه

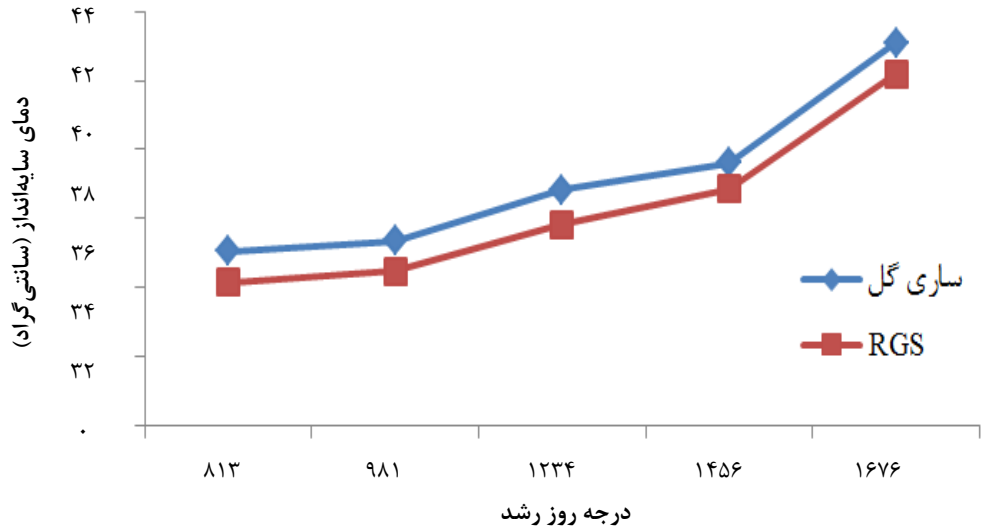
دمای سایه‌انداز گیاهی در تیمارهای مختلف آزمایش بعد از اعمال تیمارهای تنش تا پایان دوره رشد گیاه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج نشان داد که از گل‌دهی تا رسیدگی فیزیولوژیک، دمای سایه‌انداز در تیمارهای تنش خشکی و آبیاری مطلوب کم و بیش روند افزایشی داشت ولی در مرحله غلاف رفتن (۱۴۵۶ درجه روز رشد) دمای سایه‌انداز در تیمارهای تنش خشکی نسبت به تیمارهای آبیاری مطلوب ۱۳ درصد افزایش داشت به ا ین صورت که در مرحله ۱۴۵۶ درجه روز رشد دما در تیمارهای تنش خشکی ۴۱/۹۵ درجه سانتی‌گراد و در تیمارهای آبیاری مطلوب ۳۶/۵ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۱۴). افزایش دما در شرایط تنش خشکی به دلیل بسته شدن نسبی روزنه‌ها و در نتیجه عدم انجام فرآیند تعرق میباشد که باعث میشود دمای درونی گیاه به تدریج زیاد شود (امام و نیک‌نژاد، ۱۳۹۰). روند تغییرات دمای سایه‌انداز گیاهی بین ارقام کلزا نیز مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که در هر دو رقم با گذشت زمان دمای سایه‌انداز افزایش‌یافته است که شیب افزایش دما در هر دو رقم از مرحله ۱۴۵۶ درجه روز رشد (غلاف رفتن) تا پایان دوره رشد به حداکثر میزان خود رسیده است (شکل ۱۵). هم‌چنین نتایج نشان داد که رقم RGS از همان ابتدای اندازه‌گیری دمای سایه‌انداز پایین‌تری (۲/۴۵ درصد) نسبت به رقم ساری گل داشته است و این اختلاف دما بین دو رقم تا پایان دوره رشدی گیاه وجود داشته است. پس می‌توان گفت رقم RGS دارای دمای سایه‌انداز پایین تری نسبت به رقم ساری گل در کل طول دوره رشد بوده و در شرایط تنش بهتر می‌تواند پایداری عملکرد خود را حفظ کند. بررسی روند تغییرات دمای سایه‌انداز در تیمارهای مختلف سالیسیلیک اسید نشان داد که دمای سایه‌انداز گیاهی در تمامی تیمارها باگذشت زمان روند افزایشی داشته است و شیب این افزایش در مراحل آخر اندازه‌گیری نسبت به مراحل اولیه بیش‌تر بوده است (شکل ۱۶). بالاترین دمای نهایی سایه‌انداز به میزان ۴۳، ۴۳/۱۵ و ۴۳/۱۸ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در تیمارهای شاهد، ۰/۵ و یک میلی‌مولار سالیسلیک اسید و کم‌ترین دما به میزان ۴۲/۱۸ و ۴۱/۶۷ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در تیمارهای ۱/۵ و دو میلی‌مولار سالیسیلیک اسید مشاهده شد. در مطالعات انجام شده روی برنج، مشخص شد که میزان آب موجود در خاک بر دمای سایهانداز گیاهی اثرگذار است و با افزایش آب در خاک دمای سایه‌انداز گیاهی پایین میباشد (Wen-zhong *et al.*, 2007). در مطالعه حاضر به نظر می‌رسد رقم RGS نسبت به رقم ساری گل با دمای پایین‌تر سایه‌انداز در نهایت عملکرد بالاتری را تولید کرده است (شکل‌های ۵ و ۱۰). Harvath و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که سالسیلیک اسید منجر به افزایش تحمل گیاه به دما های زیاد و کم می‌شود. در پژوهشی روی گندم بیژن زاده و امام (۲۰۱۲) گزارش کردند که رابطه مثبت و معنی داری بین کاهش دمای سایه‌انداز گیاهی و افزایش عملکرد ارقام گندم وجود دارد که دلیل آن تغییرات سطح برگ در مواجهه با تنش خشکی بیان شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

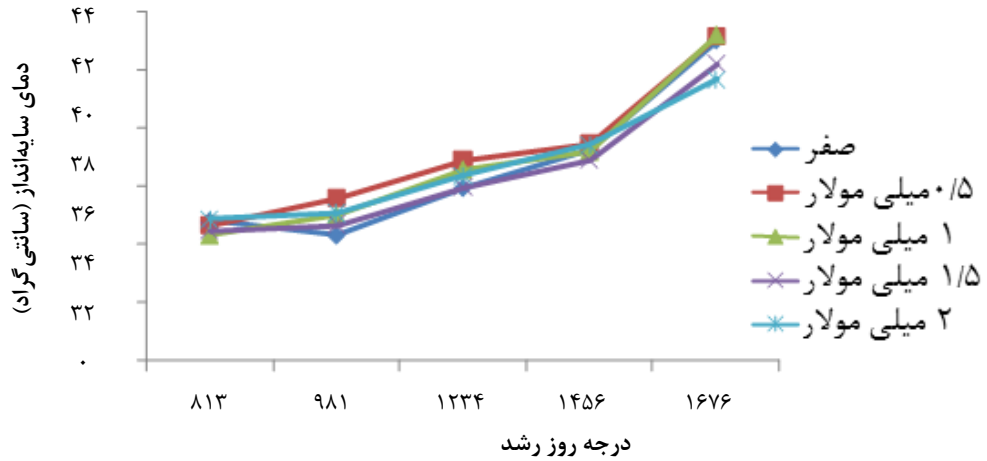
[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2]



شکل ۱۴: روند تغییرات دمای سایه‌انداز گیاهی در تیمارهای تنش خشکی



شکل ۱۵: روند تغییرات دمای سایه‌انداز گیاهی در ارقام کلزا



شکل ۱۶: روند تغییرات دمای سایه‌انداز گیاهی در تیمارهای سالیسیلیک اسید

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2]

نتیجه گیری

نتایج بیانگر این بود که هر دو رقم کلزا در مراحل پایانی رشد (گل‌دهی) به تنش خشکی بسیار حساس بوده و همزمانی تنش با این مرحله از رشد گیاه، باعث ایجاد خسارت زیادی به محصول می‌شود ب ه گونه‌ای که تنش خشکی باعث کاهش بیش‌تر صفات وابسته به عملکرد و در نتیجه باعث کاهش ۴۰ درصدی عملکرد گردید. ولی به‌طورکلی رقم RGS عملکرد بالاتری را نسبت به رقم ساری گل تولید نمود که نشان‌دهنده برتری و مناسب بودن این رقم برای منطقه داراب می‌باشد. از طرف دیگر استفاده از سالیسیلیک اسید به عنوان فاکتور فرعی فرعی در این آزمایش، اثر متفاوتی را ب ه جای گذاشت. به این صورت که در شرایط آبیاری مطلوب تیمار یک میلی‌مولار و در شرایط تنش تیمار دو میلی‌مولار بیش‌ترین میزان عملکرد را در گیاه کلزا تولید کردند. دمای نهایی سایه‌انداز گیاه نیز تحت اثر سالیسیلیک اسید کاهش یافت که نشان دهنده این است که استفاده از سالیسیلیک اسید در شرایط تنش، می‌تواند از طریق خنک‌تر نگه داشتن سایه‌انداز گیاه رهیافتی برای حفظ و پایداری عملکرد در شرایط تنش خشکی باشد. به‌طورکلی می‌توان چنین نتیجه گرفت، اگرچه تنش خشکی باعث ایجاد اثر سویی بر رشد و عملکرد کلزا شده است ولی استفاده از سالیسیلیک اسید توانسته ۱۳ درصد این خسارت را در رقم RGS جبران کند.

منابع

امام، ی.، و نیک‌نژاد م. ۱۳۹۰. مقدمهای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه شیراز. ۲۵۴ ص.

امامی، ط.، بازدار، س.، کاظمی، ا.، ناصری، ر.، مرادی، م.، و میرزایی، ا. ۱۳۹۱. ارزیابی خصوصیات زراعی و روغن دانه ارقام کلزا تحت تنش خشکی. مجله علوم زراعی ایران. ۴ :۳۳-۲۴.

بالجانی، ر.، و شکاری، ف. ۱۳۹۱. اثر پیش تیمار با سیالیسیلیک اسید بر روابط شاخص‌های رشد و عملکرد در گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت شرایط تنش خشکی آخر فصل. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۱: ۶۳ - ۵۶.

پیراسته‌انوشه، ه.، و امام، ی. ۱۳۹۰. اثر کاربرد شاخساره‌ای سالیسیلیک اسید بر رشد و مورفولوژی سنبله دو رقم گندم تحت رژیم‌های متفاوت آبیاری. دومین کنفرانس فیزیولوژی گیاهی ایران. اردیبهشت. یزد، ۱۱۶ ص.

دلخوش، ب.، شیرانی‌راد، ع. ح.، نورمحمدی، ق.، و درویش، ف. ۱۳۸۴. بررسی اثرات تنش خشکی روی عملکرد و برخی ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیک کلزا. مجله علوم زراعی. ۱۷۶-۱۶۵.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2]

سید احمدی، ع.، قرینه، م.، بخشنده ع.، فتحی، ق.، و نادری، ا. ۱۳۹۰. مطالعه اثر تنش خشکی پایانی بر روی عملکرد دانه، اجزای عملکرد، درصد روغن، درصد پروتئین و خصوصیات رشد ریشه کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط آب و هوایی اهواز. مجله تولیدات گیاهی. ۲۴: ۳۳-۲۴.

شریعتی، ش.، و قاضی‌شهنی‌زاده، پ. ۱۳۸۹. کلزا. نشر وزارت کشاورزی.۲۷۱ص.

کیارستمی، خ.، عبدالملکی، ن.، و حیدری، م. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر سالیسیلیک اسید بر کاهش تنش شوری در کلزا (*Brassica napus* L.). مجله زیست‌شناسی گیاهی. ۴: ۸۲-۶۹.

مظاهری‌تیرانی، م.، و منوچهری کلانتری، خ. ۱۳۸۶. بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر برخی پارامترهای رشد و بیوشیمیایی گیاه کلزا(*Brassica napus* L.) تحت تنش خشکی. مجله علوم پایه اصفهان. ۲۸: ۶۶- ۵۵.

مهرابیان‌مقدم، ن .، آروین، م.، خواجویی‌نژاد، غ. ر.، و مقصودی، ک . ۱۳۹۰. اثر اسید سالیسیلیک بر رشد و عملکرد علوفه و دانه ذرت در شرایط تنش خشکی در مزرعه. مجله نهال و بذر . ۲۷: ۵۵-۴۱.

نصری، م.، حیدری شریف‌آباد، ح.، شیرای‌راد ا.، مجیدی هروان ا.، و زمانی زاده، ح. ۱۳۸۵. بررسی اثر تنش خشکی بر خصوصیات فیزیولوژیک ارقام کلزا. مجله علوم کشاورزی. ۱۲: ۸۱-۷۷.

وفابخش، ج.، نصیری محلاتی، م.، و کوچکی، ع. ۱۳۸۷. اثر تنش خشکی بر عملکرد وکارایی مصرف نور در ارقام کلزا (*Brrasica napus* L.). مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۶: ۲۰۸-۱۹۳.

Ananieva, E. A., Christov, K. N. and Popova, L. P. 2004. Exogenous treatment with salicylic acid leads to increased antioxidant capacity in leaves of barley plants exposed to paraquat. Journal of Plant Physiology 16:319-328.

Angadi, S.V., Cutforth, W., McConkey, B.G. and Gan, Y.T. 2003. Yield adjustment by canola under different plant populations in the semiarid prairie. Crop Science, 43:1358–1366.

Araus, J.L., Slafer, M., Reynolds, P. and Royo, C. 2002. Plant breeding and water relations in C3 cereals: what should we breed for? Annals of Botany 89: 925–940.

Arfan, M., Arthar, R. and Ashraf, M. 2006. Does exogenous application of salicylic acid through the rooting media modulate growth and photosynthetic capacity of two differently adopted durum wheat cultivars under salt stress. Journal of Plant Physiology164: 685-694.

Berukova, M.V., Sakhabutdinova, R., Farkhutdinowa, R.A., Kyldiarov, I. and Shakirova, F. 2000. The role of hormonal changes in protective action of salicylic acid on growth of wheat seedlings under water deficit. Agrochemica 2: 51-54.

Bijanzadeh, E, **Emam Y. 2012.** Evaluation of crop water stress index, canopy temperature and

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2]

grain yield of five Iranian wheat cultivars under late season drought stress. Journal of Plant Physiology and Breeding 2:23-33

Champolivier, L. and Merrin, A. 1996. Effects of water stress applied at different growth stages to *Brassica napus* L. Var. oleifera on yield, yield components and, seed quality. European Journal of Agronomy 5: 153-160.

Daneshmand, A.R., Shirani Rad, A.H. and Ardakani, M.R. 2006. Evaluation of water deficit stress on tolerance of spring rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes. Agronomy Research 1: 48-60.

Gan, Y., Angadi, S.V., Cutforth, H., Potts, D., Angadi, V.V. and MacDonald, C.L. 2004. Canola and mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages. Canadian Journal of Plant Science 84: 679-704.

Gunes, Y.A., Inal, M., Alpaslan, F., Eraslan, E., Bagci, G. and Cicek, G.N. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. Journal of Plant Physiology 164 (4): 728-736.

Harvath, E., Szalai G. and Janda, T. 2007. Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. Journal of Plant Growth Regulators 26:290-300.

Hayat S., and Ahmad, A. 2007. Salicylic Acid: A Plant Hormone. Springer. ISBN 1402051832. 410pp.

Janda, T., Szalai, G., Tari, I. and Paldi, E. 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effect of chilling injury in maize plants. Planta 205: 175-180.

Jensen, C.R., Mogensen, V.O., Mortensen, G., Fieldsend, J. K., Milford, G.F.J., Andersen, M.N. and Thage, 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.

Jones, R.J., Rooessler, J. and Outtar, S. 1995. Thermal environment during endosperm cell division and grain filling in maize. Effects on kernel growth and development in Vitro. Crop Science 35: 762-769.

Kimber. D.S., and Mc Gregor, D.L. 1995. Brassica oil seeds: Production and Utilization. CAB international.pp: 353-364.

Ma, Q., Niknam, S.R. and Turner, D.W. 2006. Responses of osmotic adjustment and seed yield of *Brassica napus* and *B. juncea* to soil water deficit at different growth stages. Australian Journal of agriculture Research 57: 221-226.

Mendham, N.J. and Salisbury, P.A. 1995. Physiology, crop development, growth and yield of Brassica oilseeds. CAB International, pp: 11-64.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2]

Nielsen, D.C. and Janick J. 1996. Potential of canola as a dryland crop in northeastern Colorado. Progress in new crops proceeding of the third national symposium indianapolis 22: 281-287.

Senaranta, T., Touchell., D., Bumm, E. and Dixon, K. 2002. Acetylsalicylic (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulations 30: 157-161.

Wen-zhong, Z., Ya-dong, H. and Hong-juan, D. 2007. Relationship between canopy temperature at flowering stage and soil water content, yield components in rice. Rice Science 14: 67-70.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.27.3.2]