اثر محلول‌پاشی سولفات روی و سالیسیلیک‌اسید بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی و عملکرد گلرنگ تحت تنش خشکی

مسلم علیزاده [۱]، حمیدرضا بلوچی [۲،*]، محسن موحدی‌دهنوی [۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه یاسوج
[۲] دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه یاسوج
*پست الکترونیک نویسنده مسئول:balouchi@yu.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۳)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی سولفات روی و سالیسیلیک‌اسید بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد گلرنگ رقم صفه تحت تنش خشکی، در منطقه یاسوج، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دانشگاه یاسوج، در سال ۱۳۹۱ انجام شد. عوامل مورد آزمایش شامل تنش خشکی در سه سطح آبیاری پس از مصرف ۱۰٪، ۳۰٪ و ۶۰٪ رطوبت قابل‌دسترس، به ترتیب به‌عنوان سطوح بدون تنش، تنش ملایم و تنش شدید و محلول‌پاشی در ۵ سطح، شامل شاهد، سالیسیلیک‌اسید (۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار) و سولفات روی (۳ گرم در لیتر) بودند. نتایج نشان داد که برهم‌کنش تنش خشکی و محلول‌پاشی برای صفات تعداد طبق، تعداد طبق بارور، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و عملکرد معنی‌دار و برای سایر صفات اندازه‌گیری‌شده غیر معنی‌دار بودند. عملکرد دانه گیاه در گیاهان تحت تنش کاهش یافت؛ اما با محلول‌پاشی سولفات روی و سالیسیلیک‌اسید افزایش نشان داد. بالاترین میزان عملکرد دانه در ۳۰٪ و ۶۰٪ تخلیه رطوبتی به محلول‌پاشی با ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید بود. بالاترین میزان عملکرد دانه تک بوته در سطح تنش خشکی با ۱۰ درصد با محلول‌پاشی سولفات روی به دست آمد. در تمام سطوح تنش خشکی بالاترین میزان وزن هزار دانه به‌دست‌آمده به محلول‌پاشی سولفات روی تعلق داشت و بالاترین تعداد طبق بارور در سطح ۱۰ و ۶۰ درصد تنش خشکی مربوط به محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۱ میلی‌مولار بود. بالاترین تعداد دانه در طبق در سطح تنش خشکی ۶۰ درصد مربوط به محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار بود.

کلیدواژه‌ها: تنش خشکی، سولفات روی، سالیسیلیک‌اسید، گلرنگ، محلول‌پاشی

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-07]

مقدمه

گلرنگ مدت‌هاست که در بسیاری از کشورهای جهان به‌عنوان یک گیاه سازگار و مفید، با کاربردهای مختلف کشت می‌شود با توجه به اهمیت زیادی که اسیدهای چرب غیراشباع در کیفیت تغذیه‌ای روغن دارند. بومی بودن این گیاه و سازگاری آن با شرایط اقلیمی ایران ازجمله امتیازات گیاه گلرنگ در ایران می‌باشد. از بین دانه‌های روغنی سازگار با شرایط آب و هوایی کشور، گلرنگ به‌عنوان گیاه مقاوم به تنش شوری و خشکی (باسیل و کافکا[1]، ۲۰۰۲) و با داشتن تیپ‌های بهاره و پاییزه، آینده نویدبخشی دارد (پاسبان اسلام، ۱۳۹۰).

تنش خشکی یکی از تنش‌های محیطی بوده که روی اکثر مراحل رشد، ساختار و فعالیت‌های گیاهی، آثار مخرب و زیان‌آوری وارد می‌سازد و مانع تظاهر کامل پتانسیل ژنتیکی گیاهان زراعی بوده و ازاین‌رو موجب کاهش تولیدات کشاورزی می‌گردد (زوارت و باستیانسن[2]، ۲۰۰۴).

تنش محدودیت آب بر کلیه جنبه‌های رشد و نمو گیاه به یک‌میزان تأثیر نمی‌گذارد. بعضی از فرآیندها نسبت به افزایش تنش خشکی خیلی حساس هستند، درحالی‌که سایر فرآیندها کمتر تحت تنش کمبود آب قرار می‌گیرند (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷). میزان خسارت وارده به گیاه در اثر تنش به گونه گیاه و تیپ رشد گیاه بستگی دارد. اغلب گیاهان زراعی به‌ویژه در طی دوره گلدهی تا نمو بذر به تنش کمبود آب حساس هستند. در تعدادی از گیاهان مشاهده شد که ماده خشک ذخیره‌شده در دانه، بیشتر نتیجه فتوسنتز بعد از گلدهی می‌باشد، بنابراین اثر تنش محدودیت آب به مرحله رشد گیاه در زمان وقوع تنش بستگی دارد. تنش در مرحله ابتدایی ممکن است تعداد سلول‌های آغازین تشکیل‌شده را کاهش دهد. از طرف دیگر اثر تنش در مرحله گلدهی بسیار زیان‌آور است (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷).

تنش یا کمبود آب سبب کاهش حجم آب در گیاه، فشار تورژسانس و پتانسیل کل آب، پژمردگی و بسته شدن روزنه‌ها، کاهش در حجم سلول و متعاقبان کاهش رشد می‌شود. در صورت کمبود بسیار زیاد آب با طولانی شدن تنش، توقف در فتوسنتز، تجزیه متابولیسمی و درنهایت مرگ صورت می‌گیرد (بونرت[3] و همکاران، ۱۹۹۵). تنش خشکی در گیاهان تغییرات ساختاری و مورفولوژیکی زیادی را سبب می‌شود.

بهترین راه برای افزایش عملکرد، تولید و پایداری محصول در شرایط کمبود آب، افزایش کاشت رقم‌های متحمل به خشکی است. افزایش مقاومت گیاهان از راه‌های مختلف شامل به‌نژادی و استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد عملی است. در مقایسه با روش‌های به‌نژادی که اغلب بلندمدت و هزینه‌بردار هستند، تغذیه و رفع کمبود مواد غذایی و استفاده از مواد شیمیایی مانند سالیسیلیک‌اسید، جاسمونیک‌اسید و غیره آسان‌تر و ارزان‌تر است.

تنش خشکی یکی از عوامل محدودکننده تولیدات گیاهی است و سالیسیلیک‌اسید به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی، قادر است مقاومت به خشکی را در گیاهان افزایش دهد. کارایی سالیسیلیک‌اسید در القاء به تنش، بسته به نوع گیاه و یا غلظت سالیسیلیک‌اسید دارد (هوراس[4] و همکاران، ۲۰۰۷). تولید سالیسیلیک‌اسید در گیاه در پاسخ به تنش است.

سالیسیلیک‌اسید نقش مهمی در ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی بر عهده دارد (راسکین[5]، ۱۹۹۲). سالیسیلیک‌اسید سبب افزایش مقاومت به شوری گیاهچه‌های گندم (شکیروا[6] و همکاران، ۲۰۰۳) و مقاومت به کمبود آب می‌گردد (بزروکوا[7] و همکاران ۲۰۰۱). کورکماز[8] و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که استفاده از استیل سالیسیلیک‌اسید با غلظت‌های ۱-۰/۱ میلی‌مولار به‌صورت خیساندن بذری و اسپری برگی بر روی دانه‌های خربزه اثرات تنش خشکی را در این گیاه کاهش می‌دهد.

تحریک رشد بعد از استفاده کامل از سالیسیلیک‌اسید در بعضی از گیاهان ازجمله گندم

[1] Bassil and Kaffka
[2] Zwart and Bastiaanssen
[3] Bohnert
[4] Horvath
[5] Raskin
[6] Shakirova
[7] Bezrukova
[8] Korkmaz

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-07]

(شکیروا و همکاران، ۲۰۰۳) و سویا (گـویتریز-کورنـادو[1] و همکاران، ۱۹۹۸) گزارش شده است.

سالیسیلیک‌اسید همچنین مانند یک محافظ در برابـر تنش عمل می‌کند. گویتریز-کورنـادو و همکـاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که محلول‌های سالیسیلیک‌اسید بـه‌صـورت محلول‌پاشی روی ساقه‌های سویا به‌طور معنـی‌داری رشـد ساقه‌ها و ریشه‌هـا را در شـرایط گلخانـه و مزرعـه افـزایش داده است. سالیسیلیک‌اسید سبب افزایش تحمل به شوری در گیاهچـه‌هـای گنـدم (شـاکیروا و همکـاران، ۲۰۰۳) و مقاومت بـه کمبـود آب مـی‌گـردد (بزورکـاوا و همکـاران، ۲۰۰۱).

تغذیـه خـوب گیاهـان در مقاومـت آن‌هـا بـه انـواع تنش‌های زنده و غیرزنده نقـش بسـیار مهمـی دارد. اکثـر خاک‌های زراعی ایران به دلایـل متعـددی ازجملـه آهکـی بودن خاک‌ها، بیکربنات بودن آب آبیاری، پایین بودن مواد آلی خاک و مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته، دچـار کمبـود شـدید ریزمغـذی‌هـا بـه‌ویـژه روی مـی‌باشـد. روی در گرده‌افشـانی و لقـاح نقـش مهمـی داشـته و بـرای تولیـد اکسین جهت رشد سلولی موردنیاز است. همچنین روی در افزایش طول لوله گرده و زنده ماندن تخمک نقـش دارد و از طریق بالا بـردن مقـدار کربوهیـدرات و مـواد حاصـل از همانندسازی و افزایش میزان اکسین در افزایش وزن میـوه و کـاهش ریـزش میـوه مـؤثر اسـت. روی در بیوسـنتز تریپتوفان که پیش مـاده سـنتز اکسـین اسـت نقـش دارد (مارشنر[2]، ۱۹۹۵). در مناطق خشک و نیمه‌خشـک، بـرای استفاده بهینه از کودهای شیمیایی و برای افزایش عملکرد و کیفیـت (ارزش زیسـتی)، مصـرف کودهـا از طریـق محلول‌پاشی ضروری است (مارشـنر، ۱۹۹۵). بـا توجـه بـه نیـاز کشـور بـه روغـن‌هـای نبـاتی و کمبـود آب آبیـاری، تحقیقات درزمینه مراحل حساس نموی گیاهـان روغنـی و اعمالی که باعـث تقلیـل اثرهـای زیـان‌آور خشـکی شـود، ازجمله استفاده صحیح از عناصر غذایی، امری ضـروری در جهت بهبود وضعیت کشاورزی کشور خواهد بود.

ایران با قـرار گـرفتن در عـرض جغرافیـایی ۲۵ تـا ۳۸ درجه جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد و عملکـرد گیاهان زراعی در این مناطق به علت کمبود نزولات جـوی به‌شدت کاهش می‌یابد. از طرفـی اسـتفاده از سـولفات روی و سالیسیلیک‌اسید باعث مقاومت و مدیریت بهتـر گیاه در برابر تنش‌ها به‌خصوص تنش خشکی می‌شـود. ازاین‌رو در این تحقیق انتظـار مـی‌رود کـه اسـتفاده از سولفات روی و سالیسیلیک‌اسید و محلول‌پاشـی آن‌هـا قبل از اعمال تنش، باعـث آمـادگی بهتـر گیـاه جهـت مقابله و روبرو شدن با تنش خشکی و نیز باعث بهبـود عملکرد و اجزاء عملکرد و استفاده بهینه از منـابع آبـی در دسترس گردد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی سـولفات روی و سالیسـیلیک‌اسـید بـر خصوصـیات مورفولـوژیکی و عملکـرد گلرنـگ (رقـم صـفه) تحـت تـنش خشـکی، آزمایشی گلدانی در تابستان ۱۳۹۱ در دانشگاه یاسـوج اجرا گردید. آزمـایش بـه‌صـورت فاکتوریـل و در قالـب بلوک‌های کامل تصـادفی در چهـار تکـرار انجـام شـد. عوامل مورد آزمایش شامل تنش خشکی در سه سـطح بدون تنش، تنش ملایم و شـدید، محلـول‌پاشـی در ۵ سـطح، شـامل شـاهد، سالیسـیلیک‌اسـید در ۳ سـطح (۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار) و سولفات روی (۳ گـرم در لیتر) بود.

برای آماده‌سازی خاک مورداستفاده در گلـدان‌هـا، مخلوطی از خاک مزرعه و ماسه با نسبت ترکیب ۳ بـه ۱ (سه قسمت خاک مزرعه و یک قسمت ماسـه) تهیـه شد. کود اوره و فسـفر، بـه ازای هـر گلـدان ۰/۵ گـرم سوپر فسفات (معادل ۳۲ کیلوگرم در هکتار) به‌صـورت مخلوط با خاک گلـدان و کـود اوره بـه‌صـورت سـرک دومرتبـه، هـر بـار ۱ گـرم (معـادل ۱۳۰ کیلـوگرم در هکتار)، یک‌بار به هنگام جوانه‌زنی و بار دیگر در مرحله ۴ برگی به‌کاربرده شد. پس از انتخاب بـذور همگـن از گلرنگ رقم صفه، با قارچ‌کـش کاربوکسـیل ضـدعفونی شد. گلدان‌ها با قطر ۲۰ و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر، بـا ۱۰ کیلوگرم از مخلوط تهیه‌شده پـر گردیـد. جهـت ایجـاد زه‌کشی مناسب در گلدان‌هـا، ۳ سـوراخ بـه قطـر ۰/۵ سانتی‌متر در ته گلدان‌ها تعبیه شـد. درون هـر گلـدان تعداد ۴ عدد بذر گلرنگ در عمـق ۳ سـانتی‌متـر قـرار گرفت. بعد از سبز شدن به ۲ بوته در هر گلـدان تنـک

[1] Gutierrez-Coronado
[2] Marschner

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-07]

شدند. هر واحد آزمایش در این تحقیق دو گلدان بود؛ که یکی از آن‌ها برای نمونه‌برداری و دیگری برای عملکرد و اجزای عملکرد در نظر گرفته شد.

گلدان‌ها از مرحله کاشت تا مرحله جوانه‌زنی با آب، به مقدار یکسان برای همه گلدان‌ها، آبیاری شدند و پس از ثبت تاریخ دقیق جوانه‌زنی (زمانی که ۵۰ درصد جوانه‌زنی انجام شد)، گلدان‌ها با یک گرم کود اوره به ازای هر گلدان در این مرحله تغذیه شدند. در مرحله ۴ برگی (دوره رشد سریع گیاه)، اعمال تیمارهای سالیسیلیک‌اسید و سولفات روی به‌صورت محلول‌پاشی شروع و سپس ۱۰ روز بعد تکرار شد. لازم به ذکر است که اعمال تنش خشکی بلافاصله پس از محلول‌پاشی نوبت اول اعمال گردید. به این منظور پس از تعیین درصد ظرفیت مزرعه‌ای (FC) هر گلدان، آبیاری در سه سطح پس از مصرف ۱۰٪، ۳۰٪ و ۶۰٪ رطوبت قابل‌استفاده، به ترتیب به‌عنوان سطوح بدون تنش، تنش ملایم و تنش شدید به روش وزنی اعمال گردید. برای تعیین ارتفاع گیاه، سطح برگ و تعداد برگ یک بوته به‌طور تصادفی در مرحله گلدهی انتخاب و موردانداره‌گیری قرار گرفتند. به هنگام برداشت، عملکرد دانه بوته‌های درون گلدان، پس از جداسازی کاه و کلش و توزین دانه‌ها به‌وسیله ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ و برحسب گرم، محاسبه گردید.

تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی با آزمون حداقل میانگین مربعات (LSD) در سطح ۵٪ و برای صفاتی که اثر متقابل معنی‌دار داشتند از روش برش دهی معمولی و مقایسه میانگین به روش L.S.Means استفاده گردید.

نتایج و بحث

تعداد برگ: با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر فاکتورهای آزمایش (تنش خشکی، محلول‌پاشی) و اثر متقابل آن‌ها بر صفت تعداد برگ غیر معنی‌دار شده است.

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برخی از صفات مورفولوژیک در گیاه گلرنگ تحت تنش خشکی و محلول‌پاشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ	ارتفاع گیاه	سطح برگ
بلوک	۳	۱۵/۷۷ ns	۹۵/۵۷ ns	۳/۸۶ ns
تنش خشکی	۲	۱۲۶/۱۵ ns	۷۱۰/۴۵ **	۴/۶۹ ns
محلول‌پاشی	۴	۴۷/۸۹ ns	۱۷۱/۷۳ *	۷۵/۲۷ **
تنش خشکی×محلول‌پاشی	۸	۵۶/۹۴ ns	۹۳/۱۶ ns	۳/۶۲ ns
خطا آزمایشی	۴۲	۴۹/۱۳	۶۵/۴۰	۱۴/۳۴
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲۰/۳۸	۱۱/۷۱	۳۰/۸

**،* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی‌دار را نشان می‌دهند.

ارتفاع گیاه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جدول ۱) که اثرات تنش خشکی و محلول‌پاشی بر صفت ارتفاع گیاه گلرنگ دارای اثر معنی‌داری به ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد بودند. اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی برای ارتفاع گیاه غیر معنی‌دار بود.

با افزایش تنش خشکی میزان ارتفاع گیاه کاهش بسیاری معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲) به‌طوری‌که بیشترین میزان ارتفاع گیاه متعلق به تنش خشکی با ۱۰٪ تخلیه رطوبتی با میانگین ۷۵/۲۰ سانتی‌متر و کمترین آن به سطح تنش خشکی با ۶۰٪ تخلیه رطوبت با میانگین ۶۳/۳۰ سانتی‌متر تعلق داشت. اختلاف میزان ارتفاع گیاه گلرنگ در سطح خشکی با ۱۰٪ تخلیه رطوبتی نسبت به سطح خشکی با ۶۰٪ تخلیه رطوبتی بیش از ۱۸ درصد کاهش را نشان می‌دهد.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول ۳) که با افزایش سطوح فاکتور محلول‌پاشی میزان ارتفاع گیاه کاهش نامنظم داشت به‌طوری‌که بیشترین میزان ارتفاع مربوط به محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۰/۵

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-07]

میلی‌مولار، (۷۲/۸۳ سانتی‌متر) و کمترین آن به محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت سه گرم در لیتر، (۶۴/۰۸ سانتی‌متر) تعلق داشت. میزان ارتفاع گیاه در سطح محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار و محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت سه گرم در لیتر، نسبت به شاهد به ترتیب بیش از ۷ و ۱۱ درصد کاهش را نشان داد. نتایج نشان داد که سالیسیلیک‌اسید موجب کاهش ارتفاع بوته در غلظت ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار در مقایسه با شاهد و غلظت ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید شد که نشان از این است که غلظت‌های مختلف سالیسیلیک‌اسید تأثیر متفاوتی بر روی صفت ارتفاع بوته می‌گذارد که با نظر قربانلی و نیاکان (۱۳۸۴) مطابقت دارد.

میانگین سطح تک‌برگ: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر تنش خشکی و اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی بر سطح برگ غیر معنی‌دار ولی اثر محلول‌پاشی بر آن در سطح یک درصد معنی‌دار شد.

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) برای اثر محلول‌پاشی بر میانگین سطح برگ نشان داد که محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید و سولفات روی باعث کاهش سطح برگ نسبت به شاهد گردید. بیشترین میزان سطح برگ متعلق به شاهد با میانگین ۱۵/۴۱ سانتی‌متر مربع که با سالیسیلیک‌اسید ۱/۵ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین آن مربوط به محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت سه گرم در لیتر با میانگین ۹/۲۲ سانتی‌متر مربع بود؛ که ازلحاظ آماری این دو سطح دارای تفاوت معنی‌دار بودند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر صفت ارتفاع گیاه گلرنگ

سطوح تنش خشکی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
۱۰٪ تخلیه رطوبتی	۷۵/۲۰a
۳۰٪ تخلیه رطوبتی	۶۸/۶۵b
۶۰٪ تخلیه رطوبتی	۶۳/۳۰c

حرف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی برای برخی از صفات مورفولوژیک گلرنگ

سطوح محلول‌پاشی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)
شاهد	۷۱/۱۷ab	۱۵/۴۱a
۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید	۷۲/۸۳a	۱۰/۵۸c
۱ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید	۷۱/۱۷ab	۱۲/۱۴bc
۱/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید	۶۶/۰۰bc	۱۴/۰۲ab
۳ گرم در لیتر سولفات روی	۶۴/۰۸c	۹/۲۲c

در هر ستون حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

در این آزمایش ارتفاع بوته و سطح برگ تحت تأثیر تیمار محلول‌پاشی سولفات روی قرار نگرفت به نظر می‌رسد که نقش عمده سولفات روی بر روی صفات کیفی می‌باشد و بر میزان ارتفاع بوته و سطح برگ تأثیر مثبتی نداشته است. نتایج آزمایش‌های مختلف نیز نشان داده است که سولفات روی تأثیری بر افزایش ارتفاع در گیاه سویا نداشته است (هیثولد[1] و همکاران، ۲۰۰۲).

[1] Heitholt

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-07]

تعداد طبق: نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که اثر محلول‌پاشی بر تعداد طبق کل و تعداد طبق بارور در گیاه تأثیر معنی‌داری در سطح ۱٪ داشته است. اثر متقابل این دو فاکتور بر تعداد طبق و تعداد طبق بارور در سطح ۵٪ معنی‌دار است. برش دهی (جدول ۵) محلول‌پاشی برای صفت تعداد طبق و تعداد طبق بارور نشان داد که بین سطوح محلول‌پاشی در هر سطح از تنش خشکی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بیشترین میزان تعداد طبق بارور متعلق به محلول‌پاشی شاهد (آب مقطر) با میزان ۳/۴۲ بود و کمترین میزان تعداد طبق متعلق به محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت سه گرم در لیتر با میزان ۱/۶۷ بود؛ که این نتایج نشان‌دهنده این است که با افزایش میزان محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید در نمونه‌های آزمایشی، تعداد طبق بارور رو به کاهش بوده است. بر اساس نتایج جدول میانگین مربعات (جدول ۵)، تعداد طبق در تنش خشکی با ۱۰٪، ۳۰٪ و ۶۰٪ تخلیه رطوبتی در سطح ۵٪ معنی‌دار شده است و برای تعداد طبق بارور در تنش خشکی با ۱۰٪ تخلیه رطوبتی در سطح ۵٪ و در سطح ۳۰٪ و ۶۰٪ تخلیه رطوبتی در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. بر اساس جدول مقایسه میانگین سطوح مختلف محلول‌پاشی در هر سطح تنش خشکی (جدول ۶)، در تنش خشکی با ۱۰٪ تخلیه رطوبتی بالاترین تعداد طبق با میزان ۵/۲۵ متعلق به محلول‌پاشی شاهد و کمترین تعداد طبق با میزان ۲/۵ متعلق به محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار بود. در تنش خشکی با ۳۰٪ تخلیه رطوبتی بالاترین تعداد طبق با میزان ۶/۵ متعلق به محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار و کمترین تعداد طبق با میزان ۲/۷۵ متعلق به محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت سه گرم در لیتر بود. در تنش خشکی با ۶۰٪ تخلیه رطوبتی بالاترین تعداد طبق با میزان ۵/۷۵ متعلق به محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۱ میلی‌مولار و کمترین تعداد طبق با میزان ۲/۷۵ متعلق به محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت سه گرم در لیتر بود.

با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۶)، با افزایش میزان محلول‌پاشی در نمونه‌های آزمایشی تعداد طبق رو به کاهش بوده است که با نتایج نیاکان و همکاران (۱۳۸۹) بر روی گیاه گشنیز مطابقت دارد.

جدول ۴ – میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برای صفات اجزای عملکرد گلرنگ تحت تأثیر تنش خشکی و محلول‌پاشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد طبق در گیاه	تعداد طبق بارور در گیاه	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد تک بوته
بلوک	۳	۱/۹۱ ns	۱/۶۴ ns	۵۹/۲۶ ns	۱۶/۷۳ ns	۱/۳۱ ns
تنش خشکی	۲	۶/۴۵ ns	۰/۲۱ ns	۲۰۳/۵۱ ns	۳۴/۶۱ ns	۰/۰۰۳۲ ns
محلول‌پاشی	۴	۱۱/۹۴ **	۶/۶۹ **	۱۰۷/۶۸ ns	۳۱۱/۸۷ **	۱/۷۳ ns
تنش خشکی× محلول‌پاشی	۸	۶/۳۷ *	۱/۵۳ *	۲۱۱/۹۳ *	۸۰/۶۴ **	۲/۴۹ **
خطا	۴۲	۲/۹۱	۰/۵۷	۸۳/۳۸	۱۸/۹۶	۰/۷۷

****،* و ns** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی‌دار را نشان می‌دهند.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-07]

جدول ۵- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برش دهی محلول‌پاشی برای صفات عملکرد و اجزای عملکرد در سطوح مختلف تنش خشکی

سطوح تنش خشکی	درجه آزادی	تعداد طبق در گیاه	تعداد طبق بارور در گیاه	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
٪۱۰	۴	۸/۴۲*	۲*	۹۷/۴۵ ns	۱۷۳/۱۲ **	۱/۱۰۰۷ ns
٪۳۰	۴	۸/۰۷ *	۴/۹۲ **	۱۱۶/۶۷ ns	۲۵۲/۳۲ **	۴/۲۱**
٪۶۰	۴	۸/۱۷ *	۲/۸۲ **	۳۱۷/۴۲ *	۴۷/۷ns	۱/۴۱ ns

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و غیر معنی‌دار را نشان می‌دهند.

تعداد طبق بارور: بر اساس جدول مقایسه میانگین سطوح مختلف محلول‌پاشی در هر سطح تنش خشکی (جدول ۶)، در تنش خشکی با ۱۰٪ تخلیه رطوبتی بالاترین تعداد طبق بارور با میزان ۳/۵ متعلق به محلول‌پاشی شاهد و کمترین تعداد طبق بارور با میزان ۲ متعلق به محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار و محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت سه گرم در لیتر بود. در تنش خشکی با ۳۰٪ تخلیه رطوبتی بالاترین تعداد طبق بارور با میزان ۴ متعلق به محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار بود که با محلول‌پاشی شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد طبق بارور با میزان ۱/۷۵ متعلق به محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت سه گرم در لیتر و محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت‌های ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار بود. در تنش خشکی با ۶۰٪ تخلیه رطوبتی بالاترین تعداد طبق بارور با میزان ۳ متعلق به محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار بود که با محلول‌پاشی شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد طبق بارور با میزان ۱/۷۵ متعلق به محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت سه گرم در لیتر بود. با توجه به جدول مقایسات میانگین (جدول ۶)، با افزایش میزان محلول‌پاشی در نمونه‌های آزمایشی تعداد طبق بارور رو به کاهش بوده است که با نتایج نیاکان و همکاران (۱۳۸۹) بر گیاه گشنیز مطابقت دارد.

تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه: توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه نداشته است، این در حالی است که محققان در آزمایش‌های مزرعه‌ای که روی تأثیر تنش خشکی بر گیاه گلرنگ انجام دادند، نشان دادند که تنش خشکی بر هر دو صفت تأثیر معنی‌دار و منفی داشت (دهقان کوهستانی، ۱۳۹۱؛ شیراوند، ۱۳۹۱). با توجه به جدول ۴، محلول‌پاشی بر تعداد دانه در طبق اثر معنی‌داری نداشته ولی بر وزن هزار دانه اثر معنی‌دار در سطح ۱٪ داشته است. اثر متقابل دو فاکتور تنش خشکی و محلول‌پاشی بر صفت تعداد دانه در طبق اثر معنی‌دار در سطح ۵٪ داشته، ولی بر وزن هزار دانه اثر معنی‌دار در سطح ۱٪ داشته است.

با توجه به جدول تجزیه واریانس برش دهی (جدول ۵) اثر محلول‌پاشی در سطوح تنش خشکی در سطوح ۱۰٪ و ۳۰٪ بر صفت وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی‌دار و در سطح ۶۰٪ تنش خشکی بر تعداد دانه در طبق معنی‌دار بود. احتمالاً دلیل اینکه تنش خشکی در این آزمایش تأثیر منفی بر تعداد دانه نداشته است به خاطر این بود که میزان آبی که در هر نوبت اندازه‌گیری می‌شد و به گلدان‌های تحت تنش خشکی داده می‌شد، هدرروی کمتری نسبت به آزمایش‌های مزرعه‌ای داشته است و آب در گلدان در مجاورت ریشه گیاه می‌ماند.

بر اساس جدول مقایسه میانگین سطوح مختلف محلول‌پاشی در هر سطح تنش خشکی (جدول ۶)، در تنش خشکی با تخلیه رطوبتی ۱۰٪ بالاترین وزن هزار دانه متعلق به محلول‌پاشی سولفات روی با میزان ۳۶ گرم بود که با محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید ۱/۵ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین آن متعلق به محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۱ میلی‌مولار با میزان ۲۰/۷۵ گرم بود. در تنش خشکی

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-07]

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی برای برخی از صفات اجزای عملکرد گلرنگ

سطوح تنش خشکی	سطوح محلول‌پاشی	تعداد طبق در گیاه	تعداد طبق بارور در گیاه	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه تک بوته (گرم)
۱۰٪ تخلیه رطوبتی	شاهد	۵/۲۵a	۳/۵a	۲۶/۰۰a	۲۶/۲۵b	۲/۴۰a
	۰/۵ سالیسیلیک‌اسید (mM)	۲/۵۰b	۲b	۲۶/۷۵a	۲۶/۵۰b	۱/۵۰a
	۱ سالیسیلیک‌اسید (mM)	۵/۵۰a	۳ab	۲۲/۵۰a	۲۰/۷۵c	۱/۴۲a
	۱/۵ سالیسیلیک‌اسید (mM)	۲/۷۵b	۲b	۲۵/۰۰a	۳۵/۵۰a	۱/۷۷a
	سولفات روی سه گرم در لیتر	۳/۰۰b	۲b	۳۵/۵۰a	۳۶/۰۰a	۲/۵۷a
۳۰٪ تخلیه رطوبتی	شاهد	۵/۷۵ab	۳/۵a	۲۸/۵۰a	۲۲/۷۵b	۲/۱۷ab
	۰/۵ سالیسیلیک‌اسید (mM)	۶/۵۰a	۴a	۲۷/۷۵a	۲۸/۵۰b	۳/۱۵a
	۱ سالیسیلیک‌اسید (mM)	۴/۵۰ab	۱/۷۵b	۱۹/۵۰a	۲۱/۷۵b	۰/۷۲c
	۱/۵ سالیسیلیک‌اسید (mM)	۴/۷۵ab	۱/۷۵b	۲۵/۷۵a	۲۳/۰۰b	۱/۰۷bc
	سولفات روی سه گرم در لیتر	۲/۷۵b	۱/۷۵b	۳۴/۵۰a	۴۰/۷۵a	۲/۶a
۶۰٪ تخلیه رطوبتی	شاهد	۳/۰۰ab	۳/۲۵a	۲۹/۷۵ab	۲۰/۷۵a	۱/۹۷a
	۰/۵ سالیسیلیک‌اسید (mM)	۵/۲۵ab	۳a	۳۱/۰۰ab	۲۶/۲۵a	۲/۵a
	۱ سالیسیلیک‌اسید (mM)	۵/۷۵a	۲/۵ab	۳۲/۵۰ab	۲۶/۷۵a	۲/۲a
	۱/۵ سالیسیلیک‌اسید (mM)	۳/۰۰ab	۱/۷۵bc	۴۷/۲۵a	۲۸/۵۰a	۲/۱۷۵a
	سولفات روی سه گرم در لیتر	۲/۷۵b	۱/۲۵c	۲۳/۰۰b	۲۹/۷۵a	۰/۹۵a

در هر ستون حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس روش L.S.Means برای سطوح متفاوت خشکی و محلول‌پاشی می‌باشد.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-07]

با تخلیه رطوبتی ۳۰٪ بالاترین وزن هزار دانه متعلق به محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت سه در هزار با میزان ۴۰/۷۵ گرم بود و کمترین آن متعلق به محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۱ میلی‌مولار با میزان ۲۱/۷۵ گرم بود. در تنش خشکی با تخلیه رطوبتی ۶۰٪ بالاترین تعداد دانه در طبق متعلق به محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار با میزان ۴۷/۲۵ دانه و کمترین آن متعلق به محلول‌پاشی سولفات روی با میزان ۲۳ دانه بود. به نظر می‌رسد افزایش وزن هزار دانه در اثر مصرف روی به دلیل افزایش میزان فتوسنتز و متابولیسم گیاهی موجب افزایش مواد ذخیره‌شده و کاهش محدودیت منبع شده که موجب سرازیر شدن مواد پرورده به سمت دانه می‌گردد.

ری‌ام[1] و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که مصرف روی، تعداد دانه در خورجین در کلزا را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. آن‌ها دلیل افزایش تعداد دانه در خورجین در اثر محلول‌پاشی روی را به دلیل نقش کلیدی این عنصر در انتقال آب و مواد غذایی از ریشه‌ها به اندام‌های هوایی اعلام کردند.

عملکرد تک بوته: با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی بر صفت عملکرد تک بوته غیر معنی‌دار ولی اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی برای این صفت در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. به‌عبارت‌دیگر محلول‌پاشی در سطوح مختلف تنش خشکی تأثیر متفاوتی بر عملکرد دانه در گلرنگ دارد. برش دهی جدول ۵ نشان داد که اثر محلول‌پاشی در سطوح تنش خشکی در دو سطح تنش خشکی با ۱۰٪ و ۶۰٪ تخلیه رطوبتی بر عملکرد دانه غیر معنی‌دار و برای تنش خشکی با ۳۰٪ تخلیه رطوبتی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود.

بر اساس جدول مقایسه میانگین سطوح مختلف محلول‌پاشی در هر سطح تنش خشکی (جدول ۶)، بیشترین میزان عملکرد دانه تک بوته در دومین سطح تنش خشکی (۳۰٪ تخلیه رطوبتی) با محلول‌پاشی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید با میزان ۳/۱۵ گرم بود که با کاربرد سولفات روی اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین آن در همین سطح از تنش با ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید با میزان ۰/۷۲ گرم تعلق دارد.

غریب[2] (۲۰۰۶) در گیاهان ریحان و مرزنجوش و مندوزا[3] و همکاران (۲۰۰۲) در فلفل، افزایش رشد و عملکرد را در اثر کاربرد اسید سالیسیلیک گزارش نمودند. اثرهای مفید سالیسیلیک‌اسید روی عملکرد دانه شاید در رابطه با انتقال بیشتر مواد آسیمیلات فتوسنتز به دانه‌ها در طول پر شدن دانه‌ها باشد که درنتیجه باعث افزایش وزن دانه‌ها می‌شود (گونز[4] و همکاران، ۲۰۰۵).

بایبوردی و ممدوف[5] (۲۰۱۰) نشان دادند که استفاده از عنصر روی موجب افزایش عملکرد دانه در گیاه کلزا می‌گردد. به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی سولفات روی باعث افزایش انتقال مواد غذایی به دانه‌ها شده و درنهایت باعث افزایش عملکرد گردیده است. نتایج تحقیقات مربوط به مصرف عنصر روی در مراحل مختلف رشد گیاه نشان داده است که محلول‌پاشی روی آن را در اسرع وقت در اختیار گیاه قرار داده و باعث بهبود عملکرد آن می‌شود (جامسون[6] و همکاران، ۲۰۰۹). اثر مثبت محلول‌پاشی عنصر روی در گیاهان گلرنگ (لوییس و مک فارلان[7]، ۱۹۸۶)، سویا (هیتولت و همکاران، ۲۰۰۲)، آفتابگردان (میرزاپور و خوشگفتار[8]، ۲۰۰۶) و خردل (چاترجی و خورانا[9]، ۲۰۰۷) گزارش شده است. در آزمایش شیخ‌بگلو و همکاران (۱۳۸۸) بر روی ذرت دانه‌ای، محلول‌پاشی سولفات روی در شرایط تنش آبی منجر به افزایش تعداد دانه در بلال، درصد پروتئین و روغن دانه گردید.

با محلول‌پاشی عنصر روی که نقش مهمی در کاتالیزوری فرآیندهای متابولیسمی و حفظ آماس سلولی در گیاه بر عهده دارد، گیاه عناصر موردنیاز خود برای افزایش اسمولیت‌ها را بهتر و راحت‌تر در اختیار دارد. بدین ترتیب سلول به فعالیت‌های حیاتی خود ادامه

[1] Rehem

[2] Gharib
[3] Mendoza
[4] Gunes
[5] Bybordi
[6] Jamson
[7] Lewis and McFarlane
[8] Mirzapour and Khoshgoftar
[9] Chatterjee and Khurana

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-07]

می‌دهد و درنهایت عملکرد قابل‌قبول‌تری در این شرایط تولید می‌کند. پس برای جبران حداقل برخی اثرهای مضر تنش و کمک به گیاه در جهت بازگشت به شرایط رشد طبیعی بعد از آب دهی مجدد، محلول‌پاشی عنصر روی می‌تواند در مقاومت به خشکی گیاه مؤثر بوده و ایفای نقش کند.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی استفاده از سالیسیلیک‌اسید باعث بهبود عملکرد دانه تک بوته و اجزا عملکرد گلرنگ در شرایط تنش رطوبتی شد. بر طبق نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر میزان عملکرد دانه تک بوته در سطح تنش خشکی با ۱۰ درصد (FC) تخلیه رطوبتی نداشت. بالاترین میزان عملکرد دانه تک بوته در سطح تنش خشکی با ۳۰ و ۶۰ درصد (FC) تخلیه رطوبتی با محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار حاصل گردید که اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت. در تمام سطوح تنش خشکی بالاترین میزان وزن هزار دانه به‌دست‌آمده به محلول‌پاشی سولفات روی تعلق داشت و بالاترین تعداد طبق بارور در سطح ۱۰ و ۶۰ درصد تنش خشکی مربوط به محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت یک میلی‌مولار بود. بالاترین تعداد دانه در طبق در سطوح تنش خشکی ۱۰ و ۳۰ درصد به محلول‌پاشی سولفات روی تعلق داشت، بالاترین تعداد دانه در طبق در سطح تنش خشکی ۶۰ درصد مربوط به محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار بود. با افزایش تنش خشکی ارتفاع گیاه روند نزولی داشت که بالاترین میزان آن در شرایط تنش خشکی با ۱۰٪ تخلیه رطوبتی داشت.

منابع

پاسبان اسلام، ب. ۱۳۹۰. تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌های پاییزه گلرنگ. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۲(۲): ۲۸۳-۲۷۵.

دهقان کوهستانی، ر. ۱۳۹۱. بررسی تنوع ژنتیکی خصوصیات زراعی در ژنوتیپ‌های داخلی و خارجی گلرنگ زراعی ()، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

شیخ‌بگلو، ن.، حسن‌زاده قورت تپه، ع.، باغستانی میبدی، م.ع. و زند، ب. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر محلول‌پاشی عنصر روی بر عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه‌ای تحت شرایط تنش آب. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۲(۲): ۷۳-۵۹.

شیراوند، ر. ۱۳۹۱. بررسی تنوع ژنتیکی بین و درون برخی گونه‌های *Carthamus* و امکان تلاقی پذیری دو خویشاوند وحشی با گلرنگ زراعی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

قربانلی، م. و نیاکان، م. ۱۳۸۴. بررسی اثر تنش خشکی بر روی میزان قندهای محلول، پروتئین، پرولین، ترکیبات فنلی و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز گیاه سویا رقم گرگان ۳. نشریه علوم دانشگاه تربیت‌معلم، ۵(۱ و ۲): ۵۵۰-۵۳۷.

کوچکی، ع.، راشد محصل، م.، نصیری، م. و صدرآبادی، ر. ۱۳۶۷. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۰۴ صفحه.

نیاکان، م.، جهان‌بانی، آ. و قربانلی، م. ۱۳۸۹. اثر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف سالیسیلات بر پارامترهای رشد، میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی، آنتوسیانین، فلاونوئید و قندهای محلول گیاه گشنیز (*Coriandrum sativaum* L.). فصلنامه پژوهش‌های علوم گیاهی، ۵(۲): ۱۸-۱۰.

Bassil, E.S., and Kaffka, S.R. 2002. Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to saline soils and irrigation. II. Crop response to salinity. Journal of Agricultural Water Management, 54(1): 81-92.

Bybordi, A., and Mamedov, G. 2010. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). Notulae of Scientia Biologicae, 2(1): 94-103.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-07]

Bezrukova, M.V., Sakhabutdinova, R., Fatkhutdinova, R.A., Kyldiarova, I., and Shakirova, F. 2001. The role of hormonal changes in protective action of salicylic acid on growth of wheat seedlings under water deficit. Agrochemiya (Russ), 2: 51-54.

Bohnert, H.J., Nelson, D.E., and Jensen, R.G. 1995. Adaptation to environmental stresses. The Plant Cell, 7: 1099-1111.

Chatterjee, C., and Khurana, N. 2007. Zinc stress–induced changes in biochemical. Parameters and oil content of mustard. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 38: 751-761.

Gharib, F.A. 2006. Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activities and oil content of basil and marjoram. International Journal of Agriculture and Biology, 4: 485-492.

Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Cicek, N., Guneri, E., Eraslan, F., and Guzelordu, T. 2005. Effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.). Archives of Agronomy and Soil Science, 51: 687-695.

Gutierrez-Coronado, M.A., Trejo-Lopez, C., and Larque-Saavedra, A. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiology and Biochemistry, 36(8): 563-565.

Heitholt, J.J., Sloan, J.J., and Mackown, C.T. 2002. Copper, manganese, and zinc fertilization effects on growth of soybean on a calcareous soil. Journal of Plant Nutrition, 25: 1727-1740.

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

Jamson, M., Galeshi, S., Pahlavani, M.H., and Zeinali, E. 2009. Evaluation of zinc foliar application on yield components, seed yield and seed quality of two soybean cultivar in summer cultivation. Journal of Plant Production, 16(1): 17-28.

Korkmaz, A., Uzunlu, M., and Demirkiran, A.R. 2007. Treatment with acetyl salicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. Acta Physiologiae plantarum, 29: 503-508.

Lewis, D.C., and McFarlane, J.D. 1986. Effect of foliar applied manganese on the growth of safflower (*Carthamus tinctorious* L.) and the diagnosis of manganese deficiency by plant tissue and seed analysis. Crop and Pasture Science, 37: 567-572.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed. Academic Press, 890 p.

Mendoza, A.B., Godina, F.R., Torres, V.R., Rodriguez, H.R., and Maiti, R.K. 2002. Chilli seed treatment with salicylic and sulfosalicylic acid modifies seedling epidermal anatomy and cold stress tolerance. Crop Research-Hisar, 24: 19-25.

Mirzapour, M.H., and Khoshgoftar, A.H. 2006. Zinc application effects on yield and seed oil content of sunflower grown on a saline calcareous soil. Journal of Plant Nutrition, 29(10): 1719-1727.

Raskin, I. 1992. Salicylate, a new plant hormone. Plant Physiology, 99: 799-803.

Rehem, G.W., Fendter, W.E., and Overdahi, C.J. 1998. Boron for Minnesota soils. University of Minnesota Extension Service [Online]. Available http://www.Extansion Umn. Edv

Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdinova, R.A., and Fatkhutdinova, D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science, 164(3): 317-322.

Zwart, S.J., and Bastiaanssen, W.G. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. Agricultural Water Management, 69: 115-133.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-07]

Journal of Oil Plants Production, 1(2), Autumn & Winter, 2015

Effect of zinc sulfate and salicylic acid foliar application on morphological characteristics and yield of safflower under drought stress

Moslem Alizadeh[1], Hamidreza Balouchi[2,*], Mohsen Movahhedi dehnavi[2]

[1]MSc, student of Department of Agronomy, Yasouj University, Yasouj, Iran
[2]Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University, Yasouj, Iran

[*]Corresponding author, E-mail address: balouchi@yu.ac.ir

(Received: 2014.11.15 - Accepted: 2015.03.14)

Abstract

In order to evaluate the foliar application of zinc sulfate and salicylic acid effects on morphology and yield of safflower Carthamus tinctorius L. (cv. sofeh) under drought stress in Yasouj, a factorial experiment based on a randomized complete block design with four replications was conducted Yasouj University in 2012. The factors consist of three levels of drought stress, watering at 3 levels of consumption 10%, 30% and 60% of available water, respectively, as the levels of stress, mild stress and severe stress and foliar application in 5 levels, including control, salicylic acid (0.5, 1 and 1.5 Mm) and zinc sulfate (3 g l^{-1}), respectively. The results showed that drought and foliar application interaction for number of heads, the number of fertile seeds per head, seed weight and yield were significant and other traits were non-significant. Drought stress reduced, but foliar application of zinc and salicylic acid increased the grain yield. The highest grain yield per plant at 30% and 60% moisture content were achieved by 0.5 Mm salicylic acid foliar applications. The highest grain yield in plant at 10% (FC) water availability was shown by zinc sulfate the foliar application. At all drought stress levels, the highest grain weight obtained by zinc sulfate foliar application and the highest fertile head number in 10 and 60 percent of water availability related the foliar applied concentration of 1Mm salicylic acid. The highest number of grains per head in 60% water availability belonged to 1.5Mm salicylic acid foliar applications.

Keywords: Drought stress, Foliar application, Safflower, Salicylic acid, Zinc sulfate

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-07]