دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دهم، شماره سی و دو، ۱۳۹۷

اثر محلول‌پاشی شاخساره‌ای سالیسیلیک‌اسید بر برخی ویژگی‌های رشدی و عملکرد گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت تنش آبی

افسون طیبی[۱]، فرهاد فرح‌وش[۲]، بهرام میرشکاری[۳]، علیرضا تاری‌نژاد[٤]، مهرداد یارنیا[٥]

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/٦ تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۲۵

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سالیسیلیک‌اسید بر برخی صفات رویشی و عملکرد گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) تحت شرایط تنش آبی، آزمایشی در سال ۱۳۹٤ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، به صورت کرت‌های دو بارخردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مرحله‌ی اجرا درآمد. فاکتور اصلی شامل تنش خشکی (S) با دو سطح ۷۰ و ۱٤۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک کلاس A بود. فاکتور فرعی اول شامل سالیسیلیک‌اسید در ۳ سطح شاهد (محلول‌پاشی با آب‌مقطر)، محلول‌پاشی با غلظت ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. فاکتور فرعی دوم شامل دو رقم گلرنگ محلی اصفهان و رقم اصلاح شده اصفهان (گلدشت) بود. نتایج آزمایش نشان داد تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد گردید. اثر سالیسیلیک‌اسید بر بهبود رشد و افزایش عملکرد در شرایط غیر تنش محسوس بود به‌طوری که استفاده از غلظت‌های مختلف سالیسیلیک‌اسید سبب افزایش معنی‌دار تعداد شاخه فرعی، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه در شرایط عدم تنش شد و بیشترین افزایش از مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک‌اسید حاصل شد. محلول‌پاشی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی نداشت و در این شرایط تنها صفات ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی افزایش نشان دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد مقادیر کم سالیسیلیک‌اسید (غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) می‌تواند تا حدودی آثار مخرب تنش خشکی بر رشد گیاه را تعدیل نماید. نوع رقم گلرنگ نیز به‌طور معنی‌داری بر این صفات تأثیر گذاشت و نتایج مقایسه میانگین ارقام نشان داد که رقم گلدشت بیشترین ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، تعداد دانه در بوته و عملکرد را به خود اختصاص داد. در بین اثرات متقابل نیز برهمکنش تنش خشکی و رقم بر صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه معنی‌دار بود و بیشترین تعداد شاخه فرعی، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه از تیمار ۷۰ میلی‌متر آبیاری و رقم گلدشت بدست آمد. بنابراین رقم گلدشت دارای راهکار دفاعی بهتر و کارآمدتری نسبت به رقم محلی اصفهان بود و در نتیجه متحمل‌تر به تنش خشکی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تنظیم‌کننده رشد، رقم گلدشت، رقم اصفهان

طیبی، ا.، ف. فرح‌وش، ب. میرشکاری، ع. تاری نژاد و م. یارنیا. ۱۳۹۷. اثر محلول‌پاشی شاخساره‌ای سالیسیلیک‌اسید بر برخی ویژگی‌های رشدی و عملکرد گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت تنش آبی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۲: ۷۸-۹۳.

۱- دانشجوی دکتری زراعت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۲- دانشیارگروه زراعت و اصلاح نباتات واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز ، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: farahvash@iaut.ac.ir

۳- دانشیارگروه زراعت و اصلاح نباتات واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز ، ایران

٤- دانشیارگروه زراعت و اصلاح نباتات واحد تبریز، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان ، ایران

۵- استادگروه زراعت و اصلاح نباتات واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز ، ایران

مقدمه

تنش خشکی در اکثر مناطق دنیا از مهمترین عوامل محدود کننده تولیدات کشاورزی است، به طوری که بر اساس پژوهش‌های انجام شده در بین تنش‌های زیستی (بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز) و تنش‌های محیطی (خشکی، غرقابی، شوری، گرما و سرما)، تنش خشکی به تنهایی عامل ٤٥ درصد از کاهش عملکرد محصولات زراعی بوده است (امام و زواره، ١٣٨٤). تنش خشکی باعث ایجاد تنش اکسایشی می‌شود که این فرایند در تخریب سامانهٔ فتوسنتزی، مهار فرایندهای متابولیکی، کلروز، پراکسایشی لیپیدها، تغییر در نفوذپذیری غشا و نشت یون‌ها نقش ویژه‌ای دارد (چن و همکاران، ٢٠٠٧). خشکی می‌تواند از طریق کاهش تولید محصولات کشاورزی تجارت جهانی را تحت تأثیر قرار دهد (تدین ١٣٨٨). ایران نیز به دلیل موقعیت مکانی (عرض جغرافیایی ٢٥ تا ٣٨ درجه شمالی)، اقلیم و ساختار طبیعی خود جزء مناطق خشک (٦٥ درصد) تا نیمه خشک (٢٥ درصد) محسوب می شود (جزایری نوش‌آبادی و رضایی، ١٣٨٥). علاوه بر کمبود آب و تنش خشکی در کشور ایران، روند افزایش جمعیت در طی سال‌های اخیر و به تبع آن افزایش مصرف سرانه‌ی روغن خوراکی که یکی از محصولات غذایی عمده‌ی کشور است، موجب افزایش واردات روغن با مصرف هزینه‌های هنگفت شده، به‌طوری که تنها حدود ٧ درصد روغن مصرفی در داخل کشور تولید شده و بیش از ٩٣ درصد آن از خارج از کشور وارد می‌شود (توکلی، ١٣٨١). لذا نیاز به یک گیاه دانه روغنی و متحمل به شرایط کمبود آب در کشور احساس می‌شود. گلرنگ گیاهی دانه روغنی و از خانواده‌ی کاسنی (آستراسه[1]) می‌باشد و به دلیل ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک ویژه‌ای که دارد (خواجه‌پور، ١٣٨٥) به عنوان گیاه متحمل به شرایط خشکی شناخته شده و قادر است میزان روغن مناسب، که در شرایط مساعد بسته به رقم تا ٤٥ درصد می‌رسد، تولید نماید (توکلی، ١٣٨١). افزایش مقاومت گیاهان از راه‌های مختلف شامل به‌نژادی و استفاده از تنظیم کننده‌های رشد عملی است. در مقایسه با روش‌های به‌نژادی که اغلب بلندمدت و هزینه-بردارند، استفاده از مواد شیمیایی مانند سالیسیلیک‌اسید آسان‌تر و ارزان‌تر است (ال-طیب، ٢٠٠٥؛ اشرف و همکاران، ٢٠١٠). سالیسیلیک‌اسید یا ارتوهیدروکسی‌بنزوئیک یک ترکیب فنلی است که در طبیعت وجود داشته و در برخی بافت‌های گیاهی هم به فراوانی یافت می‌شود (حیات و احمد، ٢٠٠٧). این ترکیب امروزه به عنوان ماده‌ای شبه هورمونی محسوب می‌گردد که نقش مهمی در رشد و نمو گیاهان ایفا می‌کند (کنگ، ٢٠٠٣). در اکثر پژوهش‌های انجام شده، مهمترین عمل سالیسیلیک‌اسید را پاسخ و مقاومت نسبت به برخی تنش‌ها مانند خشکی و شوری بیان کرده‌اند (ال-طیب، ٢٠٠٥؛ نورین و اشرف، ٢٠٠٨)، رمرودی و خمر، ١٣٩٢). در همین راستا مهرابیان مقدم و همکاران (١٣٩٠) بیان کردند که به نظر می‌رسد در شرایط کمبود آب استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند سالیسیلیک‌اسید می‌تواند به عنوان یک استراتژی برای جلوگیری از اثرات مخرب تنش خشکی مؤثر بوده و زمینه سازگاری گیاه را فراهم آورد. فرجام و همکاران (١٣٩٣) نیز گزارش کردند که با وجود قطع آبیاری، عملکرد دانه گلرنگ تحت تأثیر محلول پاشی ١٠٠ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک‌اسید، افزایش قابل توجهی داشت. کاربرد سالیسیلیک‌اسید در گیاهان باعث تولید گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر (ROS)[2] می‌گردد که به دنبال آن مقاومت در گیاهان ایجاد می‌شود (حیات و همکاران، ٢٠١٢). همچنین سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش بعضی از هورمون‌های گیاهی شامل اکسین‌ها و سیتوکینین‌ها (شکیروا و همکاران، ٢٠٠٣؛ حیات و همکاران، ٢٠١٢) و کاهش نشت یونی از سلول‌های گیاهی می‌گردد (سیاری و همکاران، ٢٠١٣). اثرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گوناگونی از سالیسیلیک‌اسید بر سیستم‌های گیاهی مشاهده شده که شامل جذب یون، جوانه‌زنی بذر، نفوذپذیری غشا، تنفس میتوکندریایی، بسته شدن روزنه‌ها، انتقال مواد، سرعت رشد و سرعت فتوسنتز می‌باشد (سناراتنا، ٢٠٠٣).

هدف از این تحقیق، بررسی نقش سالیسیلیک‌اسید در کاهش خسارت ناشی از تنش خشکی بر رشد، عملکرد دانه، اجزای عملکرد دانه دو رقم گلرنگ در شرایط مزرعه بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ١٤اردیبهشت‌ماه ١٣٩٤ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز- واقع در اراضی کرکج در ١٥ کیلومتری شرق تبریز- با عرض جغرافیایی ٣٨ درجه و ٧ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ٤٦ درجه و ٢٠ دقیقه شمالی و ارتفاع ١٣٦١ متر از سطح دریا، به مرحله اجرا درآمد. آب و هوای منطقه براساس طبقه بندی اقلیمی دومارتن منطقه دارای

1 -Asteraceae

٢ -Reactive oxygen species

اقلیم نیمه خشک سرد است. قبل از اجرای طرح به منظور شناخت و تعیین بافت و خصوصیات شیمیایی خاک، اقدام به نمونه‌برداری از خاک مزرعه گردید که ویژگی‌های آن در جدول ۱ آمده است.

جدول۱-مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

pH	EC	فسفر	پتاسیم	ازت کل	رس	سیلت	شن	بافت خاک
	ds/m	میلی‌گرم در کیلوگرم		درصد				
۳/۹	۷/۷۲	۳۷/۲	۵۷۲	۰/۲۱	۱۲	۲۵	٦۵	لوم شنی

آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خردشده با طرح پایه بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. به دلیل سهولت در اجرای آزمایش و افزایش دقت در بررسی اثر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک‌اسید، تیمار آبیاری با دو سطح: بدون تنش (آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و تنش خشکی (آبیاری پس از ۱٤۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) به عنوان عامل اصلی و غلظت‌های سالیسیلیک‌اسید با سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به عنوان فاکتور فرعی اول در نظر گرفته شد. فاکتور فرعی دوم شامل دورقم گلرنگ محلی اصفهان و رقم اصلاح شده اصفهان (گلدشت) بود.

در این مطالعه، تعداد بوته در واحد سطح بسته به رقم، شرایط جوی، بافت خاک و سایر عوامل در نظر گرفته شد. هر واحد آزمایشی (کرت) به طول ۳ متر و شامل ۵ ردیف کاشت به فاصله ردیف۵۰ سانتیمتر و فاصله بذر روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بود. برای جلوگیری از عدم تداخل یک خط به صورت نکاشت بین کرت‌های اصلی قرار گرفت. جوی‌های آبیاری به نحوی تعبیه شدند که آب آبیاری اضافی هر تکرار توسط یک جوی خروجی در انتهای کرت‌ها از مزرعه خارج شود. برای جلوگیری از نشت آب از کرت اصلی به کرت اصلی دیگر فاصله دو کرت اصلی از هم ۲ متر در نظر گرفته شد.

بعد از انجام مراحل آماده‌سازی و ایجاد جوی و پشته در ۹٤/۱/۳۱، اولین آبیاری قبل از کاشت صورت گرفت که پس از گاورو شدن زمین، عملیات کاشت در ۱٤اردیبهشت‌ماه ۹٤ به صورت دستی روی پشته‌ها در عمق ٤-۳ سانتی‌متری انجام شد. آبیاری مزرعه تا اعمال تیمار خشکی (در مرحله ۸-۷ برگی)، برای کلیه کرت‌ها به صورت یکسان و هر هفت روز یکبار انجام گردید و پس از آن تنش خشکی براساس تبخیر از تشتک اعمال شد.

محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید در مرحلهٔ ۸-۷ برگی و یک هفته قبل از اعمال تنش خشکی (در تاریخ ٦ تیرماه ۹٤) انجام شد. محلول‌پاشی روی گیاه توسط سمپاش پشتی نازل‌دار و به میزان ۰/۵۵ لیتر برای هر کرت اعمال شد.

در طول دوره آزمایش، عملیات مدیریتی مزرعه از قبیل آبیاری، واکاری، کوددهی و کنترل علف‌های هرز برحسب نیاز صورت گرفتند. بدین شکل که در تاریخ‌های ۲۵ و ۲٦ خردادماه ۹٤ واکاری انجام شد و برای بهبود تغذیه گیاهان - با توجه به نتیجه تجزیه خاک (جدول۱)- در تاریخ ۳۰ خردادماه ۹٤ از کود اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک و همراه با آبیاری استفاده گردید.

با مشاهده علایم رسیدگی فیزیولوژیکی در اوایل شهریورماه، برداشت نهایی در ۹ شهریور ۹٤ صورت گرفت. در زمان برداشت تعداد ۵ بوته از هر کرت آزمایشی، با در نظر گرفتن اثرات حاشیه-ای، به‌طور کاملاً تصادفی انتخاب شدند و صفاتی چون ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه اندازه گیری و ثبت شد. به‌منظور تعیین عملکرد دانه، گیاهان از مساحت ٤ متر مربع از هر کرت آزمایشی به‌طور جداگانه کف‌بر شده و پس از جداسازی دانه‌ها از طبق، وزن دانه‌ها با ترازوی دقیق توزین و عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

در این تحقیق برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار SAS و جهت مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی از نرم‌افزار MSTAT-C و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

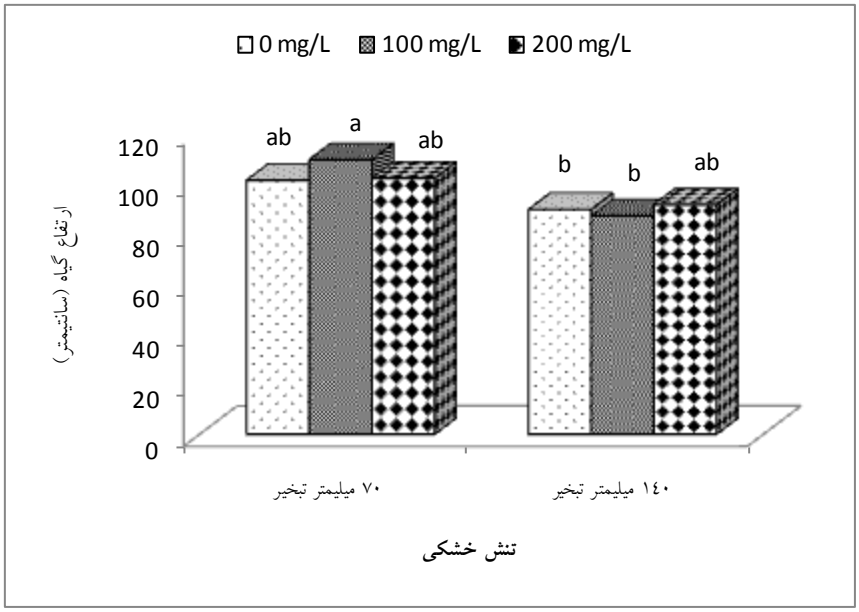
ارتفاع گیاه

ارتفاع گیاه تحت تأثیر سطوح تنش خشکی، رقم و اثر متقابل خشکی با سالیسیلیک اسید قرار گرفت (جدول۱). بیشترین ارتفاع گیاه با میانگین ۱۰۳/۹۸ سانتی‌متر مربوط به تیمار ۷۰ میلیمتر تبخیر بود (جدول۲). کاهش ارتفاع گیاه به موازات افزایش تنش خشکی را می‌توان به اختلال در فتوسنتز به واسطه تنش خشکی و کاهش تولید مواد فتوسنتزی جهت ارائه به اندام‌های در حال رشد گیاه و نهایتا عدم دستیابی گیاه به پتانسیل ژنتیکی از نظر ارتفاع نسبت داد (نادری درباغشاهی و همکاران، ۱۳۸٤). از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش فشار آماس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول‌ها به ویژه در ساقه و برگ‌ها است. کاهش در بزرگ شدن سلول‌ها و تقسیم سلولی موجب کاهش سطح برگ و در نتیجه کاهش فتوسنتز و اجزای رشد رویشی می‌گردد. با کاهش رشد و نمو سلول، اندازه اندام محدود می‌شود. به عبارت دیگر کاهش مواد فتوسنتزی تولیدی به علت کاهش سطح برگ و کاهش انتقال فراورده‌های فتوسنتزی به سمت اندام‌های زایشی در اثر تنش کمبود آب سبب کاهش عملکرد سرشاخه‌های گلدار می‌گردد. به همین دلیل اولین اثر محسوس کم-آبی بر گیاهان را می‌توان از روی اندازه کوچکتر برگ‌ها و ارتفاع کمتر گیاهان تشخیص داد (محمدپور وشوایی و همکاران، ۱۳۹٤).

در بین ارقام مورد مطالعه نیز اختلاف معنی‌داری از نظر ارتفاع بوته مشاهده شد، به‌طوریکه رقم گلدشت بیشترین ارتفاع بوته را داشت (جدول۲). بنا به عقیده بهدانی و جامی الاحمدی (۱۳۸۷) بیشتر بودن این صفت در یک رقم نشانگر طولانی‌تر بودن دوره رشد آن نسبت به دیگر ارقام می‌باشد.

در تیمار مصرف سالیسیلیک‌اسید ارتفاع گیاه بیشتر از تیمار عدم مصرف سالیسیلیک اسید بود و بیشترین ارتفاع گیاه (۹۸/۰۳ سانتی‌متر) با مصرف اسید سالیسیلیک در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد. (جدول۲). تحقیقات نشان داده است که غلظت‌های مختلف سالیسیلیک‌اسید تاثیر متفاوتی بر روی صفت ارتفاع بوته می‌گذارد (علیزاده و همکاران، ۱۳۹۳).

برهمکنش متقابل دو فاکتور تنش خشکی و غلظت سالیسیلیک‌اسید نیز بر صفت ارتفاع بوته اثر معنی‌دار داشت و بیشترین مقدار ارتفاع در تیمار ۷۰ میلیمتر تبخیر و غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک‌اسید مشاهده شد (شکل۱). سالیسیلیک‌اسید احتمالا می‌تواند سبب بهبود جذب عناصر غذایی در شرایط تنش خشکی و شوری شود که این خود افزایش رشد و ارتفاع گیاه را به همراه خواهد داشت (اراسلان و همکاران، ۲۰۰۷).



شکل۱- اثر متقابل تنش خشکی × اسید سالیسیلیک بر ارتفاع گیاه

برای هر سطح از عوامل آزمایش، میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف تنش خشکی و سالیسیلیک‌اسید بر شاخص‌های رشد دو رقم گلرنگ

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	وزن هزار دانه	تعداد شاخه فرعی	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	تعداد دانه در بوته	عمکرد دانه در هکتار
تکرار	۲	۲۰/۰۱ ns	۹۱۱/۱٤ ns	٤۰/۸۳ ns	۲۷/٥٤ ns	٥٦/٥٥ ns	٦۷٥۹٥/۹۸ ns	۷٤۸٤٥٦/٥۷ ns
تنش خشکی	۱	۱۹٥۹/٥٤ **	٤٥۱۸/۰۸ ns	۱۷٥۸/٤۰ **	۱٦۱۰/٦۸ **	۱۱۰٦/٦۷ **	۳۸۷٥۷٥۳/٤٤ *	۸۹٥٥۳٦۱/۱۳ *
خطای عامل اصلی	۲	۸/۱۱	۲۷۱۰/۰۰	۸٦/٤۳	۳۳/٥٤	۷٤/۹۷	۹٦۱٤۷/۷۰	۳۸۳٥۲٥/۰٤
رقم	۱	۷۰۰/٤۸ **	۷۷۳/۷۷ ns	۷۳۹/۸٤ **	۷۱۸/۲٤ **	۱٥۷/۰۸ *	۱٥٤٦۰۷٦/۷۲ *	٥۰۲۷۲۰٤/۸٤ **
تنش خشکی×رقم	۱	۲٥/۰۰ ns	۳۱۳۷/۸۷ ns	۱۰٤/۰٤ *	۸۱/۰۰ ns	۷/۸٤ ns	۲۲۷٥۹۲/٦۰ *	۲۱۷۳۱٥۲/٤۸ *
سالیسیلیک‌اسید	۲	۲۳/۸۲ ns	٦۲۸/۸۱ ns	٦۰/۰۲ *	۸۸/۲۷ *	۳۳/٤۷ ns	۱۹۷۷۳٥/٤۲ **	۱٤٦۰۹۲۹/۸٦ *
تنش خشکی× سالیسیلیک‌اسید	۲	۱۲۷/۹۰ **	۸۱/٦۰ ns	۹۰/۷۸ **	۷۷/٥۰ ns	٥۹/٦۰ ns	۱۷٦۷۱۲/۰٥ ns	٤۱۰۱۲٥/۸۸ ns
رقم× سالیسیلیک‌اسید	۲	۸/۰۷ ns	٤۲۳/٦۸ ns	۰/۸۲ ns	۰/٤٤ ns	٤٦/٥٥ ns	۱۰۹۳٥/٤۲ ns	٥٥۹۹۹۳/۲٥ ns
تنش خشکی× رقم× سالیسیلیک‌اسید	۲	۳٤/۹۰ ns	۸٥۹/۰۹ ns	٤۲/۰۲ ns	۳٦/٤۲ ns	٥۷/۸٦ ns	۱۰۳۸۲٦/٤۲ *	۲٦۸٦۰٥/۹۲ ns
خطا	۲۰	۲۰۳/٤۸	۱٦٥۰۲/٦۲	۲۷٦/۲۷	۳٤۹/٦۲	٥۸۰/٦٤	٥۸۸۸٥۷/۱۰	۹٦۳٤۰۷۷/٦۰
ضریب تغیرات(٪)		۳/۳۰	۲۷/۸٥	۱۹/۳۸	۱۸/۸۰	٦/۷۹	۱۸/۸۹	۳۸/۷۱

ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم معنی داری و معنی‌داری در سطوح ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های رشدی گیاه گلرنگ در تیمارهای مختلف تنش خشکی، رقم و سالیسیلیک‌اسید

تیمار		ارتفاع بوته (سانتیمتر)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد شاخه فرعی	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	تعداد دانه در بوته	عمکرد دانه کیلوگرم در هکتار
تنش خشکی	S_1	۱۰۳/۹۸ a	۹۱/۹۲ a	۲۶/۱۷ a	۲۸/۹۲ a	۸٤/۹۳ a	۱۲۳٦/٥ a	۲۲۹۱/۷ a
	S_2	۸۹/۲۲ b	۱۱٤/۳۳ a	۱۲/۱۹ b	۱٥/٥٤ b	۷۳/۸٤ a	٥۸۰/۳ b	۱۲۹٤/۲ b
رقم	V_1	۹۲ /۱۹b	۱۰۷/۷٦ a	۱٤/٦٤ b	۱۷/۷۷ b	۷۷/۳ b	۷۰۱/۱۸ b	۱٤۱۹/۲ b
	V_2	۱۰۱/۰۱a	۹۸/٤۹ a	۲۳/۷۱ a	۲٦/۷ a	۸۱/٤۸ a	۱۱۱٥/٦٥ a	۲۱٦٦/٦ a
سالیسیلیک‌اسید	A_1	۹٥/۲۲ a	۹٦/٤٦ a	۱۷/۰۸ b	۲۰/۱٥ b	۷۷/٦۲ a	۸۱۲/۲٤ b	۱٥۰۳/٥ b
	A_2	۹۸/۰۳ a	۱۱۰/۸۳ a	۲۱/٥۳ a	۲٥/۳۰ a	۸۰/۹۳ a	۱۰٥٤/۱۸ a	۲۱۸۰/٤ a
	A_3	۹٦/٥٥a	۱۰۲/۰۹a	۱۸/۹۲ab	۲۱/۲٥b	۷۹/٦۲a	۸٥۸/۸۲ b	۱٦۹٤/۹ab

در هر ستون و برای هر سطح از عوامل آزمایش، میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ٥٪ اختلاف معنی داری ندارند.

S_1: تنش خشکی ۷۰ میلی‌متر تبخیر، S_2: تنش خشکی ۱٤۰ میلی‌متر تبخیر،

V_1: رقم محلی اصفهان، V_2: رقم گلدشت

A_1: شاهد، A_2: غلظت ۱۰۰ mg/L، A_3: غلظت ۲۰۰ mg/L

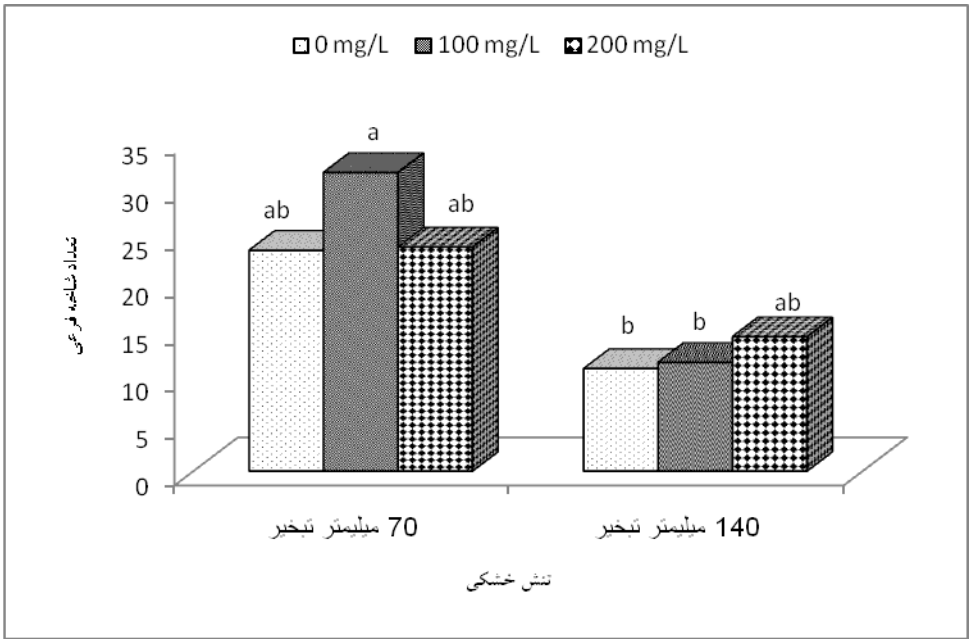
تعداد شاخه‌های فرعی

صفت تعداد شاخه فرعی در بوته از نظر تشکیل تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه نقش مهمی دارد. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش خشکی، رقم در سطح احتمال ۱٪ و مصرف سالیسیلیک اسید در سطح احتمال ۵٪ بر صفت تعداد شاخه‌های فرعی معنی‌دار شدند (جدول ۱). اثر متقابل تنش خشکی و رقم در سطح آماری ۵٪ و برهمکنش تنش خشکی و سالیسیلیک اسید در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار شد (جدول۱).

در جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی شاخه فرعی در تیمار تنش خشکی بیشترین تعداد شاخه فرعی با میانگین ۲۶/۱۷ شاخه مربوط به تیمار۷۰ میلی‌متر تبخیر بود (جدول۲). تحت شرایط افزایش فواصل آبیاری تعداد سلول‌های آغازین تشکیل شده جهت تولید انشعابات اولیه ساقه کاهش می‌یابد و در نتیجه به کاهش تعداد شاخه فرعی در بوته در گیاه می‌انجامد (کوکس و جولیف، ۱۹۸٦).

مقایسه میانگین ارقام از نظر تعداد شاخه‌های فرعی نشان دادکه رقم گلدشت به طور معنی‌داری بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی را نسبت به رقم محلی اصفهان تولید کرد (جدول۲). اغلب محققان در مورد ژنتیکی بودن این صفت اتفاق نظر دارند و آن را متاثر از ژنوتیپ می‌دانند (ایسندال و همکاران، ۲۰۰۸).

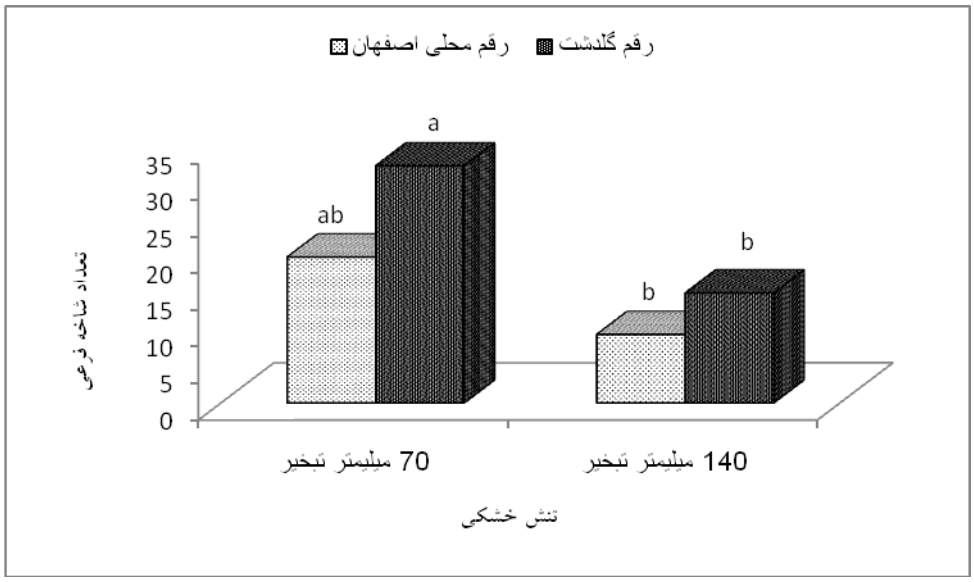
بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی با مصرف سالیسیلیک‌اسید در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد که دارای تفاوت معنی‌داری با تیمار بدون محلول پاشی بود (جدول۲). گزارش شده است که مصرف سالیسیلیک‌اسید تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه در سویا را افزایش داد (کسوله و همکاران، ۲۰۰۳). سالیسیلیک‌اسید وضعیت هورمونی گیاه را متعادل و باعث افزایش مقدار اکسین و سیتوکینین می‌گردد و از این طریق به افزایش تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه گلرنگ کمک می‌کند (فرجام‌فر و همکاران، ۱۳۹۳).



شکل۲- اثر متقابل تنش خشکی × سالیسیلیک‌اسید بر تعداد شاخه فرعی

برای هر سطح از عوامل آزمایش، میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند

نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش خشکی و اسید سالیسیلیک بر این صفت نشان داد که بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی در تنش خشکی ۷۰ میلیمتر تبخیر و با مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک‌اسید حاصل شد (شکل۲). به نظر می‌رسد که سالیسیلیک‌اسید با خاصیت آنتی‌اکسیدانی خود سبب کاهش صدمات ناشی از تنش خشکی به رشد شاخساره گلرنگ گردید (فرجام‌فر و همکاران، ۱۳۹۳).



شکل۳- اثر متقابل تنش خشکی × رقم بر تعداد شاخه فرعی

برای هر سطح از عوامل آزمایش، میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند

تعداد شاخه فرعی به طور معنی‌داری نیز تحت تأثیر اثر متقابل تنش خشکی و رقم قرار گرفت به نحوی که بیشترین تعداد شاخه فرعی متعلق به رقم گلدشت و در تیمار ۷۰ میلی‌متر تبخیر بود (شکل۳). واکنش‌های متفاوت ارقام گلرنگ از لحاظ تعداد شاخه‌های فرعی توسط سایر محققین گزارش شده است (بهدانی و جامی الاحمدی، ۱۳۸۷). به‌طورکلی تعداد شاخه فرعی در بوته درنتیجه ترکیب ساختار ژنتیکی و شرایط محیطی است که نقش برجسته‌تری در عملکرد نهایی دانه بازی می‌کند (فرخی‌نیا، ۱۳۸۸).

تعداد طبق در بوته

تعداد طبق در بوته تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی، رقم و مصرف سالیسیلیک‌اسید قرار گرفت به‌طوریکه سطوح مختلف تنش خشکی، رقم در سطح آماری ۱٪ و مصرف سالیسیلیک‌اسید در سطح سطح آماری ۵٪ اختلاف معنی‌داری را در این صفت ایجاد کردند (جدول۱). تعداد طبق در بوته تحت تأثیر هیچ کدام از اثرات متقابل این تیمارها یعنی تنش خشکی، رقم و سالیسیلیک‌اسید قرار نگرفت (جدول۱).

در میان سطوح مختلف تنش خشکی، تیمار ۷۰ میلی‌متر تبخیر بیشترین تعداد طبق با میانگین ۲۸/۹۲ در بوته را داشت (جدول۲). هر عاملی مانند آبیاری که فرصت رشد بیشتری در اختیار گیاه قرار دهد، موجب شکل‌گیری مکان‌های بالقوه بیشتری جهت تولید طبق در روی گیاه، از طریق افزایش ارتفاع و انشعابات جانبی دوره رشد خواهد شد (بهدانی و جامی الاحمدی، ۲۰۰۸). کافی و رستمی (۱۳۸٦) با مطالعه تنش خشکی بر روی گلرنگ کاهش تعداد طبق در بوته را مشاهده کردند. در تحقیقی که توسط فرخی نیا و همکاران (۱۳۸۸) انجام شد اعلام گردید که تنش در مرحله گلدهی در گلرنگ موجب کاهش معنی‌دار تعداد طبق در بوته می‌شود که این افت بیشتر ناشی از کاهش طبق‌های ثانویه بود. حقیقت‌نیا و همکاران (۱۳۹۱) نیز با بررسی بر روی گلرنگ به نتایج مشابهی دست یافت.

در بین ارقام مختلف گلرنگ از نظر تعداد طبق در بوته اختلاف معنی‌داری (در سطح احتمال ۱٪) مشاهده شد، به‌طوریکه رقم گلدشت بیشترین تعداد طبق در بوته (۲٦/۷) را به خود اختصاص داد (جدول۲). نتایج این تحقیق مبنی بر تأثیر ژنوتیپ در تعداد طبق در بوته با نتایج برخی محققان مطابقت دارد از جمله فرید (۱۳۸۳) بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر تعداد طبق در بوته تفاوت معنی‌داری را مشاهده نمود.

مقایسه میانگین اثرات اصلی سالیسیلیک‌اسید در این صفت نشان داد که بیشترین تعداد طبق در بوته با مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد که در مقایسه با شاهد و مصرف۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تفاوت معنی‌داری داشت. مصرف۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سالیسیلیک‌اسید اگرچه باعث افزایش تعداد طبق در بوته نسبت به شاهد گردید اما این افزایش به لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول۲). این یافته‌ها با نتایج مطالعات

علیزاده و همکاران (۱۳۹۳) بر روی گلرنگ و نیاکان و همکاران (۱۳۸۹) بر روی گیاه گشنیز مطابقت دارد. سالیسیلیک‌اسید در غلظت‌های مناسب با افزایش توان آنتی‌اکسیدانی گیاه سبب بهبود پارامترهای رشد می‌گردد (حیات و احمد، ۲۰۰۷).

تعداد دانه در طبق

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش خشکی و رقم بر صفت تعداد دانه در طبق به ترتیب در سطح آماری ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار شدند ولی تعداد دانه در طبق تحت تأثیر اثر سالیسیلیک اسید و برهمکنش هیچ یک از عوامل آزمایش قرار نگرفت (جدول۱). مقایسه‌های میانگین اثرات اصلی بر تعداد دانه در طبق نشان داد که در بین سطوح تنش بیشترین تعداد دانه در طبق (۸٤/۹۳) متعلق به تیمار ۷۰ میلی‌متر تبخیر بود (جدول ۲). محققان دیگری نیز در آزمایش‌های مزرعه‌ای که روی تاثیر تنش خشکی بر گیاه گلرنگ انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی بر تعداد دانه در طبق تاثیر معنی‌دار و منفی دارد (دهقان کوهستانی، ۱۳۹۱؛ شیرآوند، ۱۳۹۱). به‌طور کلی تعداد دانه در طبق تحت تاثیر شرایط محیطی طی دوران رشد سریع طبق و شروع رشد مغز دانه قرار می‌گیرد و تعداد دانه در طبق می‌تواند از قبل از شروع گرده افشانی تا مدتی پس از آن تغییر کند (ویلالوبس و همکاران، ۱۹۹٦). به نظر می‌رسد کاهش جریان فرآورده‌های فتوسنتزی به تخمک‌های لقاح یافته در اواخر مرحله گل‌دهی که از نظر نیاز آبی بحرانی می‌باشد، باعث سقط رویان دانه‌ها و افت تعداد دانه در طبق می‌گردد (کوتروباس و همکاران، ۲۰۰٤). گزارش شده است که تنش خشکی در مرحله زایشی گلرنگ به‌ویژه در مرحله گل‌دهی، باعث کاهش تعداد دانه در طبق می‌گردد (شکری و همکاران، ۱۳۸٦).

نتایج این تحقیق نشان داد که بین ارقام مورد بررسی، رقم گلدشت از نظر تعداد دانه در طبق به طور معنی‌داری نسبت به رقم محلی اصفهان برتری دارد (جدول۲). فرجام و همکاران (۱۳۹۳) با انجام آزمایشی بیان نمودند که اختلاف معنی‌داری بین ارقام گلرنگ از لحاظ تعداد دانه در طبق وجود داشت. مطالعات انجام یافته توسط محمودیه چم‌پیری (۱۳۸۲) و پاسکال و آلبرکوئرک (۱۹۹٦) نیز تنوع قابل ملاحظه‌ای در صفت تعداد دانه در طبق در بین ژنوتیپ‌های گلرنگ در اثر تیمار تنش خشکی مشاهده شد. نتایج تجزیه واریانس صفات، بیانگر عدم تأثیر معنی‌دار مصرف اسید سالیسیلیک بر تعداد دانه در کاپیتول بود که با نتایج فرجام و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت داشت.

تعداد دانه در بوته

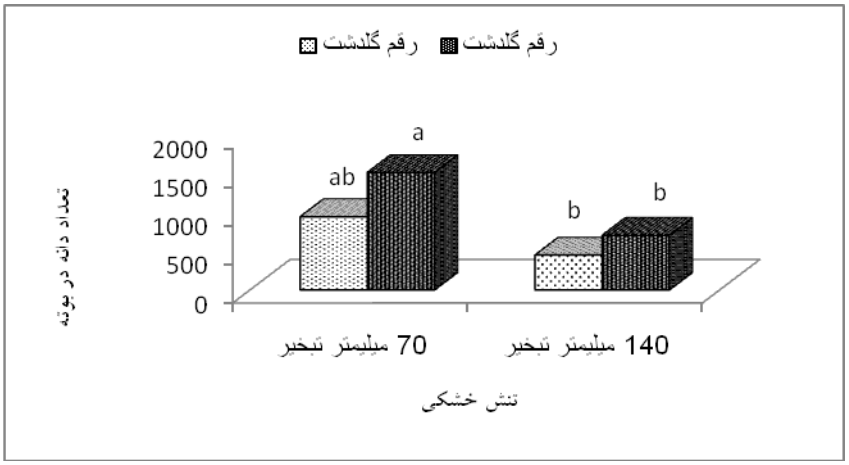
تعداد دانه در بوته نسبت به تعداد طبق در بوته معیار مناسبتری جهت ارزیابی عملکرد دانه است، زیرا احتمال پوک بودن تعدادی از طبق‌ها وجود دارد (ایزدی و هادی، ۱۳۹٤). تنش خشکی و رقم (در سطح ۵٪) و غلظت سالیسیلک‌اسید (در سطح۱٪) به طور معنی‌داری تعداد دانه در بوته را تحت تأثیر قرار دادند (جدول۱). تعداد دانه در بوته همچنین تحت تاثیر اثر متقابل تنش خشکی و رقم و اثر متقابل سه‌گانه تنش خشکی، رقم و سالیسیلک اسید (در سطح۵٪) قرار گرفت اما اثر متقابل تنش خشکی و سالیسیلک‌اسید و همچنین اثر متقابل رقم سالیسیلک‌اسید تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در بوته نداشتند.

مقایسه میانگین داده‌های مربوطه نشان داد که تیمار ۷۰ میلی‌متر تبخیر با میانگین ۱۲۳۶/۵ بیشترین تعداد دانه در بوته را تولید کرد (جدول۲). کاهش تعداد دانه در بوته در تنش خشکی ۱٤۰ میلی‌متر تبخیر را می‌توان به قدرت رشد رویشی کمتر گیاه تحت شرایط تنش، که از کاهش در صفاتی چون طول ساقه، قطر ساقه و تعداد شاخه‌های فرعی ناشی می‌شود، نسبت داد (باغخانی و فرحبخش، ۱۳۸۷). رژیم آبیاری نامطلوب ضمن کاهش سطح برگ‌ها، پیری زودرس آنها را تسریع نموده و بدینوسیله می‌تواند میزان تولید را خیلی بیشتر از آنچه که به علت اثرات ناشی از شدت فتوسنتز خالص تقلیل می‌یابد، کاهش دهد در نتیجه گیاه به دلیل کاهش منابع و مواد فتوسنتزی تعداد دانه در بوته کمتری تولید می‌کند (باغخانی و فرحبخش، ۱۳۸۷).

تعداد دانه در بوته تحت تأثیر ارقام قرار گرفت و در سطح احتمال ٪۵ معنی‌دار شد (جدول ۱) به طوری که رقم گلدشت با تعداد ۱۱۱۵/٦۵ دانه در بوته بیشترین مقدار را نشان داد (جدول ۲).

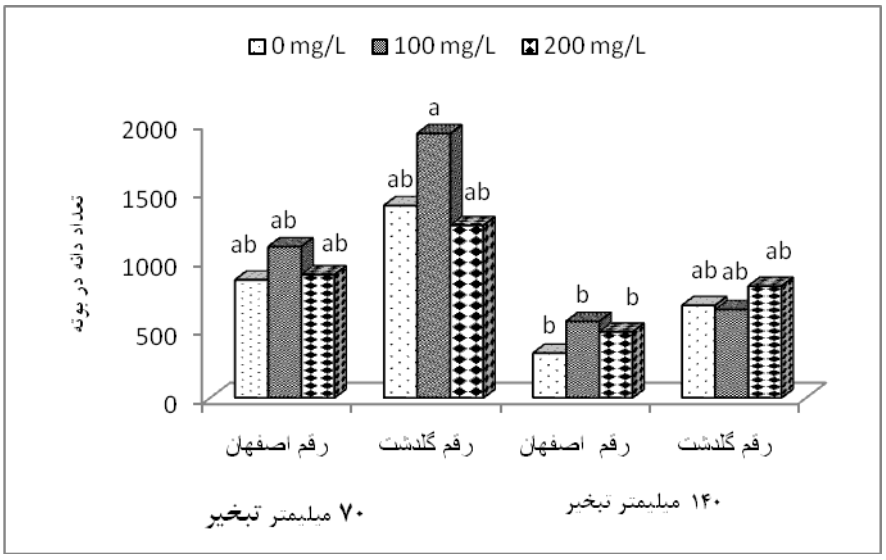
در مطالعه حاضر افزودن سالیسیلک‌اسید به میزان ۱۰۰میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش معنی‌دار تعداد دانه در بوته نسبت به عدم مصرف آن شد و افزایش غلظت سالیسیلک‌اسید میزان ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب کاهش تعداد دانه در بوته گردید (جدول۲). بررسی‌ها نشان می‌دهد که غلظت‌های زیاد سالیسیلیک اسید موجب تخریب بافت‌های درونی برگ و افزایش بافت استحکامی و چوبی شدن ساقه و ریشه می‌شود (گاسپار و پنل، ۱۹۹۱). از طرف دیگر سالیسیلک‌اسید یک ترکیب فنلی است و می‌تواند با کاهش pH دیواره سلولی موجب فعال شدن آنزیم‌هایی مانند اکسیدازها و پراکسیدازها شود و از این راه نیز موجب افزایش چوبی شدن سلول‌ها شود (مداح و همکاران، ۱۳۸۵).

مقایسه میانگین‌های برهمکنش تنش خشکی و رقم (شکل٤) نشان می‌دهد که بیشترین تعداد دانه در بوته (۱۵۲۳) متعلق به تیمار ۷۰ میلی‌متر تبخیر و رقم گلدشت می‌باشد.



شکل٤- اثر متقابل تنش خشکی × رقم بر تعداد دانه در بوته

برای هر سطح از عوامل آزمایش، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند



شکل۵- اثر متقابل تنش خشکی × رقم × سالیسیلیک اسید بر تعداد دانه در بوته

برای هر سطح از عوامل آزمایش، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند

نتایج برهمکنش تیمارهای سه‌گانه (شکل۵) نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته از اعمال تیمار۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلک‌اسید و تیمار ۷۰ میلی‌متر تبخیر و با رقم گلدشت بدست آمد و کمترین تعداد دانه در بوته از رقم محلی اصفهان در تنش خشکی۱٤۰ میلی‌متر تبخیر و عدم مصرف سالیسیلک‌اسید حاصل شد. هرچند با افزایش تنش خشکی تعداد دانه در بوته کاهش یافت، با این حال با اعمال سالیسیلیک اسید در تمام سطوح تنش خشکی، مقدار کاهش تعداد دانه در بوته نسبت به عدم کاربرد آن کمتر بود. سالیسیلک‌اسید با اثر بر روی آنزیم‌های آنتی-اکسیدان مانند کاتالاز، سوپراکسیددسموتاز، پراکسیدازها و متابولیت‌هایی مانند آسکوربیک‌اسید و گلوتاتیون اثرات ناشی از تنش‌های خشکی را کاهش می‌دهد (لی و همکاران، ۱۹۹۸).

وزن هزار دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس وزن هزار دانه تحت تاثیر هیچ یک از عوامل آزمایش قرار نگرفت (جدول۱). نتایج این تحقیق نشان داد که بین ارقام از لحاظ وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (جدول۱) که با یافته‌های فرجام و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت دارد.

عملکرد دانه

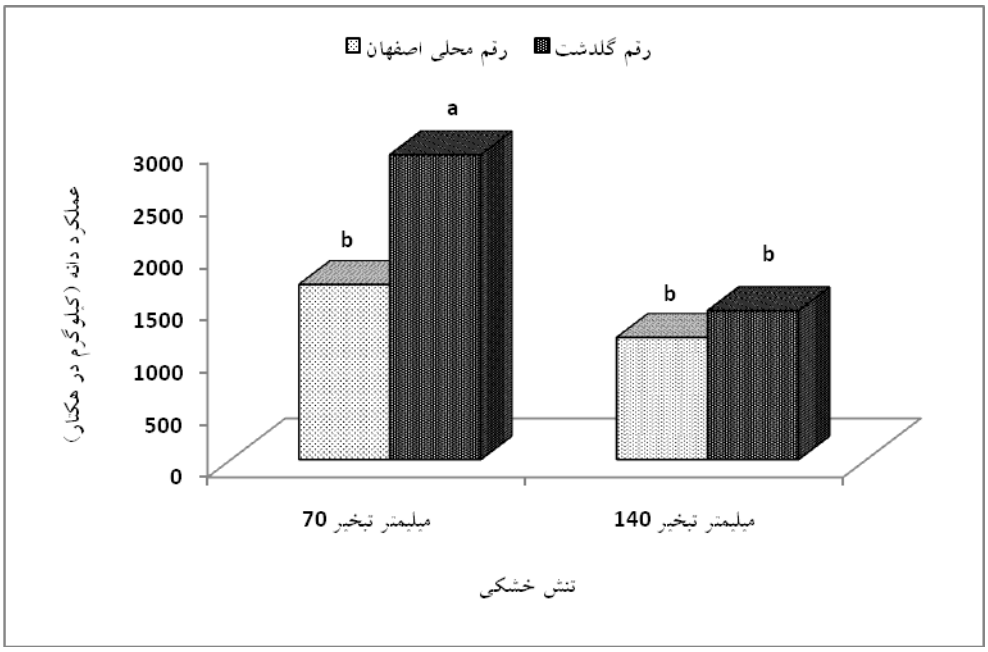
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از تأثیر معنی‌دار تنش خشکی و سالیسیلک‌اسید (در سطح احتمال ۵٪) و رقم (در سطح احتمال ۱٪) بر عملکرد دانه بود (جدول۱). اثر متقابل تنش خشکی و رقم بر عملکرد دانه در سطح آماری ۵٪ معنی دار شد ولی عملکرد دانه تحت تأثیر اثر متقابل تنش خشکی و سالیسیلک‌اسید و همچنین اثر متقابل رقم و سالیسیلک‌اسید و اثر متقابل سه‌گانه تنش خشکی، رقم و سالیسیلک‌اسید قرار نگرفت (جدول۱).

طبق نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی عملکرد دانه، تیمار تنش خشکی ۷۰ میلیمتر تبخیر با میانگین ۲۲۹۱/۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به خود اساس اختصاص داد و افزایش تنش خشکی عملکرد دانه را کاهش داد (جدول۲). این مسئله احتمالاً نتیجهٔ اختلال در فتوسنتز، تعرق و فرایندهای متابولیکی گیاه است که در نهایت کاهش عملکرد دانه را به دنبال دارد (سالارپور غربا و فرحبخش، ۱۳۹۳). تنش خشکی از طریق اختلال در روند جذب و انتقال عناصر غذایی، عرضهٔ مواد پرورده را کاهش داده و موجب تغییر در اجزای عملکرد و کاهش عملکرد می‌شود (آل-عمران و همکاران، ۲۰۰۰).

ارقام مورد مطالعه نیز از نظر میزان عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری را نشان دادند و رقم گلدشت با میانگین ۲۱٦٦/٦ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشت (جدول۲). یکی از دلایل برتری رقم گلدشت از نظر عملکرد، می‌توان به مسایل ژنتیکی که در شکل‌گیری و تکامل این رقم موثر هستند و نیز به سازگاری آن با شرایط آب و هوایی منطقه اشاره کرد (فرخی‌نیا و همکاران، ۱۳۸۸). در مطالعه یساری و همکاران (۱۳۸٤) و بهدانی و جامی‌الاحمدی (۲۰۰۸) نیز تفاوتهای معنی‌داری از لحاظ عملکرد دانه در واحد سطح بین ژنوتیپ‌های گلرنگ گزارش شده است.

بر اساس جدول مقایسه میانگین سطوح مختلف سالیسیلیک‌اسید (جدول۲) بیشترین میزان عملکرد دانه با مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلک‌اسید حاصل شد که با کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلک‌اسید اختلاف معنی‌داری نداشت. اثرهای مفید سالیسیلک‌اسید روی عملکرد دانه شاید در رابطه با انتقال بیشتر فرآورده‌های فتوسنتزی به دانه‌ها در طول پرشدن دانه‌ها باشد که درنتیجه باعث افزایش وزن دانه-ها می‌شود (گونز و همکاران، ۲۰۰۵). از دلایل بهبود پارامترهای رشد و در نتیجه افزایش عملکرد تحت تأثیر تیمار سالیسیلیک اسید می‌توان تأثیر سالیسیلک‌اسید بر دستگاه فتوسنتزی و حفاظت از دستگاه فتوسنتزی، مقدار فتوسنتز، فعالیت آنزیم روبیسکو، مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی، هدایت روزنه‌ای، سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی، کاهش تنش اکسیداتیو و نشت یونی، افزاش همبستگی غشاهای زیستی، متابولیسم نیتروژن و تغذیه معدنی گیاه را نام برد که در مطالعات مختلف به آنها اشاره شده است (استیون و همکاران، ۲۰۰٦؛ کورکمز و همکاران، ۲۰۰۷؛ پوپووا و همکاران، ۲۰۰۹).

عملکرد دانه به‌طور معناداری تحت تأثیر اثر متقابل دو فاکتور تنش خشکی و رقم قرار گرفت به نحوی که بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۷۰ میلیمتر تبخیر و رقم گلدشت (۲۹۱۱ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (شکل٦).



شکل٦- اثر متقابل تنش خشکی × رقم بر عملکرد دانه در هکتار

برای هر سطح از عوامل آزمایش، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین اجزای عملکرد و در نتیجه عملکرد، از آبیاری مطلوب حاصل شد. در بین ارقام، ژنوتیپ اصلاح شده اصفهان (گلدشت) از لحاظ صفات مورد بررسی نسبت به ژنوتیپ محلی اصفهان برتری نشان داد که بیانگر سازگاری بالاتر این ژنوتیپ با شرایط اقلیمی منطقه می‌باشد. محلول‌پاشی با سالیسیلک‌اسید اگرچه موجب افزایش اکثر شاخص‌های رشدی و درنتیجه افزایش عملکرد در شرایط بدون تنش شد، اما تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی نداشت. بنابراین در شرایط تنش خشکی، نمی‌توان از طریق مصرف سالیسیلیک‌اسید، اثر منفی تنش بر عملکرد دانه را کاهش داد، اما کاربرد مقادیر کم سالیسیلیک‌اسید (غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) می‌تواند تا حدودی آثار مخرب تنش خشکی بر رشد گیاه را تعدیل نماید.

منابع

امام، ی، و م، زواره. ۱۳۸٤. تحمل خشکی در گیاهان عالی (تحلیل‌های ژنتیکی، فیزیولوژیکی و زیست‌شناختی مولکولی)، (ترجمه) ، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۹٦ صفحه.

ایزدی، ز.، ه. هادی، ۱۳۹٤، اثر کاربرد غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر رشد و تولید دانه کرچک تحت شرایط تنش خشکی، فصلنامه پژوهش در اکوسیستم‌های زراعی، جلد ۲، شماره ۱، ۱۰٤-۹۷.

باغخانی، ف.، و ح. فرحبخش، ۱۳۸۷، اثرات تنش خشکی بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی سه رقم گلرنگ بهاره، پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی، جلد ۸، شماره۲، ۵۵-٤۵.

بهدانی، م .ع. و م. جامی الاحمدی، ۱۳۸۷، ارزیابی رشد و عملکرد ارقام گلرنگ در تاریخ‌های مختلف کاشت، مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ٦، شماره۲، ۲۵٤-۲٤۵.

تدین، م. ر. ۱۳۸۸، واکنش‌های فیزیولوژیک گیاهان به تنش‌های محیطی، انتشارات دانشگاه شهرکرد، چاپ اول.

توکلی، ا.، ۱۳۸۱، بررسی اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد روغن گلرنگ، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۳٤صفحه.

جزائری نوش آبادی، م.ر. و رضایی، ع.م.، ۱۳۸۵، ارزیابی روابط بین پارامترها در رقم جو دو سر در تنش‌های آبی و شرایط بدون تنش. مجله علم و متابولیسم کشاورزی، جلد۱۱، شماره۱، ۲۷۸-۲٦۵.

حقیقت‌نیا، ص.، زردشتی، م. ر.، پیرزاد، ع. ر. و شیدفر، ر. ۱۳۹۱، بررسی تاثیر تنش رطوبتی روی عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف گلرنگ، دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

خواجه پور، م. ر.، ۱۳۸۵. گیاهان صنعتی، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ٥٦٤ صفحه.

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.

رمرودی، م، و ع.ر، خمر. ۱۳۹۲. اثرات متقابل محلول پاشی اسید سالیسیلیک و تیمارهای مختلف آبیاری بر برخی ویژگی‌های کمی، کیفی و تنظیم کننده‌های اسمزی ریحان، نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهان، دوره ۱، شماره۱، ۳۲-۱۹.

سالارپور غربا، ف و ح. فرحبخش. ۱۳۹۳. تأثیر تنش خشکی و اسید سالیسیلیک بر صفات ظاهری وفیزیولوژیکی گیاه رازیانه، مجله به‌زراعی کشاورزی، دوره ١٦، شماره۳، ۷۷۸-۷٦۵.

سیبی، م.، میرزاخانی، م. و گماریان، م.، ۱۳۹۱، بررسی ناپایداری غشاء سلولی گلرنگ تحت تنش آبی، مصرف زئولیت و سالیسیلیک‌اسید، مجله زارعت و اصلاح نباتات، جلد ۸، شماره۲، ١٣٦-١١٩.

شکری؛ ف.، خ. علیزاده و و. رشیدی، ١٣٨٦، ارزیابی برخی از صفات و شاخص‌های تحمل به خشکی در لاین‌ها و ارقام گلرنگ، مجله علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز، شماره۳، ٣٤-٣١.

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

علیزاده، م.، ح.ر. بلوچی و م. موحدی دهنوی، ۱۳۹۳، اثر محلول‌پاشی سولفات روی و سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی و عملکرد گلرنگ تحت تنش خشکی، نشریه تولید گیاهان روغنی، سال اول، شماره ۲، ۵۲-٤١.

فرجام، س.، ا. رخزادی، ه. محمدی و س. قلعه شاخانی. ۱۳۹۳. اثر تنش قطع آبیاری و محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گلرنگ بهاره، فصلنامه فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال ششم، شماره بیست و سوم، ۱۱۲-۹۹.

فرخی نیا، م.، م. رشدی، ب. پاسبان اسلام و ر. ساسان دوست، ۱۳۸۸، بررسی اثرات تنش خشکی بر عملکرد دانه و برخی صفات رویشی گلرنگ بهاره، مجله پژوهش در علوم زراعی، سال دوم، شماره ۵، ۱۱-۱.

فرید، ن. ۱۳۸۳. مقایسه سهم فتوسنتز گل آذین و برگ‌های مجاور آن در تشکیل و تولید دانه تحت شرایط مختلف رطوبت مزرعه، پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

کافی، م. و م. رستمی، ١٣٨٦، اثر تنش خشکی در مرحله رشد زایشی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن سه رقم گلرنگ در شرایط آبیاری با آب شور . مجله پژوهش‌های زراعی ایران، سال پنجم، شماره۱، ۱۳۱-۱۲۱.

محمدپور وشوایی، ر.، م. گلوی، م. رمرودی و ب. ع. فاخری، ١٣٩٤. اثرات تنش خشکی و تلقیح کودهای زیستی بر رشد، عملکرد و ترکیبات اسانس آویشن (*Thymus vulgaris* L.)، نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد۷، شماره۲، ۲۵۳-۲۳۷.

محمودیه چم‌پیری، ر.۱۳۸۲. سهم فتوسنتز گل آذین و برگ‌های فوقانی چهار رقم گلرنگ در عملکرد دانه و اجزا آن در اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

مداح، س. م.، فلاحیان، ف. ا.، صباغ پور، س. ح. و چلبیان، ف.،۱۳۸۵، اثر سالیسیلیک اسید بر عملکرد، اجزاء عملکرد و ساختار تشریحی گیاه نخود، مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی، شماره۲، ٦١-٧٠.

مهرابیان مقدم، ن.، م.ج. آروین، غ.ر. خواجویی نژاد، و ک. مقصود،.۱۳۹۰. اثر اسید سالیسیلیک بر رشد و عملکرد علوفه و دانه ذرت در شرایط تنش خشکی در مزرعه. فصلنامه به زراعی نهال و بذر، جلد۲-۲۷، شماره۱، ۵۵-٤١.

نادری درباغشاهی، م. ر.، ق. نورمحمدی، ا. مجیدی، ف. درویش، ا. ح. شیرانی راد و ح. مدنی، ١٣٨٤، بررسی عکس العمل گلرنگ تابستانه به شدتهای مختلف تنش خشکی در منطقه اصفهان، مجله علوم زراعی ایران، سال هفتم، شماره ۲۲۵-۲۱۲.

نیاکان، م.، آ. جهان‌بانی و م. قربانلی، ۱۳۸۹، اثر محلولپاشی غلظت‌های مختلف سالیسیلات بر پارامترهای رشد، میزان رنگریزه‌های فتوسنتزی، آنتوسیانین، فلاونوئید و قندهای محلول گیاه گشنیز (*Coriandrum sativaum* L)، فصلنامه پژوهش-های علوم گیاهی، جلد۵، شماره۲، ۱۸-۱۰.

یساری، ط.، شهسواری، م.ر.، برزگر، ا.ب. و امیدی، ا.ح.، ۱۳۸٤، مطالعه مراحل نمو و ارتباط آنها با عملکرد دانه در ده ژنوتیپ پیشرفته گلرنگ، مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ٦٨، ۸۳-۷۵.

Al-Omran AM, Sheta AS, Falatan AM and Al–Harb AR .2000 .Effect of drip irrigation on squash (*Cucrbita pepo*) yield and water use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. Agricultural Water Management. 37: 111-112.

Ashraf M, Akram NA, Arteca RN, and Foolad MR .2010. The physiological, biochemical and molecular roles of brassinosteroids and salicylic acid in plant processes and salt tolerance. Critical Reviews in Plant Sciences 29: 162–190.

Chen J, Cheng Z and Zhong S .2007 .Effect of exogegenous salicylic acid on growth and H_2O_2 Metabolizing enzymes in rice seedlings lead stress. Environmental Sciences. 19: 44-49.

Cox, W. J. and Jollif, G. D. 1986. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits. Agronomy Journal, 78, 266-230.

El-Tayeb MA .2005 . Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation. 45: 215-225.

Eraslan F, Inal A, Gunes A and Alpaslan M . 2007 .Impact of exogenous salicylic acid on growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. Scientia Horticulturae. 113: 120-128.

Esendal, E., Istanbulluoglub, A., Arslana, B. and Paşaa, C. 2008. Effect of water stress on growth components of winter safflower (*Carthamus tinctorius* L.). 7th International safflower conference. Australia.

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.

Hayat, S., and Ahmad, A. 2007. Salicylic Acid a Plant Hormone. Brazilian Journal of Plant Physiology, 18:137-145.

Hayat**.** Q., Hayat, S**.,** Alyemeni, M.N., Ahmad, A., 2012. Salicylic acid mediated changes in growth, photosynthesis, nitrogen metabolism and antioxidant defense systemin *Cicer arietinum* L. Plant soil environ, 58 (9): 417–423.

Kang, G. 2003**.** Salicylic acid changes activities of H_2O_2 metabolizing enzymes and increases the chilling tolerance of banana seedlings. Environmental and Experimental Botany.50:9-15.

Korkmaz A, Uzunlu M, Demirkairan AR 2007. Treatment with acetylsalicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. Acta Physiol Plant 29: 503-508.

Kothule, V.G., Bhalerao. R.K . and Rathod,T.H. 2003. Effect of growth regulators and yield attributes, yield and correlations coefficients in soybean. Annual Plant Physiology, 17: 140-142.

Koutroubas S. D., Papakosta D. K and Doitsinis A. 2004 .Cultivar and seasonal effects on the contribution of preanthesis assimilates to safflower yield. Field Crops Research 90: 263-274.

Li, L., Staden, J.V., and Jager, A.K. 1998. Effects of plant growth regulators on the antioxidant system in seedlings of two maize cultivars subjected to water stress .Plant Growth Regulation, 25:81-87.

Metwally A, Finkemeier I, Georgi M, Dietz KJ. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings. Physiology and Biochemistry of Plant, 132: 272- 281

Noreen, S. and Ashraf, M. 2008 .Alleviation of adverse effects of salt stress on sunflower (*Helianthus annuus* L.) by exogenous application of salicylic acid: growth and photosynthesis. Pakistan Journal of Botany 40(4): 1657-1663.

Pascual- villalobos, M. J. and N. Alburquerque. 1996. Genetic variation of safflower germplasm collection grown as a winter crop in southern Spain. Euphytica. 92:327-332.

Popova LP, Maslenkova LT, Yordanova RY, Ivanova AP, Krantev AP, Szalai G, Janda T. 2009. Exogenous treatment with salicylic acid attenuates cadmium toxicity in pea seedlings. Plant Physiology and Biochemistry 47:224-231.

Sayyari, M., Ghavami, M., Ghanbari F. and Kordi, S., 2013. Assessment of salicylic acid impacts on growth rate and some physiological parameters of lettuce plants under drought stress conditions". International Journal of Agriculture and Crop Sciences. Vol., 5 (17), 1951-1957

Senaratna, T. 2003. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induced multiple stress tolerance in bean and tomato plant". Plant Growth Regulation. 30: 157-161.

Shakirova, F.M., Shakhbutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdionova, R.A., andFatkhutdionova, D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedling induced by salicylic acid and salinity. Plant Sci. 164: 317-322.

Stevens J, Senaratna T, Sivasithamparam K. 2006 .Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Roma): associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilization. Plant Growth Regulation 49: 77-83.

Villalobs, F. J., Hall, A. J. Ritchie, J. T. and Orgaz, F. 1996. Oil crop- SUN: A development, growth and model of sunflower crop. American Society of Agronomy. J. 88:403-415.

Effect of shoot application of Salicylic acid on some growth parameres and yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under water stress

A. Tayebi[1], F. Earahvash[2], B. Mirshekari[2], A. Tari-nejad[3], M. Yarnia[4]

Recived: 2016-4-25 Accepted: 2016-10-16

Abstract

In order to evaluate the effect of salycilic acid on some reproductive and yield of safflower under drought stress an experiment was conducted in 2015 at research farm of Islamic Azad University of Tabriz in form of split plot based on randomized complete block design with three replications. The main factor included water stress (S) at two levels of evaporation (70 and 140 mm) from the surface of Class A basin. Post-establishment irrigation (the 4 leaves stage) was applied until the physiological maturity figures were obtained. The first sub-factor included salicylic acid in 3 control levels (distilled water spraying), spraying with concentrations of 100 and 200 mg per liter. The second sub-factor included local safflower of Isfahan and the Isfahan (Goldasht) cultivars. The results showed that water stress causes a significant reduction in plant height, number of sub branches, the number of heads per plant, number of seeds per head, seed weight, number of seeds per plant and yield. Salycilic acid effect on growth and yield under non-stress was felt that the use of different concentrations of salycilic acid significantly increased the number of branches, number of heads per plant, number of seeds per plant and seed yield in the absence of stress and the highest increase in 100 mg per liter salycilic acid was obtained. Spying had no significant effect on grain yield in drought stress conditions and in these conditions only plant height and number of branches increased. In general, the results showed that although in drought conditions negative effect on grain yield with consuming salycilic acid decreased, but the use of small amounts (concentration of 100 mg/ l) can be somewhat alleviated the negative effects of stress on plant growth. Type cultivars significantly influenced traits and results of mean comparison showed that Goldasht had highest plant height, number of lateral branches, number of heads per plant, number of seeds per head, number of seeds per plant and yield. As for interactions, the interaction between water stress and variety on number of branches, numbers of seeds per plant and seed yield were significant. The highest number of brances, number of seed in plant and seed yield obtained from 70 mm irrigation and glodasht. Therefore, this variety had better and more effective defence system than the local variety and was tolrerance to rought stress.

Keywords: Growth regulator, Goldasht cultivar, Isfahan cultivar

1- Ph.D. student of Agronomy, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
2- Associated Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
3- Associated Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Shahid Madani University, Tabriz, Iran
4- Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran