نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۳٤ / شماره ۳/ ۱۳۹۹

اثرات کاربرد برگی سالیسیلیک اسید بر بهبود تحمل به خشکی گل پریوش

غلامحسین همایونی، نیما احمدی[۱] و محمودرضا روزبان

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.

hoseinhomauni@gmail.com

دانشیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

ahmadin@modares.ac.ir

استادیار گروه باغبانی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران.

mroozban@ut.ac.ir

دریافت: مهر ۱۳۹۴ و پذیرش: بهمن ۱۳۹۸

چکیده

به منظور بررسی اثرات کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید بر بهبود تحمل به خشکی گل پریوش (*Catharanthus roseus* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. در این آزمایش، اثرات سالیسیلیک اسید در غلظت‌های ۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار، روی گیاهان آبیاری شده بر اساس سطوح ۳۰٪، ۶۰٪ و ۱۰۰٪ (شاهد) ظرفیت زراعی گلدان، ارزیابی شد. روش کاربرد سالیسیلیک اسید به صورت سه بار اسپری برگی با فواصل زمانی سه روز یکبار بود و اعمال تیمارهای آبیاری به مدت چهار هفته روی گیاهان به طول انجامید. براساس نتایج بدستآمده،تاثیرمثبت سالیسیلیک اسیددرشرایط کم‌آبیاری شدید (آبیاری بر اساس ۳۰ درصد ظرفیت گلدان) کاملامعنی‌دار بود. به طوریکه بیشترین تعداد گل در این سطح آبیاری، در اثر کاربرد برگی ۰/۵ تا ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید حاصل گردید. همچنین، بالاترین وزن تازه تک‌گل و نیزتعدادشاخه‌های فرعی درتیمارکم آبیاری شدید،دراثرمحلولپاشی ۰/۵ میلیمولارسالیسیلیک اسید بدست آمد. ضمن آنکه کاربرد سالیسیلیک اسیددرهمه سطوح به طورمعنی‌داری قطرگل را بهبود بخشیدکه جملگی می-توانندتاثیربه‌سزایی در جلوه این گیاه در شرایط کم‌آبیاری شدیدداشته باشد. در مجموع با توجه به مقرون به صرفه بودن، در دسترس بودن، و سهولت استفاده از سالیسیلیک اسید، کاربرد برگی ۰/۵ میلی‌مولار بر لیتر سالیسیلیک اسید، به عنوان تیماربرگزیده این آزمایش به منظور بهبود تحمل به خشکی پریوش درشرایط کم آبیاری شدیدتوصیه می‌شود.

واژه های کلیدی: کم‌آبیاری، ظرفیت زراعی گلدان، کارایی مصرف آب، برگپاشی

[۱]- آدرس نویسنده مسئول: گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

مقدمه

خشکی یکی از مهمترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان و شایع‌ترین تنش محیطی در جهان محسوب می‌شود. گزارش‌های زیادی در رابطه با بهبود میزان تولید تحت شرایط محدودیت آب در دسترس گیاه، ارائه شده است (بالجانی و شکاری، ۱۳۹۱). تنش آبی با توجه به زمان وقوع، دوام و اندازه کمبود آن، اثرات متفاوتی بر عملکرد گیاه و خصوصیات فیزیولوژیکی، مرفولوژیکی و آناتومیکی گیاه بر جای می‌گذارد (عبدالمجد و همکاران، ۲۰۱۷؛ پاندی و همکاران، ۲۰۰۱؛ کریم و همکاران، ۲۰۱۷). با توجه به اینکه متوسط بارندگی سالانه ایران، زیر۲۵۰ میلی‌متر است و این مقدار هم توزیع یکنواختی در طول فصل رشد و در مناطق مختلف کشور ندارد نیاز آبی بسیاری از گیاهان زراعی و باغی به قدر کافی تامین نمی‌گردد (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۹۹۹). بنابراین اتخاذ روش‌هایی چون بهره‌برداری صحیح از منابع آب موجود با استفاده از شیوه‌هایی مانند کشت گیاهان متحمل، شناخت ارتباط میزان آب در دسترس و رشد محصولات در هر مرحله از حیات گیاه و بررسی واکنش‌های فیزیولوژیک و روابط آبی گیاه در مقابله با تنش اهمیت فراوانی دارد (بیسیم بایندر و همکاران، ۲۰۰۵). با اینکه تحمل نسبی به تنش خشکی در اغلب گونه‌های گیاهی وجود دارد، اما گستردگی و شدت آن از گونه‌ای به گونه دیگر متفاوت است. از طرفی، اثرات اولیه کمبود آب روی گیاهان دارویی و زینتی همچون گیاهان زراعی به خوبی مورد ارزیابی قرار نگرفته است (تان و همکاران، ۲۰۰۶).

کارائی مصرف آب (Water Use Efficiency)، نسبت ماده خشک تولید شده در گیاه به تبخیر و تعرق است که بر حسب گرم ماده خشک به کیلوگرم یا میلی‌متر آب بیان می‌شود (حکمت شعار، ۱۳۷۲). در محیط‌های خشک، تبخیر و تعرق گیاه بیشتر بوده و برای تولید یک واحد ماده خشک، گیاه به آب بیشتری نیاز دارد. عوامل متعددی از جمله آب، CO_2، دمای هوا، گونه گیاهی، مسیر فتوسنتزی گیاه، رفتار روزنه‌ای گیاه، اندازه و ساختمان سلول‌های مزوفیلی و آرایش برگ‌ها، خصوصیات خاک و عوامل اقتصادی تولید بر کارائی مصرف آب تأثیر می‌گذارند (استانهیل، ۱۹۸۶).

پریوش (*Catharanthus roseus* L.)، گیاهی دارویی- زینتی از خانواده Apocynaceae است که ترکیبات آلکالوئیدی ارزشمندی که تعداد آن‌ها به ۱۳۰ نوع نیز بالغ می‌شود را در پیکره رویشی خود تولید می‌کند. وین‌بلاستین (Vinblastine) و وین‌کریستین (Vincristine)، دو آلکالوئید اصلی این گیاه، که در درمان سرطان نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد، تنها در بخش‌های هوایی این گیاه یافت می‌شود (جنید و همکاران، ۲۰۱۰). پریوش امروزه به عنوان یک گیاه مهم در بوستان‌ها و فضای سبز به شکل گلدانی، حاشیه‌ای و پوششی پرورش داده می‌شود. این گیاه زینتی نسبت به برخی تنش‌های محیطی از جمله خشکی حساس می‌باشد، به‌طوریکه تحت شرایط تنش خشکی، دچار افت شدید رشد و نمو می‌شود و از زیبایی گیاه بطور قابل توجهی کاسته می‌شود (چرات و همکاران، ۲۰۰۸).

در سالیان اخیر، روش‌ها و مواد مختلفی به منظور بهبود تحمل گیاهان به تنش‌های مختلف از جمله خشکی معرفی شده است. سالیسیلیک اسید به عنوان یک ترکیب فنلی، دارای یک حلقه آروماتیک متصل به یک گروه هیدروکسیل بوده که به عنوان یک القاکننده موثر در بیان ژن‌های مقاومت در مقابله با تنش‌ها شناخته شده است (دیویس، ۲۰۰۵؛ شارما و همکاران، ۲۰۱۹). این ماده به عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی، نقش مهمی در تنظیم تعدادی از فرآیندهای فیزیولوژیک همچون فتوسنتز، بسته‌شدن روزنه‌ها، تعرق، سنتز کلروفیل و جذب و انتقال عناصر ایفا می‌کند و به عنوان یک القا کننده مقاومت به تنش‌های محیطی، پس از کاربرد خارجی آن روی بسیاری از گیاهان، سبب افزایش میزان پروتئین‌های مرتبط با مقاومت به تنش می‌گردد (دیویس، ۲۰۰۵). سالیسیلیک اسید به روش‌های مختلفی از جمله محلول‌پاشی برگ‌ها و پرایمینگ بذور (حیات و احمد، ۲۰۰۷)، برای مقابله با

تنش‌های مختلف از جمله شوری (شکیروا و همکاران، ۲۰۰۸)، سمیت عناصر سنگین (متوالی و همکاران، ۲۰۰۳)، دماهای بالا (دات و همکاران، ۱۹۹۸) و دماهای پایین (لی و همکاران، ۲۰۱۰) بکار برده می‌شوند.

بطور کلی، سالیسیلیک اسید سبب افزایش القاء سنتز تنظیم کننده‌های اسمزی همچون پرولین و بتائین‌گلایسین در شرایط تنش‌های محیطی می‌شود (کلسیگ و مالامی، ۱۹۹۴). کارایی سالیسیلیک اسید در القاء تحمل به تنش، به گونه گیاهی و یا غلظت مصرفی آن بستگی دارد (راسکین، ۱۹۹۲). گزارش شده که سالیسیلیک اسید در غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۵ میلی‌مولار، به طور موثری گیاهان گوجه‌فرنگی و لوبیا را در مقابل تنش خشکی محافظت می‌کند و موجب افزایش رشد و عملکرد گیاهان در این شرایط می‌شود (سناراتنا و همکاران، ۲۰۰۰). از طرف دیگر، بهبود شاخص‌های رشدی نیز در اثر کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید در گندم، سویا (اراسلان و همکاران، ۲۰۰۷) و ذرت (گارسیا و همکاران، ۲۰۰۲؛ فاردوس و همکاران، ۲۰۱۷) گزارش شده است. با توجه به اهمیت استفاده از گیاه زینتی پریوش در فضاهای سبز شهری و بوستان‌ها، در این تحقیق اثرات کاربرد برگی سالیسیلیک اسید در بهبود تحمل به خشکی در گل پریوش در شرایط کم‌آبیاری مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۹۲ انجام شد. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا، ۱۳۵۲ متر با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی بود. تیمارهای آبیاری این آزمایش بر اساس ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰٪ ظرفیت خاک مورد استفاده بودند که ۱۰۰٪ به عنوان تیمار شاهد و ۶۰٪ و ۳۰٪ ظرفیت زراعی گلدان به عنوان تیمارهای کم‌آبیاری در نظر گرفته شدند.

برای تولید دانهال، ابتدا بذرهای پریوش (*Catharanthus roseus* L.) واریته Mediterranean، به مدت ۲۴ ساعت بین دو لایه دستمال مرطوب، خیسانده شدند و پس از آن، ۶۰ عدد گلدان که دارای قطر ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر بودند برای آزمایش آماده شد که ۱۲ ترکیب تیماری در پنج تکرار در آنها اعمال گردید. خاک مورد استفاده در گلدان‌ها از الک ۲ میلی-متری عبور داده شد و سپس مخلوط خاکی به نسبت دو به یک ماسه به رس تهیه شد (امیری ده احمدی و همکاران، ۱۳۹۱) و درون هر گلدان، یک کیلوگرم خاک آماده شده ریخته شد. به منظور اعمال رژیم‌های رطوبتی، از روش وزنی استفاده گردید به این صورت که ابتدا یکی از گلدان‌های آزمایش که از نسبت خاک مشخص تهیه شده بود در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس گلدان از آب اشباع شد و برای جلوگیری از تبخیر، سطح گلدان توسط یک پلاستیک پوشانده شد. با خروج آب ثقلی، وزن گلدان به طور مرتب کم شد تا زمانی که وزن آن ثابت ماند (وزن ظرفیت مزرعه). با تفاضل وزن اخیر و وزن خاک خشک، مقدار آب لازم برای رسیدن خاک هر گلدان به حد ظرفیت زراعی، مشخص و سطوح ۳۰ و ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه مقدار آب مورد نیازشان محاسبه شد و در طول دوره آزمایش برای سطوح مختلف رطوبتی گلدان‌ها مورد استفاده قرار گرفت. به منظور اعمال سطوح آبیاری، گلدان‌ها روزانه وزن می‌شدند و مقدار آب لازم برای رسیدن به هر کدام از سطوح به آنها اضافه می‌شد (یزدان پناه و همکاران، ۲۰۱۱; خزائی و همکاران، ۱۳۸۴).

پس از کاشت بذرها در گلدان‌ها، آبیاری روزانه گلدان‌ها انجام شد و پس از سه هفته در مرحله ۴-۳ برگ حقیقی، دانهال‌ها از خاک بیرون آمده و تعداد پنج عدد از آنها که کیفیت مطلوبی داشتند حفظ شده و بقیه حذف شدند. تا این زمان برای همه تیمارها به نسبت مساوی آبیاری انجام شد و پس از این مرحله، گیاهان برای محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید آماده شدند. گیاهان سه

مرتبه و در فواصل زمانی هر سه روز یکبار با غلظت‌های ۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید محلول‌پاشی شدند و پس از آن آبیاری برای چهار هفته متوالی اعمال گردید (اودایا کومار و همکاران، ۱۹۹۸).

با ظهور اولین گل‌های گیاه که پس از ٤٥ روز از تاریخ کشت گیاه، و نیز پس از چهار هفته از اعمال تیمارهای آبیاری، صفات مورفولوژی گیاه شامل تعداد گل، قطر گل، میانگین وزن تر تک‌گل، تعداد شاخه و کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند.

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با پنج تکرار انجام پذیرفت. فاکتور اول شامل آبیاری در سه سطح (۱۰۰ درصد به عنوان شاهد، و ٦٠ و ۳۰ درصد ظرفیت زراعی گلدان به عنوان سطوح کم آبیاری) و فاکتور دوم سالیسیلیک اسید در چهار سطح (۰ یا شاهد، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار) بودند. داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و نمودارها با کمک نرم افزار Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس داده-ها، صفات مهم تعداد گل، میانگین وزن تر تک‌گل و تعداد شاخه تحت تأثیر اثر متقابل سالیسیلیک اسید و آبیاری قرار گرفت و صفات قطر گل و کارایی مصرف آب به ترتیب تحت اثر اصلی سالیسیلیک اسید و آبیاری قرار گرفتند (جدول ۱).

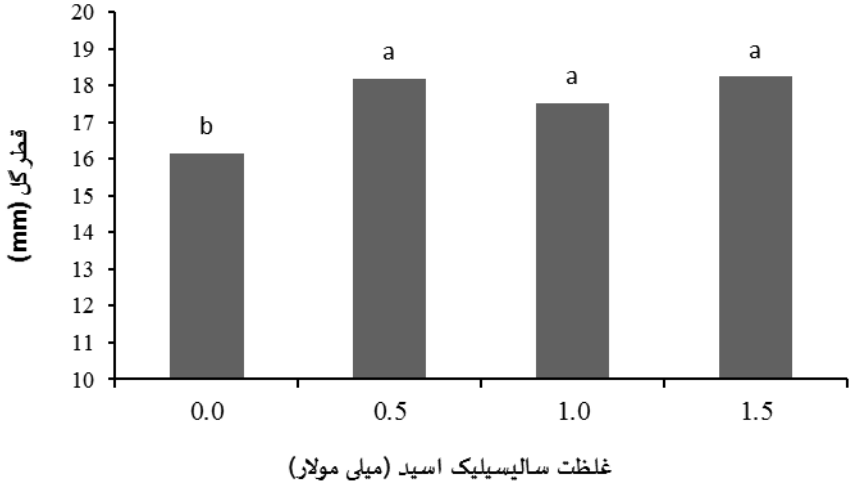
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثرات آبیاری و سالیسلیک اسید بر صفات مورد ارزیابی پریوش

متغیره	درجه آزادی	تعداد گل	قطر گل	وزن تر تک‌گل	تعداد شاخه	کارائی مصرف آب
آبیاری	۲	۴۶ /۸۵^{ns}	۸۱/۱۱۹^{ns}	۰/۱۴۲^{ns}	۱۷/۰۵۴^{ns}	۳۲/۷**
سالیسیلیک اسید	۳	۱/۱۷۰^{ns}	۱۴/۰۵۳ **	۰/۵۵۹^{ns}	۰/۱۳۲^{ns}	۲/۵^{ns}
آبیاری × سالیسیلیک اسید	۶	۷/۱۵۵**	۳/۷۵۷^{ns}	۰/۱۸۷**	۲/۶۴۹**	۴۶/۸^{ns}
خطا	۴۸	۱/۵۵۷	۲/۱۴۵	۰/۳۱۸	۱/۰۲۳	۲/۶
ضریب تغییرات	-	۷/۶۱	۸/۴۵	۱۰/۳۴	۶/۱۱	۱۱/۲۳

اثر متقابل آبیاری و سالیسیلیک اسید بر تعداد گل حاکی از آن بود که تیمارهای ۳۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی گلدان بدون استفاده از سالیسیلیک اسید (تیمار شاهد)، به ترتیب پایین‌ترین (۲/۸) و بیشترین (۸/٦) تعداد گل را در سطح احتمال ۵ درصد تولید نمودند (جدول ۲). کاربرد سالیسیلیک اسید در تیماری کم آبیاری شدید توانست تعداد گل را به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد افزایش دهد و در بین غلظت‌های بکار رفته سالیسیلیک اسید، غلظت‌های ۰.۵ و ۱ میلی مولار بیشترین کارایی را داشتند. این موضوع نشان می‌دهد که از یک طرف گیاهان تحت محدودیت‌های آبی، جوانه‌های گل-دهنده کمتری را تولید نموده و بیشتر انرژی خود را صرف بقای خود می‌کنند، و از طرف دیگر، کاربردهای خارجی سالیسیلیک اسید به ویژه در غلظت‌های ۰.۵ و ۱ میلی مولار، می‌تواند این نقیصه را جبران نماید. این یافته با نتایج شمس و همکاران (۲۰۱۱) روی اطلسی، چلینسکی و همکاران (۲۰۰۷) روی گل حنا، نیو و رودریگز، (۲۰۰٦) روی گل‌های پلومباگو و پریوش مطابقت دارد.

در ارزیابی قطر گل، نتایج نشان داد که بیشترین قطر گل در تیمارهای توام با کاربرد سالیسیلیک اسید بدست آمد و کمترین آن در تیمار بدون کاربرد سالیسیلیک اسید حاصل شد (شکل ۱). بین غلظت‌های سالیسیلیک اسید بکار رفته نیز تفاوت معنی‌داری از نظر قطر گل مشاهده نشد. این نتایج با نتایج گزارش شده توسط رزم جو و همکاران (۲۰۰۸) روی بابونه کبیر همخوانی داشت. بالجانی و شکاری (۱۳۹۱) نیز گزارش کردند که تیمار

سالیسیلیک اسید، قطر گل در گیاه گلرنگ را تحت تنش خشکی افزایش می‌دهد.



شکل ۱- اثر غلظت سالیسیلیک اسید بر قطر گل پریوش

در بررسی اثر متقابل سالیسیلیک اسید و آبیاری بر وزن تر تک‌گل، بیشترین وزن تر تک‌گل (۰/۰۴۲ گرم) متعلق به تیمار آبیاری بر اساس ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی گلدان بدون کاربرد سالیسیلیک اسید، و پایین‌ترین آن (۰/۰۰۹ گرم) در تیمار کم‌آبیاری شدید (۳۰ درصد ظرفیت زراعی گلدان) بدون کاربرد سالیسیلیک اسید بدست آمد. کاربرد غلظت‌های ۰.۵ و ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در تیمار کم‌آبیاری شدید، بیشترین وزن تر تک‌گل را در مقایسه با عدم کاربرد آن در تیمار آبیاری متناظر به همراه داشت. پیشتر نیز پژوهشگران، موثر بودن کاربرد سالیسیلیک اسید را بر وزن گل جعفری (ریاض و همکاران، ۲۰۰۸) و گل بابونه (رزمجو و همکاران، ۲۰۰۸) گزارش کرده بودند.

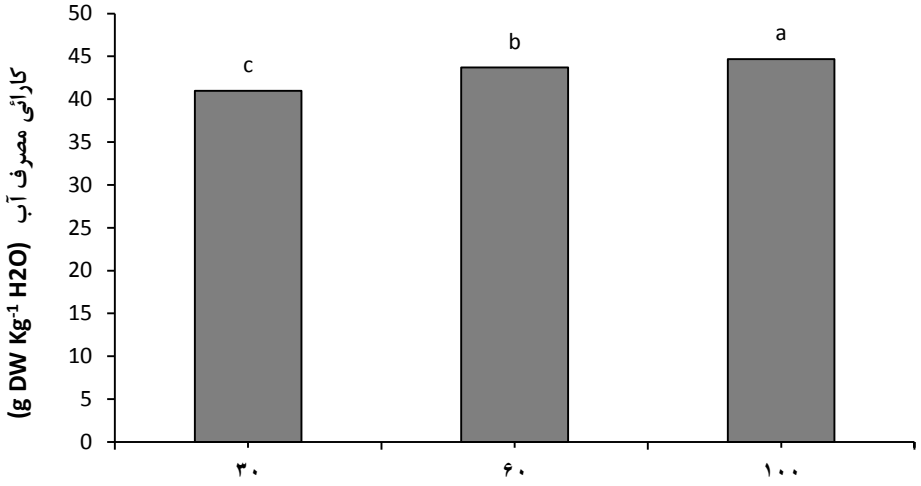
جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل آبیاری و سالیسیلیک اسید بر تعداد گل، وزن تر گل و تعداد شاخه فرعی پریوش

ترکیب تیماری	تعداد گل‌ها	وزن تر تک‌گل (گرم)	تعداد شاخه فرعی
$SA_{0.0}\,FC_{30\%}$	۲/۸g	۰/۰۰۹e	۳/۳۳d
$SA_{0.0}\,FC_{60\%}$	۴/۵de	۰/۰۲۳cd	۵/۵۸bc
$SA_{0.0}\,FC_{100\%}$	۸/۶a	۰/۰۴۲a	۷/۰۲a
$SA_{0.5}\,FC_{30\%}$	۴/۶de	۰/۰۲۵c	۵/۰۶bc
$SA_{0.5}\,FC_{60\%}$	۵/۲c-e	۰/۰۲۸bc	۴/۹۰bc
$SA_{0.5}\,FC_{100\%}$	۷/۸ab	۰/۰۳۵ab	۵/۳۳bc
$SA_{1.0}\,FC_{30\%}$	۵/۸c-e	۰/۰۲۴cd	۴/۲۳cd
$SA_{1.0}\,FC_{60\%}$	۵/۱c-e	۰/۰۲۸bc	۵/۳۲bc
$SA_{1.0}\,FC_{100\%}$	۶/۱cd	۰/۰۳۱bc	۶/۶۶ab
$SA_{1.5}\,FC_{30\%}$	۴/۰۷f	۰/۰۱۶d	۴/۵۳cd
$SA_{1.5}\,FC_{60\%}$	۵/۷c-e	۰/۰۳۱bc	۵/۲۸bc
$SA_{1.5}\,FC_{100\%}$	۶/۵bc	۰/۰۳۳b	۶/۰۲ab

نتایج جدول مقایسه میانگین اثر متقابل سالیسیلیک اسید و آبیاری بر صفت تعداد شاخه‌ی فرعی نشان داد که تیمارهای ۳۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی گلدان، بدون استفاده از سالیسیلیک اسید به ترتیب پایین‌ترین (۳/۳۳) و بیشترین (۷/۰۲) تعداد شاخه فرعی را تولید نموده است. ضمن آنکه کاربرد سالیسیلیک اسید در هر سه غلظت به

کار رفته توانست تعداد شاخه فرعی را در تیمار کم آبیاری شدید افزایش دهد. این پدیده نشان دهنده آن است که گیاه تحت شرایط محدودیت شدید آبیاری، تعداد شاخه-های فرعی کمتری (۳/۳۳) را تولید می‌نماید. این یافته با نتایج شمس و همکاران (۲۰۱۱) روی گل اطلسی؛ رزمجو و همکاران (۲۰۰۸) روی گل بابونه آلمانی و مجدنصیری (۲۰۰۱) در رازیانه مطابقت دارد. در بررسی‌های چاوان، (۱۹۶۱) روی گلرنگ مشخص شد که بین عملکرد و تعداد شاخه‌های جانبی، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. در بررسی وفابخش و همکاران (۱۳۸۷) روی کلزا نیز مشخص گردید که با کاهش سطح رطوبت خاک (تا ۵۰ درصد نیاز آبی)، تعداد غلاف‌های موجود در هر گیاه کاهش یافت که در شرایط آبی بالاتر از این سطح (۱۰۰ درصد نیاز آبی، ۸۰ درصد نیاز آبی و ٦٥ درصد نیاز آبی) تعداد غلاف در هر بوته افزایش یافت.

نتایج حاصل از ارزیابی تیمارهای کم‌آبیاری از نظر کارائی مصرف آب نشان داد که بهترین کارایی در تیمار شاهد (٤٤.٧ گرم ماده خشک به ازای هر کیلوگرم آب مصرفی) و پس از آن در تیمار کم‌آبیاری بر اساس ٦٠ درصد ظرفیت زراعی گلدان (٤٣.٧ گرم ماده خشک به ازای هر کیلوگرم آب مصرفی) بدست آمد (شکل ۲).



شکل ۲- اثر سطوح مختلف کم آبیاری بر کارائی مصرف آب

با توجه به نتایج این پژوهش و سایر مطالعات مشابه، چنین به نظر می‌رسد که هر نوع شرایط کم‌آبیاری لزوماً موجب افزایش کارائی مصرف آب در گیاه نمی‌شود و پارامترهای دیگری از جمله عوامل بیولوژیکی، واکنش‌های فیزیولوژیک گیاه در برابر تنش آبی و رقم نیز در این زمینه اثرگذار هستند. با توجه به اینکه دوره کم‌آبیاری در این آزمایش، دوره کوتاهی متناسب با دوره رشدی گیاه پریوش بود و از طرف دیگر، رشد سبزینه‌ای گیاه در اثر کاهش پتانسیل آب برگ‌ها، به سرعت افت می‌کند، کارائی مصرف آب به موازات افزایش سطح کم‌آبیاری در این آزمایش کاهش یافت. به طور کلی، گیاهان از دو راهکار متفاوت در مصرف آب بهره می‌گیرند. نخست استفاده محافظه‌کارانه از آب به ویژه در شرایط محدودیت آبیاری و دوم استفاده از آب در مواقع پرآبی است، که در روش دوم به دلیل باز بودن بیشتر روزنه‌ها، تلفات آب زیادتر است اما در مقابل، فتوسنتز نیز بالاتر بوده و به تبع آن، تولید مواد فتوسنتزی و زیست‌توده هم بیشتر است (پسیورا، ۱۹۸۲). کاهش میزان باز بودن روزنه‌ها معمولاً نسبت کربن تثبیت شده به تعرق را افزایش می‌دهد (هیل مایر و همکاران، ۲۰۰۲). آنچنانکه هر عاملی که عملکرد ماده خشک را افزایش دهد یا تبخیر و تعرق را کاهش دهد کارایی مصرف آب را بالا می‌برد (سبحانی، ۲۰۰۰).

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد سالیسیلیک اسید در شرایط کم آبیاری شدید می‌تواند شاخص‌های رشدی و فیزیولوژیک گیاه زینتی پریوش همچون تعداد گل، قطر گل، میانگین وزن تر تک‌گل و تعداد شاخه را بهبود ببخشد. در این میان، غلظت ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در مقایسه با غلظت‌های بالاتر، هم به جهت صرفه‌جویی در مقدار ماده مصرفی و نیز نتایج مشابه با غلظت‌های بالاتر به عنوان غلظت پیشنهادی تحت شرایط محدودیت آبیاری به ویژه در سطح آبیاری بر اساس ۳۰ درصد ظرفیت مزرعه، برای این گیاه توصیه می‌شود.

فهرست منابع

۱. امیری ده احمدی، ر.، رضوانی مقدم، پ و احیایی، ح.ر. ۱۳۹۱. تاثیر خشکی بر برخی خصوصیات مرفولوژیکی و عملکرد سه گیاه دارویی شوید، گشنیز و رازیانه در شرایط گلخانه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۰: ۱۱۶-۱۲۴.

۲. بالجانی، ر. و شکاری، ف. ۱۳۹۱. تاثیر پیش تیمار با سالیسیلیک اسید بر روابط شاخص‌های رشد و عملکرد در گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت شرایط خشکی آخر فصل. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۱:۸۹-۱۰۳.

۳. خزاعی، ح.، محمدآبادی، ع. و برزویی، ا. ۱۳۸۴. بررسی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک انواع ارزن در رژیمهای مختلف آبیاری. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۳: ۴۴-۳۵.

۴. حکمت شعار، ح. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار (ترجمه). انتشارات نیکنام. ۲۵۱ ص.

۵. سبحانی، ا و آخوندی میبدی، ح. ۱۳۷۹. بررسی مقاومت به شوری در یونجه‌های گرمسیری تحت شرایط محیطی. ششمین همایش گیاهان و منابع طبیعی. ۲۷۴ ص.

۶. کوچکی ، ع و نصیری محلاتی، م. ۱۳۷۱. اکولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی. ۲۹۱ ص.

۷. مجد نصیری، ب. ۱۳۸۰. ارزیابی خصوصیات فنولوژیکی و فیزیولوژیکی رازیانه تابستانه تحت شرایط خشکی. مجله گیاهشناسی زیست محیطی. ۶۸: ۲۶۴-۲۷۲.

۸. وفابخش، ج.، نصیری محلاتی، م و کوچکی، ع. ۱۳۸۷. اثر خشکی برعملکرد وکارایی مصرف نور در ارقام کلزا (*Brassica napus*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران شماره ۶: ۱۹۳-۲۰۸.

9. Abd El-Mageed, T.A., Semida, W.M., Rady, M.M., 2017. Moringa leaf extract as biostimulant improves water use efficiency, physio-biochemical attributes of squash plants under deficit irrigation. Agricultural Water Management, 193, pp.46-54.
10. Bessembinder., J. J. E., Leffelaar P. A., Dhindwal, A. S., Ponsioen, T. C. 2005. *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. An important drug: its applications and production. Pharmacie Globale.4: 98-110.
11. Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F. W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A. M., Cheruth, A., Ragupathi, S., Muthiah, G., Rajaram, P. 2008. Differential responses in water use efficiency in two varieties of *Catharanthus roseus* under drought stress. Plant Biol. Pathol. 331:42–47.
12. Chavan, V.M. 1961. Niger and Safflower. Indian Central Oilseeds Committee, Examiner Press. Bombay, India. 150 p.
13. Cheruth, A., Ragupathi, G., Beemarao, S., Muthiah, G., Rajaram, P. 2008. Differential responses in water use efficiency in two varieties of *Catharanthus roseus* under drought stress. Plant Biol. Pathol. 331:42–47.
14. Chyliński, W.K., Łukaszewska, A.J., Kutnik, K., 2007. Drought response of two bedding plants. Acta Physiologiae Plantarum, 29(5), p.399.

15. Dat, J.F., Lopez Delgado, H., Foyer, C. H., Scott, I. M. 1998. Parallel changes in H_2O_2 and catalase during thermo tolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedlings. Plant Physiol. 116:1351-1357.
16. Davies, P.J. 2005. Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action! Springer Science & Business Media.
17. Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A., Alpaslan, M. 2007. Impact of exogenous salicylic acid on growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. Sci Hortic. 113:120–128.
18. Fardus, J., Abdul Matin,M.d., Hasanuzzaman, M.d., Hossain, S.D. Nath, Hossain, M.D. A., Rohman, M. and Hasanuzzaman, M. 2017. Exogenous salicylic acid-mediated physiological responses and improvement in yield by modulating antioxidant defense system of wheat under salinity. Not. Sci. Biol. 9(2): 219-232. DOI: 10.15835/nsb929998.
19. Garcia, M.G., Busso C.A., Polci, P., Garcia, L.N., Echenique, V. 2002. Water relation and leaf growth rate of three Agropyron genotypes under water stress. Biol. Cell. 26:309-317.
20. Hayat, S and A. Ahmad. 2007. Salicylic acid: A Plant Hormone. Springer. 401p.
21. Heilmeier, H., Wartinger, A., Erhard, M., Zimmerman R., Horn, R., Schulze, E. D. 2002. Soil drought increases leaf and whole-plant water use of Prunus dulcis grown in the Negev Desert. Oecologia. 130:329-336.
22. Junaid, A., Sheba Haque, K., Zahid Hameed, S., Zohra, F., Mehpara, M. 2010. Catharanthus roseus (L.) G. Don. An important drug: its applications and production. Pharmacie Globale. 4:1-16.
23. Kareem, F., Rihan, H. and Fuller, M. 2017. The effect of exogenous applications of salicylic acid and molybdenum on the tolerance of drought in wheat. Agri Res. Tech. Open Access J. 9(4).
24. Klessig, D. F. and J. Malamy. 1994. The salicylic acid signal in plants. Plant Mol. Biol. 26:1439-1458.
25. Lei, T., Feng, H., Sun, X., Dai, Q.L., Zhang, F., Liang, H.G., Lin, H.H. 2010. The alternative pathway in cucumber seedlings under low temperature stress was enhanced by salicylic acid. Plant Growth Regul. 60:35–42.
26. Metwally, A., Finkemeier, I., Georgi, M. K. Dietz, J. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings. Plant Physiol. 32:272-281.
27. Niu, G. and D.S. Rodriguez. 2006. Impact of drought and temperature on growth and leaf gas exchange of six bedding plant under greenhouse conditions. HortScience. 41:1408-1411.
28. Pandey, R.K., Maranville, J.W., Admou, A. 2001. Tropical wheat response to irrigation and nitrogen in a Sahelian environment. I. Grain yield, yield components and water use efficiency. Eur. J. of Agr. 15:93-105.
29. Passioura, J. B. 1982. Water in the soil-plant-atmosphere continuum In: Lange, O.L. P. S. Nobel, C. B. Osmond and H. Ziegler (Eds) Physiological plant ecology II. (Encyclopedia of plant physiology, NS, vol 12B). Springer. Berlin Heidelberg New York. 5–33.
30. Raskin, K. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annual Review Plant physiology and Plant Mol. Biol. 43:439-463.
31. Razmjoo, K., Heydarizadeh, P., Sabzalian, M.R. 2008. Effect of salinity and drought stresses on growth and essential oil content of (*Matricaria chamomile*). Int. J. Agric. Biol. 10:451–454.
32. Riaz, A., Younis, A., Riaz taj, A., Karim, A., Munir, S. Riaz, S. 2013. Effect of drought stress on growth and flowering of Marigold (Tagetes erecta L.). Pak. J. Bot. 45:123-131.
33. Sankar, B., Abdul Jaleel, C., Manivannan, P., Kishorekumar, A., Somasundaram, R., Panneerselvam, R. 2008. Relative efficacy of water use in five varieties of Abelmoschus esculentus (L.) Moench under water-limited conditions. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 62:125-129.

34. Senaratna T., Touchell, D., Bunn, E., Dixon, K. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regul. 30:157-161.
35. Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova M.V. Fatkhutdinova R.A., Fatkhutdinova, D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity, Plant Sci. 164:317-322.
36. Shams, J., N. Etemadi, A. Rezaei and P. Najafi. 2011. Investigation of drought stress on morphological traits of petunia (Petunia hybrida). Crop Sci. 58:140-145.
37. Sharma, A., Shahzad, B., Kumar, V., Kohli, S.k., Singh Sidhu, G., Bali, A.s., Handa, N., Kapoor, D., Bhardwaj,R. and Zheng, B. 2019. Phytohormones regulate accumulation of osmolytes under abiotic stress. Biomolecules: 9 (7), 285.
38. Stanhill, G. 1986. Water use efficiency. Adv. in Agron. 39: 53-85.
39. Tan, Y., Zongsuo, L., Shao, H.B., Du, F. 2006. Effect of water deficits on the activity of anti-oxidative enzymes and osmoregulation among three different genotypes of *Radix astragali* at seeding stage. Colloids Surf. B Biointerfaces. 49: 60-65.
40. Udayakumar, M., Devendra, R., Ramaswamy, G.S., Nageswara Rao, R.C.A., Roystephen, G.C., Gangadhara, A.I., Hussain, S. 1998. Measurement of transpiration efficiency under field conditions in grain legume crops, Plant Physiol. Biochem. 25: 67–75.
41. Yazdanpanah, S., Baghizadeh, A., Abbassi, F. 2011. The interaction between drought stress and salicylic and ascorbic acids on some biochemical characteristics of *Satureja hortensis*. Afr. J. Agri Res. 6:798- 803.

Effects of Foliar Application of Salicylic Acid on Improvement of Drought Tolerance in Madagascar Periwinkle

G. H. Homayouni, N. Ahmadi[1], and M. R. Roozban

M.Sc. Graduate, Department of Horticultural Sciences, Tarbiat Modares University.
hoseinhomauni@gmail.com
Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Tarbiat Modares University.
ahmadin@modares.ac.ir
Assistant Professor, College of Aburaihan, Department of Horticulture, University of Tehran.
mroozban@ut.ac.ir

Received: September 2015 and Accepted:January 2020

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of exogenous applications of salicylic acid on improvement of drought tolerance in Madagascar periwinkle *(Catharanthus roseus* L.). The experiment was arranged as factorial based on a completely randomized design (CRD). Salicylic acid concentrations of 0, 0.5, 1, 1.5 mM were foliar sprayed on pot plants treated with three levels of irrigation including 30%, 60%, and 100% Field Capacity). Application of salicylic acid was repeated three times with three-day interval, while plants were exposed to drought stress for four weeks. The traits such as flower number, flower diameter, fresh weigh of individual flower, shoot number, and water use efficiency (WUE) were evaluated in this study. Based on the results, the effect of salicylic acid on severe deficit irrigation (30% PC) was significant, and the highest number of flowers at this level was observed in foliar application of 0.5 and 1 mM salicylic acid. Also, the highest fresh weight of single flower and number of sub-branches were obtained in application of 0.5 mM salicylic acid under severe deficit irrigation. In addition, exogenous salicylic acid at all levels significantly improved the flower diameter, which could have a major impact on the aesthetic properties of this plant under deficit-irrigation conditions. In total, due to availability of salicylic acid and easy use, foliar application of salicylic acid at 0.5 mM concentration would be recommended to improve Madagascar periwinkle drought tolerance under severe deficit irrigation.

Keywords: Deficit-irrigation, Pot field capacity, Water use efficiency, Foliar application

[1] -Corresponding author: Department of Horticultural Sciences, Tarbiat Modares University