اثر سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های روزنه‌ای دو رقم گل حنا (*Impatiens walleriana*) تحت تنش خشکی

فاطمه روزبهانی*[۱]، محسن صفری[۱]، صادق موسوی فرد[۱] و عبدالحسین رضایی نژاد[۱]
[۱] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد
*نویسنده مسئول: roozb72639@gmail.com

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر برخی ویژگی‌های روزنه‌ای دو رقم گل حنا تحت تنش خشکی بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل سه فاکتوره بر پایه طرح کاملاً تصادفی درمحل گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان اجرا شد. فاکتور اول شامل: دو رقم گل حنا (تمپو و سالمون)، فاکتور دوم تنش خشکی در سه سطح (۹۵٪، ۸۵٪ و ۷۵٪ ظرفیت زراعی) و فاکتور سوم شامل سالیسیلیک اسید در سه سطح (صفر، ۱ و ۲ میلی‌مولار) بود. نتایج مقایسات میانگین نشان داد، با افزایش تنش خشکی در هر دو رقم تراکم، طول و عرض سلول‌های محافظ روزنه کاهش ولی شاخص روزنه افزایش داشت. طبق نتایج، کاربرد سالیسیلیک اسید باعث افزایش تراکم، طول و عرض سلول‌های محافظ روزنه شد؛ و با بهبود رشد گیاهان، اثرات مضر تنش خشکی را در گل حنا کاهش داد.

کلمات کلیدی:. سالیسیلیک اسید، خشکی، گل حنا

مقدمه

از میان تنش‌های محیطی، تنش خشکی مهم‌ترین عامل‌کاهش عملکرد (Debaeke and Abdellah, 1982) و کاهش رشد بسیاری از گیاهان زراعی، باغی و دارویی بخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیاست (حیدری، ۱۳۸۶). آب ازلحاظ اقتصادی در بسیاری از مناطق جهان به‌خصوص مناطق خشک و نیمه‌خشک به یکی از منابع بسیار مهم تبدیل شده است. اخیراً در همه بخش‌های صنعتی نیاز به آب در حال افزایش است که یکی از فعالیت‌های مهم اقتصادی، صنعت باغبانی می‌باشد (Selote and Khanna, 2004) .

گل حنا با نام علمی *Impatiens. spp* متعلق به خانواده Balsaminaceae و از جنس Impatiens است. گیاهان این خانواده به دلیل زیبایی و دوره گلدهی طولانی در سراسر دنیا به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان گلدانی و فضای سبز کشت می‌شود (Grey-Wilson, 1980).

سالیسیلیک اسید تحت تأثیر تنش‌های شوری و خشکی، در بافت‌های گیاهی تجمع می‌یابد و در افزایش مقاومت گیاه به این تنش‌ها شرکت می‌کند (Pirasteh-Anosheh, 2014). القای گل‌دهی، رشد و نمو، سنتز اتیلن، تأثیر در باز و بسته شدن روزنه‌ها و تنفس از نقش‌های مهم سالیسیلیک اسید بشمار می‌رود (Raskin, 1992)؛ لذا این مطالعه با هدف بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های روزنه ای دو رقم گل حنا تحت تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل سه فاکتوره ، فاکتور اول: رقم (تمپو و سالمون)، فاکتور دوم: تنش خشکی با سه سطح (۹۵٪، ۸۵٪ و ۷۵٪ ظرفیت زراعی) و فاکتور سوم: سالیسیلیک اسید با سه سطح (صفر، ۱ و ۲ میلی‌مولار)؛ که در محل گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان اجرا شد. بذور F1 دو رقم گل حنا (Accent premium salmon و Tempo orange)، از شرکت مزرعه سبز نمین تهران تهیه و به‌صورت مستقیم در گلدان‌های حاوی ماسه، خاک زراعی و کود دامی (به نسبت ۱:۱:۲) کاشته شد. محلول اسید سالیسیلیک (با جرم مولکولی ۱۳۸/۱۲

IrHC2019

گرم بر مول) با غلظت‌های موردنظر تهیه و از دو هفته قبل از اعمال تنش خشکی و در مرحله ۴ برگی، به‌صورت اسپری روی برگ به‌صورت هر هفته یک‌بار اعمال شد. در پایان آزمایش ویژگی‌های روزنه‌ای با استفاده از اپیدرم تحتانی برگ‌های بالغ اندازه‌گیری شد. برای اندازه گیری ویژگی‌های روزنه‌ای از روش عکس‌برداری میکروسکوپی با بزرگ‌نمایی‌های ۲۰، ۴۰ و ۱۰۰ همچنین نرم‌افزار ایمج تولز (Image tools) شاخص روزنه، طول و عرض سلول‌های محافظ روزنه اندازه‌گیری و محاسبه شد (Rezaei Nejad and Meeteren, 2005)؛ و برای اندازه‌گیری طول و عرض روزنه حداقل ۱۰ روزنه به‌صورت تصادفی از هر اسلاید مربوط به اپیدرم یک برگ عکس‌برداری شد و میانگین اندازه آن‌ها به‌عنوان اندازه روزنه در ان تکرار در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری تراکم روزنه نیز از هر اسلاید دو عکس به‌طور تصادفی تهیه و میانگین آن‌ها به‌عنوان تراکم روزنه در آن تکرار در نظر گرفته شد

تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver 9.4 (نسخه ۱۸) و Minitab (نسخه ۱۸) و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

در این مطالعه نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اکثر فاکتورهای مورد مطالعه اثر معنی‌داری ($P<0.01$) بر ویژگی‌های روزنه داشت (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های موردمطالعه دو رقم گل حنا

منابع تغییرات	درجه آزادی	تراکم روزنه	طول سلول‌های محافظ روزنه	عرض سلول‌های محافظ روزنه	شاخص روزنه
رقم	۱	۲۸۳۳۶ **	۲۰/۴۷ **	۱/۱۲۶ **	۲۶۶/۳۵ **
سالیسیلیک اسید	۲	۱۰۷۷/۲ **	۹/۳۹ **	۰/۰۴ ns	۷/۶۹*
تنش خشکی	۲	۷۵۰۰/۱ **	۲۹/۰۶ **	۳/۷۵۵ **	۱۳۰/۲۶**
رقم × سالیسیلیک اسید	۲	۸۸۰/۶ **	۱/۶۱ **	۰/۶۰۶ **	۳۴/۱۶**
رقم × خشکی	۲	۲۸۶۶/۷ **	۲/۷ **	۱/۱۱۳ **	۱۴/۵۳**
خشکی × سالیسیلیک اسید	۴	۱۶۲/۷ ns	۲/۶ **	۰/۰۷۳ ns	۴/۴۷ ns
رقم × سالیسیلیک اسید × خشکی	۴	۷۲/۲ ns	۱/۷۴ **	۰/۲۸۵ **	۱۱/۳۴**
خطا	۳۶	۸۷/۸	۰/۲۴۴	۰/۰۵۵	۱/۷۶
ضریب تغییرات (٪)	-	۴/۴۲۵	۲/۰۹۱	۳/۱۸۱	۴/۹۶۹

ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار، * و ** اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که تراکم روزنه در رقم تمپو بیشتر از رقم سالمون است؛ همچنین نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی تراکم روزنه کاهش داشت. در این مطالعه، بیشترین میزان تراکم روزنه مربوط به شاهد رقم تمپو و کمترین مقدار مربوط به رقم سالمون با اعمال سالیسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار و در تیمار خشکی ۷۵٪ ظرفیت زراعی مشاهده شد (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد؛ که به‌طور کلی طول سلول‌های محافظ روزنه تحت تأثیر هم‌زمان تنش اعمال شده و سالیسیلیک اسید قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان داد اعمال تنش خشکی باعث کاهش طول سلول‌های محافظ روزنه شد؛ ولی کاربرد تیمار سالیسیلیک اسید سبب افزایش طول سلول‌های محافظ روزنه شد؛ که این روند در هر دو رقم مشابه بود. بیشترین میزان طول سلول‌های محافظ روزنه در تیمار شاهد رقم سالمون با اعمال سالیسیلیک اسید ۲ میلی‌مولار و کمترین میزان در تیمار شاهد رقم سالمون با اعمال تنش خشکی ۷۵٪ ظرفیت زراعی مشاهده شد؛ همچنین نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی عرض سلول‌های محافظ روزنه نیز کاهش یافت. کاربرد سالیسیلیک اسید نیز نتایج متفاوتی در هر دو رقم داشت، به‌طوری که در رقم سالمون کاربرد سالیسیلیک اسید باعث

IrHC2019

کاهش جزئی عرض سلول‌های محافظه روزنه نسبت به نمونه شاهد داشت؛ ولی در رقم تمپو با افزایش مقدار سالیسیلیک اسید عرض سلول‌های محافظه روزنه افزایش یافت. بیشترین میزان عرض سلول‌های محافظ روزنه در شاهد رقم سالمون و کمترین مقدار آن در رقم تمپو با اعمال سالیسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار و تنش خشکی ۷۵٪ ظرفیت زراعی مشاهده شد.

جدول ۲- مقایسات میانگین اثر متقابل رقم، سالیسیلیک اسید و تنش خشکی بر ویژگی‌های موردمطالعه دو رقم گل حنا

رقم	سالیسیلیک اسید mM	تنش خشکی	تراکم روزنه	طول سلول‌های محافظ روزنه	عرض سلول‌های محافظ روزنه	شاخص روزنه
سالمون	صفر	٪۹۵	۱۸۰ ef	۲۳/۳ f	۸/۲۶ a	۲۴/۲۹ f-h
		٪۸۵	۱۷۶/۶ e-g	۲۲/۳۵ g	۷/۷ b	۲۱/۶۶ i
		٪۷۵	۱۶۱/۶ gh	۲۱/۳ hi	۷ f	۲۵/۶۷ e-g
	۱	٪۹۵	۱۸۰ ef	۲۳/۷۸ d-f	۸/۱۶ a	۲۳/۶۴ g-i
		٪۸۵	۱۶۱/۶ gh	۲۳/۵۵ ef	۷/۶ bc	۲۳/۶۸ g-i
		٪۷۵	۱۶۰ h	۲۱ i	۷/۱۳ d-f	۲۵/۶۷ e-g
	۲	٪۹۵	۱۸۰ ef	۲۶/۹ a	۸/۱ a	۲۵/۹۴ ef
		٪۸۵	۱۷۱/۶ e-g	۲۳/۳ f	۷/۵ b-d	۲۲/۶۴ hi
		٪۷۵	۱۷۰ f-h	۲۱/۸ g-i	۶/۲ h	۲۷/۴ de
تمپو	صفر	٪۹۵	۲۷۰ a	۲۴/۴۵ cd	۷/۲ d-f	۳۲/۵۶ ab
		٪۸۵	۲۴۰ b	۲۴/۰۶ c-f	۷/۲۵ c-f	۲۷/۶۸ de
		٪۷۵	۱۹۰ e	۲۱/۹ gh	۷/۱۱ ef	۳۲/۷۳ a
	۱	٪۹۵	۲۴۰ b	۲۴/۸ c	۷/۵ b-e	۲۸/۷۴ cd
		٪۸۵	۲۱۱/۶ d	۲۴/۷۶ c	۷/۲۳ c-f	۲۳/۵۴ g-i
		٪۷۵	۱۸۱/۶ ef	۲۴/۳۵ c-e	۶/۵۸ g	۳۴/۵ a
	۲	٪۹۵	۲۳۱ bc	۲۵/۸۶b	۷/۴۸ b-e	۲۵/۵۴e-g
		٪۸۵	۲۱۶ cd	۲۴/۷ c	۷/۴ b-e	۲۴/۹ fg
		٪۷۵	۱۷۳ f-h	۲۳/۴۶ f	۷/۳ c-f	۳۰/۴ bc

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد (جدول ۲) که تنش خشکی ۷۵٪ ظرفیت زراعی نسبت به خشکی ۹۵٪ ظرفیت زراعی باعث افزایش در ویژگی شاخص روزنه شد. ولی اعمال تیمار تنش خشکی ۸۵٪ ظرفیت زراعی نسبت به تنش خشکی ۹۵٪ ظرفیت زراعی باعث کاهش شاخص روزنه شد؛ که این روند در هر دو رقم نیز یکسان بود. کاربرد سالیسیلیک اسید نیز باعث کاهش شاخص روزنه در رقم تمپو نسبت به نمونه شاهد (عدم کاربرد سالیسیلیک اسید) شد، ولی در رقم سالمون، اعمال سالیسیلیک اسید باعث افزایش شاخص روزنه نسبت به نمونه شاهد شد. بیشترین مقدار شاخص روزنه در رقم تمپو با اعمال سالیسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار و تنش خشکی ۷۵٪ ظرفیت زراعی و کمترین مقدار در شاهد رقم و اعمال تنش خشکی ۸۵٪ ظرفیت زراعی مشاهده شد.

نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش تنش خشکی تراکم، طول و عرض سلول‌های محافظ روزنه کاهش یافت.

با بررسی بر روی صفات مشخص شد که رقم سالمون از عرض و طول سلول محافظ روزنه و تراکم روزنه کوچک‌تری برخوردار بوده است؛ بنابراین درست است که هرچقدر واریته‌هایی در برابر تنش خشکی مقاوم‌تر باشد، طول و عرض روزنه کوچک‌تری دارد اما همیشه کوچک‌تر بودن طول و عرض روزنه گیاه با مقاوم‌تر بودن آن به شرایط خشکی رابطه‌ی مستقیمی ندارد. در این مطالعه در حالت عادی در بین ارقام تفاوت معنی‌داری ازلحاظ طول، عرض سلول‌های محافظ روزنه وجود داشت و طول، عرض سلول‌های محافظ روزنه در رقم تمپو بیشتر بود. عکس‌العمل ارقام به سطوح مختلف تنش در این آزمایش متفاوت بود. طبق نتایج به‌دست‌آمده کاربرد سالیسیلیک اسید باعث بهبود وضعیت روزنه شد و بر طول و عرض سلول‌های محافظ روزنه تأثیر مثبت گذاشته است؛ همچنین تراکم روزنه نسبت به شاهد کاهش یافت.

IrHC2019

روزنه‌ها ازجمله عوامل مهم در از دست دادن آب گیاه هست؛ به‌طوری‌که در شرایط تنش خشکی گیاه با بستن روزنه‌ها تلفات کاهش آب از طریق روزنه‌ها را کاهش می‌دهد. عمل بسته شدن روزنه‌ها به‌وسیله عوامل مختلف در گیاه کنترل می‌گردد. یکی از مهم‌ترین این عوامل هورمون آبسزیک اسید هست. این هورمون در اثر تنش خشکی تحریک‌شده، میزان آن افزایش می‌یابد و به‌نوبه خود موجب کنترل و بسته شدن روزنه‌ها می‌گردد. باز شدن روزنه‌ها نتیجه کاهش پتانسیل اسمزی سلول‌های محافظ روزنه‌ها نسبت به سلول‌های اطراف آن است. تعرق هنگامی صورت می‌گیرد که بخارآب از طریق روزنه به بیرون منتشر شود (Koochaki and Sarmadnia., 1987). اندازه روزنه‌ها و فراوانی آن‌ها به‌عنوان شاخصی از مقاومت گیاهان تحت شرایط کم‌آبی به‌دفعات مطالعه شده است (Sloan and Carter, 1990).

ونورا و همکاران گزارش کردند که اطلاعاتی در مورد عرض روزنه‌ها که آن‌ها را در ارتباط با کاهش مصرف آب بدانند وجود ندارد این شاید بدون دلیل باشد که منفذ روزنه‌ها خصوصاً تحت شرایط نامطلوب به‌سختی اندازه‌گیری می‌شود (Venora and Calcagno., 1991). Wang و Clarke (۱۹۹۳)، عرض روزنه‌ها را به‌عنوان شاخصی از شکاف روزنه گرفتند.

این عمل به‌خوبی تفاوت‌های بین واریته‌ها را تحت شرایط کم آبیاری مشخص می‌کند. مشروط بر اینکه واریته‌هایی که روزنه‌های بزرگ‌تری دارند منفذهای بزرگ‌تری داشته باشند. در بررسی ارتباط بین ویژگی‌های روزنه و موقعیت آبی در دو واریته گندم Falchetto (مقاوم به خشکی) و Oxley (حساس به خشکی) نشان داده‌شده که فراوانی روزنه‌ها در Falchetto به‌طور معنی‌داری بالاتر از Oxley بود. بااین‌حال Falchetto روزنه‌های کوچک‌تری داشت. این مطالعات نشان می‌دهد، واریته‌ای که در برابر کم آبیاری مقاوم‌تر است طول و عرض روزنه کوچک‌تری دارد (Mohammadi, 2002). طبق نتایج این مطالعه رقم سالمون مقاومت بیشتری از رقم تمپو داشت که با نتایج سایر محققان همخوانی داشت.

نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان داد که تراکم روزنه، طول سلول محافظ روزنه و شاخص روزنه در رقم تمپو نسبت به رقم سالمون بیشتر بود و کاربرد برون‌زای سالیسیلیک اسید توانست، با افزایش در ویژگی‌های روزنه‌ای حتی در سطوح بالای خشکی، اثرات مضر تنش خشکی را تعدیل کند. در این مطالعه کاربرد سالیسیلیک اسید به‌ویژه در غلظت ۲ میلی‌مولار در کاهش اثرات مضر تنش خشکی مؤثر بوده و توانسته است به گیاه در عبور از تنش خشکی اعمال‌شده کمک نموده و رشد و نمو را هر دو رقم گل حنا بهبود ببخشد.

قدردانی

از مساعدت اساتید و مدیر محترم گروه علوم باغبانی دانشگاه لرستان در اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

حیدری، م.، ۱۳۸۶. واکنش گیاهان به تنش‌های محیطی .انتشارات ارس رایانه، ۱۰۰ صفحه.

Debaeke, P. and Abdellah, A. 2004. Adaptation of crop management to water limited environments European Journal of Agronomy. 21: 433-446

Grey-Wilson, C. 1980. Impatiens of Africa: Morphology, Pollination and Pollinators, Ecology Phytogeography, Hybridization, Keys and a Systemic Treatment of All African Species: With a Note on Collecting and Cultivation.

Koochaki, A. and Sarmadnia, GH. 1987. Physiology of crop plants. Jahad Daneshgahi Mashad Publication. 400p

Mohammadi, D.S. 2002. Inheritance of tolerance to water stress in wheat (*Triticum aestivum*). Ph D. Thesis. University of Newcastle upon Tyne, UK.

Pirasteh-Anosheh, H., Ranjbar, G., Emam, Y. and Ashraf, M. 2014. Salicylic acid induced recovery ability in salt- stressed *Hordeum vulgare* plants. Turkish Journal of Botany, 37: 112-121.

IrHC2019

Raskin, I. 1992. Role of salisylic acid in plantsAnnual review of plant physiology and plant molecular biology, 43: 439-463.
Rezaei Nejad, A. and van Meeteren, U. 2005. Stomatal response characteristics of *Tradescantia virginiana* grown at high relative air humidity. Physiologia Plantarum, 125: 324-32.
Selote, D.S. and Khanna-Chopra, R. 2004. Drought-induced spiked sterility is associated with and inefficient antioxidant defense in rice panicles. Physiologia Plantarum, 121 (3): 462-471.
Sloan, R.J., Patterson, R.P. and Carter, T.E. 1990. Field drought tolerance of soybean plant introduction. Crop Science, 30: 118-123.
Venora, G. and Calcagno, F. 1991. Study of stomatal parameters for selection of drought resistant varieties in *Triticum Durum* DESF. Euphytica, 57: 275-283.
Wang, H. and Clarke, J. M. 1993. Relationship of excised-leaf water-loss and stomatal frequency in wheat. Canadian Journal of Plant Science, 73: 93-99.

Effect of salicylic acid on characteristics stomata of two balsam cultivars (*Impatiens walleriana*) under drought stress

Fatemeh rouzbahani[1]*, Mohsen Safari[1], Sadegh Mousavifard [1], Abdolhossein Rezaeinejad[1]
[1] Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Lorestan University, khoramabad
Corresponding Author: roozb72639@gmail.com

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of salicylic acid on characteristics stomata of balsam under drought stress. The experiment was performed as a factorial analysis based on three factors based in a completely randomized design of in the research greenhouse of faculty Agriculture, at Lorestan Universit. The first factor included two varieties of Balsam (Tempo and salmon), the second factor included with three levels drought stress (95%, 85% and 75% of Field Capacity) and the third factor includes the salicylic acid with three levels (0, 1 and 2 Mm). Results of mean comparison showed increased drought stress decreased length and width of stomata sacrificial cells and stomatal density, but increased, stomatal index of two balsam cultivars. According to the results, application of salicylic acid increased length and width of stomata sacrificial cells and stomatal density. It improved growth plants and reduced the harmful effects of drought stress in impatients.

***Keywords*:** Salicylic acid, Drought, Impatiens walleriana

IrHC2019