



فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۳، شماره ۳، صفحات ۲۵-۳۳
(پاییز ۱۳۹۶)

اثر محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی پنی‌رک و بادرشبو

حسن نورافکن

باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران | hassannourafcan@gmail.com (مسئول مکاتبات)

افسانه محبوبی

گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران

شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پژوهش: ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۱۹

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۸/۱۵

واژه‌های کلیدی

- ◆ تغذیه برگ
- ◆ تنظیم‌کننده رشد گیاهی
- ◆ شبه هورمون
- ◆ گیاهان دارویی

چکیده سالیسیلیک‌اسید به عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی نقش مهمی در برخی فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان دارد. در این مطالعه، تأثیر سالیسیلیک‌اسید بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهان دارویی پنی‌رک و بادرشبو به صورت مزرعه‌ای با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در شهرستان بستان‌آباد بررسی گردید. گیاهان دو ماه بعد از کاشت و دو هفته بعد از آن با مقادیر صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سالیسیلیک‌اسید محلول‌پاشی شدند. در مرحله گلدهی، ارتفاع گیاه، طول ساقه، ریشه و میانگره، تعداد برگ، شاخه و ریشه فرعی، وزن تر و خشک ساقه، ریشه و برگ، درصد ماده خشک ریشه، ساقه و برگ و محتوای کلروفیل اندازه‌گیری شد. سالیسیلیک‌اسید تمام صفات مورد بررسی در پنی‌رک به جز تعداد و طول ریشه را افزایش داد. در بادرشبو، مصرف سالیسیلیک‌اسید صفات مورد ارزیابی را افزایش ولی درصد ماده خشک ریشه و ساقه را کاهش داده و بر طول و تعداد ریشه اثری نداشت. همچنین، غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سالیسیلیک‌اسید در اغلب شاخص‌های پنی‌رک به جز وزن خشک برگ و درصد ماده خشک ریشه و در بادرشبو به جز طول میانگره تأثیر بیشتری در مقایسه با مقدار ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر داشت. بنابراین، محلول‌پاشی برگ‌گی سالیسیلیک‌اسید می‌تواند به عنوان یک روش ساده و ارزان بر بهبود عملکرد و شاخص‌های رشدی پنی‌رک و بادرشبو توصیه شود.

فعالیت رویسکو^۶ و محتوای رنگدانه‌ها نسبت داده شود. در سویای محلول پاشی شده با سالیسیلیک اسید افزایش محتوای رنگیزه‌ها و نرخ فتوسنتزی مشاهده شده است.^[۳۱]

سالیسیلیک اسید باعث افزایش شاخص‌های رشد و عملکرد ریحان و مرزنجوش می‌شود.^[۱] بذره‌های تیمار شده فلفل با سالیسیلیک اسید و سولفوسالیسیلیک اسید^۷ رشد رویشی بیشتری داشتند.^[۱۵] محلول پاشی با سالیسیلیک اسید سبب افزایش خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی بابونه کبیر از جمله ارتفاع گیاه، طول ساقه گل دهنده، تعداد پاجوش و گل، قطر گل، سطح برگ، میزان کلروفیل، وزن تر، وزن خشک شاخساره و میزان اسانس شد.^[۱۷] رضایی چیان و پیرزاده (۲۰۱۴) در بررسی کاربرد سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه، تأثیر مثبت آن را گزارش کردند. ترکیبات فنولی سالیسیلیک اسید موجب تسهیل در جذب عناصر غذایی می‌شوند و نقش مثبتی در فعالیت‌های فتوسنتزی و آنزیم‌های مربوط با فتوسنتز دارند. به سبب شکل‌گیری پکتین دیواره سلولی، سنتز مالیک اسید، تقسیم سلولی، انتقال قندها و آنزیم‌ها می‌شود.^[۱۴] محلول پاشی شاخ و برگ مرزه

مقدمه توجه روز افزون نسبت به داروهای طبیعی باعث شده که گیاهان دارویی ارزش از دست رفته خود را دریا باند. تأثیر مستقیم و غیرمستقیم این گیاهان در درمان بیماری‌ها سبب شده که علاقه‌مندی عمومی به این فرآورده‌ها افزایش یابد.^[۱۲]

پنیرک^۱ از تیره ختمی^۲، گیاهی یک‌ساله، دوساله و یا به ندرت چندساله است که برگ و گل آن دارای خاصیت تسکین‌دهندگی، ضدسرفه و خلط‌آور است.^[۱۹،۲۶] این گیاه به عنوان پادزهر و جذب‌کننده اسید یا باز و شستشو دهنده ناراحتی‌های پوستی استفاده می‌شود. گل‌های این گیاه برای مداوای مجاری فوقانی تنفسی، معده، روده و ملین ضعیف به کار می‌رود. مواد لعاب‌دار موجود در آن زخم‌های درونی و پارگی‌های مخاطی را التیام می‌بخشد و به صورت سنتی و به شکل خوراکی برای درمان ناراحتی‌های صفراوی و به شکل استعمال موضعی و مرهمی برای درمان زخم‌ها سال‌ها مورد استفاده بوده است.^[۳۰]

بادرشبو^۳ از تیره نعناعیان^۴ گیاهی علفی و یک‌ساله با ساقه بنفش رنگ^[۲۰] و شاخ و برگ معطر است.^[۲۶] این گیاه آرام‌بخش و اشتهاآور و اسانس آن دارای خاصیت ضدباکتریایی است. بادرشبو ضد دل‌درد و نفخ شکم و تشنج و نیز نیرودهنده و تقویت‌کننده معده، تسهیل‌کننده هضم و برطرف‌کننده تپش قلب می‌باشد.^[۲۰،۲۳] امروزه شناخت عوامل مؤثر بر رشد و عملکرد گیاهان و همچنین نحوه تأثیر آن‌ها بر ویژگی‌های کمی و کیفی محصولات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.^[۱۸] سالیسیلیک اسید^۵ از ترکیبات فنولی گیاهان به عنوان ماده شبه هورمونی نقش مهمی در تنظیم رشد و نمو و فرآیندهای فیزیولوژیکی و سازوکارهای دفاعی گیاه در مقابل تنش‌های زنده و غیرزنده دارد. سلول‌های ریشه و میکروارگانیسم‌های مختلف توانایی تولید این ماده را داشته و سالیسیلیک اسید به شکل‌های مختلف در هوا، سطح برگ و اطراف سلول‌های ریشه وجود دارد.^[۴،۲۲،۲۴]

سالیسیلیک اسید میزان فتوسنتز را در ذرت و سویا افزایش می‌دهد.^[۳] اثرات افزایش دهنده سالیسیلیک اسید بر ظرفیت فتوسنتزی می‌تواند به اثرات تحریکی

¹ *Malva sylvestris* L.

² Malvaceae

³ *Dracocephalum moldevica* L.

⁴ Lamiaceae

⁵ salicylic acid

⁶ rubisco

⁷ sulphosalicylic acid

کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. بذر پنی‌رک و بادرشبو به طور مستقیم در زمین اصلی در کرت‌هایی به ابعاد ۲ × ۲ متر به صورت بذ‌پاشی کشت شد. فاصله بین کرت‌ها ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. گیاهان دو مرتبه در طی فصل رشد در دو ماهگی و دو هفته بعد از آن، با غلظت‌های صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سالیسیلیک اسید محلول‌پاشی شدند. محلول‌پاشی بعد از غروب خورشید بین ساعات ۱۹ الی ۲۰ تا زمان چکه‌کردن محلول از شاخ و برگ گیاه انجام شد. گیاهان محلول‌پاشی شده با آب مقطر به عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی انجام گرفت. در مرحله گل‌دهی از هر کرت آزمایشی پنج بوته به تصادف انتخاب و خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی نظیر ارتفاع گیاه، طول ریشه، ساقه و میانگره و تعداد برگ، ریشه و شاخه فرعی، شاخص کلروفیل برگ با دستگاه کلروفیل‌سنج دستی^۱، وزن تر و خشک ساقه، ریشه و برگ، درصد ماده خشک ریشه، ساقه و برگ اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS ver. 9.1 و مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۵ انجام شد.

با سالیسیلیک‌اسید سبب افزایش ارتفاع گیاه، وزن تر، وزن خشک، تعداد شاخه جانبی، طول شاخه جانبی، طول ریشه، سطح برگ، میزان کلروفیل و میزان اسانس گردید.^[۹] در مطالعه‌ای گزارش شد محلول‌پاشی گیاهان ریحان و مرزنگوش با سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش ارتفاع گیاه، تعداد شاخ و برگ، سطح برگ و وزن تر و خشک گیاهان می‌شود.^[۱] افزایش ارتفاع گیاه بابونه‌کبیر در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سالیسیلیک‌اسید، ناشی از افزایش فاصله میانگره‌ها بود در حالی که افزایش وزن تر و خشک گیاه در غلظت ۴۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سالیسیلیک‌اسید مربوط به افزایش تعداد پاجوش‌ها و شاخ و برگ بود که منجر به افزایش فعالیت فتوسنتزی و میزان کلروفیل گیاه شد.^[۱۷] مطالعات انجام شده روی زُز نشان داد در بین غلظت‌های مورد مطالعه از سالیسیلیک‌اسید، غلظت ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب بیشترین تأثیر را بر وزن تر بوته داشته‌اند.^[۷] استفاده از سالیسیلیک‌اسید به صورت محلول‌پاشی برگی روی برگ‌های خیار، میزان وزن تر شاخساره، ریشه، وزن خشک شاخساره و ریشه، طول ساقه، تعداد برگ را تحت تنش شوری نسبت به شاهد افزایش داد.^[۲۹] پژوهشگران گزارش کردند که اسپری برگی سالیسیلیک‌اسید محتوای کلروفیل برگ را در گیاه گندم و دانه‌های خربزه افزایش می‌دهد.^[۱۳،۲۸] سالیسیلیک‌اسید به صورت اسپری برگی در گیاه ذرت باعث افزایش سطح برگ، تعداد برگ، ارتفاع بوته، وزن خشک گیاه و ریشه می‌شود.^[۱۱] محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید در گیاه جو باعث افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌شود.^[۲۱] همچنین اسپری برگی سالیسیلیک‌اسید در گیاه سویا باعث افزایش طول ریشه شد.^[۶] سالیسیلیک‌اسید در دانه‌های خیار باعث افزایش میزان شاخص کلروفیل، سطح برگ، طول ساقه، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، وزن خشک شاخساره و ریشه نسبت به شاهد می‌شود.^[۲]

هدف از این پژوهش تعیین اثر محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی پنی‌رک و بادرشبو بود.

مواد و روش‌ها این آزمایش در مزرعه‌ای واقع در شهرستان بستان‌آباد، استان آذربایجان شرقی انجام شد. آزمون خاک به منظور تعیین شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه قبل از کاشت انجام شد (جدول ۱). در این مطالعه، برای هر کدام از گیاهان پنی‌رک و بادرشبو، یک آزمایش جداگانه بر پایه طرح بلوک

¹ SPAD 502, Minolta, Japan

جدول ۱) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی واقع در بستان آباد، ایران

Table 1) physical and chemical characteristics of experimental farm soil located in Bostanabad, Iran

Soil texture	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	K (ppm)	P (ppm)	Organic carbon (%)	EC (ds/m)
loam	18	32	50	1160	78	1.45	1.773

نتایج

پنیرک

اثر سالیسیلیک اسید بر ارتفاع گیاه، تعداد برگ و شاخه فرعی، طول ساقه، میانگره و ریشه، درصد ماده خشک برگ، وزن تر و خشک ساقه، ریشه و برگ، شاخص کلروفیل برگ و درصد ماده خشک ریشه و ساقه معنی دار و تنها در شاخص های طول و تعداد ریشه غیر معنی دار بود (جدول ۲). محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر تمام صفات مورد بررسی اثر مثبتی نشان داد و موجب افزایش شاخص های رشدی نسبت به شاهد گردید. همچنین غلظت ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر سالیسیلیک اسید در اغلب شاخص های مورد ارزیابی بیشترین تأثیر مثبت را داشته و فقط در وزن خشک برگ و درصد ماده خشک ریشه غلظت ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر آن اثر بهتری نشان داد (جدول ۳).

بادرشبو

اثر سالیسیلیک اسید بر ارتفاع گیاه، تعداد برگ و شاخه فرعی، طول ریشه و ساقه، فاصله میانگره، شاخص کلروفیل برگ، درصد ماده خشک برگ، وزن تر و خشک ساقه، ریشه و برگ در سطح احتمال ۱٪ و در صفات درصد ماده خشک ریشه و ساقه در سطح احتمال ۵٪ معنی دار و تنها در شاخص های طول و تعداد ریشه معنی دار نبود (جدول ۴).

در بادرشبو، مصرف سالیسیلیک اسید بیشتر صفات مورد ارزیابی را افزایش ولی درصد ماده خشک ریشه و ساقه را کاهش داد. همچنین، غلظت ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر سالیسیلیک اسید فقط در طول میانگره بهترین اثر را داشته و در بقیه شاخص های مورد ارزیابی، غلظت ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر سالیسیلیک اسید اثر بهتری نشان داد (جدول ۵).

بحث

افزایش رشد پیکره رویشی پنیرک و بادرشبو با محلول پاشی سالیسیلیک اسید در گیاهان دیگری نیز گزارش شده و با یافته های این پژوهش همخوانی دارد.^[۱۷، ۱۴، ۹، ۸، ۷، ۱] سازوکاری که سالیسیلیک اسید رشد ریشه و بخش هوایی را در برخی گیاهان افزایش می دهد شناخته نشده است اما احتمال داده می شود که سالیسیلیک اسید طولی شدن و تقسیم سلولی را به همراه مواد دیگری مانند اکسین تنظیم نماید.^[۱۸] سالیسیلیک اسید با افزایش میزان کلروفیل در برگ هایی که در آغاز فرآیند پیری هستند، می تواند سبب افزایش مجدد فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد گردد.^[۱۶] این ماده از طریق افزایش فعالیت آنزیم روپیسکو و افزایش کلروفیل، میزان فتوسنتز کل را افزایش می دهد و در نتیجه موجب افزایش وزن خشک گیاه می گردد.^[۸] گزارش های مختلفی در خصوص اثر مثبت محلول پاشی سالیسیلیک اسید روی گیاهانی مانند کدو تخم کاغذی در شرایط تنش خشکی وجود دارد.^[۲۷] کشاورز و مدرس ثانوی (۲۰۱۴) گزارش کردند که غلظت های مختلف کلزا

جدول ۲) تجزیه واریانس صفات مورفوفیزیولوژیک پنیرک تحت تأثیر محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید

Table 2) Variance analysis of common mallow morphophysiological traits affected by salicylic acid foliar spraying

Source of variation	df	mean of squares								
		plant height	steam length	root length	leaf number	shoot number	internode length	chlorophyll content	root number	root length
Block	2	0.624ns	3.011ns	1.505ns	1.018ns	0.004ns	0.033ns	18.113ns	0.484ns	0.628*
Treatments	2	120.55**	31.31*	0.28ns	79.5**	62.54**	0.65*	30.47*	0.86ns	5.73**
Error	4	2.2	2.64	0.25	0.98	0.55	0.06	2.65	1.11	0.09
CV (%)	-	4.37	8.68	7.12	10.25	8.96	13.75	4.8	8.85	3.70

Table 2 continued

ادامه جدول ۲

Source of variation	df	mean of squares								
		steam fresh weight	root fresh weight	leaf fresh weight	steam dry weight	root dry weight	leaf dry weight	leaf dry matter	steam dry matter	root dry matter
Block	2	0.187ns	0.038ns	0.023ns	0.001ns	0.001ns	0.001ns	3.532*	0.870ns	13.766ns
Treatments	2	19.4**	1.18**	7.68**	3**	0.104**	1.25**	29.58**	173.76*	63.8*
Error	4	0.19	0.023	0.01	0.001	0.001	0.003	0.22	14.75	7.63
CV (%)	-	13.19	15.71	4.55	3.07	10.12	2.85	1.53	12.15	7.55

* and ** significant at 5 and 1% probability level, respectively.

** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪.

جدول ۳) اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید بر صفات مورفوفیزیولوژیک پنیرک

Table 3) The effect of salicylic acid foliar spraying on morphophysiological traits of common mallow

Salicylic acid concentration (mg/L)	plant height (cm)	steam length (cm)	root length (cm)	leaf number	shoot number	internode length (cm)	chlorophyll content	root number	root length (cm)
0	27.56c	15.27b	7.06a	6.00b	5.20b	1.31b	31.55b	12.47a	6.39b
150	33.59b	21.67a	7.39a	7.40b	6.13b	1.72ab	31.55b	11.87a	8.83a
300	40.23a	19.23a	6.78a	15.53a	13.53a	2.24a	37.07a	11.40a	8.75a

Table 3 continued

ادامه جدول ۳

Salicylic acid concentration (mg/L)	steam fresh weight (g)	root fresh weight (g)	leaf fresh weight (g)	steam dry weight (g)	root dry weight (g)	leaf dry weight (g)	leaf dry matter (%)	steam dry matter (%)	root dry matter (%)
0	1.27c	0.45b	0.73c	0.28c	0.14c	1.45c	27.88c	22.82b	34.76b
150	2.38b	0.77b	1.48b	0.90b	0.35b	1.80a	30.11b	36.46a	41.85a
300	6.12a	1.66a	3.80a	2.23a	0.51a	1.55b	34.08a	35.53a	33.20b

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن می‌باشد.

Similar letter in each column shows non-significant difference according to Duncan test at 5% level.

بر لیتر از سالیسیلیک‌اسید روی شاخص‌های رشدی این دو گیاه تأثیر حداکثری از خود نشان داد و از این رو برای کشت و کار این دو گیاه دارویی برای بازده بیشتر توصیه می‌شود.

سالیسیلیک‌اسید باعث بهبود رشد رویشی و عملکرد می‌شود.^[۱۰] اثر سالیسیلیک‌اسید بر سیاهدانه در شرایط تنش کم آبی، توانست عملکرد سیاهدانه را بهبود بخشد.^[۲۵] همچنین افزایش شاخص‌های رشدی ریحان و مرزنجوش با کاربرد سالیسیلیک‌اسید گزارش شد^[۵] که با یافته‌های این پژوهش همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری کلی محلول‌پاشی بادرشبو و پنیرک با سالیسیلیک‌اسید بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی اثر مثبت و افزایش‌دهنده داشت. غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم

جدول ۴) تجزیه واریانس صفات مورفوفیزیولوژیک بادرشبو تحت تأثیر محلول پاشی سالیسیلیک اسید

Table 4) variance analysis of moldavian balm morphophysiological traits affected by salicylic acid foliar spraying

Source of variation	df	mean of squares								
		plant height	steam length	root length	leaf number	shoot number	internode length	chlorophyll	root number	root length
Block	2	0.699ns	3.798ns	0.256ns	5.258ns	0.031ns	0.399ns	1.47ns	0.551ns	0.089ns
Treatments	2	154.76**	74.84**	1.7ns	3369**	16.56**	2.32**	5.91**	0.48ns	0.69**
Error	4	0.47	1.34	0.33	2.6	0.12	0.09	0.403	0.15	0.02
CV (%)	-	1.06	2.17	8.66	2.22	10.88	4.41	2.25	3.36	2.31

Table 4 continued

ادامه جدول ۴

Source of variation	df	mean of squares								
		steam fresh weight	root fresh weight	leaf fresh weight	steam dry weight	root dry weight	leaf dry weight	leaf dry matter	steam dry matter	root dry matter
Block	2	0.013ns	0.000ns	0.056ns	0.013ns	0.000ns	0.000ns	17.370ns	3.814ns	9.888ns
Treatments	2	7.2**	0.06**	3.07**	1.127**	0.004**	0.53**	68.93**	46.28*	318.29*
Error	4	0.01	0.013	0.023	0.011	0.01	2.2	3.23	5.61	30.86
CV (%)	-	3.56	7.49	8.02	9.27	12.44	2.46	5.35	6.28	13

* and ** significant at 5 and 1% probability level, respectively.

** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

جدول ۵) اثر محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر صفات مورفوفیزیولوژیک بادرشبو

Table 5) effect of salicylic acid foliar spraying on morphophysiological traits of moldavian balm

Salicylic Acid concentration (mg/L)	plant height (cm)	steam length (cm)	root length (cm)	leaf number	shoot number	internode length (cm)	chlorophyll (SPAD unit)	root number	root length (cm)
0	56.98c	47.60b	5.75a	43.33c	1.13c	5.89b	27.90b	12.00a	5.97b
150	66.63b	56.17a	7.05a	65.53b	2.60b	7.61a	26.89b	11.20a	6.85a
300	70.93a	56.33a	7.06a	109.20a	5.73a	6.46b	29.67a	11.53a	6.75a

Table 5 continued

ادامه جدول ۵

Salicylic Acid concentration (mg/L)	steam fresh weight (g)	root fresh weight (g)	leaf fresh weight (g)	steam dry weight (g)	root dry weight (g)	leaf dry weight (g)	leaf dry matter (%)	steam dry matter (%)	root dry matter (%)
0	1.40c	0.63c	1.04c	0.57c	0.38c	0.37c	28.93c	41.13a	54.50a
150	3.03b	0.87b	1.59b	1.00b	0.57b	0.60b	33.35b	33.43b	38.36b
300	4.48a	1.50a	3.00a	1.78a	1.07a	1.50a	38.51a	38.66ab	35.35b

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن می باشد.

Similar letter in each column shows non- significant difference according to Duncan test at 5% level.

References

1. Abdel F, Gharib L (2006) Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activities and oil content of basil and marjoram. International Journal of Agricultural Biology 8(4):458-492.
2. Bayat H, Mardani H, Arouie H, Salahvarzi Y (2011) Effects of salicylic acid on morphological and physiological characteristics of cucumber seedling (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) under drought stress. Journal of Plant Production 18(3): 63-76. [in Persian with English abstract]
3. Behera RK, Mishra PCH, Choudhury NK (2002) High irradiance and water stress induce alteration in pigment composition and chloroplast activities of primary wheat leaves. Journal of Plant Physiology 159(1): 967-973.
4. El-Tayeb MA (2005) Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 45(1): 215-225.

5. Gharib FAE (2007) Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activates and oil content of basil and marjoram. *International Journal of Agriculture and Biology* 4: 485-492.
6. Gutierrez-Coronado M, Trejo CL, Laraque-Saavedra A (1998) Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. *Plant Physiology and Biochemical* 36: 563-565.
7. Hashem Abadi D (2010) Yield and quality management of *Rosa hybrida* poison with plant growth regulators, American-urasian. *Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 8(6): 736-740.
8. Hassanzadeh K, Hematie KH, Alizadeh M (2016) The effect of organic fertilizers and salicylic acid on yield and some secondary metabolites of comman balm (*Melissa officinalis* L.). *Journal of Plant Production Research* 23(1): 107-130. [in Persian with English abstract]
9. Hayati p, Sharifi-e Shayghan M, Hayati p, Rowshan Sarvestani V (2011) Effect of salicylic acid on morphological and physiological characteristics of Sweetheart. *Proceedings of the 7th Iranian Horticultural Science Congress*. Isfahan, Iran. [in Persian]
10. Keshavarz H, Modarres Sanavi SAM (2014) Effect of salicylic acid on chlorophyll, some growth characteristics and yield of two canola varieties. *Journal of Crop Production* 7(4): 167-178. [in Persian with English abstract]
11. Khodary SEA (2004) Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. *International Journal Agricultural Biology* 6(1): 5-8.
12. Khodashenas A (1995) Effects of planting date, row spacing and plant density on yield and secondary metabolite of *Borago officinalis* L. in Isfahan conditions. *Master Thesis of Isfahan University of Technology*: Isfahan, Iran. [in Persian with English abstract]
13. Korkmaz A, Uzunlu M, Demirkiran AR (2007) Treatment with acetyl salicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum* 29(1): 503-508.
14. Mashayekhi K, Atashi S (2012) The effect of foliar application of boric acid and sucrose on some biochemical properties of strawberry plants cv. Camarosa. *Journal of Plant Production Research* 19(4): 157-172. [in Persian with English abstract]
15. Mendoza AB, Godina FR, Torres VR, Rodriguez HR, Maiti RK (2002) Chilli seed treatment with salicylic and sulfosalicylic acid modifies seedling epidermal anatomy and cold stress tolerance. *Crop Research* 24(1): 19-25.
16. Moradi Marjane A, Goldani M (2012) Evaluation different levels of salicylic acid on some growth characteristics of pot marigold under water stress conditions. *Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences* 4(1): 33-45. [in Persian with English abstract]
17. Najafiyan SH, Negahban A, Qasemiyan M (2009) *Proceedings of 6th Iranian Horticultural Science Congress*. Rasht, Iran. [in Persian]
18. Nourafcan H (2014) Effect of salicylic acid on salinity stress tolerance improvement of peppermint (*Mentha piperita* L.) in greenhouse. *Modern Science of Sustainable Agriculture Journal* 10(2(2)): 85-95. [in Persian with English abstract]
19. Omidbeigi R (2006) *Production and processing of medicinal plants*, 3rd volume. Astane Gods publishing: Mashhad. [in Persian]
20. Omidbeigi R (2009) *Production and processing of medicinal plants*. 2nd volume. Astane Gods publishing: Mashhad. [in Persian]
21. Pancheva TV, Popova LP, Uzunova AM (1996) Effect of salicylic acid on growth and photosynthesis in barley plants. *Journal of Plant Physiology* 149: 57-63.
22. Popova L, Anonieva V, Hristova V, Georgieva K, Alexieva V, Stoinova ZH (2003) Salicylic acid and methyl jasmonate induced protection on photosynthesis to parquet oxidative stress. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, special issue: 133-152.
23. Rahimzadeh S, Sohrabi Y, Heidari GH, Pirzad A (2011) Effect of bio fertilizers application on some morphological characteristics and yield of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *Journal of Horticultural Science* 25(3): 335-343. [in Persian with English abstract]
24. Raskin A (1992) Role of salicylic acid in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 43(1): 439-46.
25. Rezai-e Chiane A, Pirzad A (2014) The effect of salicylic acid on yield, yield components and black seed oil (*Nigella sativa* L.) in conditions of water stress. *Iranian Journal of Field Crops Research* 12 (3): 427-437. [in Persian with English abstract]
26. Samsam Sharyat H (2003) *Cultivation and propagation of medicinal plants*. Manny Publishing: Isfahan. [in Persian]

27. Shirzad S, Arooie H, Daliri Moghadam R (2011) Influence of drought stress and interaction with salicylic acid on medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seedling growth. Botany Research Journal 4: 35-40.
28. Singh B, Usha K (2003) Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regulation 39: 137-141.
29. Yildirim E, Turan M, Guvenc I (2008) Effect of foliar salicylic acid applications on growth, chlorophyll, and mineral content of cucumber crown under salt stress. Journal of Plant Nutrition 31(1): 593-612.
30. Zaman S (2003) Medicinal plants. Qoqnoos Publishing: Tehran. [in Persian]
31. Zhou XM, Mackenzie AF, Madfamootoo CA, Smith DL (1999) Effects of stem injected plant growth regulator, with or without sucrose, on grain plants. Journal of Agronomy and Crop Science 183(1): 103-110.

The effect of salicylic acid foliar spraying on morphophysiological characteristics of common mallow and Moldavian balm



Agroecology Journal
Vol. 13 No. 3, Pages 25-33
(autumn, 2017)

Hassan Nourafcan

Young Researchers and Elite Club, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran
✉ hassannourafcan@gmail.com (corresponding author)

Afsaneh Mahboubi

Horticultural Sciences Department, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran

Received: 09 June 2017

Accepted: 06 November 2017

Abstract Salicylic acid has an important role in some plant physiological processes as a plant growth regulator. In current study, the effect of salicylic acid on morphological and physiological traits of common mallow and Moldavian balm was studied based on completely randomized block design in farm condition at Bostanabad county, Iran. Plantlets were sprayed by 0, 150 and 300 mg/L salicylic acid two month after planting and two weeks after. In flowering stage, the plant height, stem, root and internode length, leaf, root and lateral roots number, dry and fresh weight of stem, root and leaf, dry matter percentage of root, stem and leaf and also chlorophyll content were recorded. Salicylic acid spraying improved all common mallow traits but root number and length. In Moldavian balm, salicylic acid application increased all traits. However, it decreased root and stem dry matter percentage and had no effect on root number and length. Also, 300 mg/L of salicylic acid was more effective than 150 mg/L in common mallow traits except dry leaf weight and root dry matter percentage and in Moldavian balm expect length internode. Thus, foliar spraying of salicylic acid can be recommended for as a simple and economical method for yield and growth indices improvement of common mallow and Moldavian balm.

Keywords

- ◆ leaf spraying
- ◆ hormone like
- ◆ medicinal plants
- ◆ plant growth regulator