تاثیر محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر شاخص‌های رشد و فعالیت آنزیمی مرزه(*Satureja hortensis* L.)

حمیدرضا کردبچه (نویسنده مسئول)*

* کارشناس‌ارشد، گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران.

hamidkordbacheh73@gmail.com

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۴۰۰

The effect of ascorbic acid and salicylic acid foliar application on growth indices and enzymatic activity of savory(*Satureja hortensis* L.)

Hamidreza Kordbacheh (Corresponding author) *

*M.Sc, Department of Horticulture, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran.

hamidkordbacheh73@gmail.com

Received: May 2021 Accepted: September 2021

چکیده

پژوهشی جهت بررسی اثرات محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر شاخص‌های رشد و فعالیت آنزیمی گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.) که یکی از گیاهان دارویی و ادویه‌ای مفید خانواده نعناعیان می‌باشد، بصورت طرح آماری کاملاً تصادفی با ۷ تیمار، ۳ تکرار و هر تکرار حاوی ۳ گیاه در مجموع ٦٣ گیاه، انجام شد. محلول‌پاشی با اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک هر کدام با سه غلظت ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر از مرحله ٤ تا ٦ برگی به مدت سه هفته متوالی و دو مرتبه در هفته انجام شد. آب مقطر نیز به عنوان شاهد استفاده گردید. شاخص‌های رشد از جمله وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، محتوای کلروفیل کل برگ و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز یک هفته پس از آخرین مرحله محلول‌پاشی، ارزیابی گردید. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که بیشترین میزان وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، محتوای کلروفیل کل برگ و فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمار اسیدسالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین وزن تر ریشه، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز در تیمار اسیدآسکوربیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. بنابراین با توجه به نتایج پژوهش می‌توان بیان نمود که محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک موجب بهبود شاخص‌های رشد و فعالیت آنزیمی گیاه مرزه گردید.

کلمات کلیدی: اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک، شاخص‌های رشد، مرزه.

Abstract

A study to evaluation the effect of ascorbic acid and salicylic acid on growth indices and enzymatic activity of savory (*Satureja hortensis* L.) that Which is one of the useful medicinal plants and spices of the mint family, in a completely random statistical design with 7 treatments, 3 replication and each replication with 3 plant, a total of 63 plants, were done. Ascorbic acid and salicylic acid spraying each with 3 concentrations 50, 75 and 100 mg/l from the 4 to 6 leaf stage for three consecutive weeks and twice a week, were done. Distilat water sues as a control. Growth indices such as root and air fresh and dry weight, total chlorophyll content and catalaz, superoxide dismutase and peroxidase enzymes activity**,** were evaluated one week after the last spraying step. The results showed that the highest air fresh and dry weight, root dry weight, total chlorophyll content and proxidase enzymes activity in salicylic acid 100 mg/l treatment and the highest root fresh weight, catalaz, superoxide dismutase enzymes activity in ascorbic acid 100 mg/l treatment, were obtained. Therefore, according to the research results can be expressed that foliar application with different concentrations of ascorbic acid and salicylic acid improved the growth indices and enzymatic activity of savory (*Satureja hortensis* L.).

Keywords: Ascorbic acid, Growth indices**,** Salcylic acid, Savory.

مقدمه و کلیات

مرزه با نام علمی *Satureja hortensis* L. گیاهی است از خانواده نعناعیان که در ایران دوازده گونه علفی یکساله و چندساله دارد که هشت گونه‌ی آن مختص ایران است. مرزه به عنوان یکی از مطبوع‌ترین ادویه‌های مصرفی از دوران کهن استفاده فراوان داشته است. این گیاه دارای طبیعت گرم بوده و به عنوان گیاه دارویی نیز مصرف می‌گردد (حسنی‌زاده، ۱۳۸۷). مرزه بومی مدیترانه شرقی و جنوب غرب آسیا است و اولین بار در ایتالیا کشت داده شده است، ولی رویشگاه طبیعی آن در دنیا جنوب اروپا است. این گیاه برای رشد مطلوب نیاز به آفتاب فراوان، زمین مرطوب و خاک سبک همراه با کود دامی فراوان و کود شیمیایی ازته دارد (پیوست، ۱۳۷۷). اسیدآسکوربیک یا ویتامین ث حاصل از متابولیسم D-glucose در گیاهان عالی است که در رشد و توسعه گیاه تاثیر می‌گذارد. ویتامین ث با انواع مختلفی از فعالیت‌های بیولوژیکی گیاهان از جمله عوامل سازنده آنزیم، آنتی‌اکسیدان‌ها و به عنوان اهدا کننده یا پذیرنده الکترون حاصل در غشاء پلاسما یا در کلروپلاست در ارتباط است. میزان مناسبی از آسکوربات درونی برای حفظ سیستم آنتی‌اکسیدانی جهت محافظت از گیاهان در شرایط تنش اکسیداتیو ضروری است (حجازی و همکاران، ۱۳۷۹). اسیدسالیسیلیک یا ارتوهیدروکسی اسید بنزوئیک و ترکیبات متعلق به آن از مشتقات فنل‌های گیاهی هستند که معمولاً در آب و حلال‌های قطبی آلی به صورت محلول می‌باشند. اسیدسالیسیلیک در کاهش اثرات سمی فلزات سنگین در گیاهان موثر است و نقش کلیدی در توسعه تحمل تنش حرارتی و آبی از جمله خشکی یا غرقابی دارد (Hayat *et al.*, 2010). تاکنون تحقیقات متعددی در مورد کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک در گیاهان گزارش شده است از جمله نجارزاده و همکاران در سال ۱۳۹۵ بیان نمودند که استفاده از تیمارهای اسیدسالیسیلیک با غلظت ۱ میلی‌مولار در گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) منجر به بهبود محتوای کلروفیل، عملکرد تر و خشک گیاه، میزان مواد جامد محلول و درصد اسانس گردید. آزمایشی نیز به منظور بررسی واکنش گیاه بابونه کبیر به محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک (صفر، ۱۵۰، ۳۰۰ و ٤٥٠ میلی‌گرم در لیتر) انجام شد. نتایج نشان داد که تیمار اسیدسالیسیلیک۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر، ارتفاع گیاه، ارتفاع ساقه گلدهنده، تعداد پاجوش‌ها، تعداد گل، قطر گل، سطح برگ، محتوای کلروفیل، وزن تر و خشک گیاه و همچنین میزان اسانس را افزایش داد (نجفیان و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین کریمی و همکاران در سال ۱۳۹۰ اثر گلوکز و اسیدسالیسیلیک (صفر، ۲، ٤ و ٦ گرم در لیتر) بر جوانه‌زنی گیاهان شنبلیله و تربچه بررسی نمودند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که غلظت ٦ گرم در لیتر اسیدسالیسیلیک اثرات مثبتی بر صفات رویشی گیاهان داشت. تحقیقی به منظور بررسی تأثیرگذاری عوامل مختلف بر رشد کمی، کیفی و متابولیت‌های ثانویه آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak.) با محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک (۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، تیامین (۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) صورت گرفت. نتایج این آزمایش نشان داد

که محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک و تیامین موجب افزایش تعداد روزنه‌ها شد. اسیدسالیسیلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر کمترین نشت یونی را داشت (کامکاردهکردی، ۱۳۹٤).

فرآیند پژوهش

بذور مرزه از شرکت معتبر خریداری و سپس در گلدان‌های حاوی بستر کشت مناسب کشت گردید. به منظور بررسی اثرات محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر شاخص‌های رشد و فعالیت آنزیمی گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.)، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار، ۳ تکرار و هر تکرار حاوی ۳ گیاه در مجموع ٦۳ گیاه، انجام شد. محلول‌پاشی با اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک هر کدام با سه غلظت ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر از مرحله ٤ تا ٦ برگی به مدت سه هفته متوالی و دو مرتبه در هفته انجام شد. آب مقطر نیز به عنوان شاهد استفاده گردید. سپس در مرحله مناسب برداشت، نمونه‌برداری و ارزیابی صفات مورد نظر انجام شد.

وزن تر اندام هوایی و ریشه: توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ توزین گردید (Clickle and Reid, 2002).

وزن خشک اندام هوایی و ریشه: پس از ۷۲ ساعت قرارگیری نمونه‌ها در دمای ٦۰ درجه‌سانتیگراد، توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ توزین گردید (Clickle and Reid, 2002).

کلروفیل کل: محتوای کلروفیل کل برگ به روش Arnon (1949) با استفاده از قطعات ۰/۲ گرمی از برگ انجام شد. جذب نمونه‌ها در طول موج‌های ٦٤۵ و ٦٦۳ قرائت گردید. محتوای کلروفیل کل از فرمول زیر محاسبه و بصورت میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بیان گردید. A: میزان جذب نور V: حجم استون نهایی

کلروفیل کل = 20/2(A645 nm) + 8/02 (A645 nm) × (V1000×10)

آنزیم کاتالاز: عصاره آنزیم به روش Ezhilmathi *et al.*, 2007 از یک برگ تهیه گردید. فعالیت آنزیم کاتالاز به روش Aebi (1984) بر اساس کاهش جذب پراکسید هیدروژن در طول موج ۲٤۰ نانومتر انجام شد.

آنزیم سوپراکسید دیسموتاز: ابتدا تهیه عصاره آنزیم بر اساس روش Ezhilmathi و همکاران در سال ۲۰۰۷ از یک گرم برگ انجام گرفت. سپس فعالیت این آنزیم به روش Bayer and Fridovich (1987) در طول موج ۵٦۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.

آنزیم پراکسیداز: تهیه عصاره آنزیم بر اساس روش Ezhilmathi و همکاران در سال ۲۰۰۷ از یک گرم برگ انجام شد. سپس تغییرات جذب نمونه‌ها در ۵۳۰nm در دقیقه توسط اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Putter, 1974).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: داده‌های آزمایشات توسط نرم‌افزار آماری SPSS آنالیز شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ و ۵٪ ارزیابی شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی نشان داد که اثر تیمار بر وزن تر اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه و فعالیت آنزیم کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز در سطح ۱٪ و اثر تیمار بر وزن خشک

اندام هوایی و محتوای کلروفیل کل برگ در سطح ۵٪ از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد.

وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه: مقایسه میانگین صفات وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه گیاه مرزه با محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک نشان داد که بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی به ترتیب با ۲/۷۵ و ۰/۳۹ گرم در تیمار اسیدسالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بیشترین وزن تر ریشه با ۱/۷۹ گرم در تیمار اسیدآسکوربیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین وزن خشک ریشه با ۰/۵۹۲ گرم در تیمار اسیدسالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. همچنین تیمار شاهد به ترتیب با ۱/۸۵، ۰/۱۹، ۱/۱۳ و ۰/۲۱۹ گرم، کمترین وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه را داشت(جدول ۱).

جدول ۱- اثر محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه گیاه مرزه

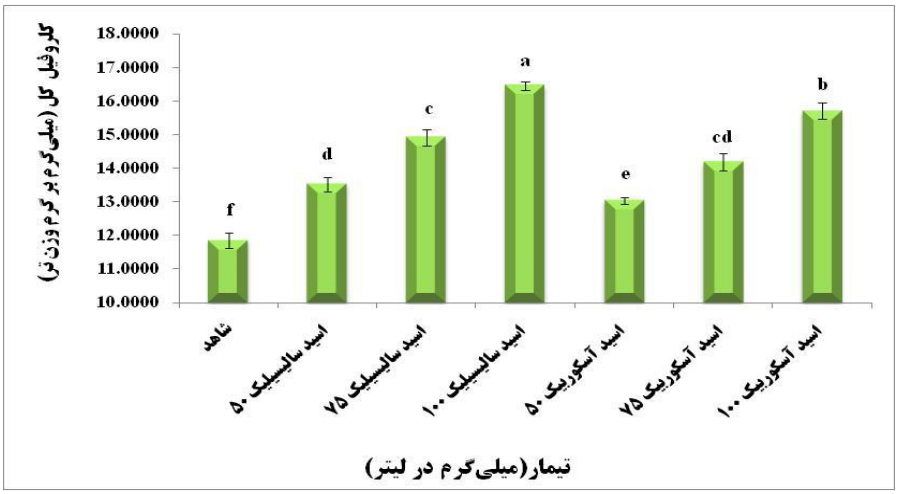
Table 1- Effect of Ascorbic acid and Salicylic acid spray on fresh and dry weight of shoots and roots of *Satureja hortensis* L.

تیمار	وزن تر اندام هوایی(گرم)	وزن خشک اندام هوایی(گرم)	وزن تر ریشه(گرم)	وزن خشک ریشه(گرم)
شاهد	۱/۸۵^{f}	۰/۱۹^{d}	۱/۱۳^{f}	۰/۲۱۹^{f}
اسیدآسکوربیک ۵۰ میلی‌گرم در لیتر	۲/۱٤^{e}	۰/۲٤^{c}	۱/۲۱^{e}	۰/۳۲۲^{e}
اسیدآسکوربیک ۷۵ میلی‌گرم در لیتر	۲/۲٤^{d}	۰/۲۸^{bc}	۱/۳۹^{cd}	۰/٤۷۵^{c}
اسیدآسکوربیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۲/۵٦^{b}	۰/۳۷^{a}	۱/۷۹^{a}	۰/۵۳۷^{b}
اسیدسالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم در لیتر	۲/۲۱^{de}	۰/۲۵^{c}	۱/۳۲^{d}	۰/۳۹۵^{d}
اسیدسالیسیلیک ۷۵ میلی‌گرم در لیتر	۲/۳۸^{c}	۰/۳۱^{b}	۱/٤۵^{c}	۰/۵۱۵^{bc}
اسیدسالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر	۲/۷۵^{a}	۰/۳۹^{a}	۱/٦۸^{b}	۰/۵۹۲^{a}

حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح $P\leq0.05$

The same letters indicate no significant difference at the level of $P\leq0.05$

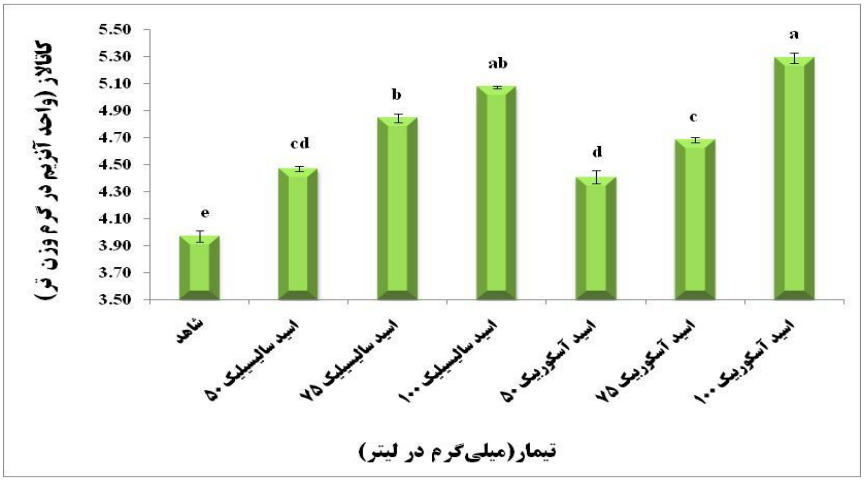
کلروفیل کل: مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار اسیدسالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر با ۱٦/٤۵٦۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر، بیشترین و شاهد با ۱۱/۸٤۹۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر، کمترین محتوای کلروفیل کل را داشتند (نمودار ۱).



نمودار ۱- اثر محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر محتوای کلروفیل کل

Fig 1- Effect of Ascorbic acid and Salicylic acid spray on total chlorophyll content

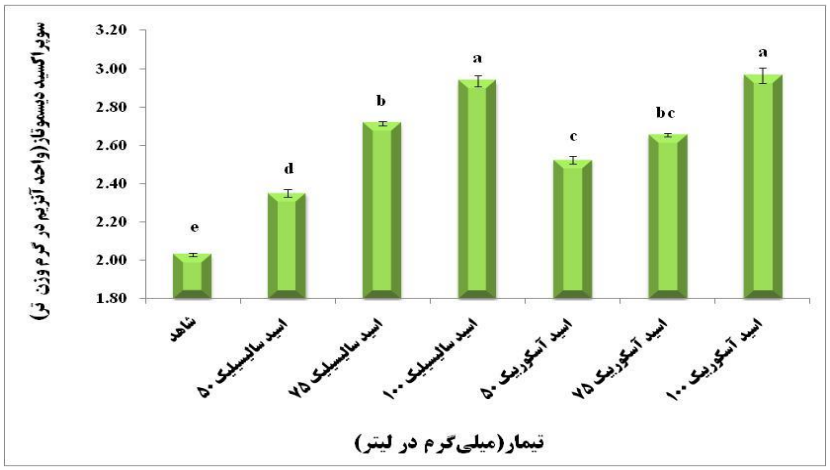
فعالیت آنزیم کاتالاز: مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار اسیدآسکوربیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر با ۵/۲۹ واحد آنزیم در گرم وزن تر، بیشترین و شاهد با ۳/۹۷ واحد آنزیم در گرم وزن تر، کمترین فعالیت آنزیم کاتالاز را داشتند (نمودار ۲).



نمودار ۲- اثر محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر فعالیت آنزیم کاتالاز

Fig 2- Effect of Ascorbic acid and Salicylic acid spray on CAT enzyme activity

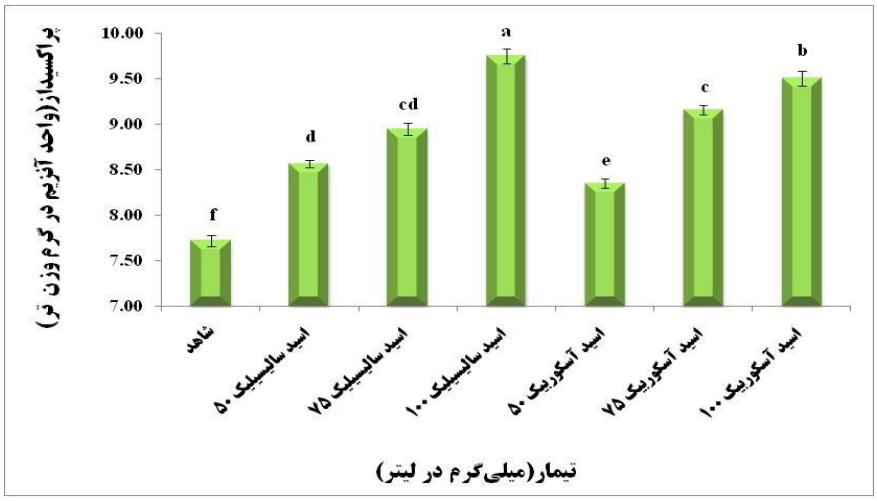
فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز: مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار اسیدآسکوربیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر با ۲/۰۳ واحد آنزیم در گرم وزن تر، بیشترین و شاهد با ۲/۹۶ واحد آنزیم در گرم وزن تر، کمترین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را داشتند (نمودار ۳).



نمودار ۳- اثر محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز

Fig 3- Effect of Ascorbic acid and Salicylic acid spray on SOD enzyme activity

فعالیت آنزیم پراکسیداز: مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار اسیدسالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر با ۹/۷۵ واحد آنزیم در گرم وزن تر، بیشترین و شاهد با ۷/۷۲ واحد آنزیم در گرم وزن تر، کمترین فعالیت آنزیم پراکسیداز را داشتند (نمودار ٤).



نمودار ٤- اثر محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر فعالیت آنزیم پراکسیداز

Fig 4- Effect of Ascorbic acid and Salicylic acid spray on POD enzyme activity

اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک به عنوان اسیدهای آلی نقش مهمی در ایجاد تغییرات فیزیولوژیک در گیاه و رشد و نمو آن دارند. اسیدآسکوربیک یک کوفاکتور مهم در بیوسنتز هورمون‌های گیاهی از جمله جیبرلین بوده و از این طریق می‌تواند در افزایش تقسیم و گسترش سلول و رشد گیاه ایفای نقش نموده و موجبات افزایش وزن خشک تر و خشک گیاه را فراهم آورد (Pourghasemian and Moradi, 2017). اسیدسالیسیلیک یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی است که نقش مهمی در تنظیم رشد گیاهی، توسعه و نمو، گلدهی، جذب و انتقال یون‌ها، فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و تعرق دارد. همچنین اسیدسالسیلیک موجب افزایش تولید رنگریزه‌های گیاهی مانند کلروفیل و به دنبال آن، افزایش میزان فتوسنتز، ساخت مواد غذایی و افزایش وزن تر و خشک گیاه می‌شود. تجهیز گیاهان به سیستم‌های آنزیمی آنتی‌اکسیدانی خنثی‌کننده مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و غیره ممکن است جهت کاهش اکسیداسیون توسط رادیکال‌های آزاد که در اثر تنش افزایش یافته است، کافی نباشد. به همین منظور از ترکیباتی مانند اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک به عنوان یک آنتی‌اکسیدانی طبیعی که قادر به کاهش عملکرد رادیکال‌های آزاد از طریق تقویت سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌باشند، استفاده می‌شود (Cevahir *et al.*, 2005).

نتیجه‌گیری کلی

بررسی اثرات محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر شاخص‌های رشد و فعالیت آنزیمی گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.) نشان داد که بیشترین میزان وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، محتوای کلروفیل کل و فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمار اسیدسالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. بیشترین وزن تر ریشه و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز در در تیمار اسیدآسکوربیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از پژوهش می‌توان محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک را جهت بهبود شاخص‌های رشد و فعالیت آنزیمی گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.) پیشنهاد کرد.

منابع

۱) حجاری، ا و. م، کفاشی صدقی. ۱۳۷۹. کاربرد مواد رشد گیاهی (مبانی فیزیولوژی). انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۹۸ تا ۱۰۰.

۲) حسنی‌زاده، ح. ۱۳۸۷. پرورش سبزی و سبزی‌کاری در باغ و خانه. انتشارات حامی چاپ سوم.

۳) پیوست، غ ع.۱۳۷۷. سبزیکاری. انتشارات ابریشم.

٤) کامکاردهکردی، ن. ۱۳۹٤. اثر محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک، اسیدسالیسیلیک و تیامین و بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه دارویی آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak.). دومین همایش یافته‌های نوین در محیط زیست و اکوسیستم‌های کشاورزی.

۵) کریمی، ا. ایران‌نژاد، ف. فیروزی، آ و. ر، نعمت‌اله ثانی. ۱۳۹۰. بررسی اثر گلوکز و اسیدسالیسیلیک بر جوانه‌زنی گیاهان شنبلیله و تربچه در شرایط شوری آب. ششمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان.

٦) نجارزاده، س.، پناهنده، ج.، علیزاده‌سالطه، س و. ف، زارع‌نهندی. ۱۳۹۵. اثر اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و اسانس گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.). نشریه علوم باغبانی ایران. دوره ٤۷، شماره ٤، صفحه ٦٦۷-٦٥٥.

۷) نجفیان، ش. نگهبان، م. تراکمه، آ و. س م، قاسمیان. ۱۳۸۸. بررسی اثر اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه زینتی- دارویی بابونه کبیر (*Tanacetum parthenium* L.). ششمین کنگره علوم باغبانی ایران.

8) Aebi, H. 1984. Catalase in vitro. Meth Enzymol. 105: 121–126.

9) Arnon, DI., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in vulgaris. Plant Physiol., **24**(1):1–15.

10) Bayer, W.F and I. Fridovich .1987. Assaying for superoxide dismutase activity: some large consequences of minor changes in condition. Annals Biochem. 161:559–566.

11) Celicel, F.G. and M.S. 2002. Postharvest handling of stock(*Matthiola incana*). Hort. Sci. 37: 144-147.

12) Cevahir, G., Yentur, S. and N, Yilmaze Fr. 2005. The effect of nitric oxide, salicylic acid and hydrogen peroxide on the pigment content in excited cotyledons of red cabbage. Freschius Env.Bulletin, 14: 591-598.

13) Ezhilmathi, K., Singh, V.P., Arora, A. and R.K, Sairam .2007. Effect of 5-sulfosalicylic acid on antioxidant activity in relation to vase life of *Gladiolus* cut flowers. Plant growth regul. 51:99-108.

14) Hatfiekd, R. and W, vermerris. 2001. Lignin formation in plants. The dilemma of linkage specificity. Plant Physiol. 126: 1351-1357.

15) Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and A, Ahmad. 2010. Effect of exogenous SA under changing environment. A review. Environmental and Experimental Botany. 68(1): 14-25.

16) Pourghasemian, N. and Moradi, R. 2017. Assessing effect of drought stress and ascorbic acid application on some growth and bio-chemical parameters of marigold (*Calendula officinalis* L). Journal of Plant Process and Function, 6(19): 77-88.

17) Putter, J. 1974. In: Methods in enzymatic analysis, 2(Ed Bergmeyer, A) Academic press. New York, Pp: 685.