دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2017.106579.1792
جلد ۳۳، شماره ۳، صفحه ۴۱۰- ۴۰۰ (۱۳۹۶)

اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و سولفات منگنز بر صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی خرفه (*Portulaca oleraca* L.)

زهرا صارم[۱]، پژمان مرادی[۲*] و علی‌محمد عمویی[۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه عل باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲*- نویسنده مسئول، استادیار، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران، پست الکترونیک: pjmoradi@gmail.com
۳- استادیار، مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره)، کرج، ایران

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۵ تاریخ اصلاح نهایی: بهمن ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۵

چکیده

خرفه (*Portulaca oleraca* L.) یکی از گیاهان خانواده Portulacaceae است که به‌دلیل داشتن اسیدهای چرب امگا ۳ و ۶، مواد مغذی مثل آنتی‌اکسیدان‌ها، توکوفرول و فیبر ارزش تغذیه‌ای بالایی داشته و اثرات سودمندی در پیشگیری از ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی و سرطان دارد. از طرفی تأثیر سالیسیلیک اسید و ریزمغذی‌ها بر رشد، عملکرد، فعالیت‌های فیزیولوژیکی و مقاومت در برابر بیماری‌ها، ما را به سمت بررسی اثربخشی این هورمون گیاهی و سولفات منگنز بر برخی صفات این گیاه دارویی ارزشمند سوق داد. این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه آموزش عالی امام خمینی (ره) جهاد کشاورزی کرج در سال ۱۳۹۴ به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف سالیسیلیک اسید (۰، ۰/۱، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار) و سولفات منگنز (۰، ۰/۵ و ۱ گرم در لیتر) بر صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، وزن تر، تعداد دانه در کپسول، تعداد کپسول در بوته، میزان کلروفیل، کارتنوئید و ویتامین C مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای تحت بررسی بر تمام صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی اثر معنی‌دار در سطح ۵٪ داشت. بیشترین تعداد دانه در کپسول (۶۶/۴۴ عدد در کپسول) از تیمار ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۱ گرم در لیتر سولفات منگنز بدست آمد. مقایسه میانگین اثر متقابل سالیسیلیک اسید در سولفات منگنز نشان داد که بیشترین میزان کارتنوئید (۰/۰۷۱ میلی‌گرم) متعلق به ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۱ گرم در لیتر سولفات منگنز بود. به‌طور کلی نتایج نشان داد که غلظت‌های مناسب سالیسیلیک اسید و سولفات منگنز اثر مثبت و معنی‌داری در بهبود صفات تحت بررسی داشت.

واژه‌های کلیدی: تغذیه برگی، توکوفرول، خرفه (*Portulaca oleraca* L.)، ریزمغذی‌ها، کلروفیل، هورمون رشد.

مقدمه

باتوجه به اثرات سوء ناشی از مصرف داروهای شیمیایی، در سال‌های اخیر توجه زیادی به کشت گیاهان دارویی شده که با افزایش مصرف آنها نیاز به توسعه کشت، مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح می‌باشد (Atanassova *et al.*, 2011).

خرفه با نام علمی (*Portulaca oleracea* L.) گیاه دارویی ارزشمند از تیره (Portulacaceae) می‌باشد. خرفه گیاهی یک‌ساله با ساقه‌ای گوشت‌دار، برگ‌های متقابل و گل‌های کوچک زرد رنگ می‌باشد (Mohamed & Hussein, 1994) که توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) تحت

Archive of SID
www.SID.ir

عنوان یکی از پرمصرف‌ترین گیاهان دارویی معرفی شده و عنوان اکسیر جهانی (Global panacea) به آن داده شده‌است (Lim & Quah, 2007). مواد لعابی، پکتین، پروتئین، کربوهیدرات، اسیدهای چرب و به‌ویژه اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۳، مواد آنتی‌اکسیدان و عناصر معدنی متعدد شامل: آهن، مس، منگنز، پتاسیم، کلسیم و فسفر در اندام‌های مختلف این گیاه وجود دارد (Mohamed & Hussein, 1994). این گیاه اثر درمانی در اسهال خونی، مارگزیدگی و حشره‌گزیدگی، سرطان، بیماری قلبی، تصفیه خون، آنتی‌اکسیدانی، دیابت و غیره دارد. قابل ذکر است که هیچ نشانه سمّی قابل توجهی هنوز در ارتباط با این گیاه گزارش نشده‌است (Simopoulos, 2002؛ Zhang *et al*., 2002).

سالیسیلیک اسید جزو ترکیب‌های فنولیکی است و به‌عنوان یک هورمون گیاهی نقش کلیدی در رشد، فتوسنتز و سایر فرایندهای زیستی و بیوشیمیایی گیاهان دارد (Angooti & Nourafkan, 2015) و علاوه‌بر تقویت رشد، نقش محوری در افزایش مقاومت گیاهان به بیماری‌ها دارد (Maddah *et al*., 2007). Angooti و Nourafkan (۲۰۱۵) طی آزمایشی روی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گزارش کردند که محلول‌پاشی ۰/۵ میلی‌مول در لیتر سالیسیلیک اسید موجب افزایش معنی‌دار تعداد و وزن خشک برگ شد. طی بررسی سطوح مختلف سالیسیلیک اسید (۰، 10^{-3}، 10^{-6} و 10^{-8} مول) بر روی آلوئه‌ورا مشخص شد که این هورمون گیاهی بر طول برگ، وزن‌تر برگ و میزان تجمع ژله اثر معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ داشت و بیشترین عملکرد از تیمار 10^{-3} مول بدست آمد (Abdollahi *et al*., 2011).

تغذیه معدنی همگام با دسترسی به آب، رقم مناسب، کنترل بیماری، حشرات و علف‌های هرز نقش مهمی در بهبود عملکرد گیاهان دارند. عناصر غذایی ریزمغذی نقش اساسی در واکنش‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و فرایندهای متابولیکی گیاهان دارند و منجر به افزایش کمّی و کیفی محصولات می‌شوند. منگنز یکی از این عناصر است که از نظر وظایف بیوشیمیایی در گیاه شبیه منیزیم عمل می‌کند. هر دو یون، ATP را با کمپلکس آنزیمی (فسفوکینازها و فسفوترانسفرازها) پیوند می‌دهند، در حالیکه پیوندی که توسط منگنز تشکیل می‌شود، با پیوندی که توسط منیزیم تشکیل می‌شود، کمی متفاوت است. دکربوکسیلازها و دهیدروژنازهای چرخه کربس نیز توسط منگنز فعال می‌شود، منگنز با فعال ساختن ایندول استیک اسید اکسیدازها سبب اکسایش ایندول استیک اسید می‌شود. وجود منگنز در فتوسیستم II که در واکنش‌های تجزیه آب شرکت می‌کند نیز ضروری به‌شمار می‌رود (Mengle & Kirkby, 2001). منگنز در گیاه نقش مهمی در پروسه‌های اکسیداسیون و احیا مانند انتقال الکترون در فتوسنتز بازی کرده و علاوه‌بر آن به‌عنوان فعال‌کننده بسیاری از آنزیم‌ها که با متابولیسم کربوهیدرات‌ها، واکنش‌های فسفری شدن و چرخه اسیدسیتریک سروکار دارند، نقش دارد (Graham *et al*., 1988). Pande و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از غلظت‌های (۰، ۲/۵، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) منگنز بر گیاه نعناع (*Mentha spicata* Linn. emend. Nathh. cv. 'Arka') گزارش کردند که غلظت ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر توانست موجب افزایش عملکرد اسانس و افزایش کلروفیل نسبت به شاهد شود. با این حال، غلظت‌های بالای منگنز برای گیاه سمّی بوده و در برخی از خاک‌ها، ازجمله خاک‌های اسیدی و آتشفشانی، احیای بیش از حد آن سمّیت منگنز را به دنبال دارد. کمبود منگنز از لحاظ جغرافیایی پراکندگی وسیعی دارد. اما در مجموع خاک‌های آهکی، خاک‌های با pH بالا (که عمدتاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان گسترده‌اند) و به‌ویژه خاک‌هایی با تهویه ضعیف و ماده آلی زیاد، عمدتاً با

Archive of SID

www.SID.ir

مشکل کمبود منگنز مواجه هستند (Weckx & Ciljsters, 1997). در آزمایشی مصرف جداگانه عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز با غلظت دو در هزار در دو مرحله ساقه‌دهی و گلدهی و تیمار عدم مصرف عناصر ریزمغذی (شاهد) بر روی گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) انجام شد. نتایج نشان داد که مصرف این عناصر ریزمغذی موجب افزایش صفات ارتفاع بوته، تعداد کاپیتول در بوته، تعداد دانه در کاپیتول، وزن هزاردانه و افزایش عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه شد (Rezaei *et al*., 2015).

با توجه به اهمیت موضوع، این تحقیق با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و عنصر ریزمغذی منگنز بر برخی صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه خرفه اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی امام خمینی (ره) جهاد کشاورزی شهرستان کرج (آزمایش با عرض جغرافیایی ۴۵ °۳۵ و طول جغرافیایی ۵۴ °۵۰ در ارتفاع ۱۲۲۵ متری از سطح دریا) در سال ۱۳۹۴ با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در شرایط مزرعه اجرا شد. در هر تکرار ۱۵ تیمار آزمایشی و در مجموع ۴۵ واحد آزمایشی (کرت) مورد بررسی قرار گرفتند. فاکتورهای مورد مطالعه شامل سالیسیلیک اسید در پنج سطح (۰، ۰/۱، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار) و سولفات منگنز (استفاده از منبع منگنز سولفات تتراهیدرات) ($MnSo_4$. tetrahydrate) در سه سطح (۰، ۰/۵ و ۱ گرم در لیتر) بودند که از فروشگاه تخصصی محصولات شیمیایی شرکت مرک تهیه شدند.

بعد از عملیات آماده‌سازی زمین مورد نظر، کرت‌هایی با ابعاد ۱/۵×۱/۵ مترمربع با فواصل ۰/۵ متر ایجاد گردید. برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج حاصل از آنالیز خاک مزرعه

بافت خاک	نیتروژن (٪)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (ppm)	EC (µs/cm)	pH	ماده آلی (٪)
سیلت لوم	۰/۱۹	۹/۲۵	۶۰۰	۳۲۴	۷/۱۵	۰/۷۸

بذرهای خرفه اصلاح و تهیه شده از شرکت پاکان بذر اصفهان، اوایل اردیبهشت (۱۳۹۴/۲/۶) در ردیف‌هایی به فاصله ۳۰ سانتی‌متر و با فاصله ۱۰ سانتی‌متر روی ردیف کاشته شدند. کلیه عملیات زراعی شامل آبیاری، تنک کردن، وجین علف‌های هرز با توجه به نیاز گیاه در زمان لازم انجام شد. اعمال تیمارهای سالیسیلیک اسید و سولفات منگنز در سه تکرار به فاصله ۱۵ روز انجام شد. اولین محلول‌پاشی در مرحله چهار برگی (۱۳۹۴/۳/۱۲) و دو تکرار بعد نیز با فاصله ۱۵ روز اجرا شد. ۱۵ روز بعد از اتمام آخرین دوره محلول‌پاشی عملیات برداشت (۱۳۹۴/۴/۲۹) و تهیه نمونه‌ها آغاز شد. برای اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر ۳ ردیف از هر کرت با حذف اثرات حاشیه‌ای به مساحت ۶۰×۶۰ سانتی‌متر برداشت شد. به‌طوری که از هر کرت سه بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و از ناحیه طوقه بریده شده و در پاکت‌های پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل شدند و صفات مورفولوژیکی (طول شاخه

Archive of SID

www.SID.ir

فرعی، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن تر بوته) و بیوشیمیایی (کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کارتنوئید و ویتامینC) گیاه منتخب مورد بررسی قرار گرفت.

برای تعیین غلظت کلروفیل برگ و کاروتنوئید از روش Arnon (۱۹۴۹) و دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل uv/vis ۲۸۰۰) استفاده گردید. صفات مذکور با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

mg/g.f.w = [۱۲/۷(A۶۶۳)–۲/۶۹(A۶۴۵)] × V/۱۰۰۰W میلی‌گرم کلروفیل a در هر گرم بافت برگ

mg/g.f.w = [۲۲/۹(A۶۴۵)–۴/۶۸(A۶۶۳)] × V/۱۰۰۰W میلی‌گرم کلروفیل b در هر گرم بافت برگ

mg/g.f.w = [۲۰/۲(A۶۴۵)+۸/۰۲(A۶۶۳)] × V/۱۰۰۰W میلی‌گرم کلروفیل ab در هر گرم بافت برگ

mg/g.f.w = [۷/۶(A۴۸۰)–۱/۴۹(A۵۱۰)] × V/۱۰۰۰W میلی‌گرم کاروتنوئید در هر گرم بافت تازه

که، A جذب نوری رنگیزه در طول موج‌های مذکور، V حجم نهایی رنگیزه در استن ۸۰٪ (۵۰CC) و W وزن تر نمونه مورد استفاده (۰/۵ گرم) است.

ویتامین C با بهره‌گیری از روش تیتراسیون توسط واکنش اکسیداسیون و احیاء که شامل ید و محلول یدیت می‌باشد اندازه‌گیری و تعیین شد. در زمان تیتر محلول ید بر روی ترکیب‌های حاوی ویتامین C (این ویتامین به‌صورت دهیدروآسکوربیک اسید می‌باشد) اکسیده می‌شود، در حالی‌که ید به شکل یون‌های یدید کاهش می‌یابد. هنگامی که تمام ترکیب‌های حاوی ویتامین C خنثی شود؛ محلول ید اضافی با نشانگر نشاسته واکنش داده و به رنگ آبی تیره در می‌آید. به‌طوری‌که نقطه پایانی تیتراسیون زمانی در نظر گرفته می‌شود که رنگ محلول به رنگ آبی سیاه تبدیل شده و تغییر رنگی مشاهده نگردد (Cioroi, 2007).

آنالیز داده‌ها به کمک نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ انجام شد.

نتایج

براساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، تیمارهای مورد بررسی اثر معنی‌داری بر متغیرهای اندازه‌گیری شده داشتند، به‌طوری که سطوح مختلف سالیسیلیک اسید، سولفات منگنز و اثرات متقابل آنها بر طول ساقه اصلی، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن تر بوته اثر معنی‌داری را در سطح ۵٪ آماری نشان داد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر سالیسیلیک اسید و سولفات منگنز بر خصوصیات مرفولوژیک گیاه *Portulaca oleracea* L.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		طول ساقه اصلی	تعداد شاخه فرعی	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن تر بوته
سالیسیلیک اسید	۴	۹۶/۵۶ ❊	۵/۲۸ ❊	۲۷۴/۱۴ ❊	۶۸/۳۶ ❊	۱۷۷/۰۱ ❊
سولفات منگنز	۲	۴۸/۰۴ ❊	۸/۳۸ ❊	۱۴۶/۰۱ ❊	۷۵/۰۴ ❊	۱۴۸/۰۳ ❊
سالیسیلیک اسید × سولفات منگنز	۸	۶۶/۰۱ ❊	۷/۲۳ ❊	۶۳۱/۷۸ ❊	۴۷/۰۸ ❊	۱۹۸/۰۱ ❊
خطا	۳۰	۵۵/۶۵	۲۲/۶۹	۵۵/۸۹	۱۹/۹۸	۸۹/۸۷
CV (٪)	–	۱۰/۹۸	۸/۶۳	۵/۶۳	۷/۳۶	۱/۹۸

ns، ❊ و ❊❊: به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح مختلف محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید، سولفات منگنز و اثر متقابل آنها به لحاظ کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، میزان کارتنوئید و ویتامین C در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۳).

مقایسه میانگین طول ساقه اصلی، اثر متقابل سطوح مختلف محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و سولفات منگنز نشان داد (جدول ۴) که محلول‌پاشی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و صفر گرم در لیتر سولفات منگنز با میانگین ۹۶/۶۶ سانتی‌متر منجر به ۶۱/۷۲٪ افزایش طول ساقه شد. اثر متقابل محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید ۰/۵ میلی‌مولار و تیمار شاهد سولفات منگنز تعداد شاخه فرعی را تا ۲۸/۸۸٪ افزایش داد که از لحاظ آماری با تیمارهای سالیسیلیک اسید ۱ و ۲ میلی‌مولار در سولفات منگنز ۰/۵ گرم در لیتر اختلاف معنی‌دار نداشت. اثر متقابل محلول‌پاشی ۰/۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۱ گرم در لیتر با ۶۴۰ عدد در بوته بالاترین میزان را داشت که نسبت به تیمار شاهد ۲۴/۸۰٪ افزایش نشان داد. همچنین حداکثر تعداد دانه در کپسول (۶۶/۴۴ عدد در کپسول) در اثر متقابل ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۱ گرم در لیتر سولفات منگنز مشاهده شد که از لحاظ آماری با اثر متقابل ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۰/۵ گرم در لیتر سولفات منگنز اختلاف معنی‌دار آماری نداشت و این صفت را ۵۰/۴۶٪ افزایش داد. با اعمال ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۰/۵ گرم در لیتر سولفات منگنز وزن تر بوته به ۸۹۸/۵ کیلوگرم در هکتار رسید که بیانگر ۱۵/۸۱٪ افزایش وزن است.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر سالیسیلیک اسید و سولفات منگنز بر خصوصیات بیوشیمیایی گیاه *Portulaca oleracea* L.

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئید	ویتامین C
سالیسیلیک اسید	۴	۰/۳۲۵ ❊	۱/۸۵۴ ❊	۰/۹۷۸ ❊	۰/۸۵۴ ❊	۱۷۵/۷۷۴ ❊
سولفات منگنز	۲	۰/۶۸۹ ❊	۰/۳۲۹۸۵ ❊	۰/۷۶۵ ❊	۱/۷۰۳ ❊	۷۱/۳۵۳ ❊
سالیسیلیک اسید × سولفات منگنز	۸	۰/۹۸۵ ❊	۰/۷۴۵ ❊	۰/۹۸۴ ❊	۰/۴۴۳ ❊	۵۲/۳۶۵ ❊
خطا	۳۰	۵۳/۸۷۵	۲۵/۴۵۲	۳۲/۸۵۴	۳۲/۷۸۴	۲۵/۷۸۰
CV (٪)	–	۸/۸۹۵	۴/۶۵۸	۷/۹۸۸	۵/۵۸۹	۵/۷۸۸

ns، ❊ و ❊❊: به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

طبق جدول ۵ مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی، اثر متقابل تیمارهای محلول‌پاشی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۰/۵ گرم در لیتر سولفات منگنز، ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۱ گرم در لیتر سولفات منگنز و ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۰/۵ گرم در لیتر سولفات منگنز باعث ۶۶/۶۶٪ افزایش در میزان کلروفیل a شدند. میزان کلروفیل b تا ۲۷/۷۷٪ افزایش در اثر متقابل تیمارهای ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۰/۵ گرم در لیتر سولفات منگنز، ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۰/۵ گرم در لیتر سولفات منگنز، ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۱ گرم در لیتر سولفات منگنز و ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۱ گرم در لیتر سولفات منگنز نشان داد. بیشترین میانگین کلروفیل کل (۰/۲۸ میلی‌گرم) از اثر متقابل ۰/۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۱ گرم در لیتر سولفات منگنز بدست آمد. طبق نتایج بدست آمده، حداکثر میزان کارتنوئید (۰/۰۷ میلی‌گرم) از اثر متقابل تیمار ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۱ گرم در لیتر سولفات منگنز بدست آمد. بالاترین میزان ویتامین C (۱۵۸/۹ میلی‌گرم) مربوط به اثر متقابل ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۰/۵ گرم در لیتر سولفات منگنز بود که نسبت به شاهد ۷۲/۰۵٪ رشد داشت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی سطوح مختلف سالیسیلیک اسید و سولفات منگنز بر صفات مورفولوژیکی *Portulaca oleracea* L.

تیمار	میانگین صفات				
سالیسیلیک اسید و سولفات منگنز	طول ساقه اصلی (cm)	تعداد شاخه فرعی (n/bush)	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن تر بوته (kg/ha)
SA 0 (mM)+ Mn0 (g/L)	۷۰ c	۵/۳۳ f	۱۸۴/۷ e	۵۸/۲۲ b	۱۶۲/۳ e
SA 0 (mM) + Mn 0/5 (g/L)	۸۷/۳۳ b	۵ f	۱۵۸/۷ e	۳۳/۶۶ d	۲۵۹/۵ d
SA 0(mM) + Mn 1 (g/L)	۸۳ b	۵/۳۳ f	۲۰۹/۷ d	۳۹ d	۱۷۶ e
SA 0/1(mM) + Mn 0(g/L)	۵۹/۶۶ d	۵ f	۲۲۳ d	۴۶/۱۱ c	۱۴۲/۸ e
SA 0/1(mM) + Mn 0/5(g/L)	۸۱ b	۱۰/۳۳ c	۴۵۰/۳ b	۴۲/۵۵ c	۵۲۳/۵ c
SA 0/1(mM) + Mn 1(g/L)	۸۲/۳۳ b	۱۱ b	۶۴۰ a	۵۸/۳۳ b	۷۲۷/۱ b
SA 0/5(mM) + Mn 0(g/L)	۹۶/۶۶ a	۱۲/۶۷ a	۴۵۰/۳ b	۵۹/۲۹ ab	۵۳۷/۱ c
SA 0/5(mM) + Mn 0/5(g/L)	۸۲ b	۱۱/۶۷ b	۳۷۸ c	۶۳/۴۴ a	۸۹۸/۵ a
SA 0/5(mM) +Mn 1(g/L)	۷۵/۶۶ c	۹/۳۳ d	۳۳۸/۳ c	۵۵/۶۶ b	۲۱۲/۱ d
SA 1(mM) + Mn 0(g/L)	۸۴/۳۳ b	۱۲/۶۷ a	۴۱۲/۷ b	۵۵/۶۶ b	۵۴۲/۷ c
SA 1(mM) + Mn 0/5(g/L)	۷۹c b	۸/۶۶ e	۴۱۸/۷ b	۴۷/۱۱ c	۲۱۰/۳ d
SA 1(mM) + Mn 1(g/L)	۸۲ b	۸/۳۳ e	۲۱۱/۷ d	۶۶/۴۴ a	۱۴۷/۳ e
SA 2(mM) + Mn 0(g/L)	۷۳/۳۳ c	۳/۶۶ g	۳۱۰ c	۵۸ b	۱۲۴/۹ e
SA 2(mM) + Mn 0/5(g/L)	۸۲/۶۶ b	۱۲ a	۱۷۰/۷ e	۴۵/۲۲ c	۹۷/۴۷ f
SA 2(mM) + Mn 1(g/L)	۶۶/۶۶ c	۱۰/۶۷ c	۱۲۳/۷ e	۳۱/۸۸ d	۱۰۴/۶ e

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست.

بحث

سالیسیلیک اسید یکی از مواد هورمونی است که نقش محوری در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی مختلف از قبیل رشد، تکامل گیاه، جذب یون و افزایش میزان کلروفیل دارد. افزایش عملکرد در نتیجه تغذیه برگی با اسید سالیسیلیک ممکن است به‌دلیل تأثیرگذاری سالیسیلیک اسید بر فتوسنتز باشد که سبب افزایش خصوصیات کمّی و کیفی محصولات می‌شود (Shakirova *et al.*, 2003). سالیسیلیک اسید موجب افزایش سرعت فتوسنتز، افزایش غلظت CO_2 و افزایش کارایی مصرف آب می‌شود و عملکرد را افزایش می‌دهد (Fariduddin *et al.*, 2003). از طرفی به نظر می‌رسد سالیسیلیک اسید با افزایش میزان کلروفیل در برگ‌هایی که در آغاز فرایند پیری هستند می‌تواند سبب افزایش فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد و عملکرد شود (Delany *et al.*, 1994). در مورد تأثیر تغذیه برگی سالیسیلیک اسید بر افزایش عملکرد باید گفت که سالیسیلیک اسید با افزایش تقسیم و رشد سلول‌ها عملکرد را افزایش می‌دهد (Hayat *et al.*, 2005).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی سطوح مختلف سالیسیلیک اسید و سولفات منگنز بر صفات بیوشیمیایی ***Portulaca oleracea*** **L**

تیمار	میانگین صفات				
سالیسیلیک اسید و سولفات منگنز	کلروفیل a (mg/g برگ تازه)	کلروفیل b (mg/g برگ تازه)	کلروفیل کل (mg/g برگ تازه)	کارتنوئید (mg/g بافت تازه)	ویتامین C (mg/g برگ تازه)
SA 0 (mM)+ Mn0 (g/L)	۰/۰۳۳f	۰/۰۷۹i	۰/۱۱۲j	۰/۰۶۵b	۱۱۲/۴e
SA 0(mM) + Mn 0/5(g/L)	۰/۰۵۸d	۰/۱۱۴h	۰/۱۷۲h	۰/۰۴۱d	۱۳۲/۴c
SA 0(mM) + Mn 1(g/L)	۰/۰۶۸c	۰/۱۲۵g	۰/۱۹۳g	۰/۰۴۵d	۱۲۹/۱d
SA 0/1(mM) + Mn 0(g/L)	۰/۰۲۸g	۰/۰۵۹k	۰/۰۸۷k	۰/۰۴۶d	۱۴۶/۱b
SA 0/1(mM) + Mn 0/5(g/L)	۰/۰۴۸e	۰/۰۶۷j	۰/۱۱۵j	۰/۰۳۶e	۱۱۶/۷e
SA 0/1(mM) + Mn 1(g/L)	۰/۰۵۷d	۰/۰۷۲i	۰/۱۲۹i	۰/۰۳۷e	۱۲۷/۶d
SA 0/5(mM) + Mn 0(g/L)	۰/۰۸۵b	۰/۱۶۶c	۰/۲۵۱d	۰/۰۵۸c	۱۲۵/۸d
SA 0/5(mM) + Mn 0/5(g/L)	۰/۰۹۱a	۰/۱۸۱a	۰/۲۷۱b	۰/۰۵۵c	۱۳۵/۵c
SA 0/5(mM) +Mn 1(g/L)	۰/۰۹۴a	۰/۱۷۷b	۰/۲۷۱b	۰/۰۴۴d	۱۴۰/۱b
SA 1(mM) + Mn 0(g/L)	۰/۰۸۴b	۰/۱۷۶b	۰/۲۶۰c	۰/۰۶۶b	۱۳۳c
SA 1(mM) + Mn 0/5(g/L)	۰/۰۹۱a	۰/۱۸۱a	۰/۲۷۲b	۰/۰۵۸c	۱۵۸/۹a
SA 1(mM) + Mn 1(g/L)	۰/۰۹۳a	۰/۱۸۷a	۰/۲۸۰a	۰/۰۵۵c	۱۴۶/۱b
SA 2(mM) + Mn 0(g/L)	۰/۰۶۶c	۰/۱۳۸e	۰/۲۰۴f	۰/۰۶۹b	۱۳۸/۸c
SA 2(mM) + Mn 0/5(g/L)	۰/۰۸۱b	۰/۱۵۵d	۰/۲۳۵e	۰/۰۵۹c	۱۲۷/۳d
SA 2(mM) + Mn 1(g/L)	۰/۰۸۹b	۰/۱۸۴a	۰/۲۷۵b	۰/۰۷۱a	۱۱۴/۴e

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست.

از طرف دیگر تأثیر مثبت سالیسیلیک اسید در افزایش رشد و عملکرد می‌تواند به‌دلیل تأثیر بر فعالیت هورمون‌های گیاه باشد، سالیسیلیک اسید با تغییر تعادل هورمون‌های اکسین، سیتوکنین و اسید آبسیزیک سبب افزایش رشد و عملکرد می‌شود. طبق نتایج حاصل از این بررسی نیز بیشترین میانگین ارتفاع بوته و شاخه فرعی در اثر متقابل ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و صفر گرم در لیتر سولفات منگنز بدست آمد. بیشترین میزان عملکرد وزن تر (۷۷۸۱ کیلوگرم در هکتار) نیز مربوط به اثر متقابل کاربرد ۰/۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۱ گرم در لیتر سولفات منگنز بود. نتایج این پژوهش با افزایش کلروفیل و عملکرد محصولاتی مثل گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) (Javaheri *et al*., 2012)، جوجوبا (*Simmondsia chinensis*) (Al-Obeed, 2012)، خیار (*Cucumis sativus*) (Larqu-Saavedra & Martin-Mex, 2007)، ذرت (*Zea mays*) (Belkhadi *et al*., 2010) و سویا (*Glycine max*) (Kumar *et al*., 1999) در اثر مصرف سالیسیلیک اسید همخوانی داشت. افزایش میزان دانه در کپسول مربوط به اثر متقابل ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۱ گرم در لیتر سولفات منگنز بود که می‌توان آن را به محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و اثر این ترکیب بر افزایش تقسیم و تمایز سلولی نسبت داد که نتیجه آن افزایش تعداد کپسول در بوته می‌باشد. نتایج حاصل از این آزمایش با

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج حاصل از آزمایش (Singh & Kaur, 1980) در مورد گیاه ماش (*Vigna radiata*) و نتایج حاصل از تحقیقات (Mehrabian *et al*., 2011) بر روی گیاه ذرت با استفاده از روش محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید تطابق دارد. گزارش شده‌است که محلول‌پاشی منگنز با غلظت چهار در هزار در گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*) افزایش وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد موسیلاژ را به‌همراه داشته است (Ramroudi *et al*., 2011). طبق آزمایشی که بر روی گیاه سویا انجام شد، با محلول‌پاشی (Zn+Mn) باعث افزایش عملکرد بیولوژیک، افزایش عملکرد بذر و افزایش وزن بذر در بوته و تعداد آن شده‌است (Ghasemian *et al*., 2010).

مصرف برگی عناصر غذایی نیز به دفعات متعدد، ضمن رفع کمبود آنها سبب افزایش عملکرد کمّی و کیفی گیاه می‌شود (Babhulkar *et al*., 2000؛ Whitty & Chambliss, 2005؛ Mosavi *et al*., 2007). افزایش ارتفاع در اثر کاربرد منگنز مربوط به نقش این عنصر در فتوسنتز است. وجود مواد ریزمغذی باعث افزایش فعالیت برخی از آنزیم‌ها و همچنین افزایش غلظت فتوسنتز و دوام سطح برگ می‌گردد که رشد گیاه و افزایش ارتفاع بوته را موجب می‌شود (Bauder, 2002). منگنز موجب ساخت کلروفیل در برگ‌های جوان و افزایش تنظیم‌کننده‌های رشد می‌شود، درنتیجه فتوسنتز افزایش می‌یابد و مواد فتوسنتزی بیشتری به نقاط مختلف گیاه ازجمله ساقه‌ها وارد می‌شود و درنهایت ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد (Malakoti & Tehrani, 1999). از طرفی، محققان وجود منگنز را برای انتقال و متابولیسم نیتروژن ضروری می‌دانند. آنان عقیده دارند که منگنز در انتقال نیتروژن از ریشه به اندام هوایی و نیز ساخت پروتئین و سرانجام در رشد گیاه نقش کلیدی دارد (Rennan *et al*., 2007). بنابراین افزایش ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول در بوته و وزن تر مربوط به بهبود رشد و تقسیم سلولی و افزایش عناصر غذایی در نتیجه مصرف سالیسیلیک اسید و سولفات منگنز است. محققان گزارش کرده‌اند که محلول‌پاشی منگنز نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی موجب افزایش تعداد طبق در گیاه، تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه در گلرنگ گردید (Malakoti & Tehrani, 1999).

بیشترین میزان کلروفیل کل (۰/۲۸۰ میلی‌گرم) از اثر متقابل ۰/۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۱ گرم در لیتر سولفات منگنز بدست آمد. در مطالعه اثر سالیسیلیک اسید بر ویتامین C نتایج نشان داد که سالیسیلیک اسید و منگنز اثر معنی‌داری در افزایش ویتامین C داشت. گزارش‌هایی مبنی بر تأثیر سالیسیلیک اسید بر افزایش میزان ویتامین C در محصول گیاهانی مانند خردل (*Sinapis*) (Dat *et al*., 1998) و گوجه‌فرنگی (Javaheri *et al*., 2012) موجود است. در گزارشی گوجه‌فرنگی‌های تیمار شده با سالیسیلیک اسید با محتوای بالای اسید آسکوربیک مشاهده شدند (Kalarani *et al*., 2002). سالیسیلیک اسید پراکسیداز آسکوربات را فعال می‌کند و سبب افزایش توانایی آنتی اکسیدانی، قدرت ضد تنش و مقدار اسید آسکوربیک در میوه‌ها می‌شود (Wang *et al*., 2006).

به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از سالیسیلیک اسید و سولفات منگنز در غلظت‌های مناسب موجب افزایش و بهبود صفات مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی خرفه شد. کاربرد این مواد با توجه به قیمت پایین و غلظت پایین مصرف آن می‌تواند سبب بهبود عملکرد شود.

منابع مورد استفاده

- Abdollahi, M., Jafarpour, M. and Zeinali, H., 2011. Effect of various Salicylic Acid concentrations on growth of *Aloe vera*. International Journal of AgriScience, 1(5): 311-313.
- Al-Obeed, R.S., 2012. Jujuba postharvest fruit quality and storage ability in response to agro-chemicals

Archive of SID
www.SID.ir

manganese on quality and quantity of soybean seed. Journal of Phytology, 2(11): 73-79.
- Hayat, S., Fariduddin, Q., Ali, B. and Ahmad, A., 2005. Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. Acta Agronomica Hungarica, 53(4): 433-437.
- Javaheri, M., Mashayekhi, K., Dadkhah, A. and Zaker Tavallaee, F., 2012. Effects of salicylic acid on yield and quality characters of tomato fruit (*Lycopersicum esculantum* Mill.). International Journal of Agriculture and Crop Science, 4: 1184-1187.
- Kalarani, M.K., Thangaraj, M., Sivakumar, R. and Mallika, R., 2002. Effects of salicylic acid on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) productivity. Crop Research, (Hisar), 23: 486-492.
- Kumar, P., Dube, S.D. and Chauhan, V.S., 1999. Effect of salicylic acid on growth, development and some biochemical aspect of soybean (*Glysine max* L. Merill). Journal of Plant physiology, 4: 327-333.
- Larqu-Saavedra, A. and Martin-mex, R., 2007. Effect of salicylic acid on the bioproductivity of the plant: 15-23. In: Hayat, S. and Ahmad, A., (Eds.). Salicylic Acid: A Plant Hormone. Netherland, Dordrecht University, 370p.
- Lim, Y.Y. and Quah, E.P.L., 2007. Antioxidant properties of different cultivars of *Portulaca oleracea*. Journal of Agricultural and Food chemistry, 103: 734-735.
- Maddah, M., Fallahiyan, F., Sabbagh pour, H. and Chalabiyan, F., 2007. Effects of salicylic acid on yield, yield components and anatomical structure of chickpea. Journal of Sciences, 1: 59-62.
- Malakoti, M.J. and Tehrani, M.M., 1999. Effects of Micro-Nutrients on the Yield and Quality of Agricultural Products. Tarbiat Modarres University Press, Iran, 299p.
- Mehrabian, M.N., Arvin, M.J., Khajuee Nezhad, R. and Maghsoudi, K., 2011. Effect of salicylic acid on growth and forage and grain yield of maize under drought stress in field conditions. Journal of Seed and Plant Production, 27(2): 41-55.
- Mengle, K. and Kirkby, E.A., 2001. Principle of Plant Nutrition. Netherlands, Kluwer Academic Press, 849p.
- Mohamed, A.I. and Hussein, A.S., 1994. Chemical composition of purslane (*Portulaca oleracea*). Plant Foods for Human Nutrition, 45(1): 1-9.
- Mosavi, S.R., Galavi, M. and Ahmadvand, G., 2007. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato (*Solanum tuberosum* L.). Asian Journal of Plant Science, 6: 1256-1260.

pre-harvest application. African Journal of Agriculture Research, 7: 5099-5107.
- Angooti, F. and Nourafcan, F., 2015. Effects of application method and level of salicylic acid on some morphological characteristics of *Ocimum basilicum* L. leaves under sodium chloride salinity stress. Biological Forum-An International Journal, 7(1): 346-351.
- Arnon, D.I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Poly phenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24(1): 1-15.
- Atanassova, M., Georgieva, S. and Ivancheva, K., 2011. Total phenolic and total flavonoid contents, antioxidant capacity and biological contaminants in medicinal herbs. Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy, 46(1): 81-88.
- Babhulkar, P.S., Dinesk, K., Badole, W.P., Balpande, S.S. and Kar, D., 2000. Effect of Sulfur and zinc on yield, quality and nutrient uptake by safflower in vertisols. Journal of the Indian Society of Soil Science, 48: 541-543.
- Bauder, T., 2002. Best Management Practices for Colorado Corn. Colorado State University Site Published, 12p.
- Belkhadi, A., Hediji, H., Abbes, Z., Nouairi, I., Barhoumi, Z., Zarrouk, M., Chaibi, W. and Djebali, W., 2010. Effects of exogenous salicylic acid pre-treatment on cadmium toxicity and leaf lipid content in *Linum usitatissimum* L. Ecotoxicology and Environmental Safety, 73(5): 1004-1011.
- Cioroi, M., 2007. Study on L-ascorbic acid contents from exotic fruits. Cercetari Agronomice in Moldova Journal, 1: 23-27.
- Dat, J.F., Foyer, C.H. and Scott, I.M., 1998. Changes in salicylic acid and antioxidants during induced thermo tolerance in mustard seedlings. Journal of Plant Physiology, 118: 1455-1461.
- Delany, T.P., Uknes, S., Vernooij, B., Friedrich, L., Weymann, K., Negrotto, D., Gaffiney, T., Gut-Rella, M., Kessmann, H., Ward, E. and Ryals, J., 1994. A central role of salicylic acid in plant disease resistance. Science, 266(5188): 1247-1250.
- Fariduddin, Q., Hayat, S. and Ahmad, A., 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity, and seed yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica Journal, 41(2): 281-284.
- Graham, R.D., Hannam, R.J. and Uren, N.C., 1988. Manganese in Soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, 344p.
- Ghasemian, V., Ghalavand, A., Sorooshzadeh, A. and Pirzad, A., 2010. The effect of iron, zinc and

Archive of SID

www.SID.ir

seedlings induced by salicylic acid and salinity. Journal of Plant Science, 164: 317-322.
- Simopoulos, A.P., 2002. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. The Journal of the American College of Nutrition, 21(6): 495-505.
- Singh, G. and Kaur, M., 1980. Effect of growth regulators on podding and yield of mung bean (*Vigna radiata* L.). Indian Journal of Plant Physiology, 23: 366-370.
- Wang, L., Chen, S.H., Kong, W., Li, S.H. and Archbold, D., 2006. Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. Postharvest Biology and Technology, 41(3): 244-251.
- Weckx, J.E.J. and Ciljsters, H.M., 1997. Zn phytotoxicity induces oxidative stress in primary leaves of *Phaseolus vulgaris* L. Plant Physiology and Biochemistry, 35: 405-410.
- Whitty, E.N. and Chambliss, C., 2005. Fertilization of Field and Forage Crops. Nevada State University Press, 21p.
- Zhang, X.J., Ji, Y.B., Qu, Z.H.Y., Xia, J.C.H. and Wang, L., 2002. Experimental studies on antibiotic functions of Portulaca oleraceaL. in vitro. Chinese Journal Microcol 14: 277-280.
- Pande, P., Chand, S., Pandey, A. and Patra, D.D., 2011. Effect of sole and conjoint application of iron and manganese on herb yield, nutrient uptake, oil quality vis-à-vis their optimal level in spearmint (*Mentha* spicata Linn. emend. Nathh. cv. 'Arka'). Indian Journal of Natural Products and Resources, 2(2): 242-249.
- Ramroudi, M., Keikha Jaleh, M., Galavi, M., Seghatoleslami, M.J. and Baradran, R., 2011. The effect of various micronutrient foliar applications and irrigation regimes on uantitative and qualitative yields of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.). Agroecology, 3(3): 277-289.
- Rennan, G.O.A., De-S.Dias, F., Macedo, S.M., Dos-santos, W.N.L. and Ferria, S.L.C., 2007. Method development for the determination of manganese in wheat flour by slurry sampling flame atomic absorption spectrometry. Food chemistry, 101: 397-400.
- Rezaei C.A., Zehtab S.S., Pirzad, A. and Rahimi, A., 2015. Effect solut spray micronutrients iron, zinc, manganese on the yield, yield components and oil seeds in *Calendula officinalis* L. Journal of Horticultural Science, 29(1): 95-102.
- Shakirova, F.M., Shakhabutdinova, A.R., Bezrukova, R., Fathkutdinov, A. and Fathkhutdinova, D.R., 2003. Changes in hormonal status of wheat

Archive of SID

www.SID.ir

Effects of salicylic acid and manganese sulphate effects on morphological and biochemical traits of *Portulaca oleracea* L.

Z. Sarem[1], P. Moradi[2*] and A. Mohammad-Amouyi[3]

1- MSc. Student, Department of Horticulture, College of Agriculture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2*- Corresponding author, Department of Horticulture Science, Saveh Branch, Islamic Azad University, Saveh, Iran
E-mail: pjmoradi@gmail.com
3- Imam Khomeini Higher Education Center of Jihad-e-Agriculture University, Karaj, Iran

Received: June 2016 Revised: February 2017 Accepted: February 2017

Abstract

Portulaca oleracea L., belonging to the Portulacaceae family, has a high nutritional value due to omega-3 and 6, antioxidants and Tocopherols. In addition, it has beneficial effects on preventing cardiovascular disease and cancer. On the other hand, effect of salicylic acid and micronutrients on growth, efficiency, physiological traits and resistance to disease, led us to study the effectiveness of this plant hormone and manganese sulfate on some of the traits of this valuable medicinal plant. The project was implemented in Imam Khomeini Higher Education Center of Jihad-e-Agriculture University, Karaj, Iran in 2015. The study was conducted in a factorial based on randomized complete block design with three replications. The influence of different levels of salicylic acid (0, 0.1, 0.5, 1 and 2 millimolar) and manganese sulfate (0, 0.5 and 1 g/lit) was investigated on length of main-stem, number of sub-branches, herbal fresh weight, number of seeds per capsule, number of capsules per bush, chlorophyll, carotenoids and vitamin C. Analysis of variance showed that the treatments studied had significant effects on all morphological and biochemical traits ($\alpha \leq 0.05$). The highest number of seeds per capsule (66.44) was obtained through 1 mM of salicylic acid and 1 g/lit of manganese sulfate. The interaction effect of salicylic acid and manganese sulfate indicated that 2 mM of salicylic acid and 1 g/lit of manganese sulfate had the highest carotenoids content (0.071 mg). In general, results showed that appropriate concentrations of salicylic acid and manganese sulfate had positive and significant effect on improvement of the study traits.

Keywords: Foliar feeding, tocopherols, *Portulaca oleraca* L., micro-nutrients, chlorophyll, growth hormone.

Archive of SID

www.SID.ir