

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

زهرا صارم^۱، پژمان مرادی^{۲*} و علی محمد 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 به دلیل داشتن اسیدهای چرب امگا ۳ و ۶، مواد مغذی مثل آنتی اکسیدانها، 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 اثر بخشی 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 به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. اثر محلول پاشی 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 کیسول، تعداد کیسول 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 کیسول (۶۶/۴۴ عدد در کیسول) 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. به طور 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 برگ، توکوفرول، خرفه (*Portulaca oleraca* L.)، ریزمغذی‌ها، کلروفیل، هورمون رشد.

مقدمه

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

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).

اساسی در واکنش‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و فرایندهای متابولیکی گیاهان دارند و منجر به افزایش کمی 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 علاوه بر 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 سمی بوده و در برخی از خاک‌ها، از جمله خاک‌های اسیدی و آتشفشانی، احیای بیش از حد آن سمیت 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

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 سمی 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 علاوه بر 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، ۱۰^{-۳}، ۱۰^{-۶} و ۱۰^{-۸} مول) بر روی آلوئه‌ورا مشخص شد که این هورمون گیاهی بر طول برگ، وزن تر برگ و میزان تجمع زله اثر معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ داشت و بیشترین عملکرد از تیمار ۱۰^{-۳} 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

کرج (آزمایش با عرض جغرافیایی ۳۵° ۴۵ 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) ($MnSO_4 \cdot tetrahydrate$) 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).

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 محلول پاشی 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

جدول ۱- نتایج حاصل از آنالیز خاک مزرعه

بافت خاک	نیترژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (ppm)	EC ($\mu\text{s/cm}$)	pH	ماده آلی (%)
سیلت لوم	۰/۱۹	۹/۲۵	۶۰۰	۳۲۴	۷/۱۵	۰/۷۸

تکرار بعد نیز با فاصله ۱۵ روز اجرا شد. ۱۵ روز بعد از اتمام آخرین دوره محلول پاشی 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. به طوری که از هر کرت سه بوته به صورت تصادفی انتخاب و از ناحیه طوقه بریده شده و در پاکت‌های پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل شدند و صفات مورفولوژیکی (طول شاخه

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 محلول پاشی در مرحله چهار برگی (۱۳۹۴/۳/۱۲) و دو

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:

$$\text{mg/g.f.w} = [12/7(A663) - 2/69(A645)] \times V/1000W$$

$$\text{mg/g.f.w} = [22/9(A645) - 4/68(A663)] \times V/1000W$$

$$\text{mg/g.f.w} = [20/2(A645) + 8/0.2(A663)] \times V/1000W$$

$$\text{mg/g.f.w} = [7/6(A480) - 1/49(A510)] \times V/1000W$$

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

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، تیمارهای مورد بررسی اثر معنی‌داری بر متغیرهای اندازه‌گیری شده داشتند، به طوری 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.

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

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 یدید می‌باشد اندازه‌گیری و تعیین شد. در زمان تیتراژ محلول ید بر روی ترکیب‌های حاوی ویتامین C (این ویتامین به صورت دهیدروآسکوربیک اسید می‌باشد) اکسیده می‌شود، در حالی که 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. به طوری که نقطه پایانی تیتراسیون زمانی در نظر

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

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

ns. * و **: به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل محلول پاشی سطوح مختلف سالیسیلیک اسید و سولفات منگنز بر صفات مورفولوژیکی

Portulaca oleracea L.

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

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

بحث

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 برگ سالیسیلیک اسید بر افزایش عملکرد باید گفت که سالیسیلیک اسید با افزایش تقسیم و رشد سلول‌ها عملکرد را افزایش می‌دهد (Hayat *et al.*, 2005).

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 برگ با اسید سالیسیلیک ممکن است به دلیل تأثیرگذاری سالیسیلیک اسید بر فتوسنتز باشد که سبب افزایش خصوصیات کمی و کیفی محصولات می‌شود (Shakirova *et al.*, 2003). سالیسیلیک اسید موجب افزایش سرعت فتوسنتز، افزایش غلظت CO₂ و افزایش کارایی مصرف آب می‌شود و

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل محلول پاشی سطوح مختلف سالیسیلیک اسید و سولفات منگنز

بر صفات بیوشیمیایی *Portulaca oleracea* L

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

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در بین میانگین هاست.

گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*) (Javaheri et al., 2012)، جوجوبا (*Simmondsia chinensis*) (Al-Obeed, 2012)، خیار (*Cucumis sativus*) (Larqui-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 میلی مولار سالیسیلیک اسید و ۱ گرم در لیتر سولفات منگنز بود که می توان آن را به محلول پاشی سالیسیلیک اسید و اثر این ترکیب بر افزایش تقسیم و تمایز سلولی نسبت داد که نتیجه آن افزایش تعداد کپسول در بوته می باشد. نتایج حاصل از این آزمایش با

از طرف دیگر تأثیر مثبت سالیسیلیک اسید در افزایش رشد و عملکرد می تواند به دلیل تأثیر بر فعالیت هورمون های گیاه باشد. سالیسیلیک اسید با تغییر تعادل هورمون های اکسین، سیتوکنین و اسید آبسزیک سبب افزایش رشد و عملکرد می شود. طبق نتایج حاصل از این بررسی نیز بیشترین میانگین ارتفاع بوته و شاخه فرعی در اثر متقابل ۰/۵ میلی مولار 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 میلی مولار سالیسیلیک اسید و ۱ گرم در لیتر سولفات منگنز بود. نتایج این پژوهش با افزایش کلروفیل و عملکرد محصولاتی مثل

سلولی و افزایش عناصر غذایی در نتیجه مصرف سالیسیلیک اسید و سولفات منگنز است. محققان گزارش کرده‌اند که محلول پاشی منگنز نسبت به تیمار بدون محلول پاشی 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 آنتی‌اکسیدانی، 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

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 محلول پاشی سالیسیلیک اسید تطابق دارد. گزارش شده‌است که محلول پاشی 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 محلول پاشی (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 کمی و کیفی گیاه می‌شود (Whitty & Chambliss, Babhulkar et al., 2000). افزایش ارتفاع در اثر کاربرد 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، در نتیجه فتوسنتز افزایش می‌یابد و مواد فتوسنتزی بیشتری به نقاط مختلف گیاه از جمله ساقه‌ها وارد می‌شود و در نهایت 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

- 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 Tavallae, F., 2012. Effects of salicylic acid on yield and quality characters of tomato fruit (*Lycopersicon 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 esculantum* 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 (*Glycine max* L. Merrill). *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., Uknas, 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

- 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 oleracea* L. 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 quantitative 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 Fathkutdinova, D.R., 2003. Changes in hormonal status of wheat

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

Z. Sarem¹, P. Moradi^{2*} and A. Mohammad-Amouyi³

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 ($P < 0.05$). 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.