Archive of SID

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۵، شماره ۳، صفحه ۴۳۶-۴۲۴ (۱۳۹۸)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2019.123077.2386
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0905.1398.35.424.95.3.1576.1603

بررسی برخی از خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) تحت تأثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک

شهلا مشایخی[۱]، علیرضا ابدالی مشهدی[۲*]، عبدالمهدی بخشنده[۳]، امین لطفی جلال‌آبادی[۴] و سید منصور سیدنژاد[۵]

۱- دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

پست الکترونیک: alirezaabdali@ramin.ac.ir

۳- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

۴- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

۵- استاد، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۷ تاریخ اصلاح نهایی: اسفند ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۷

چکیده

محلول‌پاشی ترکیب‌های شیمیایی و آلی می‌تواند بر عملکرد کمّی و کیفی گیاهان دارویی مهم مانند بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) اثر بگذارد. به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (عدم کاربرد، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میکرومولار) و اسید هیومیک (عدم کاربرد، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر برخی ویژگی‌های کمّی و کیفی بابونه آلمانی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۴ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا شد. نتایج نشان داد که تعداد گل در بوته در اثرهای اصلی تیمارهای ۶۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک (۹۱) و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک (۹۶) مشاهده شد. بیشترین عملکرد گل تر (۱۰۱۴ گرم در مترمربع) از ترکیب تیماری اسید سالیسیلیک در سطح ۴۰۰ میکرومولار × اسید هیومیک در سطح ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد که نسبت به تیمار عدم کاربرد این دو ترکیب، افزایش ۱۱۵ درصدی نشان داد. کاربرد اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک تأثیر بالایی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل و محتوای ترکیب‌های فلاونوئیدی، آنتوسیانین و کاروتنوئید داشت. بیشترین مقدار کامازولن در یک برداشت در سطح ۴۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بدست آمد (۶/۱٪). کمترین مقدار نیز مربوط به شرایط عدم کاربرد اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بود (۴/۱٪). در مجموع از کاربرد توأم دو ترکیب اسید سالیسیلیک (۴۰۰ میکرومولار) و اسید هیومیک (۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بهترین نتایج بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، آنتی‌اکسیدان، عملکرد گل، فلاونوئید، کامازولن.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

استفاده از گیاهان دارویی با توجه به عدم امکان تولید مصنوعی برخی از مواد مؤثره طبیعی و از همه مهمتر عوارض جانبی و نامطلوب بسیاری از داروهای شیمیایی، دارای رشد روزافزونی است (Martins *et al.*, 2001). بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) گیاهی یک‌ساله از تیره کاسنی از گیاهان دارویی بسیار پرمصرف است (Salimi *et al.*, 2015) و دارای اثرهای ضداسپاسم، آنتی‌اکسیدانی، التیام‌دهنده زخم و محرک متابولیسم پوست است (Agatonovic-Kustrin *et al.*, 2015). عصاره بابونه در بهبود انواع اختلالات خواب (Abasi-nia *et al.*, 2016) و اضطراب عمومی (Keefe *et al.*, 2016) مؤثر بوده و دارای اثرهای ضد سرطانی است (Sak *et al.*, 2017). خواص این گیاه به‌طور عمده به اسانس (Srivastava *et al.*, 2009) و پلی‌فنول‌های آن (ازجمله فلاونوئیدها) نسبت داده می‌شود (Braun & Cohen, 2015). اسید سالیسیلیک ترکیبی فنولی است که دارای کارکرد هورمونی بوده و در نقش یک مولکول پیام‌رسان در واکنش به انواع تنش و در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیک نقشی اساسی ایفاء می‌نماید (Hassanzadeh *et al.*, 2014). گمان می‌رود محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک سبب افزایش مقدار اسید سالیسیلیک در گیاه شده و به‌عنوان یک محرک بر تولید متابولیت‌های ثانویه اثر بگذارد (Pastirova *et al.*, 2004). در بابونه آلمانی، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (غلظت ۵۰ میکرومولار) باعث افزایش رشد برگ‌ها و ریشه (Kovacik *et al.*, 2009)، مقدار اسانس، کامازولن (chamazolene) و آلفا–بیسابولول در شرایط تنش گرمایی شده است (Ghasemi *et al.*, 2016a؛ Ghasemi *et al.*, 2016b). در مطالعه‌ای بر روی بابونه، کاربرد اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میکرومولار باعث افزایش معنی‌دار کامازولن در اکوتیپ‌های ایتالیا و تهران شد و حداکثر درصد کامازولن (۳/۷٪) در تأثیر متقابل اکوتیپ ایتالیا و غلظت ۱۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک مشاهده شد (Malekian *et al.*, 2014). اسید هیومیک با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰۰–۳۰۰۰۰ دالتون با عناصر میکرو، کمپلکس‌های پایدار تشکیل می‌دهد. اسید هیومیک بخش عمده‌ای از مواد هیومیک طبیعی است که شامل بسیاری از گروه‌های شیمیایی کربوکسینیل، فنول، کربونیل و هیدروکسیل اتصال شده با کربن‌های آلیفاتیک یا آروماتیک می‌باشد. این ترکیب، پلیمری طبیعی است که در نتیجه پوسیدگی مواد هوموسی خاک مانند پیت و لیگنین و سایر منابع طبیعی بدست می‌آید (Nardi *et al.*, 2002). مواد هیومیک (اسید هیومیک) یون‌های مثبت را جذب می‌کنند و با ریزمغذی‌ها کلات تشکیل می‌دهند و در زمانی که مورد نیاز گیاهان هستند آنها را به آرامی آزاد می‌کنند (Eshwar *et al.*, 2017). در آزمایشی، بالاترین محتوا و عملکرد اسانس سیاهدانه با محلول‌پاشی اسید هیومیک با غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد (Azizi & Safaei, 2017). با توجه به آهکی بودن، pH بالا و شوری نسبی خاک‌های دشت خوزستان که علاوه‌بر ایجاد تنش اکسیداتیو، در فراهمی برخی عناصر مغذی مورد نیاز گیاه مشکل ایجاد می‌نماید، در این پژوهش اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بر برخی صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و کمّی گیاه بابونه آلمانی بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در آبان‌ماه سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی) با ارتفاع ۲۴ متر از سطح دریا و مشخصات آب و هوایی مندرج در جدول ۱ اجرا شد. در زمین آزمایش که طی دو سال قبل آیش بود ابتدا شخم و بعد آماده‌سازی و کرت‌بندی انجام شد. از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن بررسی شد (جدول ۲). زمان کشت آبان‌ماه بود. ابعاد هر کرت ۲×۳ متر و فاصله بین ردیف‌های کاشت ۳۰ سانتی‌متر بود. فاصله کرت‌ها یک متر و فاصله تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. برای کشت بذرها، ابتدا خطوط کاشت به‌صورت شیارهای

www.SID.ir

Archive of SID

سطحی ایجاد و بعد بذرها به‌طور یکنواخت درون شیارها قرار داده شد، با توجه به ریز بودن بذرها با لایه نازکی (در حد چند میلی‌متر) از خاک پوشیده شدند. عملیات آبیاری به‌صورت سطحی و براساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A انجام گردید. در طول دوره رشد، عملیات وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام و تراکم نهایی ۷۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد.

جدول ۱- آمار هواشناسی ایستگاه اهواز در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴

ماه	حداقل دما (سلسیوس)	حداکثر دما (سلسیوس)	میانگین دما (سلسیوس)	بارندگی (میلی‌متر)	تبخیر (میلی‌متر)
آذر	۹/۵	۲۰/۸	۱۵/۱	۵۲/۴	۶۲/۵
دی	۸/۹	۱۸/۶	۱۳/۷	۷۴/۹	۶۴/۴
بهمن	۸/۶	۲۰/۶	۱۴/۶	۴/۴	۸۴/۶
اسفند	۱۴/۳	۲۷/۶	۲۰/۹	۲۷/۴	۱۳۳/۱
فروردین	۱۶	۲۹/۵	۲۲/۷	۴۰/۸	۲۰۴/۲

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

عمق (cm)	pH	EC ($ds.m^{-1}$)	N (%)	P ($mg.kg^{-1}$)	K ($mg.kg^{-1}$)	B ($mg.kg^{-1}$)	بافت	ماده آلی (%)	شن (%)	رس (%)	سیلیت (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
۰-۳۰	۷/۹	۷/۳	۰/۰۲۶	۱۸/۳	۱۲۴	۰/۳۶	Sicl	۱/۱	۱۶	۵۰	۳۴	۱۲	۷/۹	۱/۷	۱/۰۸
۳۰-۶۰	۷/۸	۹/۹	۰/۰۱۴	۱۶/۲	۱۴۰	۰/۶۲	Sicl	۰/۹۸	۲۰	۴۴	۳۶	۱۸/۲	۹/۴	۳/۲	۱/۴

آزمایش به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح اسید سالیسیلیک (عدم کاربرد، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ میکرومولار) و چهار سطح اسید هیومیک (عدم کاربرد، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر) از محصول هیومکس ۹۵ (شرکت بازارگان کالا) به‌صورت محلول‌پاشی (در دو مرحله رشد رویشی و اوایل گلدهی به‌ترتیب در اواسط آذر و اواسط اسفند) بود. برداشت گل با رعایت اثر حاشیه لازم، از یک مترمربع هر کرت اجرا گردید. اندازه‌گیری صفات و برداشت گل در فروردین ۱۳۹۵ انجام شد. صفات مورد بررسی شامل تعداد گل در بوته، عملکرد تر گل، عملکرد خشک گل، قطر ساقه، میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، میزان فلاونوئید و آنتوسیانین گل، محتوای کلروفیل a و b، کاروتنوئید و درصد کامازولن گلها بود. اندازه‌گیری میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل به روش Sun و همکاران (۲۰۰۷) با عصاره‌گیری از یک گرم بافت گیاهی تازه و استفاده از ترکیب DPPH انجام شد. سپس با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV2100 ساخت شرکت uniko آمریکا) جذب محلول در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت گردید. نمونه شاهد (بلانک) شامل همه اجزای واکنش‌گر بدون نمونه بود. در نهایت فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد.

رابطه ۱ ۱۰۰×[عدد جذب شاهد/(عدد جذب شاهد-عدد جذب نمونه)]=فعالیت آنتی‌اکسیدانی (٪)

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری میزان فلاونوئید گل با عصاره‌گیری از یک گرم گل خشک بابونه توسط ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰٪ انجام شد (Chang *et al.*, 2002). قرائت میزان جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۰ نانومتر انجام گردید. نمونه شاهد (بلانک) شامل کلیه موارد فوق بجز عصاره متانولی گیاه بود. میزان فلاونوئید عصاره با استفاده از رسم نمودار استاندارد کوئرستین محاسبه و برحسب میلی‌گرم کوئرستین در گرم ماده خشک محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین کل، مقدار یک گرم از نمونه تازه گیاه با ۱۰ میلی‌لیتر اتانل اسیدی ساییده و عصاره برای مدت ۲۴ ساعت در تاریکی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. روز بعد عصاره‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۱۴۰۰۰g سانتریفیوژ شدند. از محلول بالایی برای قرائت میزان جذب در طول موج ۵۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر استفاده شد و مقدار آنتوسیانین با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردید.

رابطه ۲ $A= \varepsilon bc$

A: مقدار جذب، ε: ضریب خاموشی برابر ۳۳۰۰ میلی‌متر بر مول، b: عرض کووت (یک سانتی‌متر)، c: غلظت آنتوسیانین بر حسب میکرومول بر گرم وزن تر گیاه

مقدار کلروفیل براساس روش معرفی شده توسط Arnon (۱۹۴۹) با استون ۸۰٪ انجام شد. میزان جذب نور توسط عصاره استخراج شده با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر تعیین گردید. بدین‌منظور از ۰/۱ گرم برگ توسط استون ۸۰٪ عصاره‌گیری شد. سپس نمونه از محلول استون جدا و میزان جذب در طول موج‌های ذکر شده در محلول باقی‌مانده قرائت و غلظت کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها از طریق روابط ۳، ۴ و ۵ بدست آمد. در این روابط V حجم نمونه استخراج شده و W وزن تر نمونه است.

رابطه ۳ کلروفیل a = [۱۲/۷(جذب در ۶۶۳nm) − ۲/۶۹(جذب در ۶۴۵nm)] v/(۱۰۰۰×w)

رابطه ۴ کلروفیل b = [۱۲/۷(جذب در ۶۴۵nm) − ۴/۶۹(جذب در ۶۶۳nm)] v/(۱۰۰۰×w)

رابطه ۵ کاروتنوئیدها = [۱۰۰۰(جذب در ۴۷۰nm) − ۱/۸(کلروفیل a) − ۵۸/۲(کلروفیل b)]/۱۹۸

برای اندازه‌گیری کامازولن گلها، ابتدا اسانس‌گیری از گیاهان خشک شده (۵۰ گرم) به مدت سه ساعت با دستگاه کلونجر انجام شد؛ سپس اسانس‌های استخراج شده به‌وسیله سولفات سدیم بدون آب فعال‌شده (Na_2SO_4) آب‌گیری و تا زمان تجزیه ترکیب‌های اسانس در ظروف شیشه‌ای و دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. درصد کامازولن در اسانس هر ترکیب تیماری به‌وسیله دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) مدل Agilent (MS 5975 C, GC7890) تعیین شد. این دستگاه دارای ستون HP-5MS به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی‌متر بود. درصد کامازولن با توجه به سطح زیر منحنی طیف کروماتوگرام بدست‌آمده از دستگاه GC/MS محاسبه شد.

برای انجام تجزیه آماری، ابتدا آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام و پس از اطمینان از نرمال بودن آنها، تجزیه واریانس انجام شد. مقایسه میانگین با استفاده از روش LSD در سطح احتمال خطای ۵٪ انجام گردید. تمامی تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.0 و Minitab 17 انجام شد.

نتایج

تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد از بین صفات مورد بررسی برهم‌کنش دو تیمار اسید سالیسیلیک و اسیدهیومیک تنها در سه صفت عملکرد گل تر، آنتوسیانین و کاروتنوئید معنی‌دار بود.

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد گل

اثرهای اصلی اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری بر صفت تعداد گل در بوته بابونه آلمانی داشت (جدول ۳). به‌طوری که بیشترین تعداد گل در سطح ۶۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک بدست آمد، هرچند با دو سطح ۲۰۰ و ۴۰۰ میکرومولار اختلاف معنی‌داری نشان نداد و کمترین تعداد گل از تیمار عدم کاربرد اسید سالیسیلیک بدست آمد. در میان سطوح اسید هیومیک بیشترین و کمترین تعداد گل در بوته به‌ترتیب از کاربرد ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و تیمار عدم کاربرد اسید هیومیک بدست آمد (جدول ۴).

عملکرد گل تَر

اثرهای متقابل اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بر این ویژگی معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرهای متقابل اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک نشان داد که ترکیب تیماری ۴۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک + ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بیشترین و ترکیب تیماری عدم کاربرد اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک کمترین مقدار عملکرد گل تر را داشت (جدول ۵).

عملکرد گل خشک

اثرهای اصلی اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بر این صفت معنی‌دار بود و اثرهای متقابل آنها معنی‌دار نشد (جدول ۳). اسید سالیسیلیک در سطح ۴۰۰ میکرومولار و عدم کاربرد آن به‌ترتیب بیشترین و پایین‌ترین (۱۷۱ و ۱۵۶ گرم در مترمربع) مقدار گل خشک را داشتند. اسید هیومیک در سطح ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر بالاترین مقدار گل خشک را داشت. هرچند با سطح ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری نداشت (به‌ترتیب ۱۸۹ و ۱۸۶ گرم در مترمربع). تیمار عدم کاربرد اسید هیومیک نیز با ۱۱۹ گرم در مترمربع گل خشک تأثیر قابل توجهی را بر عملکرد گل خشک در مقایسه با سطوح اسید هیومیک نشان داد (جدول ۴).

قطر ساقه

اثرهای اصلی اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بر قطر ساقه معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که استفاده از دو سطح ۴۰۰ و ۶۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک تفاوت معنی‌داری با تیمار عدم کاربرد اسید سالیسیلیک داشتند. اسید هیومیک در دو سطح ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش معنی‌داری را در قطر ساقه در مقایسه با تیمارهای عدم کاربرد و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک ایجاد نمود (جدول ۴).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل

تنها تیمار اسید سالیسیلیک اثر معنی‌داری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی داشت (جدول ۳). سطوح ۴۰۰ و ۶۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک بیشترین تأثیر را در افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در مقایسه با تیمار عدم کاربرد اسید سالیسیلیک نشان دادند (جدول ۴).

فلاونوئید گل

اثرهای اصلی اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک اثر معنی‌داری بر مقدار فلاونوئید داشت (جدول ۳). اسید سالیسیلیک در سطوح ۴۰۰ و ۶۰۰ میکرومولار بیشترین (به‌ترتیب ۷/۵ و ۷/۷ میلی‌گرم کوئرستین در گرم ماده خشک) و در سطح عدم کاربرد کمترین مقدار فلاونوئید (۶/۸ و ۶/۸ میلی‌گرم کوئرستین در گرم ماده خشک) را نشان داد. اسید هیومیک در سطوح ۶۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین و در سطوح عدم کاربرد و سطح ۲۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک کمترین مقدار فلاونوئید را نشان داد (جدول ۴). بیشترین مقدار مربوط به تیمارهای ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بر برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بابونه آلمانی

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		تعداد گل	عملکرد گل تر	عملکرد گل خشک	قطر ساقه	فعالیت آنتی‌اکسیدانی	فلاونوئید گل	آنتوسیانین گل	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید
تکرار	۲	۹۱/۹ ns	۱۴۹۰۷ **	۸۵۴	۰/۷ *	۱/۷ ns	۰/۰۷ ns	۰/۱۳ ns	۰/۱۸ ns	۰/۰۴۱ *	۰/۰۱۳ **
اسید سالیسیلیک (s)	۳	۲۰۴/۷ **	۱۴۱۰۷ **	۴۲۶ **	۰/۹ **	۸۶۹ **	۳۷/۳ **	۱۳/۵ **	۰/۲۳ ns	۰/۰۲۵ *	۰/۱۶ **
اسید هیومیک (H)	۳	۸۴۸/۳ **	۳۲۵۱۳۸ **	۱۲۷۶۴ **	۱/۳ **	۳۷/۱ ns	۲/۲ *	۱/۸ **	۰/۳۷ *	۰/۰۷۸**	۰/۱۷ **
H × S	۹	۴۱/۳ ns	۳۸۳۰ **	۵۱/۶ ns	۰/۲۳ns	۵۰/۱ ns	۰/۶ ns	۰/۹۷ *	۰/۰۱ ns	۰/۰۰۷ ns	۰/۰۰۶ *
خطا	۳۰	۳۱/۱	۱۵۲۷	۴۱/۹	۰/۱۶	۴۴/۴	۰/۵۴	۰/۳۲	۰/۰۹۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲
CV (٪)	–	۶/۳	۴/۸	۳/۹	۶/۳	۸/۵	۱۰/۱	۸/۶	۲۲/۲	۱۳/۱	۷/۹

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بر برخی از صفات کمّی و کیفی بابونه آلمانی

تیمار	سطح	تعداد گل در بوته	عملکرد گل تر ($gr.m^{-2}$)	عملکرد گل خشک ($gr.m^{-2}$)	قطر ساقه (mm)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (٪)	فلاونوئید گل ($mg\ QE.g^{-1}$)	آنتوسیانین گل ($\mu M.gr^{-1}\ FW$)	کلروفیل a ($mg.g^{-1}\ FW$)	کلروفیل b ($mg.g^{-1}\ FW$)	کاروتنوئید ($mg.g^{-1}\ FW$)
	۰	۸۱/۹ b	۷۷۰ c	۱۵۶ c	۶/۰۷ c	۶۶/۳ c	۴/۷ c	۵/۰۵ c	۱/۲ a	۰/۶۴ b	۰/۴۶ d
اسید سالیسیلیک	۲۰۰	۸۷/۲ a	۸۰۸ b	۱۶۴ b	۶/۳۶ bc	۷۸/۷ b	۷/۳ b	۶/۵۸ b	۱/۳ a	۰/۷ ab	۰/۵۹ c
(میکرومولار)	۴۰۰	۸۹/۹ a	۸۵۱ a	۱۷۱ a	۶/۷۳ a	۸۳/۳ ab	۸/۵ a	۷/۳۳ a	۱/۵ a	۰/۷۴ a	۰/۷۳ a
	۶۰۰	۹۱/۳ a	۸۲۵ ab	۱۶۵ b	۶/۵۵ ab	۸۵/۴ a	۸/۴ a	۷/۲۵a	۱/۴ a	۰/۷۳ a	۰/۶۸ b
	۰	۷۶/۶ c	۵۸۴ c	۱۱۹ c	۶/۱ b	۷۷/۱ a	۶/۸ b	۶/۰۶ c	۱/۱ b	۰/۵۹ c	۰/۴۴ c
اسید هیومیک	۲۰۰	۸۷/۱ b	۸۰۶ b	۱۶۱ b	۶/۱ b	۷۹/۳ a	۶/۸ b	۶/۴۳ bc	۱/۳ ab	۰/۷۰ b	۰/۶۳ b
(میلی‌گرم در لیتر)	۴۰۰	۹۰/۰ b	۹۱۹ a	۱۸۶ a	۶/۶ a	۸۰/۴ a	۷/۵ a	۶/۸۱ ab	۱/۴ a	۰/۷۳ ab	۰/۶۵ b
	۶۰۰	۹۶/۷ a	۹۴۵ a	۱۸۹ a	۶/۸ a	۷۶/۸ a	۷/۷ a	۶/۹۱ a	۱/۵ a	۰/۷۸ a	۰/۷۳a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با استفاده از آزمون $LSD_{\alpha=0.05}$ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

آنتوسیانین

اثر متقابل اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بر مقدار آنتوسیانین معنی‌دار گردید (جدول ۳). بیشترین مقدار آنتوسیانین مربوط به استفاده توأم اسید سالیسیلیک در سطح ۴۰۰ میکرومولار و اسید هیومیک در سطح ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود که نسبت به کمترین مقدار بدست‌آمده در عدم کاربرد این دو تیمار افزایش چشمگیری داشت (۷/۸ در مقابل میکرومول در گرم وزن تر).

کلروفیل a و b

فقط اسید هیومیک بر مقدار کلروفیل a اثر معنی‌دار داشت (جدول ۳). به‌طوری که بالاترین مقدار کلروفیل a در تیمارهای ۶۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک مشاهده شد که نسبت به تیمار عدم کاربرد که کمترین مقدار کلروفیل a را داشت، بیشتر بود (۱/۵ در مقابل ۱/۱ میلی‌گرم بر گرم برگ). کلروفیل b به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرهای اصلی هر دو تیمار قرار گرفت (جدول ۳). بالاترین مقادیر کلروفیل b در سطوح بالای اسید سالیسیلیک (۴۰۰ و ۶۰۰ میکرومولار) و اسید هیومیک (۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) دیده شد که نسبت به پایین‌ترین مقدار کلروفیل b که از عدم کاربرد این دو تیمار بدست آمد افزایش نشان داد (جدول ۴).

جدول ۵- مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بر صفات مختلف

اسید سالیسیلیک	اسید هیومیک	عملکرد گل تر ($gr.m^{-2}$)	آنتوسیانین ($\mu M.gr^{-1}$ FW)	کاروتنوئید ($mg.g^{-1}$ FW)
عدم کاربرد	عدم کاربرد	۴۷۱ e	۴/۱ h	۰/۳۷ i
	۲۰۰ ($mg.l^{-1}$)	۷۹۷ c	۴/۴ gh	۰/۴۳ hi
	۴۰۰ ($mg.l^{-1}$)	۸۹۹ b	۵/۱ g	۰/۴۴ hi
	۶۰۰ ($mg.l^{-1}$)	۹۱۰ b	۶/۴۵ ef	۰/۵۹ fg
۲۰۰ (میکرومولار)	عدم کاربرد	۵۹۸ d	۶/۲ f	۰/۳۸ i
	۲۰۰ ($mg.l^{-1}$)	۸۰۱ c	۶/۵ d-f	۰/۶۴ ef
	۴۰۰ ($mg.l^{-1}$)	۹۱۷ b	۶/۶ c-f	۰/۶۴ ef
	۶۰۰ ($mg.l^{-1}$)	۹۱۶ b	۶/۹ a-f	۰/۷۰ cde
۴۰۰ (میکرومولار)	عدم کاربرد	۶۳۸ d	۷/۴ a-d	۰/۵۱ gh
	۲۰۰ ($mg.l^{-1}$)	۸۱۷ c	۷/۳ a-e	۰/۷۷ a-d
	۴۰۰ ($mg.l^{-1}$)	۹۳۴ b	۷/۸ a	۰/۸۰ ab
	۶۰۰ ($mg.l^{-1}$)	۱۰۱۴ a	۶/۸ b-f	۰/۸۳ a
۶۰۰ (میکرومولار)	عدم کاربرد	۶۲۶ d	۶/۴ d-f	۰/۵۱ gh
	۲۰۰ ($mg.l^{-1}$)	۸۰۷ c	۷/۳ a-e	۰/۶۹ de
	۴۰۰ ($mg.l^{-1}$)	۹۲۶ b	۷/۶ ab	۰/۷۲ b-e
	۶۰۰ ($mg.l^{-1}$)	۹۳۹ b	۷/۵ abc	۰/۷۸ abc

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با استفاده از آزمون LSD $_{\alpha=0.05}$ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

www.SID.ir

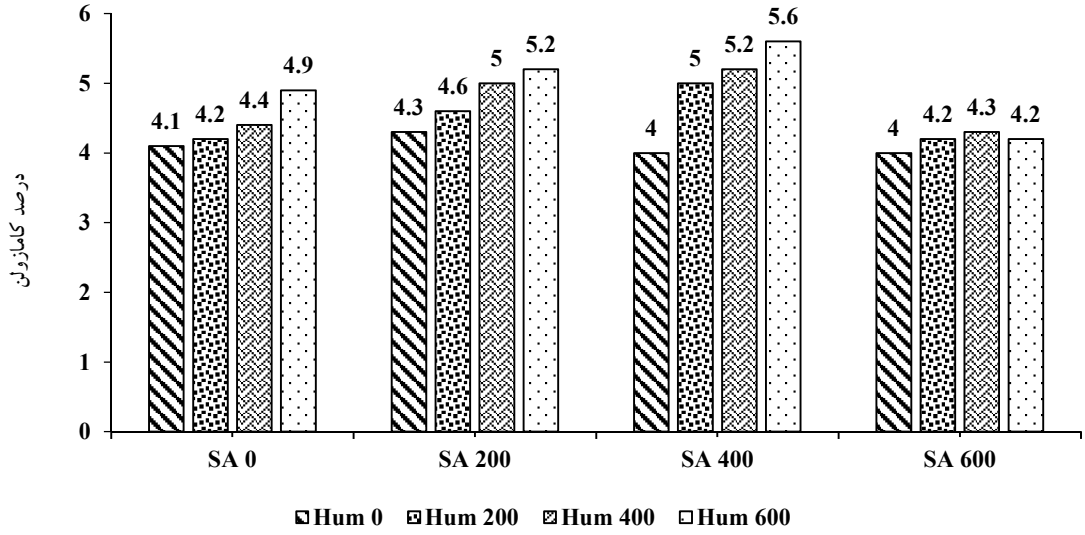
Archive of SID

کاروتنوئید

اثر متقابل اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بر روی مقدار کاروتنوئید معنی‌دار گردید (جدول ۳). به‌طوری که بالاترین میزان کاروتنوئید از کاربرد ۴۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک بدست آمد که نسبت به عدم کاربرد آنها افزایش چشمگیری داشت (جدول ۵).

کامازولن

در سطح ۴۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک، بالاترین درصد کامازولن با کاربرد ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک مشاهده شد (شکل ۱).



شکل ۱- درصد کامازولن در سطوح مختلف ترکیب اسید سالیسیلیک (SA µM) و اسید هیومیک (Hum $mg.l^{-1}$)

بحث

اسید سالیسیلیک ژن‌های مرتبط با مقاومت به تنش را تحریک می‌کند (Abdekhani *et al.*, 2014) و اسید هیومیک نیز با بهبود شرایط تغذیه‌ای می‌تواند از شدت تنش بکاهد. در این آزمایش محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بجز محتوای کلروفیل a و b، موجب افزایش در همه صفات مورد بررسی شد. این افزایش شاید به‌دلیل اثر مثبت تیمارهای آزمایشی بر سازوکارهای مختلف گیاه باشد که در نهایت منجر به افزایش رشد برگ‌ها و ریشه‌ها گردید (Kovacik *et al.*, 2009). شوری خاک و pH بالای خاک محل اجرای آزمایش (جدول ۲) می‌تواند زمینه‌ساز تنش در گیاه شود و گمان می‌رود که کاربرد اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک از شدت این تنش‌ها کاسته است و زمینه‌ساز افزایش عملکرد شده باشد. همچنین تیمارهای حاوی اسید سالیسیلیک تأثیر بالایی بر افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره گل بابونه داشت. اسید سالیسیلیک می‌تواند بر میزان فعالیت آنزیم‌های تأثیرگذار بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی گیاه مؤثر باشد. در آزمایشی، برگ‌پاشی اسید سالیسیلیک موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، پراکسیداز (POD) و آسکوربات پراکسیداز (APX) در گیاه سورگوم (*Sorghum bicolor* (L.)) گردید. سوپر اکسید دیسموتاز یکی از آنزیم‌هایی است که در خط مقدم دفاع علیه گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) است و کاتالاز وظیفه شکستن H_2O_2 به آب و اکسیژن را داشته و پراکسیداز باعث تجزیه آب اکسیژنه می‌گردد (Diyanat Maharluei *et al.*, 2014). آسکوربات پراکسیداز نیز در

www.SID.ir

Archive of SID

سم‌زدایی گونه‌های اکسیژن فعال بسیار اهمیت دارد (Jaleel *et al.*, 2009). مقدار فلاونوئیدها نیز تحت تأثیر اسید سالیسیلیک (سطوح ۴۰۰ و ۶۰۰ میکرومولار) و اسید هیومیک (۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر) افزایش یافت. در برخی آزمایش‌ها به وجود همبستگی مثبت میان محتوای فلاونوئید کل گیاه و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل اشاره شده است (Fitriansyah *et al.*, 2018). ازاین‌رو بالا رفتن فعالیت آنتی‌کسیدانی در این آزمایش شاید با افزایش محتوای فلاونوئیدها تحت تأثیر اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک در ارتباط باشد. در مطالعه Kovacik و همکاران (۲۰۰۹) نیز کاربرد اسید سالیسیلیک اثرهای مثبت بر متابولیسم فنول‌ها در بابونه آلمانی داشت. فلاونوئیدها در تنظیم پاسخ گیاه در برابر تنش از طریق انتقال اکسین‌ها نقش دارند (Beveridge *et al.*, 2007). فلاونوئیدها پیش از آنکه سیستم آنزیمی آنتی‌اکسیدانی فعال شود، وارد عمل شده و به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی به پاک‌سازی انواع اکسیژن فعال می‌پردازند (Sangtarash *et al.*, 2009). تولید آنتوسیانین در گیاهان تحت تأثیر اثر متقابل مجموع عوامل داخلی و خارجی همانند نور، دما، کربوهیدرات‌ها، هورمون‌های گیاهی و تنش‌هاست (Kim *et al.*, 2006). افزایش معنی‌دار مقدار آنتوسیانین با کاربرد اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک تأییدکننده اثربخشی این دو ترکیب بر تحریک سنتز آنتوسیانین است، این افزایش احتمال دارد به علت افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیا لیاز (PAL) باشد (Chen *et al.*, 2006). بالاترین مقدار آنتوسیانین در این آزمایش از کاربرد توأم سطوح بالای اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بدست آمد (جدول ۵) که با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک نوعی هم‌افزایی (افزایش ۹۰ درصدی نسبت به عدم کاربرد) را نشان می‌دهد. در آزمایشی کاربرد اسید سالیسیلیک در گیاه بابونه آلمانی باعث افزایش فلاونوئید، آپی‌ژنین و آنتوسیانین نسبت به گروه شاهد (عدم کاربرد) شد (Zarinkamar *et al.*, 2013). در پژوهشی در شرایط وجود تنش آرسنیک، استفاده از محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک موجب افزایش میزان رشد، وزن تر، فتوسنتز، آنتوسیانین و قندهای احیاء کننده در بابونه آلمانی شد، در حالیکه پراکسیداسیون لیپیدها و میزان پراکسید هیدروژن نسبت به شاهد کاهش یافت (Fazelian & Asrar, 2011). بنابراین اسید سالیسیلیک می‌تواند با تأثیر بر سازوکار آنتی‌اکسیدانی گیاه، در کاهش خسارت وارد شده به گیاه از جانب تنش مؤثر باشد. کاروتنوئیدها نیز بیشتر نقش عملکردی در حذف ROS و پاکروبی رادیکال‌های آزاد دارند که این موضوع ناشی از توانایی آنها در انتقال انرژی در فرایند فتوسنتز و نقش حفاظت نوری آنهاست (Jithesh *et al.*, 2006). اسید سالیسیلیک فقط در سطوح بالای ۴۰۰ و ۶۰۰ میکرومولار و با افزایش اندک نسبت به عدم کاربرد آن بر محتوای کلروفیل b اثر معنی‌دار داشت. بنابراین احتمال دارد محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بیشتر از طریق افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی باعث کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و پراکسید هیدروژن شده و به این ترتیب با حفاظت بیشتر از غشاهای سلولی و رنگیزه‌های فتوسنتزی، مانع سنتز کلروفیل شده باشد (Costa *et al.*, 2005). محلول‌پاشی اسید هیومیک نیز بر تمام صفات بجز ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل اثر معنی‌دار داشت و موجب افزایش آنها شد. افزایش عملکرد گل تر تحت تأثیر تیمارها شاید با افزایش غلظت اسمولیت‌هایی ازجمله قندهای محلول و پرولین و با کمک به حفظ فشار اسمزی در سلول‌ها (Beheshti & Tadayon, 2017) و نیز افزایش عوامل آنتی‌اکسیدان ازجمله فلاونوئیدها، آنتوسیانین، کاروتنوئیدها و میزان کلروفیل و بهبود شرایط فتوسنتز مرتبط باشد. وزن گل خشک تا سطح ۴۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک افزایش نشان داد و در ۶۰۰ میکرومولار کاهش یافت. Kohanmoo و همکاران (2016) نشان دادند که با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک تا غلظت ۲۵ میلی‌گرم در لیتر، صفات وزن تر، وزن خشک و ارتفاع گیاه بابونه روند افزایشی داشته است و در غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر کاهش داشت. قطر ساقه نیز تحت تأثیر مصرف اسید هیومیک افزایش معنی‌داری نشان داد. این وضعیت در گیاه چای ترش نیز مشاهده شده است که

www.SID.ir

Archive of SID

می‌تواند ناشی از تأثیر اسید هیومیک در افزایش جذب آب و مواد غذایی (Sanjari mijani *et al.*, 2016) در بهبود رشد و توسعه ساقه بابونه باشد. از سوی دیگر اسید هیومیک با اثرگذاری بر تنظیم‌کننده‌های اسمزی و رنگدانه‌های فتوسنتزی، می‌تواند تأثیر تنش‌ها را کاهش دهد (Heidari *et al.*, 2013). تنش‌های محیطی اغلب باعث بالا رفتن درصد متابولیت‌های ثانویه می‌شود. به‌طوری که بیشترین درصد کامازولن در سطح ۴۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بدست آمد (شکل ۱). هرچند در شرایط تنش، درصد متابولیت ثانویه بالا می‌رود ولی با کاهش بیوماس ممکن است مقدار عملکرد متابولیت ثانویه در واحد سطح کاهش یابد. در گیاه خارمریم (*Silybum marianum*) بیشترین درصد و نیز کمترین عملکرد سیلیمارین از عدم کاربرد کود نیتروژن بدست آمد (Omidbaigi & Nobakht, 2001).

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت که کاربرد اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک تأثیر مثبتی بر افزایش کیفیت دارویی (بالا رفتن فعالیت آنتی‌اکسیدانی و درصد کامازولن) و تولید اقتصادی گیاه بابونه آلمانی (بالا رفتن تعداد گل در بوته و عملکرد گل خشک) داشت. به‌نحوی که اثر اصلی اسید سالیسیلیک بر تمامی صفات مورد بررسی بجز کلروفیل a معنی‌دار بود. کاربرد اسید سالیسیلیک تأثیر بالایی بر افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره گل بابونه، میزان کاروتنوئید و آنتوسیانین و میزان گل تر و خشک داشت. اثر اسید هیومیک نیز در تمام صفات بجز فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل معنی‌دار گردید. اثرهای متقابل نیز تنها در سه صفت عملکرد گل تر، آنتوسیانین و کاروتنوئید معنی‌دار بود. بنابراین استفاده از این دو ترکیب می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مناسب و کم هزینه برای کاهش آسیب‌های ناشی از تنش‌های مختلف در فصل گلدهی و همچنین بالا بردن عملکرد و اثرهای آنتی‌اکسیدانی گل که موجب افزایش اثر درمانی بابونه آلمانی می‌گردد، استفاده شود.

سپاسگزاری

از همکاری دست‌اندرکاران دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان برای اجرای این آزمایش تشکر می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Abasi-nia, H., Alizadeh, Z., Vakilian, K., Jafari, Z., Matori-pour, P. and Ranjbaran, M., 2016. Effect of chamomile extract on sleep disorder in postmenopausal women. Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility, 19(20): 1-7.
- Abdekhani, S., Solouki, M. and Shiri, Y., 2014. The Effect of dfifrent growth Hormones on gene expression of Phenylalanine Ammonia Lyase (PAL) in *Ocimum basilicum* L. Journal of Crop Biotechnology, 4(8): 21-30.
- Agatonovic-Kustrin, S., Ortakand, D.B., Morton, D.W. and Yusof, A.P., 2015. Rapid evaluation and comparison of natural products and antioxidant activity in calendula, feverfew, and German chamomile extracts. Journal of Chromatography A, 1385: 103-110.
- Arnon, D.I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24(1): 1-15.
- Azizi, M. and Safaei, Z., 2017. The effect of foliar application of humic acid and nano fertilizer (Pharmks®) on morphological traits, yield, essential oil content and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.). Journal of Horticulture Science (Agricultural Sciences and Technology), 4: 671-680.
- Beheshti, S. and Tadayon, A., 2017. Effects of drought stress and humic acid on some physiological parameters of lima bean (*Phaseols lunatus* L.). Journal of Plant Process and Function. 6(19): 1-14.
- Beveridge, C.A., Mathesius, U., Rose, R.J. and Gresshoff, P.M., 2007. Common regulatory themes in meristem development and whole-plant homeostasis. Current Opinion in Plant Biology, 10(1): 44-51.
- Braun, L. and Cohen, M., 2015. Herbs and Natural Supplements (V. 2: An Evidence Based Guide). Elsevier Health Sciences, 1384p.
- Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J.C., 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences, 4(3): 260-265.
- Heidari, M., Miri, H.R. and Minaee, A., 2013. Antioxidant activity and biochemical compounds of Borage (*Borago officinalis* L.) in reaction of drought stress and humic acid. Environmental stresses in Crop Science, 6(2): 159-170.
- Jaleel, C.A., Riadh, K., Gopi, R., Manivannan, P., Ines, J., Al-Juburi, H.J., Chang-Xing, Z., HongBo, S. and Panneerselvam, R., 2009. Antioxidant defense responses: physiological plasticity in higher plants under abiotic constrains. Acta Physiologiae Plantarum, 31(3): 427-436.
- Jithesh, M.N., Prashanth, S.R., Sivaprakash, K.R. and Parida, A.K., 2006. Antioxidative response mechanisms in halophytes: their role in stress defence. Journal of Genetics, 85(3): 237-254.
- Keefe, J.R., Mao, J.J., Soeller, I., Li, Q.S. and Amsterdam, J.D., 2016. Short-term open-label chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) therapy of moderate to severe generalized anxiety disorder. Phytomedicine, 23(14): 1699-1705.
- Kim, J.S., Lee, B.H., Kim, S.H., Ok, K.H. and Cho, K.Y., 2006. Response to environmental and chemical signals for anthocyanin biosynthesis in nonchlorophyllous corn (*Zea mays* L.) leaf. Journal of Plant Biology, 49: 16-25.
- Kohanmoo, M.A., Modaresi, M. and Bagheri Kahkesh, Z. 2016. Effects of spraying salicylic acid and jasmonic acide on the morphological and biochemical characteristics of Chamomile (*Matricaria Chamomilla* L.) under Bushehr climate conditions. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(3): 428-435.
- Kovacik, J., Gruz, J., Backor, M., Strnad, M. and Repcak, M., 2009. Salicylic acid-induced changes to growth and phenolic metabolism in *Matricaria chamomilla* plants. Plant Cell Reports, 28(1): 135-143.
- Malekian, M., Hemmati, Kh., Ghasemnezhad, A. and Barzali, M., 2014. Effect of salicylic acid on quantitative and qualitative traits of German chamomile ecotypes. Journal of Crops Improvement, 16(1): 185-196.
- Martins, H.M., Martins, M.L., Dias, M.I. and Bernardo, F., 2001. Evaluation of microbiological quality of medicinal plants used in natural infusions. International Journal of Food Microbiology. 68(2): 149-153.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A., 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34(11): 1527-1536.
methods. Journal of Food and Drug Analysis, 10(3): 178-182.
- Chen, J., Wen, P., Kong, W., Pan, Q., Zhan, J., Li, J., Wan, S. and Huang, W., 2006. Effect of salicylic acid on phenylpropanoids and phenylalanine ammonia-lyase in harvested grape berries. Postharvest Biology and Technology, 40: 64-72.
- Costa, M., Civell, P.M., Chaves, A.R. and Martinez, G.A., 2005. Effects of ethephon and 6-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzymes and a peroxidase-linked chlorophyll bleaching during post-harvest senescence of broccoli (*Brassica oleracea* L.) at 20°C. Postharvest Biology and Technology, 35: 191-199.
- Diyanat Maharluei, Z., Maghsoudi, K., Diyanat Maharluei, Z. and Emam, Y., 2014. The effects of salinity and salicylic acid on morphological and physiological traits of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Journal of Plant Process and Function, 3(7): 57-66.
- Eshwar, M., Srilatha, M., Bhanu Rekha, K. and Harish Kumar Sharma, S., 2017. Effect of humic substances (humic, fulvic acid) and chemical fertilizers on nutrient uptake, dry matter production of aerobic rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(5): 1063-1066.
- Fazelian, N. and Asrar, Z., 2011. Arsenic and salicylic acid interaction on the growth and some other physiological parameters in *Matricaria recutita*. Iranian Journal of Plant Biology, 3(8): 1-12.
- Fitriansyah, S.N., Aulifa, D.L., Febriani, Y. and Sapitri, E., 2018. Correlation of total phenolic, flavonoid and carotenoid content of *Phyllanthus emblica* extract from bandung with DPPH scavenging activties. Pharmacognosy Journal, 10(3): 447-52.
- Ghasemi, M., Babaeian Jelodar, N., Modarresi, M., Bagheri, N. and Jamali, A., 2016a. Increase of chamazulene and α-bisabolol contents of the essential oil of German chamomile (*Matricaria chamomila* L.) using salicylic acid treatments under normal and heat stress conditions. Foods, 5(3): E56.
- Ghasemi, M., Modarresi, M., Babaeian Jelodar, N., Bagheri, N. and Jamali, A., 2016b. The evaluation of exogenous application of salicylic acid on physiological characteristics, proline and essential oil content of chamomile (*Matricaria chamomila* L.) under normal and heat stress conditions. Agriculture, 6(3): 31.
- Hassanzadeh, K., Ahmadi, M., and Shaban, M., 2014. Effect of pre-treatment of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) seeds on seed germination and seedlings growth under salt stress. International

www.SID.ir

Archive of SID

of canola (*Brassica napus*) seedlings to ultraviolet-B radiation, water stress and abscisic acid. Environmental and Experimental Botany, 66: 212-219.
- Sanjari mijani, M., Sirousmehr, A.R. and Fakheri, B., 2016. The effect of drought stress and humic acid on morphological traits, yield and antocianin of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Journal of Agroecology, 8(3): 346-358.
- Srivastava, J.K., Pandey, M. and Gupta, S., 2009. Chamomile, a novel and selective COX-2 inhibitor with anti-inflammatory activity. Life Sciences, 85(19): 663-669.
- Sun, T., Powers, J.R. and Tang, J., 2007. Evaluation of the antioxidant activity of asparagus, broccoli and their juices. Food Chemistry, 105(1): 101-106.
- Zarinkamar, F., Abdollahzadeh-Zaviehjak, A., Sharifi, M. and Behmanesh, M., 2013. Effect of salicylic acid on flavonoids, apigenin, anthocyanin and carbohydrate in *Matricaria chamomilla* L. Iranian Journal of Plant Biology, 17: 67-74.
- Omidbaigi, R. and Nobakht, A., 2001. Nitrogen fertilizer affecting growth, seed yield and active substances of milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.). Pakistan Journal of Biological Sciences, 4: 1345-1349.
- Pastirova, A., Repčák, M. and Eliašová, A., 2004. Salicylic acid induces changes of coumarin metabolites in *Matricaria chamomilla* L. Plant Science, 167(4): 819-824.
- Sak, K., Nguyen, T.H., Ho, V.D., Do, T.T. and Raal, A., 2017. Cytotoxic effect of chamomile (*Matricaria recutita*) and marigold (*Calendula officinalis*) extracts on human melanoma SK-MEL-2 and epidermoid carcinoma KB cells. Cogent Medicine, 4(1): 7p.
- Salimi, F., Shekari, F. and Hamzehee, J., 2015. Chlorophyll, Soluble sugar and dry weight of German chamomile in response to methile jasmonate under salt stress conditions. Journal of Horticultural Science 29(1): 87-94.
- Sangtarash, M.H., Qaderi, M.M., Chinnappa, C.C. and Reid, D.M., 2009. Carotenoid differential sensitivity

www.SID.ir

Archive of SID

Study of some morphological and physiological characteristics of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under the influence of salicylic and humic acids foliar spray

Sh. Mashayekhi[1], A. Abdali Mashhadi[2*], A. Bakhshandeh[3], A. Lotfi Jalal-Abadi[3] and S.M. Seyyednejad[4]

1- Ph.D. student, Agronomy and plant breeding department, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Ahwaz, Iran
2*- Corresponding author, Agronomy and Plant Breeding Department, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Ahwaz, Iran, E-mail: alirezaabdali@ramin.ac.ir
3- Agronomy and Plant Breeding Department, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Ahwaz, Iran
4- Biology Department, Shahid Chamran University of Ahwaz, Ahwaz. Iran

Received: August 2018 Revised: February 2019 Accepted: February 2019

Abstract

Foliar spray of chemical and organic compounds can affect the quantitative and qualitative yield of important medicinal plants such as German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). In order to investigate the effect of salicylic (control, 200, 400 and 600 µM) and humic (control, 200, 400 and 600 mg l^{-1}) acids foliar spray on some quantitative and qualitative characteristics of German chamomile, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in the research farm of Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University in 2015. The results showed that the highest number of flowers per plant was observed in 600 µM salicylic (91) and 600 mg l^{-1} humic (96) acids treatments. The highest fresh flower yield (1014 g m^{-2}) was obtained from salicylic acid (400 µM) × humic acid (600 mg l^{-1}), which was 115% higher than that of the control treatment. The use of salicylic and humic acids had a great influence on the total antioxidant capacity and the content of flavonoids, anthocyanins, and carotenoids. The highest percentage of chamazulene (6.1%) was obtained from salicylic acid (400 µM) × humic acid (600 mg l-1) treatment, and the lowest one (4.1%) from the control treatment. In total, the best results were obtained from simultaneous application of salicylic (400 µM) and humic (600 mg l^{-1}) acids.

Keywords: Anthocyanin, antioxidant, flower yield, flavonoid, chamazolene.

www.SID.ir