

تأثیر محلول پاشی سالیسیلیک اسید و جاسمونیک اسید بر صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) در شرایط آب و هوایی استان بوشهر

محمد امین کهن مو^{۱*}، محمد مدرسی^۲ و زینب باقری کاهکش^۳

۱- نویسنده مسئول، استادیار، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

پست الکترونیک: makohanmoo@yahoo.com

۲- استادیار، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۴

تاریخ اصلاح نهایی: خرداد ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۳

چکیده

تنش گرما باعث تغییرات ظاهری، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در گیاهان شده و رشد و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با توجه به نقش تعدیل‌کنندگی تنش گرما توسط هورمون‌های گیاهی؛ در این تحقیق اثر محلول پاشی سالیسیلیک اسید و جاسمونیک اسید بر روی خصوصیات ریختی و بیوشیمیایی گیاه بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) در شرایط تنش گرمایی طبیعی مورد بررسی قرار گرفته است. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار غلظت سالیسیلیک اسید (۰، ۱۲/۵، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) و چهار غلظت جاسمونیک اسید (۰، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌گرم بر لیتر) بود. تاریخ کاشت به نحوی تنظیم شده بود که بیشتر مراحل رشد گیاه و دوره کامل گلدهی در مواجهه با تنش گرمایی قرار گیرد. صفات ریختی شامل وزن خشک گل، وزن تر گل، قطر گل و ارتفاع گیاه و صفات بیوشیمیایی شامل درصد اسانس و درصد ماده مؤثره کامازولن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل هورمون سالیسیلیک اسید و جاسمونیک اسید بر وزن تر گل و درصد کامازولن معنی‌دار بوده است. این در حالیست که هورمون جاسمونیک اسید بر درصد کامازولن نیز اثر معنی‌دار داشت. بهترین درصد کامازولن در تیمار ۲ میلی‌گرم بر لیتر جاسمونیک اسید در شرایط تنش گرمایی مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)، کامازولن، هورمون‌های گیاهی.

مقدمه

گرمایی یک عامل اصلی تنش غیرزنده در مناطق گرمسیری است (Ayeneh et al., 2002). آستانه تحمل به گرما، میزان دمای میانگین روزانه است که در آن کاهش رشد محسوس آغاز می‌شود. تعیین دقیق دمای آستانه بالا مشکل است، چون رفتار گیاه بستگی به شرایط محیطی دارد (Wahid et al., 2007). از این رو روش‌هایی که بتواند در چنین

بابونه گیاهی مهم از خانواده کاسنی (Asteraceae) است و اغلب به منظور مصارف دارویی کشت می‌شود (Pirkhezri et al., 2010). این گیاه علفی، بومی ایران و اروپا است که به صورت خودرو رشد می‌کند و در صنایع دارویی، تغذیه‌ای و بهداشتی مصرف می‌گردد (Solouki et al., 2008). تنش

زیست‌اقليمی ایران جزء اقليم گرم و نیمه‌خشک بیابانی بوده‌است. در همین راستا میانگین حداکثر و حداقل درجه حرارت در سال‌های ۱۳۹۱، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در جدول ۱ و نتایج تجزیه خاک محل آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده‌است. پس از تهیه زمین، گیاه بابونه از رقم بونا (با منشأ مجارستان تهیه شده از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان) بر مبنای ۳ کیلوگرم بذر در هکتار به‌صورت خطی با فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر در کرت‌های یک مترمربعی (به ابعاد ۱×۱ متر) کشت شد. براساس تجزیه خاک؛ قبل از کاشت به ازای هر مترمربع ۲۰ گرم کود سوپر فسفات، ۱۰ گرم کود اوره، ۱۰ گرم کود کم‌مصرف (شامل آهن، بر، منگنز، مس، روی، منیزیم) و کود دامی (به میزان ۳ کیلوگرم) به خاک کرت‌ها داده شد و پس از آن در دو نوبت (مرحله رشد روزت و قبل از گلدهی) هر یک به میزان ۵ گرم کود نیتروژن خالص به‌صورت سرک داده شد. بنا به پیشنهاد محققان (Modhej et al., 2008; Ghasemi et al., 2013) به‌منظور اعمال شرایط تنش گرما در مزرعه، از تغییر تاریخ کاشت استفاده شد. بدین‌منظور گیاه بابونه در تاریخ کشت تأخیری به‌نحوی که قسمت اعظم دوره رشد رویشی و زایشی آن با تنش گرما مواجه شود (۲۱ بهمن‌ماه) کشت گردید. گیاه بابونه در اوایل اردیبهشت به گل رفت که در این تاریخ طبق جدول ۱ میانگین دمای روزانه ۳۳/۱ درجه سانتی‌گراد بوده است. تیمارهای آزمایشی شامل ترکیبی از چهار غلظت سالیسیلیک اسید (۰، ۱۲/۵، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) (Merck, 99.5%, Germany) و چهار غلظت جاسمونیک اسید (۰، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌گرم بر لیتر) (Sigma, 99.9%, Italy) بود (Ghasemi et al., 2013; Moosavi, 2011) که بعد از رسیدن گیاه به مرحله روزت، هر ۱۰ روز یک‌بار در ۳ مرحله بر روی کل گیاه محلول‌پاشی شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط تنش گرما (مواجهه با دمای بالای ۲۵ درجه سانتی‌گراد) انجام شد. به این ترتیب آزمایش با ۴۸ کرت مورد بررسی و تجزیه قرار گرفت. برای ارزیابی واکنش گیاه بابونه در

شرایطی، تولید و افزایش ترکیب‌های ثانویه در گیاهان دارویی را بهبود بخشد در حال گسترش است. یکی از راه‌های افزایش ترکیب‌های ثانویه در گیاهان دارویی، کاربرد هورمون‌های گیاهیست (Eshrafi et al., 2012). در بین هورمون‌های گیاهی سالیسیلیک اسید نیز تحت تنش گرما تولید می‌شود و نقش مهمی در انتقال پیام‌های تنش دارد (Kafi & Stivart, 1998). ارتو هیدروکسی بنزوئیک یا سالیسیلیک اسید به گروهی از ترکیب‌های فنلی تعلق دارد (Popova et al., 1997) که در مراحل مختلف فیزیولوژیک از جمله گلدهی، بسته شدن روزنه‌ها و در پاسخ به تنش‌های غیر زنده از قبیل گرما نقش دارد (Wang et al., 2010; Larkindal & Knight, 2002). در طول چند سال گذشته تحقیقات در مورد پاسخ گیاه به تنش‌های محیطی، نقش جاسمونیک اسید را به‌عنوان مولکول انتقال‌دهنده پیام نشان داده‌است (Popova et al., 2003). متیل جاسمونات یک ترکیب فرار معطر است که به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های سلولی در فرایندهای رشد و نمو دخیل است (Cheong & Choi, 2003). این یافته‌ها نقش سالیسیلیک اسید و جاسمونیک اسید را در واکنش گیاه در مقابل تنش‌های زنده و غیرزنده از جمله تنش گرما و افزایش پیام‌رسانی و تولید بیشتر متابولیک‌های ثانویه گیاهی را تبیین می‌کند. این پژوهش با هدف بررسی نقش دو هورمون سالیسیلیک اسید و جاسمونیک اسید در بهبود تحمل به گرما و ثبات اجزای عملکرد به‌ویژه مواد مؤثره گیاه بابونه در شرایط اقلیمی استان بوشهر اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۳-۹۲ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج‌فارس بوشهر در فاصله ۱۲ کیلومتری جنوب‌شرقی شهر برازجان و ۷۰ کیلومتری شرق بندر بوشهر در مختصات جغرافیایی ۲۹ درجه و ۱۲ دقیقه و ۲۱ ثانیه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۵ دقیقه و ۲۲ ثانیه شرقی با ارتفاع ۱۱۰ متر از سطح دریا اجرا شد. این منطقه براساس تقسیمات اقلیمی و

اسپکتروفوتومتر (Unico, UV/Vis 2100 plus) اندازه‌گیری شد. به این منظور کامازولن موجود در اسانس را به یک بالن ژوژه ۱۰ میلی‌لیتری منتقل کرده و با دی‌کلرومتان به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده و در پایان میزان جذب محلول تهیه شده را در طول موج ۶۰۳ نانومتر توسط یک کوت یک سانتی‌متری براساس روش دارونامه گیاهی ایران (Iranian Herbal Pharmacopeia, 2002) اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مقایسه اثرات متقابل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (9.1.3) و MSTATC انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ انجام گردید.

سطوح مختلف سالیسیلیک اسید (SA) و جاسمونیک اسید (JA) تحت شرایط تنش گرما؛ صفات مورفولوژیک نظیر ارتفاع گیاه، قطر گل، وزن تر گل، وزن خشک گل و صفات بیوشیمیایی شامل درصد اسانس و درصد کامازولن اندازه‌گیری شد. به منظور نمونه‌برداری و ثبت داده‌های مربوط به صفات ارتفاع، از هر تکرار ۳ گیاه و برای اندازه‌گیری قطر گل از هر تکرار ۵ گیاه نمونه‌برداری شد. گل‌ها با شرایط تهیه مناسب به مدت ۱۰ روز در سایه خشک شدند. سپس با استفاده از روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر (طبق فارماکوپه ایران) عمل اسانس‌گیری انجام شد. میزان کامازولن اسانس به کمک دستگاه

جدول ۱- میانگین حداکثر و حداقل درجه حرارت در سال‌های ۱۳۹۱، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

سال	میانگین درجه حرارت حداکثر			میانگین درجه حرارت حداقل		
	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳
بهمن	۲۴/۵	۲۲/۹	-	۱۲/۴	۱۰/۸	-
اسفند	۲۸/۴	۲۸/۵	-	۱۴/۶	۱۴/۹	-
فروردین	۳۸/۸	۳۳/۸	۳۳/۱	۱۸/۱	۱۸/۹	۱۸/۵
اردیبهشت	۴۰/۶	۳۵/۶	۳۹/۳	۲۵/۷	۲۳/۳	۲۴
خرداد	۴۴/۱	۴۲/۴	۴۴/۱	۲۸/۱	۲۵/۹	۲۷/۶

براساس داده‌های ایستگاه سینوپتیک هواشناسی برازجان

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل اجرای آزمایش

اشباع خاک (%)	مواد خنثی شونده (%)	کج (m.eq.100 ⁻¹)	هاریت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته	ماده آلی (%)	نیترژن کل (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	آهن (mg.kg ⁻¹)	روی (mg.kg ⁻¹)	مس (mg.kg ⁻¹)	منگنز (mg.kg ⁻¹)	بافت خاک
۲۹	۶۴/۸	۵/۶	۱/۳	۷/۵	۰/۲۵	۰/۰۲	۱/۰	۱۵۰	۳/۷	۰/۹۴	۱/۰۸	۱۰/۴	لومی (L)

نتایج

بوته، قطر گل، بازده اسانس و درصد کامازولن اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در حالی‌که اثر هورمون جاسمونیک اسید بر بازده اسانس و ارتفاع بوته در سطح ۵٪ و بر مقدار

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که هورمون سالیسیلیک اسید بر وزن تر و خشک گل، ارتفاع

کامازولن در سطح ۱٪ اختلاف معنی دار نشان داد. همچنین اثر متقابل سالیسیلیک اسید و جاسمونیک اسید نیز بر مقدار کامازولن در سطح ۱٪ و بر وزن تر گل در سطح ۵٪ معنی دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر هورمون سالیسیلیک و جاسمونیک اسید بر صفات رویشی و زایشی بابونه

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر گل	وزن خشک	ارتفاع گیاه	قطر گل	بازده اسانس	کامازولن
بلوک	۲	۷۰۳۶۹۴/۴۴ ***	۳۵۸۶۱/۲۴ *	۵۲/۷۲ ***	۳/۴۸ ***	۰/۰۴۱۶ *	۰/۸۴ ns
عامل A (هورمون سالیسیلیک)	۳	۱۴۷۳۸۳/۰۲ ns	۷۶۳۶/۸۵ ns	۲۴/۸۹ ns	۰/۴۹ ns	۰/۰۱۱ ns	۳/۰۲ ns
عامل B (هورمون جاسمونیک)	۳	۹۴۵۰۹/۶۶ ns	۹۶۵۲/۵۱ ns	۳۸/۸۳ *	۰/۳۴ ns	۰/۰۳۲ *	۲۵/۶۶ ***
A×B	۹	۲۷۳۲۶۷/۷۹ *	۱۶۹۰۹/۵۳ ns	۲۰/۶۱ ns	۰/۲ ns	۰/۰۱۹ ns	۹/۹۲ ***
خطا	۳۰	۱۱۰۱۷۵/۵۱۳	۸۵۲۷/۶۷	۹/۳۲	۰/۲۲	۰/۰۰۸۸	۱/۶۶
ضریب تغییرات (%)	-	۲۲/۵۶	۲۱/۵۳	۷/۸۱	۱/۳۸	۲۱/۷۸	۲۱/۴۶

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

تیمار شاهد (۰/۳۶٪) است. این در حالیست که تیمار شاهد با سطوح ۱/۵ و ۲ میلی گرم بر لیتر تفاوت معنی دار داشت، اما با سطح ۱ میلی گرم بر لیتر تفاوت معنی دار نشان نداد. از نظر درصد کامازولن بیشترین میزان در سطح ۲ میلی گرم بر لیتر جاسمونیک اسید (۷/۳۱) و کمترین آن در تیمار شاهد (۳/۹۵) مشاهده شد. همچنین تیمار شاهد با سطوح دیگر تفاوت معنی دار داشت (جدول ۴).

از نظر ارتفاع گیاه، سطح ۱/۵ میلی گرم بر لیتر جاسمونیک اسید تفاوت معنی داری را نشان داد. بیشترین ارتفاع گیاه در ۱ میلی گرم بر لیتر (۴۰/۱۶ سانتی متر) و کمترین ارتفاع در سطح ۱/۵ میلی گرم بر لیتر (۳۶/۱۶ سانتی متر) مشاهده شد. مقایسه میانگین اثر جاسمونیک اسید بر بازده اسانس نشان می دهد که بیشترین بازده اسانس در سطح ۱/۵ میلی گرم بر لیتر (۰/۴۸٪) و کمترین مقدار آن در

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر هورمون جاسمونیک اسید بر صفات رویشی و زایشی بابونه

غلظت جاسمونیک اسید (mg.L ⁻¹)	وزن تر گل (kg/ha)	وزن خشک گل (kg/ha)	ارتفاع گیاه (cm)	قطر گل (mm)	اسانس (%)	کامازولن (%)
۰	۱۴۴۰/۴ a	۴۱۰/۲۷ a	۴۰/۰۸ a	۵/۶۱ a	۰/۳۶ b	۳/۹۵ c
۱	۱۴۸۹ a	۴۳۷/۰۸ a	۴۰/۱۶ a	۵/۷۵ a	۰/۴۳ ab	۶/۶۹ ab
۱/۵	۱۳۷۱/۵ a	۴۰۲/۶۳ a	۳۶/۱۶ b	۵/۸۴ a	۰/۴۸ a	۶/۱۱ b
۲	۱۵۸۲/۷ a	۴۶۵/۰۸ a	۳۹/۷۲ a	۵/۴۵ a	۰/۴۴ a	۷/۳۱ a

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی دار در سطح احتمال ۵٪ در آزمون دانکن می باشند.

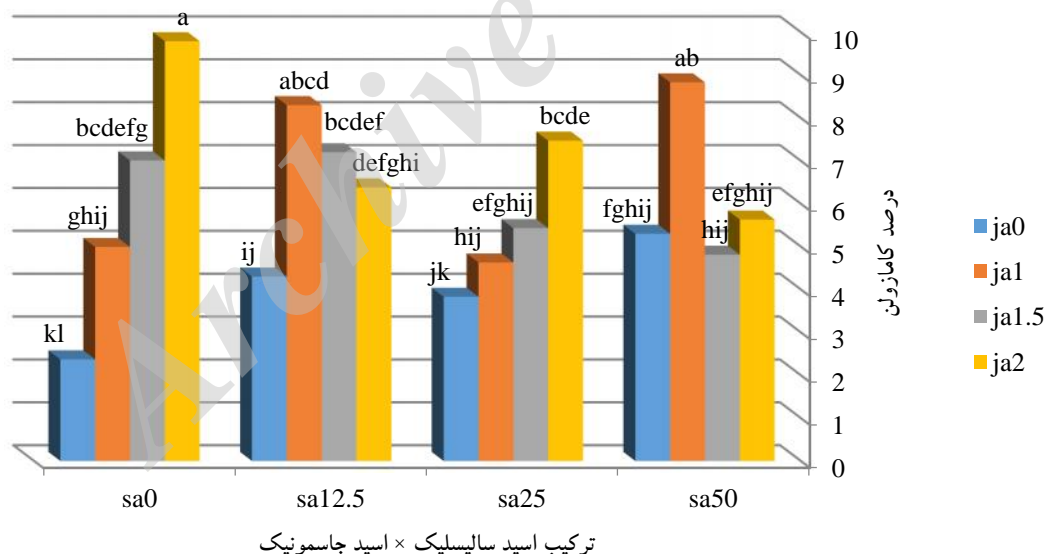
همچنین بین سطح ۲۵ میلی گرم بر لیتر و شاهد اختلاف معنی داری مشاهده شد. این در حالیست که سطح ۲۵ میلی گرم بر لیتر سالیسیلیک با تیمار شاهد اختلاف معنی دار داشت. از نظر درصد کامازولن، بیشترین میزان کامازولن در سطح ۱۲/۵ میلی گرم بر لیتر (۶/۵۴٪) و کمترین مقدار آن در سطح ۲۵ میلی گرم بر لیتر (۵/۳۴٪) مشاهده شد (جدول ۵).

همان طور که نتایج مقایسه میانگین اثر سالیسیلیک اسید بر وزن خشک نشان می دهد بیشترین وزن خشک در سطح ۲۵ میلی گرم بر لیتر (۴۵۹/۷۳ کیلوگرم بر هکتار) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد (۳۹۵/۲۴ کیلوگرم بر هکتار) است. از نظر ارتفاع گیاه، بیشترین ارتفاع گیاه در سطح ۲۵ میلی گرم بر لیتر (۴۰/۶۱ سانتی متر) و کمترین ارتفاع گیاه در تیمار شاهد (۳۷/۳۸ سانتی متر) بود.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر هورمون سالیسیلیک اسید بر صفات رویشی و زایشی بابونه

کامازولن (%)	اسانس (%)	قطر گل (mm)	ارتفاع گیاه (cm)	وزن خشک گل (kg/ha)	وزن تر گل (kg/ha)	غلظت سالیسیلیک اسید (mg.L ⁻¹)
۶/۰۴ ab	۰/۴۰ a	۵/۸۶ a	۳۷/۳۸ b	۳۹۵/۲۴ a	۱۳۵۷/۳ a	۰
۶/۵۴ a	۰/۴۴ a	۵/۸۲ a	۳۹/۸۸ ab	۴۳۱/۵۸ a	۱۴۴۲/۹۲ a	۱۲/۵
۵/۳۴ b	۰/۴۱ a	۵/۴۶ a	۴۰/۶۱ a	۴۵۹/۷۳ a	۱۶۲۲/۲۸ a	۲۵
۶/۱۴ ab	۰/۴۶ a	۵/۵۲ a	۳۸/۴۹ ab	۴۲۵/۵۱ a	۱۴۶۰/۶۴ a	۵۰

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی دار در سطح احتمال ۵٪ در آزمون دانکن می باشند.



شکل ۱- اثر متقابل جاسمونیک اسید (ja: در چهار سطح ۰، ۱، ۱/۵ و ۲ mg/l) و سالیسیلیک اسید (sa: در چهار سطح ۰، ۱۲/۵، ۲۵ و ۵۰ mg/l) بر درصد کامازولن

Moosavi (۲۰۱۱) گزارش کرد که بین تیمارهای محلول‌پاشی با جاسمونیک اسید از نظر کارتنوئید و میزان پلی‌فنل در سطح ۱٪ و برای میزان فلاونوئید کل در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. ایشان پیشنهاد کرد که محلول‌پاشی با غلظت ۱۰۰ میکرولیتر جاسمونیک اثرات مطلوبی بر میزان ترکیب‌های مؤثره و همچنین خاصیت آنتی‌اکسیدانی به روش رادیکالهای دی‌فنیل پیکریل هیدروزیل (DPPH) را در عصاره گل همیشه‌بهار داشته است. Taheri و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که محلول‌پاشی متیل جاسمونات در گل سوسن شرقی (*Nymphaea micrantha*) رقم سوربن بر سنتز رنگیزه آنتوسیانین و ارتباط آن با کیفیت و ماندگاری گل اثرات مطلوبی داشته است.

همچنین Pastirova و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که تغییرات کومارین بر اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر روی سیستم ریشه‌ای بابونه در مرحله ۸ هفته‌ای افزایش میزان کومارین را نشان داد. نتایج یک مطالعه Mazaheri و Tirani و همکاران (۲۰۱۲) حکایت از آن داشت که اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر برگ‌های کلزا در مرحله ۴ برگی اثرات مطلوبی داشته است. این در حالیست که غلظت ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید موجب کم کردن آسیب‌های ناشی از تنش خشکی بر همه صفات قابل اندازه‌گیری شده بود. در گزارشی Kovacik و همکاران (۲۰۰۹) بیان کرده‌اند که اثر سالیسیلیک اسید (SA) در دوزهای ۵۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر در یک دوره ۷ روزه از جنبه فیزیولوژیک و متابولیسم فنول‌ها، در گیاه بابونه اثرات مطلوبی داشته است. مطابق این نتایج گرچه صفات مرفولوژیک تحت تأثیر پاشش این دو هورمون قرار نگرفت ولی با افزایش غلظت هورمون‌ها بازده اسانس و مقدار کامازولن نسبت به شاهد (بدون پاشش هورمون) روند افزایشی نشان داد. به‌طور کلی هورمون سالیسیلیک اسید و جاسمونیک اسید به ترتیب با غلظت ۱۲/۵ و ۲ میلی‌گرم بر لیتر و نیز برهم‌کنش این دو هورمون (با غلظت ۲ میلی‌گرم بر لیتر جاسمونات اسید در صفر میلی‌گرم بر لیتر سالیسیلات

بررسی نتایج اثر متقابل سالیسیلیک اسید و جاسمونیک اسید بر درصد کامازولن در این آزمایش نشان داد که اثر متقابل سطح ۲ میلی‌گرم بر لیتر جاسمونیک اسید و شاهد با مقدار ۹/۷۵٪ بیشترین مقدار درصد کامازولن را داشت که با اغلب تیمارها اختلاف معنی‌دار داشته است. بعد از آن اثر متقابل بین سطح ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر سالیسیلیک اسید و سطح ۱ میلی‌گرم بر لیتر جاسمونیک اسید با مقدار ۸/۳۸٪ بیشترین درصد کامازولن را نشان داد. تیمار شاهد نیز با مقدار ۲/۳۷٪ کمترین مقدار کامازولن را داشته است (شکل ۱).

بحث

گیاه بابونه یکی از گونه‌های مهم خانواده کاسنی محسوب می‌شود. مطالعه بر روی روش‌های دستیابی به کمیت و کیفیت اسانس این‌گونه ارزشمند از نظر اقتصادی مهم است. با توجه به همزمانی دوره گلدهی این گیاه با بروز تنش گرمایی و نقشی که آن بر کیفیت مواد مؤثره گیاه می‌گذارد، از این‌رو باید با مدیریت‌های مهم زراعی و فرآوری (روش‌های خشک‌کردن، اسانس‌گیری و غیره) به این هدف مهم یعنی افزایش کیفیت دست یافت. از این‌رو زنده ماندن گیاهان در شرایط تنش، بستگی به توانایی گیاه به درک محرک، تولید و انتقال سیگنال‌ها و ایجاد تغییرات بیوشیمیایی دارد که این تغییرات بیوشیمیایی ایجادشده، فرایندهای متابولیک را نیز تغییر می‌دهد. عوامل مختلفی مانند هورمون‌های جاسمونیک اسید و سالیسیلیک اسید به‌عنوان دسته‌ای از این سیگنال‌ها معرفی شده‌اند که وسیله‌ای برای پاسخ به تنش گرمایی پیچیده در نظر گرفته می‌شود (Keshavarz et al., 2011). Eshrafi و همکاران (۲۰۱۲) در گزارشی اعلام کردند که غلظت‌های مختلف جاسمونیک اسید بر میزان ترکیب‌های اصلی آویشن دنبایی اثرات معنی‌داری دارد؛ به‌طوری‌که غلظت‌های مختلف بکار رفته سبب کاهش یا افزایش تعدادی از ترکیب‌های ثانویه شدند. اختلاف معنی‌داری بین مقدار تیمول و کارواکرول با کاربرد غلظت ۱۰۰ میکرومول جاسمونیک مشاهده شد. همچنین

- in *Brassica napus* L. under water stress. Iranian Journal of Plant Physiology, 2(2): 371-379.
- Modhej, A., Naderi, A., Emam, Y., Ayneband, A. and Normohamadi, Gh., 2008. Effects of post-anthesis heat stress and nitrogen levels on grain yield in Wheat (*T. durum* and *T. aestivum*) genotypes. International Journal of Plant Production, 2(3): 257-268.
 - Moosavi, A., 2011. Effect of spraying jasmonic acid on phytochemical peroperties Marigold. M.Sc. Thesis Agricultural Engineering-Medicinal Phant. Islamic Azad University of Sharekord, Sharekord.
 - Pastirova, A., Repcak, M. and Eliasova, A., 2004. Salicylic acid induces changes of coumarin metabolites in *Matricaria chamomilla* L. Plant Sciences, 167(4): 819-824.
 - Pirkhezri, M., Hassani, M.E. and Hadian, J., 2010. Genetic diversity different populations of *Matricaria chamomilla* L. growing in southwest of Iran, based on morphological and rapd markers. Research Journal of Medicinal Plant, 4(1): 1-13.
 - Popova, L., Ananieva, E., Hristova, V., Christov, K., Georgieva, K., Alexieva, V. and Stoinova, Z.H., 2003. Salicylic acid and methyl jasmonate-induced protection on photosynthesis to paraquat oxidative stress. Bulgarian Journal of Plant Physiology, 133-152.
 - Popova, L., Pancheva, T. and Uzunova, A., 1997. Salicylic acid: properties, biosynthesis and physiological role. Bulgarian Journal of Plant Physiology, 23(1-2): 85-93.
 - Solouki, M., Mehdkhani, H., Zeinali, H. and Emamjomeh, A.A., 2008. Study of genetic diversity in Chamomile (*Matricaria chamomilla*) based on morphological triats and molecular markers. Scientia Horticulturae, 117(3): 281-287.
 - Taheri, S.H., Hamedzadeh, N., Bakkhshi, A. and GHasemnejad, D., 2009. Effect of methyl jasmonate on anthocyanin synthesis in *Lilium oriental*. Sixth Congress of Horticultural Sciences, University of Guilan, Rasht, 12-13 July.
 - Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M. and Foolad, M.R., 2007. Heat tolerance in plants: an overview. Environmental and Experimental Botany, 61(3): 199-223.
 - Wang, L.J., Fan, L., Loescher, W., Duan, W., Liu, G.J., Cheng, J.S., Luo, H.B. and Li, S.H., 2010. Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under heat stress and accelerates recovery in grapevine leaves. PMC Plant Biology, 10: 34.
- اسید) سبب افزایش بازده اسانس و مقدار کامازولن در گیاه بابونه در شرایط گرمای طبیعی استان بوشهر شده است، هرچند تأثیر معنی داری روی میزان گل خشک (اندام دارویی) این گیاه نداشت.
- ### منابع مورد استفاده
- Ayeneh, A., Ginkel, M.V., Reynolds, M. and Ammar, K., 2002. Comparison of leaf spike peduncle and canopy temperature depression in wheat under heat stress. Field Crop Research, 19: 173-184.
 - Cheong, J.J. and Choi, Y.D., 2003. Methyl Jasmonate as a vital substance in plants. TRENDS in Genetics, 19(7): 409-413.
 - Eshrafi, M., Ghasemi Pirbalooti, A. Rahimmalek, M. and Hamedi, B., 2012. Effect of foliar application of Jasmonic Acid (JA) on essential oil yield and its compositions of *Thymus daenensis* Celak. Herbal Drugs, 3(2): 75-80.
 - Ghasemi, M., Babaeian Jelodar, N., Modarresi, M. and Bagheri, N., 2013. Morphological response of German chamomile to heat stress accompanies salicylic acid-mediated under field conditions. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(7): 756-760.
 - Kafi, M. and Stivart, S., 1998. The effect of heat stress on growth, yield components of nine wheat cultivars and triticalcultivar. Journal of Agricultur Research, 17(1): 51-67.
 - Keshavarz, H., Zarinkamar, F., Modares Sanavi, S.A.A., Dolatabadian, A., Panahi, M. and Asilan, K.S., 2011. Effect of spraying salicylic acid on some biochemical characters of two varieties of Canola (*Brassica napus* L.) under cold conditions. Iranian Journal of crop science. Iranian Journal of Field Crop Science, 42(4):723-734.
 - 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: 135-143.
 - Larkindal, J. and Knight, M., 2002. Protection against heat stress-induced oxidative damage in arabidopsis in valves calcium, abscisic acid, ethylene and salicylic acid. Plant Physiology, 128(2): 682-696.
 - Mazaheri Tirani, M., Nasibi, F. and Manoochehri Kalantari, H., 2012. Effects of Salicylic acid on the induction of physiological and biochemical changes

Effects of spraying salicylic acid and jasmonic acid on the morphological and biochemical characteristics of Chamomile (*Matricaria Chamomilla* L.) under Bushehr climate conditions

M.A. Kohanmoo^{1*}, M. Modaresi² and Z. Bagheri Kahkesh³

1*- Corresponding author, Plant Breeding Department, College of Agricultural and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran, E-mail: makohanmoo@yahoo.com

2- Plant Breeding Department, College of Agricultural and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran

3- MSc. Student, Plant Breeding Department, College of Agricultural and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran

Received: November 2014

Revised: May 2015

Accepted: June 2015

Abstract

Heat stress causes morphological, physiological and biochemical changes in plants and affects plant growth. Given the mediator role of plant hormones in heat stress, this research was aimed to study the effect of spraying salicylic acid and jasmonic acid on the morphological and biochemical characters of Chamomile (*Matricaria chamomilla* L. cv: Bona) under natural heat stress conditions. This experiment was carried out as completely randomized blocks design with 3 replications. Four levels of salicylic acid (0, 12.5, 25, 50 mg.l⁻¹) and four levels of jasmonic acid (0, 1, 1.5, 2 mg.l⁻¹) were applied as treatments. The planting date was set in a way that more stages of plant growth and flowering period faced with heat stress. The morphological traits including plant height, capitulum diameter, flower fresh weight, flower dry weight, and biochemical traits including essential oil and chamazulen percentage were studied. The analysis of variance showed that interaction effect of hormone salicylic acid and jasmonic acid on the flower fresh weight and chamazulen percentage was significant. In addition, the effect of jasmonic acid on chamazulen percentage was statistically significant. The best chamazulene percentage was observed in 2 mg.l⁻¹ jasmonic acid treatment under heat stress.

Keywords: Essential oil, German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.), chamazulen, plant hormones.