تأثیر محلول‌پاشی متیل‌جاسمونات بر محتوای فلاونول-o-گلیکوزید و برخی شاخص‌های زراعی و مورفولوژیک بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) تحت تنش شوری

فاطمه سلیمی[1*]، فرید شکاری[1] و جواد حمزه‌ئی[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۷ ؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۱۲/۳)

چکیده

متیل‌جاسمونات یک تنظیم‌کننده گیاهی است که نقش مهمی در مسیر علامت‌دهی و راه‌اندازی بیان ژن‌های تدافعی گیاهان در واکنش به تنش‌های محیطی ایفا می‌کند. از این رو، اثر متیل‌جاسمونات بر کمیت و کیفیت گل‌های بابونه تحت تنش شوری به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل، در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه زنجان مطالعه شد. متیل‌جاسمونات با پنج غلظت (صفر، ۷۵، ۱۵۰ ، ۲۲۵ و ۳۰۰ میکرومولار) روی گیاهان بابونه‌ای که تحت غلظت‌های مختلف کلرید سدیم (۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس برمتر) در حال رشد بودند، پاشیده شد. نتایج نشان داد که اثر متیل‌جاسمونات و شوری بر تمامی صفات معنی‌دار شد. بیشترین مقادیر ارتفاع بوته، وزن خشک کل در گلدان، تعداد و وزن خشک گل در گلدان و فلاونول-o-گلیکوزید در تیمار ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات و سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد. با افزایش شوری و غلظت متیل‌جاسمونات به حد بیشتر از ۶ دسی‌زیمنس بر متر و ۷۵ میکرومولار، عملکرد گل و مقدار فلاونول-o-گلیکوزید کاهش یافت. بین تمام صفات و وزن خشک گل همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد. همچنین، فلاونول-o-گلیکوزید با وزن خشک کل در گلدان و وزن خشک گل همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد. در مجموع، غلظت ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات و شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر، تولید فلاونول-o-گلیکوزید را در بابونه افزایش داد. داشتند.

واژه‌های کلیدی: تنظیم‌کننده رشد گیاهی، بیان ژن، عملکرد گل، کیفیت گل

مقدمه

جاسمونیک اسید و متیل‌جاسمونات‌ها از ترکیبات فرار سازنده اسانس یاسمن، رزماری و بسیاری از گیاهان دیگر هستند. این ترکیبات به طور بیولوژیک فعال بوده و مشتقات آن‌ها تحت عنوان جاسمونات نامیده می‌شود. اگر چه به نظر می‌رسد که جاسمونیک اسید بیشتر در مواد گیاهی وجود داشته باشد، ولی وقتی متیل‌جاسمونات به صورت خارجی به‌کار می‌رود، میزان اثرگذاری آن بسیار بیشتر از جاسمونیک اسید است. به نظر می‌رسد که علت این امر، فرار و چربی‌دوست بودن متیل‌جاسمونات باشد (۲۶). جاسمونات‌ها، علاوه بر اثرگذاری بر رشد و توسعه گیاهان، ترکیباتی با وظایف پیام‌رسانی در تنش‌های زنده و غیرزنده هستند که از لیپیدها مشتق می‌شوند (۸ و ۲۹). گزارش شده که این ترکیبات خسارت ناشی از تنش کم‌آبی، سرما و شوری را در گیاهان کاهش می‌دهند (۱۸ و ۲۸). متیل‌جاسمونات به‌عنوان انتقال‌دهنده پیام محرک، جهت تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان معرفی شده است (۱۰).

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
۲. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: fatemesalimi18@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

جاسمونات‌ها تجمع ترکیبات متعلق به گروه‌های مختلف ساختاری شامل فنولیک‌ها، ترپنوئیدها و آلکالوئیدها را القا می‌کنند. متیل‌جاسمونات تولید متابولیت‌های ثانویه، از جمله محتویات فنولیک ریحان (*Ocimum basilicum* L.) (۱۴) و کاهو (۱۵) را افزایش داد. یافته‌های برخی پژوهشگران مبنی بر اینکه متیل‌جاسمونات القاگر مؤثرتری نسبت به سالیسیلیک اسید در تولید متابولیت‌های ثانویه می‌باشد، صحه گذاشته است (۱۷).

شوری یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است که عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۹). اثر شوری روی گیاهان با کاهش رشد و عملکرد بروز می‌یابد. در بررسی تأثیر تنش شوری و خشکی روی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) مشاهده گردید که افزایش شوری با کاهش محتوای روغن و افزایش کم‌آبی با افزایش محتوای روغن همراه بوده است (۲۱). گزارش شده که افزایش شوری موجب گردید تا در ارقام نعناع و پونه، کاهش در رشد و میزان عملکرد اسانس به‌وجود آید. همچنین، تفاوت‌هایی در حساسیت به تنش در بین گیاهان مذکور مشاهده گردید. غلظت اسانس در پونه نسبت به سطح شاهد افزایش یافت و بیان شد که ساخت اسانس حساسیت کمتری به تنش شوری در پونه نسبت به نعناع دارد (۳).

بابونه گیاهی است که در اقصی نقاط جهان کشت می‌شود. این گیاه در خاک‌های شور رشد خوبی دارد و به همین دلیل از آن به عنوان یک گیاه نمک‌دوست یاد شده است. در زمین‌های شور، بابونه دارای ساقه کوتاه بوده و به صورت روزت یافت می‌شود (۲۴). گل‌های بابونه به دلیل داشتن فلاونوئید دارای اثر لطیف کنندگی و مرطوب کنندگی هستند و به همین دلیل در صنایع بهداشتی و آرایشی کاربرد گسترده‌ای دارند. همچنین، اسانس بابونه محتوی ترکیبات سزکوئی‌ترپنوئیدی و پلی‌استیلنی است. آلفابیزابولول و اکسیدهای آن، کامازولن، فلاونوئیدها، اسپیرواترها، کومارین‌ها، پروآزولن‌ها، پلی‌ساکاریدها و اسیدهای آمینه نیز از ترکیبات مهم موجود در اسانس بابونه می‌باشند. علاوه بر این، مطالعات اخیر در ساخت داروهای ضد سرطان و جلوگیری کننده از صدمات رادیکال‌های آزاد نظیر سوپراکسید، OH^- و H_2O_2، اسانس بابونه را ارزشمندتر کرده است (۱۱). فلاونول-O-گلیکوزید از ترکیبات فلاونوئیدی در بابونه بوده که بیشترین درصد مواد فلاونوئیدی آن را تشکیل می‌دهند (۲۶). تجمع برخی از فلاونوئیدها در گیاهان بیانگر اثر تنش است. معمولاً این مواد نقش آنتی‌اکسیدانی را به عنوان بخشی از پاسخ گیاه در برابر تنش بازی می‌کنند. شواهدی موجود است که فلاونوئیدها در گیاهان، در کاهش آثار تشعشعات مضر و مواد سمی و همچنین تنظیم پاسخ گیاهان در برابر تنش از طریق کنترل انتقال اکسین‌ها نقش دارند (۴). در بررسی تأثیر تنش شوری و خشکی بر عملکرد گل و میزان فلاونول-o-گلیکوزید درگیاه بابونه گزارش شده است که تنش شدید، عملکرد گل و غلظت فلاونوئید را کاهش داد (۱). با این وجود، در خصوص تأثیر تنش شوری بر کیفیت اسانس بابونه آلمانی اطلاعات اندکی وجود دارد و نیز با توجه به اینکه بخش وسیعی از ایران را مناطق شور و یا مناطقی با محدودیت منابع آب تشکیل می‌دهد، لذا اهمیت تحقیق در این زمینه بیشتر احساس می‌شود. بنابراین، در این آزمایش سعی بر این شد تا به این سؤال که آیا متیل‌جاسمونات می‌تواند فلاونول-o-گلیکوزید و شاخص‌های آگرومورفولوژیک بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) را تحت شرایط تنش شوری بهبود بخشد پاسخ داده شود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه زنجان، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش، اثر محلول‌پاشی متیل‌جاسمونات در پنج غلظت (صفر، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میکرومولار) در چهار سطح شوری (۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر) بر رشد و کیفیت گل بابونه آلمانی مورد مطالعه قرار گرفت. بعد از تعیین هدایت الکتریکی خاک در آزمایشگاه، کمبود نمک برای دست‌یابی به تیمارهای مورد نظر از طریق رابطه TDS(mg/L)=EC×۶۴۰ محاسبه شد. بافت خاک

Archive of SID

www.SID.ir

مورد استفاده لومی بود. تعداد ۲۵ عدد بذر در گلدان‌هایی به قطر ۲۵ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر به‌صورت سطحی کشت شد. مقداری ماسه و کود دامی با الک ۲ میلی‌متری روی بذرها پاشیده شد. در مرحله ۳-۴ برگی و قبل از اعمال تیمارهای محلول‌پاشی، بوته‌ها تنک شدند و تعداد ۶ بوته در هر گلدان نگه‌داشته شد. محلول‌پاشی متیل‌جاسمونات روی بوته‌های بابونه در سه مرحله (۳-۴ برگی، ساقه‌روی و آغاز گل‌دهی) انجام گرفت. در این آزمایش، صفات ارتفاع بوته، وزن خشک کل در گلدان، تعداد گل در گلدان، عملکرد گل در گلدان و فلاونول-o-گلیکوزید اندازه‌گیری و ارزیابی شدند.

برداشت گل طی دوره گل‌دهی روزانه و به‌طور جداگانه برای هر واحد آزمایشی، انجام گرفت. نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون ۶۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند و پس از خشک شدن، توزین شدند. ارتفاع بوته در مرحله گل‌دهی کامل اندازه‌گیری شد. در پایان فصل رشد، بوته‌های هر گلدان جداگانه برداشت شدند و وزن خشک کل در گلدان از مجموع وزن خشک گل و وزن خشک بخش هوایی برای هر گلدان محاسبه شد. استخراج فلاونول-o-گلیکوزید در آزمایشگاه دانشکده شیمی دانشگاه زنجان انجام گرفت. مقدار فلاونول‌های موجود در گل‌های بابونه براساس مقدار شدت جذب محلول ۱٪ کوئرسین در سل یک سانتی‌متری که مساوی با ۸۰۰ می‌باشد، تعیین شد. میزان جذب محلول نمونه در مقابل محلول شاهد و در طول موج ۴۲۵ نانومتر در کوئت ۱ سانتی‌متری، به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد و درصد کوئرسین از طریق رابطه (E 1%1cm×b)/(۶۲۵×E)= درصد کوئرسین، محاسبه شد. در این رابطه، E میزان جذب نمونه آماده شده، b وزن نمونه گیاهی بر حسب گرم و E 1%1cm مقدار شدت جذب محلول ۱٪ کوئرسین در سل یک سانتی‌متری است. با قرار دادن مقدار E 1%1cm = ۸۰۰، رابطه فوق به شکل (b)/(E × ۰/۷۸)= درصد کوئرسین، ساده شد. با استفاده از این رابطه، درصد نهایی کوئرسین یا فلاونول-o-گلیکوزید برای هر تیمار تعیین شد و مورد ارزیابی قرار گرفت.

تجزیه واریانس داده‌ها و تعیین ضرایب همبستگی به‌ترتیب با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و SPSS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام گرفت.

نتایج و بحث

وزن خشک کل در گلدان

اثر شوری و محلول‌پاشی متیل‌جاسمونات بر تولید ماده خشک از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد؛ ولی برهمکنش آن‌ها بر این ویژگی معنی‌دار نشد (جدول ۱). بیشترین مقدار وزن خشک کل در گلدان (۶/۰۴ گرم) از سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد. تیمار ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار ۶ دسی‌زیمنس بر متر، وزن خشک کل در گلدان را ۳۸٪ کاهش داد (شکل ۱). به‌عبارت دیگر، نتایج این آزمایش حاکی از روند کاهشی در وزن خشک کل بابونه در سطوح شوری بیشتر از ۶ دسی زیمنس بر متر بود. کاهش وزن خشک گیاه تحت تنش شوری می‌تواند به دلیل کاهش جذب آب، اختلال در جذب عناصر غذایی و مسمومیت حاصل از ورود یون‌های نامطلوب و مضر باشد (۲۰).

گزارش شده که کاهش سطح فتوسنتز کننده و مصرف بیش از حد انرژی در جهت کنترل و کاهش اثر تنش شوری، برای برقراری تعادل یونی و اسمزی به منظور جلوگیری از سمیت یون‌ها و نیز حفظ آماس سلولی، می‌تواند از علل عمده کاهش وزن خشک کل در گندم باشد (۱۳). این نتایج با یافته‌های آزمایشی که گزارش شده است شوری وزن خشک کل بابونه آلمانی را کاهش می‌دهد، هماهنگ است (۶). در بین تیمارهای متیل‌جاسمونات نیز بیشترین (۶/۸۲ گرم در گلدان) و کمترین (۳/۹۶ گرم در گلدان) میزان وزن خشک کل بابونه به ترتیب به غلظت‌های ۷۵ و ۳۰۰ میکرومولار تعلق گرفت (شکل ۲). غلظت ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات در مقایسه با تیمارهای ۳۰۰ میکرومولار و شاهد (عدم کاربرد متیل‌جاسمونات)، به ترتیب وزن خشک کل بابونه آلمانی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر متیل‌جاسمونات بر قابلیت تولید و کیفیت گل بابونه تحت سطوح مختلف شوری

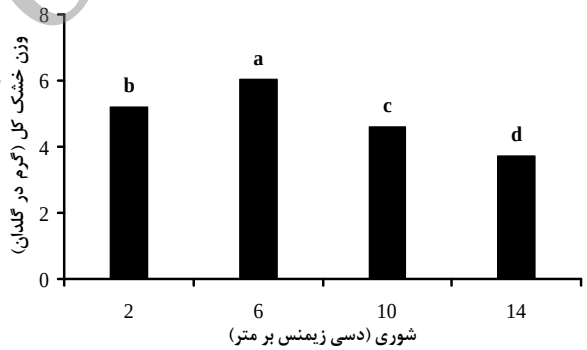
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن خشک کل	ارتفاع بوته	تعداد گل در گلدان	وزن خشک گل	فلاونول-o-گلیکوزید
تکرار	۲	۰/۱۲	۰/۰۸	۶۹۹/۶۵	۰/۰۳	۰/۰۶۴**
شوری	۳	۱۴/۲۸**	۶۶/۱۱**	۱۴۸۴۱/۸۸**	۲/۶۵**	۰/۳۲۹**
متیل‌جاسمونات	۴	۱۵/۱۷**	۱۱/۳۴**	۱۲۹۲۶/۶۸**	۳/۴۷**	۰/۱۰۸**
متیل‌جاسمونات × شوری	۱۲	۰/۳۰ns	۱/۹۳ns	۱۴۸۱/۶۱*	۰/۱۳*	۰/۰۰۹ns
خطا	۳۸	۰/۲۴	۱/۴۱	۶۷۹/۴۴	۰/۰۶	۰/۰۰۹

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

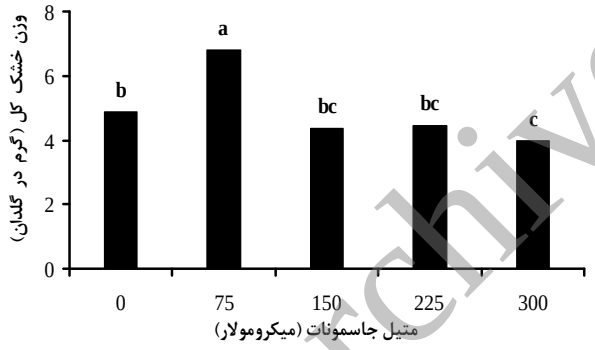
جدول ۲. ضرایب همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در گیاه دارویی بابونه آلمانی

صفت	فلاونول-o- گلیکوزید	وزن خشک کل در گلدان	ارتفاع بوته	تعداد گل در گلدان
وزن خشک کل در گلدان	۰/۷۷**	۱		
ارتفاع بوته	۰/۶۹**	۰/۷۰**	۱	
تعداد گل در گلدان	۰/۵۶**	۰/۷۹**	۰/۶۲**	۱
وزن خشک گل در گلدان	۰/۶۸**	۰/۹۳**	۰/۷۳**	۰/۷۸**

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪



شکل ۱. اثر شوری بر وزن خشک کل بابونه آلمانی

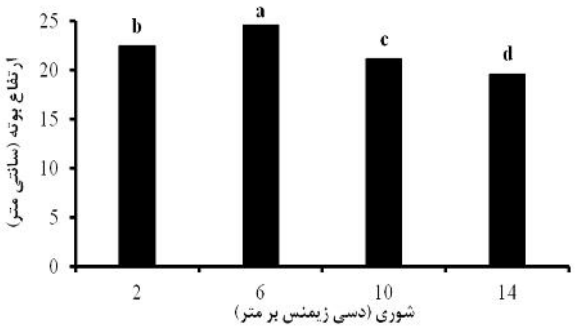


شکل۲. اثر متیل جاسمونات بر وزن خشک کل بابونه آلمانی

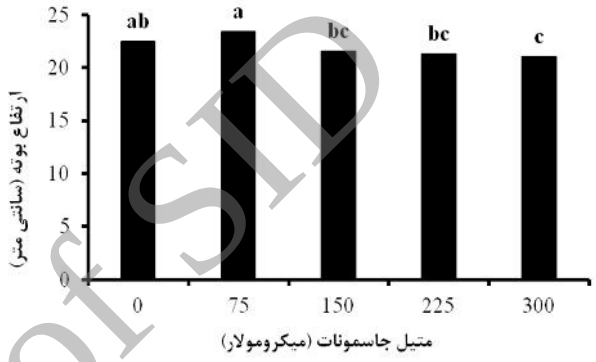
را ۴۲ و ۲۹ درصد افزایش داد (شکل ۲). در استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، مقدار، نوع ترکیب، زمان کاربرد، نوع گیاه و مرحله فنولوژیک در نوع پاسخی که گیاه بروز می‌دهد، بسیار تأثیرگذار است. به نظر می‌رسد که غلظت‌های بیشتر از ۷۵ میکرومولار این هورمون تأثیر زیادی در کاهش اثر تنش نداشته است که این نتایج با یافته‌های سایر پژوهشگران نیز هماهنگ است (۲۵).

بین وزن خشک کل در گلدان و میزان فلاونول-o-گلیکوزید، همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده گردید (جدول ۲). به عبارت دیگر، با افزایش وزن خشک کل در گلدان، میزان فلاونول-o-گلیکوزید افزایش یافت. برای ساخت متابولیت‌های ثانویه، نیاز به مقادیر بیشتری از کربن آلی است. بنابراین، به نظر می‌رسد که بیشتر بودن وزن خشک بابونه در تیمار ۷۵ میکرومولار علت برتری این تیمار از نظر متابولیت‌های ثانویه نظیر فلاونول-o-گلیکوزید باشد.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۳. اثر تنش شوری بر ارتفاع بوته بابونه آلمانی



شکل ۴. اثر متیل‌جاسمونات بر ارتفاع بوته بابونه آلمانی

ارتفاع بوته

ارتفاع بوته بابونه آلمانی از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر شوری و متیل‌جاسمونات قرار گرفت؛ ولی اثر متقابل آن‌ها بر این ویژگی معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های سطوح شوری نشان داد که تیمار ۶ دسی‌زیمنس بر متر با ارتفاع بوته ۲۴/۵۴ سانتی‌متر، به‌طور معنی‌داری در بالاترین سطح قرار گرفت. بابونه آلمانی یک گیاه مشخص خاک‌های شور است و به این دلیل مدت زیادی از آن به عنوان یک گیاه نمک‌دوست یاد شده است. ولی در شرایط خیلی شور به صورت روزت رشد می‌کند (۲۵). لذا، بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش نیز به نظر می‌رسد که بابونه آلمانی جزو گیاهان نسبتاً مقاوم به شوری بوده و تا اندازه‌ای نمک دوست است. بنابراین، رشد آن در شوری متوسط (۶ دسی زیمنس بر متر) بهتر صورت گرفته است. این نتایج با یافته‌های افضلی و همکاران (۱) نیز مطابقت دارد. تیمار ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر که کمترین ارتفاع بوته (۱۹/۶۰ سانتی‌متر) را داشت، در مقایسه با تیمار ۶ دسی زیمنس بر متر، ارتفاع بوته بابونه را ۲۰٪ کاهش داد (شکل ۳). ارتفاع بوته، اگرچه در غلظت ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات بیشترین بود، ولی نسبت به تیمار شاهد (عدم استفاده از متیل‌جاسمونات) تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (شکل ۴). با افزایش غلظت متیل‌جاسمونات فراتر از ۷۵ میکرومولار و شوری فراتر از ۶ دسی‌زیمنس بر متر، این ویژگی روند کاهشی نشان داد. کاهش در ارتفاع گیاه تحت شرایط تنش، نظیر تنش شوری، می‌تواند به دلیل کاهش تعداد گره‌های روی ساقه یا طول میانگره‌ها و یا هر دو باشد. از آنجایی که ابعاد سلول‌ها در شرایط کمبود آب یا زیادی نمک کاهش پیدا می‌کند، این مسئله می‌تواند منجر به کاهش در فاصله بین گره‌ها گردد. از طرف دیگر، به دلیل کاهش فیتومرهای ساقه نیز تعداد گره روی ساقه کمتر خواهد شد. مجموعه این عوامل باعث می‌شوند تا ارتفاع بوته کاهش پیدا کند. گزارش شده که شوری، ارتفاع بوته حبوبات (۲۳) و سبزی‌ها (۱۲) را کاهش می‌دهد. گزارش شده که متیل‌جاسمونات‌ها در غلظت‌های کم دارای اثر تحریک‌کنندگی در رشد گیاهان بوده و به‌طور قابل توجهی ارتفاع بوته، سطح برگ و وزن خشک گیاه را افزایش می‌دهند. ولی غلظت‌های زیاد متیل‌جاسمونات، ویژگی‌های مذکور را کاهش می‌دهند (۲۷ و ۲۸).

بین ارتفاع بوته و میزان فلاونول-o-گلیکوزید، همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده گردید (جدول ۳). احتمالاً افزایش ارتفاع بوته ناشی از افزایش فاصله میان گره‌ها، باعث نفوذ بهتر نور در کنوپی شده است که این امر متعاقباً فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی را افزایش داده و در نهایت به افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه منجر گردیده است.

تعداد و وزن خشک گل در گلدان

کاربرد متیل‌جاسمونات و اعمال شوری اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد و وزن خشک گل در گلدان داشت. همچنین، اثر متقابل شوری و متیل‌جاسمونات بر این ویژگی‌ها

Archive of SID

www.SID.ir

در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین میزان تعداد و وزن خشک گل در گلدان را که به‌ترتیب معادل ۲۶۱ گل در گلدان و ۳/۷۶ گرم در گلدان بود، گیاهان محلول‌پاشی شده با غلظت ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات در سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین تعداد و وزن خشک گل در گلدان (به ترتیب ۱۲۸ گل در گلدان و ۱/۲۹ گرم در گلدان) را گیاهان محلول‌پاشی شده با غلظت ۱۵۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات در سطح شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر نشان دادند. شایان ذکر است که تیمار ۱۵۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات در سطح شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر با تیمار ۳۰۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات در سطح شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر از نظر این ویژگی‌ها اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ۳). تیمار ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات در سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار ۳۰۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات در سطح شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر، تعداد و وزن خشک گل در گلدان را به‌ترتیب ۴۷ و ۷۳ درصد افزایش داد.

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، با شدت یافتن تنش شوری، از وزن گل کاسته شد. به نظر می‌رسد که متیل‌جاسمونات از طریق مکانیزم تعدیل اسمزی روی روابط آبی تأثیر گذاشته است. در واقع، افزایش پرولین و قند محلول در اثر متیل‌جاسمونات تحت شرایط شوری در تعدیل اسمزی مؤثر بوده که این امر فشار اسمزی را افزایش داده و در نتیجه جذب آب بهتر صورت گرفته است (۲۵)، به طوری که وزن گل به طور قابل توجهی در تیمار ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات بهبود یافت. در تیمار بدون اعمال شوری (تیمار شاهد) اگرچه تعداد گل در تیمارهای بدون محلول‌پاشی و محلول‌پاشی شده با غلظت ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات اختلافی با یکدیگر نداشتند، ولی وزن خشک گل افزایش بسیار چشمگیری را نشان داد و این مسئله می‌تواند به دلیل افزایش ابعاد گل و میزان مواد تجمع یافته در گل باشد. در مجموع، متیل‌جاسمونات در تیمارهای ۲ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر موجب تولید بیشترین وزن خشک گل گردید. ولی این برتری در دو سطح بعدی (۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر) کاهش پیدا کرد. در بررسی اثر تنش خشکی و شوری روی خصوصیات رشدی و روغن بابونه آلمانی مشاهده گردید که با افزایش شوری، از تعداد شاخه فرعی، تعداد گل در گلدان، ارتفاع بوته و قطر گل‌آذین کاسته شد. همچنین، شوری به طور قابل توجهی وزن تر و خشک گل‌ها و محتوای روغن بابونه را کاهش داد (۲۲). به‌نظر می‌رسد که متیل‌جاسمونات با سازوکارهایی نظیر جلوگیری از ورود نمک و جذب ترجیحی K^+ در شوری‌های ملایم، منجر به بیشتر بودن وزن خشک گل در تیمار ۶ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد شده است (۲۲). همچنین، گانگ و همکاران (۹) کاهش جذب Na^+ و افزایش جذب Ca^{+2}، Mg^{+2} و نیز K^+ به‌وسیله کاربرد جاسمونیک اسید در شرایط تنش شوری را گزارش کرده‌اند.

متیل‌جاسمونات هورمونی است که در فرایند گل‌دهی مؤثر بوده و نقش قابل توجهی در تنظیم گل‌دهی ایفا می‌کند (۳۰). همچنین، گزارش‌های موجود حاکی از آن است که جاسمونات‌ها برای توسعه گل و تکامل جنسی در گیاهان الزامی هستند و در غلظت‌های زیاد در تشکیل گل و میوه تأثیرگذار می‌باشند. بنابراین، در حضور جاسمونات‌ها ممکن است رشد و تکامل گل‌ها سریع‌تر به‌وقوع بپیوندد و در نتیجه عملکرد گل افزایش یابد (۷). شایان ذکر است که نتایج آزمایش‌های مختلف انجام شده با استفاده از متیل‌جاسمونات روی گل‌دهی و صفات مربوطه ضد و نقیض بوده و آنچه که می‌تواند این تناقض‌ها را توجیه کند توجه به زمان و غلظت استفاده از هورمون و نوع گیاه است که گاه آثار بازدارنده (۱۶) و گاه آثار تحریک کننده (۳۰) داشته است. همچنین، بین وزن گل و وزن خشک کل در گلدان، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). در واقع، با افزایش وزن خشک کل در گلدان، وزن گل نیز افزایش یافت. از آنجا که وزن گل بخشی از وزن خشک کل بوده و نیز افزایش وزن خشک کل بیانگر مساعد بودن شرایط برای رشد و تولید فتوآسمیلات‌ها و تخصیص آنها به اندام‌های

Archive of SID

www.SID.ir

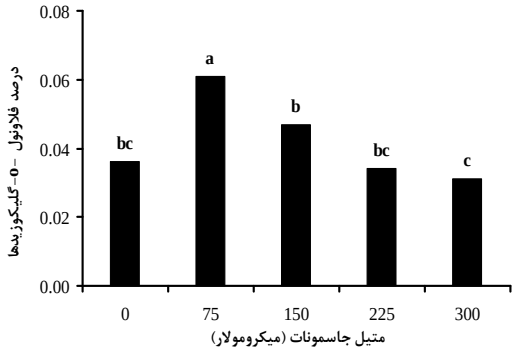
جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل شوری در متیل‌جاسمونات بر تعداد و وزن خشک گل در بابونه آلمانی

تیمار	S1					S2					S3					S4				
	MJ1	MJ2	MJ3	MJ4	MJ5	MJ1	MJ2	MJ3	MJ4	MJ5	MJ1	MJ2	MJ3	MJ4	MJ5	MJ1	MJ2	MJ3	MJ4	MJ5
تعداد گل در گلدان	۲۳۶ab	۲۳۰abc	۱۸۱d-g	۱۸۵c-g	۱۳۵gh	۲۲۷a-d	۲۶۱a	۲۲۱a-e	۲۱۷a-e	۱۷۰e-h	۱۸۹b-f	۱۷۲e-h	۱۴۱fgh	۱۳۷gh	۱۴۱fgh	۱۴۸fgh	۱۷۲e-h	۱۲۸h	۱۴۱fgh	۱۳۹fgh
وزن خشک گل (گرم در گلدان)	۲/۷۷cde	۳/۰۵b	۱/۷۳efg	۱/۹۰efg	۱/۷۰efg	۲/۶۱bcd	۳/۷۶a	۲/۰۶def	۲/۱۲cde	۱/۸۱efg	۱/۷۷efg	۲/۶۷bc	۱/۸۰efg	۱/۷۸efg	۱/۲۲fg	۱/۷۲efg	۲/۰۳def	۱/۲۹gh	۱/۳۳gh	۱/۰۳h

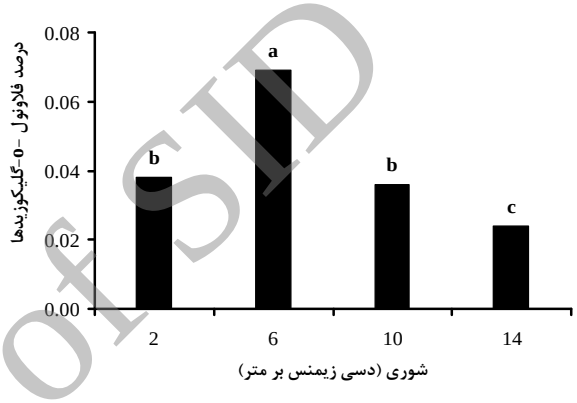
میانگین‌های هر ردیف که حداقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD ندارند (S1 تا S4 به‌ترتیب سطح شوری ۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر و MJ1 تا MJ5 به ترتیب صفر، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵. اثر متیل‌جاسمونات بر فلاونول-o -گلیکوزید در بابونه آلمانی



شکل ۶. اثر تنش شوری بر فلاونول-o -گلیکوزید در بابونه آلمانی

مختلف، از جمله بخش زایشی گیاه (گل‌ها)، می‌باشد، بنابراین دست‌یابی به چنین نتایجی دور از انتظار نیست.

درصد فلاونول-o-گلیکوزید

اثر اصلی شوری و متیل‌جاسمونات بر درصد فلاونول-o-گلیکوزید معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل تیمارها بر این ویژگی معنی‌دار نشد (جدول ۱). بیشترین میزان فلاونول-o-گلیکوزید را گیاهان محلول‌پاشی شده با غلظت ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات با ۴۱٪ افزایش نسبت به تیمار عدم استفاده از متیل‌جاسمونات به خود اختصاص دادند (شکل ۵). سطح شوری ۶ دسی زیمنس بر متر با ۴۵٪ افزایش نسبت به تیمار ۲ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین میزان فلاونول-o-گلیکوزید را تولید کرد (شکل ۶). گیاهان محلول‌پاشی شده با غلظت ۳۰۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات و نیز گیاهان رشد کرده در سطح شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر کمترین درصد فلاونول-o-گلیکوزید را داشتند (به‌ترتیب ۰/۰۳۱ و ۰/۰۲۴ درصد) (شکل‌های ۵ و ۶). بین وزن خشک کل در گلدان و ارتفاع بوته با فلاونول-o-گلیکوزید همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده گردید (جدول ۳). افزون بر این، همبستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن خشک گل و میزان فلاونول-o-گلیکوزید مشاهده گردید (جدول ۳). از آنجایی که فلاونول-o-گلیکوزید از گل بابونه استخراج می‌شود، بنابراین طبیعی است که با افزایش وزن خشک گل، میزان این ترکیب هم افزایش یابد. بابونه از گیاهانی است که مواد آنتی‌اکسیدانی با نام فلاونوئیدها تولید می‌کند (۲). این ترکیبات جمع‌آوری‌کننده رادیکال‌های آزادی هستند که علاوه بر آسیب به سلول‌ها، در گسترش تومورهای سرطانی نقش به‌سزایی دارند. همچنین، متیل‌جاسمونات قادر است ژن‌های سنتزکننده فلاونوئید را القا کند. بنابراین، گیاه بابونه علاوه بر این که در حالت عادی دارای مواد آنتی‌اکسیدان می‌باشد، استفاده از متیل‌جاسمونات، تولید این ماده را افزایش می‌دهد. با توجه به موارد فوق، به‌نظر می‌رسد که کاهش مقدار اکسیژن‌های آزاد که اثرهای مخربی روی رشد و تولید دارند، تا اندازه‌ای به دلیل مواد آنتی‌اکسیدان بابونه و به احتمال بیشتر به علت استفاده از متیل‌جاسمونات صورت پذیرفته است. در بررسی تأثیر متیل‌جاسمونات بر کیفیت و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه خرمالو، گزارش شده که متیل‌جاسمونات تولید فلاونوئید را در این گیاه افزایش داد (۵).

نتیجه‌گیری

اثرهای اصلی متیل‌جاسمونات و اعمال شوری بر ارتفاع بوته، وزن خشک کل و فلاونول-o-گلیکوزید معنی‌دار شد. ولی اثر متقابل متیل‌جاسمونات و شوری فقط بر تعداد گل در گلدان و وزن گل معنی‌دار بود. تمامی صفات با افزایش غلظت متیل‌جاسمونات و سطح شوری به‌ترتیب به بیش از ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات و شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر، کاهش یافتند. بیشترین میزان وزن خشک کل در گلدان، ارتفاع

Archive of SID

www.SID.ir

بوته، تعداد و وزن خشک گل در گلدان و درصد فلاونول-o-گلیکوزید مربوط به گیاهان محلول‌پاشی شده با غلظت ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات و شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر بود. از آنجا که تمام صفات مورد بررسی همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد گل داشتند، می‌توان بیان کرد که تمامی این صفات در افزایش عملکرد گل دخیل بوده‌اند. همچنین، متیل‌جاسمونات در فرایند گل‌دهی مؤثر بوده و با توجه به زمان و غلظت مورد استفاده و نوع گیاه، اثرهای بازدارنده یا تحریک‌کننده روی گل‌دهی ایجاد می‌کند. علاوه بر این، هورمون متیل‌جاسمونات القاگر تولید متابولیت‌های ثانویه، از جمله فلاونوئید، می‌باشد که در آزمایش حاضر، افزایش میزان فلاونول-o-گلیکوزید نسبت به سطح شاهد محقق گردید.

منابع مورد استفاده

1. Afzali, F., H. Shariatmadari, M. Haj-Abbasi and F. Moattar. 2007. Impact of drought and salinity stress on yield flower and the amount of flavonol-o-glycoside in German chamomile. Iran. J. Med. Aromat. Plants 23(3): 382-390.
2. Asgari, P., G.H. Naderi and N. Asgari. 2003. Protective effects of flavonoids against free radical-induced blood hemolysis. Iran. J. Med. Aromat. Plants 4: 515-505.
3. Aziz, E.E., H. Al-Amier and L.E. Craker. 2008. Influence of salt stress on growth and essential oil production in peppermint, pennyroyal, and apple mint. J. Herbs Spices Med. Plants 14: 77-87.
4. Beveridge, C.B., U. Mathesius, R.J. Rose and P.M. Gresshoff. 2007. Common regulatory themes in meristem development and whole-plant homeostasis. Curr. Opin. Plant Biol. 10: 44-51.
5. Cao, S., Y. Zheng, Z. Yang, K. Wang and H. Rui. 2009. Effect of methyl jasmonate on quality and antioxidant activity of postharvest loquat fruit. J. Sci. Food Agric. 115: 1458-1463.
6. Dadkhah, A.R. 2010. Effect of salt stress on growth and essential oil of *Matricaria chamomilla*. Res. J. Biol. Sci. 5(10): 643-646.
7. Delker, C., I. Stenzel, B. Hause, O. Miersch, I. Feussner and C. Wasternack. 2006. Jasmonate biosynthesis in Arabidopsis thaliana – enzymes, products, regulation. J. Plant Biol. 8: 297-306.
8. Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita and S.M.A. Basra. 2009. Plant drought stress: Effects, mechanisms and management. Agron. Sustain. Dev. 29: 185-212.
9. Gong, H., X. Zhu, K. Chen, S. Wang and C. Zhang. 2005. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. Plant Sci. 169: 313-321.
10. Hayashi, H., P. Huang and K. Inoue. 2003. Up-regulation of soya saponin biosynthesis by methyl jasmonate in cultured cells of *Glycyrrhiza glabra*. J. Plant Cell Physiol. 44: 404-411.
11. Hernandez-Ceruelos, A., E. Madrigal-Bujaidar and C. de la Cruz. 2002. Inhibitory effect of chamomile essential oil on the sister chromatid exchanges induced by daunorubicin and methyl methanesulfonate in mouse bone marrow. Toxicol. Lett. 135: 103-110.
12. Jamil, M., D. Lee, K.Y. Jung, M. Ashraf, S.C. Lee and E.S. Rha. 2006. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. J. Cent. Eur. Agric. 2: 273-282.
13. Kerepesi, H. and G. Galiba. 2000. Osmotic and salt stress-induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings. J. Crop Sci. 40: 482-487.
14. Kim, H.J., F. Chen, X. Wang and N.C. Rajapakse. 2006. Effect of methyl jasmonate on secondary metabolites of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). J. Agric. Food Chem. 6: 2327-2332.
15. Kim, H.J., J.M. Fonseca, J.H. Choi and C. Kubota. 2007. Effect of methyl jasmonate on phenolic compounds and carotenoids of romaine lettuce (*Lactuca sativa* L.). J. Agric. Food Chem. 25: 10366-10372.
16. Maciejewska, B. and J. Kopcewicz. 2002. Inhibitory effect of methyl jasmonate on flowering and elongation growth in Pharbitis nil. J. Plant Growth Regul. 21: 216-223.
17. Malarz, J., A. Stojakowska and W. Kisiel. 2007. Effect of methyl jasmonate and salicylic acid on sesquiterpene lactone accumulation in hairy roots of *Cichorium intybus*. Acta Physiol. Plant. 29: 127-132.
18. Mengual, V.A., M.L.F. Serra, P.E. Marin, A.J.M. Casanova, J.A.J. Miret and A.G. Cadenas. 2003. Influence of abscisic acid and other plant growth regulators on citrus defence mechanisms to salt stress. Span. J. Agric. Res. 1(1): 59-65.
19. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. J. Plant Cell Environ. 25: 239-250.
20. Munns, R. and M. Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biol. 59: 651-681.

Archive of SID

www.SID.ir

21. Ozturk. A., A. Unlukara, A. Ipek and B. Gurbuz. 2004. Effects of salt stress and water deficit on plant growth and essential oil content of Lemon-balm (*Melissa officinalis* L.). Pak. J. Bot. 4: 787-792.
22. Razmjoo, K., P. Heydarizadeh and M.R. Sabzalian. 2008. Effect of salinity and drought stresses on growth parameters and essential oil content of *Matricaria chamomilla*. Int. J. Agric. Biol. 10(4): 451-454.
23. Rosas, B.S., J.A. Andres, M. Rovera and N.S. Correa. 2006. Phosphate solubilizing *Pseudomonas putida* can influence the rhizobia-legume symbiosis. Soil Biol. Biochem. 38: 3502-3505.
24. Salamon, I. 1998. Genetic resources of selected medicinal plants in the east Slovak lowland- their evaluation and use. Med. Plants Rep. 5: 24-29.
25. Salimi, F., F. Shekari, M.R. Azimi and E. Zagani. 2011. Role of methyl jasmonate on improving salt resistance through some physiological characters in German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iran. J. Med. Aromat. Plants 4: 700-711.
26. Srivastava, L.M. 2002. Plant Growth and Development: Hormones and Environment. Chapter 12: Jasmonates and other defense-related compounds. Academic Press.
27. Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. J. Plant Growth Regul. 45: 215-224.
28. Walia, H., C. Wilson, P. Condamine, X. Liu, A. Ismail and T. Close. 2007. Large-scale expression profiling and physiological characterization of jasmonic acid-mediated adaptation of barley to salinity stress. J. Plant Cell Environ. 4: 410-421.
29. Wasternack, C. 2007. Jasmonates: An update on biosynthesis, signal transduction and action in plant stress response, growth and development. J. Ann. Bot. 100: 681-697.
30. Wong, C.E., M.B. Singh and P.L. Bhalla. 2009. Floral initiation process at the soybean shoot apical meristem may involve multiple hormonal pathways. Plant Signal. Behav. 7: 648-651.

Archive of SID

www.SID.ir