

بررسی اثر سه نوع الیسیتور غیرزیستی بر برخی ویژگی‌های مورفو-فیزیولوژیکی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) در دو مرحله رشد رویشی



زهره چهابکاری، اسد معصومی اصل* و رضا امیری فهلیانی

ایران، یاسوج، دانشگاه یاسوج، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۴

چکیده

تولید گیاهان دارویی به صورت انبوه و استفاده از روش‌های افزایش تولید ماده موثره این گیاهان امری قابل توجه برای ورود به بازار جهانی، ارزآوری و رقابت با سایر کشورها می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش، بررسی تغییرات برخی صفات مورفو-فیزیولوژیکی گیاه بابونه آلمانی در اثر کاربرد سه نوع الیسیتور غیرزیستی می‌باشد. در این پژوهش، برگ‌های گیاه بابونه آلمانی با غلظت‌های متفاوت سه الیسیتور غیرزیستی در سه هفته متفاوت از رشد (۶، ۸ و ۱۰ هفتگی) به صورت مجزا محلول پاشی شدند و سپس در دو زمان متفاوت (۴۸ ساعت بعد از محلول پاشی و انتهای رشد رویشی) نمونه‌های برگ‌ها برداشت گردیدند و صفات وزن تر و خشک گیاه، کلروفیل a و b، کلروفیل کل، پروتئین محلول برگ‌ها و کاروتنوئید اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان دادند که بیشترین وزن خشک، بیشترین کلروفیل کل، بالاترین مقدار کاروتنوئید و بالاترین مقدار پروتئین با محلول پاشی اسیدسالیسیلیک در هر دو مرحله رشد رویشی در غلظت ۲۵۰ میلی‌مولار در هفته‌های ششم و دهم، با اسیدجاسمونیک در هر دو مرحله رشد رویشی در غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار در هفته‌های ششم، هشتم و دهم و با متیل جاسمونات در هر دو مرحله رشد رویشی در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار در هفته‌های ششم، هشتم و دهم بدست آمد. مقایسه مقادیر صفات مورد بررسی نشان داد که اثرات درازمدت متیل جاسمونات تا هفته ششم باقی می‌ماند ولی اثرات اسید جاسمونیک تا هفته هشتم و اسیدسالیسیلیک تا هفته دهم ماندگاری داشتند. لذا بنظر می‌رسد اثرات درازمدت اسیدسالیسیلیک بیشتر از اسید جاسمونیک و این نیز بهتر از متیل جاسمونات است.

واژه های کلیدی: بابونه آلمانی، الیسیتور، پروتئین، کلروفیل

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۳۹۵۲۹۹۷۴۲، پست الکترونیکی: Masoumiasl@yu.ac.ir

مقدمه

که یکی از مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین گیاهان دارویی اسانس‌دار در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی می‌باشد. اندام دارویی مورد استفاده بابونه آلمانی، گل‌های گیاه می‌باشد که شامل دو دسته مواد دارویی هیدروفیل شامل فلاونوئیدها (آپیژنین) و کومارین و لیپوفیل شامل سزکوئی‌ترین‌ها (کامازولن) است (۱).

الیسیتورها عوامل زنده و غیر زنده‌ای هستند که در تحریک پاسخ‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی و همچنین تولید

امروزه به دلیل روشن شدن عوارض جانبی داروهای شیمیایی، مصرف داروهای گیاهی در حال افزایش است. بر اساس برآوردهای انجام شده، ۲۵ تا ۵۰ درصد کلیه داروهای تجویز شده در دنیا به ترکیبات فعال زیستی حاصل از گیاهان مربوط می‌شود که این امر حاکی از ارزش اقتصادی قابل توجه گیاهان دارویی در جوامع بشری می‌باشد (۱۳). بابونه آلمانی یکی از پرفروش‌ترین گیاهان دارویی در جهان بوده است. بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) گیاهی علفی، یکساله و بسیار معطر است

پروتئین بسته به گونه گیاهی، شدت تنش و غلظت اسیدسالیسیلیک و اندام گیاهی متفاوت است، به طوری که در بعضی مطالعات افزایش و یا کاهش میزان پروتئین گزارش شده است (۲۵). پروتئین محلول برگ‌ی بابونه آلمانی در اثر محلول‌پاشی برگ‌ی با اسیدسالیسیلیک (۱۰/۵ و ۱۵ میلی‌مولار) افزایش نشان داد (۱۰). در گیاه شنبلیله، تحت تیمار با اسیدسالیسیلیک افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان کاتالاز و گاپاکول سوپراکسید دیسموتاز و آسکوربات پراکسیداز، کلروفیل a و b نسبت به شاهد مشاهده گردید (۲۶).

جاسمونات‌ها و متیل استر آن (متیل جاسمونات) گروهی از هورمون‌های درون‌زای گیاهی محسوب می‌شوند که از طریق مسیر بیوستزی اکتادکانوئید سنتز می‌شوند. غلظت‌های پایین متیل‌جاسمونات (۱ و ۱۰ میکرومولار) باعث افزایش توان دفاعی و رشد گیاه سویا شد، اما غلظت‌های بالای متیل‌جاسمونات (۱۰۰ و ۵۰۰ میکرومولار) رنگیزه‌های فتوستزی و رشد گیاه را کاهش دادند (۶). اسیدجاسمونیک یک هورمون درون‌زای گیاهی است که نقش کلیدی در واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی داشته و سبب تجمع برخی از پروتئین‌های درون سلولی موسوم به پروتئین‌های غشای تیلاکوئیدی می‌شود که این پروتئین‌ها به پروتئین‌های حاصله از تنش-های اسید آبسزیک و شوری بسیار شبیه هستند. تصور می‌شود استفاده خارجی از این ترکیبات می‌تواند به‌عنوان یک عامل تنش‌زای مؤثر باشد (۲۳). جاسمونات‌ها به‌عنوان ترکیبات پیام‌رسان کلیدی در فرآیند القاء که منجر به تجمع متابولیت‌های ثانویه می‌شود، معرفی شده‌اند (۲۷). Jung (۱۵) نشان داده است که در گیاه آرآیدوپسیس، ۷ روز پس از تیمار با متیل‌جاسمونات (غلظت ۱۰۰ میکرومول) محتوای کلروفیل a و b کاهش یافته است. مشاهده شده که پارامترهای فتوستزی، خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد و کاهش اثرات تنش در اثر محلول‌پاشی بابونه آلمانی با متیل‌جاسمونات بهبود

فیتوآلکسین‌ها در گیاهان نقش دارند، تعداد زیادی از این الیستورها بطور مؤثر تولید سطح وسیعی از متابولیت‌های ثانویه گیاهی را افزایش می‌دهند (۲۸). از الیستورهای غیرزنده می‌توان به اسیدسالیسیلیک، اسیدجاسمونیک و متیل‌جاسمونات اشاره کرد. اسیدسالیسیلیک یک ترکیب فنلی طبیعی و از تنظیم‌کننده‌های رشد درون‌زاست که در بیشتر گیاهان وجود دارد و به وسیله سلول‌های ریشه تولید می‌شود. اسیدسالیسیلیک رشد و نمو، میزان تنفس، فتوستز، جذب و انتقال یون‌ها را تحت تأثیر قرار داده و تغییراتی را در ریخت‌شناسی برگ و ساختار کلروفیل ایجاد می‌کند (۲۴). Kovacik و همکاران (۱۶) با انجام آزمایشی بر روی گیاهچه‌های بابونه آلمانی ۲۰ روزه، نشان دادند که غلظت ۵۰ میکرومولار اسیدسالیسیلیک پس از ۷ روز تیمار، باعث رشد برخی از شاخص‌های فیزیولوژیکی برگ و ریشه به ترتیب به میزان ۳۲ و ۶۵ درصد شدند، در حالی که غلظت ۲۵۰ میکرومولار اثر عکس داشت. در آزمایش دیگری، بابونه‌های آلمانی دیپلوئید و تتراپلوئید در هفته هشتم رشد با غلظت‌های متفاوت اسیدسالیسیلیک (۰/۷، ۱/۴، ۳/۵، ۷، ۱۰/۵ و ۱۵ میلی‌مولار) تیمار شدند و پس از ۴۸ ساعت نمونه‌های برگ‌ی برداشت گردیدند. در غلظت‌های متفاوت، صفات فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده از جمله کلروفیل و پروتئین محلول تفاوت معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان دادند و در غلظت‌های ۱۰/۵ و ۱۵ میلی‌مولار بیشترین افزایش در صفات دیده شد (۱۰). Metwally و همکاران (۲۱) بیان نمودند که محلول‌پاشی گیاهچه‌های جو با اسیدسالیسیلیک باعث افزایش وزن خشک ریشه‌ها و برگ می‌گردد. Maibangsa و همکاران (۲۰) نشان دادند که گیاهان تیمار شده با اسیدسالیسیلیک میزان تجمع کلروفیل زیادتری داشتند و همانطوری که Hayat و همکاران (۱۳) و Horvath و همکاران (۱۴) گزارش کردند محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک احتمالاً از طریق بهبود تثبیت کربن، سنتز متابولیت‌ها و حفظ وضعیت آب بافت‌های گیاهی باعث افزایش رشد می‌شود. تأثیر اسیدسالیسیلیک بر میزان

اسیدجاسمونیک و متیل جاسمونات در غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومولار و اسیدسالیسیلیک در غلظت‌های ۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میکرومولار در هفته‌های ششم، هشتم و دهم صورت‌گرفت (تعدادی از گلدان‌ها در هفته ششم، تعدادی در هفته هشتم و مابقی در هفته دهم به صورت جداگانه) و برداشت نمونه‌های برگ‌گی ۴۸ ساعت پس از محلول‌پاشی در هر هفته و اواخر رشد رویشی صورت پذیرفت و صفات وزن تر، وزن خشک، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، پروتئین کل محلول برگ‌گی و کاروتنوئید اندازه‌گیری گردید. وزن تر با استفاده از ۱۰ برگ از گیاهچه و با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. سپس برگ‌ها درون پاکت گذاشته شد و در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و وزن خشک آن‌ها با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. میزان انواع کلروفیل برگ به روش Arnon (۸)، میزان کاروتنوئید به روش Lichtenthaler (۱۷) و محتوای پروتئین کل محلول برگ‌گی به روش Liu و Huang (۱۸) اندازه‌گیری شد. داده‌های آزمایش ابتدا و انتهای رشد رویشی هرکدام بصورت مجزا تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین در هر دوره بصورت جداگانه صورت پذیرفت. اسپری‌پاشی فقط در سه هفته ابتدایی از رشد (ششم، هشتم و دهم) انجام و نمونه‌برداری در انتهای رشد رویشی فقط به منظور بررسی میزان ماندگاری اثر احتمالی ایستتورها بود. لازم به ذکر است که در انتهای رشد رویشی محلول‌پاشی انجام نشد و به همین دلیل داده‌های هر دوره بصورت جداگانه تجزیه و تحلیل شدند. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

اسیدسالیسیلیک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش غلظت اسیدسالیسیلیک و زمان در هر دو مرحله رشدی روی همه صفات (به جز پروتئین در انتهای رشد

پیدا کردند. جاسمونات‌ها در غلظت ۰/۱ میکرومولار باعث ترمیم رنگدانه‌های فتوسنتزی از جمله کلروفیل a و کاروتنوئید در نوعی عدسک آبی گردیده است (۲۰). در محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک و اسیدجاسمونیک روی گیاه دارویی بابونه آلمانی، برهمکنش هورمون اسیدسالیسیلیک و اسیدجاسمونیک بر وزن تر گل و درصد کامازولن معنی‌دار بود، این در حالی است که هورمون اسیدجاسمونیک بر درصد کامازولن نیز اثر معنی‌دار داشت (۷).

اکثر تحقیقات قبلی، اثرات یک نوع ایستتور را آنهم فقط در دو تا سه روز پس از محلول‌پاشی بررسی کرده اند ولی هدف پژوهش حاضر بررسی تغییرات برخی صفات مورفو-فیزیولوژیکی بابونه آلمانی در دو مرحله ابتدا و انتهای رشد رویشی تحت تاثیر سه نوع ایستتور غیر زنده است، لذا هدف ما این بود که اثرات بلند مدت سه نوع ایستتور را روی این صفات بررسی نموده و با اثرات کوتاه مدت آنها مقایسه نماییم.

مواد و روشها

به منظور ارزیابی برخی ویژگی‌های مورفو- فیزیولوژیکی بابونه آلمانی تحت تاثیر غلظت‌های متفاوت سه نوع ایستتور غیر زنده در دو مرحله ابتدا و انتهای رشد رویشی، آزمایشی در دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار طراحی و اجرا شد. خاک گلدان‌ها از ۵۰٪ رس، ۳۰٪ ماسه، ۱۰٪ کود آلی و ۱۰٪ ورمی‌کمپوست تهیه گردید. بذر بابونه آلمانی از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شدند. گلدان‌های حاوی بذور کشت شده در اتاقک رشد آزمایشگاه مرکزی در دمای متناوب ۲۵ و ۱۸ درجه سانتی‌گراد (روز و شب) با دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. آبیاری یک روز در میان بسته به شرایط گلدان‌ها صورت می‌گرفت و خاک گلدان‌ها مرطوب نگهداشته می‌شد. اسپری‌پاشی گلدان‌ها به صورت مجزا با ایستتور

کمترین میزان وزن خشک در هر دو مرحله رشدی در غلظت صفر در هفته‌های ششم و دهم بود یعنی استفاده از الیسیتور در هر سه هفته و در هر دو مرحله رشدی باعث افزایش وزن تر و خشک شده است (جداول ۳ و ۴).

رویشی) معنی‌دار بودند. (جداول ۱ و ۲). بیشترین میزان وزن تر و خشک در هر دو مرحله رشدی در غلظت ۲۵۰ میکرومولار در هفته دهم مشاهده گردید. در مرحله اوایل رشد رویشی، بیشترین وزن تر و خشک در غلظت ۲۵۰ میکرومولار تفاوت معنی‌داری با ۱۵۰ میکرومولار نداشت.

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر غلظت‌های متفاوت اسیدسالسیلیک و زمان‌های مختلف بر روی برخی صفات بابونه آلمانی در اوایل رشد رویشی (۴۸ ساعت پس از محلول‌پاشی)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					وزن تر	وزن خشک
		کلروفیل کل	کلروفیل b	کلروفیل a	کاروتنوئید	پروتئین		
زمان	۲	۰/۰۰۰۵۷**	۰/۰۰۰۱*	۰/۰۰۰۷۲**	۰/۰۰۰۵۵**	۰/۰۰۰۳۹**	۲۲۱۷/۷۳**	۱۸/۷۹**
غلظت	۳	۰/۰۰۰۳۷**	۰/۰۰۰۱۵**	۰/۰۰۰۵۲**	۰/۰۰۰۱۲**	۰/۳۴۴۴**	۱۶۸۰/۶**	۱۰/۹۳**
زمان×غلظت	۶	۰/۰۰۰۳۷**	۰/۰۰۰۰۲**	۰/۰۰۰۳۵**	۰/۰۰۰۰۳**	۰/۱۷۶۰۰**	۳۲۸/۲۴**	۳/۰۹**
خطا	۲۴	۰/۰۰۰۰۸	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۳۹	۱۵/۸۹	۰/۱۵۹
ضریب تغییرات (%)		۱۴/۶۱	۱۵/۱۴	۱۷/۹۷	۱۱/۶۵	۸/۴۷	۱۰/۸۶	۱۲/۶۴

** و ***: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر غلظت‌های متفاوت اسیدسالسیلیک و زمان‌های مختلف بر روی برخی صفات بابونه آلمانی در انتهای رشد رویشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					وزن تر	وزن خشک
		کلروفیل کل	کلروفیل b	کلروفیل a	کاروتنوئید	پروتئین		
زمان	۲	۰/۰۶۱۲**	۰/۰۲۹۹**	۰/۰۰۶۴**	۰/۰۰۵۷**	۰/۰۵۰۲**	۱۸۳۳۱**	۲۳۰**
غلظت	۳	۰/۳۸۶۵**	۰/۱۴۳۷**	۰/۰۵۹۵**	۰/۰۲۸۴**	۱/۳۳۱۷**	۲۳۰۴۹**	۷۸۲**
زمان×غلظت	۶	۰/۱۲۵۴**	۰/۰۵۶۴**	۰/۳۲۰۴**	۰/۰۰۳۹**	۰/۰۲۲۷	۲۴۶۷۵**	۳۹۵**
خطا	۲۴	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۴۱	۳۶/۸	۲۱/۴۳
ضریب تغییرات (%)		۶/۴۶	۱۲/۹۴	۷/۳	۷/۴۳	۷/۹۵	۱۴/۸۵	۱۲/۸۶

** و ***: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

شد. در مرحله اوایل رشد رویشی، با ادامه محلول‌پاشی در هفته‌های هشتم و دهم افزایش انواع کلروفیل رخ نداد ولی در مرحله انتهای رشد رویشی، کلروفیل‌های b و کل با ادامه محلول‌پاشی افزایش نشان دادند طوریکه بالاترین مقدار کلروفیل‌های b و کل در هفته دهم مشاهده شد (جداول ۳ و ۴).

کلروفیل a در هر دو مرحله رشدی در هفته ششم و غلظت ۲۵۰ میکرومولار دارای بیشترین مقدار نسبت به سایر تیمارها بود (جدول ۳). بیشترین مقدار کلروفیل b و کلروفیل کل در اوایل رشد رویشی در هفته ششم و غلظت ۲۵۰ میکرومولار اسیدسالسیلیک بود، در حالیکه بیشترین مقدار کلروفیل b و کلروفیل کل در مرحله انتهای رشد رویشی در هفته دهم و غلظت ۲۵۰ میکرومولار مشاهده

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش غلظت اسیدسالیسیلیک و زمان روی صفات مورفو-فیزیولوژیک بایونه آلمانی در اوایل رشد رویشی

غلظت (میکرومولار)	هفته	وزن تر	وزن خشک	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	پروتئین
۰	۶	h ۱۳	g ۱/۲۶	ef ۰/۰۲۱	f ۰/۰۲۲۱	gh ۰/۰۴۳۲	fg ۰/۰۴۹	d ۰/۷۷۸
۵۰		f ۲۲/۶۳	fg ۱/۷۶	d-f ۰/۰۲۷	ef ۰/۰۲۳۵	e-g ۰/۰۵۱	d-f ۰/۰۵۶	bc ۰/۹۹۹
۱۵۰		fg ۲۰/۴۶	ef ۲/۲۶	b ۰/۰۴۱	b-d ۰/۰۳۴۱	bc ۰/۰۷۵۷	b ۰/۰۷۹	ef ۰/۵۸۲
۲۵۰		de ۳۰/۸۶	de ۲	a ۰/۰۶۴	a ۰/۰۶۲۶	a ۰/۱۰۶	a ۰/۰۹۳	a ۱/۳۸۲
۰	۸	ef ۲۴/۲۶	de ۲/۴	d-f ۰/۰۲۵	fg ۰/۰۲۱	f-h ۰/۰۴۵۳	ef ۰/۰۵۲	f ۰/۵۲۰
۵۰		d ۳۱/۹۳	de ۲/۵۵	bc ۰/۰۳۶	de ۰/۰۳۱۱	cd ۰/۰۶۷۵	bc ۰/۰۷۱	c ۰/۹۰۶
۱۵۰		bc ۵۳/۰۶	e ۳	c-e ۰/۰۲۹	de ۰/۰۳۱۲	c-e ۰/۰۶۰۸	c-e ۰/۰۶۲	e ۰/۶۴۳
۲۵۰		c ۵۱/۱	c ۳/۸	cd ۰/۰۳۲	bc ۰/۰۴۱۳	b-d ۰/۰۷۲۹	cd ۰/۰۶۵	b ۱/۱۰
۰	۱۰	gh ۱۴	g ۱/۳	f ۰/۰۱۸	g ۰/۰۱۴۱	h ۰/۰۳۱۷	g ۰/۰۳۸	d ۰/۷۵۰
۵۰		ab ۵۹/۱	b ۴/۷۶	d-f ۰/۰۲۶	fg ۰/۰۱۸۴	f-h ۰/۰۴۴۸	d-f ۰/۰۵۶	h ۰/۲۵۰
۱۵۰		a ۶۰/۰۶	a ۶/۱	d-f ۰/۰۲۵	d ۰/۰۳۳۹	d-f ۰/۰۵۹۱	cd ۰/۰۶۶	g ۰/۴۱۰
۲۵۰		a ۶۰	a ۵/۸۳	d-f ۰/۰۲۳	b ۰/۰۴۲	b ۰/۰۸۵۲	de ۰/۰۵۹	ef ۰/۵۴۳

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند اختلاف آنها در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین برهمکنش غلظت اسیدسالیسیلیک و زمان روی صفات مورفو-فیزیولوژیک بایونه آلمانی در انتهای رشد رویشی

غلظت (میکرومولار)	هفته	وزن تر	وزن خشک	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	پروتئین
۰	۶	c ۳۶۸	f ۱۷/۹۳	f ۰/۲۸۱	f ۰/۳۷۰	e ۰/۳۶۹	g ۰/۱۵۳	d ۰/۷۵۹
۵۰		ab ۴۷۴	bc ۴۳/۳۳	d ۰/۳۶۲	ef ۰/۴۹۰	d ۰/۴۹۰	ef ۰/۱۹۷	f ۰/۳۱۴
۱۵۰		bc ۴۴۴/۷	cd ۳۶/۰۶	g ۰/۲۲۴	f ۰/۳۱۸	ef ۰/۳۱۷	g ۰/۱۳۴	e ۰/۵۵۵
۲۵۰		bc ۴۰۶/۷	de ۳۰/۵۳	a ۰/۵۶۷	b ۰/۸۶۴	b ۰/۸۶۳	ab ۰/۲۷۷	a ۱/۷۲۳
۰	۸	d ۲۶۱/۳	de ۳۱/۴۶	cd ۰/۳۸۵	de ۰/۵۴۵	d ۰/۵۴۵	h ۰/۰۹۱	e ۰/۵۳۵
۵۰		bc ۴۴۱/۳	ab ۵۰/۶۶	de ۰/۳۴۴	cd ۰/۴۹۰	d ۰/۴۹۰	f ۰/۱۹۰	f ۰/۳۱۰
۱۵۰		bc ۴۲۳/۳	cd ۳۷/۶	c ۰/۴۲۷	c ۰/۶۳۷	c ۰/۶۳۷	de ۰/۲۲	d ۰/۷۴۶
۲۵۰		ab ۴۷۱/۳	bc ۴۲/۸۶	c ۰/۴۲۷	c ۰/۶۵۰	c ۰/۶۴۹	cd ۰/۲۴۴	b ۱/۳۵
۰	۱۰	c ۳۶۸	f ۱۷/۹	f ۰/۲۸۱	f ۰/۳۶۹	e ۰/۳۶۸	g ۰/۱۵۲	d ۰/۷۴۹
۵۰		d ۲۵۴/۷	ef ۲۴/۵۳	ef ۰/۲۹۷	g ۰/۳۰۳	f ۰/۳۰۳	ef ۰/۲۰۵	d ۰/۷۵۳
۱۵۰		bc ۳۷۵/۳	c ۴۱/۰۶	ab ۰/۵۳۱	b ۰/۸۱۲	b ۰/۸۲۱	bc ۰/۲۵۶	c ۰/۹۰۹
۲۵۰		a ۵۶۴	a ۵۷/۸	b ۰/۴۹۴	a ۱/۱۲	a ۱/۱۲	a ۰/۲۹	c ۰/۹۹۸

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند اختلاف آنها در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

برتری غلظت ۲۵۰ میکرومولار اسیدسالیسیلیک نسبت به سایر غلظت‌ها می‌باشد (جدول ۳ و ۴). نتایج بررسی پروتئین نیز با نتایج دیگر صفات مورد بررسی در یک راستا بوده و مشخص می‌کند که غلظت ۲۵۰ میکرومولار

بیشترین میزان کاروتنوئید در هر دو مرحله رشدی، در غلظت ۲۵۰ میکرومولار اسیدسالیسیلیک بود، اما در ابتدای رشد در هفته ششم و در انتهای رشد در هفته دهم بود. نتایج این صفت همانند نتایج صفات قبل نشان دهنده

اسیدجاسمونیک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش غلظت‌های مختلف اسیدجاسمونیک و زمان روی همه صفات در هر دو مرحله رشدی معنی‌دار بودند (جداول ۵ و ۶). بیشترین میزان وزن تر و خشک در هر دو مرحله رشدی در غلظت ۱۰۰ میکرومولار، هفته دهم و کم‌ترین آن‌ها در شاهد بود (جداول ۷ و ۸).

اسیدسالیسیلیک بیشترین تاثیر مثبت را در صفات مورد بررسی گیاه بابونه آلمانی در این آزمایش داشته است. بیشترین میزان پروتئین در هر دو مرحله رشدی در غلظت ۲۵۰ میکرومولار اسیدسالیسیلیک و در هفته ششم بود (جداول ۳ و ۴).

جدول ۵- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف اسیدجاسمونیک و زمان‌های مختلف بر روی برخی صفات بابونه آلمانی در اوایل رشد رویشی (۴۸ ساعت پس از محلول‌پاشی)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن تر	وزن خشک	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید پروتئین
زمان	۲	۱۸۹۴**	۲۰/۲۸**	۰/۰۰۱۲**	۰/۰۰۱۹**	۰/۰۰۰۶**	۰/۱۳۷**
غلظت	۳	۸۳۷**	۶/۷**	۰/۰۰۱۴**	۰/۰۰۰۷**	۰/۰۰۰۲**	۰/۰۳۱**
زمان×غلظت	۶	۳۰۴**	۲/۶۸**	۰/۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۵**	۰/۰۰۰۹**	۰/۰۳۵**
خطا	۲۴	۱۵/۷	۰/۰۷۲	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۱۴	۰/۰۰۰۳
ضریب تغییرات(%)		۱۳/۳۸	۹/۶۹	۱۰/۴۳	۲۴/۶۹	۱۴/۷۱	۲۰/۸۲
		۷/۵۳					

** و ***: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۶- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف اسیدجاسمونیک و زمان‌های مختلف بر روی برخی صفات بابونه آلمانی (انتهای رشد رویشی)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن تر	وزن خشک	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید پروتئین
زمان	۲	۵۴۹۳۲**	۶۳۵/۰۷**	۰/۰۶۳**	۰/۰۱۴**	۰/۱۳۹**	۱/۹۸**
غلظت	۳	۹۳۲۷۲**	۸۰۱/۸۹**	۰/۱۶۷**	۰/۰۲۳**	۰/۳۰۸**	۵/۸۸**
زمان×غلظت	۶	۶۰۱۱۳**	۲۳۷/۲۱**	۰/۰۵۵**	۰/۰۱۶**	۰/۱۲۴**	۱/۵۱**
خطا	۲۴	۴۱۰	۳/۵۸	۰/۰۰۰۱۸	۰/۰۰۰۵۳	۰/۰۰۰۰۷۱	۰/۰۱۰۵
ضریب تغییرات(%)		۵/۵۱	۹/۶۹	۱۰/۴۳	۲۲/۰۵	۹/۷۲	۱۰/۶۳
		۹/۷۱					

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

صورت بود، که در کل با توجه به نتایج حاصله مشخص شد غلظت ۱۰۰ میکرومولار اسیدجاسمونیک بیشترین میزان افزایش در کلروفیل را باعث شده است (جداول ۷ و ۸). بیشترین میزان کاروتنوئید در هر دو مرحله رشدی در

بیشترین میزان کلروفیل a، در اوایل رشد رویشی در هفته ششم و در غلظت ۱۰۰ میکرومولار و در انتهای رشد رویشی در هفته هشتم و در غلظت ۱۰۰ میکرومولار مشاهده شد. برای کلروفیل b و کلروفیل کل نیز به همین

بود که بیشترین اختلاف را نسبت به سایر غلظت‌ها داشت. نتایج این قسمت با نتایج به دست آمده در مورد میزان کلروفیل همسو بوده و در هر دو، غلظت ۱۰۰ میکرومولار اسیدجاسمونیک بهترین غلظت در هفته‌های ششم و هشتم شناخته شد (جدول ۷ و ۸).

غلظت ۱۰۰ میکرومولار اسیدجاسمونیک است، اما در ابتدای رشد رویشی در هفته ششم و در انتهای رشد رویشی در هفته هشتم بود. در مرحله ابتدای رشد رویشی میزان بالای کاروتنوئید در اکثر غلظت‌ها دیده شد اما در انتهای رشد این میزان بالا فقط در غلظت ۱۰۰ میکرومولار

جدول ۷- مقایسه میانگین برهمکنش غلظت اسیدجاسمونیک و زمان روی صفات مورفو-فیزیولوژیک بابونه آلمانی در اوایل رشد رویشی

غلظت (میکرومولار)	هفته	وزن تر	وزن خشک	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	پروتئین
۰	۶	g ۱۰	e ۱/۲۳	e ۰/۰۲۸	c ۰/۰۲۴	b ۰/۰۹۲	a-d ۰/۰۵۶۹	b ۰/۷۲۱
۵۰		fg ۱۶/۹۳	e ۱/۲۳	b ۰/۰۵۹	b ۰/۰۳۶	b ۰/۰۹۳	a-d ۰/۰۶۲۷	a ۰/۸۹۳
۱۰۰		ef ۱۹/۶	e ۱/۶۳	a ۰/۰۸۵	a ۰/۰۷۴	a ۰/۱۵۹	a ۰/۰۷۵۷	a ۰/۸۹۸
۱۵۰		fg ۱۴/۸	e ۱/۵	b ۰/۰۵۸	bc ۰/۰۲۳	bc ۰/۰۸۱	a-d ۰/۰۵۴۹	b ۰/۷۸۷
۰	۸	de ۲۴/۶۶	d ۲/۱	cd ۰/۰۳۷	b ۰/۰۳۴	b-e ۰/۰۷۳	a-d ۰/۰۵۶۸	e ۰/۵۱۹
۵۰		c ۴۳/۳	c ۳/۱۳	cd ۰/۰۳۹	bc ۰/۰۲۴	c-e ۰/۰۶۴	a-c ۰/۰۶۹۲	b ۰/۷۹۲
۱۰۰		cd ۳۰/۹	c ۳/۱	c ۰/۰۴۵	b ۰/۰۳۲	b-d ۰/۰۷۷	ab ۰/۰۷۲۷	de ۰/۵۶۱
۱۵۰		b ۴۶/۵	c ۳/۴۶	e ۰/۰۲۹	bc ۰/۰۳۰	de ۰/۰۵۹	a-d ۰/۰۶۶۳	de ۰/۶۰۹
۰	۱۰	g ۱۰/۳	e ۱/۲	de ۰/۰۳۲	bc ۰/۰۲۵	de ۰/۰۵۷	cd ۰/۰۴۸۸	b ۰/۷۳۹
۵۰		b ۴۴/۵	b ۴/۶	cd ۰/۰۳۷	d ۰/۰۱۷	e ۰/۰۵۵	bd ۰/۰۵۲۶	cd ۰/۶۴۱
۱۰۰		a ۵۵/۰۶	a ۵/۵۳	b ۰/۰۵۹	bc ۰/۰۲۳	bc ۰/۰۸۲	d ۰/۰۴۵۶	a ۰/۹۲۰
۱۵۰		b ۴۷/۳۶	b ۴/۶	c ۰/۰۴۰	b ۰/۰۳۳	b-e ۰/۰۷۴	a-d ۰/۰۶۶۳	b ۰/۷۷۶

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند اختلاف آنها در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۸- مقایسه میانگین برهمکنش غلظت اسیدجاسمونیک و زمان روی صفات مورفو-فیزیولوژیک بابونه آلمانی در انتهای رشد رویشی

غلظت (میکرومولار)	هفته	وزن تر	وزن خشک	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	پروتئین
۰	۶	g ۲۲۰	e ۲۱/۴	g ۰/۰۵۲	e ۰/۰۵۳	fg ۰/۱۰۵	f ۰/۰۹۶	gh ۰/۳۸۷
۵۰		d ۳۸۶/۷	d ۲۸/۶	c ۰/۲۹۴	c ۰/۱۶۸	c ۰/۵۱۶	cd ۰/۰۲	h ۰/۲۲۷
۱۰۰		e ۳۴۷/۳	d ۲۷/۸۶	b ۰/۴۶۱	b ۰/۲۲۱	b ۰/۶۲۹	cd ۰/۱۹۸	b ۲/۸۹
۱۵۰		de ۳۷۵/۳	c ۳۴/۲۶	ef ۰/۷۷۶	e ۰/۶۵۴	ef ۰/۱۴۳	f ۰/۰۹۸	fg ۰/۴۲۵
۰	۸	g ۲۲۸	e ۲۱/۲	fg ۰/۰۵۳	e ۰/۰۴۱۱	g ۰/۹۷۹	f ۰/۱۰۱	de ۰/۷
۵۰		f ۲۷۹/۳	e ۲۱/۸۶	fg ۰/۰۶۲۱	e ۰/۰۵۵۴	e-g ۰/۱۱۷	e ۰/۱۴	fg ۰/۵۰۲
۱۰۰		g ۲۱۰	b ۳۵/۷۳	a ۰/۵۴۵	a ۰/۲۷۱	a ۰/۸۱۶	a ۰/۲۵۷	d ۰/۷۴۱
۱۵۰		b ۵۷۸	b ۴۵/۲	d ۰/۱۳۳	d ۰/۱۲۹	d ۰/۲۶۲	bc ۰/۲۱۸	d ۰/۸۰۷
۰	۱۰	g ۲۳۰/۶	e ۲۱/۲	fg ۰/۵۶۸	e ۰/۰۴	g ۰/۰۹۶	f ۰/۱۰۲	d ۰/۷۴۶
۵۰		c ۴۲۶	b ۴۳/۸۶	ef ۰/۷۶۳	e ۰/۰۴۲	e-g ۰/۱۱۸	d ۰/۱۷۷	ef ۰/۵۶۲
۱۰۰		a ۶۹۲/۷	a ۶۰/۸	e ۰/۰۹۱۱	e ۰/۰۶۸	e ۰/۱۵۹	d ۰/۱۷۷	a ۳/۰۸۳
۱۵۰		c ۴۳۲/۷	b ۴۲/۲۶	d ۰/۱۲۰	d ۰/۱۰۷	d ۰/۲۲۳	d ۰/۱۷۷	c ۱/۵۷۷

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند اختلاف آنها در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

میتیل جاسمونات: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش غلظت میتیل جاسمونات و زمان روی همه صفات در هر دو مرحله رشدی معنی‌دار است (جداول ۹ و ۱۰).

جدول ۹- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر غلظت‌های متفاوت میتیل جاسمونات و زمان‌های مختلف بر روی برخی صفات بایونه آلمانی در اوایل رشد رویشی (۴۸ ساعت پس از محلول پاشی)

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر	وزن خشک	میانگین			مربعات
				کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	
زمان	۲	۳۹۷**	۱۲/۸۵**	۰/۰۰۰۸**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۳۵**	۰/۷۱۰**
غلظت	۳	۳۲۲**	۱/۳۸**	۰/۰۰۰۴**	۰/۰۰۰۷**	۰/۰۰۱۲**	۰/۶۹۳**
زمان×غلظت	۶	۱۷۸**	۱/۲۳**	۰/۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۸**	۰/۰۰۱۹**	۰/۳۳۱**
خطا	۲۴	۱۲/۲۵	۰/۰۸۶	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰۲۵	۰/۰۰۰۴۲
ضریب تغییرات (%)	۱۰/۹۲	۹/۶۹	۱۹/۵۳	۲۳	۹/۷۲	۲۰/۲۳	۷/۵۲

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۱۰- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر غلظت‌های متفاوت میتیل جاسمونات و زمان‌های مختلف بر روی برخی صفات بایونه آلمانی (انتهای رشد رویشی)

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر	وزن خشک	میانگین			مربعات
				کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	
زمان	۲	۹۹۵۲۷**	۹۵۲/۹**	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۲**	۰/۰۱۳**	۱/۹**
غلظت	۳	۱۰۶۸۰**	۱۰۹/۴**	۰/۰۲۸**	۰/۰۱۲**	۰/۰۷۱**	۱/۹۴**
زمان×غلظت	۶	۲۴۱۷۷**	۲۴۳/۲**	۰/۰۲۷**	۰/۰۲۲**	۰/۰۸۷**	۱/۷**
خطا	۲۴	۱۲۸۸	۹/۹۸۳	۴/۷۲۸	۸/۰۳	۶/۵۸۸	۰/۰۳۲۸
ضریب تغییرات (%)	۱۱/۰۱	۱۰/۲۲	۲۲/۲۷	۱۲/۱۱	۱۶/۵۳	۹/۱۸	۱۴/۹۸

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

۱۰۰ میکرومولار هفته دهم نیز مشاهده گردید. کلروفیل b در هر دو مرحله رشد رویشی در هفته ششم بیشترین مقدار را داشت ولی این مقدار در ابتدای رشد رویشی در غلظت ۱۰۰ میکرومولار و در انتهای رشد رویشی در غلظت ۵۰ میکرومولار بود. تغییرات کلروفیل کل نیز مشابه کلروفیل b بود (جداول ۱۱ و ۱۲). بیشترین میزان کاروتنوئید در هر دو مرحله رشد رویشی در غلظت ۱۰۰ میکرومولار میتیل جاسمونات بود اما در ابتدای رشد در هفته ششم و در انتهای رشد رویشی در هفته دهم بود.

مقایسه میانگین برهمکنش غلظت و زمان نشان می‌دهد که بیشترین میزان وزن تر و خشک در ابتدای رشد رویشی در غلظت ۱۰۰ میکرومولار، هفته دهم و در انتهای رشد رویشی در هفته ششم، در دو غلظت ۵۰ و ۱۵۰ میکرومولار می‌باشد. در هر مرحله اوایل رشد رویشی در غلظت ۱۰۰ میکرومولار و در انتهای رشد رویشی در غلظت ۵۰ میکرومولار در هفته ششم دارای بیشترین میزان کلروفیل a نسبت به سایر تیمارها بودند. بیشترین میزان کلروفیل a در ابتدای رشد علاوه بر هفته ششم در غلظت

بیشترین میزان پروتئین در ابتدای رشد رویشی در غلظت ۱۵۰ میکرومولار و هفته هشتم و در انتهای رشد رویشی و ۱۲). در غلظت ۱۰۰ میکرومولار در هفته ششم بود (جدول ۱۱).

جدول ۱۱- مقایسه میانگین برهمکنش غلظت متیل جاسمونات و زمان روی صفات مورفو-فیزیولوژیک بایونه آلمانی در اوایل رشد رویشی

غلظت (میکرومولار)	هفته	وزن تر	وزن خشک	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	پروتئین
۰	۶	e ۲۱/۳۶	ef ۲/۰۳	cde ۰/۰۴۱	c ۰/۰۲۴	cde ۰/۰۶۴	d ۰/۰۴۹	g ۰/۳۵۶
۵۰		d ۲۹/۲۳	ef ۲/۰۳	cde ۰/۰۴۳	b ۰/۰۵۶	b ۰/۰۹۸	b ۰/۰۹۶	fg ۰/۳۷۸
۱۰۰		e ۱۹/۸۶	g ۱/۰۶	a ۰/۰۶۷	a ۰/۰۸	a ۰/۱۴۸	a ۰/۱۴۵	d ۰/۸۲۸
۱۵۰		f ۱۳/۷۰	f ۱/۰۶	def ۰/۰۳۷	c ۰/۰۳	cde ۰/۰۶۷	bc ۰/۰۸۳	d ۰/۸۱۷
۰	۸	de ۲۴/۵۳	de ۲/۲	cd ۰/۰۴۸	c ۰/۰۲۸	b-e ۰/۰۷۶	cd ۰/۰۰۶	d ۰/۸۶۸
۵۰		c ۳۹/۴۰	c ۲/۸	f ۰/۰۲۵	c ۰/۰۲۵	e ۰/۰۴۹	d ۰/۰۵۵	d ۰/۸۹۸
۱۰۰		d ۲۸/۶۰	cd ۲/۶۶	ef ۰/۰۳۲	c ۰/۰۲۵	cde ۰/۰۵۶	cd ۰/۰۶۳	e ۰/۶۴۵
۱۵۰		c ۳۷/۲۶	c ۲/۷۹	ef ۰/۰۳۲	c ۰/۰۲۹	cd ۰/۰۰۶	cd ۰/۰۶۸	a ۱/۸۱۴
۰	۱۰	d ۲۷/۵۳	cde ۲/۴۹	def ۰/۰۳۷	c ۰/۰۳۱	cd ۰/۰۶۸	bcd ۰/۰۷۳	f ۰/۴۸۳
۵۰		c ۴۰/۳۳	b ۳/۹	cde ۰/۰۴۶	b ۰/۰۵۳	b ۰/۰۹۹	cd ۰/۰۰۷	c ۱/۰۱۶
۱۰۰		a ۵۴/۸۳	a ۴/۹	ab ۰/۰۶۴	c ۰/۰۲۴	bc ۰/۰۸۷	d ۰/۰۵۶	b ۱/۲۸۵
۱۵۰		b ۴۷/۷۶	b ۳/۷۹	bc ۰/۰۵۳	c ۰/۰۲۸	bcd ۰/۰۸	d ۰/۰۵۲	c ۱/۰۴۶

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند اختلاف آنها در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۱۲- مقایسه میانگین برهمکنش غلظت متیل جاسمونات و زمان روی صفات مورفو-فیزیولوژیک بایونه آلمانی در انتهای رشد رویشی

غلظت (میکرومولار)	هفته	وزن تر	وزن خشک	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	پروتئین
۰	۶	bc ۳۵۲	b ۳۵/۲	f ۰/۰۵۲	ef ۰/۰۴	f ۰/۰۹۲	g ۰/۰۷۳	fg ۰/۷۷۹
۵۰		a ۴۹۶/۳	a ۴۴/۲	a ۰/۳۷	a ۰/۰۲۵	a ۰/۶۲۲	b ۰/۲۲	fg ۰/۷۶۲
۱۰۰		bc ۳۴۶/۷	b ۳۳/۸	ef ۰/۰۶۳	d ۰/۰۶۱	ef ۰/۱۲۵	cd ۰/۱۶۳	a ۳/۲۳۵
۱۵۰		a ۴۵۰	a ۴۲/۸۶	d ۰/۱۱۶	f ۰/۰۲۸	def ۰/۱۴۴	ef ۰/۱۱۱	cd ۱/۴۵۲
۰	۸	bc ۳۳۴/۷	b ۳۱/۸	f ۰/۰۴۷	de ۰/۰۵۲	f ۰/۰۹۹	fg ۰/۰۸۹	bc ۱/۷۱۳
۵۰		d ۹۵/۳۳	e ۷/۱۳	de ۰/۱۰۶	ef ۰/۰۴۱	def ۰/۱۴۷	e ۰/۱۱۵	fg ۰/۶۹۳
۱۰۰		d ۱۵۳/۴	d ۱۴/۹۳	bcd ۰/۱۴۵	c ۰/۱	c ۰/۲۴۵	bc ۰/۱۷۹	ef ۰/۹۲۷
۱۵۰		bc ۳۲۱/۳	b ۳۱/۶	bc ۰/۱۵۶	b ۰/۲۲۸	b ۰/۳۸۴	bc ۰/۱۸۴	b ۱/۸۵۶
۰	۱۰	c ۳۰۰/۷	c ۲۶/۲	ef ۰/۰۶۵	de ۰/۰۵۲	f ۰/۱۱۷	fg ۰/۹۱	g ۰/۵۴۶
۵۰		b ۳۶۴	b ۳۴/۳۳	de ۰/۱	c ۰/۰۸۷	d ۰/۱۸۶	b ۰/۱۹۵	g ۰/۴۸۶
۱۰۰		b ۳۷۸	b ۳۵/۲	b ۰/۱۸۵	d ۰/۰۶۱	c ۰/۲۴۶	a ۰/۲۳۴	ef ۰/۹۰۸
۱۵۰		bc ۳۴۶/۷	b ۳۲/۸۷	ef ۰/۰۶۹	c ۰/۱	de ۰/۱۶۸	d ۰/۱۵۵	de ۱/۱۶۲

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند اختلاف آنها در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

بحث و نتیجه گیری

افزایش وزن تر و خشک در اثر استفاده از الیستور می‌تواند منجر به تولید افزایش زیست‌توده این گیاه و در نهایت عملکرد زیستی و اسانسی آن شود. هم کاروتنوئید و هم پروتئین محلول برگ‌ریز روند مشخصی در اثر کاربرد الیستور نداشتند ولی در کل افزایش هر دو در غلظت ۲۵۰ میکرومولار مشهود بود. Ducaiva و همکاران (۱۰) گزارش کردند که اسیدسالیسیلیک باعث افزایش میزان کلروفیل و پروتئین در گیاه بابونه آلمانی می‌گردد. محلول-پاشی اسیدسالیسیلیک روی گیاه دارویی ریحان نیز سبب افزایش معنی‌دار تعداد برگ در بوته، پرولین، درصد و عملکرد اسانس شد (۴). تیمار بذور لوبیا چشم بلبلی با اسیدسالیسیلیک نیز موجب افزایش محتوای کلروفیل شده است (۲). رسولی و همکاران (۳) گزارش کردند که بیشترین وزن خشک گیاه استویا در شرایط کشت درون شیشه ای تحت تأثیر الیستورهای زیستی و غیر زیستی مربوط به عصاره مخمر در غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بود که اختلاف معنی‌داری با کیتوزان ۲۰۰ و متیل جاسمونات (۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) نداشت. همچنین نشان دادند که کلروفیل گیاه با افزایش غلظت الیستورها کاهش بیشتری دارد. نتایج آنها نشان داد که پروتئین گیاه تحت تأثیر غلظت‌های مختلف هر سه الیستور کیتوزان، متیل جاسمونات و عصاره مخمر بطور معنی‌داری کاهش یافت و با افزایش غلظت الیستورها کاهش محتوای پروتئین گیاه افزایش یافت. گزارشات ذکر شده با نتایج این تحقیق همسو هستند. مقایسه مقادیر صفات مورد بررسی در ابتدا و انتهای رشد رویشی نشان داد که اسید سالیسیلیک تا هفته دهم اثرات دراز مدت خود را حفظ کرده و بالاترین مقادیر اکثر صفات در هفته دهم بدست آمده است.

نتایج بدست آمده در مورد اسیدجاسمونیک قابل پیش‌بینی بود زیرا گیاهان در هفته دهم نسبت به سایر هفته‌های محلول‌پاشی، رشد بیشتری داشته و در نتیجه وزن بیشتری

دارند اما بیشترین افزایش وزن گیاه در غلظت ۱۰۰ میکرومولار در هفته دهم بدست آمد یعنی در هفته دهم غلظت ۱۰۰ میکرومولار نسبت به سه غلظت دیگر وزن بیشتری تولید کرده و اختلاف معنی‌داری با سایر غلظت‌ها دارد. در کل، اسیدجاسمونیک در همه غلظت‌های مورد استفاده باعث افزایش قابل توجه وزن خشک در بابونه آلمانی گردید که این امر می‌تواند مرتبط با افزایش متابولیت‌های اولیه و احتمالاً متابولیت‌های ثانویه در اثر محلول‌پاشی با اسیدجاسمونیک باشد. بنظر می‌رسد مقدار کاروتنوئید در مرحله اوایل رشد رویشی تغییر چندانی نکرده ولی تغییرات آن در اثر کاربرد الیستور در مرحله انتهای رشد رویشی کاملاً مشهود است. بیشترین میزان پروتئین در هر دو مرحله رشدی، در غلظت ۱۰۰ میکرومولار اسیدجاسمونیک در هفته‌های ششم و دهم بود. در کل، تمامی غلظت‌های مورد استفاده این الیستور باعث ایجاد تغییر در میزان پروتئین گیاه بابونه آلمانی شدند اما برترین غلظت ۱۰۰ میکرومولار بود چون هم در ابتدا و هم در انتهای رشد رویشی باعث بیشترین میزان افزایش در پروتئین شده است که با نتایج مشاهده شده در دو قسمت قبل در یک راستا می‌باشد. با توجه به افزایش میزان پروتئین امید می‌رود که در اثر محلول‌پاشی گیاه بابونه آلمانی با غلظت ۱۰۰ میکرومولار اسیدجاسمونیک بتوان ماده موثره بیشتری از این گیاه برداشت کرد. همان‌طور که مشاهده شد این روند افزایشی تا انتهای رشد رویشی و گل‌دهی گیاه نیز حفظ می‌شود و تأثیر بلند مدتی بر گیاه دارد در نتیجه انتظار می‌رود در انتهای رشد و زمان برداشت گل، برتری گیاهان محلول‌پاشی شده نسبت به شاهد حفظ شود. استفاده از اسیدجاسمونیک در گیاه صنوبر هیچ تأثیری بر میزان کلروفیل نداشته (۹)، در حالی- که در گیاه آرابیدوپسیس، ۷ روز پس از تیمار با متیل-جاسمونات (با غلظت ۱۰۰ میکرومول) محتوای کلروفیل a و b کاهش یافته است (۱۵). گیاهان در برابر غلظت‌های متفاوت و الیستورهای متفاوت واکنش‌های مختلفی را

نشان می‌دهند. مقایسه مقادیر صفات مورد بررسی در ابتدا و انتهای رشد رویشی نشان داد که اسید جاسمونیک تا هفته هشتم اثرات دراز مدت خود را حفظ کرده و بالاترین مقادیر اکثر صفات در هفته هشتم بدست آمده است.

مقایسه مقادیر صفات مورد بررسی در ابتدا و انتهای رشد رویشی نشان داد که اثرات درازمدت متیل جاسمونات تا هفته ششم باقی می‌ماند ولی اثرات اسید جاسمونیک تا هفته هشتم و اسیدسالیسیلیک تا هفته دهم ماندگاری داشتند. لذا بنظر می‌رسد اثرات درازمدت اسیدسالیسیلیک بیشتر از اسید جاسمونیک و این نیز بهتر از متیل جاسمونات است.

چون اسانس گیاه بابونه در گل‌های آن می‌باشد و گل‌ها در انتهای دوره رشد رویشی ظاهر می‌شوند، غلظت ۱۰۰ میکرومولار برای افزایش میزان پروتئین بهتر می‌باشد زیرا بیشترین میزان افزایش را در انتهای رشد رویشی داشته است. اما در کل نتایج حاصل از این تحقیق نشان‌دهنده این بودند که تمامی غلظت‌های متیل جاسمونات می‌تواند باعث افزایش میزان صفات مورد بررسی در آزمایش گردد اما غلظت‌های پایین‌تر (۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار) تاثیر خود را تا انتهای رشد حفظ کرده و باعث افزایش میزان صفات در آن مرحله شده‌اند. هرچه میزان کلروفیل، کاروتنوئید، پروتئین، وزن تر و خشک بیشتر شود، عملکرد نهایی گیاه بیشتر خواهد بود. افزایش کلروفیل باعث افزایش فتوسنتز شده و به رشد بیشتر و سریع‌تر گیاه کمک می‌کند. از طرف دیگر، میزان افزایش پروتئین می‌تواند نشان از افزایش بیان ژن‌ها و یا شاید افزایش مقدار متابولیت‌های ثانویه در گیاه باشد که بسیار مفید و ارزشمند است و هدف اصلی در گیاهان دارویی نیز افزایش میزان متابولیت‌های ثانویه است. البته لازم است در تکمیل این پژوهش مقدار متابولیت‌های ثانویه بابونه نیز اندازه‌گیری شود. هدفی که به دلایل کمبود بودجه و کشت گلدانی در اتاق رشد، موفق به پیگیری آن نشدیم. با وجود پژوهش‌های متعددی مبنی بر نقش متیل

جاسمونات در تخریب رنگیزه‌های فتوسنتزی، Ueda و Saneiewski (۲۶) گزارش کردند که در گیاه لاله، در حضور نور و با استفاده از متیل جاسمونات تشکیل کلروفیل a و b تحریک شد. در پژوهشی دیگر نیز گزارش شد که جاسمونات‌ها در غلظت ۰/۱ میکرو مولار باعث ترمیم رنگیزه‌های فتوسنتزی در عدسک آبی شد (۲۲). متیل جاسمونات با فعال کردن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در کلروپلاست از تخریب کلروفیل و کاهش فتوسنتز جلوگیری کرده و بدین ترتیب موجب بهبود در رشد و فعالیت گیاه می‌شود (۲۳). متیل جاسمونات با توجه به غلظت استفاده شده، گونه گیاهی و مرحله رشد تأثیرهای متفاوتی بر رشد و نمو گیاهان دارد. این ماده بطور معمول در غلظت‌های بسیار پایین اثر مثبت دارد ولی در غلظت‌های بالا تنش‌زا می‌باشد (۱۹). علیخانی و همکاران (۵) با بررسی تاثیر هورمون متیل جاسمونات بر تجمع کادمیوم، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و برخی صفات فیزیولوژیک دانه رست گندم (*Triticum aestivum* L.) نشان دادند که اسپری برگی ۱۰ میکرومولار متیل جاسمونات در گیاهان تحت تنش کادمیوم باعث افزایش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی (۲۳ درصد) شد. نتایج آنها نشان داد که تیمار با ۱۰ میکرومولار متیل جاسمونات، باعث افزایش حدود ۲۸ درصد در میزان کلروفیل a، ۱۶ درصد در میزان کلروفیل b و ۳۵ درصد در مقدار کاروتنوئید در غلظت ۳۰۰ میکرومولار کلرید کادمیوم نسبت به شاهد گردید.

بررسی اثرات کوتاه مدت و درازمدت سه نوع الیستور نشان داد که اسیدسالیسیک نسبت به اسید جاسمونیک و متیل جاسمونات اثرات ماندگار بیشتری دارد و اگر هدف ما افزایش عملکرد گل و عملکرد اسانس است بهتر است از غلظت ۲۵۰ میلی مولار اسیدسالیسیلیک استفاده گردد.

سپاسگزاری

از مجموعه مدیریتی و اجرایی دانشگاه یاسوج در تامین هزینه این پژوهش قدردانی می‌شود.

منابع

- ۱- امیدیگی، ر. ۱۳۷۹. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات طراحان نشر. جلد اول. چاپ دوم. ۲۸۶ ص.
- ۲- پاک مهر، آ. ۱۳۸۸. اثر اولیه اسید سالیسیلیک بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی نخود فرنگی تحت تنش آبی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان.
- ۳- رسولی، د.، ملکی، ب.، جعفری، ح. و زند، ن. ۱۴۰۰. رشد و تکثیر شاخساره و برخی پارامترهای بیوشیمیایی گیاه استویا در شرایط کشت درون شیشه ای تحت تأثیر الیسیتورهای زیستی و غیر زیستی. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۳۴(۴): ۱-۱۳.
- ۴- رمرودی، م. و خمر، ع. ر. ۱۳۹۲. اثر متقابل اسید سالیسیلیک و تیمارهای مختلف آبیاری بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی ریحان. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهان، ۱(۱): ۱۹-۳۲.
- ۵- علیخانی، ع.، عباسپور، ح.، صفی پور افشار، ا. و متولی زاده کاخکی ع. ر. ۱۳۹۸. تأثیر هورمون متیل جاسمونات بر تجمع کادمیوم، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و برخی صفات فیزیولوژیک دانه‌رست گندم (*Triticum aestivum* L.). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۳۲(۴): ۸۹۷-۸۸۶.
- ۶- کرامت، ب. و دانشمند، ف. ۱۳۹۱. نقش دوگانه متیل‌جاسمونات بر عملکردهای فیزیولوژیک در گیاه سویا (*Glycine max* L.). مجله فرآیند و کارکرد گیاهی، ۱(۱): ۳۸-۲۶.
- ۷- کهن‌مو، م. ا.، مدرسی، م. و باقری کاهکش، ز. ۱۳۹۵. تأثیر محلول-پاشی سالیسیلیک اسید بر صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی بامونه (*Matricaria chamomilla* L.) در شرایط آب و هوایی استان بوشهر. دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۲(۳): ۴۳۵-۴۲۸.
- 8- Arnon, A. N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23:112-121.
- 9- Babst, B. A., Ferrieri, R. A., Gray, D. W., Lerdau, M., Schlyer, D. J., Schueller, M., Thrope, M. R., and Orians, C. M. 2005. Jasmonic acid induces rapid changes in carbon transport and partitioning in *Populus*. *New Phytologist*, 167: 63-72.
- 10- Ducaiova, Z., Petrulova, V., and Repcak, M. 2013. Salicylic acid regulates secondary metabolites content in leaves of *Matricaria chamomilla*. *Institute of Botany, Slovak Academy of SciencUes*, 68: 904-909.
- 11- Farooq, M., Wahid, A., Lee, D. J., Cheema, S. A., and Aziz, T. 2010. Comparative time course action of the foliar applied glycinebetaine, salicylic acid, nitrous oxide, brassinosteroids and spermine in improving drought resistance of rice. *Journal of Agriculture Crop Science*, 196: 336-345.
- 12- Goeschl, T. 2002. Stakes in the evolutionary race: The economic value of plants for medicinal application. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 9: 373-388.
- 13- Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M., and Ahmad, Q. 2009. Effect of exogenous salicylic acid underchanging environment: A Review of *Environmental Experimental Botany*, 68: 14-25.
- 14- Horvath, E., Szalai, G., and Janda, T. 2007. Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. *Journal Plant Growth Regulation*, 26: 290-300.
- 15- Jung, S. 2004. Effect of chlorophyll reduction in *Arabidopsis thaliana* by methyl jasmonate or norflurazon on antioxidant systems. *Journal of Plant physiology and Biochemistry*, 42: 231-255.
- 16- 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. *Physiology and biochemistry*, 28: 135-143.
- 17- Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148: 350-38.
- 18- Liu, X., and Huang, B. 2000. Heat stress injury in relation to membrane lipid peroxidation in creeping. *Crop Science*, 40: 503-510.
- 19- Lorenzo, O. 2003. Ethylene response factor 1 integrates signals from ethylene and jasmonate pathways in plant defense. *Plant and Cell*, 15:165-178.
- 20- Maibangsa, S., Thangaraj, M., and Roy, B. 2001. Alleviation of low irradiance stress in rice (*Oryza sativa* L.) by growth regulators. *Annals of plant Physiology*, 13(2): 133-142.

- 21- Metwally, A., Finkemeier, I., George, M., and Dietz, K. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedling. *Plant Physiology*, 132: 272-281.
- 22- Piotrowska, A., Bajguz, A., Godlewska Zylkiewicz, B., and Czerpak, R. 2009. Jasmonic acid modulator of lead toxicity in aquatic plant *Wolffia arrhiza* (Lemnaceae). *Environmental and Experimental Botany*, 66: 507-513.
- 23- 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*, 18: 133-152.
- 24- Schaller, F. 2001. Enzymes of the biosynthesis of octadecanoid-derived signaling molecules. *Journal of Experimental Botany*, 52: 11-23.
- 25- Taguchi, G., Yazawa, T., Hayashida, N., and Okazaki, M. 2001. Molecular cloning and heterologous expression of novel glucosyltransferases from tobacco cultured cells that have broad substrate specificity and are induced by salicylic acid and auxin. *European Journal of Biochemistry*, 268(14): 4086-94.
- 26- Ueda, J., and Saniewski, M. 2006. Methyl jasmonate-induced stimulation of chlorophyll formation in the basal part of tulip bulbs kept under natural light conditions. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14: 199-210.
- 27- Yu, K.W., Gao, W., Hahn, E. J., and Paek, K. Y. 2002. Jasmonic acid improves ginsenoside accumulation in adventitious root culture of *Panax ginseng* C.A. *Meyer Biochemical Engineering Journal*, 11: 211-5.
- 28- Zhao, J., Davis, L. C., and Verpoorte, R. 2005. Elicitor signal transduction leading to production of plant secondary metabolites. *Biotechnology Advances*, 23: 283-333.

Investigation of the effect of three types of abiotic elicitors on some morpho-physiological characteristics of *Matricaria chamomilla* L. in two stages of vegetative growth

Chahabkari Z., Masoumiasl A. and Amiri-Fahlani R.

Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, I.R. of Iran.

Abstract

Production of medicinal plants and the use of methods to increase the production of active ingredient of its is a significant thing to enter the global market, currency and competition with other countries. The aim of this study was to investigate the changes in some morpho-physiological traits of German chamomile due to the application of three types of abiotic elicitors. In this study, chamomile leaves with different concentrations of elicitors were sprayed separately at three different weeks (6, 8 and 10) and then at two different times (48hours after solution and end of vegetative growth) leaf samples were collected and plant fresh and dry weight, chlorophyll a, b and total, carotenoids and protein were measured. The results showed that the highest amount of dry weight, total chlorophyll, carotenoids and protein with salicylic acid in both stages of growth at concentration of 250mM in the sixth and tenth weeks, with jasmonic acid in both stages of growth at concentration of 100mM in the sixth, eighth and tenth weeks and with methyl jasmonate at both stages of growth at concentrations of 50, 100 and 150mM in the sixth, eighth and tenth weeks was obtained. Comparison of the studied traits showed that the long-term effects of methyl jasmonate lasted until the sixth week, but the effects of jasmonic acid lasted until the eighth week and salicylic acid until the tenth week. Therefore, it seems that the long-term effects of salicylic acid are greater than jasmonic acid and this is better than methyl jasmonate.

Key words: German chamomile, elicitor, protein, chlorophyll