نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۹۴-۸۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 87-94
ISSN: 2008 - 4730

کلروفیل، قند محلول و وزن خشک گل بابونه آلمانی در واکنش به متیل‌جاسمونات درشرایط تنش شوری

فاطمه سلیمی[۱*]- فرید شکاری[۲]- جواد حمزه‌ئی[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۰۳/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۷/۰۲

چکیده

استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در شرایط محیطی تنش‌زا می‌تواند رشد گیاه و تولید محصول را بهبود بخشد. بنابراین، در این آزمایش واکنش سرعت فتوسنتز، کلروفیل، میزان قند محلول و عملکرد بابونه آلمانی به متیل‌جاسمونات در سطوح مختلف شوری مطالعه شد. مقادیر ۰، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات به همراه سطوح شوری ۲، ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار ارزیابی شد. اثر متیل‌جاسمونات و شوری بر سرعت فتوسنتز، اختلاف دمای برگ، محتوای رطوبت نسبی (RWC)، کلروفیل a، b و کلروفیل‌کل، میزان قند محلول و وزن خشک گل معنی‌دار شد. اثر متقابل متیل‌جاسمونات در شوری نیز بر تمامی صفات به جز اختلاف دمای برگ معنی‌دار بود. بیشترین میزان سرعت فتوسنتزی (۹/۹۹ میکرومول CO_2 در متر مربع در ثانیه)، RWC (۹۱/۷۳ درصد)، کلروفیل a، b و کلروفیل‌کل به ترتیب ۵/۹۸، ۴۱/۱۸ و ۴۵/۱۰ میلی‌گرم در گرم و وزن خشک گل (۳/۷۳ گرم در گلدان) مربوط به تیمار ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات و شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر بود. ولی، این تیمار با تیمار ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر از نظر RWC و وزن خشک‌گل تفاوت نداشت. بیشترین میزان قند محلول نیز از تیمار ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات و سطح شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد. در مجموع، کاربرد متیل‌جاسمونات منجر به افزایش RWC و کاهش اثرات سوء تنش شوری گردید. با کاهش RWC، میزان فتوسنتز، کلروفیل و وزن خشک‌گل کاهش و به دنبال آن اختلاف دمای برگ با محیط نیز بیشتر ارزیابی گردید.

واژه‌های کلیدی: بابونه آلمانی، تنش‌شوری، صفات فیزیولوژیک، عملکرد گل، متیل‌جاسمونات

مقدمه

جاسمونات‌ها، ترکیبات شناخته شده‌ای با عنوان اکسی لیپین‌ها هستند که در تنظیم رشد گیاهان زراعی و باغی و نیز در بهبود سیستم دفاعی آن‌ها در برابر تنش‌های محیطی، از نقش بسیار مهمی برخوردارند. جاسمونات‌ها به‌طور معمول در گیاهان وجود دارند. زیست‌سنجی رادیویی[۴] در بیش از ۱۶۰ خانواده از نهان دانگان و بازدانگان و همچنین در جلبک‌های سبز و قرمز و بسیاری از قارچ‌ها وجود جاسمونات‌ها را اثبات کرده است (۴۳). تعدادی مستندات حاکی از آن است که استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی باعث افزایش رشد در گیاهان می‌گردد. از جمله تیمار گیاهان با سالیسیلیک‌اسید منجر به افزایش تقسیم یاخته‌ای در مریستم راس ریشه گردیده و رشد گیاه را افزایش می‌دهد (۴۰).

در حال حاضر، بیشترین توجه محققین بر این است که عملکرد را در واحد سطح بالا برده و تا حد امکان خسارات و مضرات ناشی از عوامل نامساعد محیطی از جمله تنش‌های غیر زیستی را به حداقل برسانند. از رهیافت‌های نوین در بهبود عملکرد محصولات کشاورزی در محیط‌های تنش‌زا، استفاده از هورمون‌های رشد گیاهی نظیر جاسمونات‌ها می‌باشد. این ترکیبات در بهبود مقاومت و تحمل به تنش‌های غیر زنده بویژه شوری و خشکی، دارای اثرات مثبتی هستند (۱۵، ۲۱ و ۴۴). تنش‌های محیطی از عوامل محدودکننده تولیدات زراعی می‌باشند که با مختل ساختن متابولیسم طبیعی گیاه، رشد را محدود و در نهایت محصول را کاهش می‌دهند. دو تنش محیطی مهم که تولید محصولات زراعی را کاهش می‌دهند، خشکی و شوری می‌باشد (۲۳). آسیمیلاسیون خالص CO_2 از طریق فرآیند فتوسنتز،

۱و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
(*- نویسنده مسئول: Email: fatemesalimi18@yahoo.com)
۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

4- Radioimmunoassay

اولین مرحله تولید زی‌توده است (۱۲). شوری باعث کاهش سرعت فتوسنتز خالص گیاهان می‌شود (۱۱). حساسیت فتوسنتز به شوری در ژنوتیپ‌های مختلف گندم، گزارش شده است. به‌طوری‌که کاهش فتوسنتز یکی از عوامل اصلی کاهش رشد در این گیاه به شمار می‌رود (۱۶). عوامل محدود کننده فتوسنتز در شرایط تنش به دو دسته عوامل روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای طبقه‌بندی می‌گردد. از عوامل محدود کننده غیر روزنه‌ای می‌توان به کاهش یا توقف تولید رنگریزه‌های فتوسنتزی از جمله کلروفیل‌ها و کارتنوئیدها اشاره کرد (۳۶). یکی از اثرات مهم تنش شوری تسریع پیری برگ‌ها می‌باشد و این امر از کاهش محتوای کلروفیل برگ‌ها در شرایط تنش شوری ناشی می‌شود (۳۵). کاهش در سرعت فتوسنتز را به کاهش محتوای کلروفیل در شرایط کمبود شدید آب نسبت داده‌اند. محتوای نسبی آب یکی از پارامترهای فیزیولوژیکی پاسخ دهنده به تنش‌های غیر زیستی است که همبستگی خوبی با تحمل به این نوع تنش‌ها نشان می‌دهد (۹). کاهش پتانسیل آب مانع از تقسیم سلولی، رشد اندام، فتوسنتز خالص و سنتز پروتئین شده و تعادل هورمونی بافت‌های اساسی گیاه را تغییر می‌دهد. به‌خوبی اثبات شده است که طی تنش‌هایی نظیر شوری، محتوای نسبی‌آب، پتانسیل آب برگ و پتانسیل اسمزی سلول‌ها کاهش می‌یابد (۱۴، ۲۷ و ۳۴).

استفاده روز افزون از گیاهان دارویی را می‌توان به عوامل فرهنگی و عدم امکان تولید مصنوعی برخی از مواد موثره طبیعی، عوارض جانبی نامطلوب مواد دارویی شیمیایی، لزوم استفاده از اسانس‌ها و مواد موثره طبیعی در ساخت عطرها، صابون‌ها و خوشبوکننده‌ها نسبت داد (۳۰). بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) یکی از مهم‌ترین و پر مصرف‌ترین گیاهان دارویی است که از قدیم‌الایام شناخته شده است (۲) و به جهت اهمیت زیاد به ستاره گیاهان دارویی معروف است (۸). **بابونه** گیاهی یک ساله از تیرهٔ کاسنی[1] است که از گل‌های آن در صنایع داروسازی، آرایشی بهداشتی و صنایع غذایی استفاده می‌شود (۲).

عوامل محیطی تاثیر به‌سزایی بر روی کمیت و کیفیت گیاهان دارویی می‌گذارند. در این بین تنش شوری از جمله عواملی است که نقش اساسی در عدم دستیابی به حداکثر عملکرد کمی و کیفی در گیاهان دارویی ایجاد می‌کند. زمین یک سیاره نمکی با بیشترین مقدار آب، حاوی ۳۰ گرم بر لیتر کلرید سدیم می‌باشد. این محلول نمک به طور مداوم در زمین افزایش یافته و بر رشد گیاهان زراعی تاثیر می‌گذارند (۲۰). طبق آمار فائو، کل زمین‌های کشاورزی ایران ۱۹/۴میلیون هکتار می‌باشد که از این میزان حدود ۲/۱ میلیون هکتار در اراضی آبی و حدود ۶۰۰ هزار هکتار در اراضی دیم، شور می‌باشد. درکل در حدود ۲/۷ میلیون هکتار از زمین‌های کشاورزی ایران شور می‌باشد (۱۷). با توجه به اهمیت گیاهان دارویی از جمله بابونه آلمانی و وجود شوری در اراضی کشورمان، ضرورت انجام پژوهش در زمینه دست یابی به روشی مناسب در خصوص بهبود کمیت و کیفیت این گیاهان در خاک‌های شور بیش از پیش احساس می‌شود. از این رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر متیل‌جاسمونات بر کاهش اثرات مخرب شوری روی سرعت فتوسنتز، کلروفیل، میزان قند محلول، محتوای آب نسبی و عملکرد بابونه آلمانی به اجرا درآمد.

مواد و روش ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸ در محل گلخانه تحقیقاتی دانشگاه زنجان واقع در ۶ کیلومتری جاده تبریز، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل محلول پاشی با متیل‌جاسمونات در ۵ سطح ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵، ۳۰۰ میکرومولار و یک تیمار بدون محلول‌پاشی به عنوان شاهد و سطوح شوری بکار برده شده در ۴ سطح ۲ (شاهد)، ۶، ۱۰ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر بود. عمل محلول پاشی متیل‌جاسمونات در سه مرحله از رشد بابونه (۴-۳ برگی، ساقه روی و گل دهی) صورت گرفت. برای اعمال تیمار شوری نیز از رابطه $TDS = EC \times 640$ استفاده شد. به این صورت که بعد از تعیین هدایت الکتریکی خاک در آزمایشگاه، کمبود نمک برای دستیابی به تیمارهای مورد نظر از طریق فرمول محاسبه و میزان نمک مورد نیاز به خاک اضافه گردید. سپس جهت کنترل، مقدار هدایت الکتریکی خاک‌های تهیه شده در چهار نمونه ۲۵۰ گرمی ارزیابی شد و نمک مورد نیاز به خاک گلدان‌ها اضافه گردید. در رابطه مذکور TDS کل مواد جامد محلول در خاک بر حسب میلی گرم در لیتر و EC نیز هدایت الکتریکی خاک بر حسب میلی موس بر متر می‌باشد. گلدان‌های مورد استفاده به قطر ۲۵ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر بود. تعداد ۲۵ بذر در هر گلدان به‌صورت سطحی کشت و مقداری ماسه و کود دامی روی آن‌ها قرار گرفت. خاک درون هر گلدان مخلوطی از خاک زراعی، ماسه و کود دامی پوسیده به نسبت ۱:۳:۶ بود. بافت خاک مورد استفاده لومی بود. در مرحله ۴-۳ برگی، بوته‌ها تنک شدند و تعداد ۶ بوته در هر گلدان نگه داشته شد. در این پژوهش صفات سرعت فتوسنتز، اختلاف دمای برگ و محیط، محتوای رطوبت نسبی (RWC; Relative Water Content)، کلروفیل a، b و کلروفیل‌کل، میزان قند محلول، وزن خشک گل در اواسط گلدهی اندازه گیری شد.

میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ با استفاده از دستگاه IRGA (دستگاه پرتابل سنجش فتوسنتز، مدل LCA4) اندازه گیری و به طور جداگانه برای هر واحد آزمایشی ثبت گردید. جهت اندازه‌گیری محتوای نسبی آب (RWC)، یک برگ مشخص از تمام بوته‌ها انتخاب و به آزمایشگاه منتقل و وزن تر آنها اندازه گیری شد. سپس

1- Astraceae

برگ‌ها در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت غوطه‌ور شدند و پس از این مدت، وزن آماسیده اندازه‌گیری شد. سپس جهت اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفتند و سپس RWC بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید.

$$RWC = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100$$

در این رابطه FW، TW و DW به ترتیب وزن تر، وزن آماسیده و وزن خشک برگ است (۳۸). اختلاف دمای برگ و محیط (ΔT) نیز با بهره گیری از دماسنج لیزی مدل Minitemp-Laser Radiation اندازه‌گیری شد. برای تعیین دمای گلخانه (دمای هوا) نیز از دماسنج دیجیتالی استفاده گردید. سپس، ΔT برای هر واحد آزمایشی با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید.

$$\Delta T = T_L - T_A$$

T_L و T_A به ترتیب دمای برگ و دمای محیط می‌باشد (۲۵). میزان کلروفیل a و b برگ‌های بابونه بر اساس روش میدنر (۳۱) تعیین گردید. در این روش جهت تهیه عصاره آبی، مقدار ۰/۱ گرم از برگ له شده به داخل فالکون ریخته و پنج میلی‌لیتر استون به آن اضافه گردید و به مدت چند دقیقه به شدت تکان داده شد. فالکون به مدت ۱۰ دقیقه ساکن نگه‌داشته شد، سپس سه میلی‌لیتر آب مقطر و سه میلی‌لیتر اتر به آن اضافه شد. جهت جداسازی حلال، نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفتند. آنگاه یک میلی‌لیتر از محلول سوپرناتانت با پیپت برداشته و داخل فالکون جداگانه ریخته شد و مجددا ۹ میلی‌لیتر استون به آن اضافه گردید و به شدت تکان داده شد تا محلول یکدست تهیه شود. سپس توسط پیپت سه میلی‌لیتر از محلول داخل کیووت ۳ میلی‌لیتری ریخته شد و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Spectrophotometer, Type: Z206A Hermle Labortechnik GmbH German) میزان جذب محلول در طول موج‌های ۶۴۵ نانومتر و ۶۶۳ نانومتر قرائت گردید. سپس برای تعیین میزان کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن تر)، میزان کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر) و میزان کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر) به ترتیب از روابط زیر استفاده شد.

$$\frac{V \times [(A_{663} \times 12.7) - (A_{645} \times 2.69)]}{W \times 1000}$$

$$\frac{V \times [(A_{645} \times 22.9) - (A_{663} \times 4.69)]}{W \times 1000}$$

$$\frac{V \times [(A_{645} \times 20.2) + (A_{663} \times 8.02)]}{W \times 1000}$$

در این معادلات W، V، A_{645} و A_{663} به ترتیب وزن تر نمونه بر حسب گرم، حجم نهایی نمونه بر حسب میلی لیتر، جذب در ۶۴۵ نانومتر و جذب در ۶۶۳ نانومتر است (۱۰).

همچنین، اندازه گیری قند محلول به روش فنل- سولفوریک اسید انجام شد. به این صورت که ۰/۱ گرم برگ خشک و سائیده‌شده در داخل ارلن قرار گرفت و ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد به آن اضافه گردید. ارلن به مدت ۱۵ دقیقه در داخل حمام آب گرم قرار گرفت. محلول حاصل از کاغذ صافی واتمن عبور داده شد و به منظور حذف رنگیزه‌های موجود در عصاره، ۳/۵ میلی‌لیتر سولفات روی ۵ درصد و ۳/۵ میلی‌لیتر هیدروکسید باریم ۰/۳ نرمال به آن اضافه شد. محلول حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در سانتریفوژ ۳۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت. از محلول حاصل دو میلی‌لیتر جدا و یک میلی‌لیتر فنل ۵ درصد و ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک کنسانتره با فشار به آن اضافه گردید و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد تا خنک شود. سپس میزان جذب محلول در طول موج ۴۸۵ نانومتر، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید و مقدار آن به عنوان میزان قند محلول ثبت گردید. منحنی کالیبراسیون با استفاده از محلول‌هایی با غلظت صفر تا ۱۰۰ میلی‌گرم گلوکز که همان روز تهیه شده بود، رسم گردید. منحنی استاندارد (R^2=۰/۹۹) براساس معادله C=ABC.K+B رسم شد. در این معادله C غلظت، ABC جذب و K و B اعداد ثابت هستند (۲۲). در طول فصل رشد و در طی دوره گلدهی، گل‌های شکفته شده به‌صورت روزانه برای هر گلدان، جمع‌آوری گردید و پس از خشک شدن در آخر دوره رشد، مجموع آن‌ها به عنوان وزن خشک کل برای هر گلدان ثبت گردید. محاسبات آماری و مقایسه میانگین داده ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد، با بهره گیری از نرم افزار MSTAT-C انجام گرفت و جهت رسم شکل‌ها از نرم افزارهای Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) حاکی از این بود که وزن خشک گل و صفات فیزیولوژیکی اندازه گیری شده به طور معنی‌داری تحت تاثیر اثر متقابل متیل‌جاسمونات و شوری قرار گرفتند، به استثنای اختلاف دمای برگ با محیط (ΔT) که تحت تاثیر اثر اصلی این تیمارها قرار گرفت. کمترین مقدار فتوسنتز، محتوای نسبی آب، میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل مربوط به تیمارهای واقع در سطح شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر با غلظت‌های فراتر از ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات بود. در حالی‌که بیشترین قند محلول نیز در همین سطح از شوری (۱۴ دسی زیمنس بر متر) با کمترین غلظت متیل‌جاسمونات (۷۵ میکرومولار) مشاهده گردید (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر متیل‌جاسمونات و شوری بر برخی صفات فیزیولوژیک و وزن خشک گل در بابونه آلمانی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		سرعت فتوسنتز	اختلاف دمای برگ و محیط	محتوای آب نسبی	کلروفیل b	کلروفیل a	کلروفیل کل	قند محلول	وزن خشک گل
تکرار	۲	۰/۵۱^{ns}	۱/۳۴^{ns}	۶/۹۷^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۲۴۵^{ns}	۰/۷۴^{ns}	۰/۰۳^{ns}
متیل‌جاسمونات	۴	۲۴/۴۱**	۱/۰۰*	۱۱۱۰/۸۷**	۸۲۲/۶۷*	۲۳/۶۰**	۱۰۷۶/۱۱**	۲۰/۴۱**	۳/۴۷**
شوری	۳	۶۹/۲۳**	۲/۹۳**	۶۹۴/۵۹**	۲۶۶/۰۰**	۴/۴۷**	۲۹۲/۰۴**	۱۱۴/۹۷**	۲/۶۵**
متیل-جاسمونات×شوری	۱۲	۰/۹۹*	۰/۳۵^{ns}	۱۷/۸۴**	۹۱/۶۴**	۱/۸۵**	۱۰۳/۸۹**	۱۰۳/۸۹**	۰/۱۳*
اشتباه آزمایشی	۳۸	۰/۴۵	۰/۳۰	۸/۱۹	۱/۰۲	۰/۰۸	۰/۶۰۵	۰/۱۸	۰/۰۶

ns، * و **- به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل متیل‌جاسمونات و شوری بر برخی صفات فیزیولوژیک و وزن خشک گل در بابونه آلمانی

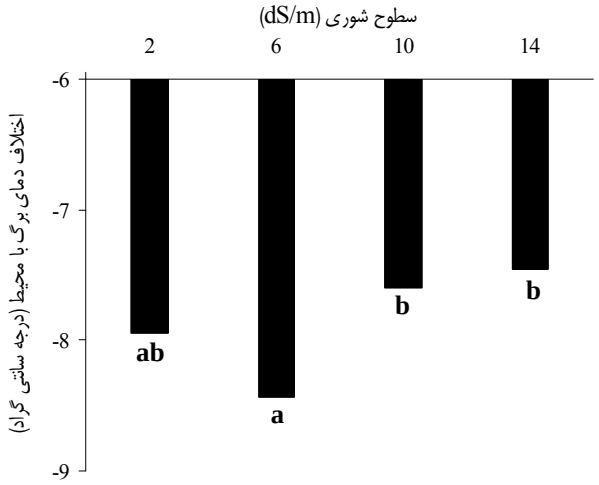
متیل‌جاسمونات (میکرومولار)	شوری (دسی زیمنس بر متر)	سرعت فتوسنتز ($\mu molCO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)	محتوای آب نسبی (٪)	کلروفیل b ($mg\ g^{-1}$)	کلروفیل a ($mg\ g^{-1}$)	کلروفیل کل ($mg\ g^{-1}$)	قند محلول ($mg\ g^{-1}$)	وزن خشک گل (g)
صفر	۲	۴/۶۴^{df}	۷۵/۰۰^{b}	۳/۷۱^{dg}	۱/۳۸^{cd}	۵/۷۶^{ef}	۰/۱۴^{j}	۲/۲۷^{ce}
	۶	۷/۷۷^{b}	۷۶/۲۲^{b}	۴/۹۷^{de}	۰/۳۴^{d}	۴/۶۶^{fg}	۰/۳۱^{j}	۲/۶۱^{bd}
	۱۰	۳/۰۶^{hj}	۶۷/۰۰^{ce}	۰/۹۹^{h}	۰/۲۱^{d}	۱/۲۲^{jk}	۲/۶۴^{fg}	۱/۷۷^{ei}
	۱۴	۲/۳۳^{ik}	۶۰/۱۹^{fg}	۱/۲۱^{gh}	۰/۲۱^{d}	۱/۴^{ik}	۸/۰۱^{b}	۱/۷۲^{ei}
۷۵	۲	۷/۰۰^{b}	۸۷/۶۲^{a}	۱۹/۶۶^{b}	۳/۹^{b}	۲۳/۶۴^{b}	۲/۰۷^{gh}	۳/۰۵^{ab}
	۶	۹/۹۹^{a}	۹۱/۷۳^{a}	۴۱/۱۸^{a}	۵/۹۸^{a}	۴۵/۱۰^{a}	۴/۴۸^{de}	۳/۷۶^{a}
	۱۰	۵/۵۷^{cd}	۷۶/۸۲^{b}	۱۱/۹۲^{c}	۳/۰۳^{bc}	۱۵/۶۸^{c}	۶/۱۵^{c}	۲/۶۷^{bc}
	۱۴	۳/۶۵^{fh}	۶۹/۲۳^{cd}	۱۱/۰۴^{c}	۱/۶۹^{cd}	۱۲/۲۶^{d}	۹/۵۶^{a}	۲/۰۳^{ch}
۱۵۰	۲	۴/۲۶^{eg}	۶۵/۱۰^{df}	۲/۷۹^{eh}	۰/۳۴^{d}	۲/۹۳^{gj}	۰/۵۶^{ij}	۱/۷۳^{ef}
	۶	۶/۶۰^{bc}	۷۱/۲۱^{c}	۳/۸۹^{df}	۰/۴۶^{d}	۴/۰۴^{fh}	۲/۴۹^{fg}	۲/۰۶^{cg}
	۱۰	۳/۲۵^{gi}	۶۳/۲۴^{ef}	۱/۵۱^{fh}	۰/۶۴^{d}	۲/۵۱^{hj}	۴/۳۹^{e}	۱/۸۰^{eh}
	۱۴	۱/۸۸^{jk}	۵۷/۳۲^{fg}	۰/۸۵۸^{h}	۰/۳۳^{d}	۱/۳۵^{jk}	۷/۴۰^{b}	۱/۲۹^{hi}
۲۲۵	۲	۲/۷۳^{hk}	۶۳/۵۶^{ef}	۲/۰۵^{fh}	۰/۸۷^{d}	۳/۳۹^{gi}	۰/۳۸^{j}	۱/۹۰^{dh}
	۶	۶/۶۶^{bc}	۶۶/۳۸^{ce}	۵/۳^{d}	۱/۳۴^{cd}	۶/۹۵^{e}	۲/۲۶^{gh}	۲/۱۲^{cf}
	۱۰	۲/۳۷^{ik}	۵۷/۶^{gh}	۱/۵۸^{fh}	۰/۳۱^{d}	۱/۸۹^{ik}	۳/۴۴^{f}	۱/۷۸^{ei}
	۱۴	۱/۶۴^{k}	۵۳/۲۷^{hi}	۰/۳۶^{h}	۰/۰۴۴^{d}	۰/۳۸^{k}	۵/۴۳^{cd}	۱/۳۳^{gi}
۳۰۰	۲	۲/۳۳^{ik}	۵۵/۹۵^{gh}	۱/۴۵^{fh}	۰/۴۱^{d}	۱/۹۹^{ik}	۰/۱۲^{j}	۱/۷۰^{ei}
	۶	۵/۱۴^{de}	۶۴/۸۷^{df}	۵/۴۳^{d}	۰/۷۴^{d}	۵/۸۵^{ef}	۱/۴۵^{hi}	۱/۸۴^{eh}
	۱۰	۲/۳۲^{ik}	۵۴/۶^{hi}	۱/۷۷^{fh}	۰/۳۴^{d}	۲/۱۱^{ik}	۲/۱۲^{gh}	۱/۴۴^{fi}
	۱۴	۱/۶۴^{k}	۴۲/۷۹^{i}	۱/۱۵^{h}	۰/۳۲^{d}	۱/۵۷^{ik}	۵/۲۳^{ce}	۱/۰۳^{i}

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند.

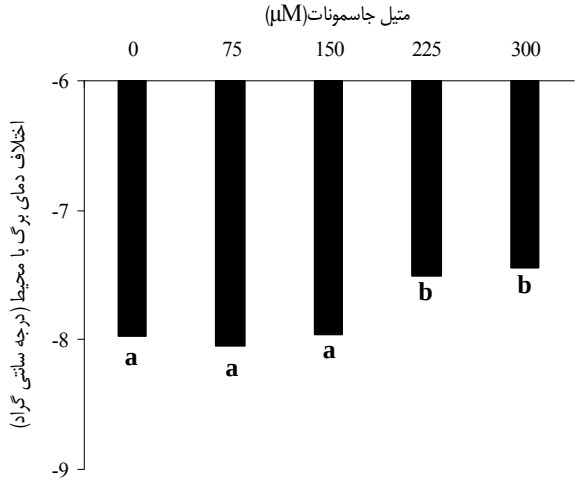
بیشترین مقدار سرعت فتوسنتزی (۹/۹۹ میکرومول CO_2 در متر مربع در ثانیه)، محتوای نسبی آب (۹۱/۷۳ درصد)، میزان کلروفیل a (۵/۹۸، میلی‌گرم در گرم وزن تر)، کلروفیل b (۴۱/۱۸ میلی‌گرم در گرم) و کلروفیل کل (۴۵/۱۰ میلی‌گرم در گرم) و وزن خشک گل (۳/۷۳ گرم در گلدان) در تیمار سطح شوری ملایم (۶ دسی زیمنس بر متر) با کمترین مقدار متیل‌جاسمونات مورد آزمون (۷۵ میکرومولار) مشاهده گردید (جدول۲). اثر اصلی تیمارهای مورد آزمایش تاثیر معنی‌داری بر ΔT نشان داد. در سطح شوری ۶ دسی زیمنس بر متر و

غلظت ۷۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات، گیاهان در وضعیت مناسبی از نظر دما قرار داشتند (شکل‌های ۱ و ۲). با افزایش شوری و غلظت متیل‌جاسمونات مصرفی، میزان فتوسنتز، محتوای نسبی آب، کلروفیل a، b و کلروفیل کل کاهش و میزان ΔT افزایش یافت. سرعت فتوسنتز با صفات محتوای نسبی آب، میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل همبستگی مثبت و معنی‌دار و با اختلاف دمای برگ و محیط همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد. هم‌چنین، بین وزن خشک گل و تمامی صفات مورد بررسی همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت. به غیر از صفت اختلاف دمای برگ و محیط که با عملکرد بابونه رابطه منفی و معنی دار داشت. قابل ذکر است که همبستگی قند محلول با هیچیک از صفات معنی‌دار نبود (جدول ۳).

رشد گیاهان فرایند پیچیده‌ای است که با فتوسنتز، تغذیه و پتانسیل آب در درون گیاه مرتبط است. تنش شوری باعث می‌شود که تمام روابط اخیر تحت تأثیر قرار گیرد. تنش شوری علاوه بر کاهش سطح برگ موجب تقلیل وزن خشک گیاه می‌شود که این امر دلیلی بر کاهش سطح فتوسنتز کننده و نیز بهم خوردن تعادل هورمونی درون گیاه است (۳۲). براساس تحقیق انجام شده بر روی سیب-زمینی‌شیرین، تیمار برگ با تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی سرعت فتوسنتز را در این گیاه افزایش داد (۴۲) . هم‌چنین گزارش شده است که کاربرد متیل‌جاسمونات در شرایط تنش شوری به افزایش سرعت فتوسنتزی نخودفرنگی منجر گردید (۱۹).



شکل ۱- اثر تنش شوری بر اختلاف دمای برگ بابونه آلمانی با محیط



شکل۲- اثر متیل‌جاسمونات بر اختلاف دمای برگ بابونه آلمانی با محیط

جدول۳- ضرایب همبستگی بین برخی صفات فیزیولوژیک و وزن خشک گل در گیاه بابونه آلمانی

	سرعت فتوسنتز	اختلاف دمای برگ با محیط	محتوای آب نسبی	کلروفیل b	کلروفیل a	کلروفیل کل
اختلاف دمای برگ با محیط	-۰/۵۷۴**	۱				
محتوای آب نسبی	۰/۸۴۱**	-۰/۴۷۴**	۱			
کلروفیل b	۰/۶۸۱**	-۰/۲۹*	۰/۸۰۸**	۱		
کلروفیل a	۰/۶۶۶**	-۰/۲۷۵*	۰/۷۹۷**	۰/۹۶۲**	۱	
کلروفیل کل	۰/۷۲۶**	-۰/۳۱۰*	۰/۸۱۳**	۰/۹۵۵**	۰/۹۷۰**	۱
عملکرد گل	۰/۸۱۲**	-۰/۴۰۴**	۰/۹۱۳**	۰/۸۱۵**	۰/۷۹۹**	۰/۸۳۷**

* و **- به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

نشر حرارتی و تعرق دو مکانیزمی هستند که از افزایش درجه حرارت برگ جلوگیری می‌کنند. هنگامی که گیاه در معرض نور شدید آفتاب است و شرایط مناسبی نیز برای تعرق زیاد وجود دارد، به نظر می‌رسد که از یک سوم تا نصف انرژی تششعی جذب شده، در تعرق مصرف می‌شود. اگر جذب انرژی تششعی زیاد باشد ولی به علت کمبود آب و یا به دلایل دیگر شدت تعرق کم باشد، بیشتر انرژی جذب شده، بوسیله نشر حرارتی از بین می‌رود. پایین‌تر بودن نسبی دمای برگ در نتیجه مکانیزم‌هایی است که وضعیت آبی برگ را در شرایط مساعدتری نگه می‌دارند. از این رو روزنه‌ها بازتر می‌مانند و حفظ تعرق باعث خنک شدن گیاه می‌گردد (۲۶). به نظر می‌رسد دمای مناسب کانوپی به دلیل گشودگی مناسب روزنه‌ها و هدایت روزنه‌ای و متعاقب آن، تعرق بیشتر باشد که باعث خنک شدن برگ گردیده است. بخوبی مشخص شده است که طی تنش‌هایی همچون تنش شوری محتوای نسبی آب، پتانسیل آب برگ و پتانسیل اسمزی سلول‌ها کاهش می‌یابد (۱۴).

سینکلایر و لادلاو (۴۱) بیان کردند که RWC ممکن است تعادل بین آب تامین شده برای برگ و سرعت تعرق را بهتر از سایر اجزاء روابط آبی منعکس کند، لذا آن را شاخص مناسبی برای نشان دادن وضعیت آبی برگ دانسته‌اند. پس آبیدگی بافت‌های برگ، مانع از ساخته شدن کلروفیل و باعث تخریب آن می‌گردد، تشکیل پلاستیدهای جدید، کلروفیلa، کلروفیلb و کاروتن را کاهش می‌دهد (۴). کاهش مقدار کلروفیل در نعناع ژاپنی (۳۳) نیز گزارش شده است. حفظ کلروفیل برای انجام فتوسنتز تحت شرایط تنش ضروری است (۱۴). به نظر می‌رسد که کاهش میزان کلروفیل‌ها در اثر تنش شوری، به علت تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن باشد، که رادیکال‌های آزاد باعث تجزیه این رنگیزه‌ها می‌گردند (۳۹). می‌توان بالا بودن مقدار کلروفیل a، b و کل را از چندین جنبه توجیه نمود. اولا گیاه بابونه خود یکی از گیاهانی است که موادی با خاصیت آنتی اکسیدانی به نام فلاونوئیدها تولید می‌کند (۷) که این ترکیبات جمع‌آوری‌کننده رادیکال‌های آزاد هستند (۴۷). ثانیا متیل‌جاسمونات، قادر است ژن-های سنتزکننده فلاونوئید را القا کند (۱۵). بنابراین، گیاه بابونه علاوه بر این‌که در حالت عادی دارای مواد آنتی‌اکسیدان می‌باشد، استفاده از متیل‌جاسمونات، تولید این ماده را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر در بررسی تاثیر متیل‌جاسمونات در شرایط تنش روی نخودسبز گزارش شد که این ترکیب پایداری کلروفیل را افزایش داده، بطوریکه اثرات بازدارنده تنش شوری کاهش یافت (۴۵). ثالثا به نظر می‌رسد رابطه مثبتی بین محتوای نسبی آب و غلظت کلروفیل وجود دارد. تحت شرایط شوری، بعلت پایین آمدن پتانسیل اسمزی محیط ریشه، جذب آب با مشکل مواجه می‌شود. میزان آب بافت‌ها و سلول‌های برگ کاهش پیدا می‌کند و محتوای نسبی آب نیز کاهش پیدا می‌کند. با کاهش محتوای نسبی آب، آنزیم کلروفیلاز، کلروفیل را تجزیه می‌کند، بنابراین رابطه مثبتی بین میزان کلروفیل و محتوای نسبی آب وجود دارد (۱۳).

یکی از مکانیسم‌های مقاومت به شوری در گلیکوفیت‌ها، تجمع مواد اسمزی سازگار در سیتوپلاسم آن‌ها است. محلول‌های سازگار توسط همه گیاهان در پاسخ به تعدادی از عوامل محیطی تجمع می‌یابند که احتمالاً یکی از محلول‌های سازگار قندهای احیا کننده است. پرولین، پلی‌اول‌ها و گلایسن بتائین از دیگر ترکیبات اسمزی هستند (۳۷). تحت شرایط تنش از جمله شوری، کربوهیدرات‌ها از نظر تنظیم‌اسمزی، در نقاط رشدی از جمله برگ‌ها (۲۴) ایفای نقش می‌کنند. براساس گزارش پیرزاد و همکاران (۳) گیاه بابونه آلمانی در شرایط کمبود آب شدید از نظر تولید پرولین و قندهای محلول، تحت تاثیر قرار نگرفته است. علت این رویداد پرهزینه بودن تولید این مواد ذکر گردیده است که تولید زیاد آن‌ها سبب کاهش رشد می‌شود (۳). این گزارش با نتیجه آزمایش ما مغایرت داشت. به نظر می‌رسد به علت زیاد شدن فتوسنتز در شرایط شوری با کاربرد متیل‌جاسمونات، گیاه بابونه در تولید محلول‌های سازگار نظیر قند محلول و پرولین موفق‌تر عمل کرده است (۵). کاربرد متیل‌جاسمونات در هنگام تنش با تحریک فعالیت آنزیم‌های تولید کننده محلول‌های سازگار در تحمل شرایط تنش موثر بوده است (۱۸). متیل‌جاسمونات از هورمون‌هایی

است که در فرآیند گلدهی موثر است و جاسمونات‌ها یک نقش بدیع در تنظیم گلدهی ایفا می‌کنند (۴۶). جاسمونات‌ها برای توسعه گل و تکامل جنسی در گیاهان الزامی هستند. بنابراین، در حضور جاسمونات‌ها ممکن است رشد و تکامل گل‌ها سریعتر به وقوع بپیوندد (۲۹). شایان ذکر است نتایج آزمایشات مختلف انجام شده با استفاده از متیل‌جاسمونات روی گلدهی ضد و نقیض است، ولی آنچه که می‌تواند این تناقض‌ها را توجیه کند، توجه به زمان و غلظت استفاده از هورمون و نوع گیاه و نیز در برخی موارد اثرات بازدارنده (۲۸) و تحریک‌کننده (۴۶) این هورمون می باشد. علاوه بر آن، شوری ملایم در بعضی گیاهان باعث افزایش تولید ماده خشک می‌گردد (۱ و ۶).

منابع

۱- افضلی ف.، شریعتمداری ح.، حاج عباسی م. و معطر ف. ۱۳۸۶. تاثیر تنش‌های شوری و خشکی بر عملکرد گل و میزان فلاونول–o–گلیکوزیدها درگیاه بابونه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۳(۳): ۳۹۰–۳۸۲.

۲- امیدبیگی ر. ۱۳۷۹. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم. انتشارات آستان قدس رضوی. ۳۹۷ صفحه.

۳- پیرزاد ع. ۱۳۸۶. اثرات آبیاری و تراکم بوته بر روی برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک و مواد موثره بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*). پایان‌نامه‌دکتری. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز.

۴- حیدری‌شریف‌آباد ح. ۱۳۷۹. گیاه، خشکی و خشکسالی. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. تهران. ۲۰۰ صفحه.

۵- . سلیمی ف.، شکاری ف.، عظیمی م. و زنگانی الف. ۱۳۹۰. نقش متیل جاسمونات در بهبود مقاومت به شوری از طریق تأثیر بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک (*Matricaria chamomilla* L.) در گیاه بابونه آلمانی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۷(۴): ۷۱۱–۷۰۰.

۶- شکاری ف. ۱۳۷۲. اثر تنش شوری روی تعدادی از گیاهان زراعی و مرتعی در مرحله رشد رویشی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه تبریز.

۷- عسگری ص.، نادری غ. و عسگری ن. ۱۳۸۴. اثرات حفاظتی فلاونوئیدها در مقابل همولیز گلبولی ناشی از رادیکال،های آزاد. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۱(۴): ۵۱۵–۵۰۵.

۸- میرحیدر ح. ۱۳۷۳. معارف گیاهی: کاربرد گیاهان در پیشگیری و درمان بیماری‌ها. جلد پنجم. چاپ اول. دفتر نشر فرهنگ اسلامی. ۵۲۷ صفحه.

9- Altinkut A., Kazan K., Ipekci Z., and Gozukirmizi G. 2001. Tolerance to paraquat is correlated with the associated with water stress tolerance in segregation F_2 populations of 6-barley and wheat. Euphytica, 121: 81-86.

10- Ashraf M. 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. Journal of Plant Science, 13: 17-42.

11- Ashraf M. 2004. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. Flora, 199: 361-376.

12- Blanco I. A., Rajaram S., Kronstad W. E., and Reynolds M. O. 2000. Physiological performance of synthetic hexaploid wheat-derived populations. Journal of Crop Science, 40:1257- 1263.

13- Castrillo M., and Turujillo I. 1994. Ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase activity and chlorophyll and protein contents in two cultivars of french bean plants under water stress and rewatering. Photosynthtica Journal, 30: 175-181.

14- Chandrasekar V., Sairam R. K., and Srivastava G. C. 2000. Physiological and biochemical responses of hexaploid and tetraploid wheat to drought stress. Journal of Agronomy and Crop Science, 185: 219-227.

15- Creelman R., and Mullet G.E. 1997. Biosynthesis and action of jasmonate in plant. Journal of Annual Review of Plant Physiology, 48: 355-381.

16- El-hendawy S. E., Hu Y., and Schmidhalter U. 2005. Growth, ion content, gas exchange and water relations of wheat genotypes differing in salt tolerance. Australian Journal of Agricultural Research, 56: 123-134.

17- FAO. 2000. Extent and causes of salt-affected soils in participating countries. URL: http://www.fao.org/ag/AGL/agll/spuch/topic4.htm.

18- Fedina I.S., and Benderliev K.M. 2000. Response of *Secendesmus incrassatulus* to salt stress as affected by methyl jasmonate. Journal of Biologica Plantarum, 43(4): 625-627.

19- Fedina I.S., and Dimova L.M. 2000. Methyl jasmonate –induced polypeptides in *Pisum sativum* roots soluble proteins. Journal of Physiology Desert Plants, 53(10):59-65.

20- Flowers T. J. 2004. Improving crop salt tolerance. Journal of Experimental Botany, 55(396): 307-319.

21- Gao X.P., Wang X.F., Lu Y.F., Zhang L.Y., Shen Y.Y., Liang Z., and Zhang D.P. 2004. Jasmonic acid is involved in the water-stress-induced betaine accumulation in pear leaves, Plant Cell Environment, 27, 497–507.

22- Hellubust J.A., and Caraigie J.S. 1978. Handbook of physiological methods. Physiological and biochemical methods. Cambridge University Press.

23- Homaee M., Feddes R. A., and Dirksen C. 2002. A macroscopic water extraction model for no uniform transient salinity and water stress. Soil Science. Society of American Journal, 66: 1764-1772.

24- Irigoyen J.J., Emerich D.W., and Sanchez-Diaz M. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline

and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Journal of Plant Physiology, 55-60.
25- Kluitenberg G.J., and Biggar J.W. 1992. Canopy temperature as a measure of salinity stress on sorghum. Journal of Irrigation Science, 13: 115-121.
26- Kumar D. 2004. Breeding for drought resistance. In: Abiotic stress: Food Products Press. pp: 145-175.
27- Ma Q. Q., Wang W., Li Y. H., Li D.Q., and Zou Q. 2006. Alleviation of photo inhibition in drought stressed wheat (*Triticum aestivum*) by foliar applied glycinbetaine. Journal of Plant Physiology, 163: 165-175.
28- Maciejewska B., and Kopcewicz J. 2002. Inhibitory effect of methyl jasmonate on flowering and elongation growth in pharbitis nil. Journal of Plant Growth Regulation, 21:216–223.
29- Mandaokar A., Thines B., Shin B., Lange BM., Choi G., Koo YJ., and Yoo YJ. 2006. Transcriptional regulators of stamen development in Arabidopsis identified by transcriptional profiling. The plant Journal, 46: 984–1008.
30- 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, 58: 149-153.
31- Meidner, H. 1981. Class experiments in plant physiology, British library cataloging in publication data, London.
32- Munns R. 1988. Causes of varied differences in salt tolerance. Journal of Plant Physiologica, 42: 960-989.
33- Misra A., and.Srivastava N. K. 2000. Influence of water stress on Japanese mint. Journal of Herbs, Spice and Medicinal Plants, 7: 51-58.
34- Pettigrew W. T. 2004. Physiological consequences of moisture deficit stress in cotton. Crop Science, 44: 1265-1272.
35- Prakash M., and Ramachandran K. 2000. Effects of moisture stress and anti transpirations on leaf chlorophyll. Journal of Agronomy and Crop Science, 184: 153-156.
36- Oliviera-Neto C.F., Silva-Lobato A.K., Goncalves-Vidigal M.C., Costa R.C.L., Santos. Filho B.G., Alves G.A.R., Silva-Maia W.J.M., Cruz F.J.R., Neres H.K.B., and Santos Lopes M.J. 2009. Carbon compounds and chlorophyll contents in sorghum submitted to water deficit during three growth stages. Journal of Science and Technology, 7: 588-593.
37- Orcutt D. M., and Nilsen E. T. 2000. Physiology of Plants under stress soil and biotic factors. John Wiley and Sons Inc. KA/PP, p.177-235.
38- Ritchie S. W., Nguyen H. T., and Holaday A. S. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Journal of Crop Science, 30: 105-111.
39- Schutz M., and Fangmeir E. 2001. Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) to elevated CO_2 and water limitation. Journal of Environmental Pollution, 114:187-194.
40- Shakirova F., Sakhabutdinova A., Bezrukova M., Fatkhutdinova R., and Fatkhutdinova D. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Journal of Plant Science, 164: 317–322.
41- Sinclair T. R., and Ludlow M. M. 1985. Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. Australian Journal of Plant Physiology, 12: 213-217.
42- Spence J. A. and Humphries E. C. 1972. Effect of moisture supply, root temperature, and growth regulators on photosynthesis of isolated root and leaves of sweet potato (*Ipomoea batata*). Journal of Annals of Botany, 36: 115-121.
43- Srivastava L.M. 2002. Plant growth and development. Hormones and environment (chap.12: Jasmonates and other defense-related compounds). Acad. Press.
44- Walia H., Wilson C., Condamine P., Liu X., Ismail A., and Close T. 2007. Large-scale expression profiling and physiological characterization of jasmonic acid-mediated adaptation of barley to salinity stress. Plant, Cell Environment, 30(4): 410-421.
45- Velttchkova M., and Fedina I. 1998. Response of photosynthesis of *Pisum sativum* to salt stress as affected by methyl jasmonate. Journal of Photosyntica, 35(1):89-97.
46- Wang S.Y. 1999. Methyl Jasmonate reduces water stress in strawberry. Journal of Plant Growth Regulation, 18: 127-134.
47- Wei H., Tye, L., Bresnick E., and Birt D.F. 1990. Inhibitory effect of apigenin, a plant flavonoid, on epidermal ornithine decarboxylase and skin tumor promotion in mice1.Cancer Research, 50: 499-502.