Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 48, No 1, Spring 2017 (149-158)
DOI: 10.22059/ijfcs.2017.135541.653975

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۶ (ص ۱۵۸-۱۴۹)

تأثیر محلول‌پاشی متانول بر ویژگی‌های کمی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی بادرشبو (*Dracocephlum moldavica* L.) در شرایط کم آبیاری

محمود رمرودی[1*]، مجتبی چزگی[2] و محمد گلوی[3]
۱، ۲ و ۳. دانشیار، دانشجوی کارشناسی ارشد رشتهٔ گیاهان دارویی و استاد، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زابل
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۱۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱/۲۱)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی متانول بر ویژگی‌های کمی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی بادرشبو در شرایط کم آبیاری، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در کشتزار تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زابل در سال زراعی ۹۲-۹۱ اجرا شد. تیمارهای کم آبیاری شامل: ۱۰۰ (شاهد یا بدون تنش)، ۸۰ و ۶۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی به‌عنوان عامل اصلی و محلول‌پاشی متانول در چهار سطح شامل: بدون محلول‌پاشی (شاهد)، محلول‌پاشی با ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد حجمی متانول به‌عنوان عامل فرعی بود. نتایج نشان داد که تأثیر تنش کم‌آبی بر ارتفاع بوته، شمار شاخه‌های فرعی، وزن خشک اندام‌های هوایی، درصد اسانس، محتوای پرولین، سبزینه (کلروفیل)، کاروتنوئید، پتاسیم و سدیم معنی‌دار بود. با افزایش تنش خشکی محتوای پرولین و درصد اسانس افزایش، ولی ارتفاع بوته، شمار شاخه‌های فرعی، وزن خشک اندام‌های هوایی، سبزینه، کاروتنوئید، پتاسیم و سدیم کاهش یافت. محلول‌پاشی متانول بر ارتفاع بوته، شمار شاخه‌های فرعی، وزن خشک اندام‌های هوایی، درصد اسانس، محتوای پرولین و سبزینه، کاروتنوئید، پتاسیم و سدیم تأثیر معنی‌داری داشت. محلول‌پاشی متانول با ۳۰ درصد حجمی بیشترین تأثیر را بر ارتفاع بوته، شمار شاخه‌های فرعی، وزن خشک اندام‌های هوایی، درصد اسانس، محتوای پرولین، سبزینه، کاروتنوئید، پتاسیم و سدیم داشت، به‌طوری‌که موجب افزایش ۵۹/۷۳ درصد مادهٔ خشک نسبت به محلول‌پاشی ۴۵ درصد حجمی شد. بر پایهٔ نتایج این آزمایش محلول‌پاشی ۳۰ درصد حجمی متانول و تأمین رطوبت در حد ظرفیت زراعی برای تولید بادرشبو مناسب بود.

واژه‌های کلیدی: اسانس، پرولین، رنگیزه‌ها، سبزینهٔ برگ، کاروتنوئید.

Effect of methanol spraying on quantitative traits and osmatic adjustments in Moldavian (*Dracocephlum moldavica* L.) under low irrigation conditions

Mahmood Ramroudi[1], Mojtaba Chezgi[2*] and Mohammad Galavi[3]
1, 2, 3. Associated Professor, M.Sc. Student of Medicinal Plant and Professor, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran
(Received: Nov. 4, 2015 - Accepted: Apr. 9, 2016)

ABSTRACT

In order to evaluate effects of methanol spraying on quantitative traits and osmatic adjustments in *Dracocephlum moldavica* L. under low irrigation conditions, an experiment was conducted as split plots based on randomized complete block design with three replications at the research farm, Faculty of Agriculture, Zabol University, Iran in 2013. Treatments included three levels of water low stress include: 100 (control), 80 and 60 percentage of field capacity as main plots, and four levels including 0 (control), 15, 30 and 45 volumetric percentage of methanol spraying as sub plots. The results showed that the plant height, number of lateral branch, dry matter, oil percentage, chlorophyll, carotenoid, proline contents, potassium and sodium was significantly affected by drought stress. With increasing of drought stress, proline content and oil percentage increased, but plant height, number of lateral branch, dry matter, chlorophyll, carotenoid, potassium and sodium were decreased. Methanol foliar application on plant height, number of lateral branch, dry matter, oil percentage, chlorophyll, carotenoid, proline contents, potassium and sodium had a significant effect. The maximum amounts of plant height, number of lateral branch, dry matter, oil percentage oil, chlorophyll, carotenoid, proline contents, potassium and sodium obtained by 30 volumetric percentage of methanol spraying, and the dry matter was 59.73 percentages more than by 45 volumetric percentage of methanol spraying. Based on the results of methanol spraying 30 percentages and provide water at field capacity for production Moldavian is suitable.

Keywords: Carotenoid, essential oil, leaf chlorophyll, pigments, proline.

* Corresponding author E-mail: Mramroudi42@uoz.ac.ir Tel: +98 915 1424213

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

کمبود آب یکی از مسائل مهم است که بیشتر مناطق گرم و خشک جهان و از جمله ایران با آن روبه‌رو است و ضمن اینکه تنش خشکی به‌عنوان عامل اصلی کاهش عملکرد گیاهان زراعی و دارویی به شمار می‌آید (Dehaeke & Aboudrare, 2004; Clover *et al*., 1998). بنابراین شناسایی گیاهانی که از ویژگی‌های مقاومت به خشکی و نیاز آبی پایین بهره‌مند باشند از برنامه‌های اصلی و لازم این مناطق است.

گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephlum moldavica* L.) تا حد زیادی به تنش خشکی مقاومت دارد و می‌تواند در مناطق به نسبت خشک به‌عنوان گیاه دارویی مورد توجه قرار گیرد (Omidbaigi, 2005). در شرایط تنش خشکی برخی از ترکیب‌های درونی گیاهان به میزان شایان‌توجهی افزایش پیدا می‌کند (Atel & Kapur, 1998). مواد تنظیم‌کنندهٔ فشار اسمزی بیشتر شامل اسیدهای آمینه، قندها، برخی یون‌های کانی و هورمون‌ها هستند. پرولین یکی از اسیدهای آمینهٔ فعال در تنظیم پتانسیل اسمزی درون گیاه نقش بسزایی دارد (Slama *et al*., 2006). میزان پرولین در گیاهانی که به‌طورمعمول آبیاری می‌شوند بسیار اندک است و پس از کاهش آب، میزان آن چند برابر افزایش می‌یابد (Rajinder, 1987). نتایج تحقیقات مختلف نشان داد، تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و درصد اسانس و میزان سبزینهٔ (کلروفیل) بادرشبو معنی‌دار بود و با افزایش شدت تنش خشکی میزان سبزینه و عملکرد مادهٔ خشک کاهش و درصد اسانس افزایش داشت (Hassani, 2006; Safikhani *et al*., 2007). Pirzad *et al*. (2006) با بررسی تأثیر تنش خشکی روی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) نتایج همسانی گزارش کردند. نتایج تحقیقی نشان داد، در شرایط تنش خشکی دو تنظیم‌کنندهٔ اسمزی هیدرات‌های کربن و پرولین در گیاه دارویی سیاهدانه افزایش یافت (Rezapor *et al*., 2011).

کاهش سرعت سوخت‌وساز دی‌اکسیدکربن، کاهش میزان هدایت روزنه‌ای و کاهش کارایی مصرف آب از عامل‌های دخیل در کاهش عملکرد گیاه در شرایط خشکی هستند (Gonzalez, 2005). بعضی از گیاهان متحمل به خشکی هستند، اما برای دستیابی به عملکرد بالا اعمال راهکارهایی که بتواند اثر تنش خشکی را کاهش دهد، بسیار مورد توجه بوده است (Hsiao, 2000). در این راستا، کاهش تعرق، حفظ تثبیت دی‌اکسیدکربن و کاهش تنفس نوری از مهم‌ترین راهکارها برای کاهش اثر سوء تنش خشکی به‌شمار می‌آیند. بنابر نتایج Zbiec *et al.* (1999) افزایش دی‌اکسیدکربن می‌تواند اثر ناشی از تنش خشکی را خنثی کند. بنابراین، استفاده از موادی که غلظت دی‌اکسیدکربن را در گیاه افزایش دهند، موجب تثبیت عملکرد خواهد شد. از راهکارهای افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن به‌ویژه در گیاهان سه کربنه می‌توان استفاده از ترکیب‌هایی آلی مانند متانول را بیان کرد (Nonomura & Benson, 1992). کاربرد متانول سبب تولید دی‌اکسیدکربن در برگ‌ها و در نتیجه تسریع نورساخت (فتوسنتز) در گیاه می‌شود، ازاین‌رو به‌عنوان منبع کربن قابل استفاده به شمار می‌آید (Zbiec *et al*., 1999).

متانول یک ترکیب آلی فرار است که از برگ‌های خیلی از گونه‌های گیاهان ساطع می‌شود (Nemcecek Marshall *et al*., 1995). وجود متانول درون گیاه افزون براثر مستقیم بر رشد آن، از راه فعالیت باکتری‌های متیلوتروف (*Methylobacterium spp*) نیز بر رشد گیاهان تأثیر شایان‌توجهی می‌گذارد (Holland *et al*., 2002; Abanda Nkpwat *et al*., 2006). این باکتری‌ها با دریافت متانول از برگ‌ها، آن را استفاده کرده و هورمون‌هایی مانند اکسین و سیتوکینین تولید و در اختیار گیاه قرار می‌دهند (Ivanova *et al*., 2001; Li *et al*., 1995). افزون بر این، باکتری‌های یادشده با تولید ویتامین B_{12} باعث افزایش نمو گیاه می‌شوند (Abanda Nkpwat *et al*., 2006). همچنین محلول‌پاشی متانول از ساخت (سنتز) اتیلن جلوگیری و باعث تأخیر در پیری برگ‌ها و طولانی‌تر شدن دوره نورساختی گیاه می‌شود (Heins, 1980). به‌طورکلی متانول ترکیبی تأثیرگذار بر سوخت‌وساز گیاهان است که سبب تنظیم سرعت فرآیندهای سوخت‌وسازی (متابولیکی) گیاه، افزایش رشد و افزایش فعالیت نورساختی و کاهش تنفس نوری است (Dowine *et*

Archive of SID

www.SID.ir

al., 2004). محلول‌پاشی متانول روی قسمت‌های هوایی گیاهان زراعی باعث افزایش عملکرد دانه، کاهش اثر تنش خشکی و کاهش نیاز آبی آن‌ها می‌شود (Nonomura & Benson, 1992). محلول‌پاشی گیاهان سه کربنه با ۵۰-۱۰ درصد حجمی متانول سبب افزایش عملکرد می‌شود که علت آن را به کاهش تنفس نوری و همچنین افزایش آماس یاخته‌ای بافت گیاهی نسبت داده‌اند. در گیاهان چهار کربنه به علت ساختار درونی برگ و غنی‌سازی دی‌اکسیدکربن در یاختهٔ میان‌برگ (مزوفیل)، محلول‌پاشی متانول تأثیر زیادی در عملکرد نخواهد داشت (Nonomura & Benson, 1992). محققان در نتایج بررسی خود نشان دادند، با افزایش درصد حجمی محلول‌پاشی متانول تا حدودی ارتفاع بوته و شمار انشعاب‌های فرعی ساقه در بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) افزایش پیدا کرد، ولی افزایش بیش‌ازحد آن سبب کاهش ویژگی‌های یادشده شد (Khosravi, 2011). نتایج تحقیقات چندی گویای افزایش عملکرد گیاهانی از جمله آفتابگردان (Hernandez *et al.*, 2000)، چغندرقند (Lee *et al.*, 2006)، ماش (Aslani *et al.*, 2011) و پنبه (Makhdum *et al.*, 2002) تحت تأثیر محلول‌پاشی متانول است. تیمار کردن توتون و گوجه‌فرنگی (Ramirez *et al.*, 2006)، گندم و یولاف (Rajala *et al.*, 1998) با متانول، سبب افزایش سبزینهٔ برگ شده است. نتایج تحقیقات دیگر نشان می‌دهد که محلول‌پاشی متانول زیست‌تودهٔ گیاهان زراعی رویارویی با کمبود آب را افزایش می‌دهد، ولی در گیاهان زراعی که محدودیت رطوبتی ندارند تأثیر منفی می‌گذارد (Ramberget *et al.*, 2002; Ramirez *et al.*, 2006). این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی متانول در شرایط کم‌آبی بر ویژگی‌های کمی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی بادرشبو انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش، در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در کشتزار آموزشی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زابل در حاشیهٔ سد سیستان واقع در طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۳۱ دقیقهٔ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۵ دقیقهٔ شمالی در ارتفاع ۹۰ متر از سطح دریا، به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای کم آبیاری شامل: ۱۰۰ (شاهد یا بدون تنش)، ۸۰ و ۶۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی به‌عنوان عامل اصلی و محلول‌پاشی متانول شامل: بدون محلول‌پاشی (شاهد) و محلول‌پاشی با ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد حجمی به‌عنوان عامل فرعی بود. تنش کم‌آبی بر پایهٔ اندازه‌گیری رطوبت با استفاده از دستگاه TDR مدل TRASE SYSTE انجام شد. برای تعیین زمان آبیاری در تیمارهای که تنش در آن‌ها اعمال شد، در آغاز ظرفیت زراعی خاک مزرعه اندازه‌گیری شد. آنگاه شاهد بر پایهٔ ظرفیت زراعی مزرعه و تیمارهای تنش خشکی بر پایهٔ ۸۰ و ۶۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی آبیاری شدند. آبیاری به‌صورت کرتی و تا مرحلهٔ ۱۲-۱۰ برگی به‌صورت یکسان آبیاری شدند که برای جلوگیری از نشت آب فاصلهٔ بین کرت‌های اصلی ۱ متر در نظر گرفته شد و بعد اقدام به اعمال تیمارهای تنش شد (Safikhani *et al.*, 2007). بذر بادرشبو از مؤسسهٔ پاکان بذر اصفهان تهیه و در اواسط بهمن با دست به‌صورت خطی در زمینی که پیشتر کود دامی داده شده بود، کشت شد. پس از سبز شدن بذر در مرحلهٔ ۸-۶ برگی گیاهان بر پایهٔ فاصلهٔ روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر تنک شدند. هر کرت آزمایشی دارای چهار ردیف به طول ۴ متر با فاصله‌های ۳۰ سانتی‌متر بود. در فصل رشد سه بار به فاصله‌های ۱۵ روز در مرحلهٔ ۱۲-۱۰ برگی گیاه (۵۰ روز پس از کاشت)، ۶۵ و ۸۰ روز پس از کاشت بوته‌ها بادرشبو با متانول محلول-پاشی شدند، به‌گونه‌ای که روی همهٔ قسمت‌های بوته قطرات محلول جاری شد. فاصلهٔ نازل حدود ۳۰ سانتی‌متر بالای بوته‌ها و محلول‌پاشی بین ساعت ۲۰-۱۶ انجام شد.

در مرحلهٔ گلدهی کامل پس از حذف اثر حاشیه‌ای، ۱ مترمربع از دو ردیف میانی هر کرت برداشت شد. به‌منظور استخراج اسانس اندام‌های هوایی خشک‌شده، از روش تقطیر با آب بخار توسط دستگاه کلونجر و برای تعیین پرولین از روش Bates

Archive of SID

www.SID.ir

et al. (1973) و غلظت سبزینهٔ کل برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن تر بافت) در مرحلهٔ گلدهی کامل در آزمایشگاه تحقیقات دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه زابل استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخهٔ ۹/۱ و مقایسهٔ میانگین‌ها بر پایهٔ آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

تأثیر تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی متانول بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش تخلیهٔ رطوبت خاک، ارتفاع بوته کاهش یافت، ارتفاع بوته در تیمار ۶۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی (شاهد) حدود ۲۶/۶ درصد کاهش یافت (جدول ۲). Gholizadeh *et al.* (2010) کاهش ارتفاع ساقهٔ بادرشبویه را با افزایش تنش خشکی گزارش کرده‌اند. Pourmosavi *et al.* (2008) نیز با کاهش آب مصرفی کاهش ارتفاع بوته را گزارش کردند. کاهش سرعت نمو، کاهش رشد طولی ساقه و کاهش رشد برگ‌ها از مهم‌ترین اثرگذاری‌های تنش خشکی هستند (Chabok, 1996).

مقایسهٔ میانگین‌ها نشان می‌دهد، با افزایش محلول‌پاشی متانول تا سطح ۳۰ درصد حجمی، ارتفاع بوته افزایش یافت، ولی افزایش مصرف متانول از ۳۰ به ۴۵ درصد حجمی ارتفاع بوته را کاهش داد که مبین تأثیر منفی آن در غلظت‌های بالا بر رشد گیاه است (جدول ۲). گیاه‌سوزی بادرنجبویه نیز تحت تأثیر غلظت‌های بالای محلول‌پاشی متانول گزارش شده است (Khosravi, 2011). افزایش ارتفاع بوته در اثر مصرف متانول به دلیل فعالیت باکتری‌های متیلوتروف موجود در برگ‌ها است که با دریافت میزانی متانول آن را استفاده کرده و هورمون‌هایی مانند اکسین و سیتوکنین تولید و آن‌ها را در اختیار گیاه قرار می‌دهند که باعث تقسیم یاخته‌ای و افزایش طولی یاخته و در نتیجه افزایش طول ساقه می‌شود (Ivanova *et al.*, 2001; Li *et al.*, 1995).

شمار شاخهٔ جانبی در بوته

تأثیر تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی متانول بر شمار شاخهٔ جانبی در بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش تنش خشکی شمار شاخهٔ جانبی کاهش یافت، به‌طوری‌که تیمارهای ۱۰۰ و ۶۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی به ترتیب بیشترین و کمترین شمار شاخهٔ جانبی در بوته را تولید کردند و تنش شدید در مقایسه با شاهد حدود ۱۶/۲۴ درصد شاخهٔ جانبی کمتری تولید کرد (جدول ۲). در آزمایش همسان روند کاهشی شمار شاخهٔ جانبی در عدس، نخود و لوپین سفید در پتانسیل منفی آب خاک گزارش شده است (Leport *et al.*, 1998). تنش خشکی ناشی از کمبود آب در اثر افزایش فاصلهٔ آبیاری سبب کاهش رشد قسمت‌های مختلف گیاه از جمله ارتفاع بوته، سطح برگ و شمار ساقه در بوته می‌شود. نتایج همسانی نیز در بررسی روی نعناع گزارش شده است (Misra & Srivastava, 2000).

نتایج نشان داد، محلول‌پاشی با ۳۰ درصد حجمی متانول و بدون محلول‌پاشی به ترتیب بیشترین و کمترین شمار شاخهٔ جانبی در بوته را دارند و حدود ۳۶/۵ درصد افزایش شمار شاخهٔ جانبی در محلول‌پاشی با ۳۰ درصد حجمی متانول در مقایسه با بدون محلول‌پاشی مشاهده شد (جدول ۲). افزایش شمار شاخه بر اثر محلول‌پاشی با ۳۰ درصد حجمی متانول به دلیل افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن درون گیاه و افزایش نورساخت است. احتمال دارد کاهش شمار شاخهٔ جانبی در محلول‌پاشی با ۴۵ درصد حجمی متانول نسبت به شاهد بر اثر گیاه‌سوزی و سمیت آن در غلظت‌های بالا باشد (Mirakhori *et al.*, 2009). نتایج همسانی مبنی بر گیاه‌سوزی در غلظت‌های بالای متانول در گیاه دارویی بادرنجبویه گزارش شده است (Khosravi, 2011).

وزن خشک بخش هوایی بوته

تأثیر تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی متانول بر وزن خشک بخش‌های هوایی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱)، به‌طوری‌که تیمارهای ۱۰۰ و ۶۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی به ترتیب بیشترین و

Archive of SID

www.SID.ir

کمترین وزن خشک بخش هوایی را داشتند و با افزایش شدت تنش خشکی ناشی از افزایش فاصله‌های آبیاری، از میزان وزن خشک بخش هوایی بوته کاسته شد (جدول ۲). نتایج تحقیقات چندی کاهش مادهٔ خشک ریحان را تحت تأثیر تنش خشکی نشان داده است (Omidbaigi *et al.*, 2006; Ramroudi & Khamr,). بروز تنش خشکی موجب کاهش سطح برگ‌ها می‌شود در نتیجه جذب نور و ظرفیت کل نورساختی گیاه کاهش می‌یابد، بنابراین با محدود شدن فرآورده‌های نورساختی در شرایط کمبود آب، تولید مادهٔ خشک گیاه کاهش می‌یابد. در شرایط آبیاری کامل، میزان نورساخت و تولید مواد پرورده افزایش‌یافته و درنهایت مادهٔ خشک آن افزایش می‌یابد (Palmer *et al.*, 1995).

جدول ۱. تجزیهٔ واریانس ویژگی‌های کمی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی بادرشبو تحت تأثیر محلول‌پاشی متانول و کم آبیاری
Table 1. Analysis of variance for quantitative traits and osmotic adjustments in Moldavian under methanol spraying and low irrigation

S.O.V	df	Plant height	Number of lateral branch	Dry matter	Oil percentage	K	Na	Chlorophyll	Carotenoid	Proline
Rep.	2	273.3	22.04	2028.3	0.014	1150.63	246.61	3.29	0.023	0.0011
Low irrigation (I)	2	533.6**	24.43**	17067.2**	0.119**	2561.55**	1836.44**	5.49**	0.591**	0.0016**
Ea	4	4.6	2.86	240.6	0.002	21.23	271.25	1.73	0.061	0.0002
Methanol spraying (S)	3	255.7**	13.12**	4840.8**	0.073**	1086.41**	113.56**	2.29**	0.792**	0.0012**
I × S	6	8.8^{ns}	0.17^{ns}	278.9^{ns}	0.0003 ^{ns}	70.01^{ns}	44.47^{ns}	0.11^{ns}	0.040^{ns}	0.00004^{ns}
Eb	18	10.1	0.71	332.3	0.0005	71.93	26.42	0.15	0.015	0.0001
CV (%)	-	7.58	12.78	17.12	4.71	10.89	19.34	9.26	4.87	5.17

** and ns: Significant at p<0.01 and non-significant difference, respectively. ** و ns به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های کمی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی بادرشبو تحت تأثیر محلول‌پاشی متانول و کم آبیاری
Table 2. Mean comparison of quantitative traits and osmotic adjustments in Moldavian under methanol spraying and low irrigation

Treatments		Plant height (cm)	Number of lateral branch	Dry matter ($kg.ha^{-1}$)	Oil percentage	K (ppm)	Na (ppm)	Chlorophyll ($mg.l^{-1}$)	Carotenoid ($\mu mol.g^{-1}$)	Proline ($\mu mol.g^{-1}$)
Low	100	46.60a	15.28a	129.91a	0.39c	65.57c	17.54c	7.58a	2.67a	0.15b
irrigation	80	44.68a	14.63ab	117.01a	0.48b	73.96b	21.50b	5.08a	2.65a	0.17ab
(F.C%)	60	34.21b	12.71b	59.11b	0.59a	94.04a	40.67a	2.77b	2.27b	0.18a
Methanol	0	37.17c	12.86b	87.94b	0.42c	63.83c	23.11c	4.05bc	2.37bc	0.18a
spraying	15	43.48b	14.21ab	110.85a	0.51b	74.76b	26.35b	5.72ab	2.68ab	0.17ab
(Volumetric	30	48.64a	15.67a	130.35a	0.60a	84.27a	31.50a	7.34a	2.86a	0.16b
percentage)	45	38.03c	14.08ab	78.90b	0.40c	70.56b	25.33b	3.46c	2.21c	0.15b

* میانگین‌های که در هر ستون که در یک حرف مشترک هستند، بدون تفاوت آماری بر پایهٔ آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد هستند.
Means in each column follow by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

به‌طوری کلی با افزایش محلول‌پاشی متانول تا سطح ۳۰ درصد حجمی وزن خشک بخش‌های هوایی افزایش یافت، ولی افزایش مصرف آن به ۴۵ درصد حجمی وزن خشک اندام‌های هوایی را کاهش داد (جدول ۲). نتایج تحقیقی روی چند گیاه زراعی مانند لوبیا، چغندرقند و کلزا نشان داد، گیاهان محلول‌پاشی‌شده با متانول ۳۰ درصد ۱۳-۱۲ درصد افزایش تولید مادهٔ خشک نسبت به بدون محلول‌پاشی داشتند (Zbiec *et al.*, 2003). افزایش وزن خشک بخش‌های هوایی با افزایش محلول‌پاشی متانول می‌تواند به دلیل افزایش نورساخت در اثر محلول‌پاشی متانول و افزایش انتقال هیدرات‌های کربن به اندام‌های هوایی گیاه باشد (Li *et al.*, 1995).

درصد اسانس

تأثیر تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی متانول بر درصد اسانس در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۱). مقایسهٔ میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد، با افزایش شدت تنش خشکی، بر درصد اسانس افزوده شد به‌گونه‌ای که کمترین درصد اسانس از تیمار ۱۰۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی (شاهد) و به‌تدریج با افزایش شدت تنش درصد آن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین درصد اسانس به تیمار آبیاری پس از ۶۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی اختصاص داشت که نسبت به تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی حدود ۳۳/۱ درصد افزایش نشان داد. نتایج این تحقیق نشان داد که برای افزایش

Archive of SID

www.SID.ir

درصد اسانس در بادرشبو، اعمال تنش رطوبتی می‌تواند مناسب باشد. با کاهش سطح برگ ناشی از تنش خشکی، شمار غده‌های مترشحهٔ اسانس و در پی آن میزان اسانس افزایش می‌یابد (Ramroudi & Khamr, 2014). Omidbaigi *et al.* (2003) گزارش کردند که درصد اسانس ریحان با کاهش رطوبت خاک افزایش پیدا می‌کند.

با توجه به نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها (جدول ۲) می‌توان گفت که با افزایش میزان متانول درصد اسانس افزایش یافت و بیشترین درصد اسانس به محلول‌پاشی ۳۰ درصد حجمی متانول تعلق داشت. احتمال دارد افزایش درصد اسانس با افزایش تا حدی از متانول به دلیل تأثیر آن بر شمار غدد ترشح‌کنندهٔ اسانس باشد. بنابراین با توجه به تأثیر محلول‌پاشی متانول در گیاه دارویی بادرشبو، می‌توان بیان کرد، استفاده از این فناوری در افزایش درصد اسانس گیاه سودمند خواهد بود.

پتاسیم

تأثیر تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی متانول بر میزان پتاسیم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۱). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که تیمار ۶۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی با بیشترین تأثیر و تیمار ۱۰۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی کمترین تأثیر را بر میزان پتاسیم داشت (جدول ۲). به نظر می‌رسد که افزایش معنی‌دار پتاسیم در شرایط تنش، نشان‌دهندهٔ نقش این یون در کاهش پتانسیل اسمزی در گیاه باشد. همچنین یون پتاسیم در باز و بسته شدن روزنه‌ها و حفظ تعادل یونی نقش دارد. گزارش شده است که افزایش غلظت پتاسیم می‌تواند نقش مهمی در افزایش هدایت روزنه‌ای داشته باشد (Patakas *et al.*, 2002). افزایش یون پتاسیم در گیاه تحت تنش خشکی ممکن است ناشی از افزایش جذب و با کاهش انتقال و یا تغییر نامتجانس رشد در بخش‌های مختلف باشد. باز شدن روزنه‌ها نتیجهٔ افزایش پتانسیل فشاری یاخته‌های محافظ روزنه نسبت به یاخته‌های اطراف آن است. این آماس واکنش گیاه نسبت به محرک محیطی است که بعضی مواقع این محرک، ورود یون‌های پتاسیم است که بر تنظیم فشار اسمزی اثر می‌گذارد (Heidari *et al.*, 2006).

مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد، تیمارهای محلول‌پاشی متانول با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند، به‌طوری‌که محلول‌پاشی با ۳۰ درصد حجمی متانول بیشترین و بدون محلول‌پاشی کمترین تأثیر را بر میزان پتاسیم داشتند (جدول ۲).

با افزایش رشد، جذب پتاسیم نیز در گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (Heidari *et al.*, 2006).

سدیم

نتایج نشان داد، تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی متانول تأثیر بسیار معنی‌داری بر میزان سدیم داشت (جدول ۱). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد، تیمارهای ۶۰ و ۱۰۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی به ترتیب بیشترین و کمترین میزان سدیم را داشتند (جدول ۲). افزایش سدیم در شرایط خشکی یک سازوکار دفاعی است که گیاهان تحت تنش می‌توانند به‌منظور تنظیم فشار اسمزی یاخته‌ها و بافت‌های تحت تنش، آن را افزایش داده تا قابلیت جذب آب خود را از خاک افزایش دهند. افزایش سدیم در پی تنش خشکی در تحقیقات مختلف گزارش شده است (Wang, 2000; El-Tayeb, 2006). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که محلول‌پاشی با ۳۰ درصد حجمی متانول و بدون محلول‌پاشی به ترتیب بیشترین و کمترین میزان سدیم را داشتند (جدول ۲). ممکن است محلول‌پاشی متانول با افزایش رشد گیاه سبب جذب سدیم شده باشد. Heidari *et al.* (2006) گزارش کردند که افزایش نیتروژن افزون بر اینکه سبب بهبود نورساخت گیاه می‌شود برجذب و تجمع سدیم در گیاه تأثیر مثبت دارند.

سبزینهٔ برگ

تأثیر تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی متانول بر میزان سبزینهٔ برگ بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش تنش خشکی میزان سبزینهٔ برگ کاهش یافت، به‌طوری‌که در تیمار ۶۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی کمترین میزان بود (جدول ۲). نتایج به‌دست‌آمده با نتایج دیگر محققان همخوانی دارد (Wu & Garg,

Archive of SID

www.SID.ir

2003; Safikhani *et al.*, 2007). کاهش محتوی سبزینه در شرایط تنش خشکی به دلیل کاهش عامل‌های لازم برای ساخت سبزینه و تخریب ساختمان آن است که دلیل آن می‌تواند پیری زودرس برگ‌ها در اثر اختلال هورمونی ناشی از تنش خشکی باشد (Kadkhodaee & Ehsanzadeh, 2011).

نتایج به‌دست‌آمده از مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد، محلول‌پاشی با ۳۰ و ۴۵ درصد حجمی متانول به ترتیب بیشترین و کمترین میزان سبزینهٔ برگ را داشتند که محلول‌پاشی با ۴۵ درصد حجمی متانول در مقایسه ۳۰ درصد حجمی متانول کاهش حدود ۶۷/۹۶ درصد میزان سبزینهٔ برگ را داشت (جدول ۲). محلول‌پاشی متانول باعث افزایش میزان سبزینهٔ برگ می‌شود (Ramberget *et al.*, 2002; Ramirez *et al.*, 2006). محلول‌پاشی متانول روی گیاهانی که با کمبود آب روبه‌رو هستند باعث افزایش غلظت سبزینه در برگ‌های آن‌ها می‌شود (Ramirez *et al.*, 2006).

کاروتنوئید

تأثیر تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی متانول بر میزان کاروتنوئید بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش تنش خشکی میزان کاروتنوئید کاهش یافت، به‌طوری‌که در تیمارهای ۶۰ و ۱۰۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی به ترتیب کمترین و بیشترین میزان بودند که تیمار۶۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی حدود ۶۳/۷ درصد کاهش داشت (جدول ۲).

بیشترین میزان کاروتنوئید از محلول‌پاشی با ۳۰ درصد حجمی متانول به دست آمد که با محلول‌پاشی ۱۵ درصد حجمی اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین میزان آن متعلق به محلول‌پاشی ۴۵ درصد حجمی بود (جدول ۲). سبزینه‌ها نسبت به اکسایش (اکسیداسیون) و بازدارندگی نوری حساس بوده و درحالی‌که نقش کاروتنوئیدها به‌عنوان پاداکسنده (آنتی‌اکسیدان) و حفاظت‌کننده از سبزینه است. بنابراین احتمال دارد افزایش کاروتنوئید در تیمار محلول‌پاشی ۳۰ درصد حجمی متانول با افزایش میزان سبزینه در سطوح مرتبط باشد. محلول‌پاشی متانول میزان سبزینه و کاروتنوئید را در برگ‌ها افزایش می‌دهد (Ramandan & Omran, 2005).

پرولین برگ

تأثیر تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی متانول بر میزان پرولین برگ بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش تنش خشکی میزان پرولین برگ افزایش یافت، به‌طوری‌که در تیمار ۶۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی بیشترین میزان بود (جدول ۲). نتایج به‌دست‌آمده با نتایج دیگر محققان همخوانی دارد (Wu & Garg, 2003; During *et al.*, 1992). تنش خشکی در مراحل اولیه اسیدآمینه‌های چندی را در گیاهان افزایش می‌دهد، اما با ادامهٔ تنش تنها اسیدآمینهٔ پرولین بیشتر تجمع و ذخیره می‌شود (Rajinder, 1987). در شرایط تنش درازمدت، انتقال مواد به علت کاهش آب قابل دسترس، منجر به تغییر غلظت برخی متابولیت‌ها از جمله پرولین که باعث سازگاری گیاه به خشکی می‌شود، افزایش می‌یابد.

نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد، بدون محلول‌پاشی و محلول‌پاشی با ۴۵ درصد حجمی به ترتیب بیشترین و کمترین میزان پرولین را داشتند (جدول۲). بنابراین، با افزایش درصد محلول‌پاشی متانول با کاهش میزان اثر القاشدهٔ تنش خشکی، میزان پرولین کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

محلول‌پاشی متانول ویژگی‌های کمی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی بادرشبو را تحت تأثیر قرار داد. محلول‌پاشی ۳۰ درصد حجمی متانول بیشترین تأثیر را داشت، تنش کم‌آبی نیز بر ویژگی‌های مورد بررسی مؤثر بود و سبب کاهش ویژگی‌های کمی شد، ولی درصد اسانس و پرولین را افزایش داد. برهمکنش تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی متانول معنی‌دار نشد. ازآنجایی‌که محلول‌پاشی متانول با ۳۰ درصد حجمی سبب افزایش درصد و عملکرد اسانس شد، این غلظت می‌تواند برای محلول‌پاشی مناسب باشد، ولی غلظت‌های بالاتر به علت اینکه باعث گیاه‌سوزی می‌شوند قابل توصیه نیستند.

Archive of SID

www.SID.ir

REFERENCES

1. Abanda Nkpwat, D., Musch, M., Tschiersch, J., Boettne M. & Schawb, W. (2006). Molecular interaction between methylobacterium extorquens and seedlings: growth promotion, methanol consumption, and localization of the methanol emission site. *Journal of Experimental Botany*, 57(15), 4025-32.
2. Aslani, A., Safarzadeh Vishekaei, M.N., Farzi, M., Noorhosseini Niyaki, S. A. & Jafari Pakiabi, M. (2011). Effects of folier applications of methanol on growth and yield of mung bean (*Vigna radiate* L.) in Rasht, Iran. *African Journal of Agricultural Research*, 6(1), 3603-3608.
3. Atel, C. & Kapur, K. (1998). Cultivation and utilization of medicinal plant. Jamu/tawi-India 78p.
4. Bates, I. S., Waldren, P. R. & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207.
5. Chabok, B. (1996). Evaluation of effective physiological indices on drought resistance in chickpea. MSc dissertation, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Karaj Unit. (In Farsi)
6. Clover, G., Smith, H. & Jaggard, K. (1998). The crop under stress. *British Sugar Beet Review*, 66(3), 17-19.
7. Debaeke, P. & Aboudrare, A. (2004). Adaptation of crop management to water-limited environments. *European Journal of Agronomy*, 21(4), 433-446.
8. Downie, A., Miyazaki, S., Bohnert, H., John, P., Coleman, J., Parry, M. & Haslam, R. (2004). Expression profiling of the response of Arabidopsis thaliana to methanol stimulation. *Photochemistry*, 65(16): 2305-2316.
9. During, H. (1992). Evidence for osmotic adjustment to drought in grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Vitis*, 23, 1-10.
10. El-tayeb, M. (2006). Differential response of two *Vicia faba* cultivars to drought: Growth, pigments, lipid peroxidation, organic solutes, catalase and peroxidase activity. *Acta Agronomical Hungarica*, 54(1), 25-37.
11. Gholizadeh, A., Amin, M. S. M., Aunar, A. R., Esfahani. M. & Saberioon, M. M. (2010). The study on the effect of different levels of zeolite and water stress on growth, development and essential oil content of Moldavian balm (*Dracocephlum moldavica*). *American Journal of Applied Science*, 7(1), 33-37.
12. Gonzalez, A. M. (2005). Physiological responses of tagasaste to a progressive drought in its native environment on the Canary Islands. *Environment Experiment Botany*, 53, 195-204.
13. Hassani, A. & Omidbaigi, R. (2006). Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs (*Ocimum sp*.) *International Agrophysics*, 20, 289-296.
14. Hassani, A. (2006). Effect of water deficit stress on growth, yield and essential oil content of *Dracocephlum moldavica*. *Iranian Journal of Medicine and Aromatic*, 22(3), 256-261. (in Farsi)
15. Heidari, M., Bakhshandeh, A. M., Nadeyan, H., Alemisaeid, Kh. & Fathi, G. (2006). Effect of salinity and nitrogen on grain yield, osmotic regulation and absorption of sodium and potassium in wheat. *Journal of and Water and Soil Sciences*, 37-1(3), 501-513. (in Farsi)
16. Heins, R. (1980). Inhibition of ethylene synthesis and senescence in carnation by ethanol. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 105(1), 141-144.
17. Hernández, L. F., Pellegrini, C. N. & Malla, L. M. (2000). Effect of foliar applications of methanol on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal Experimental Botany*, 66, 1-8.
18. Holland, M. A., Long, R.L. G. & Polacco, J. C. (2002). *Methylobacterium spp*.: Phylloclade bacteria involved in cross-talk with the plant host. Philosopher Microbiology APS Press pp. 125-135
19. Hsiao, T. C. (2000). Leaf and root growth in relation to water status. *Hort Science*, 35, 1051-1058.
20. Humble, G. D. & Raschke, K. (1971). Stomatal opening quantitatively related to potassium transport. *Plant Physiology*, 48, 447- 453.
21. Ivanova, E. G., Dornina N. V. & Trotsenko Y. A. (2001). Aerobic methyl bacteria are capable of synthesizing axins. *Microbiology*, 70, 392-397.
22. Kadkhodaee, A. & Eshsanzadeh, P. (2011). Grain yield, leaf chlorophyll, proline and soluble carbohydrates content of linseed (*Linum usitatisimum* L.) under different irrigation regimes. *Iranian Journal of Field Crop Sciences*, 42, 125-131. (in Farsi)
23. Khosravi, M. (2011). *Effect of methanol and ethanol foliar on yield and quality of medicinal plant of balm (Melissa officinalis L.).* M.Sc. dissertation, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Karaj Unit. (in Farsi)
24. Lee, H. S., Madhaiyanm, M., Kim, C. W. & Choi, S. J. (2006). Physiology enhancement of early growth of rice seedling (*Oryza sativa* L.) by production of phytohormone of N2-fixing methyl trophic isolated. *Biology and Fertility of Soils*, 42, 402-408.

Archive of SID

www.SID.ir

25. Leport, L., Turner, N. C., French, R. J., Tennant, D., Thomson, B. D. & Siddique, K. H. M. (1998). Water relation, gas exchange, and growth of cool-season grain legumes in a Mediterranean-type environment. *European Journal Agronomy*, 9, 295-303.
26. Li, Y., Gupta, J. & Siyumbano, A. K. (1995). Effect of methanol on soybean photosynthesis and chlorophyll. *Journal Plant Nutrients*, 18, 1875-1880.
27. Makhdum, M. I., Malik, M. N. A., Din, S. U., Ahmad, F. & Chaudhry, F. I. (2002). Physiological response of cotton to methanol foliar application. *Journal of Research (Science), Bahauddin Zakariya University Multan Pakistan*, 13, 37-43.
28. Mirakhori, M., Paknejad, F., Ardakani, M., Moradi, F., Nazeri, P. & Nosrati, M. (2009). Effect of methanol spraying on yield and yield components of soybean. *Journal of Agroecology*, 2(2), 236-244. (in Farsi)
29. Misra, A. & Srivastava, N. K. (2000). Influence of water stress on Japanese mint. *Journal of Herbs Spices and Medicinal Plants*, 7, 51-58.
30. Nemecek-Marshal, M., Mac Donald, R. C., Franzen, J. J., Wojciechowski, C. L. & Fall, R. (1995). Methane emissions from leaves: Enzymatic detection of gas phase methanol and relation of methanol. Fluxes to stomata conductance and leaf development. *Plant Physiology*, 108, 1359-1368.
31. Nonomura, A. M. & Benson, A. (1992). The path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. In: Proceedings of *the National Academy of Science of the United States of America*, 89, 9794-9798.
32. Omidbaigi, R. (2005). *Production and processing of medicinal plants*. Vol. 2. Astan Gods Razavi Press 324 pp. (in Farsi)
33. Omidbaigi, R., Hassani, A. & Sefidkon, F. (2003). Essential oil content and composition of sweet Basil (*Ocimum basilicum*) at different irrigation regimes. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 6, 104-108.
34. Palmer, J. E., Dunphy, J. & Reese, P. (1995). Managing drought- stressed soybeans in the southeast. North Carolina cooperative extension service as publication number AG-519-12.http://www.ces.ncsu.Edu/drought/dro-24.Html.
35. Patakas, A., Nikolaou, N., Zioziou, E., Radoglou, K. & Noitsakis, B. (2002). The role of organic solute and ion accumulation in osmotic adjustment in drought-strssed grapevines. *Plant Science*, 163, 361-367.
36. Pirzad, A., Alyari, H., Shakiba, M.R., Zehtab-Salmasi, S. & Mohammadi, A. (2006). Essential oil content and composition of german chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) at different irrigation regimes. *Journal of Agronomy*, 5, 451-455.
37. Pourmosavi, S. M., Galavi, M., Daneshiyan, J., Ganbari, A., Basirani, N. & Jonobi, P. (2008). Effect of animal manure application on quantitative and qualitative yield of soybean in drought stress conditions. *Iranian Journal Field Crop Research*, 40(1), 133-145. (in Farsi)
38. Rajala, A., Karkkainen, J., Peltonen, J. & Peltonen-Sainio, P. (1998). Foliar applications of alcohols failed to enhance growth and yield of C_3 crops. *Industrial Crops and Products*, 7(2), 129-137. Ramandan, T. & Omran, Y. A. M. M. (2005). The effect of foliar application of methanol on productivity and fruit quality of grapevine cv. Flame Seedless. *Vitis*, 44(1), 11-16.
39. Rajinder, S. D. (1987). Glutathione status and protein synthesis during drought and subsequent dehydration in Torularulis. *Journal Plant Physiology*, 83, 816- 819.
40. Ramberget, H. A., Bradley, J. S. C., Olsen, J. S. C., Nishio, J. N., Markwell, J. & Osterman, C. (2002). The role of methanol in promoting plant growth: an update. *Review Plant Biochem Biotechnology*, 1, 113-126.
41. Ramirez, I., Dorta, F., Espinoza, V., Jimenez, E., Mercado, A. & Pen Cortes, A. (2006). Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of 157 arabidopsis, tobacco and tomato plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, 25, 30-44.
42. Ramroudi, M. & Khamr, A. R. (2014). Effect of salicylic acid foliar on same quantity, quality trait and osmoregulators in basil (*Ocimum basilicum*) under different irrigation regimes. *Journal of Applied Research of Plant Eco physiology*, 1(1), 19-32. (in Farsi)
43. Rezapor, A. R., Heidary, M., Galavi, M. & Ramroudi, M. (2011). Effect of water stress and different amounts of sulfur fertilizer on grain yield, grain yield components and osmatic adjustment in *Nigella sativa* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plant*, 27(3), 384-396. (in Farsi)
44. Safikhani, F., Heydarye sharifabadi, H., Saydat, A., Sharifi ashorabadi, A., Syednedjad, M. & Abbaszadeh, B. (2007). The effect of drought on yield and morphologic characteristic of *Deracocephlum moldavica* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(2), 183-194. (in Farsi)
45. Slama, I., Messedi, D., Ghnaya, T., Savoure, A. & Abdelly, C. (2006). Effects of water deficit on growth and proline metabolism in *Sesuvium portulacastrum*. *Environmental and Experimental Botany*, 56(3), 231-238.

Archive of SID

www.SID.ir

46. Wang, Y. (2000). Flux-averaging analysis of type Ia supernova data. *The Astrophysical Journal*, 536(2): 531-539.
47. Wu, R. & Garg, A. (2003). Engineering rice plants with trehalose producing genes improves tolerance to drought, salt and low temperature ISB News, February (2003).
48. Zbiec, I. I., Karczmarczyk, S. & Koszanski, Z. (1999). Influence of methanol on some cultivated plants. Department of Plant Production and Irrigation, *Agricultural Universities of Szczecin Poland*, 73: 217-220.
49. Zbiec, I., Karczmarczyk, S. & Podsiado, C. (2003). Response of some cultivated plants to methanol as compared to supplemental irrigation. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 6, 1-7.

Archive of SID

www.SID.ir