مقاله پژوهشی

ارزیابی تحمل کم‌آبی تعدادی از مرزه‌های بومی ایران با استفاده از شاخص‌های تحمل تنش

سید عبدالله جعفری[۱]، جلال خورشیدی[۲*]، محمدرضا مرشدلو[۳] و فرحناز هوشیدری[۴]

[۱] گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، [۲] گروه علوم و مهندسی باغبانی، مرکز پژوهشی اصلاح و توسعه گیاهان دارویی، دانشگاه کردستان، [۳] گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

[۴] مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سنندج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۲۵، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۱۱/۲۸)

چکیده

شناسایی گیاهان مقاوم به کم‌آبی که دارای بازده اقتصادی بالایی نیز باشند، می‌تواند موجب افزایش بهره‌وری تولید در شرایط دیم باشد. مرزه (*Satureja* sp.) از گیاهان دارویی پرکاربرد خانواده نعناع (Lamiaceae) است که تنوع گونه‌ای زیادی دارد. در این پژوهش عملکرد ماده خشک، محتوی اسانس و تحمل تنش کم‌آبی پنج گونه مرزه بومی ایران شامل *Satureja bachtiarica* Bunge.، *Satureja sahendica* Bornm.، *Satureja spicigera* (K.Koch) Boiss.، *Satureja macrantha* C.A. Mey و *Satureja mutica* Fisch. and C.A.Mey. تحت شرایط دیم و آبی استان کردستان (سنندج) براساس شاخص‌های تحمل تنش به‌صورت کرت خردشده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سال ۱۳۹۷ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان مورد ارزیابی قرار گرفت. بوته‌ها در مرحله گلدهی برداشت شدند و اسانس‌گیری از آن‌ها توسط دستگاه کلونجر به‌مدت سه ساعت انجام گرفت. نتایج نشان داد که تیمار آبیاری تنها روی ماده خشک تأثیر معنی‌داری داشت و اثر متقابل گونه و تیمار آبیاری تنها روی محتوی اسانس تأثیر معنی‌داری گذاشت. ولی هر دو صفت مذکور تحت تأثیر معنی‌دار نوع گونه قرار گرفتند. بیش‌ترین میزان اسانس (۲/۱۲ درصد) و کم‌ترین میزان اسانس (۰/۴۸ درصد) به‌ترتیب متعلق به گونه‌های *S. mutica* و *S. macrantha* تحت شرایط دیم بود. بیشترین عملکرد ماده خشک به ازای تک بوته (۴۸۲/۷۲ گرم) از گونه *S. spicigera* و کمترین میزان آن (۴۴/۴ گرم) از گونه *S. sahendica* بدست آمد. براساس نتایج تجزیه عاملی و همبستگی‌ها، شاخص‌های MP، GMP، STI و HAM برترین شاخص‌ها جهت شناسایی گونه متحمل به شرایط دیم شناخته شدند و براساس شاخص‌های مذکور، گونه *S. spicigera* متحمل‌ترین و مناسب‌ترین گونه جهت کشت تحت شرایط دیم استان کردستان تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، دیم، عملکرد، گیاهان دارویی

مقدمه

براساس آمار، حدود ۱۲ میلیون هکتار از اراضی کشور به‌صورت دیم است که حدود ۷۲۰ هزار هکتار آن در استان کردستان واقع شده است. حدود ۸۰ درصد مزارع دیم استان کردستان زیرکشت غلاتی مثل گندم و جو می‌باشد که به‌ویژه در سال‌های کم باران، سود اقتصادی چندانی برای کشاورز ندارند (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹۴). استان کردستان با میانگین بارندگی سالیانه حدود ۵۱۷ میلی‌متر، از وضعیت

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: j.khorshidi@uok.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.6.2]

مطلوبی در مقایسه با اغلب استان‌های کشور برخوردار بوده و به‌نظر می‌رسد پتانسیل کشت‌وکار به‌صورت دیم در اغلب مناطق آن وجود داشته باشد که البته جهت تعیین نوع محصول مورد کشت‌وکار به‌صورت دیم نیاز به مطالعات زیادی در این زمینه است (حنفی و پاشاپور، ۱۳۹۴). اغلب گیاهان دارویی به‌واسطه داشتن ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک خاص، تحمل نسبتاً بالایی به کم‌آبی داشته و نیز در مقایسه با اکثر محصولاتی که در حال حاضر به‌صورت دیم در استان کردستان کشت می‌شوند، از سود اقتصادی بیشتری برخوردار بوده و لذا می‌توانند گزینه‌های مناسبی برای کشت در شرایط دیم استان باشند (خورشیدی و همکاران، ۱۳۹۴).

جنس مرزه (Satureja) به‌واسطه کاربردهای فراوانی که در صنایع غذایی و دارویی به‌عنوان آنتی‌اکسیدان، ضدقارچ، ضدویروس، ضدمیکروب، ضدالتهاب، ضدعفونی‌کننده و ضدسرطان دارد، یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی در بازار جهانی به‌شمار می‌رود (Mahboubi and Attaran, 2019). وجود گونه‌های خودرو جنس مرزه در استان کردستان می‌تواند بیانگر این مهم باشد که این گیاه سازگاری مناسبی با شرایط آب‌وهوایی استان داشته و می‌تواند پاسخ مناسبی به کشت دیم نشان دهد. معمولاً گونه‌های مختلف یک جنس گیاهی از ویژگی‌های مورفولوژیک، فیزیولوژیک و فیتوشیمیایی متفاوتی برخوردار بوده و همین امر موجب شده تا پاسخ‌های گوناگونی به شرایط تنشی نشان داده و تحت شرایط مذکور از پتانسیل تولید متفاوتی برخوردار باشند؛ بنابراین انتخاب گونه برتر متناسب با شرایط تنشی خاص، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (زارع‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶؛ Garcia-Caparros *et al.*, 2019).

در ارتباط با تأثیر کم‌آبی بر عملکرد و ویژگی‌های فیتوشیمیایی گونه‌های مختلف مرزه مطالعات زیادی انجام گرفته است. میزان اسانس مرزه رشینگری (*Satureja rechingeri*) تا نه روز پس از قطع آبیاری افزایش نشان داده، ولی بعد از آن روند کاهشی داشته است (Shariat *et al.*, 2016). افزایش میزان پرولین، محتوای کلروفیل و طول ریشه و از طرفی دیگر کاهش ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، سطح برگ و حجم تاج بوته در مرزه باغی (*Satureja hortensis*) تحت تأثیر تنش خشکی گزارش شده است (سودایی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج پژوهشی دیگر بیانگر کاهش وزن خشک کل و افزایش درصد اسانس در اثر اعمال تنش خشکی روی گیاه مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica* Bunge.) بوده است (اسکندری، ۱۳۹۲). در مطالعات دیگری نیز افزایش محتوای اسانس مرزه باغی تحت تأثیر تنش خشکی گزارش شده است (Baher *et al.*, 2002; Miranshahi and Sayyari, 2016). در ارتباط با مقایسه گونه‌های مختلف مرزه در شرایط کشت یکسان و نیز ارزیابی پتانسیل کشت دیم آنها براساس عملکرد و شاخص‌های تحمل تنش مطالعات خیلی کمی انجام گرفته است. نوش‌کام و همکاران (۱۳۹۳) با ارزیابی عملکرد دو گونه مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica* Jamzad.) و مرزه رشینگری در شرایط فاریاب و دیم دریافتند که در هر دو گونه عملکرد ماده تر و خشک، عملکرد اسانس و شاخص سطح برگ تحت شرایط دیم کاهش یافت ولی درصد اسانس افزایش نشان داد. همچنین در بین دو گونه مذکور، گونه خوزستانی از لحاظ عملکرد ماده خشک و گونه رشینگری از لحاظ درصد و عملکرد اسانس برتر بود. مقایسه عملکرد ماده خشک و اسانس دو گونه *Satureja spicigera* و *Satureja sahendica* تحت شرایط دیم منطقه دماوند بیانگر برتربودن گونه *S. spicigera* از لحاظ صفات مذکور بوده است (طبایی عقدایی و همکاران، ۱۳۹۷). بررسی عملکرد ماده خشک و میزان اسانس ۱۰ گونه مرزه در شرایط آب‌وهوایی استان یزد بیانگر تفاوت معنی‌دار آن‌ها از نظر صفات مذکور بوده است (زارع‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶).

محاسبه شاخص‌های تنش راهکاری جهت ارزیابی و مقایسه میزان تحمل و مقاومت یک جنس، گونه، اکوتیپ و یا رقم گیاهی به تنش خاصی است تا بدین وسیله برترین آنها شناسایی و جهت کشت تحت آن شرایط تنشی انتخاب گردند. از مهم‌ترین شاخص‌های تنشی می‌توان به TOL (شاخص تحمل)، SSI (شاخص حساسیت به تنش)، STI (شاخص

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.6.2]

تحمل به تنش)، YSI (شاخص پایداری عملکرد)، HAM (میانگین هارمونیک)، GMP (میانگین هندسی) و MP (میانگین حسابی) اشاره کرد (خورشیدی و همکاران، ۱۳۹۴). کمتربودن مقادیر عددی شاخص‌های TOL و SSI به‌ترتیب بیانگر حساسیت کمتر گونه گیاهی به تنش اعمال‌شده می‌باشد (گراوندی و همکاران، ۱۳۸۹؛ زینالی‌خانقاه و همکاران، ۱۳۸۳). بیشتربودن شاخص STI و YSI نشان‌دهنده تحمل بیشتر گونه به تنش بوده و نیز بیشتربودن شاخص‌های MP، GMP و HAM بیانگر عملکرد بیشتر گونه در مجموع هر دو شرایط تنش و بدون تنش در مقایسه با سایر گونه‌ها است (کارگر و همکاران، ۱۳۸۳). در پژوهش حاضر میزان تحمل کم‌آبی پنج گونه از مرزه‌های بومی ایران در شرایط دیم استان کردستان براساس شاخص‌های تحمل تنش مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت تا بدین صورت برترین گونه از لحاظ سازگاری با شرایط دیم و آبی استان کردستان شناسایی و معرفی گردد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۷ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان (ایستگاه گریزه: ارتفاع از سطح دریا ۱۳۹۳ متر و مختصات جغرافیایی "۳۴ '۱۶ °۳۵ عرض شمالی و "۵۵ '۰۱ °۴۷ طول شرقی) انجام گرفت. بافت خاک مزرعه لومی، میزان آهک آن ۱۰/۲ درصد، کربن آلی ۰/۸۲ درصد، فسفر قابل جذب ۱۲/۶۷ پی‌پی‌ام، پتاسیم قابل جذب ۳۵۵/۳ پی‌پی‌ام، هدایت الکتریکی ۰/۹ دسی‌زیمنس بر متر و اسیدیته آن ۷/۸۹ بود.

در پژوهش حاضر میزان تولید و تحمل تنش کم‌آبی پنج گونه مرزه بومی ایران شامل مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica* Bunge.)، مرزه سهندی (*Satureja sahendica* Bornm.)، مرزه سنبله‌ای (*Satureja spicigera* (K.Koch) Boiss.)، مرزه گل درشت (*Satureja macrantha* C.A. Mey.) و مرزه جنگلی (*Satureja mutica* Fisch. and C.A.Mey.) تحت شرایط دیم و آبی استان کردستان (سنندج) براساس شاخص‌های تحمل تنش مورد ارزیابی قرار گرفت. پایه‌های گونه‌های مرزه مذکور چندساله بوده و کاملاً استقرار پیدا کرده بودند. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. کرت‌های اصلی شامل تیمار آبیاری در دو سطح (آبی و دیم) و کرت‌های فرعی شامل پنج گونه مرزه مذکور بود. فاصله کرت‌های اصلی از هم دو متر و فاصله کرت‌های فرعی از یکدیگر یک متر بود. در هر کرت فرعی تعداد ۲۵ بوته متعلق به هر گونه وجود داشت که با فاصله یک متر از هم کشت شده بودند.

در مورد هر دو سطح تیمار آبیاری (آبی و دیم) تا اواخر اردیبهشت که بارندگی‌ها به‌صورت هفتگی ادامه داشت، هیچگونه آبیاری انجام نگرفت (شکل ۱). پس از گذشت حدود یک هفته از زمان آخرین بارندگی اواخر اردیبهشت و خشک‌شدن خاک مزرعه، آبیاری تیمار آبی شروع شد. آبیاری به‌صورت هفتگی به میزان تقریبی هشت لیتر به ازای هر بوته از طریق سیستم آبیاری قطره‌ای تا زمان گلدهی بوته‌ها انجام گرفت. دبی خروجی قطره‌چکان‌ها به‌صورت دستی اندازه‌گیری شد که برابر با دو لیتر در ساعت بود و آبیاری به‌مدت چهار ساعت انجام گرفت. در مورد تیمار دیم تا زمان برداشت بوته‌ها هیچ آبیاری صورت نگرفت.

پس از به گل رفتن بوته‌ها (شروع گل‌دهی گونه‌های مختلف در تیمارهای دیم و آبی در تاریخ‌های مختلفی بود، ولی به‌طور کلی اواخر خرداد گل‌دهی آن‌ها شروع شد و بسته به گونه و تیمار در تاریخ‌های مختلف وارد فاز گل‌دهی کامل شده و آماده برداشت شدند)، برداشت پیکره هوایی آنها انجام گرفت و سپس به آزمایشگاه گیاهان دارویی مرکز پژوهشی اصلاح و توسعه گیاهان دارویی دانشگاه کردستان منتقل شده و در سایه و دمای اتاق خشک شدند. در ادامه بوته‌های خشک شده توزین و براساس وزن خشک گونه‌ها تحت شرایط آبی و دیم شاخص‌های TOL (شاخص تحمل)، SSI (شاخص حساسیت به تنش)، STI (شاخص تحمل به تنش)، YSI (شاخص پایداری عملکرد)، HAM (میانگین هارمونیک)، GMP (میانگین هندسی) و MP (میانگین حسابی) از طریق

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.6.2]

شکل ۱- آمار بارندگی ایستگاه هواشناسی سنندج از تیر ۱۳۹۶ تا خرداد ۱۳۹۷ (۱۲ ماه قبل از زمان برداشت مرزه‌ها) و میانگین ۲۰ سال اخیر (سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۷۸).

رابطه‌های ۱ تا ۷ محاسبه شدند:

رابطه ۱ (Hossain *et al*., 1990)

$$TOL = Y_p - Y_s$$

رابطه ۲ (Fischer and Maurer, 1978)

$$SSI = \frac{1-(Y_S / Yp)}{SI} \quad , \quad SI = 1-\left[\frac{\bar{Y}_S}{\bar{Y}_p}\right]$$

رابطه ۳ (Fernandez, 1992)

$$STI = \left(\frac{Yp}{\bar{Y}p}\right)\left(\frac{Y_s}{\bar{Y}_s}\right)\left(\frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}p}\right) = \frac{(Yp)(Y_s)}{(\bar{Y}p)^2}$$

رابطه ۴ (Bouslama and Schapaugh, 1984)

$$YSI = \frac{Y_s}{Yp}$$

رابطه ۵ (صفری و همکاران، ۱۳۸۶)

$$HAM = \frac{2(Yp \times Ys)}{(Yp + Ys)}$$

رابطه ۶ (Fernandez, 1992)

$$GMP = \sqrt{(y_s)(Yp)}$$

رابطه ۷ (Hossain *et al*., 1990)

$$MP = \frac{Y_s + Y_p}{2}$$

در این رابطه‌ها، Y_p عملکرد ماده خشک بالقوه هر گونه در محیط بدون تنش، Y_s عملکرد ماده خشک بالقوه در محیط تنش، $\bar{Y}_S$ میانگین عملکرد ماده خشک کلیه گونه‌ها در محیط تنش و $\bar{Y}p$ میانگین عملکرد ماده خشک کلیه گونه‌ها در محیط بدون تنش است. پس از محاسبه عملکرد ماده خشک گونه‌ها تحت شرایط آبی و دیم، اسانس‌گیری از آنها به روش تقطیر با آب به کمک دستگاه کلونجر انجام گرفت. بدین صورت که مقدار مشخصی از ماده خشک مربوط به هر گونه در هر تیمار آبیاری را به خوبی خرد کرده و عملیات اسانس‌گیری از آن به‌مدت سه ساعت انجام گرفت و پس از مدت مذکور درصد حجمی وزنی اسانس محاسبه گردید (نوش‌کام و همکاران، ۱۳۹۳).

درنهایت آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار SPPSS 21 انجام گرفت. تعیین میزان همبستگی بین عملکرد، درصد اسانس و شاخص‌های تحمل تنش به روش پیرسون، ارزیابی روابط بین شاخص‌های تنش، عملکرد و درصد اسانس به روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)، مقایسه میانگین داده‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای پنج درصد و رسم نمودارها به کمک Excel و نرم‌افزار GGE-Biplot انجام شد.

نتایج و بحث

تیمار آبیاری توانست تأثیر معنی‌داری روی میزان ماده خشک گونه‌های مرزه مورد مطالعه داشته باشد، ولی درصد اسانس گونه‌ها تحت تأثیر تیمار آبیاری قرار نگرفت. تأثیر نوع گونه بر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.6.2]

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات میزان ماده خشک و اسانس گونه‌های مرزه مورد مطالعه تحت شرایط مختلف آبیاری

منبع تغییرات	درجه آزادی (d.f.)	میانگین مربعات (M.S.)	
		میزان ماده خشک	میزان اسانس (٪)
بلوک	۲	۰/۳۶۶	۰/۰۱۱
تیمار آبیاری	۱	۸/۴۱**	۰/۶۴۵ns
بلوک × تیمار آبیاری	۲	۰/۰۵۷	۰/۳۲۶
گونه	۴	۵/۶۴**	۰/۹۹۱**
گونه × تیمار آبیاری	۴	۰/۰۵۶ns	۰/۳۲۳**
خطا	۱۶	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳
ضریب تغییرات (٪)	-	۲۲/۳	۴۵/۲

ns و **: به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

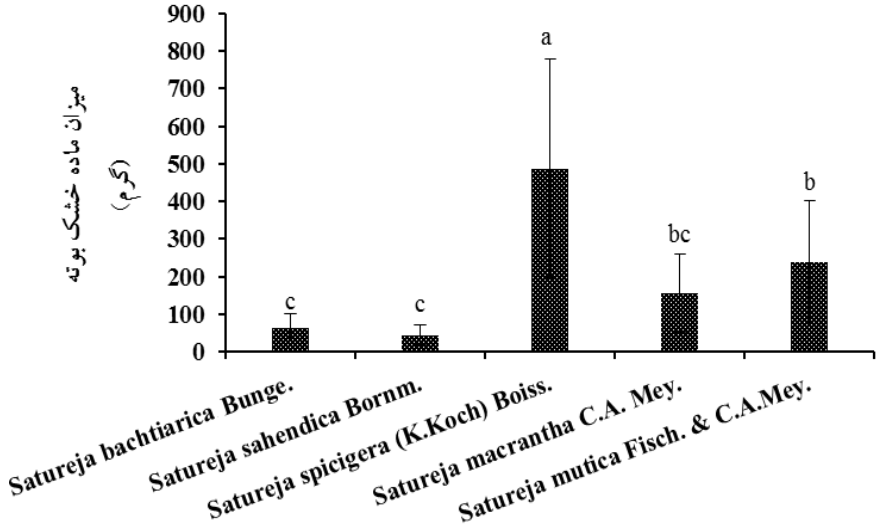
هر دو صفت میزان ماده خشک و محتوی اسانس گونه‌ها معنی‌دار بود و در بین دو صفت مذکور تنها میزان اسانس تحت تأثیر اثر متقابل گونه و تیمار آبیاری قرار گرفت (جدول ۱).

بیشترین میزان ماده خشک به ازای تک بوته (۴۸۲/۷۲ گرم) متعلق به گونه *S. spicigera* بود و بعد از آن به‌ترتیب گونه‌های *S. mutica* (۲۳۷/۳۵ گرم)، *S. macrantha* (۱۵۶/۰۲ گرم)، *S. bachtiarica* (۶۴/۸۸ گرم) و *S. sahendica* (۴۴/۴ گرم) قرار داشتند. بین میزان ماده خشک گونه‌های *S. bachtiarica*، *S. sahendica* و *S. macrantha* با یکدیگر و نیز بین میزان ماده خشک گونه‌های *S. mutica* و *S. macrantha* با هم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲). طبیعتاً گونه‌های مختلف گیاهی به‌واسطه تفاوت ژنتیکی که با هم دارند، پتانسیل تولید ماده خشک آنها نیز با یکدیگر متفاوت است. حسنوندی و همکاران (۱۳۹۶) عملکرد ماده خشک سه گونه مرزه *S. mutica*، *S. khuzestanica* و *S. rechingeri* را در شرایط آبی خرم‌آباد با هم مقایسه کردند و دریافتند که میزان ماده خشک گونه *S. mutica* بیشتر از دو گونه دیگر بود.

گونه‌های مختلف مورد مطالعه از لحاظ میزان تولید اسانس پاسخ‌های متفاوتی به تیمار آبیاری نشان دادند، به‌طوری‌که میزان اسانس برخی گونه‌ها از جمله گونه‌های *S. sahendica* و *S. mutica* با اعمال تنش کم‌آبی (تیمار دیم) افزایش یافت در حالیکه میزان اسانس سایر گونه‌ها با اعمال تنش کم‌آبی، کاهش پیدا کرد. البته درصد اسانس اغلب گونه‌ها غیر از گونه *S. spicigera*، در تیمارهای آبی و دیم تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. گونه‌های گیاهی مختلف بسته به ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و فیتوشیمیایی متفاوتی که دارند، میزان تحمل متفاوتی به تنش داشته و هر کدام با مکانیسم‌های متفاوتی با شرایط تنشی ایجاد شده مقابله می‌کنند (Garcia-Caparros *et al*., 2019). به‌نظر می‌رسد که در گونه‌های *S. sahendica* و *S. mutica* افزایش میزان اسانس در واکنش به تنش کم‌آبی اعمال‌شده یکی از راهکارهای تحمل تنش بوده است ولی سایر گونه‌ها احتمالاً با مکانیسم‌های دیگری به تنش اعمال‌شده واکنش نشان داده‌اند که نیاز به انجام مطالعات بیشتری در این زمینه است. عدم تأثیرپذیری معنی‌دار درصد اسانس از شرایط دیم و آبی در نتایج مطالعه نوش‌کام و همکاران (۱۳۹۳) روی مرزه‌های خوزستانی و رشینگری نیز آمده است. از طرفی دیگر افزایش درصد اسانس در اثر تنش کم‌آبی در مطالعات زیادی بر روی گونه‌های مرزه بختیاری (اسکندری، ۱۳۹۲)، مرزه خوزستانی (شریعت و همکاران، ۱۳۹۶)، مرزه سهندی (شریعت و همکاران، ۱۳۹۷)، آویشن دنایی و آویشن باغی (Askary *et al*., 2018)، رزماری (Sarmoum *et al*., 2019) و مرزه باغی (Miranshahi and Sayyari, 2016; Heidarpour *et al*., 2019) و همچنین کاهش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-12]

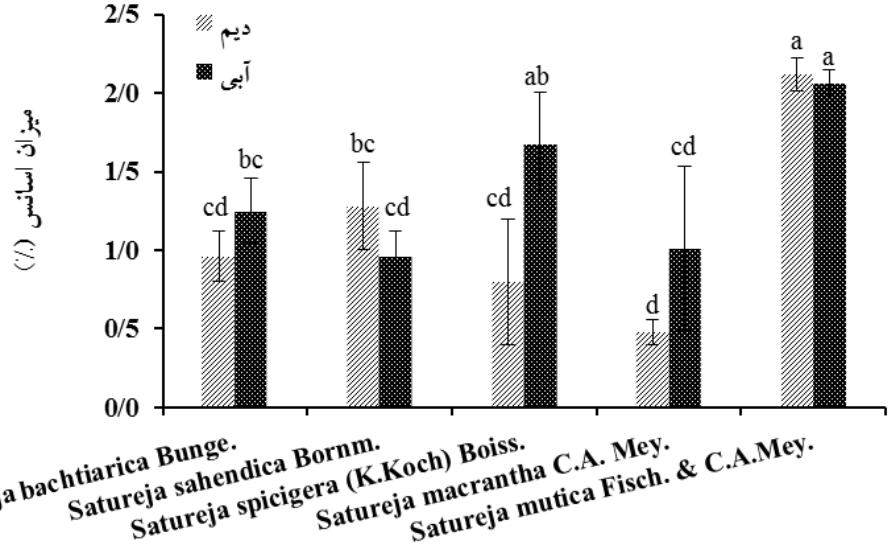
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.6.2]



شکل ۲- مقایسه میانگین میزان ماده خشک گونه‌های مختلف مرزه. (میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر ندارند).

درصد اسانس تحت تأثیر تنش کم‌آبی در گیاهان مریم‌گلی (Govahi *et al*., 2015)، نعناع (Misra and Sricastatva, 2000) و رزماری (Singh and Ramesh, 2000; Zehtab-Salmasi *et al*., 2001) گزارش شده است. عدم تأثیرپذیری محتوی اسانس اغلب گونه‌های مورد مطالعه از شرایط تنشی اعمال شده (شرایط دیم) می‌تواند به‌دلیل بارش‌های نسبتاً مناسب فصل رشد و گلدهی این گونه‌ها در شرایط کشت آنها باشد، چرا که بارش‌ها به‌طور مناسب تا اواخر اردیبهشت‌ماه ادامه داشتند و تا آن زمان مرزه‌های مورد مطالعه بخش زیادی از سیکل زندگی خود را سپری کرده بودند و اواخر خردادماه وارد فاز گل‌دهی شدند. این نکته می‌تواند نویدبخش شرایط مناسب استان کردستان جهت کشت دیم گونه‌های مرزه مورد مطالعه باشد. گونه‌های گیاهی مختلف مکانیزم‌های متفاوتی جهت تحمل شرایط تنشی دارند. تنش کم‌آبی با کاهش بخش رویشی یا همان قسمت تبخیر و تعرق‌کننده گیاه و سوق دادن محصولات فتوسنتزی به سمت تولید متابولیت‌های ثانویه در راستای تحمل بیشتر گیاه به شرایط تنشی ایجادشده، موجب افزایش محتوی این ترکیبات در گیاه می‌گردد، ولی چنانچه شدت تنش از آستانه تحمل گیاه بالاتر رود، فتوسنتز گیاه مختل شده و به‌دنبال آن تولید کربوهیدرات‌ها و نهایتاً سنتز متابولیت‌های ثانویه از جمله اسانس‌ها کاهش پیدا می‌کند (Nowak *et al*., 2010). به‌نظر می‌رسد در مطالعه حاضر شدت تنش کم‌آبی به‌دلیل بارش‌های اتفاق افتاده در حدی نبوده که موجب مختل‌شدن فتوسنتز گونه‌های مورد مطالعه گردد. بیشترین محتوی اسانس (۲/۱۲ درصد) متعلق به بوته‌های گونه *S. mutica* در تیمار دیم بود که البته با میزان اسانس همین گونه در تیمار آبی (۲/۰۶ درصد) و نیز گونه *S. spicigera* در تیمار آبی (۱/۶۸ درصد) اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میزان اسانس (۰/۴۸ درصد) از بوته‌های گونه *S. macrantha* تحت تیمار دیم بدست آمد که آن هم با میزان اسانس همین گونه تحت شرایط آبی (۱/۰۱ درصد) و نیز گونه‌های *S. spicigera* و *S. bachtiarica* تحت شرایط دیم (به‌ترتیب ۰/۸ و ۰/۹۶ درصد) و گونه *S. sahendica* تحت شرایط آبی (۰/۹۶ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۳). میزان اسانس اکسشن‌های مختلف گونه‌های مرزه کشت‌شده در شرایط آبی شهرستان یزد حدود ۰/۵ تا ۲/۶ درصد در *S. bachtiarica*، ۲/۳ تا ۲/۴ درصد در *S. spicigera*، ۱ تا ۲ درصد در *S. macrantha*، ۱/۱ تا ۳/۴ درصد در *S. mutica* و ۱/۷ تا ۳/۱ درصد در *S. sahendica* گزارش شده است (زارع‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶). در مطالعه انجام‌شده توسط

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.6.2]



شکل ۳- مقایسه میانگین میزان اسانس گونه‌های مختلف مرزه تحت شرایط آبی و دیم. (میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر ندارند).

هوشیدری و همکاران (۱۳۹۷) بر روی اکسشن‌های مختلف *S. mutica* کشت‌شده در شرایط آبی استان کردستان، محتوی اسانس از ۱/۰۶ تا ۲/۴۸ درصد گزارش شده است. میزان اسانس *S. bachtiarica* کشت‌شده در شرایط آب‌وهوایی شهرستان ارسنجان از ۰/۳۶ تا ۰/۸۷ متغییر بوده است (اسکندری، ۱۳۹۲). در گزارشی دیگر محتوی اسانس گونه *S. sahendica* کشت‌شده در شرایط گلخانه، ۲/۷ تا ۳/۵ درصد بیان شده است (شریعت و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین در تحقیقی که طبائی عقدائی و همکاران (۱۳۹۷) روی دو گونه *S. spicigera* و *S. sahendica* کشت‌شده در شرایط دیم منطقه دماوند انجام دادند، میزان اسانس دو گونه مذکور را به‌ترتیب ۲/۶۵ و ۱/۳۴ درصد گزارش نمودند. متفاوت‌بودن محتوی اسانس گونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق با محتوی اسانس همین گونه‌ها در مطالعات قبلی می‌تواند به‌دلیل تفاوت در ژنوتیپ آنها و نیز تفاوت در شرایط رویشگاهی و نحوه مدیریت آنها باشد، چرا که در تعیین میزان تولید و تجمع متابولیت‌های ثانویه در یک گیاه دارویی فاکتورهای مختلفی از جمله ژنتیک، دما، رطوبت، نور، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، ارتفاع از سطح دریا و جهت شیب می‌توانند تأثیرگذار باشند (خورشیدی و همکاران، ۱۳۹۸).

شاخص TOL گونه‌ها بیانگر آن بود که همه گونه‌ها در شرایط آبی عملکرد بیشتری نسبت به شرایط دیم داشتند، چرا که شاخص مذکور در مورد همه آنها مثبت بود (جدول ۲). براساس شاخص TOL، کمترین کاهش عملکرد یا به عبارتی دیگر بیشترین تحمل به شرایط دیم مربوط به گونه *S. sahendica* بود که البته با گونه‌های *S. bachtiarica*، *S. macrantha* و *S. mutica* تفاوت معنی‌داری نداشت و بیشترین کاهش عملکرد یا به عبارتی کمترین تحمل به شرایط دیم در گونه *S. spicigera* مشاهده گردید. مطابق با شاخص SSI که هر چه مقدار عددی آن کمتر باشد، بیانگر عملکرد بیشتر گونه تحت شرایط تنش است، گونه *S. spicigera*، متحمل‌ترین گونه تشخیص داده شد ولی لازم به ذکر است که گونه‌های مورد مطالعه براساس این شاخص اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. براساس شاخص‌های STI و YSI نیز گونه *S. spicigera*، متحمل‌ترین گونه به شرایط دیم شناخته شد و عملکرد بیشتری در شرایط دیم در مقایسه با سایر گونه‌ها داشت و نهایتاً براساس شاخص‌های HAM، GMP و MP در مجموع هر دو شرایط آبی و دیم، گونه *S. spicigera* متحمل‌ترین و *S. sahendica* حساس‌ترین گونه شناخته شد.

بین میزان اسانس گونه‌ها در هر دو شرایط آبی و دیم با

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.6.2]

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های مختلف تنش در گونه‌های مختلف مرزه

	TOL	SSI	STI	YSI	HAM	GMP	MP
Satureja bachtiarica	۵۹/۱±۱۱/۱۳^{ab}	۰/۹۹±۰/۰۴۶^{a}	۰/۰۴±۰/۰۲۰^{b}	۰/۳۷±۰/۰۲۸^{a}	۵۱/۳۹±۱۳/۵۷^{cd}	۵۷/۷۳±۱۴/۴۳^{c}	۶۴/۸۸±۱۵/۳۲^{c}
Satureja sahendica	۴۵/۶±۳/۹۵^{b}	۱/۰۸±۰/۱۱۹^{a}	۰/۱۷±۰/۰۰۶^{b}	۰/۳۱±۰/۰۷۳^{a}	۳۲/۴۳±۷/۴۸^{d}	۳۷/۹۱±۶/۵۴^{c}	۴۴/۴±۵/۱۹^{c}
Satureja spicigera	۳۷۷/۹±۳۴۱/۵^{a}	۰/۷۹±۰/۴۰۱^{a}	۲/۳۷±۱/۰۵^{a}	۰/۵۰±۰/۲۵۵^{a}	۳۹۶/۰۲±۷۷/۳۶^{a}	۴۳۷/۷۶±۱۰۲/۸۱^{a}	۴۸۷/۷۱±۱۵۴/۷^{a}
Satureja macrantha	۱۵۳/۹±۱۰۶/۲^{ab}	۰/۹۶±۰/۳۹۶^{a}	۰/۲۱±۰/۰۹۶^{b}	۰/۳۹±۰/۲۵۱^{a}	۱۳۱/۷۹±۲۹/۲۵^{bc}	۱۳۱/۷۹±۲۹/۲۵^{bc}	۱۵۶/۰۱±۴۵/۸۸^{bc}
Satureja mutica	۲۷۳/۰۳±۸۹/۰۱^{ab}	۱/۱۵±۰/۰۵۵^{a}	۰/۴۶±۰/۲۰^{b}	۰/۲۷±۰/۳۵۱^{a}	۱۵۸/۴۹±۲۸/۸۵^{b}	۱۹۳/۸۵±۴۱/۶۸^{b}	۲۳۷/۳۵±۵۹/۵۱^{b}

(TOL: شاخص تحمل، SSI: شاخص حساسیت به تنش، STI: شاخص تحمل به تنش، YSI: شاخص پایداری عملکرد، HAM: میانگین هارمونیک، GMP: میانگین هندسی و MP: میانگین حسابی. میانگین‌های متعلق به هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر ندارند).

شاخص‌های تنش همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. عملکرد ماده خشک گونه‌ها تحت شرایط دیم همبستگی منفی معنی‌داری با شاخص SSI داشت. به عبارتی دیگر، گونه‌هایی که دارای مقادیر عددی کمتری از شاخص SSI بودند، عملکرد ماده خشک بیشتری تحت شرایط دیم در مقایسه با سایر گونه‌ها داشتند. بین شاخص‌های STI و YSI با عملکرد ماده خشک تحت شرایط دیم، همبستگی مثبت معنی‌داری مشاهده گردید که بیانگر آن است که گونه‌های با مقادیر کمتری از شاخص‌های مذکور، کاهش عملکرد کمتری تحت شرایط دیم داشته و جز گونه‌های متحمل به شرایط دیم هستند. همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده‌شده بین عملکرد ماده خشک تحت شرایط دیم با شاخص‌های HAM، GMP و MP نشان‌دهنده آن است که گونه‌هایی که تحت شرایط دیم از عملکرد ماده خشک بیشتری در مقایسه با سایر گونه‌ها برخوردار بودند، در مجموع هر دو شرایط دیم و آبی نیز عملکرد بالاتری در مقایسه با سایر گونه‌ها داشتند.

بین عملکرد ماده خشک گونه‌ها تحت شرایط آبی با شاخص TOL همبستگی مثبت چشمگیری مشاهده گردید. به عبارتی دیگر، گونه‌هایی که از لحاظ شاخص TOL مقدار عددی بیشتری داشتند، کاهش عملکرد بیشتری تحت شرایط دیم در مقایسه با سایر گونه‌ها داشتند و در واقع براساس این شاخص حساس‌تر تشخیص داده شدند. همبستگی مثبت معنی‌دار بین عملکرد تحت شرایط آبی با شاخص STI نشان می‌دهد که گونه‌های با مقادیر بیشتر این شاخص، دارای عملکرد بیشتری تحت شرایط آبی نیز بودند و همبستگی مثبت قابل توجه بین عملکرد ماده خشک گونه‌ها تحت شرایط آبی با شاخص‌های HAM، GMP و MP نشان می‌دهد که گونه‌های با میزان ماده خشک بیشتر در شرایط آبی، در مجموع شرایط آبی و دیم نیز عملکرد ماده خشک بیشتری داشتند.

همبستگی مثبت معنی‌دار بین شاخص‌های TOL و STI نشان‌دهند آن است که گونه‌های با عملکرد ماده خشک بیشتر تحت شرایط آبی، در شرایط دیم کاهش عملکرد کمتری داشتند. همچنین همبستگی مثبت قابل توجه بین شاخص TOL با شاخص‌های HAM، GMP و MP بیانگر این مهم بود که گونه‌های با عملکرد بیشتر در مجموع هر دو شرایط آبی و دیم، کاهش عملکرد بیشتری تحت شرایط دیم داشتند. بین شاخص‌های SSI و YSI همبستگی منفی معنی‌داری مشاهده گردید. مقادیر بیشتر شاخص YSI و مقادیر کمتر شاخص SSI بیانگر عملکرد ماده خشک بیشتر گونه تحت شرایط دیم است. ارزیابی شاخص‌های تنش در مطالعه‌ای خورشیدی و همکاران

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.6.2]

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تنش، میزان اسانس و ماده خشک

	Ra,oil	Ir,oil	Ys	Yp	TOL	SSI	STI	YSI	HAM	GMP
Ir, oil	۰/۴۵۹									
Ys	−۰/۲۳۳	۰/۴۷۰								
Yp	−۰/۰۲۷	۰/۴۹۲	۰/۷۸۱**							
TOL	۰/۰۹۶	۰/۴۱۰	۰/۵۰۷	۰/۹۳۴**						
SSI	۰/۳۹۰	۰/۰۱۵	−۰/۵۵۰*	۰/۰۰۸	۰/۳۲۵					
STI	−۰/۲۱۹	۰/۴۲۲	۰/۹۰۳**	۰/۹۲۱**	۰/۷۵۶**	−۰/۲۶۲				
YSI	−۰/۳۸۴	−۰/۰۱۳	۰/۵۵۰*	−۰/۰۰۹	−۰/۳۲۶	−۱/۰۰۰**	۰/۲۶۱			
HAM	−۰/۱۶۹	۰/۵۰۰	۰/۹۷۸**	۰/۸۹۲**	۰/۶۷۳**	−۰/۳۹۶	۰/۹۵۳**	۰/۳۹۶		
GMP	−۰/۱۳۱	۰/۵۰۹	۰/۹۴۱**	۰/۹۴۶**	۰/۷۶۹**	−۰/۲۸۱	۰/۹۶۶**	۰/۲۸۱	۰/۹۹۰**	
MP	−۰/۰۹۱	۰/۵۰۹	۰/۸۸۶**	۰/۹۸۱**	۰/۸۴۹**	−۰/۱۶۳	۰/۹۶۰**	۰/۱۶۲	۰/۹۶۲**	۰/۹۹۱**

(Ra, oil و Ir, oil به‌ترتیب بیانگر درصد اسانس در شرایط دیم (Rainfed) و درصد اسانس در شرایط آبی (Irrigated) می‌باشند).

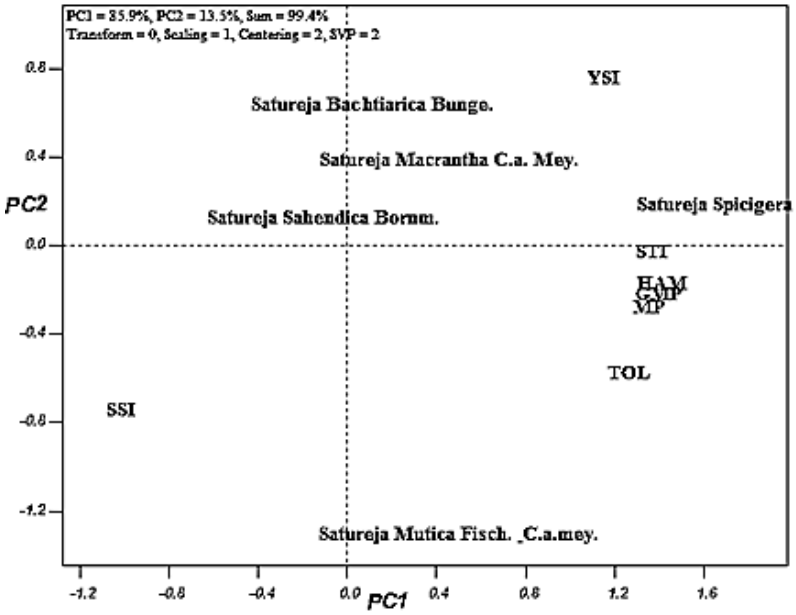
جدول ۴- واریانس و ضرایب عاملی میزان اسانس، ماده خشک و شاخص‌های تنش

مؤلفه	مقدار واریانس	واریانس تجمعی	Ra, oil	Ir, oil	Yp	Ys	TOL	SSI	STI	YSI	HAM	GMP	MP
	(٪)												
۱	۵۸/۶۲	۵۸/۶۲	−۰/۱۵۸	۰/۴۵۳	۰/۹۸۶	۰/۸۵۰	۰/۸۷۵	−۰/۰۹۷	۰/۹۶۴	۰/۰۹۶	۰/۹۳۷	۰/۹۷۴	۰/۹۹۲
۲	۲۴/۰۹	۸۲/۷۱	−۰/۳۰۵	۰/۰۶۸	−۰/۱۰۷	۰/۵۰۱	−۰/۴۳۳	−۰/۹۷۹	۰/۱۷۲	۰/۹۸۰	۰/۳۲۸	۰/۲۰۲	۰/۰۷۴
۳	۱۳/۲۶	۹۵/۹۷	۰/۸۶۷	۰/۷۹۸	۰/۰۹۰	۰/۰۶۵	۰/۰۸۶	۰/۱۲۲	−۰/۰۲۷	−۰/۱۱۶	۰/۰۸۱	۰/۰۸۵	۰/۰۸۶

(۱۳۹۴) بر روی اکوتیپ‌های مختلف آویشن دنایی کشت‌شده تحت تیمارهای مختلف آبیاری بیانگر همبستگی مثبت شاخص‌های TOL، STI، HAM، GMP و MP با عملکرد ماده خشک تحت تیمار آبیاری نرمال، همبستگی مثبت معنی‌دار شاخص‌های STI، HAM، GMP و MP با عملکرد ماده خشک تحت تنش کم آبی، همبستگی منفی شاخص SSI با شاخص YSI و نیز همبستگی مثبت شاخص STI با شاخص‌های HAM، GMP و MP بود که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. در گیاه دارویی همیشه‌بهار همبستگی منفی معنی‌داری بین شاخص SSI و عملکرد ماده خشک تحت شرایط آبیاری نرمال و نیز همبستگی مثبت قوی بین شاخص‌های TOL، HAM، GMP، MP و SSI با عملکرد ماده خشک تحت شرایط آبیاری نرمال گزارش شده است (Taherkhani *et al.*, 2011). نتایج مطالعه کارگر و همکاران (۱۳۸۳) بر روی گیاه سویا نشان‌دهنده همبستگی مثبت شاخص‌های SSI، STI، HAM و GMP با عملکرد ماده خشک تحت شرایط آبیاری نرمال است.

فاکتورهای مورد ارزیابی براساس نتایج تجزیه عاملی در سه عامل اصلی قرار گرفتند که در مجموع ۹۵/۹۷ درصد کل واریانس مشاهده شده را تبیین می‌کردند. عامل اول، ۵۸/۶۲ درصد، عامل دوم، ۲۴/۰۹ درصد و عامل سوم، ۱۳/۲۶ درصد کل واریانس مشاهده‌شده را توجیه می‌کردند. بیشترین ضرایب در عامل اول به فاکتورهای عملکرد ماده خشک در شرایط آبی و شاخص‌های MP، GMP، STI و HAM تعلق داشت که نشان‌دهنده اهمیت بالای این فاکتورها در تمایز گونه‌ها تحت شرایط مورد می‌باشد. در عامل دوم که از درجه اهمیت کمتری در مقایسه با عامل اول برخوردار است، شاخص‌های YSI و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.6.2]



شکل ۴- بای‌پلات گونه‌های مرزه و شاخص‌های تنش براساس مؤلفه‌های اول و دوم

SSI دارای بیشترین ضرایب عاملی بوده و نهایتاً در عامل سوم، صفات درصد اسانس تحت شرایط دیم و آبی بیشترین ضرایب عاملی را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). برای انتخاب گونه‌های متحمل به شرایط دیم اعمال‌شده، از فاکتورهایی که بیشترین ضرایب را در عامل اول داشته و نیز دارای بیشترین همبستگی با عملکرد ماده خشک تحت شرایط دیم هستند، استفاده می‌گردد (نخعی‌بدرآبادی و همکاران، ۱۳۹۱). بر این اساس و با توجه به نتایج بدست آمده (جدول ۳ و ۴)، شاخص‌های MP، GMP، STI و HAM، شاخص‌های برتر جهت تفکیک و شناسایی گونه‌های برتر تشخیص داده شدند. نتایج مطالعه خورشیدی و همکاران (۱۳۹۴) بر روی اکوتیپ‌های مختلف آویشن دنایی نیز مؤید برتربودن شاخص‌های MP، GMP، STI و HAM نسبت به سایر شاخص‌ها در تفکیک و شناسایی اکوتیپ‌های متحمل به شرایط تنش است.

مطابق با نتایج بای‌پلات رسم‌شده براساس شاخص‌های تنشی ارزیابی‌شده، گونه *S. spicigera* متحمل‌ترین گونه تشخیص داده شده و بعد از آن به‌ترتیب گونه‌های *S. bachtiarica*، *S. macrantha*، *S. sahendica* و درنهایت *S. mutica* قرار داشتند (شکل ۴).

نتیجه‌گیری

مرزه‌های مورد مطالعه از دیدگاه میزان ماده خشک، محتوی اسانس و نیز میزان تحمل شرایط دیم، تفاوت چشمگیری با هم داشتند. محتوی اسانس اغلب گونه‌ها چندان تحت تأثیر شرایط آبیاری قرار نگرفت ولی میزان عملکرد ماده خشک آنها به شدت تحت تأثیر تیمار آبیاری واقع شد. بیشترین درصد اسانس از گونه *S. mutica* تحت شرایط دیم بدست آمد و بیشترین عملکرد ماده خشک از گونه *S. spicigera* بدست آمد. درصد اسانس با هیچ کدام از شاخص‌های تنشی ارزیابی‌شده همبستگی معنی‌داری نشان نداد ولی بین عملکرد ماده خشک با اغلب شاخص‌های تنشی همبستگی قابل توجهی مشاهده شد. براساس نتایج تجزیه عاملی و همبستگی‌ها، شاخص‌های MP، GMP، STI و HAM مناسب‌ترین شاخص‌ها جهت تفکیک و شناسایی گونه متحمل‌تر به شرایط دیم شناخته شدند و براساس همین شاخص‌ها، گونه *S. spicigera*، متحمل‌ترین گونه به شرایط دیم استان کردستان تشخیص داده شد و جهت کشت تحت این شرایط پیشنهاد می‌گردد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.6.2]

منابع

اسکندری، م. (۱۳۹۲) بررسی پارامترهای رشد و تغییرات درصد اسانس گیاه دارویی مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica* Bunge.) تحت تأثیر ۲۸- هموبراسینولید و تنش خشکی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۹: ۱۸۶-۱۷۶.

آمارنامه جهاد کشاورزی (۱۳۹۴) محصولات زراعی. جلد ۱، وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

حسنوندی، ف.، جعفری، ع. ا. و احمدی، ش. (۱۳۹۶) بررسی عملکرد ماده خشک و بازده اسانس در سه گونه مرزه *Satureja mutica*، *Satureja rechingeri* و *Satureja khuzestanica* در شرایط اقلیمی شهر خرم‌آباد. فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان ۱۹: ۸-۱.

حنفی، ع. و پاشاپور، ح. (۱۳۹۴) تحلیل خشکسالی‌های استان کردستان و تأثیر آنها بر عملکرد نسبی گندم دیم. فصلنامه جغرافیایی سرزمین ۱۲: ۷۱-۵۷.

خورشیدی، ج.، شکرپور، م. و ناظری، و. (۱۳۹۴) ارزیابی پاسخ به تنش کم‌آبی در اکوتیپ‌های مختلف آویشن دنایی (*Thymus daenensis* subsp.) با استفاده از شاخص‌های تحمل تنش. علوم باغبانی ایران ۴۶: ۵۷۳-۵۶۳.

خورشیدی، ج.، شکرپور، م. و ناظری، و. (۱۳۹۸) بررسی و مقایسه فیتوشیمیایی اسانس گیاه دارویی *Thymus daenensis* Celak. در شرایط رویشگاه‌های طبیعی و مزرعه. اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی ۷: ۱۱-۱.

زارع‌زاده، ع.، سفیدکن، ف.، طبایی‌عقدایی، س. ر.، میرحسینی، ع.، عرب‌زاده، م. ر. و میرجلیلی، م. ر. (۱۳۹۶) بررسی کمی و کیفی اسانس گونه‌های مختلف مرزه (*Satureja* app.) کشت‌شده در استان یزد. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳۳: ۵۳۴-۵۰۹.

زینالی‌خانقاه، ح.، ایزانلو، ع.، حسین‌زاده، ع. و مجنون حسینی، ن. (۱۳۸۳) تعیین شاخص‌های مناسب مقاومت به خشکی در ارقام سویا وارداتی. علوم کشاورزی ایران ۳۵: ۸۸۵-۸۷۵.

سودایی‌زاده، ح.، شمسایی، م.، تجملیان، م.، میرمحمدی میبدی، س. ع. م. و حکیم‌زاده، م. ع. (۱۳۹۵) بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مرزه (*Satureja hortensis*). فرایند و کارکرد گیاهی ۵: ۱۱-۱.

شریعت، آ.، کریم‌زاده، ق.، عصاره، م. ح. و هادیان، ج. (۱۳۹۶) تغییرات شاخص‌های فیزیولوژیک و نمایه متابولیتی مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica*) در پاسخ به تنش خشکی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۵: ۲۴۶-۲۳۲.

شریعت، آ.، کریم‌زاده، ق.، عصاره، م. ح. و هادیان، ج. (۱۳۹۷) کاربرد نویدبخش تنش خشکی به منظور افزایش کیفیت محصول گیاه دارویی مرزه سهندی (*Satureja sahendica* Bornm.) بومی ایران. علوم گیاهان زراعی ایران ۴۹: ۱۷۷-۱۶۷.

صفری، س.، دهقانی، ح. و چوکان، ر. (۱۳۸۶) ارزیابی لاین‌های اینبرد ذرت برای تحمل به خشکی براساس شاخص‌های مقاومت و روش بای‌پلات. علوم کشاورزی ایران ۳۸: ۲۲۸-۲۱۵.

طبایی‌عقدائی، س. ر.، ابوترابی نجف‌آبادی، م.، لباسچی، م. ح.، نجفی آشتیانی، ا.، جعفری، ع. ا.، سفیدکن، ف. و میرجانی، ل. (۱۳۹۷) مطالعه کمّیت و کیفیت عملکرد اکسشن‌های مختلف دو گونه مرزه (*Satureja spicigera* (C. Koch) Boiss., *S. sahendica* Bornm.) در شرایط دیم منطقه دماوند. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳۴: ۱۹۲-۱۸۳.

کارگر، س. م. ع.، قنادها، م. ر.، بزرگی‌پور، ر.، خواجه‌احمد عطاری، ا. ع. و بابایی، ح. ر. (۱۳۸۳) ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در تعدادی از ژنوتیپ‌های سویا در شرایط آبیاری محدود. علوم کشاورزی ایران ۳۵: ۱۴۲-۱۲۹.

گراوندی، م.، فرشادفر، ع. و کهریزی، د. (۱۳۸۹) ارزیابی تحمل خشکی در ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم نان در شرایط مزرعه و آزمایشگاه. به‌نژادی نهال و بذر ۲۶: ۲۵۲-۲۳۳.

نخعی‌بدرآبادی، م.، شکرپور، م.، اصغری، ع. و اسفندیاری، ع. (۱۳۹۱) تعیین روابط بین انتقال ماده خشک و برخی صفات

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.6.2]

مورفولوژیک در ژنوتیپ‌های جو به کمک تجزیه به عامل‌ها تحت شرایط تنش کم‌آبی. اصلاح گیاهان زراعی ۴: ۱۲۲-۱۰۹.

نوش‌کام، ا.، مجنون حسینی، ن.، هادیان، ج.، جهانسوز، م. ر. و خاوازی، ک. (۱۳۹۳) تأثیر شرایط فاریاب و دیم بر عملکرد پیکر رویشی و عملکرد اسانس دو گونه دارویی مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica* Jamzad.) و مرزه رشینگری (*S. rechingeri* Jamzad.) در شمال خوزستان. تولید گیاهان زراعی ۷: ۷۵-۶۱.

هوشیدری، ف.، سفیدکن، ف.، طبایی‌عقدایی، س. ر. و یوسفی، ب. (۱۳۹۷) بررسی تغییرات کمی و کیفی اسانس پنج اکسشن مرزه گونه *Satureja mutica* Fisch. and C.A.Mey. در شرایط زراعی کردستان. علوم باغبانی ایران ۴۹: ۲۳-۱۵.

Askary, M., Behdani, M. A., Parsa, S., Mahmoodi, S. and Jamialahmadi, M. (2018) Water stress and manure application affect the quantity and quality of essential oil of *Thymus daenensis* and *Thymus vulgaris*. Industrial Crops and Products 111: 336-344.

Baher Nik, Z., Mirza, M., Ghorbanli, M. and Rezaei, M. B. (2002) The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. Flavour and Fragrance Journal 17: 275-277.

Bouslama, M. and Schapaugh, J. (1984) Stress tolerance in soybeans. I. Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science 24: 933-937.

Fernandez, G. C. J. (1992) Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress, Taiwan.

Fischer, R. A. and Maurer, R. (1978) Drought resistance in spring wheat cultivars: I. Grain yield responses. Australian Journal of Agriculture Research 29: 897-912.

Garcia-Caparros, P., Jose Romero, M., Llanderal, A., Cermeno, P., Teresa Lao, M. and Luz Segura, M. (2019) Effects of drought stress on biomass, essential oil content, nutritional parameters, and costs of production in six Lamiaceae species. Water 11: 573-584.

Govahi, M., Ghalavand, A., Nadjafi, F. and Sorooshzadeh, A. (2015) Comparing different soil fertility systems in sage (*Salvia officinalis*) under water deficiency. Industrial Crops and Products 74: 20-27.

Heidarpour, O., Esmaielpour, B., Soltani, A. A. and Khorramdel, S. (2019) Effect of vermicompost on essential oil composition of (*Satureja hortensis* L.) under water stress condition. Journal of Essential Oil Bearing Plants 22: 484-492.

Hossain, A. B. S., Sears, T. S. and Paulsen, G. M. (1990) Desiccation tolerance and its relationship to assimilate partitioning in winter wheat. Journal of Crop Science 30: 622-627.

Mahboubi, M. and Attaran, B. (2019) *Satureja khuzistanica* Jamzad essential oil and its anti-candidal activities against clinical isolates of *Candida albicans* isolated from women with candidiasis. Infectio 23: 16-21.

Miranshahi, B. and Sayyari, M. (2016) Methyl jasmonate mitigates drought stress injuries and affects essential oil of summer savory. Journal of Agricultural Science and Technology 18: 1635-1645.

Misra, A. and Sricastatva, N. K. (2000) Influence of water stress on Japanese mint. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants 7: 51-58.

Nowak, M., Kleinwachter, M., Manderscheid, R., Weigel, H. J. and Selmar, D. (2010) Drought stress increases the accumulation of monoterpenes in sage (*Salvia officinalis*), an effect that is compensated by elevated carbon dioxide concentration. Journal of Applied Botany and Food Quality 83: 133-136.

Sarmoum, R., Haid, S., Biche, M., Djazouli, Z., Zebib, B. and Merah, O. (2019) Effect of salinity and water stress on the essential oil components of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). Agronomy 9: 1-10.

Shariat, A., Karimzadeh, Gh., Assareh, M. H. and Zandi Esfahan, Z. (2016) Drought stress in Iranian endemic savory (*Satureja rechingeri*): In vivo and in vitro studies. Journal of Plant Physiology and Breeding 6: 1-12.

Singh, M. and Ramesh, S. (2000) Effect of irrigation and nitrogen on herbage, oil yield and water-use efficiency in rosemary grown under semi-arid tropical conditions. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Sciences 22: 659-662.

Taherkhani, T., Rahmani, N., Moradi Aghdam, A. and Zandi, P. (2011) Assessment of nitrogen levels on flower yield of calendula grown under different water deficit stresses using drought tolerant indices. Journal of American Science 7: 591-598.

Zehtab-Salmasi, S., Javanshir, A., Omidbaigi, R., Aly-Ari, H. and Ghassemi-Golezani, K. (2001) Effects of water supply and sowing date on performance and essential oil production of anise (*Pimpinella anisum* L.). Acta Agronomica Hungarica 49: 75-81.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.6.2]

Assessment of water deficit tolerance in some of Iranian native *Satureja* species using stress tolerance indices

Sayed Abdollah Jafari[1], Jalal Khorshidi[2*], Mohammad Reza Morshedloo[3], Farahnaz Houshidari[4]

[1] Department of Horticultural Science and Engineering, University of Kurdistan
[2] Department of Horticultural Science and Engineering, Research Center of Medicinal Plants Breeding and Development, University of Kurdistan
[3] Department of Horticultural Science and Engineering, University of Maragheh
[4] Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Kurdistan, Sanandaj
(Received: 14/05/2020, Accepted: 16/02/2021)

Abstract

Identification of water deficit resistant plants with a high economic efficiency can lead to an increase in production under rainfed conditions. *Satureja* is one of the most widely used medicinal plants which belongs to Lamiaceae family which has high species diversity. In this research, dry matter yield, essential oil content and water deficit tolerance in some of Iranian native *Satureja* species including *Satureja bachtiarica* Bunge, *Satureja sahendica* Bornm., *Satureja spicigera* (K.Koch) Boiss., *Satureja macrantha* C.A. Mey. and *Satureja mutica* Fisch. & C.A.Mey. were evaluated under irrigated and rainfed conditions using stress tolerance indices as split plots based on RCB design in 2018, at Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. Plants were harvested at flowering stage and essential oil was extracted using Clevenger apparatus for three hours. Results indicated that irrigation treatment had significant effect only on dry matter yield. Interaction effect of species and irrigation treatment were significant only on essential oil content, but both mentioned traits were affected by species type. The highest (2.12 %) and the lowest (0.48 %) essential oil content were belonged to *S. mutica* and *S. macrantha* species under rainfed condition, respectively. The highest (482.72 g) and the lowest (44.4 g) dry matter yield per plant were obtained from *S. spicigera* and *S. sahendica* species, respectively. Based on factor analysis and correlation results, MP, GMP, STI and HAM indices were considered as the best indices for identification of tolerant species to rainfed condition and based on mentioned indices, *S. spicigera* was identified as the most tolerable and suitable species for cultivating under rainfed condition of Kurdistan province.

Keywords: Essential oil, Rainfed, Yield, Medicinal Plants

Corresponding author, Email: j.khorshidi@uok.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1400.10.44.6.2]