دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

بررسی برخی صفات فیزیولوژیکی در اکوتیپ‌های گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) تحت تنش شوری

مسعود گلستانی

استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، (نویسنده مسوول: ma_golestani@pnu.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱/۱۴
صفحه: ۱۵۵ تا ۱۶۳

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: بادرشبو (Dracocephalum moldavica L.) گیاهی دارویی متعلق به خانواده نعناعیان است که به‌عنوان گیاهی اشتها آور، آرام بخش و بهبود دهنده زخم از آن استفاده می‌شود. استقرار ضعیف و غیریکنواخت گیاهان دارویی در خاک‌های مناطق خشک خصوصاً در شرایط تنش‌های محیطی غیر زنده از جمله تنش شوری، یکی از مهمترین موانع توسعه و کشت این گیاهان در کشور است.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر برخی صفات فیزیولوژیکی مرتبط با تحمل به تنش شوری در ۱۴ اکوتیپ بادرشبو، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو شرایط بدون تنش و تنش شوری انجام شد. دو شرایط آزمایش با استفاده از آب معمولی با هدایت الکتریکی ۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر و آب شور با هدایت الکتریکی ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر انجام شد. در این پژوهش صفات غلظت پرولین، غلظت کلروفیل a و b، غلظت کاروتنوئید، میزان نسبی آب برگ، غلظت سدیم و پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر تنش شوری برای صفات غلظت کلروفیل a و b، میزان نسبی آب برگ، غلظت سدیم و پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. برهمکنش تنش×اکوتیپ برای تمام صفات مورد بررسی به‌جز غلظت پرولین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بین اکوتیپ‌های مورد بررسی برای تمام صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار غلظت کلروفیل a و b، میزان نسبی آب برگ و غلظت پتاسیم و افزایش معنی‌دار غلظت سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که اکوتیپ‌های فریدن، اصفهان و مراغه در هر دو شرایط بدون تنش و تنش شوری دارای مقادیر بیشتر غلظت پتاسیم بودند و بنابراین می‌توان این اکوتیپ‌ها را برای کشت در هر دو شرایط تنش و بدون تنش شوری پیشنهاد نمود.

نتیجه‌گیری: نتایج مقایسه میانگین داده‌ها برای اکوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد که می‌توان اکوتیپ‌های فریدن، اصفهان و مراغه را جهت کشت در هر دو شرایط تنش و بدون تنش شوری پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: بادرشبو، پرولین، شوری، کلروفیل a و b، نسبت سدیم به پتاسیم

مقدمه

بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) گیاهی است علفی و یکساله متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) که بومی آسیای مرکزی و اهلی‌شده در مرکز و شرق اروپاست و به‌دلیل داشتن اثرات ضدعفونی‌کننده، ضدویروسی و ضد قارچی در صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ساقه، برگ و گل این گیاه معطر و دارای اسانس است که در این اندام‌ها ترکیباتی چون سیترال و استات‌ژرانیل وجود دارد. مواد مؤثر اندام رویشی این گیاه به‌عنوان قابض، پایین آورنده تب، تقویت‌کننده قلب، آرام‌بخش و اشتهاآور استفاده می‌شود (۳۱). از عصاره بادرشبو برای رفع سردرد، سرماخوردگی، ضعف عمومی بدن، شستشوی دهان، تسکین دردهای عصبی، دندان درد و اسپاسم‌های معده و کلیه استفاده می‌شود (۱۸).

شوری آب‌های آبیاری و خاک‌های کشاورزی به‌عنوان مهمترین فاکتور محدود کننده رشد محصولات زراعی در بیشتر نقاط دنیا در نظر گرفته می‌شود (۳۰). در کشور ما تولید محصولات زراعی اغلب تحت تأثیر تنش‌های محیطی انجام می‌گیرد و در اغلب نقاط کشور معمولاً تنش‌های خشکی، شوری، گرما و سرما وجود دارد. واکنش گیاهان مختلف به شوری در مراحل مختلف رشد متفاوت می‌باشد. مشکل شوری خاک به‌دلیل استفاده از آب‌هایی با کیفیت پایین برای آبیاری، همراه با زهکشی ضعیف افزایش می‌یابد (۳۰). به‌دلیل قرار داشتن ایران در منطقه آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک نزدیک به ۵۰ درصد سطح زیرکشت محصولات کشاورزی به درجه‌های مختلف با مشکل شوری و قلیایی بودن رو به رو می‌باشند (۲۰). برای رفع مشکل شوری می‌توان از روش اصلاح خاک، زهکشی و کنترل آب استفاده کرد. اگرچه این روش‌ها میزان و گسترش خاک‌های شور را کاهش می‌دهند ولی استفاده از این روش‌ها هزینه بر می‌باشد. بنابراین استفاده از راهکارهای جدید مانند شناسایی گیاهان متحمل به شوری در این زمینه می‌تواند مؤثر باشد (۲۰).

تنش‌های محیطی بر رشد و نمو گیاه تاثیر منفی داشته و باعث کاهش رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند. تنش شوری از جمله تنش‌های غیرزنده است که به‌طور جدی تولید محصولات را در مناطق مختلف به‌ویژه در نواحی خشک و نیمه‌خشک محدود می‌کند (۳۳). شوری پتانسیل آب را کاهش می‌دهد و در نتیجه گیاه با کمبود آب رو به رو می‌شود (۲۹). پاسخ رشد گیاهان به شوری پیچیده و متنوع است که وابسته به‌شدت تنش، رقم، گونه مورد بررسی، مرحله تکوین گیاه و طول مدت تنش می‌باشد (۲۷). تنش اسمزی ناشی از شوری سبب به هم خوردن تعادل متابولیکی شده و سپس تنش اکسیداتیو در گیاه ایجاد می‌گردد (۳). تنش اکسیداتیو باعث ازدیاد انواع شکل‌های فعال اکسیژن مانند رادیکال سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال هیدروکسید می‌گردد. این شکل‌های فعال اکسیژن موجب اختلالات متابولیکی مثل اکسیداسیون لیپیدهای غشاء، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌شود (۲۵). در طی شروع و ادامه تنش

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.52547/jcb.14.43.155]

شوری درون گیاه، همه فاکتورهای مهم مانند فتوسنتز، سنتز پروتئین، انرژی و متابولیسم چربی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. کربوهیدرات‌ها که برای رشد سلول نیاز محسوب می‌شوند از طریق فرآیندهای فتوسنتز تأمین می‌گردند و میزان فتوسنتز معمولاً در گیاهانی که در معرض شوری به‌ویژه NaCl قرار می‌گیرند کاهش می‌یابد (۳۲). یکی از مهمترین اثرات شوری کاهش غلظت کلروفیل در گیاه می‌باشد که علت این کاهش تخریب کلروفیل توسط شکل‌های فعال اکسیژن طی تنش اکسیداتیو می‌باشد(۴۴).کاهش مقدار رنگدانه‌های فتوسنتزی‌در شرایط شوری می‌تواند به‌دلیل تخریب کلروپلاست و تجزیه کلروفیل در اثر فعالیت آنزیم کلروفیلاز و پراکسیداز، یا ناشی از تأثیر مزمن تجمع یون‌ها در کلروپلاست و یا تخریب رنگدانه‌ها توسط گونه‌های فعال اکسیژن طی تنش اکسیداتیو ناشی از نمک باشد (۳۸). شوری از طریق تنش اسمزی (کاهش آب قابل دسترس گیاه)، اثر سمی یون‌ها (به‌خصوص اثرات ناشی از یون سدیم و کلر)، برهم خوردن تعادل و جذب مواد غذایی ضروری منجر به صدمه به گیاه می‌شود (۱۳). شوری کلرید سدیم بر روند انتقال آب و یون‌ها در گیاهان تأثیر می‌گذارد، به‌طوری که ممکن است تعادل یونی و وضعیت مواد غذایی را در گیاه تغییر دهد (۱۵). شوری زیاد آب در خاک باعث تغییرات فیزیولوژیک زیان‌بار در گیاه از جمله جذب بیش از حد مواد معدنی، برهم خوردن متابولیسم فتوسنتز و تنفس می‌شود (۲۸). گزینش بر اساس صفات فیزیولوژیک مؤثر در تحمل به تنش، منجر به افزایش کارایی جذب و مصرف آب، تداوم دوره فتوسنتزی و استفاده بهینه از مواد فتوسنتزی شده و بنابراین پیشنهاد می‌شود گزینش ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات فیزیولوژیکی در برنامه به‌نژادی لحاظ گردد (۳۹).

تنش شوری در گیاه آویشن دنایی (*Thymus daenensis* subsp. *daenensis*) منجر به کاهش غلظت کلروفیل، کاروتنوئید، غلظت پتاسیم برگ و میزان نسبی آب برگ و افزایش غلظت پرولین، غلظت سدیم برگ و نسبت سدیم به پتاسیم برگ گردید (۱۴). در بررسی تأثیر تنش شوری بر اکوتیپ‌های گیاه دم‌شیر (*Leonurus cardiaca* L.) مشخص شد که شوری موجب کاهش غلظت رنگدانه‌های فتوسنتزی، وزن خشک اندام‌هوایی و غلظت پتاسیم و افزایش غلظت پرولین و غلظت سدیم می‌گردد (۴۳). بررسی تنش شوری بر برخی صفات فیزیولوژیک در گیاه شنبلیله (*Trigonella foenum- graecum* L.) نشان داد که شوری باعث کاهش غلظت رنگدانه‌های فتوسنتزی، میزان نسبی آب برگ و غلظت پتاسیم و افزایش غلظت پرولین و غلظت سدیم (۱۱) می‌گردد. در بررسی اثر تنش شوری بر آویشن باغی مشخص شد که افزایش سطح شوری سبب افزایش غلظت سدیم و پرولین و کاهش میزان پتاسیم، محتوای نسبی آب، کلروفیل a، b و کاروتنوئید می‌گردد (۱۶).

یکی از موانع مهم توسعه و کشت گیاهان دارویی در کشور، استقرار ضعیف و غیریکنواخت آن در خاک‌های مناطق خشک خصوصاً در شرایط تحت تنش‌های محیطی غیرزنده از جمله تنش شوری است (۱۹). به‌رغم بررسی‌های گسترده‌ای که در مورد تأثیر تنش‌های محیطی بر رشد و عملکرد گونه‌های مختلف گیاهی انجام شده است، در مورد واکنش گیاهان دارویی به تنش‌های محیطی اطلاعات اندکی وجود دارد بنابراین با توجه به وجود آب و خاک شور زیاد در کشور، شناخت ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه بادرشبو در ارتباط با تنش شوری می‌تواند در گسترش سطح کشت آن اثر داشته باشد. با توجه به مطالب ذکر شده این تحقیق با هدف بررسی اثر تنش شوری بر برخی از صفات فیزیولویکی در چهارده اکوتیپ بادرشبو و بررسی تحمل به شوری در این اکوتیپ‌ها انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر تنش شوری روی صفات فیزیولوژیکی گیاه بادرشبو، آزمایشی در مزرعه‌ای واقع در ۳۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان ابرکوه اجرا گردید. طول جغرافیایی محل انجام تحقیق ۵۳ درجه و ۲۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳۰ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۴۷۲ متر می‌باشد. این تحقیق در قالب دو آزمایش جداگانه به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و دو سطح آب آبیاری نرمال با هدایت الکتریکی ۲/۳ و آب آبیاری شور با هدایت الکتریکی ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر با استفاده از ۱۴ اکوتیپ بادرشبو اجرا شد. آب شور از چاهی که آب آن دارای شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر بود، تهیه و سپس گیاهان با این آب آبیاری شدند. بذور اکوتیپ‌های مورد مطالعه از استانهای اصفهان (اصفهان، نجف‌آباد، فریدن، خمینی‌شهر و اردستان)، مرکزی (اراک، محلات و گرمسار)، آذربایجان‌غربی (ارومیه، سلماس، نقده و پیرانشهر) و آذربایجان شرقی (مراغه و عجب‌شیر) جمع‌آوری گردید. بذرهای جمع‌آوری شده در تاریخ ۲۰ اسفند سال ۱۳۹۹ کشت شدند. هر واحد آزمایشی شامل پنج ردیف کاشت به طول ۳ متر بود. فاصله بین ردیف‌ها ۳۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها از یکدیگر ۱۵ سانتی‌متر بود. در هر دو آزمایش تا زمان استقرار کامل گیاه، آبیاری نرمال با هدایت الکتریکی ۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر انجام شد. در آزمایش بدون تنش آبیاری نرمال با هدایت الکتریکی ۲/۳ دسی‌زیمنس بر متر تا پایان آزمایش ادامه پیدا کرد ولی در آزمایش تنش شوری، پس از استقرار کامل گیاه تنش شوری اعمال شد. در آزمایش تنش شوری آبیاری با آب شور با هدایت الکتریکی ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر انجام گرفت. خصوصیات خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر) و آب مورد استفاده در آزمایش در جدول ۱ آمده است.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.155]

جدول ۱- مهمترین خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده و خاک (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری) محل آزمایش
Table 1. Main chemical properties of the water and soil used in this study

	هدایت الکتریکی (EC) dS.m^{-1} (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته (pH)	meq.l^{-1} (میلی‌اکی‌والان در لیتر)						
			کلر	بیکربنات	کربنات	سولفات	منیزیم	کلسیم	سدیم	پتاسیم
بدون تنش	۲/۳	۷/۲	۱۷/۱	۱/۴	۰	۷/۱	۶/۱	۴/۲	۱۷/۲	۰/۱۶
تنش شوری	۱۴	۷/۵	۸۴/۶	۲/۲	۰	۲۴/۲	۲۱/۵	۱۴/۹	۷۷/۴	۰/۲۷
خاک ۳۰ cm-۰	۲/۷	۷/۸	۱۳/۹	۱/۱	۰	۱۷/۴	۷/۸	۹/۶	۱۹/۳	۰/۴۲

صفات فیزیولوژیکی مورد بررسی در این آزمایش شامل غلظت پرولین، غلظت کلروفیل a و b، غلظت کاروتنوئید، غلظت عناصر سدیم و پتاسیم، نسبت سدیم به پتاسیم و میزان نسبی آب برگ بودند که در مرحله ده درصد گلدهی اندازه‌گیری انجام شد. برای اندازه‌گیری غلظت پرولین نمونه‌های برگ‌تر در ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک سه درصد هموژن شد و عصاره حاصل صاف گردید. ۲ میلی‌لیتر اسیداستیک و ۲ میلی‌لیتر ناین‌هیدرین به ۲ میلی‌لیتر از عصاره صاف شده اضافه شد. محلول حاصل به‌مدت یک ساعت در حمام آب گرم در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس برای پایان یافتن واکنش، لوله‌های آزمایش در داخل یک بستر یخی قرار گرفت و چهار میلی‌لیتر تولوئن به هر لوله اضافه گردید و تکان داده شد. پس از ۳۰ ثانیه همزدن و جدا شدن دو فاز، فاز رنگی تولوئن در بالا قرار گرفت و فاز آبی جدا گردید. غلظت پرولین نمونه‌ها در تولوئن با استفاده از اسپکتروفتومتر (Unico مدل UV2100) در طول موج ۵۲۰ نانومتر و در نهایت با توجه به منحنی استاندارد حاصل از غلظت‌های مختلف پرولین، بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر محاسبه شد (۴).

به‌منظور اندازه‌گیری میزان نسبی آب برگ ابتدا وزن برگ‌های تازه (Fw) اندازه‌گیری شد. سپس برای تعیین وزن آماس (Tw)، برگ‌ها در دمای اتاق به‌مدت ۲۴ ساعت داخل آب مقطر قرار داده شدند و پس از خشک شدن آب روی برگ‌ها، وزن شدند. سپس برگ‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند و وزن خشک آن‌ها (Dw) تعیین شد. با استفاده از این مقادیر میزان نسبی آب برگ با رابطه زیر محاسبه شد (۳۶):

$$\%RWC=[(Fw-Dw)]/[(Tw-Dw)]\times 100$$

برای تعیین غلظت کلروفیل a و b و غلظت کاروتنوئید مقدار نیم گرم از برگ‌های تازه با استون ۸۰ درصد ساییده شد. سپس نمونه‌ها به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۶۰۰۰ دور سانتریفیوژ شدند و مقدار جذب در طول‌موج‌های 663، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (Unico مدل UV2100) قرائت شد. غلظت کلروفیل a و b و غلظت کاروتنوئید با استفاده از رابطه‌های زیر و بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر نمونه محاسبه گردید (۲).

کلروفیل a = [(12.25 (A663)-2.55 (A645)]V/100W
کلروفیل b = [(20.31 (A645)-4.91 (A663)]V/100W
کاروتنوئید= 1000(A470)-3.27 (Chl.a)-104 (Chl.b)/227

در رابطه‌های بالا V حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ)، A جذب نور در طول‌موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر و W وزن‌تر نمونه بر حسب گرم می‌باشد.

غلظت سدیم و پتاسیم با دستگاه فلیم‌فتومتر (Jenway مدل PFP7) و محلول‌های استاندارد سدیم و پتاسیم بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک تعیین گردید (۴۱).

به‌منظور تعیین اثر تنش شوری بر صفات مورد مطالعه، درصد کاهش صفات در اثر تنش با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (۳۵).

$$\text{درصد کاهش} = (\frac{\bar{x}_{ns} - \bar{x}_{ds}}{\bar{x}_{ns}}) \times 100$$

$\bar{x}_{ns}$ و $\bar{x}_{ds}$: به‌ترتیب میانگین صفت در شرایط بدون تنش و تنش شوری است.

برای بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین اکوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفات مورد مطالعه و بررسی تأثیر تنش، در ابتدا تجزیه واریانس مرکب انجام شد. قابل ذکر است که قبل از انجام تجزیه واریانس، مفروضات آن بررسی و مورد تأیید قرار گرفت. برای انجام مقایسه میانگین از آزمون دانکن استفاده شد. برای انجام تجزیه‌های آماری از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه نشان داد که اکوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ تمام صفات، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمال یک درصد داشتند که این موضوع دلالت بر وجود تنوع ژنتیکی بالا از لحاظ تمام صفات مورد بررسی و همچنین امکان گزینش برای این صفات در بین اکوتیپ‌های مورد مطالعه دارد. اثر تنش شوری برای تمام صفات مورد مطالعه به‌جز غلظت پرولین و غلظت کاروتنوئید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). برهمکنش تنش × اکوتیپ برای تمام صفاتی که اثر تنش شوری در آنها معنی‌دار شده بود، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲) که این موضوع بیانگر واکنش متفاوت اکوتیپ‌های مورد مطالعه نسبت به شرایط آزمایش از نظر این صفات می‌باشد. در مطالعات انجام شده در گیاهان مختلف اثر معنی‌دار تنش شوری بر صفات غلظت کلروفیل a، غلظت کلروفیل b، میزان نسبی آب برگ، غلظت سدیم، غلظت پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم (۱۴، ۳۷، ۱۷، ۱۱، ۴۳، ۲۲) گزارش شده است و بنابراین نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات مذکور مطابقت دارد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.155]

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در اکوتیپ‌های بادرشبو در دو شرایط بدون تنش و تنش شوری
Table 2. Combined analysis of variance for studied traits in *Dracocephalum moldavica* L.ecotypes under normal and salt stress conditions

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		غلظت پرولین	غلظت کلروفیل a	غلظت کلروفیل b	غلظت کاروتنوئید
تنش	۱	۰/۹۳^{ns}	۸۱/۷۸**	۹۰/۹۷**	۳/۵۱^{ns}
تنش (تکرار)	۶	۰/۳	۰/۷۱	۰/۳	۰/۸۶
اکوتیپ	۱۳	۰/۷۱*	۷/۳۶**	۶/۱۲**	۱۰/۴۹**
تنش ×اکوتیپ	۱۳	۰/۷۲*	۶/۶۶**	۴/۰۹**	۶/۲**
خطا	۷۸	۰/۳۳	۰/۵۷	۰/۴۹	۰/۸۷
ضریب تغییرات (٪)	–	۱۳/۹۴	۱۵/۴۷	۱۸/۲۷	۱۵/۹۵

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ادامه جدول ۲

Table 2. Continued

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		میزان نسبی آب برگ	غلظت سدیم	غلظت پتاسیم	نسبت سدیم به پتاسیم
تنش	۱	۱۹۹۸/۸**	۸۴۸۱/۶**	۱۷۱۱/۵۶**	۵۱/۹**
تنش (تکرار)	۶	۱/۰۶	۰/۶۵	۱/۱۷	۰/۰۱۳
اکوتیپ	۱۳	۵۸/۹۷**	۴۷/۵**	۳۲۲/۶۹**	۱/۲۸**
تنش ×اکوتیپ	۱۳	۶۲/۷۶**	۶/۱۸**	۶/۸۲**	۰/۵۲**
خطا	۷۸	۳/۰۸	۰/۲۸	۰/۲۳	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات (٪)	–	۲/۷۱	۲/۶۴	۲/۲۴	۴/۷۱

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

میانگین و درصد کاهش صفات مورد مطالعه که اثر تنش شوری روی آنها معنی‌دار شده است (جدول ۲) در جدول ۳ آورده شده است. با توجه به اینکه در تمام این صفات برهمکنش تنش × اکوتیپ معنی‌دار شده است بنابراین از مقایسه میانگین به روش برش‌دهی (جدول ۴) استفاده شد.

جدول ۳- میانگین صفات* در شرایط بدون تنش و تنش شوری در اکوتیپ‌های بادرشبو
Table 3. Mean and decrease percentage of traits in *Dracocephalum moldavica* L.ecotypes

شرایط آزمایش	غلظت کلروفیل a (mg/gFw) (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	غلظت کلروفیل b (mg/gFw) (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	میزان نسبی آب برگ (٪)	غلظت سدیم (mg/gDw) (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	غلظت پتاسیم (mg/gDw) (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	نسبت سدیم به پتاسیم
بدون تنش	۵/۶۷	۴/۷۶	۶۸/۹۵	۱۱/۲۳	۲۵/۱۷	۰/۴۸
تنش شوری	۳/۹۶	۲/۹۵	۶۰/۴۹	۲۸/۶۴	۱۷/۳۵	۱/۸۴
درصد کاهش	۳۰/۱۶	۳۸/۰۳	۱۲/۲۷	۶۰/۷۸ افزایش	۳۱/۰۷	۷۳/۹۱ افزایش

*: صفاتی که اثر تنش در تجزیه واریانس مرکب برای آنها معنی‌دار نشده است.

غلظت کلروفیل a و b

مقایسه میانگین بین شرایط بدون تنش و تنش شوری نشان داد که تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار میانگین غلظت کلروفیل a (۳۰/۱۶ درصد) و غلظت کلروفیل b (۳۸/۰۳ درصد) شد (جدول ۳). در بررسی تأثیر نانو ذرات روی بر برخی صفات فیزیولوژیکی بادرشبو در شرایط تنش شوری مشخص شد که شوری میزان کلروفیل را کاهش می‌دهد (۱۰). تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار غلظت کلروفیل در اکوتیپ‌های آویشن دنایی (۱۴) و گیاه گشنیز (۳۷) گردید. در بررسی انجام شده در گیاه شیرین‌بیان نشان داده شد که با افزایش مقدار شوری غلظت رنگدانه‌های فتوسنتزی کاهش می‌یابد (۱۷). کاهش میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی در اثر شوری توسط فرهادی و همکاران (۱۱) در گیاه شنبلیله (*Trigonella foenum- graecum* L.) و زمانی و همکاران (۴۳) در گیاه دم‌شیر (*Leonurus cardiaca* L.) نیز دیده شد. نتایج بررسی مقالات مذکور با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت. کاهش مقدار رنگدانه‌های فتوسنتزی در شرایط شوری می‌تواند به‌دلیل تخریب کلروپلاست و تجزیه کلروفیل در اثر فعالیت آنزیم کلروفیلاز و پراکسیداز، یا ناشی از تأثیر مزمن تجمع یون‌ها در کلروپلاست و یا تخریب رنگدانه‌ها توسطگونه‌های فعال اکسیژن طی تنش اکسیداتیو ناشی از نمک باشد (۳۸).

در شرایط بدون تنش بیشترین غلظت کلروفیل a در اکوتیپ فریدن (۷/۶۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) دیده شد و این اکوتیپ با اکوتیپ‌های مراغه، نقده و اصفهان تفاوت معنی‌داری نداشت. اکوتیپ عجب‌شیر (۳/۷۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) کمترین غلظت کلروفیل a را در شرایط بدون تنش داشت (جدول ۴). در شرایط تنش شوری اکوتیپ‌های پیرانشهر، فریدن و مراغه بیشترین و اکوتیپ عجب‌شیر کمترین غلظت کلروفیل a را داشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین برهمکنش تنش × اکوتیپ برای غلظت کلروفیل b نشان داد که در شرایط بدون تنش بیشترین مقدار در اکوتیپ فریدن (۶/۷۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مشاهده گردید و اکوتیپ‌های پیرانشهر، خمینی‌شهر، اردستان و مراغه با این اکوتیپ تفاوت

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.155]

معنی‌دار نداشتند. کمترین غلظت کلروفیل b در شرایط بدون تنش در اکوتیپ عجب‌شیر دیده شد (جدول ۴). در شرایط تنش شوری اکوتیپ پیرانشهر بیشترین و اکوتیپ اراک کمترین غلظت کلروفیل b را داشتند (جدول ۴). در بررسی غلظت کلروفیل a و b می‌توان گفت که اکوتیپ‌های فریدن، پیرانشهر و مراغه از نظر این دو صفت بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند.

غلظت سدیم، پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم

در اثر تنش شوری غلظت سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم افزایش و غلظت پتاسیم کاهش (۳۱/۰۷ درصد) یافت (جدول ۳). در بررسی اثرات سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر برخی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی بادرنجبویه نشان داده شد که با افزایش شوری میزان سدیم افزایش ولی مقدار پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم کاهش پیدا کرد (۲۲). در ارزیابی تحمل به شوری کلرید سدیم در ژنوتیپ‌های کلزای بهاره مشخص شد که تنش شوری باعث افزایش معنی‌دار مقدار سدیم و کاهش معنی‌دار مقدار پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم گردید (۲۱). در گیاهان دارویی مختلف مانند بنگ‌دانه (*Hyoscyamus reticulatus* L.) (۴۲)، شنبلیله (*Trigonella foenum- graecum* L.) (۱۱)، آویشن دنایی (*Thymus daenensis* subsp. *daenensis*) (۱۴) و دم‌شیر (*Leonurus cardiaca* L.) (۴۳) کاهش پتاسیم و افزایش سدیم در اثر تنش شوری مشاهده گردید که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت. یکی از دلایل کاهش جذب پتاسیم در شرایط شوری، انتقال عناصر سدیم و پتاسیم با یک پروتئین مشترک است و به همین دلیل بین این دو عنصر برای ورود به سلول رقابت وجود دارد (۳۴). یکی از مهمترین اثرات سویی که تنش شوری می‌تواند بر رشد گیاهان داشته باشد، تجمع برخی یون‌های سمی به‌ویژه سدیم در بافت‌های گیاهی است (۲۲). در شرایط تنش شوری، غلظت زیاد سدیم در اندام هوایی گیاه مشکلات اسمزی و متابولیکی در گیاه ایجاد شده و در اثر سمیت احتمالی ناشی از تجمع بیش از حد این یون در اندام‌های گیاهی، تولید ماده خشک در گیاه کاهش می‌یابد (۱). با توجه به اهمیت یون پتاسیم در تنظیم فشار اسمزی، افزایش مقاومت گیاه به خشکی، بهبود وضعیت نفوذپذیری غشاء سلول و بهبود روابط آبی درون سلول‌های ریشه، با افزایش جذب این عنصر اثرات زیان‌بار یون سدیم کاهش و تحمل گیاه به شوری افزایش می‌یابد (۶). یکی از دلایل عمده افزایش غلظت سدیم و کاهش غلظت پتاسیم در این پژوهش می‌تواند به‌علت بیشتر بودن عنصر سدیم در محیط اطراف ریشه، تشابه عنصر سدیم و پتاسیم، انتقال عناصر سدیم و پتاسیم با یک پروتئین مشترک و در نتیجه رقابت بین این دو عنصر برای جذب توسط گیاه باشد.

در شرایط بدون تنش شوری بیشترین غلظت سدیم در اکوتیپ‌های خمینی‌شهر، نجف‌آباد و محلات دیده شد. کمترین غلظت سدیم در شرایط بدون تنش شوری در اکوتیپ‌های عجب‌شیر، اراک و پیرانشهر مشاهده گردید (جدول ۴). در شرایط تنش شوری اکوتیپ خمینی‌شهر بیشترین و اکوتیپ سلماس کمترین غلظت سدیم را داشتند (جدول ۴). از نظر غلظت پتاسیم در شرایط بدون تنش شوری بیشترین مقدار در اکوتیپ‌های فریدن، مراغه و اصفهان و کمترین مقدار آن در اکوتیپ عجب‌شیر مشاهده گردید (جدول ۴). در شرایط تنش شوری اکوتیپ‌های فریدن، اصفهان و مراغه بیشترین و اکوتیپ عجب‌شیر کمترین غلظت پتاسیم را داشتند (جدول ۴). از نظر نسبت سدیم به پتاسیم اکوتیپ عجب‌شیر بیشترین و اکوتیپ‌های فریدن، اصفهان، نقده و مراغه کمترین مقدار را در شرایط بدون تنش به خود اختصاص دادند. در شرایط تنش شوری برای نسبت سدیم به پتاسیم نتایج مشابهی با شرایط بدون تنش مشاهده شد (جدول ۴). دفع و جذب یونی از سازوکارهای تحمل به شوری در گیاهان عالی می‌باشد. در سازوکار دفع گیاه در پاسخ به تنش شوری یون‌های سمی مانند سدیم و کلر را با روش‌های مختلف دفع می‌کند (۲۳) و در سازوکار دیگر یون‌های جذب شده به‌وسیله سلول در واکوئل آن انباشته می‌شوند (۳۲). تنش شوری باعث افزایش سدیم و کاهش پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم می‌گردد. بنابراین شاخص‌های یونی مثل جذب و انتقال سدیم و پتاسیم و همچنین نسبت پتاسیم به سدیم می‌تواند به عنوان معیارهای مؤثر در گزینش لاین‌های متحمل به شوری در گیاهان زراعی مدنظر قرار گیرند (۲۱). در اثر شوری افزایش غلظت سدیم و کاهش غلظت پتاسیم و در نتیجه کاهش نسبت پتاسیم به سدیم در گیاه مشاهده می‌شود. بر این اساس یکی از سازوکارهای تحمل گیاهان به شوری حفظ نسبت بالای پتاسیم به سدیم می‌باشد که از طریق توانایی گیاه در جذب فعال پتاسیم و جلوگیری از ورود سدیم به ریشه حاصل می‌شود. به طوریکه در اکثر موارد این نسبت در ارقام متحمل به شوری بالاتر است (۲۶). براساس یافته‌های محققین غلظت پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم در گیاه به‌عنوان شاخصی برای تعیین تحمل به شوری در گیاهان عالی است (۹،۸). نتایج این پژوهش نشان داد که اکوتیپ‌های فریدن، اصفهان و مراغه در هر دو شرایط بدون تنش و تنش شوری دارای مقادیر بیشتر غلظت پتاسیم بودند و بنابراین می‌توان این اکوتیپ‌ها را برای کشت در هر دو شرایط تنش و بدون تنش شوری پیشنهاد نمود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.52547/jcb.14.43.155]

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات* در اکوتیپ‌های بادرشبو در شرایط بدون تنش و تنش شوری
Table 4. Mean comparison of traits in *Dracocephalum moldavica* L.ecotypes under normal and salt stress conditions

شرایط آزمایش	اکوتیپ	غلظت کلروفیل a (mg/gFw) (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	غلظت کلروفیل b (mg/gFw) (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	میزان نسبی آب برگ (٪)	غلظت سدیم (mg/gDw) (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	غلظت پتاسیم (mg/gDw) (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	نسبت سدیم به پتاسیم
بدون تنش	اصفهان	۷/۰۲^{abc}	۳/۲۳^{gh}	۷۳/۵۳^{a}	۹/۸۷^{ef}	۳۲/۳۸^{b}	۰/۳^{e}
	فریدن	۷/۶۴^{a}	۶/۷۸^{a}	۷۴/۶۱^{a}	۱۱/۵۲^{bc}	۳۶/۴۲^{a}	۰/۳۱^{e}
	گرمسار	۵/۲۷^{def}	۴/۹۳$^{b-f}$	۶۸/۸۵^{b}	۱۲/۲۱^{b}	۲۶/۱۱^{e}	۰/۴۷^{c}
	اراک	۵/۴۳^{de}	۳/۹۳$^{e-h}$	۶۸/۳۷^{bc}	۹/۱۸^{fg}	۱۹/۹۱^{i}	۰/۴۶^{c}
	پیرانشهر	۴/۲۸^{ef}	۵/۸۹$^{a-d}$	۶۲/۴۵^{e}	۹/۵۸^{efg}	۱۷/۲۱^{j}	۰/۵۹^{b}
	خمینی‌شهر	۴/۵۴^{def}	۶/۳۵^{ab}	۶۴/۳۷^{de}	۱۴/۰۷^{a}	۲۵/۹۳^{ef}	۰/۵۴^{b}
	نقده	۷/۳۴^{ab}	۳/۴۱^{gh}	۷۵/۵^{a}	۱۰/۰۴^{def}	۳۱/۵۵^{c}	۰/۳۲^{e}
	ارومیه	۵/۹۹^{bcd}	۴/۶۸$^{c-g}$	۶۹/۳۵^{b}	۱۱/۷۳^{b}	۲۷/۹۵^{d}	۰/۴۲^{d}
	نجف‌آباد	۴/۹۲^{def}	۴/۱۷$^{e-h}$	۷۴/۰۳^{a}	۱۳/۳۷^{a}	۲۴/۸۹^{g}	۰/۵۳^{b}
	اردستان	۵/۶۱^{cde}	۵/۴۸$^{a-e}$	۶۶/۹۳^{bcd}	۱۲/۴۳^{b}	۲۵/۲۷^{fg}	۰/۴۹^{c}
	محلات	۶/۰۱^{bcd}	۴/۲۹$^{e-h}$	۶۹/۶۲^{b}	۱۳/۳۵^{a}	۲۳/۶۸^{h}	۰/۵۶^{b}
	عجب‌شیر	۳/۷۸^{f}	۲/۸۱^{h}	۶۳/۰۱^{e}	۱۰/۷۹^{cd}	۱۲/۱۱^{i}	۰/۸۹^{a}
	سلماس	۴/۳۵^{ef}	۴/۵$^{d-g}$	۶۸/۸۵^{b}	۸/۷۸^{g}	۱۶/۲۴^{k}	۰/۵۴^{b}
	مراغه	۷/۲۵^{ab}	۶/۱۵^{abc}	۶۵/۸۱^{cd}	۱۰/۳۴^{de}	۳۲/۷۲^{b}	۰/۳۱^{e}
تنش شوری	اصفهان	۴/۶۹^{bc}	۱/۵۷^{kl}	۶۱/۹۸^{cd}	۲۶/۵۹^{f}	۲۵/۲۱^{b}	۱/۰۵^{f}
	فریدن	۵/۴۴^{a}	۲/۰۶^{hi}	۶۱/۴۴^{cd}	۲۹/۱۵^{a}	۲۶/۸۴^{a}	۱/۰۹^{i}
	گرمسار	۳/۹۲^{def}	۳/۶۶^{cd}	۶۲/۰۶^{cd}	۳۰/۸۵^{c}	۲۰/۲۸^{e}	۱/۵۲^{f}
	اراک	۴/۰۱$^{c-f}$	۱/۳۷^{kl}	۶۳/۸۴^{bc}	۲۵/۲۶^{g}	۱۳/۳۱^{i}	۱/۸۹^{e}
	پیرانشهر	۵/۵۵^{a}	۴/۵۴^{a}	۵۹/۳۸^{def}	۲۵/۱۱^{g}	۹/۷۶^{k}	۲/۵۸^{b}
	خمینی‌شهر	۲/۹۵^{gh}	۳/۲^{de}	۵۸/۶۹^{efg}	۳۵/۱۱^{a}	۱۶/۸۷^{f}	۲/۰۸^{a}
	نقده	۲/۴۷^{h}	۱/۶۷^{ij}	۶۰/۳^{def}	۲۶/۸۴^{f}	۲۱/۳۴^{d}	۱/۲۶^{h}
	ارومیه	۴/۲۷^{cde}	۳/۰۳^{efg}	۶۵/۵۲^{ab}	۲۸/۱۱^{e}	۱۹/۹۳^{e}	۱/۴۱^{g}
	نجف‌آباد	۳/۴۵^{fg}	۲/۶۸^{fgh}	۵۶/۲۱^{gh}	۲۹/۷۳^{a}	۱۶/۱۲^{g}	۱/۸۵^{e}
	اردستان	۳/۷۴^{ef}	۲/۴۷^{gh}	۶۶/۸۴^{a}	۳۲/۴۳^{b}	۱۵/۷۵^{g}	۲/۰۶^{a}
	محلات	۳/۵۹^{efg}	۳/۳۶^{de}	۵۴/۰۸^{h}	۳۳/۰۷^{b}	۱۴/۳۵^{h}	۲/۳۱^{c}
	عجب‌شیر	۱/۷۷^{kl}	۴/۳۱^{ab}	۶۰/۹۵^{def}	۲۷/۲۹^{f}	۸/۲۵^{l}	۳/۳۲^{a}
	سلماس	۴/۵۴^{bcd}	۳/۸۸^{bc}	۵۸^{fgh}	۲۴/۲۱^{h}	۱۰/۷۹^{j}	۲/۲۵^{c}
	مراغه	۵/۱۳^{ab}	۳/۵۸^{cd}	۵۷/۶۸^{fgh}	۲۷/۱۷^{f}	۲۴/۱۲^{c}	۱/۱۳^{d}

*: صفاتی که برهمکنش تنش × اکوتیپ در تجزیه واریانس مرکب برای آنها معنی‌دار شده است.
میانگین‌های با حروف مشترک برای هر صفت و در هر شرایط آزمایشی، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال آماری ۵٪ در آزمون دانکن با هم ندارند.

میزان نسبی آب برگ

میزان نسبی آب برگ بر اثر تنش شوری به مقدار ۱۲/۲۷ درصد کاهش یافت (جدول ۳). در بررسی برخی صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی ژنوتیپ‌های مختلف تریتیکوم بیوتیکوم (۵) و گیاه بنگ‌دانه (۴۲) مشخص شد که با افزایش میزان شوری میزان نسبی آب برگ کاهش یافت. مطالعه تأثیر تنش شوری و سالیسیلیک اسید در گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) نشان داد که تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار میزان نسبی آب برگ شد (۱۲). علت کاهش میزان نسبی آب برگ با افزایش تنش، کاهش پتانسیل آب برگ و کاهش جذب آب از ریشه‌ها در شرایط خشک می‌باشد (۴۰). یکی از دلایل کاهش میزان نسبی آب برگ در اثر تنش شوری، بسته شدن روزنه‌ها به‌دلیل کاهش فشار آماس گیاه و تجمع هورمون آبسزیک اسید می‌باشد که این هورمون در شرایط تنش در ریشه ساخته شده و درسلول‌های روزنه‌ای تجمع می‌یابد (۲۴). از سوی دیگر به دلیل سهولت، سرعت و دقت اندازه‌گیری می‌توان از آن به عنوان یک معیار انتخاب مناسب در برنامه‌های گزینش به‌ویژه در نسل‌های مقدماتی که حجم مواد مورد بررسی زیاد است استفاده نمود. کاهش در میزان نسبی آب برگ نشانگر یک کاهش فشار تورژسانس می‌باشد که سبب کاهش آب مورد نیاز برای فرآیندهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مانند طویل شدن سلولی، باز شدن روزنه‌ها و فرآیندهای وابسته به فتوسنتز است (۷). کاهش در میزان نسبی آب می‌تواند به علت کاهش دسترسی به آب در شرایط تنش باشد، یا اینکه سیستم‌های ریشه‌ای به دلیل کاهش سطح جذب، قادر به جبران آب از دست رفته توسط تعرق نباشند (۵).

مقایسه میانگین اکوتیپ‌های مختلف در شرایط بدون تنش برای صفت میزان نسبی آب برگ نشان داد که اکوتیپ‌های نقده، فریدن، نجف‌آباد و اصفهان بیشترین مقدار را داشتند. اکوتیپ‌های پیرانشهر و عجب‌شیر کمترین میزان نسبی آب برگ را در شرایط بدون تنش داشتند (جدول ۴). در شرایط تنش شوری بیشترین میزان نسبی آب برگ در اکوتیپ‌های اردستان و ارومیه و کمترین آن در اکوتیپ محلات دیده شد (جدول ۴).

به طور کلی نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه نشان داد که اکوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ تمام صفات، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمال یک درصد داشتند که این موضوع دلالت بر وجود تنوع ژنتیکی بالا از لحاظ تمام صفات مورد بررسی و همچنین امکان گزینش برای این صفات در بین اکوتیپ‌های مورد مطالعه دارد. اثر تنش شوری برای تمام صفات مورد مطالعه به

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.155]

جز غلظت پرولین و غلظت کاروتنوئید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. برهمکنش تنش × اکوتیپ برای تمام صفاتی که اثر تنش شوری در آنها معنی‌دار شده بود، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد که این موضوع بیانگر واکنش متفاوت اکوتیپ‌های مورد مطالعه نسبت به شرایط آزمایش از نظر این صفات می‌باشد. تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار غلظت کلروفیل a و b، میزان نسبی آب برگ و غلظت پتاسیم و افزایش معنی‌دار غلظت سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم گردید. در بررسی غلظت کلروفیل a و b می‌توان گفت که اکوتیپ‌های فریدن، پیرانشهر و مراغه از نظر این دو صفت بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. در بررسی صفت میزان نسبی آب برگ مشخص شد که در شرایط بدون تنش شوری اکوتیپ‌های نقده، فریدن، نجف‌آباد و اصفهان و در شرایط تنش شوری اکوتیپ‌های اردستان و ارومیه بیشترین مقدار را داشتند. نتایج این پژوهش نشان داد که اکوتیپ‌های فریدن، اصفهان و مراغه در هر دو شرایط بدون تنش و تنش شوری دارای مقادیر بیشتر غلظت پتاسیم بودند و بنابراین می‌توان این اکوتیپ‌ها را برای کشت در هر دو شرایط تنش و بدون تنش شوری پیشنهاد نمود.

منابع

1. Apse, M.P. and E. Blumwald. 2002. Engineering salt tolerance in plant. Journal of Biotechnology, 13: 146-150.
2. Arnon, A. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23: 112-121.
3. Arzani, A. and M. Ashraf. 2016. Smart engineering of genetic resources for enhanced salinity tolerance in crop plants. Critical Review Plant Science, 35: 146-189.
4. Bates, L.S., R.D. Walderen and I.D. Taere. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39: 205-207.
5. Beyzavi, F., A. Baghzadeh, S. Mirzaei, M. Maleki and H. Mozafari. 2021. Investigation of some biochemical traits of tolerant and sensitive wheat cultivars (*Triticum Bioticum*) under salinity stress. Journal of Crop Breeding, 12(36): 216-234 (In Persian).
6. Black, C.A., C. Fanning and C. Fanning. 1992. Soil-plant relationship, Krier pub.co. USA.
7. Cicek, N. and H. Cakirlar. 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. Bulgarian Journal Plant Physiology, 28(1-2): 66-74.
8. Delgado, I.C. and A.J. Sanchez-Raya. 1999. Physiological response of seedling sunflower to salinity and K sources, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 30: 5-6.
9. Epstein, E. 1998. How calcium enhances plant salt tolerance. Science, 280(5371): 1906-1907.
10. Esmaielpour, B., M. Shiekhalipour and M. Torabi-Giglo. 2020. Effects of zinc nanoparticles on growth, some physiological characteristics, and essential oil yield of *Dracocephalum moldavica* L. under salinity stress conditions. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 36(5): 867-884 (In Persian).
11. Farhadi, H., M. Azizi and S.H. Nemati. 2016. Investigation of the effects of salt stress on some physiological and biochemical characteristics of different landraces of fenugreek (*Trigonella foenum - graecum* L.). Iranian Journal of Horticulture Science, 47(3): 531-541 (In Persian).
12. Fazeli, A., B. Zarei and Z. Tahmasebi. 2018. The effect of salinity stress and salicylic acid on some physiological and biochemical traits of Black cumin (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Plant Biology, 9(4): 69-83 (In Persian).
13. Gerami, M., V. Akbarpour and A. Mohammadian. 2019. The Effect of putrescine and salicylic acid on physiological characteristics and antioxidant in *Stevia Rebaudiana B.* under salinity stress. Journal of Crop Breeding, 11(29): 40-54 (In Persian).
14. Golestani, M. 2020. Salt stress effect on some agronomical and physiological traits in *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* ecotypes. Journal of Plant Process and Function, 9(38): 459-477 (In Persian).
15. Greenway, H. and R. Munns. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Annual Review of Plant Biology, 31: 149-190.
16. Hosseini, H., S. Mousavi-Fard, F. Fatehi and A. Qaderi. 2017. Changes in phytochemical and morpho-physilogical traits of thyme (*Thymus vulgaris* CV Varico 3) under different salinity levels. Journal of Medicinal Plants, 16(61): 22-33 (In Persian).
17. Hosseini, M.S., D. Samsampour, M. Ebrahimi and M. Khanahmadi. 2019. Study of physiological and biochemical changes of iraninan licorice (*Glycyrrhiza Glabra*) under salinity stress in filed condition. Journal of Crop Breeding. 11(29): 193-201 (In Persian).
18. Hussein, M.S., S.E. El-Sherbeny, M.Y. Khalil, N.Y. Naguib and S.M. Aly. 2006. Growth characters and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. Scientia Horticulturae, 108: 322-331.
19. Jia, J., Ch. Huang, J. Bai, G. Zhang and Q. Zhao. 2018. Effects of drought and salt stresses on growth characteristics of *euhalophyte Suaeda salsa* in coastal wetlands. Physics and Chemistry of the Earth, 103: 68-74.
20. Kamrava, S., N. Babaeian Jelodar and N. Bagheri. 2016. Evaluation of some soybean genotypes (*Glycine max*) under salt stress. Journal of Crop Breeding, 8(18): 57-63 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.155]

21. Keshavarzian, M., M. Toorchi and M.R. Shakiba. 2020. Sodium chloride salt tolerance evaluation and classification of spring rapeseed (*Brassica napus* L.). Journal of Crop Breeding, 11(32): 154-162 (In Persian).
22. Khademalhosseini, Z., Z. Jafarian, V. Roshan and Gh. Ranjbar. 2018. Effect of water salinity on quantity and quality of biochemical characteristics of *Mellissa officinallis* L. Journal of Rangeland, 12(3): 370-379 (In Persian).
23. Lacerda, C.F., J. Cambraia, M.A. Oliva and H.A. Ruiz. 2005. Changes in growth and in solute concentrations in sorghum leaves and roots during salt stress recovery. Environmental and Experimental Botany, 54: 69-76.
24. Levent Tuna, A., C. Kaya, M. Dikilitas, I.B. Yokas, B. Burun and H. Altunlu. 2007. Comparative effects of various salicylic acid derivatives on key growth parameters and some enzyme activities in salinity stressed maize (*Zea mays* L.) plants. Pakistan Journal of Botany, 39: 787-798.
25. Masood, S.A., M. Hasanuzzaman, M.I.R. Khan and N.A. Anjum. 2017. Approaches in modulating proline metabolism in plants for salt and drought stress tolerance: Phytohormones, mineral nutrients and transgenic. Plant Physiology and Biochemistry, 115: 126-140.
26. Morsali Aghajari, F., R. Darvishzadeh, H. Hatami Maleki, E. Gholinezhad and A. Kalantar. 2019. Selection of salinity tolerant lines of sunflower using some physiological characteristics. Journal of Crop Breeding, 11(31): 185-195 (In Persian).
27. Munns, R. and J.B. Passioura. 1984. Effect of Prolonged exposure to NaCl on the osmotic pressure of leaf xylem sap from intact, transpiring barley Nalcolm and A. Aamdy. Marcel Dekker. Inc., 30-53.
28. Munns, R. and M. Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review Plant Biology, 59: 651-681.
29. Netondo, G.W., J.C. Onyango and E. Beck. 2004. Sorghum and salinity. I: Response of growth, water relations, and ion accumulation to NaCl salinity. Crop Science, 44: 797-805.
30. Niazian, M., M. No'mani and S.A. Sadat Noori. 2016. A Review on biometrical methods used for salt tolerance breeding in crops. Journal of Crop Breeding, 8(17): 24-41 (In Persian).
31. Omidbeigi, R. 2011. Production and Processing of Medicinal Plants. Astan Quds Razavi Publication, 438 pp (In Persian).
32. Parida, A.K. and A.B. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety, 60: 324-349.
33. Parida, A.K., A.B. Das, Y. Sanada and P. Mohanty. 2004. Effects of salinity on biochemical components of the mangrove, (*Aegiceras corniculatum*). Aquatic Botany, 80: 77-87.
34. Parvaiz, A. and M. Satyawati. 2008. Salt stress and phyto-biochemical responses of plants- a review. Plant Soil and Environment, 54: 89-99.
35. Pouraboughadareh, A., M.R. Naghavi and M. Khalili. 2013. Water deficit stress tolerance in some of barley genotypes and landraces under field conditions. Notulae Scientia Biologicae, 5: 249-255.
36. Qasim, M., M. Ashraf, M.A. Jamil, M. Ashraf, Sh. Rehman and E. Shikrha. 2003. Water relations and leaf gas exchange properties in some elite canola (*Brassica napus*) lines under salt stress. Annals of Applied Biology, 142: 307-316.
37. Setayesh Mehr, Z. and S. Esmaeilzadeh Bahabadi. 2013. Effect of salt stress on some physiological and biochemical characteristics in *Coriandrum sativum* L. Journal of Plant Production, 20(3): 111-128 (In Persian).
38. Sevengor, S., S. Kusvuran and S. Elliaitioglu. 2011. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedling. African Journal of Agricultural Research, 6: 4920-4924.
39. Sharbatkhari, M., S. Galeshi, Z.S. Shobbar, B. Nakhoda and M. Shahbazi. 2013. Assessment of agro-physiological traits for salt tolerance in drought-tolerant wheat genotypes. International Journal of Plant Production, 7(3): 437-453.
40. Siddique, M.R.B., A. Hamid and M.S. Islam. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 41: 35-39.
41. Tandon, H.L.S. 1995. Methods of analysis of soils, plants, water and fertilizers. FDCO, New Delhi.
42. Vafadar, M., Z. Ghaderi Habib and E. Vatankhah. 2018. Effect of salt stress on some physiological and biochemical aspects of Henbane (*Hyoscyamus reticulatus* L.). Journal of Plant Process and Function, 7(26): 85-100 (In Persian).
43. Zamani, A., M. Shokrpour and V. Nazeri . 2018. Salt stress effect on some ecotypes of motherwort (*Leonurus cardiaca* L.). Iranian Journal of Horticultural Science, 49(1): 47-56 (In Persian).
44. Zlatev, Z. and F.C. Lidon. 2012. An overview on drought induced changes in plant growth, water relations and photosynthesis. Emirates Journal of Food and Agriculture, 24: 57-72.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.52547/jcb.14.43.155]

Investigation of Some Physiological Traits in *Dracocephalum Moldavica* L. Ecotypes under Salt Stress Condition

Masoud Golestani

Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran,
(Corresponding author: ma_golestani@pnu.ac.ir)
Received: 4 January, 2022 Accepted: 3 April, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) is a medicinal plant belonging to the Lamiaceae family which uses as stomachic, sedative and healing of wound. Non-uniform establishment of medicinal plants in arid zones soil especially under abiotic stresses such as salinity is the most important problems in cropping and developing of these plants.

Material and Methods: In order to study the effect of salinity stress on some physiological traits related to salinity stress of 14 ecotypes of *Dracocephalum moldavica* L., an experiment were carried out using randomized complete block design with four replications under normal and salinity stress conditions. Two conditions in this experiment were carried out using normal water with 2.3 $dS.m^{-1}$ and saline water with 14 $dS.m^{-1}$ electrical conductivity. Proline concentration, chlorophyll a and b concentration, carotenoid concentration, relative water content, sodium and potassium concentration and sodium to potassium ratio were measured in this research.

Results: The results of combined analysis of variance revealed that salinity stress had significant ($p<0.01$) effect on concentration of chlorophyll a and b, relative water content, concentration of sodium and potassium and sodium to potassium ratio. Stress × ecotype interaction was significant ($p<0.01$) in all the studied traits except proline concentration. Combined analysis of variance showed that the differences among ecotypes were significant ($p<0.01$) in all the studied traits. Salinity stress led to a significant decrease in concentration of chlorophyll a and b, concentration of potassium and relative water content and a significant increase in concentration of sodium and sodium to potassium ratio. Results of this research showed that Faridan, Isfahan and Maragheh had more concentration of potassium under normal and salinity stress conditions and so these ecotypes could be suggested for cultivation under both conditions.

Conclusion: Mean comparison of data for studied ecotypes showed that Faridan, Isfahan and Maragheh ecotypes could be suggested for cultivation under both conditions.

Keywords: Chlorophyll a and b, *Dracocephalum moldavica* L., Proline, Salinity, Sodium to potassium ratio

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.52547/jcb.14.43.155]