دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

ارزیابی عملکرد و برخی از صفات زراعی اکوتیپ‌های گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) تحت شرایط تنش خشکی

مسعود گلستانی[۱]

۱- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران، (نویسنده مسوول: ma_golestani@yahoo.com)
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۹/۱۸
صفحه: ۱۹۳ تا ۲۰۴

چکیده

بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) گیاهی دارویی متعلق به خانواده نعناعیان است که به‌عنوان گیاهی اشتهاآور، آرام‌بخش و بهبود دهنده زخم استفاده می‌شود. تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و تولید گیاهان است که گیاهان را در سطوح مختلف تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی صفات زراعی و گروه‌بندی ۱۴ اکوتیپ بادرشبو، در دو محیط تنش خشکی (۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) و بدون تنش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. صفات وزن تر و خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، طول و عرض برگ، قطر ساقه، طول بزرگترین میانگره، درصد و عملکرد اسانس در این پژوهش اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تنش خشکی اثر معنی‌دار بر تمام صفات مورد بررسی به‌جز عرض برگ و طول بزرگترین میانگره داشت. تنش خشکی منجر به کاهش معنی‌دار در وزن تر و خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، طول برگ و قطر ساقه و افزایش معنی‌دار در درصد و عملکرد اسانس شد. همچنین بین اکوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت و برهم‌کنش تنش × اکوتیپ در صفات وزن تر و خشک اندام هوایی و طول بزرگترین میانگره معنی‌دار بود. اکوتیپ‌های فریدن، گرمسار، خمینی‌شهر و ارومیه وضعیت بهتری از نظر اکثر صفات مورد بررسی داشتند. اکوتیپ‌های مورد مطالعه در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به‌روش وارد و با محاسبه فاصله اقلیدسی در سه گروه قرار گرفتند. اکوتیپ‌های فریدن، گرمسار، خمینی‌شهر و ارومیه بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای و با استفاده از تمام صفات به‌عنوان اکوتیپ‌های متحمل به خشکی پیشنهاد می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: بادرشبو، تجزیه خوشه‌ای، تنش خشکی، عملکرد اسانس

مقدمه

بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) با نام‌های دیگر بادرشبی و بادرشبویه، بومی آسیای مرکزی و اهلی‌شده در مرکز و شرق اروپاست. بادرشبو گیاهی است علفی و یکساله از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) که تقریباً در هر اقلیمی قادر به رویش است. عرق بادرشبو به‌عنوان نیرودهنده و ضدتشنج، تقویت‌کننده معده، تسهیل‌کننده عمل هضم، ضد دل‌پیچه و برطرف کننده تپش قلب، کاربرد دارد. اسانس بادرشبو به‌دلیل وجود سیترال در آن دارای اثرات ضدعفونی‌کننده، ضدباکتری، ضدویروس و ضدقارچ است و در صنایع داروسازی، آرایشی بهداشتی، غذایی و عطرسازی کاربردهای فراوانی دارد. مونوترپن‌های اکسیژن‌دار ۹۰ درصد اسانس این گیاه را تشکیل می‌دهند (۱). مونوترپن‌ها ترکیباتی بی‌رنگ، چربی‌دوست و فرار هستند که در دفاع در برابر انواع گیاه‌خواران و عوامل بیماری‌زا نقش دارند.

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی محدودکننده تولید گیاهان در ایران و بخش‌هایی از جهان محسوب می‌شود (۱۶). تنش خشکی هنگامی رخ می‌دهد که میزان آب قابل دسترس گیاه کمتر از تلفات آب و مصرف آب در گیاه باشد و با توجه به مرحله رشد و نمو و شدت تنش خشکی موجب کاهش تولید زیست‌توده و عملکرد و حتی مرگ گیاه می‌شود (۲۷). میزان رشد و عملکرد گیاه که نتیجه فتوسنتز، تنفس و سایر فرآیندهای متابولیکی است نه تنها تابع شدت و طول دوره تنش کمبود آب است، بلکه به پتانسیل ژنتیکی، مرحله رشدی گیاه و مدت‌زمان قرارگیری گیاه در معرض تنش نیز بستگی دارد. تنش کمبود آب قادر است تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهان ایجاد کند و از این طریق باعث تغییر در کیفیت محصول و در نهایت کاهش عملکرد گیاه شود (۱۶). تنش کم‌آبی باعث بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه کاهش هدایت روزنه‌ای می‌گردد و بسته شدن روزنه‌ها مانع رسیدن دی‌اکسیدکربن به کلروپلاست می‌شود که در نتیجه فتوسنتز و در نهایت عملکرد گیاه کاهش می‌یابد (۹).

گونه‌های مختلف گیاهی و حتی توده‌های مختلف یک گونه گیاهی واکنش‌های متفاوتی از نظر تحمل به خشکی از خود بروز می‌دهند که این موضوع می‌تواند به‌دلیل سازگاری‌های فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و بیوشیمیایی این گیاهان باشد. شناسایی و کاشت گیاهان متحمل به تنش خشکی با پتانسیل عملکرد بالا به‌ویژه در ایران که بیشتر مناطق آن خشک و نیمه‌خشک می‌باشد از اهمیت بالایی برخوردار است. در این زمینه تعیین ژنوتیپ‌ها و جمعیت‌های گیاهان دارویی متحمل به خشکی به جهت ارزش دارویی و اقتصادی این گیاهان بسیار مهم است (۱۷). به‌نژادگران گیاهی برای دستیابی به نمونه‌های ژنتیکی متحمل، به دنبال تنوع ژنتیکی در منابع ژنی محصولات می‌باشند. توده‌ها منابع مهم ژنتیکی برای بهبود محصولات در مناطق خشک هستند. زیرا مجموعه‌ای از سازگاری‌ها به شرایط ناملایم را طی مدت‌زمان طولانی کسب کرده‌اند (۲۲). صفی‌خانی و همکاران (۲۳) در بررسی اثر تنش خشکی بر سه جمعیت گیاه بادرشبو گزارش کردند که تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع، طول و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]
[DOI: 10.52547/jcb.12.36.193]

عرض برگ، قطر ساقه، طول بزرگترین میانگره و عملکرد بیولوژیک گردیده است. در بررسی تأثیر سطوح تنش خشکی بر صفات مختلف بادرشبو مشخص شد که در تیمار قطع آبیاری در اوایل ساقه‌دهی در مقایسه با شاهد، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن خشک کل و عملکرد اسانس کاهش معنی‌دار پیدا کرد (۱۳). گرگینی شبانکاره و همکاران (۱۵) ضمن بررسی سطوح مختلف تنش خشکی (۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه) در گیاه بادرشبو، گزارش کردند که با تشدید تنش خشکی ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن تازه و خشک کاهش و درصد اسانس افزایش پیدا کرد. در بررسی تنش خشکی در اکوتیپ‌های مختلف آویشن دنایی مشخص شد که در اثر تنش خشکی صفات وزن تر و خشک اندام هوایی، سطح تاج‌پوشش، طول برگ، ارتفاع بوته، تعداد ساقه در بوته و عملکرد اسانس کاهش معنی‌دار نشان دادند (۸). در پژوهش انجام شده با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به‌روش حداقل واریانس وارد (Ward) و بر اساس معیار مربع فاصله اقلیدسی، ۱۵ ژنوتیپ بادرشبو در سه گروه مجزا قرار گرفتند که ژنوتیپ‌های گروه اول از لحاظ عملکرد اسانس، وزن تر و خشک گیاه، ارتفاع گیاه و تعداد شاخه‌های جانبی نسبت به بقیه گروه‌ها برتر بودند و ژنوتیپ‌های مختلف این گیاه از مناطق جغرافیایی متفاوت داخل یک گروه قرار گرفتند (۲۴). تجزیه خوشه‌ای هفت جمعیت مختلف بادرشبو را بر اساس یازده صفت اگروموروفولوژیکی در دو گروه مختلف قرار داد (۴).

با توجه به استقبال مردم جهان به‌خصوص کشورهای پیشرفته به استفاده از گیاهان دارویی و مصرف روزافزون آن در صنعت داروسازی، صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی تقاضا برای این گیاهان رو به افزایش است (۱). یکی از اقدامات مفید جهت اهلی‌سازی یک گیاه دارویی مثل بادرشبو، بررسی اکوتیپ‌هایی از این گیاه در شرایط کشت یکسان و تعیین تحمل به خشکی آنها می‌باشد. با بررسی اکوتیپ‌ها در هر یک از مناطق رویش مربوط به هر اکوتیپ نمی‌توان برتری یک اکوتیپ را از نظر تحمل به خشکی ارزیابی نمود زیرا شرایط محیطی محل رویش هر اکوتیپ و برهم‌کنش ژنوتیپ و محیط در این ارزیابی تأثیر خواهد گذاشت. با توجه به اینکه اغلب مناطق تولیدی گیاه بادرشبو در کشور با تنش‌های محیطی ازجمله تنش خشکی مواجه هستند، بنابراین بررسی تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیکی و زراعی این گیاه و مطالعه واکنش توده‌های مختلف این گیاه به تنش خشکی ضروری به‌نظر می‌رسد. علیرغم مطالعات زیادی که در مورد تأثیر تنش‌های محیطی به‌ویژه تنش خشکی بر گیاهان زراعی صورت گرفته، اطلاعات کمی در مورد واکنش گیاهان دارویی به‌ویژه گیاه بادرشبو به تنش‌های محیطی موجود می‌باشد. ضمناً با وجود انجام برخی پژوهش‌ها در زمینه تأثیر تنش خشکی بر گیاه بادرشبو، ولی تحقیقات اندکی در زمینه اثر تنش خشکی بر اکوتیپ‌های مختلف این گیاه انجام شده است. با توجه به موارد ذکر شده این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر صفات زراعی گیاه بادرشبو و گروه‌بندی اکوتیپ‌های مختلف این گیاه از نظر این صفات انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی روی صفات زراعی گیاه بادرشبو و گروه‌بندی اکوتیپ‌های مختلف این گیاه، آزمایشی در مزرعه‌ای واقع در ۳۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان ابرکوه (استان یزد) 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. آزمایش در دو قطعه زمین مجزا با فاصله ۳ متر از یکدیگر برای اعمال شرایط تنش و بدون تنش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد و ۱۴ اکوتیپ بادرشبو به‌صورت تصادفی به کرت‌ها اختصاص یافتند. 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 (جدول ۱). بذرهای جمع‌آوری شده در تاریخ ۲۵ اسفند سال ۱۳۹۸ 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. شرایط تنش خشکی پس از استقرار کامل گیاه اعمال گردید. در شرایط آبیاری نرمال، آبیاری بر اساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر از زمان کاشت تا پایان دوره آبیاری و در شرایط تنش آبی، آبیاری بر اساس ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر پس از استقرار کامل گیاهان انجام شد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.193]

جدول ۱- خصوصیات جغرافیایی مناطق جمع‌آوری اکوتیپ‌های بادرشبو

Table 1. Geographical characteristics of regions for *Dracocephalum moldavica* L. ecotypes

اکوتیپ	استان	طول جغرافیایی (شرقی)	عرض جغرافیایی (شمالی)	ارتفاع از سطح دریا (متر)
اصفهان	اصفهان	۵۱° ۳۴′	۳۳° ۳۸′	۱۵۹۱
فریدن	اصفهان	۵۰° ۱۸′	۳۳° ۰۲′	۲۴۱۱
گرمسار	مرکزی	۵۲° ۲۰′	۳۵° ۱۴′	۸۷۵
اراک	مرکزی	۴۹° ۳۷′	۳۴° ۰۲′	۱۸۸۱
پیرانشهر	آذربایجان غربی	۴۵° ۰۶′	۳۶° ۴۲′	۱۸۰۵
خمینی‌شهر	اصفهان	۵۱° ۳۲′	۳۲° ۴۱′	۱۵۹۶
نقده	آذربایجان غربی	۴۵° ۲۱′	۳۶° ۵۷′	۱۳۱۷
ارومیه	آذربایجان غربی	۴۵° ۱۵′	۳۷° ۳۳′	۱۲۷۹
نجف‌آباد	اصفهان	۵۱° ۱۹′	۳۲° ۳۸′	۱۶۷۱
اردستان	اصفهان	۵۲° ۲۲′	۳۳° ۲۲′	۱۱۹۳
محلات	مرکزی	۵۰° ۳۳′	۳۳° ۵۴′	۱۵۱۱
عجب‌شیر	آذربایجان شرقی	۴۵° ۵۴′	۳۷° ۲۶′	۱۲۸۳
سلماس	آذربایجان غربی	۴۴° ۴۵′	۳۸° ۱۰′	۱۳۸۴
مراغه	آذربایجان شرقی	۴۶° ۱۲′	۳۷° ۲۲′	۱۴۶۴

به‌منظور اندازه‌گیری صفات مورد ارزیابی در این آزمایش در مرحله گلدهی کامل، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای تعداد ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت انتخاب و میانگین هر صفت به‌عنوان مقادیر آن صفت استفاده گردید. صفات مورد بررسی شامل صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، طول و عرض برگ، قطر ساقه، طول بزرگترین میانگره، وزن تر و خشک اندام هوایی، درصد و عملکرد اسانس بودند. پس از اندازه‌گیری صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، طول و عرض برگ، قطر ساقه و طول بزرگترین میانگره از روی بوته‌های انتخاب شده، این بوته‌ها در سایه و در هوای آزاد خشک شده و سپس وزن خشک اندام هوایی آنها با استفاده از ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. وزن تر و خشک اندام هوایی براساس ۱۰ بوته و برحسب گرم تعیین شد. برای استخراج اسانس از روش تقطیر با آب و از دستگاه کلونجر استفاده شد و اسانس‌گیری به‌مدت سه ساعت انجام شد. بعد از تعیین درصد اسانس، عملکرد آن از طریق حاصلضرب وزن خشک اندام هوایی در درصد اسانس به‌دست آمد. صفات طول و عرض برگ، ارتفاع بوته، قطر ساقه و طول بزرگترین میانگره برحسب سانتی‌متر، وزن تر و خشک اندام هوایی برحسب گرم اندازه‌گیری شدند.

به‌منظور تعیین اثر تنش خشکی بر صفات مورد مطالعه، درصد کاهش صفات در اثر تنش با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (۱۹).

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

$\bar{x}_{ns}$ و $\bar{x}_{ds}$ به‌ترتیب میانگین صفت در شرایط بدون تنش و تنش خشکی 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. به‌منظور گروه‌بندی اکوتیپ‌ها، از تجزیه خوشه‌ای به‌روش وارد (Ward) و بر مبنای فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار تشابه استفاده گردید. در این خصوص به‌علت متفاوت بودن واحدهای اندازه‌گیری صفات نخست داده‌ها استاندارد و سپس برای گروه‌بندی اکوتیپ‌ها به‌کار گرفته شدند. برای بررسی تأیید صحت گروه‌بندی انجام شده از تجزیه تابع تشخیص استفاده شد. برای انجام تجزیه‌های آماری از نرم‌افزارهای SAS (نسخه ۹)، SPSS (نسخه ۲۳) و Minitab (نسخه ۱۷) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه نشان‌داد که اکوتیپ‌های مورد بررسی از نظر تمام صفات، تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) با یکدیگر داشتند (جدول ۲) که این موضوع نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی زیاد از نظر صفات مورد مطالعه و همچنین امکان گزینش برای این صفات در بین اکوتیپ‌های مورد بررسی است. تأثیر شرایط آزمایش برای تمام صفات مورد مطالعه به‌جز عرض برگ و طول بزرگترین میانگره معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود. برهمکنش تنش × اکوتیپ برای صفات وزن تر و وزن خشک اندام هوایی و طول بزرگترین میانگره معنی‌دار شد (جدول ۲) و برای بقیه صفات این برهم‌کنش غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). برهم‌کنش معنی‌دار تنش × اکوتیپ بیانگر واکنش متفاوت اکوتیپ‌های مورد بررسی نسبت به شرایط آزمایش از نظر صفات مذکور است. در مطالعات انجام شده در گیاه بادرشبو مشخص شده است که تنش خشکی بر روی صفات طول برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی، قطر ساقه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، درصد و عملکرد اسانس، عملکرد بیولوژیک، طول میانگره و عملکرد ماده تر و خشک بوته تأثیر معنی‌دار داشته است (۲۰،۲۱،۱۵،۱۳،۱۱،۲۳). بنابراین نتایج مطالعه حاضر با نتایج تحقیقات ذکر شده هم‌خوانی دارد.

میانگین و درصد کاهش صفات مورد مطالعه که اثر تنش خشکی بر روی آنها معنی‌دار شده است (جدول ۲) در جدول ۳ آورده شده است. از بین این صفات برای آنهایی‌که برهم‌کنش تنش × اکوتیپ معنی‌دار شده است یعنی وزن تر و وزن خشک اندام هوایی از مقایسه میانگین به روش برش‌دهی (جدول ۴) استفاده شد و برای سایر صفات از مقایسه میانگین اثرات اصلی اکوتیپ در تجزیه واریانس مرکب (جدول ۵) استفاده گردید.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.193]

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در اکوتیپ‌های بادرشبو در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی

Table 2. Combined analysis of variance for studied traits in *Dracocephalum moldavica* L.ecotypes under normal and drought stress conditions

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن خشک اندام هوایی	وزن تر اندام هوایی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه جانبی	قطر ساقه
تنش	۱	۲۳۷۳/۹۷**	۲۷۹۹۸/۸۷**	۱۷۶۴/۹**	۴۶۵/۳۲**	۴/۴۸**
تنش (تکرار)	۶	۵۰/۴۳	۳۶/۱۵	۸۶/۰۷	۱۰/۶۱	۰/۰۲
اکوتیپ	۱۳	۳۱۴/۴۴**	۱۴۹۳/۷۲**	۱۲۴/۱**	۱۵۰/۵۲**	۰/۱۴**
تنش × اکوتیپ	۱۳	۱۹/۴۲*	۸۰/۹**	۵/۳۳^{ns}	۳/۵۸^{ns}	۰/۰۰۹^{ns}
خطا	۷۸	۹/۶۱	۱۵/۷	۲۱/۶۷	۳/۰۶	۰/۰۱
ضریب تغییرات (٪)	–	۱۳/۶۱	۷/۳۴	۷/۶۱	۱۱/۷۶	۱۷/۴۵

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

ادامه جدول ۲

Table 2. Continued

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		طول برگ	عرض برگ	طول بزرگترین میانگره	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تنش	۱	۱۱/۴۴**	۱/۶^{ns}	۰/۵^{ns}	۸/۳۵**	۰/۱۷**
تنش (تکرار)	۶	۰/۴۷	۰/۳۴	۰/۵۵	۰/۰۱	۰/۰۰۷
اکوتیپ	۱۳	۱/۶**	۰/۵۱**	۱/۵۸**	۰/۰۶**	۰/۰۵۳**
تنش × اکوتیپ	۱۳	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۱/۱۱**	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
خطا	۷۸	۰/۲	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (٪)	–	۱۴/۵	۱۲/۲۴	۹/۴۴	۱۵/۶۲	۱۱/۲۱

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

جدول ۳- میانگین صفات* در شرایط بدون تنش و تنش خشکی در اکوتیپ‌های بادرشبو

Table 3.Mean and decrease percentage of traits in *Dracocephalum moldavica* L.ecotypes

شرایط آزمایش	وزن خشک اندام هوایی (gr)	وزن تر اندام هوایی (gr)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه جانبی	طول برگ (cm)	قطر ساقه (cm)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (gr)
بدون تنش	۲۷/۳۸	۶۹/۷	۶۵/۱۸	۱۶/۹۲	۳/۷۴	۰/۷۷	۰/۴۲	۰/۱۲
تنش	۱۸/۱۷	۳۸/۰۸	۵۷/۲۴	۱۲/۸۴	۳/۰۹	۰/۳۷	۰/۹۷	۰/۱۸
درصد کاهش	۳۳/۶۴	۴۵/۳۷	۱۲/۱۸	۲۴/۱۱	۱۷/۳۸	۵۱/۹۵	–	–

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

وزن تر و وزن خشک اندام هوایی

در این مطالعه برای صفات وزن تر و وزن خشک اندام هوایی، تفاوت بین شرایط آزمایش و تفاوت بین اکوتیپ‌های مورد بررسی معنی‌دار شد و برهم‌کنش تنش × اکوتیپ نیز برای این دو صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین بین شرایط بدون تنش و تنش خشکی نشان داد که شرایط تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار میانگین وزن تر (۴۵/۳۷ درصد) و وزن خشک اندام هوایی (۳۳/۶۴ درصد) شد (جدول ۳). در گیاهان عالی، فشار تورژسانس طی تنش کم‌آبی با کاهش رشد و نمو سلول‌ها باعث کاهش رشد برگ، سطح برگ و سطح تعرق گیاه شده، در نتیجه کاهش سطح فتوسنتزی گیاه منجر به کاهش تولید ماده خشک و عملکرد آنها می‌شود (۲۵). تنش کم‌آبی با تأثیر منفی بر باز و بسته شدن روزنه‌ها و فعالیت آنزیمی گیاه، فرآیندهای فتوسنتزی، تنفس و تعرق گیاه را مختل می‌کند و در نتیجه رشد گیاه و تولید ماده خشک را کاهش می‌دهد. تولید ماده خشک گیاه همبستگی نزدیکی با سطح برگ و سرعت فتوسنتز آن داشته و برای به‌دست آوردن مقادیر بیشتر وزن خشک لازم است تا سرعت فتوسنتز، با حفظ سطح برگ در سراسر فصل رشد بالا نگه داشته شود، این در حالیست که تنش خشکی موجب القاء تنش اکسیداتیو در گیاه و پیری برگ‌ها می‌شود (۲) و در نتیجه در اثر تنش خشکی وزن خشک و عملکرد گیاه کاهش می‌یابد. در بررسی اثر محلول‌پاشی متانول بر برخی صفات گیاه بادرشبویه در تیمارهای مختلف آبیاری (۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی) مشخص شد که با افزایش تنش خشکی وزن خشک اندام هوایی کاهش معنی‌داری یافت (۲۱). رهبریان و افشارمنش (۲۰) در مطالعه اثر کم‌آبیاری و کود دامی بر برخی از صفات مورفولوژیکی بادرشبویه نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار وزن تر و وزن خشک پیکر رویشی گیاه می‌شود.

مقایسه میانگین برهم‌کنش تنش × اکوتیپ برای وزن تر اندام هوایی نشان داد که در شرایط بدون تنش بیشترین و کمترین مقدار این صفت به‌ترتیب در اکوتیپ‌های خمینی‌شهر (۹۶/۵۲ گرم) و اکوتیپ محلات (۴۳/۸۱ گرم) دیده شد و این دو اکوتیپ با اکوتیپ‌های دیگر تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول ۴). در شرایط تنش خشکی اکوتیپ‌های خمینی‌شهر (۵۴/۳۲ گرم)، ارومیه (۵۳/۹۱ گرم)، فریدن (۵۱/۷۱ گرم) و گرمسار (۴۸/۳۷ گرم) بیشترین مقدار را داشتند (جدول ۴). کمترین میزان وزن تر اندام هوایی در شرایط تنش در اکوتیپ‌های محلات (۲۰/۱۴ گرم)، نجف‌آباد (۲۴/۱۲ گرم) و مراغه (۲۴/۸۵ گرم) دیده شد (جدول ۴). مقایسه میانگین برهم‌کنش تنش × اکوتیپ برای وزن خشک اندام هوایی نشان داد که در شرایط بدون تنش اکوتیپ‌های خمینی‌شهر (۳۹/۲۴ گرم)، گرمسار (۳۸/۱۱ گرم)، ارومیه (۳۵/۱۲ گرم) و فریدن (۳۴/۸۶ گرم) بیشترین مقدار را داشتند (جدول ۴). کمترین مقدار این صفت در شرایط بدون تنش در اکوتیپ‌های محلات (۱۴/۱۱

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.193]

گرم)، سلماس (۱۸/۷۴ گرم)، نجف‌آباد (۱۹/۱۵ گرم) و اردستان (۱۹/۷۴ گرم) مشاهده شد (جدول ۴). در شرایط تنش خشکی بیشترین مقدار وزن خشک اندام هوایی در اکوتیپ‌های خمینی‌شهر (۲۵/۸۴ گرم)، ارومیه (۲۴/۶۴ گرم)، گرمسار (۲۳/۸۴ گرم) و فریدن (۲۱/۵۶ گرم) و کمترین مقدار آن در اکوتیپ‌های محلات (۱۰/۴۲ گرم)، نجف‌آباد (۱۱/۱۸ گرم)، سلماس (۱۳/۲۴ گرم) و مراغه (۱۳/۸۲ گرم) مشاهده گردید (جدول ۴). بر اساس نتایج جدول شماره ۳ می‌توان گفت که اکوتیپ‌های خمینی‌شهر، ارومیه و گرمسار از نظر این دو صفت بیشترین مقدار را به‌خود اختصاص دادند.

ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، طول برگ و قطر ساقه

نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب برای صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، طول برگ و قطر ساقه نشان داد که تفاوت بین شرایط آزمایش و تفاوت بین اکوتیپ‌های مورد بررسی در این مطالعه معنی‌دار می‌باشد ولی برهمکنش تنش × اکوتیپ در این صفات غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار در این صفات گردید و درصد کاهش در اثر تنش خشکی برای صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، طول برگ و قطر ساقه به‌ترتیب برابر ۱۲/۱۸، ۲۴/۱۱، ۱۷/۳۸ و ۵۱/۹۵ درصد بود (جدول ۳). عوامل مورفولوژیک در گیاهان دارویی مانند تغییر در سطح برگ (طول و عرض برگ)، سطح و حجم تاج‌پوشش، وزن کل بیوماس، ارتفاع، قطر ساقه، طول میانگره، زاویه انشعاب شاخه با ساقه اصلی، زاویه انشعاب برگ با شاخه و خصوصیات ریشه می‌توانند بر میزان تحمل این گیاهان به تنش خشکی مؤثر باشند (۲۶) و از این صفات می‌توان برای بررسی تحمل به خشکی و شناسایی گیاهان متحمل به خشکی در گیاهان دارویی استفاده کرد. دو پاسخ مهم گیاه به تنش خشکی، کاهش سطح برگ و افزایش نسبت ریشه به ساقه است. در تنش خشکی پاسخ برگ نسبت به ریشه و ساقه بیشتر است. قابلیت دسترسی به آب نقش مهمی در ساختار برگ دارد (۱۸). کاهش تعداد و سطح برگ در شرایط تنش خشکی، سبب کاهش ناحیه سطحی تعرق، افزایش جذب آب از خاک و در نهایت مقاومت گیاه در برابر تنش می‌شود. کاهش سطح برگ می‌تواند به‌علت کاهش تقسیم سلولی و همچنین ریزش و پیری برگ باشد (۱۸). یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش آماس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول به‌ویژه در ساقه و برگ‌ها است. با کاهش رشد سلول، اندازه اندام‌ها به‌ویژه اندام رویشی محدود می‌شود و به‌همین دلیل اولین اثر محسوس کم‌آبی بر روی گیاهان در اندازه کوچک‌تر برگ‌ها و ارتفاع کمتر گیاهان نمایان می‌شود (۱۴). قطر ساقه از جمله صفاتی است که ارتباط مستقیم با وضعیت رشد و ارسال مواد فتوسنتزی به این اندام گیاهی (ساقه) طی مرحله رویشی دارد. افزایش پتانسیل آب سلول سبب افزایش حجم ابعاد سلولی در اثر افزایش فشار تورژسانس شده و در نتیجه قطر ساقه افزایش می‌یابد (۷). شاخه‌دهی زیاد تحت شرایط خشکی یک صفت نامطلوب به‌حساب می‌آید زیرا باعث مصرف بیهوده رطوبت خاک و اتلاف آن می‌گردد (۱۱). حسنی (۱۱) کاهش تعداد و طول شاخه‌های جانبی در شرایط کم‌آبی را به‌عنوان یکی از مکانیسم‌های سازگاری برای گیاه بادرشبو معرفی نمود که به‌وسیله آن گیاه تلاش می‌کند تا آب را برای مراحل بحرانی‌تر نمو نظیر مرحله گلدهی حفظ نماید. صفی‌خانی و همکاران (۲۳) اثر سطوح مختلف تنش رطوبتی (۱۰۰، ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) را بر سه جمعیت گیاه بادرشبو بررسی کرده و گزارش کردند که تنش خشکی شدید (۴۰ درصد ظرفیت زراعی) موجب کاهش ارتفاع، طول برگ، قطر ساقه و تعداد ساقه‌های فرعی نسبت به دو سطح دیگر تنش (۶۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) گردید. حسنی (۱۱) در بررسی تأثیر تنش کم‌آبی بر رشد و عملکرد گیاه بادرشبو نشان داد که با کاهش مقدار آب خاک، ارتفاع بوته، قطر ساقه و تعداد شاخه‌های جانبی کاهش معنی‌دار پیدا کرد. در بررسی تأثیر سطوح تنش خشکی بر صفات مختلف بادرشبو مشخص شد که در تیمار قطع آبیاری در اوایل ساقه‌دهی در مقایسه با شاهد، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی کاهش معنی‌دار پیدا کرد (۱۳). بنابراین نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات ذکر شده در گیاه بادرشبو مطابقت دارد.

مقایسه میانگین اثرات اصلی اکوتیپ نشان داد که اکوتیپ‌های خمینی‌شهر، ارومیه، فریدن و گرمسار بیشترین و اکوتیپ‌های محلات، سلماس، نجف‌آباد و مراغه کمترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). بیشترین تعداد شاخه جانبی در اکوتیپ‌های خمینی‌شهر و گرمسار و کمترین تعداد آن در اکوتیپ‌های محلات، نجف‌آباد و سلماس مشاهده شد (جدول ۵). بیشترین طول برگ در اکوتیپ‌های خمینی‌شهر، ارومیه و گرمسار و کمترین آن در اکوتیپ‌های محلات، نجف‌آباد و سلماس دیده شد (جدول ۵). در مورد صفت قطر ساقه اکوتیپ‌های خمینی‌شهر، ارومیه، فریدن و گرمسار بیشترین و اکوتیپ‌های محلات، نجف‌آباد، اردستان و سلماس کمترین مقدار را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۵). بر اساس صفات مورفولوژیک و رویشی مورد مطالعه می‌توان این چنین نتیجه‌گیری کرد که اکوتیپ‌های خمینی‌شهر، ارومیه، فریدن و گرمسار تحمل بالاتری نسبت به شرایط تنش خشکی دارند.

درصد و عملکرد اسانس

در این مطالعه بین شرایط آزمایش و بین اکوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفات درصد و عملکرد اسانس تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ولی برهم‌کنش تنش × اکوتیپ برای این دو صفت غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). با مقایسه میانگین این دو صفت در شرایط بدون تنش و تنش خشکی مشخص شد که در اثر تنش خشکی مقدار این دو صفت افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). به‌طور کلی تنش خشکی و کمبود آب یکی از عوامل اصلی در افزایش درصد اسانس در اکثر گیاهان دارویی است، به‌طوریکه هرچه گیاهی بیشتر در شرایط استرس رطوبتی و کمبود آب قرار گیرد میزان اسانس آن نیز افزایش خواهد یافت (۱۷). در اکثر گیاهان دارویی تا زمانی‌که آب و در نتیجه عناصر غذایی در دسترس گیاه باشد، گیاه کربن را ترجیحاً برای رشد اختصاص می‌دهد ولی با کاهش آب آبیاری میزان دسترسی به عناصر غذایی کمتر شده و در نتیجه بخش بیشتری از مواد فتوسنتزی به تولید متابولیت‌های

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.193]

ثانویه و اسانس اختصاص می‌یابد (۶). همچنین مشخص شده است که در شرایط وقوع تنش خشکی، میزان تولید مواد مؤثره به‌دلیل جلوگیری از اکسیداسیون درون سلولی افزایش می‌یابد (۱۵). رشد و نمو گیاهان دارویی مانند سایر گیاهان در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد اما این شرایط تنش‌زا معمولاً سبب تشدید سنتز متابولیت‌های ثانویه شامل مواد مؤثره گیاهان دارویی می‌شود. نکته قابل توجه این است که وقوع تنش خشکی ملایم و کنترل‌شده می‌تواند افزایش کیفیت گیاهان دارویی را به‌دنبال داشته باشد، زیرا قسمت عمده اسانس و اثر دارویی این گیاهان ناشی از تجمع متابولیت‌های ثانویه است. به‌هر حال، کاهش عملکرد ماده خشک گیاه در واکنش بـه تنش خشکی از سوی دیگر ممکن است منجر بـه کـاهش عملکرد ماده مؤثر گیاه دارویی شود (۵). افزایش درصد اسانس در اثر تنش خشکی در مطالعات دیگر مانند گرگینی شبانکاره و همکاران (۱۵)، بدل‌زاده و همکاران (۳) و کریم‌زاده و همکاران (۱۲) در گیاه بادرشبو دیده شده است که نتایج پژوهش‌های مذکور با این مطالعه هم‌خوانی داشت.

در بررسی مقایسه اثرات اصلی اکوتیپ برای درصد اسانس مشخص شد که اکوتیپ‌های خمینی‌شهر، ارومیه، فریدن و گرمسار بیشترین مقدار و اکوتیپ‌های محلات، نجف‌آباد، سلماس و مراغه کمترین مقدار این صفت را داشتند (جدول ۵). از نظر میزان عملکرد اسانس اکوتیپ‌های خمینی‌شهر، ارومیه و گرمسار بیشترین و اکوتیپ‌های محلات، نجف‌آباد، سلماس و مراغه کمترین مقدار را داشتند (جدول ۵).

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات* در اکوتیپ‌های بادرشبو در شرایط بدون تنش و تنش خشکی

Table 4. Mean comparison of traits in *Dracocephalum moldavica* L.ecotypes under normal and drought stress conditions

شرایط آزمایش	اکوتیپ	وزن خشک اندام هوایی (gr)	وزن تر اندام هوایی (gr)
بدون تنش	اصفهان	۳۱/۱۴^{bc}	۷۷/۶۴^{de}
	فریدن	۳۴/۸۶^{ab}	۸۲/۴۱^{cd}
	گرمسار	۳۸/۱۱^{a}	۹۰/۳۱^{b}
	اراک	۳۰/۱۸^{c}	۷۳/۶۲^{ef}
	پیرانشهر	۲۷/۱۸^{cd}	۷۱/۲۱^{fg}
	خمینی‌شهر	۳۹/۲۴^{a}	۹۶/۵۲^{a}
	نقده	۲۷/۹۱^{cd}	۶۸/۴۵^{fg}
	ارومیه	۳۵/۱۲^{ab}	۷۸/۱۱^{bc}
	نجف‌آباد	۱۹/۱۵^{fg}	۵۷/۱۲^{ij}
	اردستان	۱۹/۷۴^{fg}	۵۲/۲۳^{jk}
	محلات	۱۶/۱۱^{g}	۴۳/۸۱^{l}
	عجب‌شیر	۲۴/۹۳^{de}	۶۵/۸۲^{gh}
	سلماس	۱۸/۷۴^{fg}	۴۹/۱۲^{kl}
	مراغه	۲۰/۹۱^{ef}	۶۰/۴۱^{hi}
تنش	اصفهان	۲۰/۶۷$^{b-e}$	۴۶/۱۲^{bc}
	فریدن	۲۱/۵۶$^{a-d}$	۵۱/۷۱^{ab}
	گرمسار	۲۳/۸۴^{abc}	۴۸/۳۷^{ab}
	اراک	۲۰/۱۵$^{b-e}$	۴۱/۷۳^{cd}
	پیرانشهر	۱۸/۹۲$^{c-f}$	۳۶/۸۳^{def}
	خمینی‌شهر	۲۵/۸۴^{a}	۵۴/۳۲^{a}
	نقده	۱۷/۴۱$^{d-g}$	۳۸/۵۶^{de}
	ارومیه	۲۴/۶۴^{ab}	۵۳/۹۱^{a}
	نجف‌آباد	۱۱/۱۸^{hi}	۲۴/۱۲^{gh}
	اردستان	۱۵/۶۱$^{e-h}$	۳۲/۲۲^{f}
	محلات	۱۰/۴۲^{i}	۲۰/۱۴^{h}
	عجب‌شیر	۱۷/۱۱$^{d-g}$	۳۳/۸۷^{ef}
	سلماس	۱۳/۲۴^{ghi}	۲۶/۳۲^{g}
	مراغه	۱۳/۸۲$^{f-i}$	۲۴/۸۵^{gh}

*: صفاتی‌که 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.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.193]

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات* برای اثرات اصلی اکوتیپ در تجزیه واریانس مرکب در بادرشبو

Table 5. Mean comparison of traits for ecotype main effects of combined analysis in *Dracocephalum moldavica* L.ecotypes

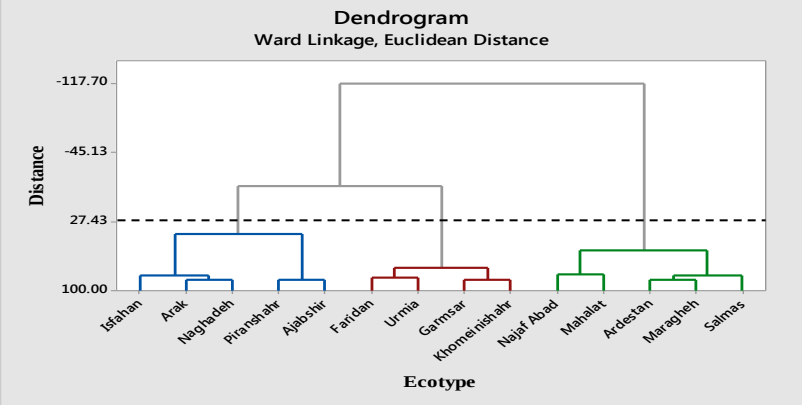
اکوتیپ	ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه جانبی	طول برگ (cm)	قطر ساقه (cm)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (gr)
اصفهان	۶۴/۰۲^{abc}	۱۶/۵۶^{cd}	۳/۶۳$^{a-e}$	۰/۶۳^{bcd}	۰/۷۵^{abc}	۰/۱۸^{cd}
فریدن	۶۵/۳۲^{ab}	۱۷/۷۷^{c}	۳/۸۲$^{a-d}$	۰/۷^{ab}	۰/۷۹^{ab}	۰/۲۱^{bc}
گرمسار	۶۵/۴۶^{ab}	۲۱/۰۳^{ab}	۳/۹۳^{abc}	۰/۷۴^{a}	۰/۸۱^{ab}	۰/۲۳^{ab}
اراک	۶۲/۸۶$^{a-d}$	۱۷/۰۲^{cd}	۳/۵۷$^{a-e}$	۰/۵۹^{cde}	۰/۷۴^{abc}	۰/۱۷^{de}
پیرانشهر	۶۱/۷۷$^{b-e}$	۱۴/۲^{et}	۳/۴۷$^{b-e}$	۰/۵۴^{de}	۰/۶۹^{bcd}	۰/۱۴^{et}
خمینی‌شهر	۶۷/۱۴^{a}	۲۱/۵۹^{a}	۴/۱۱^{a}	۰/۷۹^{a}	۰/۸۲^{a}	۰/۲۵^{a}
نقده	۶۱/۱۸$^{b-e}$	۱۵/۲۷^{de}	۳/۸۳^{det}	۰/۵۹^{cde}	۰/۷۱$^{a-d}$	۰/۱۵^{det}
ارومیه	۶۵/۴۵^{ab}	۱۹/۷۶^{b}	۳/۹۵^{ab}	۰/۶۹^{abc}	۰/۷۹^{ab}	۰/۲۲^{ab}
نجف‌آباد	۵۶/۷۲^{et}	۹/۱^{i}	۲/۹^{tg}	۰/۴۳^{f}	۰/۵۹^{de}	۰/۰۸^{hi}
اردستان	۵۷/۹۲^{det}	۱۲/۶۸^{tg}	۳/۱۱^{erg}	۰/۴۲^{f}	۰/۶۴^{cde}	۰/۱۱^{gh}
محلات	۵۵/۱۲^{f}	۸/۱۸^{i}	۲/۶۵^{g}	۰/۳۸^{f}	۰/۵۶^{e}	۰/۰۷^{i}
عجب‌شیر	۵۹/۴۷$^{c-f}$	۱۳/۸۴^{et}	۳/۳۸$^{c-f}$	۰/۵۵^{de}	۰/۶۹^{bcd}	۰/۱۳^{fg}
سلماس	۵۶/۶۷^{et}	۹/۹۸^{hi}	۲/۸۷^{fg}	۰/۴۳^{f}	۰/۶۱^{de}	۰/۰۹^{hi}
مراغه	۵۷/۹^{det}	۱۱/۱۹^{gh}	۳/۱۴^{erg}	۰/۴۸^{ef}	۰/۶^{de}	۰/۰۹^{hi}

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال آماری ۵٪ در آزمون دانکن با هم ندارند.

*: صفاتی‌که برهمکنش تنش × اکوتیپ در تجزیه واریانس مرکب برای آنها معنی‌دار نشده است.

تجزیه خوشه‌ای

در شرایط بدون تنش، اکوتیپ‌های مورد بررسی با استفاده از تمام صفات مورد مطالعه در محل فاصله اقلیدسی ۲۷/۵ در سه گروه مجزا قرار گرفتند (شکل ۱). در گروه اول، اکوتیپ‌های اصفهان، اراک، نقده، پیرانشهر و عجب‌شیر قرار گرفتند. مقادیر تمام صفات مورد بررسی به‌جز طول بزرگترین میانگره برای اکوتیپ‌های این گروه بین دو گروه دیگر قرار داشت (جدول ۶) و در واقع می‌توان گفت مقادیر صفات در این گروه در شرایط بدون تنش در حد متوسط بودند. در گروه دوم اکوتیپ‌های فریدن، ارومیه، گرمسار و خمینی‌شهر قرار گرفتند. اکوتیپ‌های این گروه از نظر تمام صفات به‌جز عرض برگ دارای مقادیر بیشتری نسبت به میانگین جامعه بودند و حتی مقادیر این صفات در این گروه از دو گروه دیگر نیز بیشتر بود (جدول ۶). پس می‌توان در شرایط بدون تنش از این اکوتیپ‌ها برای رسیدن به عملکرد بالا در بادرشبو استفاده کرد. در گروه سوم اکوتیپ‌های نجف‌آباد، محلات، اردستان، مراغه و سلماس قرار گرفتند که این اکوتیپ‌ها از نظر تمام صفات به جز عرض برگ و طول بزرگترین میانگره مقادیر کمتری در مقایسه با میانگین جامعه و میانگین سایر گروه‌ها داشتند (جدول ۶).



شکل ۱- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای در اکوتیپ‌های بادرشبو در شرایط بدون تنش

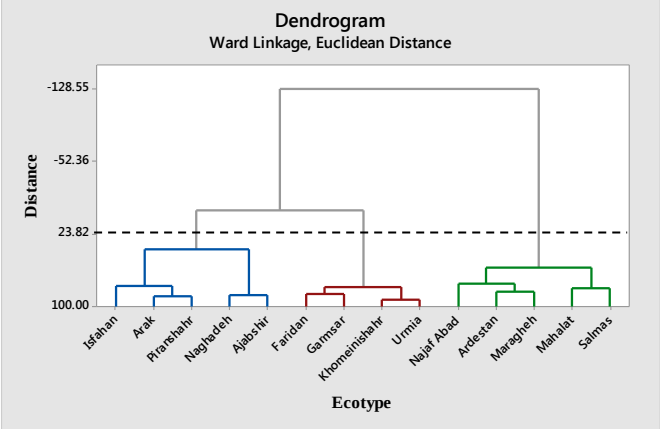
Figure 1. Dendrogram of cluster analysis in *Dracocephalum moldavica* L.ecotypes under normal condition

در شرایط تنش خشکی اکوتیپ‌های مورد بررسی در محل فاصله اقلیدسی ۲۳/۵ در سه گروه مجزا قرار گرفتند (شکل ۲). اکوتیپ‌های اصفهان، اراک، نقده، پیرانشهر و عجب‌شیر در گروه اول قرار گرفتند که این اکوتیپ‌ها از نظر تمام صفات مورد بررسی به‌جز طول بزرگترین میانگره دارای مقادیر متوسط در مقایسه با دو گروه دیگر بودند (جدول ۶). اکوتیپ‌های فریدن، ارومیه، گرمسار و خمینی‌شهر در گروه دوم قرار گرفتند که این اکوتیپ‌ها از نظر تمام صفات به‌جز عرض برگ دارای مقدار بیشتر در مقایسه با میانگین جامعه و حتی در مقایسه با دوگروه دیگر بودند (جدول ۶) و بنابراین در شرایط تنش این اکوتیپ‌ها را می‌توان برای حصول عملکرد بالاتر پیشنهاد نمود. اکوتیپ‌های نجف‌آباد، محلات، اردستان، مراغه و سلماس در گروه سوم قرار گرفتند و مقادیر تمام صفات به‌جز عرض برگ و طول بزرگترین میانگره در این اکوتیپ‌ها کمتر از میانگین جامعه و دو گروه دیگر بود (جدول ۶). با توجه به اینکه اکوتیپ‌های فریدن، ارومیه، گرمسار و خمینی‌شهر در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی در یک گروه قرار گرفتند و از نظر اکثر صفات مورد بررسی دارای

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.193]

مقادیر بیشتری بودند، بنابراین می‌توان این اکوتیپ‌ها را به‌عنوان اکوتیپ‌های متحمل به خشکی در بادرشبو معرفی نمود. به‌منظور بررسی صحت گروه‌بندی‌های حاصل از روش تجزیه خوشه‌ای، از تجزیه تابع تشخیص استفاده شد که نتایج این تجزیه در جداول ۷ و ۸ آورده شده است. نتایج تجزیه تابع تشخیص بیانگر این است که گروه‌بندی‌ها به‌طور صحیح انجام شده است و میزان موفقیت تابع تشخیص برای تمامی گروه‌ها ۱۰۰ درصد است.



شکل ۲- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای در اکوتیپ‌های بادرشبو در شرایط تنش خشکی

Figure 2. Dendrogram of cluster analysis in *Dracocephalum moldavica* L.ecotypes under drought stress condition

جدول ۶- مقایسه گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای در شرایط بدون تنش و تنش خشکی

Table 6. Compare groups of cluster analysis under normal and drought stress conditions

شرایط آزمایش	گروه	وزن خشک اندام هوایی (gr)	وزن تر اندام هوایی (gr)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه جانبی	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)	قطر ساقه (cm)	طول بزرگترین میانگره (cm)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (gr)
بدون تنش	گروه اول	۲۸/۲۷^{b}	۷۱/۳۵^{b}	۶۶/۰۷^{b}	۱۷/۳۹^{b}	۳/۷۹^{b}	۲/۲۸^{b}	۰/۷۸^{b}	۳/۴۸^{a}	۰/۴۳^{b}	۰/۱۲^{b}
	گروه دوم	۳۶/۸۳^{a}	۸۹/۰۹^{a}	۷۰/۴۷^{a}	۲۲/۸۲^{a}	۴/۲۹^{a}	۱/۹۳^{c}	۰/۹۷^{a}	۳/۶^{a}	۰/۵۵^{a}	۰/۲^{a}
	گروه سوم	۱۸/۹۳^{c}	۵۲/۵۴^{c}	۶۰/۰۷^{c}	۱۱/۷۲^{c}	۳/۲۴^{c}	۲/۵۴^{a}	۰/۶^{c}	۳/۶۲^{a}	۰/۳۱^{c}	۰/۰۶^{c}
	میانگین جامعه	۲۷/۳۸	۶۹/۷	۶۵/۱۸	۱۶/۹۲	۳/۷۴	۲/۲۸	۰/۷۷	۳/۵۶	۰/۴۲	۰/۱۲
تنش	گروه اول	۱۸/۸۵^{b}	۳۹/۴۲^{b}	۵۷/۶۵^{b}	۱۳/۴۱^{b}	۳/۱۶^{b}	۲/۰۱^{b}	۰/۳۸^{b}	۳/۳۱^{a}	۰/۹۹^{b}	۰/۱۹^{b}
	گروه دوم	۲۳/۹۷^{a}	۵۲/۰۸^{a}	۶۱/۲۱^{a}	۱۷/۲۵^{a}	۳/۶۱^{a}	۱/۷۶^{c}	۰/۴۹^{a}	۳/۵۵^{a}	۱/۰۶^{a}	۰/۲۵^{a}
	گروه سوم	۱۲/۸۵^{c}	۲۵/۵۳^{c}	۵۳/۶۶^{c}	۸/۷۳^{c}	۲/۶۳^{c}	۲/۲۸^{a}	۰/۲۶^{c}	۳/۴۵^{a}	۰/۸۸^{c}	۰/۱۱^{c}
	میانگین جامعه	۱۸/۱۷	۳۸/۰۸	۵۷/۲۴	۱۲/۸۴	۳/۰۹	۲/۰۴	۰/۳۷	۳/۴۳	۰/۹۷	۰/۱۸

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.

گروه‌بندی اکوتیپ‌های مورد مطالعه با پراکنش جغرافیایی آنها به‌صورت کامل مطابقت نداشت که این موضوع می‌تواند به‌علت این باشد که غیر از عوامل اقلیمی مربوط به منشأ جغرافیایی، عوامل دیگری مانند تبادل مواد ژنتیکی، وارد کردن مواد ژنتیکی و فرسایش ژنتیکی در تنوع موجود مؤثر می‌باشد (۱۵). در پژوهش انجام شده با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش حداقل واریانس وارد و بر اساس معیار مربع فاصله اقلیدسی، ۱۵ ژنوتیپ بادرشبو در سه گروه مجزا قرار گرفتند که ژنوتیپ‌های گروه اول از لحاظ عملکرد اسانس، وزن تر و خشک گیاه، ارتفاع گیاه و تعداد شاخه‌های جانبی نسبت به بقیه گروه‌ها برتر بودند و ژنوتیپ‌های مختلف این گیاه از مناطق جغرافیایی متفاوت داخل یک گروه قرار گرفتند (۲۴). برقعی و عزیزی (۴) با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و معیار فاصله اقلیدسی و بر اساس یازده صفت اگرومورفولوژیکی، هفت جمعیت مختلف بادرشبو را در دو گروه مختلف قرار دادند و همچنین مشخص شد که جوامع مختلف بادرشبو از مناطق مختلف داخل یک گروه قرار گرفتند و در واقع تنوع جغرافیایی از تنوع ژنتیکی تبعیت نکرد. گلستانی و صحافی (۸) نیز ۱۲ اکوتیپ آویشن دنایی را با روش وارد در سه گروه مجزا گروه‌بندی کردند و گروه‌بندی اکوتیپ‌ها با پراکنش جغرافیایی آنها مطابقت نداشت.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.193]

جدول ۷- نتایج تابع تشخیص برای گروه‌بندی اکوتیپ‌های بادرشبو در شرایط بدون تنش
Table 7. Result of discriminant analysis for grouping *Dracocephalum moldavica* L.ecotypes under normal condition

	گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای	گروه‌های پیش‌بینی شده			کل
		۱	۲	۳	
مجموع	۱	۵	۰	۰	۵
	۲	۰	۴	۰	۴
	۳	۰	۰	۵	۵
درصد	۱	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰
	۲	۰	۱۰۰	۰	۱۰۰
	۳	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰

جدول ۸- نتایج تابع تشخیص برای گروه‌بندی اکوتیپ‌های بادرشبو در شرایط تنش
Table 8. Result of discriminant analysis for grouping *Dracocephalum moldavica* L.ecotypes under drought stress condition

	گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای	گروه‌های پیش‌بینی شده			کل
		۱	۲	۳	
مجموع	۱	۵	۰	۱	۵
	۲	۰	۴	۰	۴
	۳	۰	۰	۵	۵
درصد	۱	۸۰	۰	۲۰	۱۰۰
	۲	۰	۱۰۰	۰	۱۰۰
	۳	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰

یکی از اهداف تجزیه خوشه‌ای دستیابی به فاصله ژنتیکی بین ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف و استفاده از این تنوع در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد (۱۵). پس از تعیین فاصله ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها می‌توان از ژنوتیپ‌هایی که با یکدیگر بیشترین فاصله ژنتیکی را دارند در برنامه‌های تلاقی استفاده کرد. بر اساس نتایج فواصل ژنتیکی بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای در این مطالعه (جدول ۹)، مشخص شد که در شرایط بدون تنش اکوتیپ‌های گروه دوم و سوم و در شرایط تنش خشکی، اکوتیپ‌های گروه اول و سوم بیشترین فاصله ژنتیکی را داشتند. بنابراین تلاقی بین اکوتیپ‌های این دو گروه در هر کدام از شرایط آزمایش احتمالاً تنوع ژنتیکی و میزان هتروزیس بیشتری را ایجاد خواهد نمود.

جدول ۹- فواصل بین مرکز گروه‌ها در شرایط بدون تنش (بالای قطر) و تنش خشکی (پایین قطر)
Table 9. Distances between center of groups under normal (up diameter) and drought stress (down diameter) conditions

گروه	۱	۲	۳
۱	–	۳/۴۴	۳/۴۶
۲	۳/۰۹	–	۶/۸۶
۳	۶/۴۲	۳/۳۷	–

به‌طور کلی نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه نشان داد که اکوتیپ‌های مورد بررسی از نظر تمام صفات، تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) با یکدیگر داشتند که این موضوع نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی زیاد از نظر صفات مورد مطالعه و همچنین امکان گزینش برای این صفات در بین اکوتیپ‌های مورد بررسی است. تأثیر شرایط آزمایش برای تمام صفات مورد مطالعه به‌جز عرض برگ و طول بزرگترین میانگره معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود. برهم‌کنش تنش × اکوتیپ تنها برای صفات وزن تر و وزن خشک اندام هوایی و طول بزرگترین میانگره معنی‌دار بود. تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار در وزن تر و خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، طول برگ و قطر ساقه و افزایش معنی‌دار در درصد و عملکرد اسانس گردید. اکوتیپ‌های فریدن، ارومیه، گرمسار و خمینی‌شهر از نظر صفات وزن تر و خشک اندام هوایی و صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده مقدار بیشتری را به‌خود اختصاص دادند و بنابراین این اکوتیپ‌ها را می‌توان به‌عنوان اکوتیپ‌های متحمل به خشکی در مقایسه با دیگر اکوتیپ‌ها توصیه و آن‌ها را جهت کشت در شرایط دیم و کمبود رطوبت پیشنهاد نمود. اکوتیپ‌های مورد مطالعه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به‌روش وارد و با محاسبه فاصله اقلیدسی در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی در سه گروه قرار گرفتند و این گروه‌بندی‌ها با منشأ جغرافیایی آنها به‌طور کامل مطابقت نداشت. در کل می‌توان اکوتیپ‌های فریدن، ارومیه، گرمسار و خمینی‌شهر را که در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی در یک گروه قرار گرفتند و از نظر اکثر صفات مورد مطالعه مقدار بیشتری را به‌خود اختصاص دادند را به‌عنوان اکوتیپ‌های متحمل به خشکی در بادرشبو پیشنهاد نمود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.193]

منابع

1. Abd El-Baky, H. and G. El-Baroty. 2008. Chemical and biological evaluation of the essential oil of Egyptian moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.). International Journal of Integrative Biology, 3: 202-208.
2. Andalibi, B. and F. Nouri. 2014. Effect of cycocel on photosynthetic activity and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under drought stress. Iranian Journal of Plant Biology, 22: 91-104 (In Persian).
3. Badalzadeh, A., A. Danesh-Shahraki, M. Rafieiolhossaini and M. Ghobadinia. 2018. The Effects of Solitary and Combined Application of Cattle Manure and Chemical Fertilizer on Essential Oil and Some Physiological Characteristics of Moldavian Balm (*Dracocephalum moldavica* L.) under water Deficit Stress Conditions. Water and Soil Science, 28(3): 155-168 (In Persian).
4. Borghei, S.F. and A. Azizi. 2018Assessing Diversity of Landraces of *Dracocephalum moldavica* from Northwest of Iran Using Agro-morphological and Phytochemical Traits. Plant Production Technology, 10(2): 1-16 (In Persian).
5. Farhoudi, R. and A. Modhej. 2018. Effect of drought stress on seed yield, essential oil yield and ability of reactive oxygen species scavenging in *Nigella sativa* L. ecotypes. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 89(3): 510-526 (In Persian).
6. Gershenzon, J. 1984. Changes in levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. In: Timmermann, B.N., C. Steelink and F.A. Loewus (eds.), Phytochemical adaptations to stress, Springer, London, 273-320.
7. Golestani Far, F., S. Mahmoodi, Gh.R. Zamani and M.H. Sayyari Zahan. 2016. Effect of inter and intra-specific competition on morphological and growth characteristics of wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale* L.) under drought stress conditions. Environmental Stresses in Crop Sciences, 9(3): 241-256 (In Persian).
8. Golestani, M. and S.R. Sahhafi. 2020. Evaluation of Drought Tolerance in *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* Ecotypes. Journal of Crop Breeding, 33: 127-139 (In Persian).
9. Gonzalez, A., V. Bermejo and B.S. Gomeno. 2010. Effect of different physiological traits on grain yield in barley grown under irrigated and terminal water deficit conditions. Journal of Agriculture Science, 148: 319-328.
10. Gorgini Shabankareh, H., M.R. Asgharipour and B.A. fakheri. 2016. The effect of bio fertilizers on some growth parameters and essential oil of Moldavian dragonhead under drought condition. Journal of Plant Ecophysiology, 23(7): 185-194 (In Persian).
11. Hassani, A. 2006. Effect of Water Deficit Stress on Growth, Yield and Essential Oil Content of *Dracocephalum moldavica.* Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(3): 256-261 (In Persian).
12. Karimzadeh, Kh., F. Sefidkon, N. Majnoon Hosseini and S.A. Peighambari. 2014. The effect of different levels of soil moisture, zeolite and biofertilizers on physiological characteristics, yield and essential oil of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 30(1): 158-173 (In Persian).
13. Kheyrandish, E., M. Roshdi and S. Yousefzadeh. 2016. Effects of water stress levels and nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of Dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Journal of Crop Production, 9(1): 109-125 (In Persian).
14. Lawal, A.B. and S.A. Rahman. 2007. Effect of irrigation, fertilizer and manure on yield and economic return of okra pepper intercrops. Tropical Science, 57(1): 45-48.
15. Maleki Nejad, R. and M.M. Majidi. 2015. Evaluation of Iranian and foreign safflower germplasms under normal and drought stress conditions. Journal of Crop Breeding, 7(15): 1-15 (In Persian).
16. Mirmohammady Maibody, S.A.M., P. Golkar and M. Golabadi. 2015. Plant Responses to Drought Stress. Sanati Esfahan Jahad Daneshgahi Publication, 240 pp (In Persian).
17. Omidbaigi, R. 2015. Production and processing of medicinal plants. Astane ghodse Razavi, 348 pp (In Persian).
18. Osuagwu G.G.E., H.O. Edeoga and A.N. Osuagwu. 2010. The influence of water stress (drought) on the mineral and vitamin potential of the leaves *Ocimum gratissimum* L. Recent Research in Science and Technology, 2: 27-33.
19. 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.
20. Rahbarian, P. and Gh. Afsharmanesh. 2011. Effects of Water Deficit and Manure on Yield and Morphological Characters Some of Dragonhead (*Dracocephalum moldavica*) in Jiroft Area. Journal of Crop and Weed Ecophysiology, 5(1): 41-52 (In Persian).
21. Ramroudi, M., M. Chezgi and M. Galavi. 2017. Effect of methanol spraying on quantitative traits and osmatic adjustments in Moldavian (*Dracocephlum moldavica* L.) under low irrigation conditions. Iranian Journal of Field Crop Science, 48(1): 149-158 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.193]

22. Sadeghzadeh-Ahari, D., A.K. Kashi, M.R. Hassandokht, A. Amri and K.H. Alizadeh. 2009. Assessment of drought tolerance in Iranian fenugreek landraces. Journal of Food, Agriculture and Environment, 7: 414-419.
23. Safikhani, F., H. Heydarye sharifabadi, S.A. Syadat, E. Sharifi ashorabadi, S.M. Syednedjad and B. Abbaszadeh 2007. The effect of drought on yield and morphologic characteristics of *Dracocephalum moldavica* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(3): 183-194 (In Persian).
24. Salamati, M.S. and M. Yosofi. 2014. Evaluation of variation for yield and morphological traits in *Dracocephalum moldavica* L. genotypes. Journal of Plant Research, 27(1): 91-99 (In Persian).
25. Shao, H.B., L.Y. Chu, C.A. Jaleel and C.X. Zhao. 2008. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. Comptes Rendus Biologies, 331(3): 215-225.
26. Thomas, M.T. and T. Gausling. 2000. Morphological and physiological responses of oak (*Quercuspet raea* and *Q. robur*) to moderate drought. Annals of Forest Science, 57: 325-333.
27. Zarei, A., S. Zohrabi and F. Boomeh. 2017. Evaluation of different growth stages of *Nigella sativa* L. and assessment of crop coefficient (Kc). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 33(4): 597-607 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.193]

Evaluation of Yield and some Agronomical Traits in *Dracocephalum Moldavica* L. Ecotypes under Drought Stress Condition

Masoud Golestani[1]

1- Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
(Corresponding author: ma_golestani@yahoo.com)
Received: October 26, 2020 Accepted: September 8, 2020

Abstract

Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) is a medicinal plant belongs to the Lamiaceae family, which is used as stomachic, sedative and healing of wound. Drought stress is one of the most important factors limiting the growth and production of crops and affects on plants at different levels. In order to study the effect of drought stress on some agronomical traits of 14 ecotypes of *Dracocephalum moldavica* L. and their classification, two experiments (under normal and drought stress conditions, 120 mm evaporation from evaporation pan) was carried out using randomized complete block design with four replications. The traits of shoot fresh and dry weight, plant height, number of auxiliary shoots, leaf length and width, stem diameter, length of biggest internode, essential oil content and yield were measured in this research. The results of combined analysis of variance revealed that drought stress had significant effect on all the studied traits except leaf width and length of biggest internode. Drought stress led to a significant decrease in shoot fresh and dry weight, plant height, number of auxiliary shoots, leaf length and stem diameter and a significant increase in essential oil content and yield. Also there were significant differences ($p<0.01$) among ecotypes in all the studied traits and stress × ecotype was significant for fresh and dry weight and length of biggest internode. Faridan, Garmsar, Khomeinishahr and Urmia ecotypes had better performance based on the most studied traits. Studied ecotypes under normal and drought stress conditions were classified in three groups using cluster analysis based on Ward method and using Eucilidian distance. Faridan, Garmsar, Khomeinishahr and Urmia ecotypes are suggested as drought tolerant ecotypes based on cluster analysis using all studied traits.

Keywords: Cluster analysis, Drought stress, *Dracocephalum moldavica* L., Essential oil yield

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.193]