ارزیابی تحمل به خشکی اکوتیپ‌های آویشن دنایی (*Thymus daenensis* subsp. *daenensis*)

مسعود گلستانی[۱] و سید رسول صحافی[۲]

۱- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (نویسنده مسوول: ma_golestani@yahoo.com)
۲- استادیار، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان
تاریخ دریافت: ۹۸/۰۵/۰۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۰۳
صفحه: ۱۲۷ تا ۱۳۹

چکیده

آویشن دنایی (*Thymus daenensis* subsp. *daenensis*) یکی از گیاهان دارویی بومی ایران است که به‌دلیل اسانس بالا و تیمول زیاد در اسانس، از اهمیت بالایی برخوردار است. به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی صفات زراعی و گروه‌بندی ۱۲ اکوتیپ آویشن دنایی از مناطق مختلف ایران، آزمایشی در دو محیط تنش خشکی و بدون تنش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹٦ در دانشگاه پیام نور شهرستان ابرکوه (استان یزد) انجام شد. ١٤ صفت مختلف زراعی در هر دو شرایط تنش اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین اکوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. در محیط تنش صفات طول برگ، سطح تاج پوشش و وزن تر اندام هوایی به ترتیب با ٤١/٤، ٣٩/٥ و ٣٩/٤ درصد نسبت به شرایط بدون تنش بیشترین کاهش را نشان دادند. بیشترین ضریب تغییرات ژنوتیپی در شرایط بدون تنش (٤٠/٣١ درصد) و در شرایط تنش (٤٤/٣٣ درصد) به وزن تر اندام هوایی اختصاص داشت. بیشترین وراثت‌پذیری عمومی در صفات وزن خشک اندام هوایی (٩٧/٦٥ درصد)، تعداد روز تا اولین (٩٩/١ درصد) و ٥٠٪ گلدهی (٩٩/٦٥ درصد)، درصد اسانس (٩٩/٧ درصد) و تعداد ساقه در بوته (٩٩/٠٢ درصد) مشاهده شد. براین اساس صفات وزن تر و خشک اندام هوایی، تعداد روز تا اولین و ٥٠٪ گلدهی صفات مرتبط با تحمل به خشکی بودند. تجزیه خوشه‌ای به‌روش وارد و با محاسبه فاصله اقلیدسی، اکوتیپ‌های مورد مطالعه را در هر دو شرایط آزمایش در سه گروه قرار داد و اکوتیپ‌های متحمل به خشکی در شرایط تنش در گروه دوم قرار گرفتند. نتایج نشان داد که می‌توان از اکوتیپ‌های خرم‌آباد۱، خرم‌آباد۲، اراک۱ و فریدونشهر که تحمل بالاتری نسبت به خشکی نشان دادند برای به‌نژادی تحمل به خشکی در آویشن دنایی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی، وراثت‌پذیری

مقدمه

آویشن دنایی (*Thymus daenensis* subsp. *daenensis*) یکی از گیاهان دارویی بومی ایران و متعلق به تیره نعناعیان (Lamiaceae) است که به‌دلیل اسانس زیاد (تا ۳/۹ درصد) و تیمول بسیار بالای موجود در اسانس (تا ۷۸/۳ درصد)، در مقایسه با سایر گونه‌های آویشن برتری دارد (۷). این گونه در ایران پراکنش وسیعی دارد (شمال‌غرب، غرب، مرکز و جنوب‌غرب ایران)، که نشان‌دهنده سازگاری بالای آن با اغلب شرایط اقلیمی است (۱۳). این گیاه از ارتفاعات کم تا ارتفاعات بسیار زیاد (۲۵۹۰-۱۶۴۷ متر) از سطح دریا و خاک‌های با بافت و خصوصیات شیمیایی مختلف، رویش دارد. این گونه گیاهی، به صورت خودرو در عرصه طبیعی می‌روید و جمعیت گیاهی آن روز به روز در حال کاهش است (۳۲). تنش خشکی یکی از مهمترین تنش‌های غیرزنده است که تولید گیاهان را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (۳). تنش خشکی یکی از علل اصلی خسارت به گیاهان زراعی، از طریق کاهش عملکرد تا میزان ۵۰ درصد یا بیشتر است (۴۱). تنش خشکی هنگامی افزایش می‌یابد که میزان تبخیر بالای برگها از ظرفیت و توانایی ریشه‌ها برای جذب آب از خاک تجاوز نموده و فراتر رود (۲۰). باتوجه به اینکه ایران جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا محسوب می‌شود، در چنین مناطقی نوسانات بارندگی نیز زیاد بوده و ممکن است برخی از مراحل مهم رشدی گیاه به‌دلیل کم آبی تحت تأثیر کاهش پتانسیل آب خاک و در نتیجه تنش خشکی قرار گیرد (۲۳).

گیاهان دارویی و مرتعی به‌دلیل برداشت‌های بی‌رویه و همچنین بروز تنش‌های زیستی و غیرزیستی با خطر روزافزون نابودی و انقراض روبرو هستند (۱). از این‌رو توسعه‌ی روش‌های مناسب کاشت، اهلی‌کردن و اصلاح این گیاهان برای جلوگیری از پیامدهای نگران‌کننده تخریب طبیعت و نابودی عرصه‌های طبیعی امری ضروری به‌نظر می‌رسد (۲۴). باتوجه به تنوع بسیار بالای آویشن دنایی از لحاظ ژنتیکی، مورفولوژیک و فیتوشیمیایی (۳۲)، نخستین گام در جهت اهلی‌سازی این گیاه، یافتن اکوتیپ‌هایی از این گیاه است که ضمن داشتن عملکرد ماده‌ی خشک و اسانس زیاد، تحمل بالایی به شرایط کم آبی داشته باشد. با بررسی اکوتیپ‌ها به‌صورت جداگانه و در محیط رشد طبیعی آنها نمی‌توان برتری یک اکوتیپ را از نظر تحمل به خشکی تعیین نمود چراکه شرایط محیطی محل رویش اکوتیپ‌های مختلف و برهمکنش ژنتیک و محیط مانع دستیابی به این موضوع می‌شود. بنابراین، ارزیابی اکوتیپ‌ها در شرایط کشت یکسان و بررسی آنها از نظر تحمل به خشکی امری ضروری به‌نظر می‌رسد. دراین راستا ارزیابی جوامع و یا اکوتیپ‌های آویشن دنایی در شرایط کم‌آبی، بررسی آنها از نظر صفات زراعی و شناسایی اکوتیپ‌های مقاوم به شرایط تنش کم‌آبی سودمند می‌باشد. چرا که به‌خوبی مشخص شده است که اثر تنش کم آبی بر رشد و عملکرد تحت تأثیر ژنوتیپ گیاه دارد (۶). ارزیابی عملکرد ماده خشک و درصد اسانس اکوتیپ‌های آویشن دنایی تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری نشان داد که

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-29]
[DOI: 10.29252/jcb.12.33.127]

اکوتیپ‌ها از لحاظ عملکرد مادهٔ خشک و درصد اسانس اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند، ولی اثر سطوح آبی تنها بر عملکرد ماده خشک معنی‌دار بود (۱۵). در گزارشی که تأثیر سه تیمار تخلیه ۲۰، ۵۰ و ۷۰ درصد آب خاک بر روی آویشن دنایی ارزیابی شد، نشان داد که افزایش شدت تنش خشکی موجب افزایش درصد اسانس و کاهش عملکرد مادهٔ خشک شده است (۵). در بررسی اثر تنش خشکی بر روی صفات زراعی مختلف در گیاه آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) مشخص شد که تنش خشکی بر روی صفات عملکرد ماده خشک، طول شاخساره، وزن تر و خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی، حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه، طول ریشه، وزن تر و خشک سرشاخه‌های گلدار، درصد و عملکرد اسانس، وزن خشک و تر برگ تأثیر معنی‌دار داشت (۱۰، ۴، ۲۷، ۲۲، ۳۴، ۱۸). رضایی و همکاران (۲۹) با ارزیابی ۱۴ صفت روی ۲۲ جمعیت از گونه‌های بومی جنس آویشن (*Thymus sp.*) از نقاط مختلف ایران، آنها را به سه گروه اصلی تقسیم کردند. پرویز پرشکوه و همکاران (۲۶) براساس نتایج تجزیه خوشه‌ای به‌روش حداقل واریانس وارد (Ward) و معیار فاصله اقلیدسی، ۲۴ اکوتیپ از جنس آویشن (*Thymus sp.*) را برمبنای صفات زراعی درسه گروه مجزا قرار دادند و اظهار نمودند که پراکنش جغرافیایی در برخی موارد نتوانسته است تنوع ژنتیکی را بین گونه‌های مشابهی که در مناطق مختلف قرار دارند، ایجاد نماید. تجزیه خوشه ای، جوامع مورد مطالعه آویشن دنایی را براساس صفات مورفولوژیکی در چهار گروه مستقل از هم تفکیک کرد به‌طوری‌که الگوی گروه‌بندی با منشاء جغرافیایی آنها تطابق زیادی داشت (۱۲).

اثرات کمبود رطوبت در عملکرد و تغییرات مواد مؤثر گیاهان دارویی دارای ویژگی‌های خاصی است که باید به‌طور کامل مورد ارزیابی قرار گیرد. برای درک این ویژگی‌ها در گیاه آویشن دنایی به‌عنوان یک گیاه با ارزش دارویی زیاد بررسی اثرات تنش خشکی مورد نیاز می‌باشد. گیاهان دارویی انحصاری ایران به‌دلایل مختلفی همچون برداشت‌های بی‌رویه در معرض خطر نابودی و انقراض قرار دارند، از این‌رو، اهلی‌کردن و توسعه‌ی کشت و کار آن‌ها و بررسی توده‌های بومی و یا اکوتیپ‌های آنها در شرایط تنش خشکی، دست‌کم در مورد برخی از گونه‌ها، به‌عنوان یکی از راهکارهای مؤثر اجتناب‌ناپذیر است. باتوجه به نیاز کشور به گیاهان دارویی مانند آویشن دنایی، استفاده از ظرفیت‌های کشور و ارزیابی عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف آن در شرایط کشت‌شده در مزارع به‌ویژه در شرایط تنش کم‌آبی ضروری است. با توجه به اهمیت گیاه آویشن دنایی و همچنین شرایط خشک و نیمه‌خشک بیشتر مناطق ایران، مطالعه اثر تنش خشکی بر خصوصیات زراعی در گیاه آویشن دنایی بسیار باارزش است. با وجود پژوهش‌های انجام‌شده جهت بررسی تنش خشکی در سایر گونه‌های آویشن و بر اساس بررسی‌های به‌عمل‌آمده مطالعات کمی در زمینه اثر تنش خشکی بر خصوصیات زراعی آویشن دنایی صورت گرفته است. با توجه به موارد ذکرشده این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر صفات زراعی گیاه آویشن دنایی و گروه‌بندی اکوتیپ‌های مختلف این گیاه از نظر این صفات انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی روی صفات زراعی گیاه آویشن دنایی و گروه‌بندی اکوتیپ‌های مختلف این گیاه، آزمایشی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در دانشگاه پیام نور شهرستان ابرکوه (استان یزد) با طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۷ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۵۵۰ متر انجام گرفت. آزمایش در دو قطعه زمین مجزا با فاصله سه متر از یکدیگر برای اعمال شرایط تنش و بدون تنش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد و ۱۲ اکوتیپ آویشن دنایی به‌صورت تصادفی به کرت‌ها اختصاص یافتند. بذور اکوتیپ‌های مورد مطالعه از استان‌های اصفهان (اصفهان، فریدن، فریدونشهر و سمیرم)، مرکزی (اراک۱، اراک۲ و شازند)، لرستان (خرم‌آباد۱، خرم‌آباد۲ و الیگودرز) و همدان (همدان و ملایر) جمع‌آوری گردید. بذرهای جمع‌آوری‌شده برای تولید نشا در گلخانه در گلدان‌های یک‌بار مصرف حاوی ۵۰ درصد ماسه‌بادی و ۵۰ درصد پیت کاشته شدند. نشاهای ۱۰-۵ سانتی‌متری پس از ۱۰ روز مقاوم‌سازی (کاهش آبیاری و قراردادن آنها در بیرون گلخانه) در اسفندماه ۱۳۹۶به مزرعه انتقال داده شدند. هر واحد آزمایشی پس از حذف اثرات حاشیه‌ای شامل یک ردیف به طول ۱۰ متر بود. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها از یکدیگر یک متر بود. در هر ردیف تعداد ۱۰ بوته کاشته شد. شرایط تنش آبی 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.

برای صفات تعداد روز تا اولین و ۵۰٪ گلدهی برای اکوتیپ‌های مختلف، به‌صورت روزانه از محل مزرعه بازدید به‌عمل آمد و تاریخ تعداد روز تا اولین و ۵۰٪ گلدهی ثبت گردید. به‌منظور اندازه‌گیری صفات مورد ارزیابی در این پژوهش و برای کاهش خطای اندازه‌گیری در مرحله‌ی ۵۰٪ گلدهی، با حذف اثر حاشیه پنج نمونه تصادفی از هر کرت انتخاب و میانگین هر صفت به‌عنوان مقادیر آن صفت استفاده گردید. صفات مورد بررسی شامل صفات طول و عرض برگ، ارتفاع بوته، بزرگترین و کوچکترین قطر تاج‌پوشش، سطح تاج‌پوشش، تعداد ساقه در بوته، تعداد گل در گل‌آذین، تعداد روز تا اولین و ۵۰٪ گلدهی، وزن تر و خشک اندام هوایی، درصد و عملکرد اسانس بودند. برای تعیین سطح تاج‌پوشش هر اکوتیپ ابتدا میانگین بزرگترین و کوچکترین قطر تاج‌پوشش هر اکوتیپ محاسبه گردید، مقدار حاصل به‌عنوان قطر دایره‌ای فرضی در نظر گرفته شد و با استفاده از فرمول محاسبه مساحت دایره مقدار تاج‌پوشش هر اکوتیپ محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی بوته‌ها در زمان ۵۰٪ گلدهی برداشت شدند و در سایه و در دمای ۴۰

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

[DOI: 10.29252/jcb.12.33.127]

درجه سانتی‌گراد خشک شده و سپس با استفاده از ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. وزن تر و خشک اندام هوایی براساس پنج بوته و برحسب گرم تعیین شد. برای اندازه‌گیری میزان اسانس، اندام هوایی گیاهان بعد از برداشت به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه برداشت‌شده کاملاً خشک گردید. پس از خشک‌شدن، ۱۰۰ گرم ماده خشک از هر یک از تیمارها خرد و یا آسیاب شد و سپس درون بالن ریخته شد و با دستگاه اسانس‌گیری کلونجر با روش تقطیر با آب به‌مدت سه ساعت، اسانس‌گیری انجام شد (۲۹) و سپس درصد حجمی اسانس اندازه‌گیری شد. عملکرد اسانس از طریق حاصل‌ضرب وزن خشک اندام هوایی در درصد اسانس به‌دست آمد. صفات طول و عرض برگ و ارتفاع بوته با استفاده از خط‌کش برحسب سانتی‌متر، وزن تر و خشک اندام هوایی توسط ترازوی دیجیتال برحسب گرم، سطح تاج‌پوشش با استفاده از فرمول محاسبه مساحت دایره برحسب سانتی‌متر مربع اندازه‌گیری شدند.

به‌منظور تعیین اثر تنش خشکی بر صفات مورد مطالعه، درصد کاهش صفات در اثر تنش با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (۲۸).

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

$\bar{x}_{ns}$ و $\bar{x}_{ds}$ به ترتیب میانگین صفت در شرایط بدون تنش و تنش خشکی است.

اجزای واریانس صفات مورد بررسی، بر مبنای امید ریاضی میانگین مربعات بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط بدون تنش و تنش خشکی تخمین زده شدند. ضریب تغییرات ژنوتیپی (GCV) و فنوتیپی (PCV) با استفاده از δ^2_{ph} واریانس فنوتیپی، δ^2_g واریانس ژنوتیپی و همچنین میانگین صفات ($\bar{x}$) با استفاده از رابطه‌های زیر بر حسب درصد محاسبه شدند (۳۱):

$$GCV = \frac{\sqrt{\delta^2_g}}{\bar{x}} \times 100$$

$$PCV = \frac{\sqrt{\delta^2_{ph}}}{\bar{x}} \times 100$$

برآورد وراثت‌پذیری عمومی بر اساس امید ریاضی تجزیه واریانس مرکب با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (۳۱):

$$h^2 = \frac{\delta^2_g}{\delta^2_g + \frac{\delta^2_{gl}}{l} + \frac{\delta^2_e}{rl}}$$

در رابطه فوق δ^2_g واریانس ژنوتیپی، δ^2_{gl} واریانس برهمکنش ژنوتیپ و تنش، δ^2_e واریانس خطا، r تعداد تکرار و l تعداد شرایط تنش می‌باشد.

برای بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین اکوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفات مورد مطالعه و بررسی تاثیر 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 متفاوت‌بودن واحدهای اندازه‌گیری صفات نخست داده‌ها استاندارد و سپس برای گروه‌بندی اکوتیپ‌ها به‌کار گرفته شدند. برای بررسی تأیید صحت گروه‌بندی انجام‌شده از تجزیه تابع تشخیص استفاده شد. برای انجام تجزیه‌های آماری از نرم‌افزارهای SAS (نسخه ۹) (۳۷)، SPSS (نسخه ۲۳) (۴۰) و Minitab (نسخه ۱۷) (۲۱) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. اکوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ تمام صفات، اختلاف بسیار معنی‌داری ($P<0.01$) با یکدیگر داشتند (جدول ۱) که این امر نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی بالا از لحاظ صفات مورد بررسی و امکان گزینش برای این صفات در بین اکوتیپ‌های مورد مطالعه است. اختلاف بین شرایط عدم تنش و تنش خشکی نیز برای کلیه صفات به‌جز عرض برگ و درصد اسانس معنی‌دار شد (جدول ۱). برهمکنش تنش × اکوتیپ برای صفات وزن تر اندام هوایی، سطح تاج‌پوشش، طول برگ و تعداد گل در گل‌آذین معنی‌دار شد (جدول ۱) که نشان می‌دهد اکوتیپ‌های مورد بررسی واکنش متفاوتی نسبت به شرایط تنش از نظر صفات مذکور نشان داده‌اند. نتایج خورشیدی و همکاران (۱۵) روی آویشن دنایی نشان داد که تنش خشکی بر روی عملکرد خشک بوته تأثیر معنی‌داری داشت. بحرینی‌نژاد و همکاران (۵) نیز گزارش کردند که تنش خشکی روی درصد اسانس و عملکرد ماده خشک آویشن دنایی اثر معنی‌دار داشت. همچنین در مطالعه محققان مختلف بر روی آویشن باغی مشخص شد که تنش خشکی بر روی صفات عملکرد ماده خشک، طول شاخساره، وزن تر و خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی، وزن تر و خشک سرشاخه‌های گل‌دار، درصد و عملکرد اسانس، وزن خشک و تر برگ تأثیر معنی‌دار داشت (۱۰، ۴، ۲۷، ۲۲، ۳۴، ۱۸). بنابراین نتایج تحقیقات ذکر شده با مطالعه حاضر مطابقت دارد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

[DOI: 10.29252/jcb.12.33.127]

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در اکوتیپ‌های آویشن دنایی در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی
Table 1. Results of combined analysis of variance for the studied traits in *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* ecotypes under normal and drought stress conditions

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	بزرگترین قطر تاج‌پوشش	کوچکترین قطر تاج‌پوشش	سطح تاج‌پوشش	طول برگ	عرض برگ
تنش	۱	۱۹۲۸۳۷/۱۵**	۱۴۰۷۸/۶**	۳۳۷۹/۳۸**	۲۸۴۳/۱۶**	۱۵۳۱۴۱۶۲/۲۵**	۱۰/۰۱**	۰/۳۱^{ns}
تکرار در تنش	۶	۶۳/۲۹	۱۲۲/۴۶	۳۳/۳۲	۱۲/۹۶	۴۴۸۳۵/۲۱	۰/۱۲	۰/۰۰۶
اکوتیپ	۱۱	۲۶۴۴۳/۲۶**	۲۲۶۶/۹۴**	۸۲۲/۵۸**	۵۸۶/۹۲**	۳۱۹۱۴۱۸/۹**	۰/۶۶**	۰/۰۹**
تنش × اکوتیپ	۱۱	۲۲۰۹/۴۵**	۵۳/۳۴^{ns}	۳۵/۶۱^{ns}	۴۰/۵۱^{ns}	۲۶۸۴۱۱/۹۵*	۰/۱۴**	۰/۰۰۳^{ns}
خطا	۶۶	۸۰/۲۲	۴۹/۷۳	۶۲/۷۵	۵۵/۲۱	۱۰۶۶۱۶/۶۵	۰/۰۶	۰/۰۱۱
ضریب تغییرات (٪)		۴/۹	۱۱/۷۴	۱۶/۸	۱۸/۱۷	۲۰/۱۲	۱۹/۳	۱۸/۱۷

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

ادامه جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در اکوتیپ‌های آویشن دنایی در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی
Continu of Table 1. Results of combined analysis of variance for the studied traits in *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* ecotypes under normal and drought stress conditions

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	تعداد روز تا اولین گلدهی	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	تعداد گل در گل‌آذین	تعداد ساقه در بوته	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تنش	۱	۲۴۴/۵۱**	۲۵۲۹/۳**	۱۳۴۶/۲۵**	۲۴۱۵۵/۴**	۳۹۱۵/۹**	۰/۱۶^{ns}	۳۰/۰۵**
تکرار در تنش	۶	۱/۴۳	۱۸/۴۲	۱۷۱/۳۴	۲۹/۷۸	۸۲/۹۲	۰/۶۴	۰/۴۳
اکوتیپ	۱۱	۳۳/۳۳**	۱۱۸۲/۸۲**	۹۸۲/۹۱**	۱۳۳۷۳/۷**	۱۳۸۶/۲۶**	۳/۰۱**	۵/۶۷**
تنش × اکوتیپ	۱۱	۳/۰۴^{ns}	۹/۷۵^{ns}	۳/۵۴^{ns}	۴۰۲/۸۸**	۱۲/۵۲^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۱۸^{ns}
خطا	۶۶	۲/۸۳	۶۰/۷۴	۴۹/۹۴	۵۲/۷۶	۴۱/۸۱	۰/۲۷	۰/۱۷
ضریب تغییرات (٪)		۹/۷۳	۱۰/۷۵	۸/۲	۳/۷۸	۱۵/۹۹	۱۱/۹	۱۵/۸۸

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

نتایج حاصل از میانگین و درصد کاهش صفات مورد مطالعه که اثر تنش خشکی بر روی آنها معنی‌دار بوده است (جدول ۱) در جدول ۲ آورده شده است. از بین این صفات برای آنهایی که برهمکنش تنش در اکوتیپ معنی‌دار شده است یعنی وزن تر اندام هوایی، سطح تاج‌پوشش، طول برگ و تعداد گل در گل‌آذین از مقایسه میانگین به‌روش برش‌دهی (جدول ۳) استفاده شد و برای سایر صفات از مقایسه میانگین اثرات اصلی اکوتیپ در تجزیه واریانس مرکب (جدول ۴) استفاده گردید.

جدول ۲- میانگین و درصد کاهش صفات* در اکوتیپ‌های آویشن دنایی
Table 2. Mean and decrease percentage of traits in *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* ecotypes

شرایط آزمایش	وزن تر اندام هوایی (gr)	وزن خشک اندام هوایی (gr)	بزرگترین قطر تاج‌پوشش (cm)	کوچکترین قطر تاج‌پوشش (cm)	سطح تاج‌پوشش (cm^2)	طول برگ (cm)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد روز تا اولین گلدهی	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	تعداد گل در گل‌آذین	تعداد ساقه در بوته	عملکرد اسانس (gr)
بدون تنش	۲۲۷/۳	۷۲/۱۶	۵۳/۰۸	۴۶/۳۲	۲۰۲۲/۱۱	۱/۵۶	۱۸/۹	۷۷/۶۳	۸۹/۹۲	۲۰۷/۷۴	۴۶/۸۱	۳/۱۹
تنش	۱۳۷/۷	۴۷/۹۴	۴۱/۲۲	۳۵/۴۴	۱۲۲۳/۳۱	۰/۹۱	۱۵/۷۱	۶۷/۳۶	۸۲/۴۳	۱۷۶/۰۲	۳۴/۰۳	۲/۰۷
درصد کاهش	۳۹/۴۲	۳۳/۵۶	۲۲/۳۴	۳۵/۴۴	۳۹/۵	۴۱/۴	۱۶/۸۹	۱۳/۲۳	۸/۳۳	۱۵/۲۷	۲۷/۳	۳۵/۰۷

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

وزن تر و خشک اندام هوایی در شرایط تنش خشکی به‌ترتیب ۳۹/۴۲ (میانگین در شرایط بدون تنش و تنش خشکی به‌ترتیب برابر ۲۲۷/۳ و ۱۳۷/۷ گرم) و ۳۳/۵۶ (میانگین در شرایط بدون تنش و تنش خشکی به‌ترتیب برابر ۷۲/۱۶ و ۴۷/۹۴ گرم) درصد کاهش را نشان دادند (جدول ۲). کاهش وزن تر و خشک در اثر تنش خشکی می‌تواند به‌علت اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به ریشه نسبت به بخش‌های هوایی گیاه و کاهش صفاتی مانند ارتفاع بوته و سطح برگ باشد (۵). در شرایط بدون تنش بیشترین وزن تر اندام هوایی در اکوتیپ‌های خرم‌آباد۱، خرم‌آباد۲ و اراک۱ به‌ترتیب با میانگین‌های ۳۷۱/۲۷، ۳۴۱/۳۸ و ۳۰۴/۲۳ گرم و کمترین آن مربوط به اکوتیپ شازند با میانگین ۹۱/۳۴ گرم بود. در شرایط تنش خشکی اکوتیپ‌های خرم‌آباد۱ و خرم‌آباد۲ به‌ترتیب با میانگین‌های ۲۴۱/۶۲ و ۲۱۴/۶۱ گرم بیشترین و اکوتیپ اصفهان با میانگین ۵۴/۴۱ گرم کمترین مقدار را داشتند (جدول ۳). بیشترین مقدار وزن خشک اندام هوایی در هر دو

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-29]
[DOI: 10.29252/jcb.12.33.127]

شرایط در اکوتیپ‌های خرم‌آباد۱ و خرم‌آباد۲ به‌ترتیب با میانگین‌های ۹۰/۷۷ و ۸۲/۰۱ گرم و کمترین آن در هر دو شرایط در اکوتیپ شازند با میانگین ۳۲/۰۸ گرم دیده شد (جدول ۴).

از نظر صفات مربوط به تاج‌پوشش بیشترین درصد کاهش در صفت سطح تاج‌پوشش (۳۹/۵ درصد) مشاهده شد، به‌طوری‌که میانگین این صفت در شرایط بدون تنش برابر ۲۰۲۲/۱۱ سانتی‌متر مربع و در شرایط تنش خشکی برابر ۱۲۲۳/۳۱ سانتی‌متر مربع بود (جدول ۲). گیاه در مواجهه با تنش خشکی به‌منظور کاهش میزان جذب تشعشع، زاویه انشعاب شاخه‌های خود را نسبت به ساقه اصلی کاهش می‌دهد که این عمل باعث کاهش قطر تاج و در نتیجه حجم گیاه می‌گردد (۳۹). نتایج به‌دست‌آمده توسط سودایی‌زاده و همکاران (۳۸) بر روی گیاه مرزه و اردکانی و همکاران (۲) بر روی گیاه بادرنجبویه نیز با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. بیشترین سطح‌تاج در شرایط بدون تنش در اکوتیپ خرم‌آباد۱ و فریدون‌شهر به‌ترتیب با مقادیر ۳۳۵۶/۴۶ و ۲۸۵۶/۲۳ سانتی‌متر مربع و کمترین آن در اکوتیپ شازند با مقدار ۹۲۵/۴۵ سانتی‌متر مربع و در شرایط تنش خشکی بیشترین مقدار سطح تاج در اکوتیپ خرم‌آباد۲ و خرم‌آباد۱ به‌ترتیب با مقادیر ۱۸۹۱/۴۵ و ۱۸۵۱/۲۱ سانتی‌متر مربع و کمترین آن در اکوتیپ شازند ۴۸۱/۳۵ سانتی‌متر مربع مشاهده شد (جدول ۳). بیشترین مقدار صفات بزرگترین و کوچکترین قطر تاج‌پوشش در هر دو شرایط در اکوتیپ خرم‌آباد۱ و کمترین آن در هر دو شرایط در اکوتیپ شازند دیده شد (جدول ۴).

میانگین صفات طول برگ، ارتفاع بوته و تعداد ساقه در بوته به‌ترتیب کاهش ۴۱/۴، ۱۶/۸۹ و ۲۷/۳ درصد نسبت به شرایط بدون تنش نشان دادند (جدول ۲). کاهش مقدار صفات رویشی در اثر تنش خشکی می‌تواند به‌دلیل کاهش فشار آماس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول‌ها باشد. کاهش حجم و تعداد سلول‌ها، موجب کاهش سطح برگ و در نتیجه کاهش فتوسنتز و اجزای رشد رویشی می‌گردد. به‌همین‌دلیل اولین اثر قابل‌مشاهده کم‌آبی بر اندازه کوچک‌تر برگ‌ها و ارتفاع کمتر گیاهان و در نتیجه کاهش وزن خشک گیاه است. (۴، ۲۵). با توجه به نتایج جدول ۲ می‌توان گفت که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار از نظر اکثر صفات رویشی در آویشن دنایی شده است که نتایج این تحقیق با نتایج حاصل از تحقیقات مختلف بر روی آویشن دنایی و باغی (۱۵، ۵، ۱۰، ۴، ۲۷، ۲۲، ۳۴، ۱۸). مطابقت دارد. بیشترین و کمترین مقدار طول برگ در شرایط بدون تنش به‌ترتیب مربوط به اکوتیپ خرم‌آباد۱ (۲/۱۱ سانتی‌متر) و اکوتیپ شازند (۰/۹۵ سانتی‌متر) و در شرایط تنش به‌ترتیب مربوط به اکوتیپ خرم‌آباد۲ (۱/۴۱ سانتی‌متر) و اکوتیپ اراک۲ (۰/۵۸ سانتی‌متر) بود (جدول ۳). بیشترین میزان ارتفاع بوته در هر دو شرایط در اکوتیپ فریدن و کمترین میزان آن در هر دو شرایط در اکوتیپ الیگودرز دیده شد (جدول ۴). اکوتیپ خرم‌آباد۲ و اکوتیپ اراک۲ به‌ترتیب بیشترین و کمترین میانگین تعداد ساقه در بوته را در هر دو شرایط به خود اختصاص دادند (جدول ۳). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان گفت که اکوتیپ خرم‌آباد۱ برای عملکرد تر و خشک و اکثر صفات رویشی مؤثر بر عملکرد بوته بیشترین مقدار را در هر دو شرایط آزمایش به‌خود اختصاص داده است، بنابراین اکوتیپ خرم‌آباد۱ را می‌توان به‌عنوان اکوتیپ متحمل به شرایط خشکی در مقایسه با دیگر اکوتیپ‌ها معرفی کرد و آن را جهت کشت در شرایط دیم و کم‌آبیاری پیشنهاد نمود.

شرایط تنش خشکی باعث زودرس‌ترشدن اکوتیپ‌های مورد بررسی در این پژوهش شد. به‌طوری‌که میانگین تعداد روز تا اولین و ۵۰٪ گلدهی در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش به‌ترتیب ۱۳/۲۳ و ۸/۳۳ درصد کاهش یافت (جدول ۲). کمترین میزان درصد کاهش برای این دو صفت مشاهده شد. در بررسی اثر تنش خشکی بر روی گیاه شنبلیله مشخص شد که تأثیر تنش خشکی بر صفت تعداد روز تا گلدهی معنی‌دار است و با افزایش سطح تنش این صفت روند کاهشی نشان می‌دهد (۹،۳۳). در اثر کمبود آب ساختمان بافت‌ها و هورمون‌های گیاهی تغییر کرده و این موضوع باعث می‌شود گیاه برای بقا وارد مرحله زایشی شود (۸). بیشترین تعداد روز تا اولین و ۵۰٪ گلدهی در هر دو شرایط مربوط به اکوتیپ الیگودرز و کمترین آن مربوط به اکوتیپ‌های فریدن و همدان بود (جدول ۴).

همچنین تنش خشکی موجب ۱۵/۲۷ درصد کاهش در تعداد گل در گل‌آذین شد. کاهش تعداد گل در اثر تنش خشکی در مطالعات انجام‌شده توسط جزی‌زاده و مرتضایی‌نژاد (۱۴) بر روی گیاه کاسنی و قائدی جشنی و موسوی‌نیک (۱۱) بر روی گیاه بابونه آلمانی نیز دیده شد که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. در شرایط بدون تنش اکوتیپ الیگودرز بیشترین و اکوتیپ سمیرم کمترین و در شرایط تنش اکوتیپ الیگودرز بیشترین و اکوتیپ همدان کمترین تعداد گل در گل‌آذین را دارا بودند (جدول ۳). میزان درصد کاهش در عملکرد اسانس معادل ۳۵/۰۷ درصد بود (جدول ۲). کاهش عملکرد اسانس در اثر کاهش رطوبت خاک می‌تواند ناشی از اثر تنش آبی بر رشد قسمت رویشی گیاه باشد. از آنجا که مهم‌ترین جزء عملکرد اسانس عملکرد قسمت رویشی گیاه است، بنابراین به‌دلیل کاهش محسوس وزن خشک اندام هوایی، عملکرد اسانس نیز کاهش یافت. کاهش عملکرد اسانس در اثر تنش خشکی در پژوهش‌های انجام‌شده به‌وسیله محمدپور وشوایی و همکاران (۲۲) و لتچامو و گاسلین (۱۸) روی آویشن باغی و خورشیدی و همکاران (۱۶) روی آویشن دنایی گزارش شد که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. اکوتیپ خرم‌آباد۱ و خرم‌آباد۲ بیشترین و اکوتیپ شازند کمترین عملکرد اسانس را در هر دو شرایط به‌خود اختصاص دادند (جدول ۴).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

[DOI: 10.29252/jcb.12.33.127]

جدول ۳- مقایسه میانگین اکوتیپ‌های آویشن دنایی در شرایط بدون تنش و تنش خشکی برای صفات وزن تر اندام هوایی، سطح تاج پوشش، طول برگ و تعداد گل در گل‌آذین

Table 3. Mean comparison of *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* ecotypes under normal and drought stress conditions for shoot fresh weight, canopy area, leaf length and number of flower in inflorescence

شرایط آزمایش	اکوتیپ	وزن تر اندام هوایی (gr)	سطح تاج پوشش (cm^2)	طول برگ (cm)	تعداد گل در گل‌آذین
بدون تنش	اراک۲	۱۱۲/۳۱^{n}	۱۱۲۶/۶۶^{er}	۱/۲۵^{def}	۲۱۶/۳^{e}
	شازند	۹۱/۳۴^{i}	۹۲۵/۴۵^{r}	۰/۹۵^{r}	۱۸۳/۲^{n}
	اصفهان	۱۲۵/۳۲^{n}	۱۴۲۰/۳۴^{aer}	۱/۰۶^{er}	۱۷۸/۹^{n}
	خرم‌آباد۱	۳۷۱/۲۷^{a}	۳۳۵۶/۴۶^{a}	۲/۱۱^{a}	۲۰۳/۱^{r}
	اراک۱	۳۰۴/۲۳^{c}	۲۶۹۰/۳۸^{bc}	۱/۸۵^{abc}	۲۳۱/۵^{q}
	خرم‌آباد۲	۳۴۱/۳۸^{b}	۲۵۷۹/۱۶^{bc}	۱/۷۹^{abc}	۲۳۶/۵^{cq}
	فریدونشهر	۲۹۸/۱۹^{c}	۲۸۵۶/۲۳^{b}	۱/۹۵^{ab}	۲۴۷/۶^{b}
	ملایر	۱۶۲/۷۲^{g}	۱۱۹۱/۱^{er}	۱/۳۴$^{c-r}$	۲۴۳/۲^{bc}
	الیگودرز	۲۱۵/۲۱^{r}	۱۷۷۵/۱۴^{q}	۱/۵۰$^{b-e}$	۲۷۵/۱^{a}
	فریدن	۲۰۷/۳۷^{r}	۱۵۶۹/۴۶^{qe}	۱/۵۵$^{b-e}$	۱۹۳/۵^{g}
	همدان	۲۵۷/۲۱^{q}	۲۳۱۱/۵۵^{c}	۱/۶۵$^{a-q}$	۱۵۴/۷^{i}
	سمیرم	۲۴۱/۵۵^{e}	۲۴۶۳/۳۵^{bc}	۱/۷۲$^{a-q}$	۱۲۹/۳^{j}
تنش	اراک۲	۷۴/۱۷^{j}	۵۷۲/۸۵^{qe}	۰/۵۸^{g}	۱۹۸/۱^{bc}
	شازند	۶۳/۷۱^{jk}	۴۸۱/۳۵^{e}	۰/۸۹^{q}	۱۷۱/۱^{qe}
	اصفهان	۵۴/۴۱^{k}	۷۷۷/۳۲^{qe}	۰/۶۵^{rg}	۱۶۰/۲^{er}
	خرم‌آباد۱	۲۴۱/۶۲^{a}	۱۸۵۱/۲۱^{ab}	۱/۲۲^{b}	۱۷۵/۱^{q}
	اراک۱	۱۷۸/۴۵^{q}	۱۶۷۷/۵۷^{ab}	۱/۰۵^{c}	۱۹۰/۱^{c}
	خرم‌آباد۲	۲۱۴/۶۱^{b}	۱۸۹۱/۴۵^{a}	۱/۴۱^{a}	۲۱۹/۴^{a}
	فریدونشهر	۱۹۲/۵۳^{c}	۱۴۸۸/۸۱^{abc}	۱/۳۲^{ab}	۲۱۰/۷^{ab}
	ملایر	۹۱/۲۲^{i}	۷۳۸/۵۴^{qe}	۰/۸۱^{qer}	۲۰۸/۵^{ab}
	الیگودرز	۱۱۲/۵۰^{n}	۱۳۳۲/۹۵^{bc}	۰/۸۳^{qe}	۲۲۱/۵^{a}
	فریدن	۱۲۷/۷۳^{g}	۱۰۰۲/۷۷^{cq}	۰/۷۸^{qer}	۱۵۱/۲^{r}
	همدان	۱۵۸/۶۸^{e}	۱۴۹۰/۴۱^{abc}	۰/۶۸^{erg}	۱۰۱/۲^{g}
	سمیرم	۱۴۲/۸۲^{r}	۱۳۷۴/۳۷^{abc}	۰/۷۵^{qer}	۱۰۵/۱^{g}

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

جدول ۴- مقایسه میانگین اکوتیپ‌های آویشن دنایی از نظر صفات* اندازه‌گیری‌شده

Table 4. Mean comparison of *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* ecotypes for the measured traits

اکوتیپ	وزن خشک اندام هوایی (gr)	بزرگترین قطر تاج‌پوشش (cm)	کوچکترین قطر تاج‌پوشش (cm)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد روز تا اولین گلدهی	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	تعداد ساقه در بوته	عملکرد اسانس (gr)
اراک۲	۴۱/۸۵^{g}	۳۲/۷۹^{f}	۳۱/۱۹^{de}	۱۶/۷^{cde}	۶۷/۴۹^{ef}	۸۰/۶۶^{fgh}	۱۹/۳۲^{h}	۱/۷۲^{f}
شازند	۳۲/۰۸^{h}	۳۲/۱۴^{f}	۲۶/۴۸^{e}	۱۴/۸۶^{ef}	۶۵/۷۱^{efg}	۷۷/۶۸^{ghi}	۲۵/۸۶^{gh}	۱/۲۹^{g}
اصفهان	۴۷/۵۳^{fg}	۳۸/۳۱^{ef}	۳۴/۷^{cd}	۱۷/۳۹^{cd}	۶۰/۴۱^{fgh}	۷۳/۹۳^{hi}	۲۴/۴۶^{h}	۱/۸۲^{f}
خرم‌آباد۱	۹۰/۷۷^{a}	۶۲/۱۳^{a}	۵۱/۶۶^{a}	۱۶/۶۹^{cde}	۷۳/۰۷^{cde}	۸۶/۸۹^{def}	۵۴/۶۷^{ab}	۳/۷۷^{ab}
اراک۱	۷۲/۶۸^{c}	۵۵/۳۸^{abc}	۴۹/۲۴^{ab}	۱۶/۲۴^{def}	۶۹/۸۸^{de}	۸۴/۷^{efg}	۵۳/۰۹^{bc}	۳/۱۱^{cd}
خرم‌آباد۲	۸۲/۰۱^{b}	۵۹/۹۴^{ab}	۴۶/۳۸^{ab}	۱۶/۷۹^{cd}	۷۶/۲۶^{cd}	۸۹/۵۷^{cde}	۶۰/۲۵^{a}	۳/۸۸^{a}
فریدونشهر	۷۰/۷۷^{cd}	۵۴/۳۲^{abc}	۴۹/۴^{ab}	۱۵/۶۱^{def}	۸۰/۷۲^{bc}	۹۲/۷۶^{bcd}	۵۰/۷۱^{bc}	۳/۴۳^{bc}
ملایر	۵۱/۲۹^{ef}	۳۸/۷۵^{ef}	۳۰/۶۷^{de}	۱۸/۴۱^{bc}	۸۶/۲۵^{ab}	۹۹/۷۳^{ab}	۴۱/۰۱^{de}	۲/۷۱^{de}
الیگودرز	۵۶/۵۴^{e}	۴۷/۰۹^{cd}	۴۱/۲۹^{bc}	۱۴/۴۷^{f}	۹۲/۶۶^{a}	۱۰۵/۷۹^{a}	۳۶/۶۲^{ef}	۲/۹^{d}
فریدن	۵۴/۹۷^{e}	۴۳/۲۳^{de}	۳۶/۹۹^{cd}	۲۰/۹۹^{a}	۵۷/۵۷^{gh}	۷۱/۸۴^{i}	۳۱/۶۹^{fg}	۱/۸۶^{f}
همدان	۶۴/۰۲^{d}	۵۰/۲۵^{cd}	۴۷/۰۲^{ab}	۱۹/۹۲^{ab}	۵۴/۳۵^{h}	۷۳/۷۴^{hi}	۴۶/۷۷^{cd}	۲/۳۱^{e}
سمیرم	۵۶/۰۵^{e}	۵۱/۵^{bcd}	۴۵/۵۳^{ab}	۱۹/۵۹^{ab}	۸۵/۶۲^{ab}	۹۶/۷۹^{bc}	۴۰/۶۲^{de}	۳/۷۹^{d}

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

ضریب تغییرات فنوتیپی، ژنتیکی و وراثت‌پذیری

نتایج ضریب تغییرات فنوتیپی، ژنتیکی و وراثت‌پذیری عمومی صفات مورد بررسی در جدول (۵) آورده شده است. در بین صفات مورد مطالعه و در شرایط بدون تنش و تنش خشکی صفات ارتفاع بوته، تعداد روز تا اولین و ۵۰٪ گلدهی و درصد اسانس در مقایسه با سایر صفات دارای ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی کمتری بودند (جدول ۵). بنابراین تنوع کمتری برای این صفات مشاهده شد. بیشترین مقدار ضریب تغییرات فنوتیپی در شرایط بدون تنش و تنش خشکی مربوط به وزن تر اندام هوایی (۴۰ و ۴۴ درصد) و سطح تاج‌پوشش (۴۱ و ۴۶ درصد) و کمترین آن در هر دو شرایط مربوط به صفات ارتفاع بوته (۱۴ و ۱۵ درصد) و تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی (۱۳ و ۱۶ درصد) بود (جدول ۵). نتایج مشابهی در مورد ضریب تغییرات ژنتیکی برای هر دو شرایط مشاهده شد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-29]
[DOI: 10.29252/jcb.12.33.127]

(جدول ۵). بیشتر بودن ضریب تغییرات ژنتیکی نشان‌دهنده وجود تنوع بالا در این صفات است. برای اکثر صفات مورد مطالعه میزان واریانس ژنتیکی یا ضریب تغییرات ژنتیکی در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش بالاتر بود. بر طبق نظر رزیل و همبلین (۳۰) اگر واریانس ژنتیکی در محیط دارای تنش بزرگتر از شرایط بدون تنش باشد انتخاب در محیط دارای تنش از بازدهی ژنتیکی بالاتری نسبت به انتخاب در شرایط بدون تنش و انتخاب در دو محیط برخوردار خواهد بود.

در این پژوهش میزان تنوع ژنتیکی برای تمام صفات به‌جز عرض برگ، ارتفاع بوته و درصد اسانس در شرایط تنش بیشتر است و احتمالاً گزینش برای بهبود تحمل به خشکی از طریق این صفات در شرایط تنش خشکی موفقیت بیشتری خواهد داشت. مقادیر ضریب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی در هر دو شرایط برای اغلب صفات تقریباً نزدیک به هم بودند. این موضوع نشان‌دهنده این است که تنوع بین اکوتیپ‌ها بیشتر در اثر عوامل ژنتیکی است و همچنین هرچه اختلاف بین این دو ضریب در مورد صفتی بیشتر باشد تأثیر محیط بر روی آن صفت بیشتر است. همانطور که از نتایج جدول ۵ مشخص است تمام صفات به‌جز عرض برگ، ارتفاع بوته و درصد اسانس در محیط تنش خشکی دارای تنوع بیشتری نسبت به شرایط عدم تنش می‌باشند. سلامتی و زینلی (۳۵) در بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های سیاهدانه نشان دادند که صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد فولیکول در بوته و تعداد دانه در فولیکول دارای بیشترین تنوع هستند. در بررسی تنوع ژنتیکی در جوامع مختلف زیره سبز مشخص شد که صفات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی بالایی دارند (۳۶). این نتایج با نتایج پژوهش حاضر بر روی آویشن دنایی تا حدودی همخوانی داشت.

جدول ۵- ضریب تغییرات ژنوتیپی، فنوتیپی و وراثت‌پذیری عمومی صفات در اکوتیپ‌های آویشن دنایی

Table 5. Genotypic and phenotypic coefficient of variation and heritability for the mesured traits in *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* ecotypes

صفات	ضریب تغییرات فنوتیپی (٪)		ضریب تغییرات ژنوتیپی (٪)		وراثت‌پذیری عمومی (٪)
	بدون تنش	تنش خشکی	بدون تنش	تنش خشکی	
وزن تر اندام هوایی	۴۰/۵۲	۴۴/۷۶	۴۰/۳۱	۴۴/۳۳	۹۵/۲۴
وزن خشک اندام هوایی	۲۶/۹۰	۳۴/۷۶	۲۵/۶۳	۳۰/۴۴	۹۷/۶۵
بزرگترین قطر تاج‌پوشش	۲۴/۴۰	۲۸/۷۹	۱۹/۶۸	۲۰/۸۶	۹۵/۶۷
کوچکترین قطر تاج‌پوشش	۲۴/۱	۳۰/۲۷	۱۹/۷۶	۱۹/۰۱	۹۳/۱
سطح تاج‌پوشش	۴۱/۴۴	۴۶/۴۱	۳۸/۱۲	۳۸/۱۱	۹۱/۶
طول برگ	۲۸/۸۴	۳۱/۵۶	۲۰/۵۲	۲۹/۴۰	۷۸/۲۱
عرض برگ	۲۵/۴۲	۲۳/۹۸	۱۷/۱۴	۱۶/۵۸	۸۳/۶۵
ارتفاع بوته	۱۴/۶۲	۱۵/۲۰	۱۲/۱۸	۹/۸۱	۹۰/۹
تعداد روز تا اولین گلدهی	۱۷/۲۸	۲۱/۴۷	۱۴/۷۲	۱۷/۳۸	۹۹/۱
تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	۱۳/۴۵	۱۶/۰۶	۱۱/۷۵	۱۲/۷۲	۹۹/۶۵
تعداد گل در گل‌آذین	۲۰/۳۸	۲۳/۶۳	۲۰/۲۱	۲۳/۱۱	۹۶/۹
تعداد ساقه در بوته	۳۱/۹۸	۴۰/۳۲	۲۸/۴۸	۳۶/۱۰	۹۹/۰۲
درصد اسانس	۱۸/۳۲	۱۶/۵۰	۱۲/۶۵	۱۲/۸۴	۹۹/۷
عملکرد اسانس	۳۲/۶۴	۳۸/۶۱	۲۹/۴۸	۳۳/۷۸	۹۷/۲

موفقیت در یک برنامه اصلاحی علاوه‌بر تنوع ژنتیکی به مقدار وراثت‌پذیری صفات نیز بستگی دارد. صفاتی که کمتر تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند، معمولاً وراثت‌پذیری بالایی دارند. نتایج وراثت‌پذیری عمومی (جدول ۵) نشان داد که بیشترین میزان وراثت‌پذیری عمومی مربوط به صفات وزن خشک اندام هوایی (۹۷/۶۵ درصد)، تعداد روز تا اولین گلدهی (۹۹/۱ درصد) و ۵۰٪ گلدهی (۹۹/۶۵ درصد)، درصد اسانس (۹۹/۷ درصد) و تعداد ساقه در بوته (۹۹/۰۲) درصد بود و کمترین آن مربوط به طول برگ (۷۸/۲۱ درصد) و عرض برگ (۸۳/۶۵ درصد) بود (جدول ۵). در مورد صفاتی که وراثت‌پذیری عمومی بالایی دارند می‌توان گفت که بیشترین تنوع فنوتیپی مشاهده‌شده تحت کنترل عوامل ژنتیکی بوده است. میزان وراثت‌پذیری دیدگاه مناسبی برای تعیین روش مطلوب جهت اصلاح یک صفت در برنامه‌های به‌نژادی است. همچنین وراثت‌پذیری شاخصی از نحوه تأثیر روش‌های انتخاب برای آن صفت را نشان می‌دهد. البته باید توجه نمود که برآورد وراثت‌پذیری منحصراً در مورد آن جامعه خاص، نحوه نمونه‌برداری و محیطی که در آن رشد یافته است صادق است (۱۹).

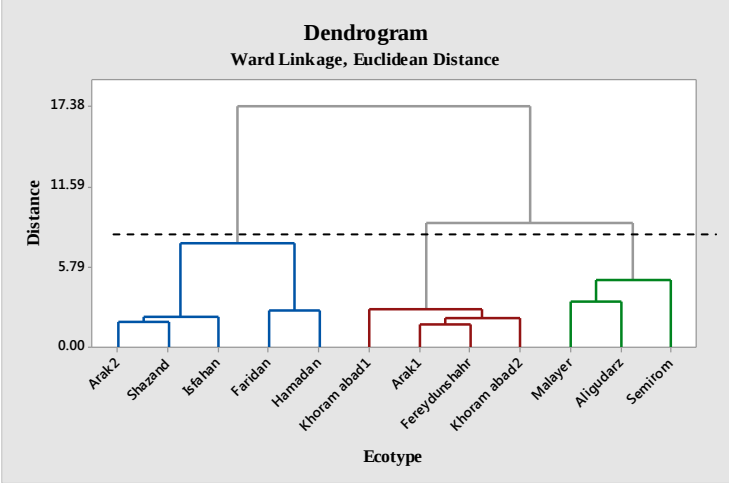
گروه‌بندی اکوتیپ‌ها با استفاده از تجزیه خوشه‌ای

اکوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط بدون تنش با استفاده از تجزیه خوشه‌ای و در محل فاصله اقلیدسی ۸/۴ در سه گروه مجزا قرار گرفتند (شکل ۱). در گروه اول اکوتیپ‌های اراک۲، شازند، اصفهان، فریدن و همدان قرار گرفتند. اکوتیپ‌های این گروه از نظر تمام صفات مورد بررسی به‌جز عرض برگ و ارتفاع بوته از میانگین جامعه پایین‌تر بودند و مقادیر صفات در این گروه از سایر گروه‌ها نیز کم‌تر بود (جدول ۶). در گروه دوم اکوتیپ‌های خرم‌آباد۱، اراک۱،

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

[DOI: 10.29252/jcb.12.33.127]

خرم‌آباد۲ و فریدونشهر قرار گرفتند که این اکوتیپ‌ها از نظر تمام صفات مورد بررسی به‌جز عرض برگ و ارتفاع بوته از میانگین جامعه بیشتر بودند (جدول ۶). پس در شرایط بدون تنش می‌توان گفت افراد گروه دوم از نظر اکثر صفات دارای مقادیر بیشتر بودند (جدول ۶) و بنابراین می‌توان این اکوتیپ‌ها را برای دستیابی به عملکرد بالا در آویشن دنایی در شرایط بدون تنش پیشنهاد نمود. در گروه سوم اکوتیپ‌های ملایر، الیگودرز و سمیرم قرار گرفتند که افراد این گروه از نظر تمام صفات به‌جز ارتفاع بوته، تعداد روز تا اولین و ۵۰٪ گلدهی، تعداد گل در گل‌آذین، درصد اسانس و عملکرد اسانس از میانگین جامعه کمتر بودند ولی مقادیر این صفات از مقادیر متناظر آن در گروه اول بیشتر بود (جدول ۶) و می‌توان گفت که مقادیر صفات در این گروه در حد متوسط بودند.

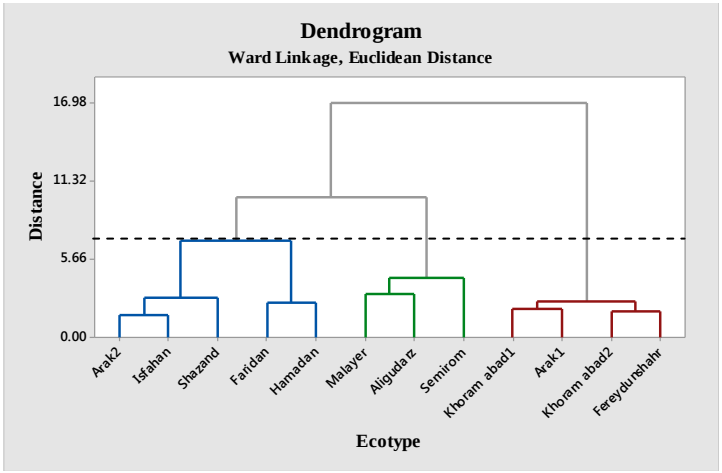


شکل۱- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای در اکوتیپ‌های آویشن دنایی در شرایط بدون تنش
Figure 1. Dendrogram of cluster analysis in *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* ecotypes under normal condition

در شرایط تنش خشکی اکوتیپ‌های آویشن دنایی مورد مطالعه در محل فاصله اقلیدسی ۷/۵ در سه گروه قرار گرفتند (شکل ۲). در گروه اول اکوتیپ‌های اراک۲، شازند، اصفهان، فریدن و همدان قرار گرفتند که این اکوتیپ‌ها از نظر تمام صفات مورد بررسی به‌جز صفات عرض برگ و ارتفاع بوته از میانگین جامعه مقدار کمتری داشتند و مقادیر این صفات در این گروه از سایر گروه‌ها نیز کم‌تر بود (جدول ۶). نتیجه مشابهی در شرایط بدون تنش نیز مشاهده گردید. در گروه دوم اکوتیپ‌های خرم‌آباد۱، اراک۱، خرم‌آباد۲ و فریدونشهر قرار گرفتند که افراد این گروه از نظر تمام صفات مورد بررسی به‌جز عرض برگ و ارتفاع بوته مقدار بیشتری در مقایسه با میانگین جامعه داشتند و مقادیر این صفات در مقایسه با سایر گروه‌ها نیز بیشتر بود (جدول ۶) و بنابراین در شرایط تنش از این اکوتیپ‌ها می‌توان برای رسیدن به عملکرد بالاتر استفاده کرد. با توجه به اینکه اکوتیپ‌های خرم‌آباد۱، اراک۱، خرم‌آباد۲ و فریدونشهر در هر دو شرایط آزمایش در یک گروه قرار گرفتند و از نظر اکثر صفات مورد مطالعه مقدار بیشتری داشتند بنابراین می‌توان این اکوتیپ‌ها را به‌عنوان اکوتیپ‌های مقاوم به خشکی در آویشن دنایی جهت برنامه‌های اصلاحی معرفی نمود. اکوتیپ‌های ملایر، الیگودرز و سمیرم در گروه سوم قرار گرفتند که این اکوتیپ‌ها فقط از نظر تمام صفات تعداد روز تا اولین و ۵۰٪ گلدهی، تعداد گل در گل‌آذین، درصد اسانس و عملکرد اسانس از میانگین جامعه بالاتر بودند و در کل در مقایسه با سایر گروه‌ها، افراد این گروه از نظر مقادیر صفات مورد بررسی در حد وسط قرار می‌گیرند (جدول ۶). به‌منظور بررسی صحت گروه‌بندی‌های به‌دست آمده از روش تجزیه خوشه‌ای، از تابع تشخیص استفاده گردید که نتایج گروه‌بندی تابع تشخیص در شرایط بدون تنش در جدول ۷ و در شرایط تنش خشکی در جدول ۸ آمده است. نتایج تجزیه تابع تشخیص نشان داد که تمامی اکوتیپ‌ها به طور صحیح گروه‌بندی شده‌اند و میزان موفقیت تابع تشخیص برای تمامی گروه‌ها ۱۰۰ درصد است.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

[DOI: 10.29252/jcb.12.33.127]



شکل۲- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای در اکوتیپ‌های آویشن دنایی در شرایط تنش خشکی
Figure 2. Dendrogram of cluster analysis in *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* 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 تر اندام هوایی (gr)	وزن خشک اندام هوایی (gr)	بزرگترین قطر تاج‌پوشش (cm)	کوچکترین قطر تاج‌پوشش (cm)	سطح تاج‌پوشش (cm^2)	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد روز تا اولین گلدهی	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	تعداد گل در گل‌آذین	تعداد ساقه در بوته	درصد اسانس	عملکرد اسانس (gr)
بدون تنش	گروه اول	۱۵۸/۷	۵۸/۷۳	۴۴/۶	۴۰/۵۴	۱۴۷۰/۷۶	۱/۲۹	۰/۶۸	۱۹/۷	۶۶/۲۶	۷۹/۳۸	۱۸۵/۳۲	۳۵/۴۱	۳/۸۱	۲/۲۲
	گروه دوم	۳۲۸/۷۶	۹۲/۶۵	۶۵/۶۴	۵۵/۰۱	۲۸۷۰/۳	۱/۹۲	۰/۴۶	۱۷/۶۵	۸۰/۷	۹۲/۵۲	۲۲۹/۶۷	۶۱/۲۶	۴/۵۴	۴/۱۸
	گروه سوم	۲۰۶/۴۹	۶۷/۲	۵۰/۴۵	۴۴/۳۵	۱۸۰۹/۷۳	۱/۵۲	۰/۵۸	۱۹/۲۳	۹۲/۴۸	۱۰۳/۹۹	۲۱۵/۸۶	۴۶/۵۱	۵/۱۸	۳/۴۷
	میانگین جامعه	۲۲۷/۳	۷۲/۱۶	۵۳/۰۸	۴۶/۳۲	۲۰۲۲/۱۱	۱/۵۶	۰/۵۸	۱۸/۹۰	۷۷/۶۳	۸۹/۹۲	۲۰۷/۷۴	۴۶/۸۱	۴/۴	۳/۱۹
تنش	گروه اول	۹۵/۷۴	۳۷/۴۵	۳۴/۰۷	۳۰	۸۶۴/۷۶	۰/۷۱	۰/۶۳	۱۶/۲۴	۵۵/۹۴	۷۱/۷۵	۱۵۶/۳۶	۲۳/۸۱	۳/۷۶	۱/۳۷
	گروه دوم	۱۱۵/۵۱	۴۲/۰۴	۴۱/۱	۳۳/۹۸	۱۱۴۸/۵	۰/۷۹	۰/۵۶	۱۵/۷۴	۸۳/۸۷	۹۷/۵۴	۱۷۸/۳۶	۳۲/۳۱	۵/۰۷	۲/۱۲
	گروه سوم	۲۰۶/۸	۸۵/۴۶	۵۰/۲۲	۴۳/۳۱	۱۷۲۷/۳	۱/۲۵	۰/۴۳	۱۵	۶۹/۲۵	۸۴/۴۳	۱۹۸/۸	۴۸/۰۹	۴/۴۴	۲/۹
	میانگین جامعه	۱۳۷/۷	۴۷/۹۴	۴۱/۲۲	۳۵/۴۴	۱۲۲۳/۳۱	۰/۹۱	۰/۵۴	۱۵/۷۱	۶۷/۳۶	۸۲/۴۳	۱۷۶/۰۲	۳۴/۰۳	۴/۳۱	۲/۰۷

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

[DOI: 10.29252/jcb.12.33.127]

گروه‌بندی اکوتیپ‌های مورد بررسی در این پژوهش 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، واردکردن مواد ژنتیکی و فرسایش ژنتیکی در تنوع موجود مؤثر می‌باشد (۱۹). در مطالعه خورشیدی و همکاران (۱۷) مشخص شد که پراکندگی جمعیت‌ها در خوشه‌های مختلف ارتباط نزدیکی با فاصله جغرافیایی آنها نداشت به‌طوری‌که در این پژوهش نشان داده شد که اکوتیپ‌های ملایر ۱، اراک و خانه میران بالا در یک گروه، جوزان، زاغه و شازند در یک گروه و خانه میران پایین و ملایر ۲ در گروه دیگر قرار گرفتند. رضایی و همکاران (۲۹) با ارزیابی ۱۴ صفت روی ۲۲ جمعیت از گونه‌های بومی جنس آویشن (*Thymus sp.*) از نقاط مختلف ایران آنها را به سه گروه اصلی تقسیم کردند. پرویز پرشکوه و همکاران (۲۶) براساس نتایج تجزیه خوشه‌ای به روش حداقل واریانس وارد و معیار فاصله اقلیدسی،۲۴ اکوتیپ از جنس آویشن (*Thymus sp.*) را برمبنای صفات زراعی در سه گروه مجزا قرار دادند و مشخص شد که پراکنش جغرافیایی در برخی موارد نتوانسته است تنوع ژنتیکی را بین گونه‌های مشابهی که در مناطق مختلف قرار دارند، ایجاد نماید. در مطالعه دیگر (۱۲) تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه آویشن دنایی را براساس صفات مورفولوژیکی در چهار گروه مستقل از هم تقسیم کرد که الگوی گروه‌بندی با منشاء جغرافیایی آنها تطابق بالایی داشت.

جدول ۷– نتایج تابع تشخیص برای گروه‌بندی اکوتیپ‌های آویشن دنایی در شرایط بدون تنش

Table 7. Results of discriminant analysis for grouping of *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* ecotypes normal condition

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

جدول ۸– نتایج تابع تشخیص برای گروه‌بندی اکوتیپ‌های آویشن دنایی در شرایط تنش

Table 8. Results of discriminant analysis for grouping of *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* ecotypes under drought stress condition

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

هدف یک متخصص اصلاح نباتات از دسته‌بندی ارقام و لاین‌های مختلف، پی‌بردن به فاصله ژنتیکی بین آنها و استفاده از تنوع ژنتیکی موجود در آنها در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد (۱۹). یکی از معیارهای انتخاب والدین برای تلاقی و بهره‌مندی از پدیده هتروزیس در گیاهان دگرگشن، فاصله ژنتیکی می‌باشد. معمولاً هر چه والدین از لحاظ ژنتیکی فاصله بیشتری داشته باشند تنوع و هتروزیس بیشتری در نتاج مشاهده خواهد شد (۱۷). با توجه به نتایج جدول ۹ که فواصل بین گروه‌ها را نشان می‌دهد، مشخص شد که بیشترین فاصله ژنتیکی بین گروه‌های یک و دو در هر دو شرایط آزمایش وجود دارد. بنابراین تلاقی بین اکوتیپ‌های گروه یک با اکوتیپ‌های گروه دو احتمالاً تنوع ژنتیکی و میزان هتروزیس بالاتری را در هر دو شرایط آزمایش 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	–	۶/۰۱	۴/۴۴
۲	۶/۰۵	–	۴/۰۳
۳	۴/۳۴	۴/۴۳	–

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

[DOI: 10.29252/jcb.12.33.127]

به‌طور کلی نتایج نشان داد که در هر دو شرایط آزمایش از لحاظ کلیه صفات مورد مطالعه تفاوت بسیار معنی‌داری بین اکوتیپ‌ها وجود داشت که از این تنوع ژنتیکی می‌توان در برنامه اصلاحی آویشن دنایی استفاده نمود. تنش خشکی باعث بیشترین کاهش در صفات وزن تر اندام هوایی، سطح تاج‌پوشش و طول برگ گردید. اکوتیپ خرم‌آباد۱ برای وزن تر و خشک و اکثر صفات رویشی مؤثر بر عملکرد بوته بیشترین مقدار را در هر دو شرایط آزمایش به خود اختصاص داد و بنابراین این اکوتیپ را می‌توان به‌عنوان اکوتیپ مقاوم به خشکی در مقایسه با دیگر اکوتیپ‌ها توصیه و آن‌را جهت کشت در شرایط دیم و کمبود رطوبت پیشنهاد نمود. بیشترین تنوع ژنتیکی و فنوتیپی در هر دو شرایط آزمایش در صفات وزن تر اندام هوایی و سطح تاج‌پوشش و کمترین آن در صفات ارتفاع بوته و تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی دیده شد. بیشترین وراثت‌پذیری عمومی به صفات وزن خشک اندام هوایی، تعداد روز تا اولین و ۵۰٪ گلدهی، درصد اسانس و تعداد ساقه در بوته اختصاص داشت. اکوتیپ‌های مورد مطالعه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و با محاسبه فاصله اقلیدسی در هر دو شرایط آزمایش در سه گروه قرار گرفتند و این گروه‌بندی‌ها به طور کامل با منشأ جغرافیایی اکوتیپ‌ها تطابق نداشت. در کل می‌توان اکوتیپ‌های خرم‌آباد۱، اراک۱، خرم‌آباد۲ و فریدونشهر که در هر دو شرایط آزمایش در یک گروه قرار گرفتند و از نظر اکثر صفات مورد مطالعه مقدار بیشتری را به خود اختصاص دادند را به‌عنوان اکوتیپ‌های مقاوم به خشکی در آویشن دنایی جهت برنامه‌های اصلاحی معرفی نمود.

منابع

1. Abdullahnejad, E., V. Pozesh and S. Zavareh. 2019. Comparison of the different plant germplast cryopreservation methods on growth and germination indices of thyme (*Thymus daenensis*). Journal of Crop Breeding, 28(10): 155-161 (In Persian).
2. Ardakani, M.R., B. Abbaszadeh, A. Sharifi Ashoorabadi, M.J. Lebaschy, P. Moaveni and F. Mohabati. 2010. Drought stress effect on growth indices in Dracocephalum (*Melissa officinalis* L.). Plant and Biome, 6: 47-58 (In Persian).
3. Azimzadeh, M. 2010. Evaluation drought tolerance in 16 safflower genotype. Iranian Journal of Field Crops Research, 8: 871-877 (In Persian).
4. Babaee, K., M.A. Dehaghi, A. Sanavi and R. Jabbari. 2010. Water deficit effect on morphology, prolin content and thymol percentage of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 2(26): 239-251 (In Persian).
5. Bahreininejad, B., J. Razmjoo and M. Mirza. 2013. Influence of water stress on morpho-physiological and phytochemical traits in *Thymus daenensis*. International Journal of Plant Production, 7(1): 151-166.
6. Bannayan, M., F. Nadjafi, M. Azizi, L. Tabrizi and M. Rastgoo. 2008. Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. Industrial Crops and Products, 27: 11-16.
7. Barazandeh, M. and K. Bagherzadeh. 2007. Evaluation of essential oil chemical components of *Thymus daenensis* Celak. collected from four regions in Esfahan province. Journal of Medicinal Plants, 6(3): 15-19 (In Persian).
8. Blum, A. 1988. Plant breeding for stress environments. CRC Press, 223 pp.
9. Farhadi, H., M. Azizi and S.H. Nemati. 2017. The effect of water deficit stress on morphological characteristics and yield components of landraces (*Trigonella foenum- graecum* L.) fenugreek eight. Journal of Crop Science Research in Arid Regions, 1(1): 120-132 (In Persian).
10. Ghaderi, A.A., B.A. Fakheri and N. Mahdi Nezhad. 2017. Evaluation of the morphological and physiological traits of thyme (*Thymus vulgaris* L.) under water deficit stress and foliar application of ascorbic acid. Crops Improvement, 9(4): 817-835 (In Persian).
11. Ghaedi Jashni, M. and S.M. Mosavinik. 2015. Effect of drought stress and phosphorus and zinc fertilizers levels on the agro-morphological traits and essential oil content of German chamomile. Environmental Stresses in Crop Sciences, 8(1): 65-72 (In Persian).
12. Hadian, J., E. Karimi, M. Shouryabi, F. Nadjafi and M.R. Kanani. 2016. Evaluation of morphological variation and path coefficient analysis of oil content of *Thymus daenensis* celak populations. Plant Production Technology, 16(1):41-56 (In Persian).
13. Jamzad, Z. 2010. Thymes and savorys of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands Press, 172 (In Persian).
14. Jazizadeh, E. and F. Mortazainejad. 2017. Effects of water stress on morphological and physiological indices of *Cichorium intybus* L. for introduction in urban landscapes. Journal of Plant Process and Function, 6(21): 279-290 (In Persian).
15. Khorshidi, J., M. Shokrpour and V. Nazeri. 2016. Evaluation of response to water deficit stress in *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* using stress tolerance indices. Iranian Journal of Horticultural Science, 46(4): 563-574 (In Persian).
16. Khorshidi, J., M. Shokrpour and V. Nazeri. 2018. Effect of water deficit stress on yield, essential oil and some of physiological traits in different ecotypes of *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* in Karaj region. Iranian Journal of Horticultural Science, 49(3): 613-624 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

[DOI: 10.29252/jcb.12.33.127]

17. Khorshidi, J., M. Shokrpour and V. Nazeri. 2018. Assessment of genetic diversity in different populations of *Thymus daenensis* Celak. using ISSR marker. Journal of Agricultural Biotechnology, 10(2): 59-74 (In Persian).
18. Letchamo, W. and A. Gasselin. 1996. Transpiration, essential oil glands, epicuticular wax and morphology of *Thymus vulgaris* are influenced by light intensity and water supply. Journal of Horticultural Science, 71(1): 123-134.
19. 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).
20. McDowell, N., W.T. Pockman, C.D. Allen, D.D. Breshears, N. Cobb, T. Kolb, J. Plaut, J. Sperry, A. West and D.G. Williams. 2008. Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought?. New Phytologist, 178: 719-739.
21. MINITAB Inc. 2013. Release 18. MINITAB Inc., Pennsylvania State University, PA, USA.
22. Mohammadpour Vashvaei, R., M. Galavi, M. Ramroudi and B.A. Fakheri. 2015. Effects of drought stress and bio-fertilizers inoculation on growth, essential oil yield and constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L.). Agroecology, 7(2): 237-253 (In Persian).
23. Noroozi, M. and K.S. Abdolreza. 2013. Effect of water stress and plant density on growth and seed yield of safflower. Iranian Journal of Field Crops Research, 10: 781-788 (In Persian).
24. Omidbaygi, R. 2009. Production and processing of medicinal plants. Astane ghodse Razavi, 1: 347 pp.
25. Omidbaygi, R., A. Hassani and F. Sefidkon. 2003. Essential oil content and composition of sweet Basil (*Ocimum basilicum*) at different irrigation regimes. Journal of Essential Oil Breeding Plants, 6: 104-108.
26. Parvizparashkoh, S., A. Mohamadi and S. Mousavi. 2013. Study of morphologic diversity of 24 *Thymus* ecotypes. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 21(2): 329-342 (In Persian).
27. Pazaki, A., H. Rezaiee, D. Habibi and F. Paknejad. 2012. Effect of drought stress, ascorbate and gibberellin spraying on some of morphological traits, water relative content and cytoplasmic membrane stability of *Thymus vulgaris* L. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 8(1): 1-13 (In Persian).
28. Pouraboughadareh, A., M.R. Naghavi and M. Khalili. 2013. Water defcit stress tolerance in some of barley genotypes and landraces under field conditions. Notulae Scientia Biologicae, 5: 249-255.
29. Rezaei, M., A. Safarnejad, M. Arab, S.B.L Alamdari and M. Dalir. 2016. Investigation of morphologic variation and essence value in several thyme native species (*Thymus sp.*) of Iran. Journal of Horticultural Science, 30(3): 383-394 (In Persian).
30. Rosielle, A.A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science, 21: 943-946.
31. Roy, D. 2000. Plant breeding, analysis and exploitation of variation. Alpha Science International, UK, 701 pp.
32. Rustaie, A. 2009. The effect of ecological conditions on morphologic and phytochemical properties in *Thymus daenensis* Celak. M.Sc Thesis, Tehran University, Iran, (In Persian).
33. Sadeghzadeh-Ahari, D., M.R. Hassandokht, A.K. Kashi and A. Amri. 2016. Effect of drought stress on some agronomical and physiological traits of Iranian fenugreek landraces. Arid Biome Scientific and Research Journal, 6(1): 95-101 (In Persian).
34. Saffari; M., M. Oveysi and R. Zarghami. 2015. Effect of putrescine polyamine on some traits of the herb thyme (*Thymus vulgaris* L.) Under water deficit stress. Agronomic Research in Semi Desert Regions, 12(4): 279-289 (In Persian).
35. Salamati, M.S. and H. Zeinali. 2013. Evaluation of genetic diversity of some *Nigella sativa* L. genotypes using Agro-morphological characteristics. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29(1): 201-214 (In Persian).
36. Salamati, M.S. and H. Zeinali. 2013. Evaluation of genetic variation in different populations of *Cuminum cyminum* L. using morphological traits. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29(1): 51-62 (In Persian).
37. SAS Institute Inc. 2010. Base SAS 9.2 procedure guide: statistical procedures, 3rd edition: Cary, N.C: SAS Institute Inc.
38. Sodaiizadeh, H., M. Shamsaie, M. Tajamoliyan, S.A.M. Mirmohammady Maibody and M.A. Hakimzadeh. 2016. The Effects of water stress on some morphological and physiological characteristics of *Satureja hortensis*. Journal of Plant Process and Function, 15(5): 1-12 (In Persian).
39. Sodaiizadeh, H., M. Shamsaie, M. Tajamoliyan, S.A.M. Mirmohammady Maibody and M.A. Hakimzadeh. 2017. Evaluation of some physiological characteristics of *Thymus fedtschenko* under different levels of water stress. Environmental Stresses in Crop Sciences, 9(4): 423-427 (In Persian).
40. SPSS Inc. 2015. The SPSS system for windows. Release 23. SPSS Inc., IBM Company Headquarters, USA.
41. Wang, W., B. Vinocur and A. Altman. 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. Planta, 218: 1-14.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

[DOI: 10.29252/jcb.12.33.127]

Evaluation of Drought Tolerance in *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* Ecotypes

Masoud Golestani[1] and Seyed Rasoul Sahhafi[2]

1- Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran,
(Corresponding author: email: ma_golestani@yahoo.com)
2- Assistant Professor, Vali-e-Asr University of Rafsanjan
Received: July 23, 2019 Accepted: November 24, 2019

Abstrac

Thymus daenensis subsp. *daenensis* is one of the endemic medicinal plants in Iran that is valuable for high essential oil content and high thymol in its essential oil. In order to study the effect of drought stress on some agronomical traits of 12 ecotypes of *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* from different regions of Iran and their classification, two experiments (under normal and drought stress conditions) were carried out using randomized complete block design with four replications in Payame Noor University of Abarkouh (Yazd province) in 2017-2018. 14 agronomical traits were recorded in drought and non-stress conditions. The results of combined analysis of variance revealed that the differences among ecotypes were significant ($p<0.01$) in all the studied traits. Drought stress reduced leaf width, plant area and shoot fresh weight 41.4%, 39.5% and 39.4%, respectively, compared to normal condition. The highest genetic diversity was observed for shoot fresh weight under non-stress (40.31%) and drought stress (44.33%) conditions. The highest broad-sense heritability was belonged to shoot dry weight (97.65%), number of days to first (99.1%) and 50% flowering (99.65%) and essential oil content (99.7%). Shoot fresh and dry weight, number of days to first and 50% flowering were the traits related to drought tolerance. Cluster analysis, based on Ward method and by using Eucilidian distance, classified *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* ecotypes under stress and non-stress conditions into three groups. Drought tolerant ecotypes were placed in second group under both conditions. The results showed that Khoramabad1, Khoramabad2, Arak1 and Fereydunshahr ecotypes are suitable for improvement drought tolerance in *Thymus daenensis* subsp. *daenensis*.

Keywords: Cluster analysis, Genotypic and phenotypic coefficient of variation, Heritability

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-04-29]

[DOI: 10.29252/jcb.12.33.127]