



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

مسعود گلستانی^۱ و سید رسول صحافی^۲

(ma_golestani@yahoo.com)

- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (تویسته مسouول)

- 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 به دلیل انسانس بالا و تیمول زیاد در انسانس، از اهمیت بالایی برخوردار است. به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی صفات زراعی و گروه‌بندی ۱۲ اکوتبی‌های آویشن دنایی از مناطق مختلف ایران، آزمایشی در دو محیط تنش خشکی و بدون تنش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷ در دانشگاه پیام نور شهرستان ابرکوه (استان یزد) انجام شد. ۱۴ صفت مختلف زراعی در هر دو شرایط تنش اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین اکوتبی‌ها 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 ۴/۳۹/۵، ۴/۳۹/۴ و ۴/۳۹/۴ درصد نسبت به شرایط بدون تنش بیشترین کاهش را نشان دادند. بیشترین ضریب تغییرات ژنتیکی در شرایط بدون تنش (۴۰/۳۱ درصد) و در شرایط تنش (۴۴/۳۳ درصد) به وزن تر اندام هوایی اختصاص داشت. بیشترین وراثت پذیری عمومی در صفات وزن خشک اندام هوایی (۷۶/۷۵ درصد)، تعداد روز تا اولین (۹۹/۱ درصد) و٪ ۵۰ گلدهی (۶۵/۶۵ درصد)، درصد انسانس (۹۹/۷ درصد) و تعداد ساقه در بوته (۰/۰۲ درصد) مشاهده شد. برای اساس صفات وزن تر و خشک اندام هوایی، تعداد روز تا اولین و٪ ۵۰ گلدهی صفات مرتبط با تحمل به خشکی بودند. تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و با محاسبه فاصله اقلیدسی، اکوتبی‌های مورد مطالعه را در هر دو شرایط آزمایش در سه گروه داد و اکوتبی‌های متحمل به خشکی در شرایط تنش در گروه دوم قرار گرفتند. نتایج نشان داد که می‌توان از اکوتبی‌های خرم‌آباد^۱، اراک^۲ و فریدونشهر که تحمل بالاتری نسبت به خشکی نشان دادند برای به نزدیکی تحمل به خشکی در آویشن دنایی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، ضریب تغییرات ژنتیکی و فنتیکی، وراثت پذیری

گیاهان دارویی و مرتعی به دلیل برداشت‌های بی‌رویه و همچنین بروز تنش‌های زیستی و غیرزیستی با خطر روزافزون نابودی و انراض 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 رسد^(۲). با توجه به تنوع بسیار بالای آویشن دنایی از لحاظ ژنتیکی، مورفولوژیک و فیتوشیمیایی^(۳)، نخستین گام در جهت اهلی‌سازی این گیاه، یافتن اکوتبی‌هایی از این گیاه است که ضمن داشتن عملکرد ماده‌ی خشک و انسانس زیاد، تحمل بالایی به شرایط کم آبی داشته باشد. با بررسی اکوتبی‌ها به صورت جداگانه و در محیط رشد طبیعی آنها نمی‌توان برتری یک اکوتبی را از نظر تحمل به خشکی تعیین نمود چراکه شرایط محیطی محل رویش اکوتبی‌های مختلف و برهمکنش ژنتیک و محیط مانع دستیابی به این موضوع می‌شود. بنابراین، ارزیابی اکوتبی‌ها در شرایط کشت یکسان و بررسی آنها از نظر تحمل به خشکی امری ضروری به‌نظر می‌رسد. در این راستا ارزیابی جوامع و یا اکوتبی‌های آویشن دنایی در شرایط کم آبی، بررسی آنها از نظر صفات زراعی و شناسایی اکوتبی‌های مقاوم به شرایط تنش کم آبی سودمند می‌باشد. چرا که به خوبی مشخص شده است که اثر تنش کم آبی بر رشد و عملکرد ماده‌ی خشک و درصد انسانس اکوتبی‌های ارزیابی عملکرد ماده‌ی خشک و درصد انسانس اکوتبی‌های آویشن دنایی تحت تأثیر سطوح مختلف ایباری نشان داد که

مقدمه

آویشن دنایی (*Thymus daenensis* subsp. *daenensis*) یکی از گیاهان دارویی بومی ایران و متعلق به تیره نعناعیان (Lamiaceae) است که به دلیل انسانس زیاد (تا ۳/۹ درصد) و تیمول بسیار بالای موجود در انسانس (تا ۷۸/۳ درصد)، در مقایسه با سایر گونه‌های آویشن برتری دارد^(۷). این گونه در ایران پراکنش وسیعی دارد (شمال غرب، غرب، مرکز و جنوب‌غرب ایران)، که نشان‌دهنده سازگاری بالای آن با اغلب شرایط اقلیمی است^(۱۳). این گیاه از ارتفاعات کم تا ۱۶۴۷-۲۵۹۰ 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 غیرزندۀ 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 از خاک تجاوز نموده و فراتر رود^(۲۰). با توجه 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 به دلیل کم آبی تحت تأثیر کاهش پتانسیل آب خاک و در نتیجه تنش خشکی قرار گیرد^(۲۳).

زراعی گیاه آویشن دنایی و گروه‌بندی اکوتیپ‌های مختلف این گیاه از نظر این صفات انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر تنفس خشکی روی صفات زراعی گیاه آویشن دنایی و گروه‌بندی اکوتیپ‌های مختلف این گیاه، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷ 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 تنفس و بدون تنفس در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد و ۱۲ اکوتیپ آویشن دنایی به صورت تصادفی به کرتها اختصاص یافتند. بذور اکوتیپ‌های مورد مطالعه از استان‌های اصفهان (اصفهان، فردین، فردیوشهر و سمیرم)، مرکزی (اراک ۱، اراک ۲ و شازند)، لرستان (خرم‌آباد، خرم‌آباد ۲ و الیگودرز) و همدان (همدان و ملایر) جمع‌آوری گردید. بذرهای جمع‌آوری شده برای تولید نشا در گلخانه در گلخانه‌ای یکبار مصرف حاوی ۵۰ درصد ماسه‌بادی و ۵۰ درصد پیت کاشته شدند. نشاهای ۵-۱۰ سانتی‌متری پس از ۱۰ روز مقاوم‌سازی (کاهش آبیاری و قراردادن آنها در بیرون گلخانه) در اسفندماه ۱۳۹۶ به مزرعه انتقال داده شدند. هر واحد آزمایشی پس از حذف اثرات حاشیه‌ای شامل یک ردیف به طول ۱۰ متر بود. فاصله بین ردیف‌ها ۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها از یکدیگر یک متر بود. در هر ردیف تعداد ۱۰ بوته کاشته شد. شرایط تنفس آبی پس از استقرار کامل گیاه اعمال گردید. در شرایط آبیاری نرمال، آبیاری بر اساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تنستک تبخیر از زمان کاشت تا پایان دوره آبیاری و در شرایط تنفس آبی، آبیاری بر اساس ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تنستک تبخیر پس از استقرار کامل گیاهان انجام شد.

برای صفات تعداد روز تا اولین و ۵۰٪ گلدهی برای اکوتیپ‌های مختلف، به صورت روزانه از محل مزرعه بازدید به عمل آمد و تاریخ تعداد روز تا اولین و ۵۰٪ گلدهی ثبت گردید. به منظور 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 به عنوان مقادیر آن صفت استفاده گردید. صفات مورد بررسی شامل صفات طول و عرض برگ، ارتفاع بوته، بزرگترین و کوچکترین قطر تاج پوشش، سطح تاج پوشش، تعداد ساقه در بوته، تعداد گل در گل آذین، تعداد روز تا اولین و ۵۰٪ گلدهی، وزن تر و خشک اندام هوایی، درصد و عملکرد انسان بودند. برای تعیین سطح تاج پوشش هر اکوتیپ ابتدا میانگین بزرگترین و کوچکترین قطر تاج پوشش هر اکوتیپ محاسبه گردید، مقدار حاصل به عنوان قطر دایره‌ای فرضی در نظر گرفته شد و با استفاده از فرمول محاسبه مساحت دایره مقدار تاج پوشش هر اکوتیپ محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی بوته‌ها در زمان ۵۰٪ گلدهی برداشت شدند و در سایه و در دمای ۴۰

اکوتیپ‌ها از لحظه عملکرد ماده خشک و درصد انسان 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 تنفس خشکی موجب افزایش درصد انسان و کاهش عملکرد ماده خشک شده است (۵). در بررسی اثر تنفس خشکی بر روی صفات زراعی مختلف در گیاه آویشن با غی (Thymus vulgaris L.) مشخص شد که تنفس خشکی بر روی صفات عملکرد ماده خشک، طول شاخصاره، 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 انسان، وزن خشک و تر برگ تأثیر معنی‌دار داشت (۱۰، ۲۲، 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 بدروش حداقل واریانس وارد (Ward) و معیار فاصله اقلیدسی، ۲۴ اکوتیپ از جنس آویشن (Thymus sp.) را بر مبنای 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 خوش‌های این جوامع مورد مطالعه آویشن دنایی را براساس صفات مورفو‌لوجیکی در چهار گروه مستقل از هم تفکیک کرد به طوری که 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 به طور کامل مورد ارزیابی قرار گیرد. برای درک این ویژگی‌ها در گیاه آویشن دنایی به عنوان یک گیاه با ارزش دارویی بزرگ بررسی اثرات تنفس خشکی مورد نیاز می‌باشد. گیاهان دارویی انحصاری ایران به دلایل مختلفی همچون برداشت‌های بی‌رویه در معرض خطر نابودی و انقراض قرار دارند، از این‌رو، اهلی کردن و توسعه کشت و کار آنها و بررسی توده‌های بومی و یا اکوتیپ‌های آنها در شرایط تنفس خشکی، دست کم در مورد برخی از گونه‌ها، به عنوان یکی از راهکارهای مؤثر اجتناب‌نایاب‌تر است. با توجه به نیاز کشور به گیاهان دارویی مانند آویشن دنایی، استفاده از ظرفیت‌هایی کشور و ارزیابی عملکرد ژنتیکی‌های مختلف آن در شرایط کشت‌شده در مزارع به‌ویژه در شرایط تنفس کم‌آبی ضروری است. با توجه به اهمیت گیاه آویشن دنایی و همچنین شرایط خشک و نیمه‌خشک بیشتر مناطق ایران، مطالعه اثر تنفس خشکی بر خصوصیات زراعی در گیاه آویشن دنایی بسیار بالرزش است. با وجود پژوهش‌های انجام‌شده جهت بررسی تنفس خشکی در سایر گونه‌های آویشن و بر اساس بررسی‌های به عمل آمده مطالعات کمی در زمینه اثر تنفس خشکی بر خصوصیات زراعی آویشن دنایی صورت گرفته است. با توجه به موارد ذکر شده این پژوهش به منظور بررسی تأثیر تنفس خشکی بر صفات

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 خوشاید به روش وارد (Ward) و بر مبنای فاصله اقلیدسی به عنوان معیار تشابه استفاده گردید. در این خصوص به علت متفاوت بودن واحدهای اندازه‌گیری صفات نخست داده‌ها استاندارد و سپس برای گروه‌بندی اکوتیپ‌ها به کار گرفته شدند. برای بررسی تأیید صحت گروه‌بندی انجام‌شده از تجزیه تابع تشخیص استفاده شد. برای انجام تجزیه‌های آماری از نرم‌افزارهای SAS (نسخه ۹، ۲۷)، SPSS (نسخه ۴۰) و Minitab (نسخه 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 داشند (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 به جز عرض برگ و درصد انسانی 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. بحریانی‌نژاد و همکاران (۵) نیز گزارش کردند که تنش خشکی روی درصد انسانی 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 انسانی، وزن خشک و تر برگ تأثیر معنی‌دار داشت (۱۰، ۴، ۲۷، ۲۲، ۳۴، ۱۸).

بنابراین نتایج تحقیقات ذکر شده با مطالعه حاضر مطابقت دارد.

درجه سانتی‌گراد خشک شده و سپس با استفاده از ترازو با دقیق ۰/۰ گرم توزین شدن. وزن تر و خشک اندام هوایی براساس پنج بوته و برحسب گرم تعیین شد. برای اندازه‌گیری میزان انسانس، اندام هوایی گیاهان بعد از برداشت به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه برداشت شده کاملاً خشک گردید. پس از خشک شدن، ۱۰۰ گرم ماده خشک از هر یک از تیمارها خرد و یا آسیاب شد و سپس درون بالن ریخته شد و با دستگاه انسانس گیری کلونجر با روش تقطیر با آب به مدت سه ساعت، انسانس گیری انجام شد (۲۹) و سپس درصد حجمی انسانس اندازه‌گیری شد. عملکرد انسانس از طریق حاصل ضرب وزن خشک اندام هوایی در درصد انسانس به دست 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).

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

\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 ژنتیکی (GCV) و فوتیپی (PCV) با استفاده از δ_{ph}^2 واریانس فوتیپی، δ_g^2 واریانس ژنتیکی و همچنین میانگین صفات (x) با استفاده از رابطه‌های زیر بر حسب درصد محاسبه شدن (۳۱):

$$GCV = \frac{\sqrt{\delta_g^2}}{x} \times 100$$

$$PCV = \frac{\sqrt{\delta_{ph}^2}}{x} \times 100$$

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

$$h^2 = \frac{\delta_g^2}{\delta_g^2 + \frac{\delta_{gl}^2}{l} + \frac{\delta_e^2}{rl}}$$

در رابطه فوق δ_g^2 واریانس ژنتیکی، δ_{gl}^2 واریانس برهمکنش ژنتیپ و تنش، δ_e^2 واریانس خطای l تعداد تکرار و ۱ تعداد شرایط تنش می‌باشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در اکوئیپ‌های 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	آزادی	درجه	وزن تر اندام هواي	وزن خشک اندام	بزرگترین قطر تاج پوشش	کوچکترین قطر تاج پوشش	طول برگ سطح تاج پوشش	عرض برگ
تنش	۱	**	۱۹۲۸۳۷/۱۵	۱۴۰۷۸/۶**	۳۳۷۹/۳۸*	۲۸۴۳/۱۶**	۱۵۳۱۴۱۶۲/۲۵*	۰/۳۱ns
تکرار در تنش	۶	*	۶۳/۲۹	۱۲۲/۴۶	۳۳/۳۲	۱۲/۹۶	۴۴۸۲۵/۲۱	۰/۰۶
اکوئیپ	۱۱	**	۲۶۴۴۳/۲۶**	۲۲۶۶/۹۴**	۸۲۲/۵۸*	۵۸۶/۹۲**	۳۱۹۱۴۱۸/۹**	۰/۰۹**
تنش × اکوئیپ	۱۱	**	۲۲۰۹/۴۵**	۳۵/۶۱ns	۵۳/۳۳ns	۴۰/۵۱ns	۲۶۸۴۱۱/۹۵*	۰/۰۰۳ns
خطا	۶	*	۸۰/۲۲	۴۹/۷۳	۶۲/۷۵	۵۵/۲۱	۱۰۶۶۱۶/۶۵	۰/۱۱
ضریب تغییرات (%)	۴/۹	*	۱۱/۷۴	۱۶/۸	۱۸/۱۷	۲۰/۱۲	۱۵/۱۷	۱۸/۱۷

* و **: بهترتب غیرمعنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد ns

ادامه جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در اکوئیپ‌های 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	آزادی	درجه	ارتفاع بوته اولین گلدهی	تعداد روز تا گلدهی	تعداد روز تا ۵۰٪	تعداد گل در گل آذین	تعداد ساقه در بوته	عملکرد انسانس
تنش	۱	**	۲۴۴/۵۱**	۲۵۲۹/۳**	۱۳۴۶/۲۵**	۲۴۱۵۵/۴**	۳۹۱۵/۹**	۳۰/۰۵*
تکرار در تنش	۶	*	۱/۴۳	۱۸/۴۲	۱۷۱/۳۴	۲۹/۷۸	۸۲/۹۲	۰/۴۳
اکوئیپ	۱۱	**	۳۳/۳۳**	۱۱۸۲/۸۲**	۹۸۲/۹۱**	۱۳۳۷۳/۷**	۱۳۸۶/۲۶**	۵/۶۷**
تنش × اکوئیپ	۱۱	**	۳/۰۴ns	۹/۷۵ns	۳/۵۴ns	۴۰/۲۸۸**	۱۲/۵۲ns	۰/۱۸ns
خطا	۶	*	۲/۸۳	۶۰/۷۴	۴۹/۹۴	۵۲/۷۶	۴۱/۸۱	۰/۱۷
ضریب تغییرات (%)	۹/۷۳	*	۱۰/۷۵	۸/۲	۳/۷۸	۱۵/۹۹	۱۵/۸۸	۱۵/۸۸

* و **: بهترتب غیرمعنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد ns

تعداد گل در گل آذین از مقایسه میانگین به روش برش دهی (جدول ۳) استفاده شد و برای سایر صفات از مقایسه میانگین اثرات اصلی اکوئیپ در تجزیه واریانس مرکب (جدول ۴) استفاده گردید.

نتایج حاصل از میانگین و درصد کاهش صفات مورد مطالعه که اثر تنش خشکی بر روی آنها معنی دار بوده است (جدول ۱) در جدول ۲ آورده شده است. از بین این صفات برای آنها که برهمنکش تنش در اکوئیپ معنی دار شده است یعنی وزن تر اندام هواي، سطح تاج پوشش، طول برگ و

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

شرایط آزمایش	وزن تر اندام هواي (gr)	وزن خشک اندام هواي (gr)	طول برگ (cm)	سطح تاج پوشش (cm ²)	کوچکترین قطر تاج پوشش (cm)	بزرگترین قطر تاج پوشش (cm)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد گل در گل آذین	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	تعداد ساقه در بوته	عملکرد انسانس (gr)
بدون تنش	۷۲/۱۶	۴۶/۳۲	۱/۵۶	۲۰۲۲/۱۱	۴۶/۳۲	۵۳/۰۸	۲۰۷/۷۶	۸۹/۹۲	۷۷/۶۳	۱۸/۹	۴۶/۸۱
تنش	۴۷/۹۴	۴۱/۲۲	۰/۹۱	۱۲۲۳/۳۱	۳۵/۴۴	۷۲/۹۴	۱۷۶/۰۲	۸۲/۴۳	۶۷/۳۶	۱۵/۷۱	۳۴/۰۳
درصد کاهش	۳۹/۴۲	۲۲/۳۴	۴۱/۴	۳۹/۵	۳۵/۴۴	۲۲/۳۴	۱۳/۲۳	۱۳/۲۳	۱۶/۸۹	۱۵/۲۷	۳/۱۹

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

باشد (۵). در شرایط بدون تنش بیشترین وزن تر اندام هواي در اکوئیپ‌های خرم‌آباد، خرم‌آباد ۲ و اراک ۱ بهترتب با میانگین‌های ۳۷۱/۲۷، ۳۷۱/۳۸، ۳۴۱/۳۸ و ۳۰۴/۲۳ و ۵۴/۴۱ گرم و کمترین آن مربوط به اکوئیپ شازند با میانگین ۹۱/۳۴ گرم بود. در شرایط تنش خشکی اکوئیپ‌های خرم‌آباد ۱ و خرم‌آباد ۲ بهترتب با میانگین‌های ۲۴۱/۶۲ و ۲۱۴/۶۱ گرم بیشترین و اکوئیپ اصفهان با میانگین ۵۴/۴۱ گرم کمترین مقدار را داشتند (جدول ۳). بیشترین مقدار وزن خشک اندام هواي در هر دو

وزن تر و خشک اندام هواي در شرایط تنش خشکی بهترتب ۳۹/۴۲ (میانگین در شرایط بدون تنش و تنش خشکی بهترتب برابر ۲۲۷/۳ و ۱۳۷/۷ گرم) و ۳۳/۵۶ (میانگین در شرایط بدون تنش و تنش خشکی بهترتب برابر ۴۷/۹۴ و ۷۲/۱۶ گرم) درصد کاهش را نشان دادند (جدول ۲). کاهش وزن تر و خشک در اثر تنش خشکی می‌تواند به علت اختصاص بیشتر مواد فتوسنتری به ریشه نسبت به بخش‌های هوايی گیاه و کاهش صفاتی مانند ارتفاع بوته و سطح برگ

بیشترین و کمترین میانگین تعداد ساقه در بوته را در هر دو شرایط به خود اختصاص دادند (جدول ۳). با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که اکوتیپ خرم‌آباد ۱ بر عملکرد تر و خشک و اکثر صفات رویشی مؤثر بر عملکرد بوته بیشترین مقدار را در هر دو شرایط آزمایش به خود اختصاص داده است، بنابراین اکوتیپ خرم‌آباد ۱ را می‌توان به عنوان اکوتیپ متتحمل به شرایط خشکی در مقایسه با دیگر اکوتیپ‌ها معروفی کرد و آن را جهت کشت در شرایط دیم و کم‌آبیاری پیشنهاد نمود.

شرایط تنش خشکی باعث زودرس ترشدن اکوتیپ‌های مورد بررسی در این پژوهش شد. به طوری که میانگین تعداد روز تا اولین و ۵۰٪ گلدهی در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش به ترتیب ۱۳/۲۲ 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 تعییر 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 انجام شده 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 انسانس معادل ۳۵/۰۷ درصد بود (جدول ۲). کاهش عملکرد انسانس در اثر کاهش رطوبت خاک می‌تواند ناشی از اثر تنش آبی بر رشد قسمت رویشی گیاه باشد. از آنجا که مهم‌ترین جزء عملکرد انسانس عملکرد قسمت رویشی گیاه است، بنابراین به دلیل کاهش محسوس وزن خشک اندام هوازی، عملکرد انسانس نیز کاهش یافت. کاهش عملکرد انسانس در اثر تنش خشکی در پژوهش‌های انجام‌شده به وسیله محمدپور و شوایی و همکاران (۲۲) و لنجامو و گاسلین (۱۸) روی اویشن باغی و خوشیدی و همکاران (۱۶) روی اویشن دنایی گزارش شد که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. اکوتیپ خرم‌آباد ۱ و خرم‌آباد ۲ بیشترین و اکوتیپ شازند کمترین عملکرد انسانس را در هر دو شرایط به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

شرایط در اکوتیپ‌های خرم‌آباد ۱ و خرم‌آباد ۲ به ترتیب 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، به طوری که 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 به منظور کاهش میزان میزان جذب تشبعش، زاویه انسباب شاخه‌های خود را نسبت به ساقه اصلی کاهش می‌دهد که این عمل باعث کاهش قطر تاج و در نتیجه حجم گیاه می‌گردد (۳۹). نتایج به دست آمده توسط سودایی‌زاده و همکاران (۳۸) بر روی گیاه مرزه و اردکانی و همکاران (۲) بر روی گیاه بادرنجویه نیز با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. بیشترین سطح تاج در شرایط بدون تنش در اکوتیپ خرم‌آباد ۱ و فریدون‌شهر به ترتیب با مقادیر ۳۳۵۶/۴۶ و ۲۸۵۶/۲۳ سانتی‌متر مربع و در شرایط تنش خشکی بیشترین ۹۲۵/۴۵ سانتی‌متر مربع و در شرایط تنش خشکی بیشترین مقدار سطح تاج در اکوتیپ خرم‌آباد ۲ و خرم‌آباد ۱ به ترتیب 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 خرم‌آباد ۱ 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 به ترتیب کاهش ۱۶/۸۹، ۴۱/۴ و ۲۷/۳ درصد نسبت به شرایط بدون تنش نشان دادند (جدول ۲). کاهش مقدار صفات رویشی در اثر تنش خشکی می‌تواند به دلیل کاهش فشار آماز 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. به همین دلیل اولین اثر قابل مشاهده کم‌آبی بر اندازه کوچک‌تر برگ‌ها و ارتفاع کمتر گیاهان و در نتیجه کاهش وزن خشک گیاه است. (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، ۱۰، ۵، ۴، ۲۲، ۲۷، ۳۴، ۲۲، ۱۸). مطابقت دارد. بیشترین و کمترین مقدار طول برگ در شرایط بدون تنش به ترتیب مربوط به اکوتیپ خرم‌آباد ۱ (۲/۱۱ سانتی‌متر) و اکوتیپ شازند (۰/۹۵ سانتی‌متر) و در شرایط تنش به ترتیب مربوط به اکوتیپ خرم‌آباد ۲ (۱/۴۱ سانتی‌متر) و اکوتیپ اراک ۲ (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 خرم‌آباد ۲ و اکوتیپ اراک ۲ به ترتیب

جدول ۳- مقایسه میانگین اکوپیه‌های آویشن دنایی در شرایط بدون تنفس و تنفس خشکی برای صفات وزن تر اندام هوایی، سطح تاج پوشش، طول برگ و تعداد کل در گل آذین

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

شروع آزمایش	اکوپیت	وزن تراکم هوایی (gr)	سطح تاج بوسش (cm ²)	طول برگ (cm)	تعداد گل در گل آذین
بدون تنفس	اراک	۱۱۲۶/۶۶ ^{er}	۱/۲۵ ^{def}	۲۱۶/۲ ^e	
	شازاد	۹۲۵/۴۵ ⁱ	۰.۹۵ ⁱ	۱۸۳/۲ ^h	
	اصفهان	۱۴۲۰-۳/۴۴ ^{def}	۱/۰-۶ ^{er}	۱۷۸/۹ ⁿ	
	خرمآباد	۳۷۱/۲۷ ^a	۲/۱۱ ^a	۲۰-۳/۱ ⁱ	
	اراک	۳۰۴/۲۲ ^c	۱/۸۵ ^{abc}	۲۳۱/۵ ^d	
	خرمآباد	۳۴۱/۳۸ ^b	۱/۷۹ ^{abc}	۲۳۶/۵ ^{cd}	
	فریدونشهر	۲۹۸/۱۹ ^c	۱/۹۵ ^{ab}	۲۴۷/۶ ^b	
	مالیر	۱۶۲/۷۷ ^g	۱/۱۴ ^{c-f}	۲۴۳/۳ ^{bc}	
	الگوودرز	۲۱۵/۲۱ ⁱ	۱/۵۰ ^{b-e}	۲۷۵/۱ ^a	
	فریدن	۲۰۷/۱۷ ⁱ	۱/۵۵ ^{b-e}	۱۹۳/۵ ^g	
	همدان	۲۵۷/۲۱ ^a	۱/۶۵ ^{a-d}	۱۵۴/۷ ⁱ	
	سمیرم	۲۴۱/۵۵ ^e	۱/۷۱ ^{a-d}	۱۷۹/۱ ^j	
تتش	اراک	۷۲/۱۷ ^j	-/۰۵ ^g	۱۹۸/۱ ^{bc}	
	شازاد	۶۳/۷۱ ^{IK}	-/۰۹ ^d	۱۷۱/۱ ^{de}	
	اصفهان	۵۴/۴۱ ^k	-/۰۵ ^{rg}	۱۶۰/۲ ^{er}	
	خرمآباد	۲۴۱/۶۲ ^a	۱/۲۲ ^b	۱۷۵/۱ ^d	
	اراک	۱۷۸/۴۵ ^d	۱/۰-۵ ^c	۱۹۰/۱ ^c	
	خرمآباد	۲۱۴/۶۱ ^b	۱/۴۱ ^a	۲۱۹/۴ ^a	
	فریدونشهر	۱۹۲/۵۰ ^c	۱/۲۲ ^{ab}	۲۱۰/۷ ^{ab}	
	مالیر	۹۱/۲۲ ⁱ	-/۰۸ ^{def}	۲۰-۸/۵ ^{ab}	
	الگوودرز	۱۱۲/۵۰ ^h	-/۰۳ ^{de}	۲۲۱/۵ ^a	
	فریدن	۱۲۷/۷۲ ^g	-/۰۸ ^{def}	۱۵۱/۲ ⁱ	
	همدان	۱۵۸/۶۸ ^e	-/۰۸ ^{erg}	۱۰-۱/۲ ^g	
	سمیرم	۱۴۲/۸۲ ⁱ	-/۰۵ ^{def}	۱۰-۰/۱ ^g	

صفاتی که به رهمکش تشن^{۱۰} اکوتبی در تجزیه واریانس مرکب برای آنها معنی دار شده است در این جدول آورده شده است. میانگین های با حرف مشترک برای هر صفت و در هو شرایط آزمایشی، اختلاف معنی داری در سطح احتمال آماری ۵٪ در آزمون دانکن با هم ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اکوپیهای آویشن دنایی از نظر صفات^{*} اندازه‌گیری شده
Table 4. Mean comparison of *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* ecotypes for the measured traits

اکوئیپ	وزن خشک اندام هوایی (gr)	بزرگترین قطر تاج پوشش (cm)	کوچکترین قطر تاج پوشش (cm)	ارتفاع پوته (cm)	تعداد روز تا اولین گلدهی	تعداد روز تا گلدهی %۵۰	تعداد ساقه در بوته	عملکرد انسانی (gr)
اراک ۲	۴۱/۸۵ ^g	۳۷/۷۹ ^f	۳۱/۱۹ ^{de}	۱۶/۷ ^{de}	۶۷/۴۹ ^{ef}	۸۰/۶۵ ^{fg}	۱۹/۳۳ ^h	۱/۷۲ ^f
شازند	۳۲/۰۸ ^h	۳۲/۱۴ ^f	۲۶/۴۸ ^e	۱۴/۸ ^{ef}	۶۵/۷۱ ^{efg}	۷۷/۶۸ ^{ghi}	۲۵/۸۶ ^{gh}	۱/۷۹ ^g
اصفهان	۴۷/۵۲ ^{fg}	۳۸/۳۱ ^{ef}	۳۴/۷ ^{cd}	۱۷/۳۹ ^{cd}	۶۰/۴۱ ^{fg}	۷۳/۹۳ ^{hi}	۲۴/۴۶ ^h	۱/۸۷ ^f
خرم آباد ۱	۹۰/۷۷ ^a	۶۲/۱۳ ^a	۵۱/۶۶ ^a	۱۶/۸۹ ^{cde}	۷۳/۰۷ ^{cd}	۸۶/۸۹ ^{def}	۵۴/۶۷ ^{ab}	۳/۷۷ ^{ab}
اراک ۱	۷۲/۶۸ ^c	۵۵/۴۸ ^{abc}	۴۹/۲۳ ^{ab}	۱۶/۴۳ ^{def}	۶۹/۸۸ ^{de}	۸۴/۷ ^{efg}	۵۳/۹ ^{bc}	۳/۱۱ ^{cd}
خرم آباد ۲	۸۲/۰۱ ^b	۵۹/۹۴ ^{ab}	۴۶/۳۸ ^{ab}	۱۶/۷۹ ^{cd}	۷۶/۲۶ ^{cd}	۸۹/۵۷ ^{cde}	۶۰/۲۵ ^a	۳/۸۸ ^a
فریدوش شهر	۷۰/۷۷ ^{cd}	۵۴/۳۲ ^{abc}	۴۹/۴ ^{ab}	۱۵/۶۱ ^{def}	۸۰/۲۷ ^{bc}	۹۲/۷۶ ^{bcd}	۵۰/۷۱ ^{bc}	۲/۴۳ ^{bc}
ملایر	۵۱/۲۹ ^{ef}	۳۸/۷۸ ^{ef}	۳۰/۵۷ ^{de}	۱۸/۴۱ ^{bc}	۸۶/۲۵ ^{ab}	۹۹/۷۳ ^{ab}	۴۱/۰۱ ^{de}	۲/۷۱ ^{de}
الیگودرز	۵۶/۵۴ ^e	۴۷/۰۹ ^{cd}	۴۱/۷۹ ^{bc}	۱۴/۴۷ ^f	۹۲/۶۶ ^a	۱۰/۰۷۹ ^a	۳۶/۶۲ ^{ef}	۲/۹ ^d
فریدن	۵۴/۹۷ ^c	۴۳/۲۳ ^{de}	۳۶/۹۹ ^{cd}	۲۰/۹۹ ^a	۵۷/۵۷ ^{gh}	۷۱/۸۴ ⁱ	۳۱/۶۹ ^{fg}	۱/۸۶ ^f
همدان	۶۴/۰۷ ^d	۵۰/۲۵ ^{cd}	۴۷/۰۲ ^{ab}	۱۹/۹۱ ^{ab}	۵۴/۴۳ ^h	۷۳/۷۳ ^{hi}	۴۶/۷۷ ^{cd}	۳/۷۳ ^e
سمیرم	۵۶/۰۵ ^e	۵۱/۵ ^{bed}	۴۵/۵۲ ^{ab}	۱۹/۵۹ ^{ab}	۸۵/۶۲ ^{ab}	۹۶/۷۹ ^{bc}	۴۰/۶۴ ^{de}	۳/۷۹ ^d

میانگین‌های با حروف مشترک در هر سنتون، اختلاف میان داری در سطح احتمال آماری $\%5$ در آزمون دانک با هم ندارند.

*: صفاتی که برهمکنش تنش \times اوتوب در تجزیه واریانس مرکب برای آنها معنی دار نشده است.

کمتری برای این صفات مشاهده شد. بیشترین مقدار ضریب تعییرات فنوتیپی در شرایط بدون تنفس و تنفس خشکی مربوط به وزن تر اندام هوایی (۴۰ و ۴۴ درصد) و سطح تاج پوششی (۴۱ و ۴۶ درصد) و کمترین آن در هر دو شرایط مربوط به صفات ارتقاب بوته (۱۴ و ۱۵ درصد) و تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی (۱۳ و ۱۶ درصد) بود (جدول ۵). نتایج مشابهی در مورد ضریب تعییرات ژنتیکی، باء، هر دو شرایط مشاهده شد.

ضریب تغییرات فنوتیپی، ژنتیکی و وراثت پذیری

نتایج ضریب تغییرات فنوتیپی، ژنتیکی و وراثت‌پذیری عمومی صفات مورد بررسی در جدول (۵) آورده شده است. در بین صفات مطالعه و در شرایط بدون تنش و تنش خشکی صفات ارتفاع بوته، تعداد روز تا اولین و 50% گلدهی و درصد انسانس در مقایسه با سایر صفات دارای ضریب تغییرات فنوتیپی، کمتر، بودند (جدول ۵). بنابراین تنوع

موضوع نشان‌دهنده این است که تنوع بین اکوئیپ‌ها 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 به جز عرض برگ، ارتفاع بوته و درصد انسانس در محیط تنفس خشکی دارای تنوع بیشتری نسبت به شرایط عدم تنفس می‌باشند. سلامتی و زینتی (۳۵) در بررسی شرایط عدم تنفس از بازدهی ژنتیکی بالاتری نسبت به انتخاب در شرایط بدون تنفس باشد انتخاب در دو محیط برخوردار خواهد بود.

(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 تنفس نسبت به شرایط بدون تنفس بالاتر بود. بر طبق نظر رزیل و همبیلین (۳۰) اگر واریانس ژنتیکی در محیط دارای تنفس بزرگتر از شرایط بدون تنفس باشد انتخاب در محیط دارای تنفس از بازدهی ژنتیکی بالاتری نسبت به انتخاب در شرایط بدون تنفس و انتخاب در دو محیط برخوردار خواهد بود.

در این پژوهش میزان تنوع ژنتیکی برای تمام صفات به جز عرض برگ، ارتفاع بوته و درصد انسانس در شرایط تنفس بیشتر است و احتمالاً گزینش برای بهبود تحمل به خشکی از طریق این صفات در شرایط تنفس خشکی موفقیت بیشتری خواهد داشت. مقادیر ضریب تغییرات ژنتیکی و فتوتیپی در هر دو شرایط برای اغلب صفات تقریباً نزدیک به هم بودند. این

جدول ۵- ضریب تغییرات ژنتیپی، فتوتیپی و وراثت‌پذیری عمومی صفات در اکوئیپ‌های آویشن دنایی

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

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

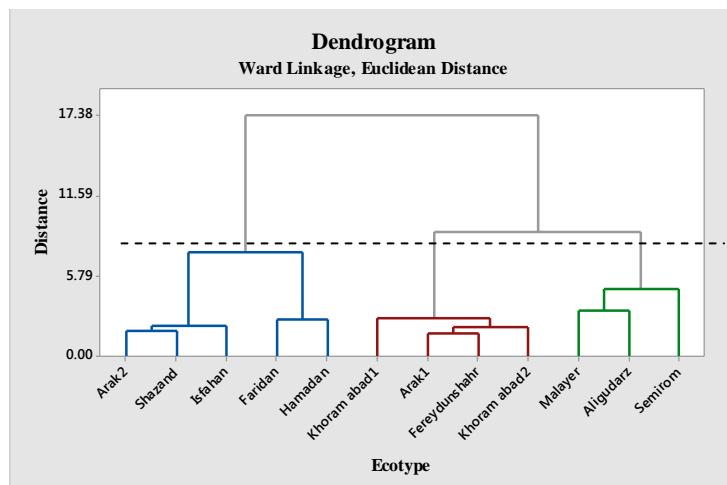
همچنین وراثت‌پذیری شاخصی از نحوه تأثیر روش‌های انتخاب برای آن صفت را نشان می‌دهد. البته باید توجه نمود که برآورد وراثت‌پذیری منحصرًا در مورد آن جامعه خاص، نحوه نمونه برداری و محیطی که در آن رشد یافته است صادق است (۱۹).

گروههای اکوئیپ‌ها با استفاده از تجزیه خوشهای
اکوئیپ‌های مورد مطالعه در شرایط بدون تنفس با استفاده از تجزیه خوشهای و در محل فاصله اقلیدسی $8/4$ در سه گروه مجزا قرار گرفتند (شکل ۱). در گروه اول اکوئیپ‌های ارک ۲، شازند، اصفهان، فریدن و همدان قرار گرفتند. اکوئیپ‌های این گروه از نظر تمام صفات مورد بررسی به جز 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 اکوئیپ‌های خرم‌آباد، ارک ۱،

موفقیت در یک برنامه اصلاحی علاوه بر تنوع ژنتیکی به مقدار وراثت‌پذیری صفات نیز بستگی دارد. صفاتی که کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند، معمولاً وراثت‌پذیری بالای 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 انسانس (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 بالای دارند می‌توان گفت که بیشترین تنوع فتوتیپی مشاهده شده تحت کنترل عوامل ژنتیکی بوده است. میزان وراثت‌پذیری دیدگاه مناسی برای تعیین روش مطلوب جهت اصلاح یک صفت در برنامه‌های بهترزایی است.

ملایر، الیگودرز و سمیرم قرار گرفتند که افراد این گروه از نظر تمام صفات به جز ارتفاع بوته، تعداد روز تا اولین و ۵۰٪ گلدهی، تعداد گل در گل آذین، درصد انسانس و عملکرد انسانس 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.

خرمآباد ۲ و فریدونشهر قرار گرفتند که این اکوتبپهای از نظر تمام صفات مورد بررسی به جز عرض برگ و ارتفاع بوته از میانگین جامعه بیشتر بودند (جدول ۶). پس در شرایط بدون تش می‌توان گفت افراد گروه دوم از نظر اکثر صفات دارای مقادیر بیشتر بودند (جدول ۶) و بنابراین می‌توان این اکوتبپهای را برای دستیابی به عملکرد بالا در آویشن دنایی در شرایط بدون تش پیشنهاد نمود. در گروه سوم اکوتبپهای

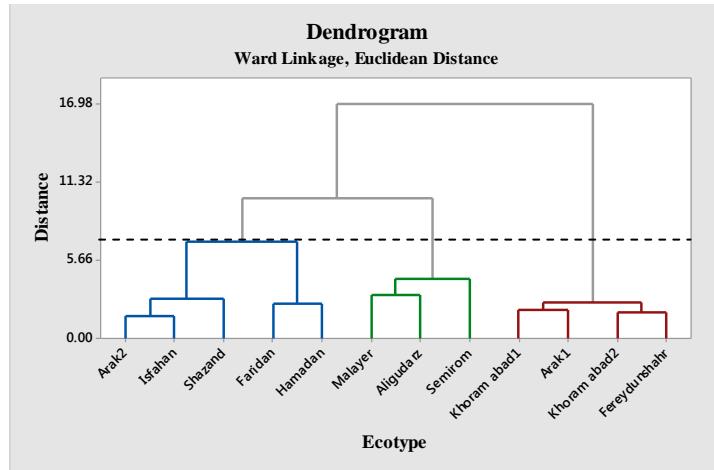


شکل ۱- دندروگرام تجزیه خوشای در اکوتبپهای آویشن دنایی در شرایط بدون تش

Figure 1. Dendrogram of cluster analysis in *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* ecotypes under normal condition

گرفتند و از نظر اکثر صفات مورد مطالعه مقدار بیشتری داشتند بنابراین می‌توان این اکوتبپهای را به عنوان اکوتبپهای مقاوم به خشکی در آویشن دنایی جهت برنامه‌های اصلاحی معرفی نمود. اکوتبپهای ملایر، الیگودرز و سمیرم در گروه سوم قرار گرفتند که این اکوتبپهای فقط از نظر تمام صفات تعداد روز تا اولین و ۵۰٪ گلدهی، تعداد گل در گل آذین، درصد انسانس و عملکرد انسانس 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). به منظور بررسی صحت گروه‌بندی‌های به دست آمده از روش تجزیه خوشای، از تابع تشخیص استفاده گردید که نتایج گروه‌بندی تابع تشخیص در شرایط بدون تش در جدول ۷ و در شرایط بدون تش خشکی در جدول ۸ آمده است. نتایج تجزیه تابع تشخیص نشان داد که تمامی اکوتبپهای به طور صحیح گروه‌بندی شده‌اند و میزان موافقیت تابع تشخیص برای تمامی گروه‌ها ۱۰۰ درصد است.

در شرایط بدون تش خشکی اکوتبپهای آویشن دنایی مورد مطالعه در محل فاصله اقلیدسی ۷/۵ در سه گروه خرمآباد ۲، در گروه اول اکوتبپهای اراک ۲، شازند، اصفهان، فریدن و همدان قرار گرفتند که این اکوتبپهای از نظر تمام صفات مورد بررسی به جز 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 تش نیز مشاهده گردید. در گروه دوم اکوتبپهای خرمآباد ۱، اراک ۱، خرمآباد ۲ و فریدونشهر قرار گرفتند که افراد این گروه از نظر تمام صفات مورد بررسی به جز 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 بدون تش از این اکوتبپهای می‌توان برای رسیدن به عملکرد بالاتر استفاده کرد. با توجه به اینکه اکوتبپهای خرمآباد ۱، اراک ۱، خرمآباد ۲ و فریدونشهر در هر دو شرایط آزمایش در یک گروه قرار



شکل ۲- دنروگرام تجزیه خوشای در اکوپیپ‌های آبیشن دنایی در شرایط تنفس خشکی

Figure 2. Dendrogram of cluster analysis in *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* ecotypes under drought stress condition

جدول ۶ - مقایسه گروه‌های حاصل از تجزیه خوشای در شرایط بدون تنفس و تنفس خشکی

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

عملکرد اسانس (gr)	درصد اسانس	تعداد ساقه در بوته	تعداد گل در گل آذین	تعداد روز تا اولین گلدهی	تعداد روز تا ۵۰٪ ۵۰	ارتفاع بوته (cm)	عرض برگ (cm)	طول برگ (cm)	سطح تاج پوشش (cm ²)	کوچکترین قطر تاج پوشش (cm)	بزرگترین قطر تاج پوشش (cm)	وزن خشک اندام هوایی (gr)	وزن تر اندام هوایی (gr)	گروه	شرایط آزمایش
۲/۲۲	۳/۸۱	۳۵/۴۱	۱۸۵/۳۲	۷۹/۳۸	۶۶/۲۶	۱۹/۷	۰/۶۸	۱/۲۹	۱۴۷۰/۷۶	۴۰/۵۴	۴۴/۶	۵۸/۷۳	۱۵۸/۷	گروه اول	بدون تنفس
۴/۱۸	۴/۵۴	۶۱/۲۶	۲۲۹/۶۷	۹۲/۵۲	۸۰/۷	۱۷/۶۵	۰/۴۶	۱/۹۲	۲۸۷۰/۳	۵۵/۰۱	۶۵/۶۴	۹۲/۶۵	۳۲۸/۷۶	گروه دوم	
۳/۴۷	۵/۱۸	۴۶/۵۱	۲۱۵/۸۶	۱۰۳/۹۹	۹۲/۴۸	۱۹/۲۳	۰/۵۸	۱/۵۲	۱۸۰۹/۷۳	۴۴/۳۵	۵۰/۴۵	۶۷/۲	۲۰۶/۴۹	گروه سوم	
۳/۱۹	۴/۴	۴۶/۸۱	۲۰۷/۷۴	۸۹/۹۲	۷۷/۶۳	۱۸/۹۰	۰/۵۸	۱/۵۶	۲۰۲۲/۱۱	۴۶/۳۲	۵۳/۰۸	۷۲/۱۶	۲۲۷/۳	میانگین جامعه	
۱/۳۷	۳/۷۶	۲۳/۸۱	۱۵۶/۲۶	۷۱/۷۵	۵۵/۹۴	۱۶/۲۴	۰/۶۳	۰/۷۱	۸۶۲۰/۷۶	۳۰	۳۴/۰۷	۳۷/۴۵	۹۵/۷۴	گروه اول	تنفس
۲/۱۲	۵/۰۷	۳۲/۳۱	۱۷۸/۳۶	۹۷/۵۴	۸۳/۸۷	۱۵/۷۴	۰/۵۶	۰/۷۹	۱۱۴۸/۵	۳۳/۹۸	۴۱/۱	۴۲/۰۴	۱۱۵/۵۱	گروه دوم	
۲/۹	۴/۴۴	۴۸/۰۹	۱۹۸/۸	۸۴/۴۳	۶۹/۲۵	۱۵	۰/۴۳	۱/۲۵	۱۷۲۷/۳	۴۳/۳۱	۵۰/۲۲	۸۵/۴۶	۲۰۶/۸	گروه سوم	
۲/۰۷	۴/۳۱	۳۴/۰۳	۱۷۶/۰۲	۸۲/۴۳	۶۷/۳۶	۱۵/۷۱	۰/۵۴	۰/۹۱	۱۲۲۳/۳۱	۳۵/۴۴	۴۱/۲۲	۴۷/۹۴	۱۳۷/۷	میانگین جامعه	

(*Thymus sp.*) از نقاط مختلف ایران آنها را به سه گروه اصلی تقسیم کردند. پرویز پرشکوه و همکاران (۲۶) براساس نتایج تجزیه خوشایدی به روش حداقل واریانس وارد و معیار فاصله اقلیدسی، ۲۴ اکوئیپ از جنس آویشن (*Thymus sp.*) را بر مبنای صفات زراعی در سه گروه مجزا قرار دادند و مشخص شد که پراکنش جغرافیایی در برخی موارد تنوع است تنوع ژنتیکی را بین گونه‌های مشابهی که در مناطق مختلف قرار دارند، ایجاد نماید. در مطالعه دیگر (۱۲) تجزیه خوشایدی، 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 بالای داشت.

گروه‌بندی اکوئیپ‌های مورد بررسی در این پژوهش با پراکنش جغرافیایی آنها به صورت کامل مطابقت نداشت که این موضوع می‌تواند به علت این باشد که غیر از عوامل اقلیدسی مربوط به منشاً 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 خوشایدی مختلف ارتباط نزدیکی با فاصله جغرافیایی آنها نداشت به طوری که در این پژوهش نشان داده شد که اکوئیپ‌های ملایر ۱، اراك 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

جدول ۷- نتایج تابع تشخیص برای گروه‌بندی اکوئیپ‌های آویشن دنایی در شرایط بدون تنش

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

کل	گروه‌های پیش‌بینی شده			گروه‌های حاصل از تجزیه خوشایدی	
	۳	۲	۱	۵	۱
۵	.	.	۵	۱	مجموع
۴	.	۴	.	۲	
۳	۳	.	.	۳	
۱۰۰	.	.	۱۰۰	۱	درصد
۱۰۰	.	۱۰۰	.	۲	
۱۰۰	۱۰۰	.	.	۳	

جدول ۸- نتایج تابع تشخیص برای گروه‌بندی اکوئیپ‌های آویشن دنایی در شرایط تنش

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

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

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 اکوئیپ‌های گروه یک با اکوئیپ‌های گروه دو احتمالاً تنوع ژنتیکی و میزان هتروزیس بالاتری را در هر دو شرایط آزمایش ایجاد خواهد نمود.

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 دگرگشتن، فاصله ژنتیکی می‌باشد. عموماً هر چه والدین از لحاظ ژنتیکی فاصله بیشتری داشته باشند تنوع و هتروزیس بیشتری در نتاج

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

۳	۲	۱	گروه
۴/۴۴	۶/۰۱	-	۱
۴/۰۳	-	۶/۰۵	۲
-	۴/۴۳	۴/۳۴	۳

صفات ارتفاع بوته و تعداد روز تا 50% گلدهی دیده شد. بیشترین وراثت‌پذیری عمومی به صفات وزن خشک اندام هوایی، تعداد روز تا اولین و 50% 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 خرم‌آباد، اراک، خرم‌آباد و فردیونشهر 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 به عنوان اکوتیپ‌های مقاوم به خشکی در آویشن دنایی جهت برنامه‌های اصلاحی معرفی نمود.

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. تشخشکی باعث بیشترین کاهش در صفات وزن تر اندام هوایی، سطح تاج‌پوشش و طول برگ گردید. اکوتیپ خرم‌آباد ۱ 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 به عنوان اکوتیپ مقاوم به خشکی در مقایسه با دیگر اکوتیپ‌ها توصیه و آن را جهت کشت در شرایط دیم و کمبود رطوبت پیشنهاد نمود. بیشترین تنوع ژنتیکی و فنتیپی در هر دو شرایط آزمایش در صفات وزن تر اندام هوایی و سطح تاج‌پوشش و کمترین آن در

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. Rastgo. 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. Mosavini. 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).

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. Ramroodi 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 deficit 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. Alamdar 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. Rustaei, 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. Salamat, 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. Salamat, 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. Sodaizadeh, 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. Sodaizadeh, 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.

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

Masoud Golestani¹ and Seyed Rasoul Sahhafi²

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

Abstract

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 Euclidian 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