

تنوع مورفولوژیکی فیتوشیمیایی برخی جمعیت‌های آویشن بومی (*Thymus caramanicus* Jalas) استان کرمان

Morphological-Phytochemical Diversity of Some Native Thymus Populations (*Thymus caramanicus* Jalas) in Kerman Province

منصور سلجوقیان پور^{۱*}، سید مهدی جوادزاده^۱

۱. استادیار، گروه کشاورزی، واحد ایرانشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ایرانشهر، ایران، (نگارنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۰۱ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/mpt.2026.373122.1224

چکیده

سلجوقیان پور، م.، جواد زاده، س. م.، تنوع مورفولوژیکی فیتوشیمیایی برخی جمعیت‌های آویشن بومی (*Thymus caramanicus* Jalas) استان کرمان

نشریه علمی فناوری گیاهان دارویی ایران، دوره ۷- شماره ۲- پیاوند ۱۳- پائیز و زمستان ۱۴۰۳ صفحه: ۱۴۳-۱۳۲

آویشن (*Thymus* sp.) یکی از ارزشمندترین گیاهان دارویی ایران است. استان کرمان با دارا بودن شرایط اکولوژیکی متنوع، رویشگاه طبیعی جمعیت‌های آویشن است. در این پژوهش، تنوع مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی ۱۲ توده آویشن جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های طبیعی استان کرمان مورد ارزیابی قرار گرفت. به این منظور، نمونه‌ها از مناطق مختلف جمع‌آوری شده و در شرایط گلخانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار کشت شدند. صفات ارتفاع بوته، عملکرد وزن تر و خشک سرشاخه‌های گلدار در بوته، طول و عرض برگ، عرض برگ، تعداد شاخه جانبی، درصد اسانس در بوته و عملکرد اسانس اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌داری بین جمعیت‌ها در تمامی صفات مورد مطالعه بود. جمعیت‌های رابر، درب بهشت، بافت و راین از نظر زیست‌توده و ارتفاع برتری داشتند، در حالی که بیشترین درصد اسانس در جمعیت‌های بردسیر (۳/۰۳)، درب بهشت (۳/۰۲) و سپس سیرجان (۲/۹۷) مشاهده شد. تحلیل همبستگی پیرسون نشان داد که درصد اسانس همبستگی مثبت بالایی با طول و عرض برگ دارد، که حاکی از نقش کلیدی تراکم غدد اسانسی در بافت برگ است. تجزیه خوشه‌ای، جمعیت‌ها را در دو گروه اصلی تفکیک کرد که امکان انتخاب والدین دور برای برنامه‌های اصلاحی را فراهم می‌کند. همچنین، تجزیه علیت نشان داد که وزن تر سرشاخه‌های گلدار در بوته بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد وزن خشک سرشاخه‌های گلدار در بوته دارد و ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌ها به عنوان صفات کمکی مؤثر هستند. این مطالعه منجر به شناسایی جمعیت‌های برتر جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی برای افزایش کمیت و کیفیت محصول در منطقه کرمان گردید.

واژه‌های کلیدی: آویشن، صفات مورفولوژیکی، اسانس، تجزیه علیت، تجزیه خوشه‌ای.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: ma.saljooghianpour@iau.ac.ir

مقدمه

گیاهان دارویی به عنوان یکی از منابع غنی ترکیبات ثانویه با خواص درمانی متعدد، همواره مورد توجه پژوهشگران، صنعت داروسازی و کشاورزان قرار داشته‌اند. گونه‌های آویشن (*Thymus sp.*) از خانواده نعنائیان (Lamiaceae) از مهم‌ترین گیاهان دارویی بوده که به دلیل داشتن ترکیبات فنلی و اسانس‌های غنی (مانند تیمول و کارواکرول)، خاصیت آنتی‌اکسیدانی، ضدباکتریایی، ضدقارچی و ضدالتهابی بالایی دارند (Buso et al., 2020; Dakhouche et al., 2026). پژوهش‌های اخیر تأکید کرده‌اند که این ترکیبات ثانویه نه تنها در کاربردهای پزشکی، بلکه در صنایع غذایی به عنوان جایگزین‌های طبیعی برای نگهدارنده‌های شیمیایی نقش حیاتی ایفا می‌کنند (Altindal et al., 2026). ایران به عنوان یکی از مراکز کهن کشت و رویش گیاهان دارویی، دارای تنوع ژنتیکی بالایی در گونه‌های مختلف آویشن است که این تنوع ناشی از گستره وسیع اکولوژیکی و تنوع اقلیمی این کشور است (Bahadori et al., 2025). با این حال، استفاده ناپایدار از منابع طبیعی، چرای دام‌ها، تغییر کاربری اراضی و تخریب زیستگاه‌ها می‌تواند منجر به کاهش شدید تنوع ژنتیکی این گونه‌ها شود (Cheghaghasemi et al., 2026). بنابراین، شناسایی، ارزیابی و حفاظت از تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های طبیعی، گامی ضروری برای حفظ ذخایر ژنی و انتخاب جمعیت‌های برتر جهت کشت زراعی و برنامه‌های اصلاحی است. در همین راستا، مدیریت پایدار منابع ژنتیکی گیاهان

دارویی برای جلوگیری از فرسایش ژنتیکی در اکوسیستم‌های حساس، یک اولویت جهانی در برنامه‌های حفاظت از تنوع زیستی محسوب می‌شود (Hosseini et al., 2024; Msaada, 2026).

ارزیابی تنوع ژنتیکی معمولاً از طریق نشانگرهای مولکولی، مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی انجام می‌شود. اگرچه نشانگرهای مولکولی مانند (RAPD، SSR و ISSR) دقت بالایی در تعیین فیلوژنی دارند، اما روش‌های مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی به دلیل هزینه کمتر، سهولت اجرا و ارتباط مستقیم با عملکرد اقتصادی گیاه، همچنان از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. صفات‌های مورفولوژیکی مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه و ابعاد برگ، و صفات‌های فیتوشیمیایی مانند میزان اسانس، نشانگرهای قابل اعتمادی برای سنجش سازگاری جمعیت‌ها با محیط و کیفیت محصول نهایی هستند (Mohammadi et al., 2020). مطالعات جدید نشان داده‌اند که تعامل بین جمعیت و محیط به طور مستقیم بر تراکم غدد اسانسی و ترکیب شیمیایی اسانس اثر می‌گذارد و این امر لزوم ارزیابی جمعیت‌های مختلف در شرایط یکسان را دوجندان می‌کند (Hossain et al., 2022). مطالعات پیشین نشان داده‌اند که شرایط اکولوژیکی مختلف، به ویژه ارتفاع از سطح دریا و نوع خاک، تأثیر به‌سزایی بر صفات رشدی و کیفیت اسانس آویشن می‌گذارد (Alqahtani et al., 2020). با این حال، اطلاعات کافی درباره تنوع ژنتیکی آویشن در مناطق کوهستانی استان کرمان، که به

دلیل شرایط اقلیمی خاص خود پتانسیل بالایی در تولید ترکیبات ثانویه دارند، محدود است (Najafzadeh *et al.*, 2020). بیشتر مطالعات پیشین به صورت پراکنده و بدون در نظر گرفتن ارتباط بین صفات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی انجام شده‌اند (Rezapour *et al.*, 2023).

شناخت دقیق رابطه بین صفات مختلف، به ویژه از طریق روش‌های آماری پیشرفته، می‌تواند به انتخاب دقیق‌تر جمعیت‌های برتر کمک کند. روش‌هایی مانند همبستگی، تجزیه علیت (Path Analysis) و رگرسیون گام‌به‌گام به محققان اجازه می‌دهند تا سهم اثرات مستقیم و غیرمستقیم هر صفت بر عملکرد نهایی را تفکیک کنند. این امر در برنامه‌های اصلاحی که هدف آن‌ها بهبود همزمان کمیت (عملکرد زیست‌توده) و کیفیت (میزان اسانس) است، بسیار حائز اهمیت می‌باشد (Tohidi *et al.*, 2021). به کارگیری این مدل‌های آماری در گیاهان دارویی، امکان پیش‌بینی دقیق‌تر عملکرد محصول را بر اساس صفات ظاهری فراهم آورده و هزینه‌های غربالگری را کاهش می‌دهد (Rabiei *et al.*, 2016; Razaei *et al.*, 2019). همچنین تجزیه خوشه‌ای (Cluster Analysis) ابزاری قدرتمند برای دسته‌بندی جمعیت‌ها بر اساس شباهت‌های فنوتیپی است که به شناسایی والدین دور از هم برای برنامه‌های دورگه‌گیری و حفظ تنوع ژنتیکی کمک شایانی می‌کند (Kalvandi *et al.*, 2018). این روش در مطالعات اخیر برای تفکیک کمومورف‌های مختلف در گونه‌های عطری به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است تا بهینه‌ترین جمعیت‌ها برای تولید صنعتی

شناسایی شوند (Ouahzizi *et al.*, 2026).

بنابراین، هدف از این پژوهش، ارزیابی تنوع صفات مورفولوژیکی-فیتوشیمیایی تعدادی از جمعیت‌های شاخص آویشن در استان کرمان است و انتظار می‌رود که نتایج این مطالعه ضمن شناسایی تنوع ساختاری، راهکارهای عملی برای انتخاب جمعیت‌های برتر جهت معرفی در برنامه‌های اصلاحی و حفاظت در بانک ژن گیاهی، شناسایی و معرفی گردند.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۲ توده گیاه آویشن از گونه *Thymus caramanicus* Jalas، در بهار ۱۴۰۳ از رویشگاه‌های مرتفع طبیعی استان کرمان شامل ارتفاعات شهرستان‌های بردسیر، سیرجان، درب بهشت، کوهپایه‌های کرمان، بافت، رابر، شهربابک، راین، کوهبنان، سرچشمه رفسنجان، جبالبارز جیرفت و سیرچ جمع‌آوری شدند. این ارتفاعات دارای شرایط آب و هوایی معتدل کوهستانی با دامنه ارتفاع ۱۴۰۰ تا ۲۵۰۰ متر هستند. (جدول ۱). سپس نمونه‌های جمع‌آوری شده را به گلخانه و آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی منتقل و تعدادی از قلمه‌های ساقه ریشه‌دار را در آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار به منظور بررسی‌های مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی در گلدان کشت گردیدند. بستر کاشت گیاهان شامل مخلوطی از خاک لومی-شنی بود که با ۱۰ درصد (حجمی) کود دامی پوسیده غنی‌سازی شد. آبیاری گیاهان در طول دوره رشد، به صورت منظم و با فواصل زمانی ۵ تا ۶ روز انجام گرفت. جهت کاهش اثرات محیطی و یکنواخت‌سازی شرایط رشد،

جدول ۱- منطقه جمع آوری توده ها یا جمعیت های مختلف آویشن

شماره	منطقه جمع-	ارتفاع از سطح	مختصات جغرافیایی تقریبی
توده	آوری توده	نوع خاک	(عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی)
۱	بردسیر	لومی شنی (آبرفتی)	۱۳۸۰ - ۱۵۰۰
۲	سیرجان	لومی، رسی سبک	۱۷۵۰ - ۱۹۰۰
۳	درب بهشت	لومی شنی (آبرفتی)	۱۶۰۰ - ۱۸۰۰
۴	کوهپایه های کرمان	لومی، آبرفتی	۱۷۰۰ - ۲۲۰۰
۵	بافت	لومی شنی (آبرفتی)	۱۹۵۰ - ۲۱۰۰
۶	رابر	لومی شنی (آبرفتی)	۱۵۵۰ - ۱۶۵۰
۷	راین	لومی، آبرفتی	۱۳۰۰ - ۱۴۰۰
۸	شهربابک	لومی، رسی سبک	۱۸۰۰ - ۲۰۰۰
۹	کوهبنان	لومی، آبرفتی	۱۵۰۰ - ۱۷۰۰
۱۰	سرچشمه رفسنجان	لومی، رسی سبک	۱۶۵۰ - ۱۸۰۰
۱۱	جبالبارز جیرفت	لومی	۸۰۰ - ۲۵۰۰
۱۲	سیرچ	لومی شنی	۲۲۰۰ - ۲۴۰۰

تمامی توده ها تحت مدیریت آبیاری و تغذیه ای یکسان قرار گرفتند (Leal et al., 2017). پس از گذشت دوازده ماه صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، عملکرد وزن خشک سرشاخه های گلدار در بوته، عملکرد وزن تر سرشاخه های گلدار در بوته، طول برگ، عرض برگ و تعداد شاخه جانبی و صفات فیتوشیمیایی شامل درصد اسانس در بوته و عملکرد اسانس در بوته با روش تقطیر با

آب (جدول ۲) مورد اندازه گیری قرار گرفتند. استخراج اسانس مطابق با استانداردهای پذیرفته شده برای گیاهان خانواده نعنائیان انجام شد تا از تخریب ترکیبات ترمولابیل جلوگیری گردد (Golparvar et al., 2023). داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ و از طریق روش های آماری مانند تجزیه خوشه ای و رگرسیون گام به گام جهت گروه بندی جمعیت ها مورد تجزیه و تحلیل قرار

جدول ۲- روش تقطیر با آب گیاه آویشن

پارامتر	مقدار/ توضیح
نوع نمونه	آویشن خشک شده در سایه (بصورت خرد شده)
مقدار گیاه	۱۰۰ گرم آویشن خشک برای ۱ لیتر آب
روش تقطیر	تقطیر با عبور آب
مدت زمان	۲ تا ۳ ساعت پس از شروع جوشیدن یکنواخت
دستگاه	مجموعه تقطیر شیشه ای شامل دیگ بخار، میعانگر لوله ای، و ظرف کلونجر (Clevenger) برای جداسازی اسانس
تکرار	۳ بار آزمایش مستقل
محصول نهایی	اسانس آویشن (روی آب گلاب جمع می شود) که با پیپت جدا شده و در ظرف تیره و سرد نگهداری می شود.

گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) حاکی از آن است که بین ۱۲ جمعیت مورد بررسی آویشن در تمامی ویژگی های مورد مطالعه، از جمله صفات رویشی (ارتفاع بوته، طول و عرض برگ، تعداد شاخه جانبی)، صفات عملکردی (وزن تر و وزن خشک سرشاخه های گلدار در بوته) و صفات فیتوشیمیایی شامل درصد اسانس در بوته و عملکرد اسانس، اختلاف معنی داری وجود دارد. این نتایج نشان دهنده وجود یک گستره وسیع از تنوع فنوتیپی در جمعیت های بومی استان کرمان

است که می تواند به تفاوت های اقلیمی و انطباق ژنتیکی هر جمعیت با زیستگاه خود نسبت داده شود.

مقایسه میانگین ها (جدول ۴) نشان داد که جمعیت های رابر، درب بهشت، بافت و راین از نظر ارتفاع بوته و عملکرد (وزن تر و خشک سرشاخه های گلدار در بوته) برتری معنی داری نسبت به جمعیت های شهر بابک، سرچشمه رفسنجان و سیرچ داشتند. این برتری در زیست توده، احتمالاً ناشی از کارایی بالاتر در جذب عناصر غذایی یا سازگاری بیشتر با شرایط محیطی محل جمع آوری است. از سوی دیگر، جمعیت های بردسیر و سیرجان با بیشترین

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس برای صفات مورد مطالعه در جمعیت‌های مختلف اویشن

منبع تغییرات	آزادی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول برگ (سانتی‌متر)	عرض برگ (سانتی‌متر)	تعداد شاخه جانبی	وزن تر سرشاخه‌ها (گرم)	وزن خشک سرشاخه‌های در صند اسانس	عملکرد اسانس
درجه	۴	۱/۵۴ ^{ns}	۱/۳۳ ^{ns}	۱/۳۳ ^{ns}	۱/۷۶ ^{ns}	۷/۵۳ ^{ns}	۷/۳۳ ^{ns}	۱/۷۳ ^{ns}
منبع تغییرات	۱۱	۷۴/۲۸**	۱۴/۸۳*	۲۱/۲۵*	۳۰/۴۹*	۳۷۰/۳۴**	۲۵/۶۱**	۲/۲۶**
ژنوتیپ	۱۱	۷۴/۲۸**	۱۴/۸۳*	۲۱/۲۵*	۳۰/۴۹*	۳۷۰/۳۴**	۲۵/۶۱**	۲/۲۶**
خطای آزمایش	۴۴	۸/۳۶	۳/۰۶	۴/۸۷	۶/۱۷	۴۰/۸۳	۳/۵۱	۰/۶۱
خطای تغییرات (۱)	۷/۶۳	۷/۵۲	۷/۲۶	۶/۵۷	۵/۷۶	۸/۶۴	۱۵/۴	۵/۶۴

تعداد شاخه جانبی و ابعاد برگ، پتانسیل رشد رویشی بالاتری را نشان دادند. در بخش مواد مؤثره، بیشترین درصد اسانس پس از تقطیر، در جمعیت‌های بردسیر (۳/۰۳)، درب بهشت (۳/۰۲) و سپس سیرجان (۲/۹۷)، راین (۲/۹۰) و جبالبارز (۲/۸۸)، مشاهده شد که نشان می‌دهد این جمعیت‌ها علاوه بر عملکرد کمی، از نظر

کمیت شیمیایی نیز برای بهره‌برداری صنعتی مناسب تر هستند.

تحلیل همبستگی و ارتباطات فیزیولوژیک

بررسی ماتریس همبستگی پیرسون (جدول ۵) نشان داد که اکثر صفات مورد مطالعه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با یکدیگر هستند. این الگو تأیید می‌کند که صفات مورفولوژیکی در آویشن به شدت با عملکرد نهایی گره خورده‌اند. به‌طور مشخص، همبستگی بسیار بالای ارتفاع بوته، ابعاد برگ و تعداد شاخه‌های جانبی با وزن تر و وزن خشک سرشاخه‌های گلدار در بوته بدست آمد. این یافته‌ها با نتایج تحقیقاتی که بر نقش تعیین‌کننده صفات رویشی در عملکرد نهایی گونه‌های آویشن تأکید کرده‌اند، همسو است (Sarfaraz et al., 2020; Dashti et al., 2021).

نکته حائز اهمیت در این پژوهش، تحلیل رفتار صفت درصد اسانس است. در حالی که همبستگی این صفت با ارتفاع کلی بوته ضعیف بود ($r=0/46^*$)، اما با طول برگ ($r=0/88^{**}$) و عرض برگ ($r=0/82^{**}$) همبستگی بسیار شدید و مثبتی داشت. این نتیجه بیانگر آن است که تولید اسانس در آویشن، بیش از آنکه تابع اندازه کلی گیاه باشد، وابسته به تراکم و اندازه غدد اسانسی در بافت برگ است. از آنجا که افزایش ابعاد برگ معمولاً با افزایش تعداد غدد اسانسی همراه است، سطح برگ بیشتر منجر به تولید اسانس بیشتر شده است. این تحلیل با یافته‌های که اندازه برگ و ساختار بافتی را عامل اصلی تعیین‌کننده غلظت اسانس در خانواده نعنائیان دانسته‌اند، مطابقت دارد (Hashemifar et al., 2025).

جدول ۴- مقایسه میانگین جمعیت ها بر اساس صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون چند دامنه ایی دانکن

صفات	عملکرد	درصد	وزن خشک سرشاخه-	وزن تر سرشاخه های	تعداد شاخه	عرض	طول	ارتفاع
اسانس	اسانس	های گلدار در بوته	گلدار در بوته	جانبی	برگ	برگ	بوته	
رایر	۲/۱۴۵ ^a	۲/۷۵ ^b	۷۸ ^a	۱۶۶ ^a	۶/۱۱ ^{ab}	۳/۰۳ ^{ab}	۶/۶۸ ^a	۳۸/۳۲ ^a
درب بهشت	۲/۲۱۱ ^a	۳/۰۳ ^a	۷۳ ^a	۱۷۰ ^a	۶/۱۵ ^{ab}	۲/۹۹ ^{ab}	۶/۴۵ ^a	۳۸/۳۰ ^a
بافت	۱/۸۶۹ ^a	۲/۷۹ ^b	۶۷ ^{ab}	۱۶۹ ^a	۶/۲۳ ^{ab}	۳/۰۲ ^{ab}	۶/۱۱ ^{ab}	۳۷/۸۳ ^a
راین	۱/۹۷۲ ^a	۲/۹۰ ^{ab}	۶۸ ^{ab}	۱۵۵ ^{ab}	۵/۷۲ ^b	۳/۲۵ ^a	۶/۱۵ ^{ab}	۳۷/۷۵ ^a
بردسیر	۱/۸۷۲ ^a	۳/۰۲ ^a	۶۲ ^b	۱۵۰ ^{ab}	۷/۴۵ ^a	۳/۳۴ ^a	۶/۳۳ ^a	۳۶/۵۷ ^{ab}
سیرجان	۱/۷۵۲ ^{ab}	۲/۹۷ ^a	۵۹ ^b	۱۴۲ ^{ab}	۷/۱۸ ^a	۳/۲۷ ^a	۶/۴۲ ^a	۳۵/۷۳ ^b
کوهپایه های کرمان	۱/۵۹۰ ^{ab}	۲/۶۵ ^{bc}	۶۰ ^b	۱۴۴ ^{ab}	۵/۵۴ ^b	۲/۹۱ ^b	۵/۷۰ ^b	۳۵/۶۸ ^b
کوهناب	۱/۳۸۶ ^b	۲/۵۲ ^c	۵۵ ^{bc}	۱۳۳ ^b	۵/۳۷ ^b	۲/۸۷ ^b	۵/۷۸ ^b	۳۴/۷۵ ^{bc}
جبالبارز	۱/۶۱۲ ^{ab}	۲/۸۸ ^{ab}	۵۶ ^{bc}	۱۳۵ ^b	۵/۷۶ ^b	۲/۵۵ ^{bc}	۵/۱۹ ^{bc}	۳۳/۶۲ ^{bc}
شهربابک	۱/۲۰۰ ^b	۲/۴۵ ^c	۴۹ ^c	۱۱۷ ^{bc}	۵/۷۲ ^b	۲/۶۲ ^{bc}	۴/۹۵ ^c	۳۲/۸۳ ^c
سیرج	۱/۲۰۴ ^b	۲/۵۱ ^c	۴۸ ^c	۱۰۹ ^c	۵/۳۳ ^b	۲/۶۷ ^{bc}	۵/۱۰ ^{bc}	۳۲/۷۵ ^c
سرچشمه رفسنجان	۱/۱۶۰ ^b	۲/۴۷ ^c	۴۷ ^c	۱۰۶ ^c	۵/۱۲ ^b	۲/۴۹ ^c	۵/۱۸ ^{bc}	۳۲/۷۰ ^c

تجزیه خوشه‌ای و تفکیک جمعیت ها

به منظور تعیین میزان شباهت و قرابت بین ۱۲ توده جمع‌آوری شده، از تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. دندروگرام حاصل (شکل ۱) در فاصله ۵ تا ۱۰، جمعیت‌ها را در دو گروه اصلی (۹ A توده) و (۳ B توده) تفکیک کرد. این تفکیک نشان‌دهنده وجود ساختارهای ژنتیکی متفاوتی در جمعیت‌های استان کرمان است.

تحلیل خوشه‌ها نشان داد که تفاوت در صفات عملکردی (وزن تر و خشک سرشاخه‌های گلدار در بوته) و درصد اسانس، بیشترین نقش را در تفکیک جمعیت‌ها داشته‌اند. قرارگیری توده‌های با عملکرد مشابه در یک خوشه، گویای پایداری صفات فنوتیپی در شرایط کنترل‌شده گلخانه‌ای است. از منظر اصلاح نباتات، شناسایی این گروه‌های مجزا امکان انتخاب والدین دور از هم (Distant Parents)

را فراهم می‌کند که می‌تواند در برنامه‌های هیریداسیون برای بهره‌گیری از پدیده هتروزیس و ایجاد ارقامی با عملکرد و کیفیت اسانس بالاتر، بسیار مؤثر باشد. این نتیجه با پژوهش‌های آقای و همکاران (۲۰۲۴) در مورد تنوع ژنتیکی آویشن‌های بومی ایران همخوانی دارد (Aghaei *et al.*, 2024).

تحلیل رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت

یکی از چالش‌های مهم در برنامه‌های اصلاحی گیاهان دارویی، تعیین صفاتی است که بیشترین سهم را در تعیین عملکرد نهایی دارند. همبستگی ساده ممکن است به دلیل اثرات غیرمستقیم صفات بر یکدیگر، گمراه‌کننده باشد. بنابراین، تجزیه علیت برای تفکیک اثرات مستقیم و غیرمستقیم به کار رفت (جدول ۶). نتایج تجزیه علیت نشان داد که وزن تر

جدول ۵- همبستگی فنوتیپی صفات اندازه گیری شده در جمعیت های آویشن

صفات	ارتفاع	طول	عرض	تعداد	وزن تر	وزن خشک	درصد	عملکرد
	بوته	برگ	برگ	شاخه	سرشاخه های	سرشاخه های	اسانس	اسانس
				جانبی	گلدار در بوته	گلدار در بوته	در بوته	در بوته
ارتفاع بوته	۱/۰۰							
طول برگ	۰/۸۲**	۱/۰۰						
عرض برگ	۰/۷۴**	۰/۷۷**	۱/۰۰					
تعداد شاخه جانبی	۰/۶۵**	۰/۷۲**	۰/۸۳**	۱/۰۰				
وزن تر سرشاخه های گلدار در بوته	۰/۹۱**	۰/۸۹**	۰/۹۴**	۰/۷۳**	۱/۰۰			
وزن خشک سرشاخه های گلدار در بوته	۰/۸۶**	۰/۷۹**	۰/۸۳**	۰/۸۴**	۰/۹۵**	۱/۰۰		
درصد اسانس در بوته	۰/۴۶*	۰/۸۸**	۰/۸۲**	۰/۶۸**	۰/۶۳*	۰/۷۶**	۱/۰۰	
عملکرد اسانس در بوته	۰/۷۸**	۰/۸۷**	۰/۸۵**	۰/۷۱**	۰/۷۳**	۰/۷۷**	۰/۸۸**	۱/۰۰

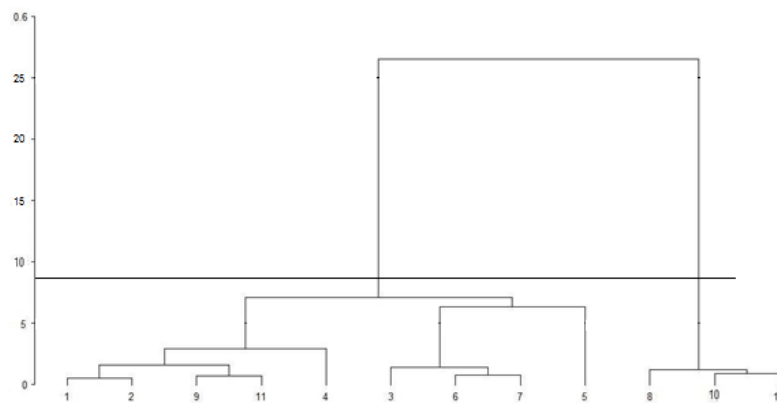
بر عملکرد تأثیر می گذارد. این مکانیسم با یافته هایی که نشان دادند ارتفاع بوته از طریق بهبود رقابت برای نور و افزایش سطح برگ، به صورت غیرمستقیم تولید اسانس و زیست توده را افزایش می دهد، مطابقت دارد (Dashti et al., 2021).

صفت تعداد شاخه جانبی نیز با اثر مستقیم (۰/۳۶) وارد مدل شد. شاخه دهی بیشتر به معنای افزایش تعداد گل آذین و برگ های فرعی است که می تواند منجر به افزایش کل سطح فتوسنتزی و در نتیجه تولید بیشتر مواد اولیه برای سنتز اسانس شود.

به هر حال با توجه به این نتایج، جهت بهینه سازی برنامه های اصلاحی آویشن در منطقه کرمان، پیشنهاد می شود وزن تر سرشاخه های گلدار در بوته به عنوان معیار اصلی انتخاب ارتفاع بوته و تعداد شاخه ها به عنوان صفات کمکی مورد توجه قرار گیرند. این رویکرد

سرشاخه های گلدار در بوته دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت (۰/۷۷) بر عملکرد وزن خشک سرشاخه های گلدار در بوته است. این یافته تأیید می کند که در آویشن، افزایش زیست توده رویشی پیش نیاز اصلی برای افزایش عملکرد نهایی است. این نتیجه با مطالعات گسترده ای در گیاهان دارویی مانند آویشن کوهی و آویشن باغی همسو است که حجم گیاه را پیش بینی کننده اصلی عملکرد می دانند (Kosakowska et al., 2020; Dalir et al., 2017; Mohammadi et al., 2020).

صفت ارتفاع بوته با ضریب همبستگی مستقیم (۰/۶۱) و ضریب همبستگی کل (۰/۸۶)، دومین متغیر مؤثر بود. اگرچه اثر مستقیم آن کمتر از وزن تر سرشاخه های گلدار در بوته بود، اما همبستگی بالای آن نشان می دهد که ارتفاع بوته از طریق افزایش سطح برگ و در نتیجه افزایش ظرفیت فتوسنتزی، به صورت غیرمستقیم



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر پارامترهای اندازه گیری شده جمعیت های آویشن

جدول ۶- تجزیه علیت وزن خشک سرشاخه های گلدار در بوته (متغیر وابسته) با سایر صفات در آویشن

اثرات غیر مستقیم		اثر		همبستگی با وزن خشک	
مدل		گلدار در بوته		سرشاخه های گلدار در بوته	
صفت وارد شده به	وزن تر سرشاخه های	ارتفاع	تعداد شاخه جانبی		
وزن تر سرشاخه های	-	۰/۰۷۲	۰/۰۸۴	۰/۷۷	۰/۹۵
گلدار در بوته					
ارتفاع بوته	۰/۰۳	-	۰/۰۷۰	۰/۶۱	۰/۸۶
تعداد شاخه جانبی	۰/۰۲۱	۰/۰۷۲	-	۰/۳۶	۰/۸۴

analysis, Cluster analysis

است. تحلیل خوشه ای با تفکیک جمعیت ها به دو گروه، مسیر انتخاب والدین برای اصلاح ژنتیکی را تسهیل کرد. همچنین، شناسایی وزن تر سرشاخه های گلدار در بوته به عنوان مهم ترین متغیر ورودی در مدل رگرسیون، این صفت را به معیاری کارآمد برای پیش بینی وزن خشک سرشاخه های گلدار در بوته و عملکرد کلی تبدیل می کند. در مجموع، جمعیت های درب بهشت، رابر و راین به دلیل برتری در صفات مورد مطالعه به عنوان گزینه های برتر برای کشت زراعی و شروع برنامه های به نژادی در استان کرمان پیشنهاد می شوند.

ترکیبی، دقت انتخاب را افزایش داده و زمان دستیابی به جمعیت های برتر را کوتاه می کند.

نتیجه گیری کلی

پژوهش حاضر نشان داد که جمعیت های آویشن در استان کرمان تنوع قابل توجهی دارند که پتانسیل بالایی برای بهره برداری تجاری ایجاد می کند. نتایج تجزیه واریانس، تفاوت های معنی دار را میان جمعیت ها در تمامی صفات مورد مطالعه تأیید کرد. همبستگی های مثبت میان صفات رویشی و عملکرد، و ارتباط قوی ابعاد برگ با درصد اسانس، نشان دهنده اهمیت این صفات در ارزیابی کیفیت گیاه

References

- Aghaei, F., Shokrpour, M., Nazeri, V., and Shaltouki-Rizi, M. 2024. Interspecific hybridization in *Thymus* species: molecular and morphological characterization. *Journal of Medicinal Plants*, 23(92): 83-97. <http://jmp.ir/article-1-3692-fa.html>
- Alqahtani, M. M., Abdein, M. A., and Abou El-Leel, O. F. 2020. Morphological and molecular genetic assessment of some *Thymus* species. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 17(1): 103-113. <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/2815>
- Altındal, D., and Altındal, N. 2026. Genetic diversity and sustainable conservation of medicinal and aromatic plants. *Turkish Journal of Science and Engineering*, 8(1): 77-82. <https://doi.org/10.55979/tjse.1952482>
- Bahadori, S., Attar, F., Kazempour-Osaloo, S., Mahdigholi, K., and Sonbolli, A. 2025. Biogeographical and taxonomic insights into Iranian *Thymus*: expanding knowledge on *Th. syriacus*, *Th. coriifolius*, and *Th. Jankae*. *Authorea*. <https://doi.org/10.22541/au.174341556.62060879/v1>
- Buso, P., Manfredini, S., Reza Ahmadi-Ashtiani, H., Sciabica, S., Buzzi, R., Vertuani, S., and Baldisserotto, A. 2020. Iranian medicinal plants: from ethnomedicine to actual studies. *Medicina*, 56(3): 97. <https://doi.org/10.3390/medicina56030097>
- Cheghaghasemi, F., Safari, H., and Kahrizi, D. 2026. Optimizing organic fertilizer and planting density for enhanced biomass and essential oil production in *Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen. genotypes under rainfed cultivation. *Journal of Medicinal Plants and By-products*, 15(4): 447-462. <https://doi.org/10.22034/jmpb.2026.372560.2170>
- Dakhouché, S., Mnif, M., and Mnif, S. 2026. Phytochemical composition, in vitro antioxidant, antibacterial, and antibiofilm activities of *Thymus vulgaris* essential oil from Tiaret, Algeria. *Chemistry & Biodiversity*, 23(8): e71530. <https://doi.org/10.1002/cbdv.71530>
- Dalir, M., and Safarnejad, A. 2017. Morphological, molecular and phytochemical variation in some thyme genotypes. *Journal of Medicinal Plants and By-*

- products, 6(1): 41-52. <https://doi.org/10.22092/JMPB.2017.113149>
- Dashti, M., Jafari, A. A., Azizi, N., Mazloom Moghaddam, S. A., and Negari, A. K. 2021. Genetic variation of shoot yield, essential oil and yield components in four thyme species. Journal of Medicinal Plants and By-products, 10(2): 183-192. <https://doi.org/10.22092/jmpb.2021.352165.1272>
- Golparvar, A. R., and Hadipanah, A. M. 2023. A review of the chemical composition of essential oils of Thymus species in Iran. Research on Crop Ecophysiology, 18(1): 25-51. <https://doi.org/10.30486/roce.2023.705509> or <https://sanad.iau.ir/Journal/roce/Article/1085985>
- Hashemifar, Z., Sanjarian, F., Naghdi Badi, H., and Mehrafarin, A. 2025. Impact of varying light intensities on morphology, phytochemistry, volatile compounds, and gene expression in *Thymus vulgaris* L. PLoS ONE, 20(2): e0317840. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317840>
- Hossain, M. A., Alrashdi, Y. B. A., and Touby, S. A. 2022. A review on essential oil analyses and biological activities of the traditionally used medicinal plant *Thymus vulgaris* L. International Journal of Secondary Metabolite, 9(1): 103-111. <https://doi.org/10.21448/ijsm.1029080>
- Hosseini, N., Ghorbanpour, M., and Mostafavi, H. 2024. The influence of climate change on the future distribution of two Thymus species in Iran: MaxEnt model-based prediction. BMC Plant Biology, 24(1): 269. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-04965-1>
- Kalvandi, R., Atri, M., Hesamzadeh Hejazi, S. M., and Rajabi, M. 2018. Genetic diversity of population of *Thymus eriocalyx* by using RAPD molecular marker. Journal of Medicinal Plants Biotechnology, 4(1): 44-54. https://jmpb.znu.ac.ir/article_33198.html (In Persian)
- Kosakowska, O., Bączek, K., Przybył, J. L., Pawełczak, A., Rolewska, K., and Węglarz, Z. 2020. Morphological and chemical traits as quality determinants of common thyme (*Thymus vulgaris* L.), on the example of 'Standard Winter' cultivar. Agronomy, 10(6): 909. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060909>
- Leal, F., Taghouti, M., Nunes, F., Silva, A., Coelho, A. C., and Matos, M. 2017. *Thymus* plants: a review—micropropagation, molecular and antifungal

- activity. In Active Ingredients from Aromatic and Medicinal Plants. InTech. <https://doi.org/10.5772/66623>
- Mohammadi, S., Azizi, M., and Vaezi, J. 2020. A comparison of morphological characteristics, composition and essential oils content of *Thymus vulgaris* and two landraces of *Thymus transcaspicus* in Mashhad region climate. Journal of Horticultural Science, 33(4): 567-576. <https://doi.org/10.22067/jhorts4.v33i4.62795>
- Msaada, K. 2026. Phytochemical diversity and biological potentials of aromatic and medicinal plants: insights from Tunisian biodiversity. South African Journal of Botany, 196: 653-661. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2026.06.042>
- Najafzadeh, R., Rashidi, Z., Shokri, B., and Abdi, H. 2020. Investigation of morphological and ecological and essential oil content variation of some populations of thyme species (*Thymus* spp.) in the northwest and west of Iran. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research. <https://doi.org/10.22092/IJRFPGR.2019.124468.1326>
- Ouahzizi, B., Lebkiri, N., Elbouny, H., Ouedrhiri, S., Saghir, K., Gaboun, F., Alem, C., Homrani Bakali, A., and Diria, G. 2026. Morphological and genetic diversity of *Thymus atlanticus* (Ball) Roussine, an endemic species of Morocco. Scientific African, e03494. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2026.e03494>
- Rabiei, B., Rastjoo, M., Aliakbar, A., and Kordrostami, M. 2019. Phylogenetic relationships and genetic diversity of landrace populations of thyme (*Thymus* spp.) of Iran using AFLP markers and GC–MS. Brazilian Journal of Botany, 42: 613-621. <https://doi.org/10.1007/s40415-019-00562-x>
- Razaei, M., Safarnejad, A., Arab, M., Alamdari, S. B. L., and Dalir, M. 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. <https://doi.org/10.22067/jhorts4.v30i3.30435>
- Rezapour, K. R., Naghdi, H. B., Amini, M. D., and Kordenaee, A. 2023. Evaluation of essential oil diversity of different populations of *Thymus fallax* Fisch. & C.A.Mey. collected from some of its habitats in Iran. Journal of Medicinal

- Plants, 22(85): 59-75. <https://doi.org/10.61186/jmp.22.85.59>
- Sarfaraz, D., Rahimmalek, M., Saeidi, G., and Sabzalian, M. R. 2020. Genetic relations among and within wild and cultivated *Thymus* species based on morphological and molecular markers. 3 Biotech, 10(7): 289. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02274-6>
- Tohidi, B., Rahimmalek, M., and Arzani, A. 2021. Variation in phytochemical, morphological, and ploidy levels of Iranian *Thymus* species. Chemistry & Biodiversity, 18(2): e2000911. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202000911>

Morphological–Phytochemical Diversity of Some Native Thymus Populations (*Thymus caramanicus* Jalas) in Kerman Province

Mansoor Saljooghianpour^{1*}, Seyed Mahdi Javadzadeh¹

1. Assistant Professor, Department of Agriculture, Ir.C., Islamic Azad University, Iranshahr, Iran . (Corresponding author)

Received: June 2026 Accepted: July 2026 - DOI: 10.22092/mpt.2026.373122.1224

Abstract

Saljooghianpour, M., Javadzadeh, S.M., Morphological–Phytochemical Diversity of Some Native Thymus Populations (*Thymus caramanicus* Jalas) in Kerman Province

Iranian Medicinal Plants Technology, Vol 7, No. 2, 2025 19-20: 132-143(in Persian)

Abstract

Thymus (*Thymus* sp.) species are among the most valuable medicinal plants in Iran, with Kerman province serving as a primary natural habitat due to its diverse ecological conditions. This study evaluated the morphological and phytochemical diversity of 12 *Thymus* accessions collected from the natural habitats of Kerman province. The accessions were cultivated under controlled greenhouse conditions using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with five replications. Measured parameters included plant height, fresh and dry weight yield of flowering shoots, leaf length, leaf width, number of lateral branches, essential oil (EO) percentage, and EO yield. Analysis of variance (ANOVA) revealed significant differences among the populations for all investigated traits. The Rabor, Darb-Behesht, Bafat, and Rayen populations exhibited superior biomass and plant height, while the highest EO percentages were recorded in Bardsir (3.03%), Darb-Behesht (3.02%), and Sirjan (2.97%). Pearson correlation analysis indicated a

Email address of the corresponding author: ma.saljooghianpour@iau.ac.ir

strong positive correlation between EO percentage and leaf dimensions, suggesting the pivotal role of essential oil gland density within the leaf tissue. Cluster analysis categorized the populations into two distinct groups, facilitating the selection of genetically distant parents for breeding programs. Furthermore, path analysis revealed that the fresh weight of flowering shoots exerted the greatest direct effect on dry weight yield, while plant height and the number of branches served as significant auxiliary traits. This study successfully identified superior populations for integration into breeding programs aimed at enhancing both the quantity and quality of *Thymus* production in the Kerman province.

Keywords: Thyme, Morphological traits, Essential oil, Path analysis, Cluster analysis