بررسی تنوع مورفولوژیکی و تحلیل ضرایب مسیر بازده اسانس در جمعیت‌های آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak)

Evaluation of Morphological Variation and Path Coefficient Analysis of Oil Content of *Thymus daenensis* Celak Populations

جواد هادیان[۱*]، احسان کریمی[۲]، مرضیه شوریابی[۳]، فرزاد نجفی[۴] و محمدرضا کنعانی[۵]

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۸/۲۰

چکیده

آویشن دنایی یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی و گونه‌های اندمیک ایران است که در ارتفاعات رشته کوه‌های زاگرس دارای تنوع و پراکنش وسیعی می‌باشد. در این تحقیق، تنوع صفات مورفولوژیکی و بازده اسانس آویشن دنایی (وزنی/ وزنی) در دو سطح درون و بین جمعیتی در شش رویشگاه طبیعی با اقلیم متنوع (مهران، بیجار، شکرناب، قاطرالن، قیاق و سمیرم) انجام شد و عوامل مؤثر بر درصد اسانس از طریق تجزیه و تحلیل ضرایب مسیر تعیین گردید. نتایج نشان داد تنوع قابل توجهی در بین جمعیت‌ها از نظر صفات مورفولوژیکی وجود دارد. تجزیه خوشه‌ای، افراد مورد مطالعه آویشن دنایی را در چهار گروه مستقل از هم تقسیم کرد که الگوی گروه-بندی با منشاء جغرافیایی آنها تطابق بالایی داشت. میانگین بازده اسانس جمعیت‌ها بین ۴/۲۸-۱/۵۳ درصد متغیر بود. تجزیه و تحلیل ضرایب مسیر صفات مورفولوژیکی نشان داد صفات طول گل‌آذین و طول برگ بیشترین تأثیر مستقیم و صفات طول برگه و ارتفاع گیاه بیشترین تأثیر غیرمستقیم را بر درصد اسانس داشتند. در نهایت در بین جمعیت‌های مورد مطالعه، جمعیت ایلام به جهت دارا بودن مجموعه‌ای از صفات مطلوب رشدی، سازگاری به شرایط تنش، همچنین تنوع مناسب درون جمعیتی به‌عنوان منبع ژنتیکی مطلوب، می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی و اهلی‌سازی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اهلی‌سازی، رویشگاه طبیعی، طول گل‌آذین، ارتفاع گیاه

۱ و ۴. دانشیاران گروه مهندسی کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. دانشجوی دکتری گیاهان دارویی، گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۳. دانش آموخته کارشناسی‌ارشد گیاهان دارویی، ادویه‌ای و نوشابه‌ای، گروه مهندسی کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۵. استادیار گروه مهندسی کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
*: نویسنده مسئول Email: j_hadian@sbu.ac.ir

مقدمه

در میان گیاهان دارویی، برخی جنس‌ها و گونه‌ها عمدتاً به‌دلیل دارا بودن ترکیبات فیتوشیمیایی خاص از اهمیت بیشتری برخوردارند. گیاهان خانواده نعناع از جمله مهمترین گیاهان دارویی هستند که از دیرباز به‌عنوان دارو به‌کار برده می‌شدند. آویشن (*Thymus*) از جمله گیاهان دارویی می‌باشد که به‌دلیل داشتن خصوصیات فارماکولوژیکی و بیولوژیکی منحصر به فرد، نه تنها کاربردهای فراوانی در طب سنتی دارد (زرگری، ۱۳۶۹)، بلکه به‌دلیل فعالیت‌های ضدقارچی، ضدباکتری، آنتی‌اکسیدانی، ضد اسپاسم و غیره در صنایع دارویی و غذایی کاربرد دارد (*قاسمی پیر بلوطی*[1] و همکاران، 2011).

بیش از ۲۰۰ گونه شناخته شده جنس آویشن در سرتاسر جهان پراکنش دارند. کشور ایران به‌دلیل وسعت و تنوع شرایط اکولوژی و همچنین تنوع و انعطاف‌پذیری این گیاه، تعداد قابل‌توجهی از گونه‌های آویشن را در خود جا داده است، به‌طوری‌که تعداد ۱۸ گونه آویشن در فلور ایران یافت می‌شود که بیش از ۸ گونه آن انحصاری می‌باشند (*رشینگر*[2]، 1982؛ جمزاد، ۱۳۸۸). به‌دلیل دگرگرده‌افشان بودن و هیبریداسیون-های فراوان بین‌گونه‌ای، تنوع ژنتیکی و در نتیجه آن تنوع مورفولوژیکی، تنوع در ترکیبات شیمیایی و بازده اسانس در این جنس به وفور دیده می‌شود. چندشکلی شیمیایی از خصوصیات گونه‌های آویشن می‌باشد و کموتایپ‌های تیمول، کارواکرول، آلفا-ترپینئول، توجون، ژرانیول، لینالول و غیره شناسایی شده‌اند (*تامپسون*[3] و همکاران، 1998؛ *تامپسون*، 2002)، که در این بین ترپن‌های فنلی تیمول و کارواکرول ترکیباتی هستند که از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند (*باسر*[4]، 2002). در کشور ایران نیز تاکنون مطالعات متعددی در خصوص تنوع شیمیایی و تجزیه اسانس گونه‌های این جنس در صورت گرفته است (*سفیدکن*[5] و همکاران، 2005)

آویشن دنایی یکی از گونه‌های اندمیک ایران می‌باشد که از نظر ژنتیکی دیپلوئید (۲n=۲x=۳۰) بوده (*ضیایی نسب*[6] و همکاران، 2012)، و در ارتفاعات بلند دامنه کوه‌های زاگرس و برخی مناطق البرز پراکنش دارد (*رحیم ملک*[7] و همکاران، 2009). این گونه غنی از ترکیبات فنلی بویژه تیمول بوده و با توجه به سازگاری مناسب آن به مناطق اقلیمی مختلف ایران یکی از گونه‌های کاندید جهت اهلی‌سازی و کشت صنعتی به شمار می‌رود (جمزاد، ۱۳۸۸). برای تولید در سیستم کشاورزی ارقام با کیفیت بالای مواد مؤثره، بازده بالای اسانس، عملکرد بالای پیکر رویشی، امکان برداشت مکانیزه، جوانه‌زنی یکنواخت و سازگاری بالا به شرایط اقلیمی نامساعد مدنظر است (*برنات*[8]، 2002). بنابراین شروع برنامه‌های اصلاحی برای رسیدن به اهداف فوق از ضرورت‌های حال حاضر می‌باشد.

آگاهی از تنوع موجود و روابط بین صفات مختلف نقش اساسی در موفقیت برنامه‌های اصلاحی دارد (*برنات*، 2002). در تحقیقات گذشته تنوع صفات مورفولوژیکی و بازده اسانس آویشن دنایی در برخی مناطق اکولوژیک مورد بررسی قرار گرفته است (برزانده و باقرزاده، ۱۳۸۶؛ اکبری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۹؛ *قاسمی پیربلوطی* و همکاران، 2011؛ افلاکیان و همکاران، ۱۳۹۱). با این حال تاکنون مطالعه‌ای جهت مقایسه این گیاه در مناطق اقلیمی متنوع انجام نشده است.

از طرفی تعیین روابط بین صفات مختلف، به‌ویژه عملکرد اسانس و صفات مؤثر بر آن و تعیین روابط علت و معلولی آنها به‌نژادگران را قادر می‌سازد که مناسب‌ترین ترکیب اجزا را که منتهی به عملکرد اسانس بیشتر می‌شود، انتخاب نمایند (*اورتیز و لانگی*[9]، 1997). تحلیل ضرایب مسیر روشی است که روابط بین صفات و اثرات مستقیم و غیرمستقیم آنها را بر عملکرد روشن می‌سازد. در این روش ضریب همبستگی بین دو صفت به اجزایی که اثرات مستقیم و غیرمستقیم را اندازه‌گیری می‌کنند، تفکیک می‌گردد (*دوی و لو*[10]، 1959).

در این تحقیق در ابتدا با بررسی پراکنش جمعیت‌های آویشن دنایی، تعداد ۶ منطقه با توزیع مناسب جهت مطالعه انتخاب و ضمن مطالعه شرایط اقلیمی، تنوع مورفولوژیکی و بازده اسانس در دو سطح درون و بین جمعیتی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین تجزیه و تحلیل ضرایب مسیر صفات مهم مورفولوژیکی موثر بر بازده اسانس انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

پس از مطالعه و شناسایی مناطق پراکنش جمعیت‌های مختلف آویشن دنایی براساس فلور (جمزاد، ۱۳۸۸)، نمونه‌های هرباریومی و گزارشات موجود، تعداد ۶ رویشگاه با شرایط

1. Ghasemi Pirbalouti
2. Rechinger
3. Thompson
4. Baser
5. Sefidkon
6. Ziaei Nasab
7. Rahimmalek
8. Bernath
9. Ortiz and Longie
10. Dawey and Lu

اقلیمی متنوع و توزیع جغرافیایی مناسب از استان‌های ایلام (مهران)، زنجان (بیجار)، قزوین (شکرناب) و همدان (قاطرالن و قیاق) و اصفهان (سمیرم) شناسایی و انتخاب شدند. به‌منظور مطالعه تنوع در دو سطح درون و بین جمعیتی، در هر رویشگاه تعداد ۱۰ فرد گیاهی با فاصله حداقل ۱۰۰ متر انتخاب و برای انجام آزمایش در زمان گلدهی کامل برداشت شدند. از هر جمعیت یک نمونه هرباریومی به هرباریوم پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی دانشگاه شهید بهشتی جهت نگهداری تحویل داده شد. همچنین ضمن ثبت اطلاعات جغرافیایی هر رویشگاه با GPS، نمونه‌برداری خاک برای شناسایی بافت خاک و تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن انجام گردید. ویژگی‌های اقلیمی و جغرافیایی مناطق مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است.

صفات مورد ارزیابی

به‌منظور بررسی خصوصیات مورفولوژیکی، ۴۰ صفت کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات مورفولوژیکی مورد بررسی شامل صفات کیفی (رنگ جام و لوله گل، رنگ پرچم و کلاله، رنگ کاسه و دندانه کاسه، کرک برگ، کرک کاسه، رنگ سطح فوقانی و تحتانی برگ و رنگ ساقه گل‌دهنده) همچنین صفات کمی (طول گل‌آذین، طول میان‌گره گل‌آذین، طول و عرض برگه، طول و عرض براکته، طول و قطر جام گل، قطر لوله جام گل، طول پرچم و کلاله، طول و قطر کاسه، طول بزرگترین و کوچکترین دندانه کاسه، تعداد رگه کاسه، طول دم‌گل‌آذین، طول دمگل، طول و عرض برگ، طول و عرض برگک، طول میان‌گره ساقه، تعداد رگه ساقه، نسبت طول به عرض برگ، برگه و کاسه گل) با پنج تکرار روی یک بوته مورد بررسی قرار گرفتند.

استخراج اسانس

جهت ارزیابی بازده اسانس، سرشاخه‌های گلدار هر یک از نمونه‌های برداشت شده بلافاصله پس از برداشت در سایه خشک گردیدند. پس از خشک کردن، سرشاخه‌های گلدار هر نمونه کاملاً خرد شده و به کمک تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر طبق *فارماکوپه بریتانیا*[1] (1993) به‌مدت سه ساعت مداوم اسانس‌گیری انجام شد.

جهت حذف رطوبت از اسانس از سولفات سدیم استفاده شد. سپس اسانس به‌دست آمده به دقت توزین شده و بازده اسانس براساس وزن خشک هر نمونه محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

گروه‌بندی جمعیت‌ها براساس تمامی صفات مورفولوژیکی با روش *وارد*[2]، تعیین ضرایب همبستگی بین صفات به روش پیرسون، تجزیه به عامل‌ها، آنالیز واریانس، مقایسات میانگین بازده اسانس با استفاده از روش آزمون LSD و همچنین تحلیل مسیر جهت تعیین صفات مؤثر بر بازده اسانس توسط نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

خصوصیات رویشگاه‌ها

بررسی خصوصیات اکولوژیکی رویشگاه‌ها نشان داد جمعیت‌ها به لحاظ خصوصیات اقلیمی و خاکی دارای تنوع قابل ملاحظه‌ای بودند (جدول ۱). براساس نتایج به‌دست آمده، ارتفاع از سطح دریا در مناطق مورد مطالعه از ۳۸۰ متر در استان ایلام تا ۲۳۶۰ متر در منطقه سمیرم اصفهان متفاوت بود. جمعیت ایلام نسبت به دیگر جمعیت‌ها از شرایط اکولوژیکی خاصی برخوردار بود. این رویشگاه دارای شرایط نیمه‌گرمسیری بوده و کمترین میزان بارندگی، بالاترین درجه حرارت و کمترین ارتفاع از سطح دریا را به‌خود اختصاص داد. از طرفی بیشترین میزان بارندگی در جمعیت سمیرم اصفهان و پایین‌ترین درجه حرارت در منطقه قاطرالن همدان به‌دست آمد. از نظر نوع بافت خاک اکثر جمعیت‌ها دارای بافت لومی شنی بودند ولی جمعیت‌های قاطرالن همدان و بیجار زنجان دارای بافت رسی لومی بودند. بیشترین میزان pH و EC خاک در بین جمعیت‌ها متعلق به جمعیت ایلام بود. از نظر عناصر غذایی تشکیل‌دهنده، خاک جمعیت‌ها متفاوت بود به‌طوری‌که بالاترین مقدار کربن آلی در جمعیت قاطرالن همدان به‌دست آمد، درحالی‌که از نظر نیتروژن و پتاسیم جمعیت سمیرم اصفهان بیشترین مقدار را به‌خود اختصاص داد. همچنین بالاترین مقدار فسفر نیز در جمعیت بیجار زنجان به‌دست آمد.

1. British pharmacopoeia

2. Ward

جدول ۱: خصوصیات اقلیمی و فیزیکوشیمیایی رویشگاه‌های مورد مطالعه آویشن دنایی

Table 1: Climatic and physicochemical characteristics the studied sites *Thymus daenensis* Celak

شرایط رویشگاه Habitat Conditions	قیاق همدان Hamedan Ghiagh	قاطرالن- همدان Hamedan Ghateralan	شکرناب قزوین Ghazvin Shekarnab	بیجار زنجان Zanjan Bijar	مهران ایلام Ilam Mehran	سمیرم اصفهان Isfahan Semirom
شرایط آب و هوایی Climatic conditions						
عرض جغرافیایی Latitude (N)	34°58'	35°22'	36°15'	36°05'	32° 47´ 667˝	31°13'
طول جغرافیایی Longitude (E)	48°39 '	48°55'	50°22'	47°54'	47° 34´ 894˝	51°46'
ارتفاع Altitude (m)	1900	2100	1890	1650	380	2360
لایه زمین‌شناسی Geological substratum	آهکی Limon	آهکی Limon	آهکی Limon	آهکی Limon	آهکی Limon	آهکی Limon
میانگین دمای سالانه Mean yearly temperature (^{o}C)	11.2	9.62	10.43	13.26	24.3	12.8
میانگین بارش سالانه Mean yearly Rainfall (mm.year^{-1})	340	354	318	311	173	480
شرایط خاک Soil conditions						
بافت خاک Soil texture	لومی شنی Loam- Sand	لومی رسی Loam - Clay	لومی شنی Loam - Sand	لومی رسی Loam- Clay	لومی شنی Loam- Sand	لومی شنی Loam- Sand
درصد رطوبت اشباع Saturation percentage (%)	44	41	36	55	33	35
هدایت الکتریکی Electrical conductivity (dS/m)	1.3	1.11	0.54	0.83	1.81	0.67
واکنش گل اشباع pH	7.6	7.6	7.8	7.5	8.2	7.8
درصد مواد خنثی شونده Total neutralizing value (%)	22.0	37.5	14.5	46.5	37.0	15.0
کربن آلی Organic carbon (%)	0.78	0.95	0.44	0.43	0.13	0.86
ازت کل Total nitrogen (%)	0.09	0.1	0.05	0.07	0.01	0.7
فسفر قابل جذب Available phosphorus (ppm)	13	11	3.0	18.2	5.0	10
پتاسیم قابل جذب Available potassium (ppm)	210	310	120	145	50	460

میزان تنوع در جمعیت‌ها

دامنه تغییرات و میانگین اندازه‌گیری شده خصوصیات مورفولوژیکی رویشی و زایشی ۶ جمعیت آویشن دنایی در جدول ۲ ارائه شده است. تنوع قابل‌توجهی در بین صفات مشاهده شد. بیشترین ضریب تغییرات به‌ترتیب مربوط به صفات طول دمگل‌آذین (۹۹/۴۸ درصد)، طول میان‌گره گل‌آذین (۹۱ درصد)، رنگ کاسه گل (۷۲ درصد) و طول گل‌آذین (۶۷/۲۷ درصد) و کمترین ضریب تغییرات مربوط به صفات تعداد رگه کاسه گل (۱۰/۷۸ درصد)، قطر (۱۳/۱۴ درصد) و طول کاسه گل (۱۳/۱۸ درصد) بود. صفاتی که دارای ضریب تنوع بالایی هستند دامنه انتخاب وسیع‌تری برای اصلاح‌گر فراهم می‌کنند.

در بین جمعیت‌های مورد بررسی بلندترین طول گل‌آذین در جمعیت ایلام (فرد شماره ۷) (۸/۵ سانتی‌متر) و کمترین آن

متعلق به جمعیت سمیرم (فرد شماره ۲) (۰/۵ سانتی‌متر) به‌دست آمد. مقایسه میانگین طول گل‌آذین در بین جمعیت‌ها نشان داد که جمعیت ایلام (۴/۰۱ سانتی‌متر) و جمعیت قیاق (۳/۱۳ سانتی‌متر) بیشترین و جمعیت بیجار (۱/۴۸ سانتی‌متر) کمترین طول گل‌آذین را به خود اختصاص دادند. همچنین جمعیت‌ها از نظر صفت ارتفاع گیاه دارای تنوع قابل ملاحظه‌ای بودند به‌طوری‌که مقدار این صفت از ۸/۵ سانتی‌متر در فرد شماره ۲ بیجار تا ۳۲ سانتی‌متر در فرد شماره ۵ قزوین متغیر بود. در بین جمعیت‌ها بالاترین میانگین ارتفاع گیاه در جمعیت‌های قزوین (۲۵/۰۳ سانتی‌متر) و قیاق (۲۲/۸۵ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع گیاه مربوط به جمعیت بیجار (۱۱/۷۵ سانتی‌متر) به‌دست آمد. از دیگر صفات مهمی که در بین جمعیت‌ها دارای تنوع قابل توجهی بودند می‌توان به صفات طول برگ، طول برگه و طول میان‌گره گل‌آذین اشاره کرد، به‌طوری‌که طول برگ بین ۱۷/۳۱-۱۱/۱۶ میلی‌متر به‌ترتیب در جمعیت‌های قیاق و بیجار به‌دست آمد. همچنین جمعیت ایلام و بیجار نیز به‌ترتیب بیشترین و کمترین طول برگه را دارا بودند (۱۱/۴۳-۷/۹۵ میلی‌متر).

تنوع مشاهده شده در بین جمعیت‌های مورد مطالعه با توجه به تنوع گسترده اقلیمی انها قابل انتظار بود. با این حال تنوع بالایی بین جمعیت‌های آویشن دنایی زمانی‌که در شرایط اقلیمی محدودی نیز مطالعه شده‌اند گزارش شده است (برزانده و باقرزاده، ۱۳۸۶؛ اکبری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۹؛ *قاسمی پیربلوطی* و همکاران، 2011؛ افلاکیان و همکاران، ۱۳۹۱؛ *روستایی*[1] و همکاران، 2010). تنوع در صفات مورفولوژیکی و تولیدی رویشگاه‌ها علاوه‌بر تأثیر شرایط اکولوژیکی، می‌تواند در نتیجه تنوع ژنتیکی و تنوع در سطح پلوییدی جمعیت‌های مختلف نیز باشد چنان‌که این امر در مورد جمعیت‌های آویشن دنایی به‌خوبی به اثبات رسیده است (*جوادی*[2] و همکاران، 2009؛ *رحیم ملک* و همکاران، 2009؛ *مهدوی و کریم‌زاده*[3]، 2010 و *ضیایی‌نسب* و همکاران، 2012). در مطالعه حاضر تنوع قابل‌توجهی بین افراد مورد مطالعه درون یک جمعیت نیز مشاهده شد که با توجه به یکسان بودن شرایط اقلیمی این پدیده می‌تواند در نتیجه ناهمگنی و تنوع ژنتیکی درون جمعیت‌ها باشد (*هادیان*[4] و همکاران، 2011)، لذا می‌توان از این پتانسیل در دستیابی به اهداف اصلاحی استفاده نمود.

تجزیه کلاستر

تجزیه کلاستر جمعیت‌های آویشن دنایی براساس صفات مورفولوژیکی انجام شد (شکل ۱). براساس نتایج به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای داده‌ها، ۶۰ فرد مورد مطالعه از ۶ جمعیت آویشن دنایی در ۴ گروه مستقل از هم تقسیم‌بندی شدند. در گروه اول تمام افراد جمعیت قاطرالن همدان، ۹ فرد از جمعیت بیجار زنجان و یک فرد از جمعیت ایلام حضور داشتند. از خصوصیات بارز این گروه می‌توان به ارتفاع کم گیاه، کوچک‌ترین طول گل‌آذین و بیشترین میزان کرک برگ اشاره نمود. همچنین رنگ سطح فوقانی و تحتانی برگ در این دو جمعیت مایل به بنفش می‌باشد، درحالی‌که در دیگر جمعیت‌ها مایل به سبز روشن بود.

تمامی افراد جمعیت قزوین و ۳ فرد از جمعیت قیاق به همراه یک فرد از جمعیت سمیرم در گروه دوم قرار گرفتند. افراد قرار گرفته در این گروه دارای عرض کاسه قطورتر، طول جام بلندتر، طول میان‌گره ساقه بیشتر، تعداد شیار کمتر و همچنین ارتفاع بلندتر نسبت به دیگر گروه‌ها بودند.

در گروه سوم افراد متعلق به جمعیت ایلام و یک فرد متعلق به جمعیت بیجار زنجان قرار گرفتند. این گروه از نظر صفات مورفولوژیکی طول گل‌آذین، طول برگه، طول کاسه، طول و قطر جام از ابعاد بزرگتری نسبت به دیگر جمعیت‌ها برخوردار بودند.

گروه چهارم شامل ۱۶ فرد متعلق به جمعیت‌های سمیرم و قیاق بود. این گروه بالاترین نسبت طول به عرض برگ را دارا بود. همچنین به لحاظ خصوصیات کیفی مانند رنگ جام گل، رنگ خامه و رنگ کاسه این دو جمعیت متمایز از دیگر جمعیت‌ها بودند به‌طوری‌که رنگ جام گل، خامه و کاسه گل آنها بنفش و مایل به بنفش بوده درحالی‌که در بقیه جمعیت‌ها جام گل و خامه سفید و مایل به صورتی کاسه گل به رنگ سبز بود. با توجه به تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌ها می‌توان گفت که گروه‌بندی با منشاء آنها تقریباً منطبق بوده است. نتایج مشابه توسط *روستایی* و همکاران (2010) نیز گزارش شده است.

1. Rustaiee
2. Javadi
3. Mahdavi and Karimzadeh
4. Hadian

جدول ۲: تنوع صفات مورفولوژیکی در بین جمعیت‌های مختلف آویشن دنایی

Table 2: Variation morphological traits among *Thymus daenensis* Celak populations

ضریب تغییرات CV (%)[a]	بیشترین Maximum	کمترین Minimum	میانگین Mean	واحد Unit	Morphological traits	صفات مورفولوژیک	شماره No.
67.27	8.5	0.5	2.4653	cm	Inflorescence length	طول گل‌آذین	1
91.98	12.67	0.37	2.5644	mm	Inflorescence internode length	طول میان‌گره گل‌آذین	2
25.65	17.2	5.5	9.42	mm	Bract length	طول برگه	3
24.89	5.7	1.8	3.3383	mm	Bract width	عرض برگه	4
20.91	2.5	1	1.6533	mm	Bracteole length	طول برگک	5
26.11	1	0.2	0.4692	mm	Bracteole width	عرض برگک	6
14.61	7.7	4	5.4783	mm	Corolla length	طول جام گل	7
14.83	2	1	1.695	mm	Corolla diameter	قطر جام گل	8
21.67	1	0.5	0.6917	mm	Corolla tube diameter	قطر لوله جام گل	9
52.77	4	1	2.0333	-	Corolla color	رنگ جام گل	10
34.34	3	1	1.1333	-	Corolla tube color	رنگ لوله جام گل	11
52.13	7	1	3.3	-	Anther color	رنگ پرچم	12
45.50	5.5	0	2.9784	mm	Anther length	طول پرچم	13
58.71	5	1	2.9833	-	Stigma color	رنگ کلاله	14
37.37	9.8	1.5	5.7167	mm	Stigma length	طول کلاله	15
72.50	5	1	2.0833	-	Calyx color	رنگ کاسه گل	16
35.21	2	1	1.2667	-	Toothed color	رنگ دندانه کاسه گل	17
36.14	4	1	2.2833	-	Calyx hairs	وضعیت کرک کاسه گل	18
13.18	6.3	3.5	4.5817	mm	Calyx length	طول کاسه گل	19
13.14	2.5	1.5	1.9117	mm	Calyx diameter	قطر کاسه گل	20
21.63	4	1.5	2.4217	mm	Large toothed calyx Length	طول دندانه بزرگ کاسه گل	21
66.05	2.5	0.1	0.555	mm	Small toothed calyx Length	طول دندانه کوچک کاسه گل	22
10.78	14	8	10.1167	Number	Number of calyx nerves	تعداد رگبرگ کاسه گل	23
99.48	6.5	0.2	1.3775	mm	Length peduncle of flower	طول دم‌گل	24
35.79	6.35	1.2	2.8175	mm	Length peduncle of Inflorescence	طول دم‌گل‌آذین	25
20.66	24	8.2	15.4283	mm	Leaf length	طول برگ	26
21.65	6.9	2.3	4.05	mm	Leaf width	عرض برگ	27
63.65	4	1	1.5167	-	Upper surface color of leaf	رنگ سطح فوقانی برگ	28
56.38	4	1	1.3333	-	Lower surface color of leaf	رنگ سطح تحتانی برگ	29
46.49	6	1	2.9333	-	State of leaf hairs	وضعیت کرک برگ	30
36.77	11	2	5.31	mm	Leaflet length	طول برگچه	31
25.78	2	0.7	1.2317	mm	Leaflet width	عرض برگچه	32
53.52	2.6	0.2	0.8428	cm	Internodes length	طول میان‌گره ساقه	33
31.00	32	8.5	18.5083	cm	Plant height	ارتفاع گیاه	34
32.65	4	1	1.865	mm	Shoot diameter	قطر ساقه	35
52.65	14	1	5.2667	Number	Number of nerves in shoot	تعداد شیار ساقه	36
26.47	6	1	3.7	-	Flowering shoot color	رنگ ساقه گل‌دهنده	37
26.24	7.5	1.8	3.6819	Ratio	Bract length/width ratio	نسبت طول به عرض برگه	38
14.54	3.33	1.8	2.4222	Ratio	Calyx length/calyx diameter	نسبت طول به قطر کاسه گل	39
28.90	6.92	1.74	4.0791	Ratio	Leaf length/width ratio	نسبت طول به عرض برگ	40
51.20	5.84	0.33	2.6452	%	Oil content	بازده اسانس	41

جدول ۳: تجزیه به عامل صفات مورفولوژیک جمعیت‌های آویشن دنایی

Table 3: Factor analysis of morphological traits *Thymus daenensis* Celak populations

ضرایب عاملی Component					Traits	صفات	شماره No.
5	4	3	2	1			
0.032	0.223	0.054	0.707	0.285	Inflorescence length	طول گل‌آذین	1
0.316	0.082	0.319	0.440	0.401	Inflorescence Internode length	طول میان‌گره گل‌آذین	2
-0.112	0.103	-0.071	0.722	0.190	Bract length	طول برگه	3
0.008	0.194	-0.120	0.325	0.579	Bract width	عرض برگه	4
-0.221	0.249	0.400	0.225	-0.115	Bracteole length	طول برگک	5
0.241	0.604	0.272	-0.139	-0.307	Bracteole width	عرض برگک	6
0.075	-0.060	-0.189	0.233	0.815	Corolla length	طول جام گل	7
0.035	0.150	0.493	-0.102	0.483	Corolla diameter	قطر جام گل	8
0.189	-0.014	-0.330	0.135	0.760	Corolla tube diameter	قطر لوله جام گل	9
0.027	-0.164	-0.074	-0.227	0.389	Corolla color	رنگ جام گل	10
-0.095	0.163	-0.528	0.374	0.349	Corolla tube color	رنگ لوله جام گل	11
-0.210	-0.118	0.246	0.076	0.586	Anther color	رنگ پرچم	12
0.099	-0.470	0.052	-0.145	0.367	Anther length	طول پرچم	13
-0.100	-0.100	0.152	0.649	-0.356	Stigma color	رنگ کلاله	14
0.177	0.478	0.361	0.038	0.166	Stigma length	طول کلاله	15
0.040	0.301	-0.279	0.773	-0.121	Calyx color	رنگ کاسه گل	16
0.445	0.476	-0.263	0.369	0.132	Toothed color	رنگ دندانه کاسه گل	17
0.153	-0.367	0.502	0.199	-0.125	Calyx hairs	وضعیت کرک کاسه گل	18
0.240	-0.074	0.013	0.298	-0.629	Calyx length	طول کاسه گل	19
-0.063	-0.046	0.510	0.708	0.016	Calyx diameter	قطر کاسه گل	20
0.032	-0.133	0.009	-0.146	0.569	Large toothed calyx Length	طول دندانه بزرگ کاسه گل	21
0.503	-0.399	0.023	-0.286	-0.026	Small toothed calyx Length	طول دندانه کوچک کاسه گل	22
-0.016	-0.214	0.144	-0.101	0.686	Number of calyx nerves	تعداد رگبرگ کاسه گل	23
-0.102	0.058	0.432	0.109	0.522	Length peduncle of flower	طول دم‌گل	24
-0.254	0.158	0.346	-0.078	0.626	Length peduncle of Inflorescence	طول دم‌گل‌آذین	25
0.124	0.003	-0.677	-0.238	0.205	Leaf length	طول برگ	26
0.169	-0.114	-0.154	0.115	-0.742	Leaf width	عرض برگ	27
0.306	-0.212	-0.066	0.073	-0.210	Upper surface color of leaf	رنگ سطح فوقانی برگ	28
-0.245	0.415	0.218	-0.489	0.084	Lower surface color of leaf	رنگ سطح تحتانی برگ	29
-0.219	0.472	0.042	-0.495	0.146	State of leaf hairs	وضعیت کرک برگ	30
0.138	-0.040	-0.274	-0.586	0.153	Leaflet length	طول برگچه	31
0.641	-0.107	0.333	0.138	0.245	Leaflet width	عرض برگچه	32
0.080	0.055	0.043	0.051	-0.571	Internodes length	طول میان‌گره ساقه	33
-0.017	0.254	-0.075	0.062	-0.421	Plant height	ارتفاع گیاه	34
-0.067	0.238	-0.245	-0.118	-0.352	Shoot diameter	قطر ساقه	35
-0.437	-0.466	-0.043	0.304	0.213	Number of nerves in shoot	تعداد شیار ساقه	36
0.048	-0.217	-0.596	0.291	0.297	Flowering shoot color	رنگ ساقه گل‌دهنده	37
-0.337	-0.322	-0.133	0.542	-0.478	Bract length/width ratio	نسبت طول به عرض برگه	38
0.216	-0.164	0.800	-0.024	-0.051	Calyx length/calyx diameter	نسبت طول به قطر کاسه گل	39
-0.182	-0.237	0.477	-0.127	-0.389	Leaf length/width ratio	نسبت طول به عرض برگ	40

جدول ۴: مقادیر ویژه تجزیه به عامل صفات مورفولوژیک

Table 4: The Eigenvalues of Factor analysis of morphological traits

عامل Component	مقادیر ویژه Eigenvalue	مقادیر ویژه به درصد واریانس % of Variance	درصد تجمعی واریانس Cumulative %
1	6.894	17.236	17.236
2	5.039	12.598	29.834
3	4.266	10.665	40.499
4	2.836	7.090	47.589
5	2.056	5.139	52.728
6	1.863	4.657	57.385
7	1.734	4.335	61.720
8	1.466	3.664	65.384
9	1.430	3.574	68.958
10	1.378	3.445	72.403
11	1.179	2.947	75.350
12	1.012	2.530	77.880
13	1.001	2.502	80.382

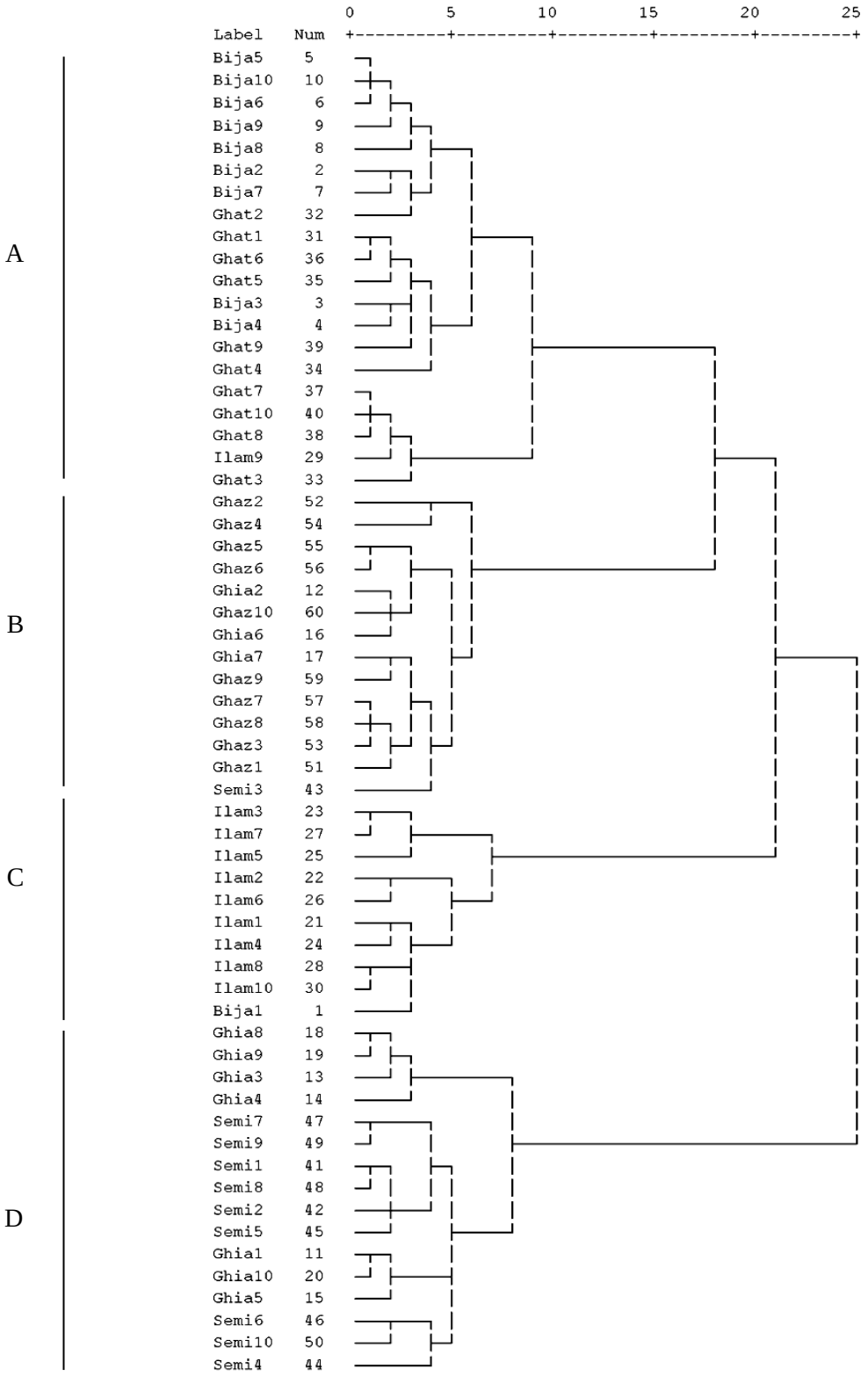
جدول ۵: همبستگی بین صفات مورفولوژیکی و بازده اسانس آویشن دنایی

Table 5: Correlation between morphological traits and oil content *Thymus daenensis* Celak

	بازده-اسانس oil content	طول گل‌آذین Inflorescence length	طول برگه Bract length	عرض برگه Bract width	طول کاسه Calyx length	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	قطر ساقه Shoot diameter	ارتفاع گیاه Plant height
بازده اسانس oil content	1								
طول گل‌آذین Inflorescence length	0.511**	1							
طول برگه Bract length	0.355**	0.645**	`1						
عرض برگه Bract width	0.235	0.299*	0.489**	1					
طول کاسه Calyx length	0.365**	0.305*	0.178	0.480**	1				
طول برگ Leaf length	0.315*	0.248	0.312*	-0.063	-0.126	1			
عرض برگ Leaf width	0.042	0.170	-0.009	0.128	0.056	0.194	1		
قطر ساقه Shoot diameter	0.347**	0.387**	0.108	0.144	0.288*	-0.107	0.133	1	
ارتفاع گیاه Plant height	0.457**	0.450**	0.444**	0.120	0.048	0.598**	0.160	0.363**	1

*و ** به ترتیب نشان‌دهنده همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

*and ** indicate significant correlations with $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively



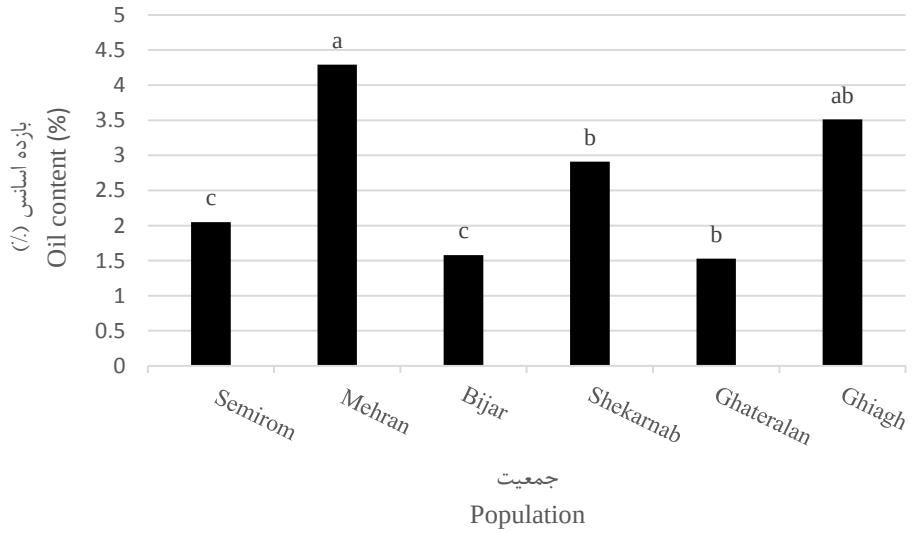
شکل ۱: دندروگرام تجزیه کلاستر ۶ جمعیت آویشن دنایی براساس صفات مورفولوژیکی

Fig. 1: Cluster analysis dendrogram of six populations of *Thymus daenensis* Celak based on the morphological traits. Semi: Hana Semirom, Ghia: Ghiagh Hamedan, Bija: Bijar Zanjan, Ilam: Mehran Ilam, Ghaz: Shekarnab Ghazvin, Ghat: Ghateralan Hamedan

جدول ۶: تحلیل مسیر اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مورفولوژیک بر بازده اسانس. اعداد روی قطر اصلی اثرات مستقیم و اعداد خارج از قطر اثرات غیرمستقیم می‌باشند

Table 6: Path analysis Direct and indirect effect morphological traits on oil content. Numbers on the main diameter: traits Direct effects, Numbers on outside diameter: traits indirect effects

اثر مستقیم Direct effect	اثر غیرمستقیم Indirect effect	ارتفاع گیاه Plant height	قطر ساقه Shoot diameter	عرض برگ Leaf width	طول برگ Leaf length	طول کاسه Calyx length	عرض برگه Bract width	طول برگه Bract length	طول گل-آذین Inflorescence length	
0.309	0.202	0.075	0.055	-0.021	0.057	0.066	0.025	-0.056	0.309	طول گل‌آذین Inflorescence length
-0.086	0.441	0.074	0.015	0.001	0.072	0.039	0.041	-0.086	0.199	طول برگه Bract length
0.085	0.150	0.020	0.021	-0.016	-0.029	0.104	0.085	-0.042	0.092	عرض برگه Bract width
0.218	0.147	0.008	0.041	-0.007	-0.015	0.218	0.041	-0.015	0.094	طول کاسه Calyx length
0.230	0.085	0.099	-0.015	-0.024	0.230	-0.014	-0.011	-0.027	0.077	طول برگ Leaf length
-0.125	0.167	0.027	0.019	-0.125	0.044	0.012	0.011	0.001	0.053	عرض برگ Leaf width
0.143	0.204	0.060	0.143	-0.017	-0.025	0.063	0.012	-0.009	0.119	قطر ساقه Shoot diameter
0.166	0.291	0.166	0.052	-0.020	0.137	0.010	0.010	-0.038	0.139	ارتفاع گیاه Plant height



شکل ۲: مقایسه میانگین بازده اسانس جمعیت‌های آویشن دنایی

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار است

Fig. 2: Comparison of Average oil content in *Thymus daenensis* Celak populations
Similar letters in each column indicate not Significant differences

تجزیه به عامل

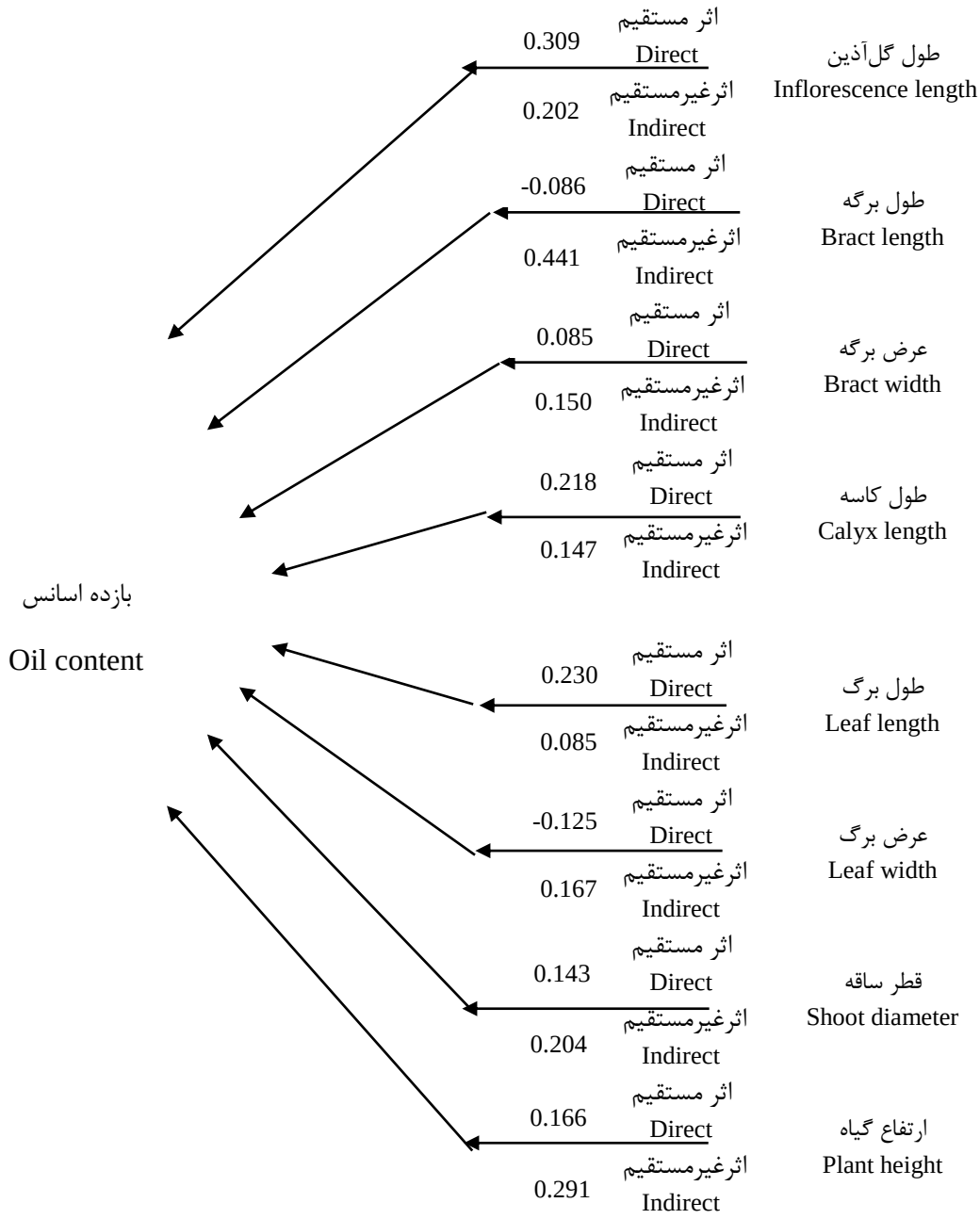
تجزیه به عامل‌ها با استفاده از صفات مورفولوژیکی انجام شد. جدول‌های ۳ و ۴ نتایج تجزیه به عامل‌ها را نشان می‌دهند. میزان واریانس نسبی هر عامل که به‌صورت درصد بیان شده است، نشان‌دهنده‌ی اهمیت آن عامل در واریانس کل صفات مورد بررسی است. این تجزیه می‌تواند عوامل فرق‌گذار اصلی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی را روشن سازد. در این تجزیه ۱۳ عامل اصلی که مقادیر ویژه آنها بیشتر از یک بود توانستند مجموعاً ۸۰/۳۸ درصد واریانس کل را توجیه نمایند. در بین آنها فاکتورهای اول، دوم و سوم به‌ترتیب ۱۷/۲۳۶ درصد، ۱۲/۵۹۸درصد و ۱۰/۶۶۵درصد واریانس کل را توجیه نمودند. صفات طول جام، طول لوله جام، تعداد رگه کاسه و طول دمگل بیشترین سهم با ضرایب مثبت و صفات طول کاسه، عرض برگ و طول میان‌گره ساقه با ضرایب منفی در عامل اول در مجموع ۱۷/۲۳۶ درصد از واریانس کل را توجیه نمودند. در عامل دوم صفات رنگ کاسه، طول برگه، قطر کاسه و طول گل‌آذین بالاترین ضرایب را به‌خود اختصاص دادند. در این مولفه بیشترین ضرایب منفی متعلق به صفات طول براکته، کرک برگ و رنگ سطح زیر برگ بود. در مؤلفه سوم نسبت طول به قطر کاسه بیشترین ضریب مثبت و صفات طول برگ و رنگ ساقه گل‌دهنده بیشترین ضریب منفی را دارا بودند. با توجه به نتایج تجزیه عامل‌ها می‌توان گفت که بیشترین تفاوت ژنوتیپ‌ها مربوط به خصوصیات مورفولوژیکی اندام‌های زایشی گل بود.

بازده اسانس

بازده اسانس جمعیت‌های آویشن دنایی در شکل ۲ نشان داده شده است. بازده اسانس تنوع قابل‌توجهی در سطح بین جمعیتی و درون جمعیتی (بین افراد) داشت. نتایج تجزیه واریانس بازده اسانس جمعیت‌های مختلف آویشن دنایی نشان داد اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بین جمعیت‌ها وجود دارد. مقایسه میانگین‌های بازده اسانس نشان داد که جمعیت‌های ایلام و قیاق اختلاف معنی‌داری با دیگر جمعیت‌ها داشتند. بررسی درون جمعیت‌ها نشان داد بازده اسانس در میان رویشگاه‌های مختلف بین ۵/۸۴-۰/۳۳ درصد متنوع بود که بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب در فرد شماره ۳ ایلام و ۵ قاطرالن به‌دست آمد. بیشترین ضریب تغییرات بازده اسانس در جمعیت بیجار (۵۵ درصد) و قاطرالن (۴۷ درصد) و کمترین ضریب تغییرات در جمعیت ایلام (۲۰ درصد) مشاهده گردید. جمعیت‌های ایلام (۴/۲۹ درصد) و قیاق (۳/۵۱ درصد) بالاترین میانگین بازده اسانس در بین مناطق مورد بررسی را به خود اختصاص دادند درحالی‌که کمترین بازده متعلق به جمعیت قاطرالن همدان (۱/۵۳ درصد) بود. در مطالعات قبلی بازده اسانس از مناطق مختلف در دامنه ۳/۸-۱ درصدگزارش شده است (*روستایی* و همکاران، 2011؛ *ابوصابر*[1] *و همکاران*، 2012؛ *نوری و اسماعیلیان*[2]، 2012؛ *تیموری*[3]، 2012 و نیک‌آور و مجاب، ۱۳۸۳)، درحالی‌که بیشترین مقدار بازده در تحقیق حاضر ۴/۲۹ درصد بود.

نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد بازده اسانس تحت تأثیر شرایط جغرافیایی محل رویش جمعیت‌ها است، به‌طوری‌که جمعیت ایلام به لحاظ جغرافیایی با کمترین ارتفاع و مقدار بارش با دیگر جمعیت‌ها تفاوت زیادی داشت. آویشن گیاهی است که به‌طور طبیعی در نواحی نیمه‌خشک تا معتدل گرم رشد می‌کند و شرایط خشک، دماهای بالا و تشعشع شدید آفتاب میزان اسانس را افزایش و ارتفاع و رطوبت بالا میزان اسانس را کاهش می‌دهند. (*لتکامو*[4] و همکاران، 1995؛ *کریستینا*[5] و همکاران، 2008؛ *ابودرویش*[6] و همکاران، 2009 و *افسی*[7]، 2011). بازده اسانس می‌تواند تحت تأثیر عوامل خاکی نیز قرار گیرد (*دنیل*[8] *و* همکاران، 2003). آویشن در خاک‌های سبک و دارای کلسیم بالا از عملکرد کمی بالای اسانس برخوردار می‌باشد (امیدبیگی، ۱۳۸۵؛ *ساتیل-بیسکاپ* و *سائز*[9]، 2002). در این تحقیق بازده اسانس جمعیت‌های ایلام و قیاق همدان با خاک‌های لومی‌شنی نسبت به جمعیت‌های بیجار زنجان و قاطرالن همدان با خاک‌های رسی لومی بیشتر می‌باشد. این نتایج با نتایج بیگدلو و همکاران (۱۳۹۲) منطبق بود که نشان دادند میزان اسانس آویشن کرمانی در خاک‌های سبک و شنی نسبت به خاک‌های سنگین و رسی بیشتر است.

1. Abousaber
2. Nouri and Esmaeilian
3. Teimouri
4. Letchamo
5. Cristina
6. Abu-Darwish
7. Avci
8. Daniel
9. Stahl-Biskup and Saez



شکل۳: نمودار اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مورفولوژیک بر بازده اسانس جمعیت‌های مورد مطالعه
Fig. 3: chart of Morphological traits Direct and indirect effects on oil content in studied Populations

ضرایب همبستگی بین صفات

ضرایب ساده همبستگی صفات نشان داد صفات طول گل‌آذین (r=۰/۵۱۱) و ارتفاع گیاه (r=۰/۴۵۷) بیشترین همبستگی را با درصد اسانس دارا بودند (جدول ۵). همچنین صفات طول برگه (r=۰/۳۵۵)، قطر ساقه (r=۰/۳۴۷) و طول برگ (r=۰/۳۱۵) نیز با درصد اسانس رابطه مثبت و معنی‌داری داشتند. بررسی نتایج تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که در اکثر گونه‌های آویشن صفاتی همچون طول گل‌آذین، طول برگه و ارتفاع گیاه از صفات مؤثر بر بازده اسانس می‌باشند (بیگدلو و همکاران، ۱۳۹۲؛ یاوری و همکاران، ۱۳۸۹). اما در برخی از صفات تفاوت‌هایی مشاهده می‌شود به‌طوری‌که در گیاه آویشن کرمانی و آویشن آذربایجانی عرض برگ و عرض برگه با بازده اسانس همبستگی مثبت داشتند، اما در این تحقیق هیچ رابطه معناداری مشاهده نگردید. این امر تفاوت روابط صفات در گونه‌های مختلف را نشان می‌دهد. نتایج همبستگی دیگر صفات نشان داد که بین صفات ارتفاع گیاه با طول گل آذین، طول برگ و طول برگه رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.

تحلیل مسیر

به‌منظور شناخت مهمترین صفات توجیه‌کننده بازده اسانس، از تجزیه مسیر استفاده گردید. تحلیل ضرایب مسیر صفات مورفولوژیکی آویشن دنایی در جدول ۶ مشاهده می‌شود. نتایج نشان داد که صفات طول گل‌آذین (۰/۳۰۹) و طول برگ (۰/۲۳) بیشترین تأثیر مستقیم و صفات طول و عرض برگه (۰/۰۸۶- و ۰/۰۸۵) کمترین تأثیر مستقیم بر درصد اسانس را داشتند. همچنین صفت عرض برگ (۰/۱۲۵-) بیشترین تأثیر منفی را بر بازده اسانس به خود اختصاص داد. بیشترین تأثیر غیرمستقیم در بین صفات مربوط به طول برگه (۰/۱۹۹) و ارتفاع گیاه (۰/۱۳۹) از طریق طول گل‌آذین و همچنین ارتفاع گیاه از طریق طول برگ (۰/۱۳۷) بر درصد اسانس به‌دست آمد.

میرزایی ندوشن[1] و همکاران (2001) در ارزیابی تأثیر صفات موثر بر تولید اسانس در نعناع گزارش دادند که درصد اسانس برگ و همچنین طول برگ اثرات مستقیم زیادی بر درصد اسانس گل دارند. همچنین در تحقیق دیگری که روی سه گونه آویشن صورت گرفت مشخص شد که صفات تعداد روزنه و طول برگ بیشترین تأثیر مستقیم را بر درصد اسانس داشتند (میرزایی ندوشن و همکاران، ۱۳۸۵). نتایج *کریمی*[2] و همکاران (2012) در گیاه مرزه جنگلی نیز نشان داد که بیشترین تأثیر مستقیم بر بازده اسانس مربوط به صفات ارتفاع گیاه، طول کاسه و طول برگ بود. همچنین بیشترین تأثیر غیرمستقیم را صفات طول گل‌آذین و طول سنبلچه به خود اختصاص دادند. *طالع*[3] و همکاران (2012) نشان دادند که عملکرد ساقه بیشترین اثر مستقیم و طول و عرض برگ و وزن خشک ساقه کمترین اثر مستقیم را بر بازده اسانس گیاه بادرنجبویه دارند.

در برنامه‌های به‌نژادی روابط بین صفات از اهمیت خاصی برخوردار است. اطلاع از چگونگی ارتباط بین صفات مختلف در پیشرفت برنامه‌های به‌نژادی اهمیت زیادی دارد. وقتی گزینش برای صفتی انجام می‌گیرد، دانستن چگونگی تأثیر آن صفت بر دیگر صفات بسیار اهمیت دارد. انتخاب یک طرفه صفات بدون در نظر گرفتن صفات دیگر، نتایج نامطلوبی را در پی خواهد داشت (نقوی و همکاران، ۱۳۸۱). در بین صفات مورد بررسی صفات طول گل‌آذین، ارتفاع گیاه، طول برگ به‌دلیل تأثیر مستقیمی که بر بازده اسانس دارند از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند. جمعیت‌های ایلام، قزوین و قیاق از نظر این صفات نسبت به دیگر جمعیت‌ها برتری داشته و دارای بازده اسانس بیشتری نیز بودند و منابع ژنتیکی مناسب جهت برنامه‌های آتی می‌باشند. با این حال جمعیت ایلام علاوه‌بر دارا بودن مجموعه‌ای از صفات مطلوب رشدی از نظر مقاومت به شرایط محیطی سازگاری بیشتری داشته و جهت انتخاب و اهلی‌سازی پیشنهاد می‌شود.

1. Mirzaie Nodoushan
2. Karimi
3. Talle

منابع

افلاکیان، س.، زینلی، ح.، مداح عارفی، ح.، انتشاری، ش. و کاوه، ش. ۱۳۹۱. بررسی عملکرد و اجزای عملکرد یازده اکوتیپ آویشن دنایی (*Thymus daenensis* Celak.). فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۸ (۲): ۱۹۷-۱۸۷.

اکبری‌نیا، ا.، شریفی عاشورآبادی، ا. و میرزا، م. ۱۳۸۹. بررسی عملکرد، میزان و ترکیب‌های اصلی اسانس آویشن‌دنایی (*Thymus daenensis* Celak) کشت شده در قزوین. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۶ (۲): ۲۱۲-۲۰۵.

امیدبیگی، ر. ۱۳۸۵. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم، انتشارات آستان قدس رضوی، ۳۹۷ صفحه.

برازنده، م. و باقرزاده، ک. ۱۳۸۶. بررسی ترکیبات شیمیایی روغن فرار آویشن (*T. daenensis*) جمع‌آوری شده از چهار منطقه مختلف استان اصفهان. گیاهان دارویی، ۲۳ (۶): ۱۹-۱۵.

بیگدلو، م.، ناظری، و. و هادیان، ج. ۱۳۹۲. بررسی اثر برخی عوامل محیطی بر خصوصیات ریخت‌شناختی و میزان اسانس آویشن کرمانی (*Thymus carmanicus* Jalas). فصلنامهٔ تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، زیر چاپ.

زرگری، ع. ۱۳۶۹. گیاهان دارویی جلد چهارم. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران، ۹۶۹ صفحه.

صابرآملی، س.، نوروزی، ش.، شکرچیان، ا.، اکبرزاده، م. و کدوری، م. ۱۳۸۶. شناسایی و بررسی خصوصیات اکولوژیک گونه‌های اسانس‌دار تیره نعناع در استان کرمان. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۲ (۴): ۳۴۵-۳۲۵.

میرزایی ندوشن، ح.، مهرپور، ش. و سفیدکن، ف. ۱۳۸۵. تجزیه علیت در صفات مؤثر بر اسانس در سه گونه از آویشن. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۰: ۹۴-۸۸.

نقوی، م. ر.، شاهبازپور شهبازی، ع. و طالعی، ع. ر. ۱۳۸۱. بررسی تنوع ذخایر توارثی گندم دوروم برای برخی از خصوصیات زراعی و مورفولوژیکی. علوم زراعی ایران، ۴ (۲): ۸۸-۸۱.

نیک‌آور، ب. و مجاب، ف. ۱۳۸۳. بررسی اجزای تشکیل‌دهنده اسانس سرشاخه‌های گلدار آویشن دنایی. گیاهان دارویی، ۴ (۱۳): ۴۹-۴۵.

یاوری، ع.، ناظری، و.، سفیدکن، ف. و حسنی، م. ا. ۱۳۸۹. بررسی برخی خصوصیات بوم شناختی، ریختی و میزان اسانس آویشن آذربایجانی (*Thymus migricus*). فصلنامهٔ تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۶ (۲): ۲۳۸-۲۲۷.

Abousaber, M., Khanavi, M., Khoshchehreh, M., Hadjiakhoondi, A., Shams Ardekani, M. R. and Shafiee, A. 2012. Composition of the essential oils of *Thymus deanensis* Celak Var. *deanensis* from different regions of Iran. Journal of Medicinal Plants, 11 (4): 34-39.

Abu-Darwish, M. S., Abu Dieyeh, Z. H., Mufeed, B., Al-Tawaha, A. R. M. and Al-dalain, S. Y. A. 2009. Trace element contents and essential oil yields from wild thyme plant (*Thymus serpyllum* L.) grown at different natural variable environments, Jordan. Journal of Food, Agriculture and Environment, 17: 920-924.

Avci, A. B. 2011. Chemical variation on the essential oil of *Thymus praecox* ssp. *scorpilii* var. *Laniger*. International Journal of Agriculture & Biology, 13: 607-610.

Baser, K. H. C. 2002. Aromatic biodiversity among the flowering plant taxa of Turkey. Pure and Applied Chemistry, 74: 527-545.

Bernath, J. 2002. Strategies and recent achievements in selection of medicinal and aromatic plants. Proc. Int. Cont. on MAP. Acta Horticulture, 576: 65-68.

British pharmacopoeia. 1988. Vol. 2, London: HMSO, 137-138.

Cristina, F. A., Barroso, J. G., Pedro, L. G. and Scheffer, J. J. C. 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. Flavour and Fragrance Journal, 23: 213-226.

Daniel, P. L., Carlos, B. and Ratiana, D. 2003. Land suitability evaluation using a combination of exploratory data analysis with a geographic information system on sugar cane areas. Sugar Cane National Research Institute, Boyeros, Cuba.

Dewey, D. R. and Lu, K. H. 1959. A correlation and path-coefficient analysis of component of crested wheat grass seed production. Agronomy Journal, 51: 515-518.

Ghasemi Pirbalouti, A., Rahimmalek, M., Malekpoor, F. and Karimi, A. 2011. Variation in antibacterial activity, thymol and carvacrol contents of wild populations of *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* Celak. Plant Omics Journal, 4 (4): 209-214.

Hadian, J., Mirjalili, M. H., Kanani, M. R., Salehnia, A. and Ganjipoor, P. 2011: Phytochemical and morphological characterization of *Satureja khuzistanica* Jamzad populations from Iran. Chemistry & Biodiversity, 8: 1-15.

Javadi, H, Hesamzadeh Hejazi, S. M. and Babayev, M. Sh. 2009. Karyotypic studies of three *Thymus* (Lamiaceae) species and populations in Iran. Caryologia, 62 (4): 316-325.

Karimi, E., Ghasemnezhad, A. and Hadian, J. 2012. Morphological characters associated with essential oil content of satureja mutica using path analysis. National Congress on Medicinal Plants. Kish Island. pp 508.

Letchamo, W., Hi, X. U. and Gosselin, A. 1995. Variations inphotosynthesis and essential oil in thyme. Journal Plant Physiology, 147: 29-37.

Mahdavi, S. and Karimzadeh, G. 2010. Karyological and nuclear DNA content variation in some Iranian endemic *Thymus* Species (Lamiaceae). Journal of Agricultural Science and Technology, 12: 447-458.

Mirzaie Nodoushan, M., Rezaie, B. and Jaimand, K. 2001. Path analysis of the essential oil-related characters in *Mentha* spp. Flavor and Fragrance Journal, 16: 340-343.

Nouri, H. and Esmaeilian, Y. 2012. Essential oil, phenolic compounds and antioxidantactivity of *Thymus daenensis* Celak. at different harvesttimes. Journal of Medicinal Plants Research, 6 (10): 2051-2055.

Ortiz, J. and longie, H. 1997. Path analysis and ideotyps for plant breeding. Agronomy Journal, 89: 988-994.

Rahimmalek, M., Bahreininejad, B., Khorrami, M. and Sayed Tabatabaei, B. E. 2009. Genetic variability and geographical differentiation in *Thymus daenensis* subsp. *daenensis* Cleak, an endangered aromatic and medicinal plant as revealed by Inter Simple Sequence Repeat (ISSR) markers. Biochemical Genetics, 47: 831-842.

Rustaiee, A. R., Hassani, M. E., Fakhr Tabatabaei, S. M. and Omidbaigi, R. 2010. Evaluation of genetic diversity among some populations of *Thymus daenensis* Celak., a vulnerable medicinal plant from Iran. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 51 (4): 335-342.

Rustaiee, A. R., Sefidkon, F., Fakhr Tabatabaei, S. M., Omidbaigi, R. and Mirahmadi, S. F. 2011. Chemical polymorphism of essential oils from five populations of *Thymus daenensis* Celak. subsp. *daenensis* endemic to Iran. Journal of Essential Oil Research, 23 (3): 6-11.

Rechinger, K. H. 1982. Flora Iranica. Vol. 152, Graz: Akademische Druck- und Verlagsanstalt. 547-548.

Stahl-Biskup, E. and Saez, F. 2002. Thyme, The genus Thymus. Taylor & Francis, 330 p.

Sefidkon, F., Kalvandi, R., Atri, M. and Barazandeh, M. M. 2005. Essential oil variability of *Thymus* eriocalyx (Ronninger) Jalas. Flavour and Fragrance Journal, 20 (5): 521-524

Talle, B., Darvish, F., Mohammadi, A., Abbaszadeh, B. and Rohami, M. 2012. Assessment of relationship between effective traits on yield and compounds of essential oil and morphological traits of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L). accessions using path analysis and canonical correlation. Journal of Basic and Applied Scientific Research, 2 (4): 3719-3723.

Teimouri, M. 2012. Antimicrobial activity and essential oil composition of *Thymus daenensis* Celak from Iran. Journal of Medicinal Plants Research, 6 (4): 631-635.

Thompson, J. D., Manicacci, D. and Tarayre, M. 1998. Thirty-five years of thyme: a tale of two polymorphisms. Why so many females? Why so many chemotypes? BioScience, 48: 805-815.

Thompson, J. D. 2002. Population structure and the spatialdynamics of genetic polymorphism in thyme, In: Thyme: The Genus *Thymus* (Eds. Stahl-Biskup, E. and Sáez, F.), 44-74. Taylor and Francis, London and New York.

Ziaei Nasab, M., Hesamzadeh Hejazi, S. M., Bihamta, M. R., Mirza, M. and Naderi-Shahab, M. A. 2012. Assessment of karyotypical variation among 16 populations of *Thymus daenensis* Celak and *Thymus kotschyanus* Boiss. species in Iran. African Journal of Biotechnology, 11 (5): 1028-1036.

Evaluation of Morphological Variation and Path Coefficient Analysis of Oil Content of *Thymus daenensis* Celak Populations

Hadian[1*], J., Karimi[2], E., Shouryabi[3], M., Nadjafi[4], F. and Kanani[5], M. R.

Abstract

Thymus daenensis Celak is one of the most important medicinal plants and endemic species in Iran which has a large dispersion and wide distribution in the highlands of the Zagros Mountains. In this study, diversity of morphological traits and oil content (w/w) was evaluated among and within six natural habitats with diverse climates (Mehran, Bijar, Shekarnab, Ghateralan, Ghiagh and Semirom) .Beside, factors affecting on essential oil yield were determined by path coefficients analysis. The results indicated significant variation among populations for morphological traits. Cluster analysis divided individual plants into four independent groups corresponding to their geographical origin. The mean oil content was varied between 1.53-4.28% among populations. Path coefficient analysis showed that, among studied traits, inflorescences length and leaf length had highest direct effect while, bract length and plant height had highest indirect effect on the percentage of oil. Finally among the studied populations, population of Ilamis was suitable to be used in breeding and domestication programs due to good growth performance, adaptability to stress conditions and within population variation.

Keywords: Domestication, Natural habitats, Inflorescences length, Plant height

1 and 4. Associate Professors, Department of Agriculture, Medicinal Plants and Drug Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

2. Ph.D. Graduate, Department of Horticulture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

3. M.Sc. Graduate, Department of Agriculture, Medicinal Plants and Drug Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

5. Assistant Professor, Department of Agriculture, Medicinal Plants and Drug Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

*: Corresponding Author Email: j_hadian@sbu.ac.ir