



تجزیه علیت در صفات مؤثر بر اسانس در سه گونه از آویشن

- حسین میرزایی ندوشن، عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
- شهین مهرپور، عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد، واحد قم.
- فاطمه سفیدکن، عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران

تاریخ دریافت: مرداد ماه ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۸۳

Email: nodoushan2003@yahoo.com

چکیده

آویشن یکی از مهمترین گیاهان داروئی است که دارای تنوع وسیعی در سطح گونه‌ای و درون گونه‌ای است. گونه‌های متعددی از این گیاه در عرصه‌های طبیعی ایران پراکنده است و در بیشتر رویشگاه‌های کشور حداقل یک گونه از این گیاه وجود دارد. ده جمعیت از سه گونه آویشن به نام‌های *T. persicus*، *T. pubescens*، *Thymus kotschyanus* از رویشگاه‌های این جنس در مناطق مختلف اقلیمی کشور جمع آوری شد و در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی کاشته شدند. تعدادی از صفات مورفولوژیک در سطح مزرعه مورد مطالعه قرار گرفته و پس از استخراج اسانس آنها، ترکیبات اسانس جداسازی و شناسائی شدند. پس از تشخیص تفاوت‌های معنی دار آماری از نظر ویژگی‌های مورد مطالعه بین جمعیت‌های تحت بررسی و تعیین همبستگی‌های دو گانه بین صفات، تجزیه علیت به کار گرفته شد تا روابط بین صفات مورفولوژیک و ویژگی‌های مربوط به اسانس این گونه‌ها مورد بررسی قرار گیرد. از نظر میزان همبستگی روابط قابل توجهی بین صفات مورفولوژیک و اسانس وجود داشت. تجزیه اثرات همبستگی دو گانه بین میزان اسانس به عنوان صفت وابسته و سایر صفات به عنوان صفات مستقل اثرات غیرمستقیم چشمگیری را از صفات مورد بررسی بر میزان اسانس آشکار نمود. تعداد روزنه و طول برگ بیشترین اثرات مستقیم بر افزایش اسانس را از خود نشان دادند ولی همین صفات با اثرات غیرمستقیم خود از طریق سایر صفات موجب کاهش اسانس گردیدند. به طوری که در مجموع اثر کلی طول برگ ناچیز (۰/۲۲۲) و اثر کلی تعداد روزنه بر اسانس منفی بود (۰/۴۹۸-). همین پدیده در صفاتی نظیر تعداد کرک‌های محافظتی و تعداد ساقه نیز مشاهده گردید. به تعبیر دیگر می‌توان گفت که طول برگ از طریق صفت تعداد روزنه موجب کاهش میزان اسانس می‌گردد. همین طور صفت تعداد کرک‌های محافظتی نیز از طریق طول برگ موجب کاهش اسانس می‌گردد (اثر غیرمستقیم = ۰/۳۴-). اثر مستقیم طول کل کروموزوم بر میزان اسانس منفی است (۰/۴۹۴-). ولی از طریق طول برگ اثر زیادی در افزایش میزان اسانس دارد (۲/۶۰۲). این اثر با اثرات غیر مستقیم منفی از طریق سایر صفات حثی می‌شود.

کلمات کلیدی: آویشن، تجزیه علیت، اسانس، اجزاء اسانس، تیمول و کارواکرول

Pajouhesh & Sazandegi No: 70 pp: 88-94

Path analysis of the characters influencing essential oil in three *Thymus* species

By: H. Mirzaie-Nodoushan, Scientific Board Member of Seed and Plant Improvement Research Institute, Karaj, Iran., S. Mehrpur, Scientific Board Member of Islamic Azad University, Ghom, Iran., F. Sefidkon, Scientific Board Member of Forests and Rangelands Research Institute, Tehran, Iran.

Thyme is one of the most important medicinal plants which is highly variable within and between the species. Several

species of Thyme are scattered all around the country so that at least one of the species exist in the most part of the country. Ten populations of three *Thymus* species, called *Thymus kotschyanus*, *T. pubscense* and *T. persicus* were collected from ten different climatic locations and planted in a randomised complete block design. Several morphological characters were recorded on the populations. Essential oil was extracted from the populations and their components were separated and recognized. When a significant difference was detected between the species for the studied characters, path analysis was performed on the phenotypic correlations between the characters and essential oil. There were remarkable interrelationships between the morphological characters and essential oil and its major components. Analysis of the correlation between the essential oil as the independent character and the rest of the characters as the dependent characters revealed remarkable indirect effects of the characters. Number of stomata and leaf length showed the most direct effects on essence increment. On the other hand these characters caused reduction in the essence by indirect effects through other characters. So that the total leaf length effects was negligible (0.222) and number of stomata total effect was negative (-0.498). This phenomenon was also observed for several other characters such as number of protective trichomes and the number of stems. In the other words, leaf length decreased the essential oil through the number of stomata. Number of protective trichomes also decreased the essential oil level through leaf length (indirect effect = -2.034). Chromosome total length direct effect on essential oil is negative (-0.494) but this trait has a highly increasing effect on the essential oil through leaf length (2.602). This effect is decreased by negative indirect effects of the rest of the characters.

Keywords: Thymus, Path analysis, Essential oil, Thymole, Carvacrol.

مقدمه

است (۱، ۵). اینکه میزان اسانس چه ارتباطی با ویژگی‌های مورفولوژیک دارد و آیا سطح پلوئیدی و میزان مواد کروماتینی تأثیری بر مقدار اسانس دارد یا نه موضوعی است که نیاز به بررسی بیشتر دارد. از طرفی با توجه به فراگیر بودن چندین گونه از آویشن در کشور مطالعات گسترده‌ای در شناسایی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و بررسی روابط علت و معلولی صفات با یکدیگر لازم است تا بتوان ضمن ایجاد درک مناسبی از توانمندی‌های گونه‌های آویشن و جمعیت‌های مختلف آنها روش‌های بهینه‌ای در افزایش بهره‌وری از این گیاه را ارائه نمود. به همین منظور در این تحقیق ضمن مطالعه ویژگی‌های مورفولوژیک، درصد اسانس و اجزاء مهم آن در جمعیت‌های مورد مطالعه ارتباط ویژگی‌های مذکور با اجزاء اسانس مورد توجه و بررسی قرار گرفت. از ضرائب همبستگی دوگانه تا کنون در ارزیابی اثرات صفات مختلف آویشن بر یکدیگر و نیز بر اسانس و اجزاء آن استفاده شده و همبستگی‌های مثبت و منفی در سطوح بالایی مشاهده گردیده است (۱) ولی بر اساس اطلاعات موجود همبستگی‌های دوگانه مشاهده شده با استفاده از روش تجزیه علیت هنوز مورد تجزیه و تحلیل قرار نگرفته است. از این نوع تجزیه و تحلیل در مطالعه روابط علت و معلولی ویژگی‌های مختلف از جمله ارتباط اسانس با ویژگی‌های مورفولوژیک در نعنا استفاده شده است (۶). از تجزیه علیت جهت ارزیابی اجزاء عملکرد و روابط بین آنها و اثرات مستقیم و غیرمستقیمی که این اجزاء بر یکدیگر می‌گذارند استفاده شده است تا بتوان در گزینش غیرمستقیم از صفات وابسته به عملکرد در انتخاب ژنوتیپ‌های پر محصول استفاده نمود (۲، ۳، ۴). در این بررسی همبستگی‌های دوگانه موجود بین تعدادی از صفات مورفولوژیک، کاربوتیپی و اجزاء اسانس در سه گونه آویشن مورد بررسی قرار گرفت.

آویشن یکی از مهمترین گیاهان دارویی است که کاربردهای وسیعی در عرصه‌های بهداشتی، درمانی و غذایی پیدا کرده است. در ایران چندین گونه از آویشن وجود دارد که مهمترین آنها را می‌توان گونه‌های *Thymus kotschyanus*، *T. pubscense* و *T. persicus* نام برد. گونه‌های مذکور نه تنها از نظر ویژگی‌های مورفولوژیک بلکه از نظر ویژگی‌های کاربوتیپی و سطح پلوئیدی نیز تفاوت‌های زیادی با یکدیگر از خود نشان داده‌اند (۱). سرشاخه‌ها و برگ‌های این گیاه دارای مواد شیمیائی متعددی است که دو فنل ایزومر به نام تیمول (Thymole) و کارواکرول (Carvacrol) از مهمترین آنها می‌باشد. تیمول به صورت بلورهای منشوری شکل نسبتاً درشت و بیرنگ است که دارای بوی مشخصی است و در دمای ۵۰/۵-۵۱/۵ درجه سانتیگراد ذوب می‌شود. کارواکرول مایع است و بویی شبیه تیمول دارد و در دمای صفر درجه سانتیگراد منجمد می‌شود. این ماده اثر ضد عفونی‌کنندگی دارد و در سنتز بعضی از مواد آلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور کلی اسانس آویشن به عنوان چاشنی معطر کننده غذا مورد استفاده زیادی پیدا کرده و علاوه بر آن در ترکیب عطرها و صابون‌ها نیز به کار می‌رود. این اسانس به دلیل اثرات ضد میکروبی و ضد باکتریایی و ضد اسپاسم برای مصارف دارویی استفاده می‌شود. همچنین اثرات بازدارندگی بر روی ارگانسیم‌های فاسد کننده غذا موجب کاربرد وسیعتر اسانس این گیاه شده است (۹). تا کنون ۲۶ آنتی‌اکسیدان در عصاره این گیاه یافت شده است که تا ۶۴ درصد از اکسیداسیون چربی‌ها ممانعت می‌کند (۷). اثرات مواد مؤثره این گیاه بر روی دستگاه گردش خون و مراکز عصبی می‌تواند دامنه کاربرد آن را در آینده اختصاصی‌تر نماید. در زمینه ویژگی‌های کاربوتیپی و سطح پلوئیدی و ارتباط احتمالی این ویژگی‌ها با مقدار اسانس نیز مطالعاتی صورت گرفته

جدول شماره ۱: میانگین صفات مورد مطالعه روی ۱۰ جمعیت از سه گونه آویشن. میانگین‌هایی دارای حروف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار هستند.

گونه	محل جمع آوری	طول ساقه (cm)	تعداد شاخه در بوته	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)	طول میانگره (cm)	تعداد روزانه در ۳۰ روز	تعداد گره‌های فرشی در ۱۰۰ cm ²	تعداد محافظتی گره‌های محفاظتی در ۱۰۰ cm ²	طول کل کروموزوم (میکرون)	درصد اسانس	درصد تیمول	درصد کارواکرول
T. kotschyanus	میانه (2n=2x=15)	۱۸c	۲۱bc	۰/۷۶c	۰/۵۷a	۱/۲abc	۵۵ab	۱۷a	۶۲ab	۱۹	۰/۰۳	۳۵	۲/۷
T. kotschyanus	تیریز (2n=2x=15)	۱۸c	۱۲c	۰/۸۸c	۰/۵۶a	۱/۲abc	۴۱bc	۱۸a	۱۱۳a	۲۲	۰/۳۳	۲۶/۵	۲/۵
T. kotschyanus	آذربایجان (2n=2x=15)	۱۸c	۱۸bc	۰/۸۹c	۰/۶۲a	۱/۲abc	۶۲ab	۱۴a	۵۲b	۱۸	۰/۹۰	۳۰/۵	۳/۹
T. kotschyanus	سیراچال (2n=4x=30)	۲۴ab	۲۰bc	۰/۹۷bc	۰/۵۲a	۱/۵a	۸۰a	۱۹a	۶۲ab	۲۸	۰/۶۳	۴/۹	۵۸
T. pubescense	نیک نام (2n=4x=30)	۲۸a	۲۲bc	۰/۹۵bc	۰/۵۸a	۱/۲abc	۶۵ab	۱۴a	۳۱b	۲۹	۰/۵۴	۳۲/۲	۱۵/۴
T. pubescense	شمشک (2n=4x=30)	۲۴ab	۱۶bc	۰/۹۷bc	۰/۵۳a	۱/۴ab	۷۷a	۱۱a	۲۲b	۲۸	۰/۳۴	۲۴	۱۲/۴
T. pubescense	چالوس (2n=2x=15)	۲۲bc	۲۱bc	۰/۸۲c	۰/۵۲a	۰/۹۹abc	۵۶ab	۱۲a	۷۵a	۲۱	۰/۶۴	۳۱/۶	۳۴/۴
T. persicus	زنجان (2n=2x=15)	۱۸c	۲۳a	۰/۸۸c	۰/۱b	۰/۸abc	۲۵c	۲۲a	۴۱b	۱۷	۱/۷۷	۲۹	۶/۵
T. persicus	زنجان (2n=4x=30)	۲۲bc	۲۲b	۱/۷۹a	۰/۱۴b	۱/۲abc	۲۲c	۱۵a	۳۱b	۲۷	۰/۷۹	۱۲/۲	۱۲/۷
T. persicus	زنجان (2n=4x=30)	۱۸c	۲۲bc	۱/۲۰ah	۰/۱۲b	۰/۷ac	۱۲c	۵b	۳۲b	۲۶	۰/۸۹	۳۷/۲	۲۵/۴

مواد و روشها

بذر ده جمعیت از سه گونه از آویشن به نام‌های

Thymus kotschyanus *T. pubescense* و *T. persicus*

از چندین رویشگاه در مناطق مختلف کشور (جدول شماره ۱) جمع‌آوری و در گلدان جیفی پات کاشته شد و در شرایط گلخانه نگهداری شدند. در اسفند ماه همان سال تک بوته‌ها در مزرعه بخش تحقیقات ژنتیک و فیزیولوژی گیاهی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع در قالب یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کاشته شدند. هر واحد آزمایشی شامل یک ردیف بود که در آن ۶ بوته به فاصله ۶۰ سانتیمتر روی آن قرار گرفته بود. مراقبت‌های لازم در طی فصل بهار سال بعد صورت گرفت و هشت صفت مورفولوژیک (جدول شماره ۱) مورد مطالعه و یادداشت برداری قرار گرفتند. پس از رسیدن به مرحله گلدهی که بهترین زمان تهیه اسانس این گیاه است (۸). سرشاخه‌های گلدار گیاهان از بوته‌های میانی واحدهای آزمایشی برداشت شده و در فضای آزمایشگاه خشک شدند و پس از تعیین درصد رطوبت آنها با روش کلونجر اسانس گیری شدند. جداسازی و شناسایی ترکیبات اسانس نمونه‌ها با استفاده از دستگاه‌های گازکروماتوگرافی (GC) و گازکروماتوگرافی طیف سنج جرمی (MS / GC) در آزمایشگاه شیمی گیاهی بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع صورت گرفت. جزئیات روشهای اندازه گیری ویژگی‌های مورد مطالعه به تفصیل توسط مهرپور (۱) ارائه شده است. کلیه جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر ویژگی‌های مختلف کاربوتیپی نیز مورد مطالعه قرار گرفته و اطلاعات مختلف کاربوتیپی از جمله طول کل کروموزوم نیز محاسبه شدند. جزئیات ویژگی‌های کاربوتیپی جمعیت‌های مورد نظر توسط مهرپور و همکاران (۵) ارائه شده است. میانگین ویژگی‌های مورد استفاده در این بررسی در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

همین پدیده در صفاتی نظیر تعداد کرک‌های محافظتی و تعداد ساقه نیز مشاهده گردید. به تعبیر دیگر می‌توان گفت که طول برگ از طریق صفت تعداد روزنه موجب کاهش میزان اسانس می‌گردد. همین طور صفت تعداد کرک‌های محافظتی نیز از طریق طول برگ موجب کاهش اسانس می‌گردد (اثر غیرمستقیم ۲/۰۳۴-). اثر مستقیم طول کل کروموزوم بر میزان اسانس منفی است (۰/۴۹۴-). ولی از طریق طول برگ اثر زیادی در افزایش میزان اسانس دارد (۲/۶۰۲) ولی این اثرات با اثرات غیر مستقیم منفی از طریق سایر صفات حثی می‌شود به نحوی که در مجموع این صفت اثر معنی‌داری بر میزان اسانس از خود نشان نداده است.

به طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که با انتخاب گونه و جمعیت مناسب می‌توان در افزایش مقادیر اسانس و اجزاء آن نقش مؤثری داشت. از طرفی با استفاده از روش‌های رایج در به‌نژادی گیاهان نظیر گزینش غیرمستقیم نیز می‌توان نسبت به گزینش ژنوتیپ‌های دارای اسانس بالا اقدام نمود. از طرفی بر اساس این مطالعات تعداد ساقه زیاد از مهمترین شاخص‌های مثبت در گزینش ژنوتیپ‌های دارای اسانس بالاست. همین طور برگ‌های باریک، میانگره‌های کوتاه و نیز تعداد روزنه کم نیز از جمله شاخص‌های مهم و مؤثر در گزینش ژنوتیپ‌های دارای اسانس بالا می‌باشند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولین محترم مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع که امکان اجرای این پروژه را در اختیار ما گذاشتند بی‌نهایت سپاسگزاریم. همین‌طور از جناب آقای دکتر مظفریان که کریمان ما را در شناسائی گونه‌ها یاری نمودند تشکر می‌شود. از مسئولین و پرسنل بخش‌های تحقیقات ژنتیک و فیزیولوژی و نیز گیاهان دارویی و محصولات فرعی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع که هر یک به نوعی در اجرای کلیه مراحل اجرائی این تحقیق ما را یاری نمودند کمال تشکر را داریم. از آقایان مهندس عبدی و مهندس ابوطالبی از مرکز تحقیقات منابع طبیعی آذربایجان شرقی که چون سایر نامبردگان، فراتر از وظایف اداری خود ما را در جمع آوری نمونه و بذر در عرصه‌های آن استان سخاوتمندانه یاری نمودند نیز کمال تشکر را داریم. همچنین از جناب آقای دکتر عارفی مسئول محترم بخش بانک ژن مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع و همکارانشان که بذریکی از جمعیت‌های مورد استفاده را در اختیار گذاشتند نیز کمال تشکر را داریم.

منابع مورد استفاده

۱ - مهرپور، ش. ۱۳۸۲؛ بررسی مقایسه‌ای و ارزیابی برخی گونه‌های آویشن با استفاده از ویژگی‌های ریخت‌شناختی، تشریحی، تکوینی، فراساختاری، مولکولی و آنالیز اسانس آنها. رساله دکتری، دانشگاه آزاد، واحد تحصیلات تکمیلی، تهران.

2 - Board, J.E., M.S. Kang, and B.G. Harville, 1997; Path analysis identify indirect selection for yield of late planted soybean. Crop Science, 37: 879-884.

تجزیه و تحلیل آماری

پس از تأیید اختلاف معنی‌دار بین جمعیت‌های مورد نظر از حیث ویژگی‌های مورفولوژیک و مقادیر اسانس و اجزاء آن (جدول شماره ۱)، ابتدا با استفاده از نرم افزار SAS کلیه همبستگی‌های دو گانه بین ویژگی‌های فنوتیپی، کاروتیپی و مقادیر اسانس محاسبه شد (جدول شماره ۲). در ادامه از این همبستگی‌ها جهت تجزیه علیت استفاده گردید. از نرم افزار Path^۲ جهت انجام تجزیه علیت استفاده شد. در این تجزیه آماری اثرات مستقیم و غیرمستقیم ویژگی‌های مورفولوژیک و طول کل کروموزوم جمعیت‌های مورد مطالعه بر درصد اسانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در روش مورد استفاده در طراحی نرم افزار مذکور ابتدا ضرایب علیت (Path Coefficient) را محاسبه نموده و سپس بر مبنای آنها اثرات غیرمستقیم صفات مستقل بر صفت وابسته تخمین زده شد.

نتایج و بحث

اختلاف مورفولوژیک چشمگیری بین جمعیت‌ها و گونه‌های مورد مطالعه وجود داشت (جدول شماره ۱) به نحوی که عرض برگ، گونه‌های *T. pubscense* و *T. kotschyamus* بیش از پنج برابر گونه *T. persicus* بود. همین طور تعداد روزنه در سطح برگ گونه *T. kotschyamus* بیش از شش برابر گونه *T. persicus* بود. طول کل کروموزوم در جمعیت‌های مختلف *T. pubscense* دو برابر طول کل کروموزوم در جمعیت‌های گونه *T. kotschyamus* و دو جمعیت از *T. persicus* بود که به دلیل سطح پلوئیدی متفاوت آنها است. از نظر میزان اسانس و اجزاء آنها نیز تفاوت‌های آشکاری بین گونه‌ها و جمعیت‌ها مشاهده گردید.

از نظر میزان همبستگی‌ها نیز روابط قابل توجهی بین صفات مورفولوژیک و اسانس و اجزای آن وجود داشت (جدول شماره ۲). به عنوان نمونه مقدار اسانس با تعداد ساقه همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۱ درصد داشت ولی با عرض برگ همبستگی معنی‌دار و منفی در سطح ۵ درصد نشان داد. این بدان مفهوم است که با افزایش عرض برگ میزان اسانس کاهش می‌یابد. بدیهی است سایر صفات مورفولوژیک نظیر طول برگ، طول میانگره، طول کل کروموزوم و تعداد روزنه که در سطح بالایی به طور مثبت یا منفی با تعداد ساقه و عرض برگ همبستگی دارند می‌توانند به طور غیرمستقیم موجب افزایش یا کاهش اسانس شوند. کم و کیف این روابط موضوعی است که با تجزیه علیت مورد بررسی قرار گرفت.

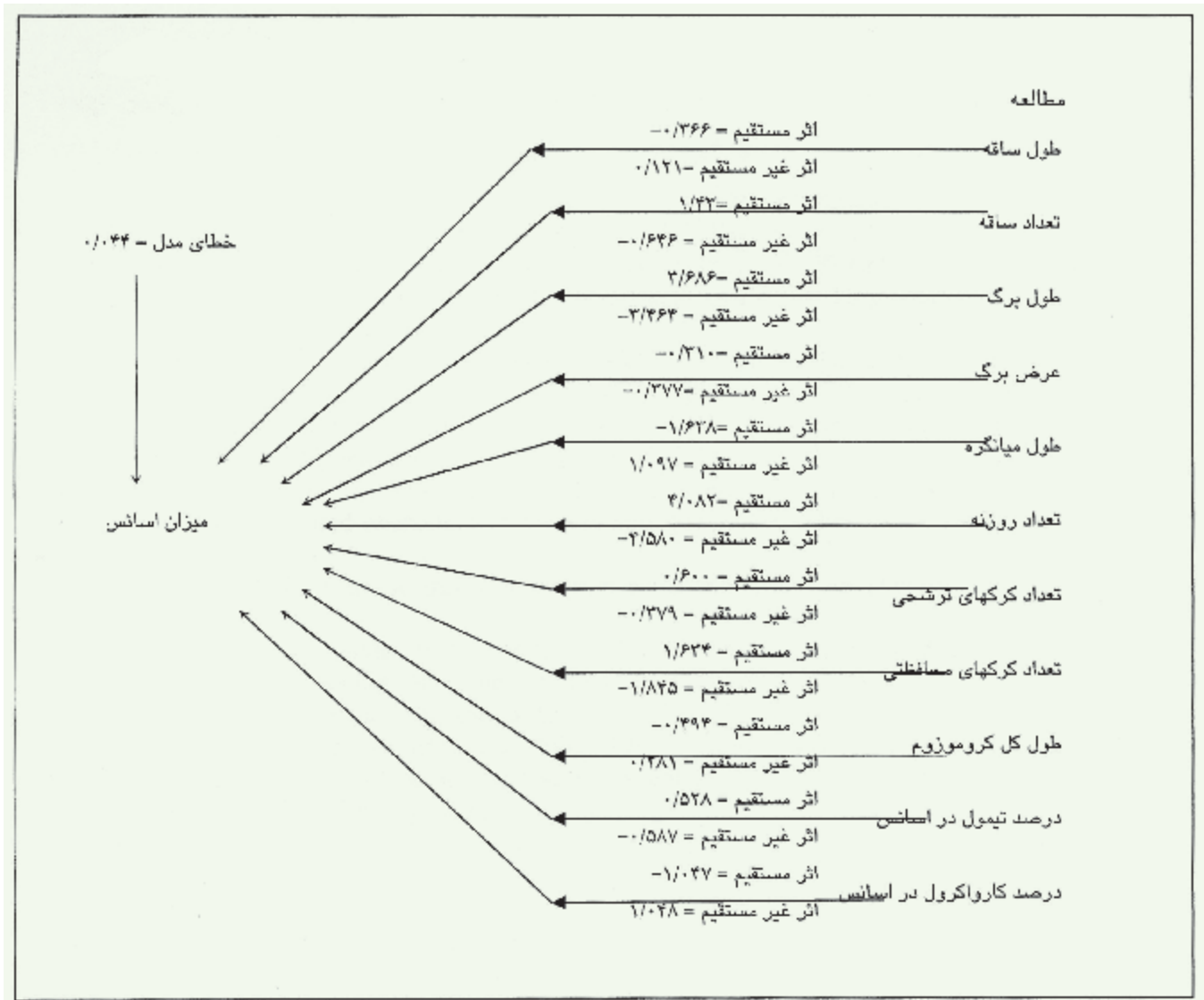
تجزیه اثرات همبستگی دو گانه بین میزان اسانس به عنوان صفت وابسته و سایر صفات به عنوان صفات مستقل، اثرات غیرمستقیم چشمگیری را از صفات مورد بررسی بر میزان اسانس آشکار نمود (جدول شماره ۳). دیاگرامی که روابط مستقیم و غیرمستقیم صفات مستقل و میزان اسانس را نشان می‌دهد در شکل شماره ۱ ارائه شده است. با توجه به اطلاعات ارائه شده در جدول شماره ۳ و دیاگرام شماره ۱، در میان صفات مستقل، تعداد روزنه و طول برگ بیشترین اثرات مستقیم بر افزایش اسانس از خود نشان دادند ولی همین صفات با اثرات غیرمستقیم خود از طریق سایر صفات موجب کاهش اسانس گردیدند. به طوری که در مجموع اثر کلی طول برگ ناچیز شده (۰/۲۲۲) و اثر کلی تعداد روزنه بر اسانس منفی گردید (۰/۴۹۸-).

جدول شماره ۲: ضرایب همبستگی کلیه ترکیبات دوگانه صفات مورد بررسی، سطر دوم هر ردیف سطح معنی دار بودن ضرایب را نشان می دهد.

صفات	طول ساقه	تعداد ساقه	طول برگ	عرض برگ	طول میانگره	تعداد روزنه	تعداد کرکهای ترشیمی	تعداد کرکهای محافظتی	طول کل کروموزوم	درصد اسانس	درصد تیمول	درصد کاربوآکربول
تعداد ساقه	-۰/۱۱۰ (۰/۷۶۱)											
طول برگ	۰/۱۴۴ (۰/۶۹۱)	۰/۰۶۹ (۰/۸۲۹)										
عرض برگ	۰/۲۸۷ (۰/۴۱۹)	-۰/۰۹۸ (۰/۲۲۴)	-۰/۰۶۲۲ (۰/۰۴۵)									
طول میانگره	۰/۴۸۶ (۰/۱۵۳)	-۰/۰۶۰۱ (۰/۰۶۵)	۰/۳۰۲ (۰/۵۷۵)	۰/۰۶۹۴ (۰/۰۲۵)								
تعداد روزنه	۰/۵۶۴ (۰/۰۸۹)	-۰/۰۴۸۲ (۰/۱۵۷)	-۰/۰۴۸۳ (۰/۱۵۶)	۰/۰۸۴۰ (۰/۰۰۲)	۰/۲۹۹ (۰/۰۰۵)							
تعداد کرکهای ترشیمی	-۰/۰۷۹ (۰/۸۲۷)	۰/۳۲۸ (۰/۳۵۴)	-۰/۰۵۳۲ (۰/۰۱۳)	۰/۰۸۳ (۰/۸۱۷)	۰/۳۰۰ (۰/۳۹۹)	۰/۱۵۳ (۰/۶۷۱)						
تعداد کرکهای محافظتی	-۰/۰۴۷ (۰/۳۲۴)	-۰/۰۳۰۹ (۰/۳۸۳)	-۰/۰۵۵۲ (۰/۰۹۸)	۰/۳۵۵ (۰/۳۱۳)	۰/۰۹۶ (۰/۷۹۰)	۰/۰۷۶ (۰/۹۴۱)	۰/۰۶۶ (۰/۷۷۴)					
طول کل کروموزوم	۰/۷۰۶ (۰/۰۱۹)	-۰/۰۸۶ (۰/۶۰۶)	۰/۷۰۶ (۰/۰۲۲)	-۰/۰۱۲۳ (۰/۷۳۳)	۰/۳۰۳ (۰/۳۹۴)	۰/۰۶۲ (۰/۶۵۴)	-۰/۰۴۲۲ (۰/۲۰۹)	-۰/۰۵۸۲ (۰/۰۰۷)				
درصد اسانس	-۰/۲۴۵ (۰/۴۹۴)	۰/۰۶۲ (۰/۰۰۷)	۰/۲۲۲ (۰/۵۳۷)	-۰/۰۶۸۷ (۰/۰۲۸)	-۰/۰۵۴۱ (۰/۰۰۵)	-۰/۰۴۹۸ (۰/۱۲۲)	۰/۲۲۱ (۰/۵۳۷)	-۰/۰۲۱۱ (۰/۵۵۷)	-۰/۲۱۳ (۰/۵۵۳)			
درصد تیمول	-۰/۲۹۰ (۰/۴۱۵)	۰/۰۶۸ (۰/۸۵۱)	-۰/۰۵۲۱ (۰/۰۲۲)	۰/۲۲۶ (۰/۵۲۸)	-۰/۰۴۲۲ (۰/۲۲۳)	-۰/۰۱۱۴ (۰/۷۵۱)	-۰/۰۷۰۶ (۰/۶۲۶)	۰/۰۹۷ (۰/۷۸۹)	-۰/۰۵۷۰ (۰/۰۰۵)	-۰/۰۵۹ (۰/۸۶۹)		
درصد کاربوآکربول	۰/۴۳۰ (۰/۲۱۳)	-۰/۰۰۶ (۰/۹۸۶)	۰/۲۱۳ (۰/۵۵۴)	۰/۰۰۹ (۰/۹۸۷)	۰/۱۲۶ (۰/۸۲۷)	۰/۳۱۴ (۰/۳۷۶)	-۰/۰۸۹ (۰/۸۰۶)	-۰/۰۲۳ (۰/۹۴۶)	۰/۴۶۲ (۰/۱۷۷)	۰/۰۰۱ (۰/۹۹۹)	-۰/۰۶۱ (۰/۰۶۰)	

جدول شماره ۳: تجزیه اثرات همبستگی دو گانه صفات مستقل بر صفت وابسته، درصد آسانس، اعداد روی قطر اصلی اثرات مستقل هر صفت و اعداد خارج از قطر اثرات غیرمستقیم هستند

درصد کارواکترول	درصد تیمول	طول کل کروموزوم	تعداد کرکهای محافظتی	تعداد کرکهای ترشحي	تعداد روزنه	طول میانگره	عرض برگ	طول برگ	تعداد ساقه	طول ساقه	صفات
-۰/۴۵۰	-۰/۱۵۳	-۰/۳۵۳	-۰/۶۶۵	-۰/۴۷	۲/۳۰۲	-۰/۷۹۵	-۰/۸۸۸	۰/۵۳۰	-۰/۸۵۷	-۰/۳۶۵	طول ساقه
۰/۰۰۶	۰/۳۲۵	۰/۰۹۱	-۰/۵۰۴	۰/۱۹۶	-۰/۱۹۶۷	۰/۹۸۴	۰/۲۱۶	۰/۲۵۴	۱/۲۳۰	۰/۴۰	تعداد ساقه
-۰/۲۲۳	-۰/۲۷۴	-۰/۳۴۸	-۰/۹۰۲	-۰/۳۱۹	-۰/۱۹۷۱	۰/۳۳۰	۰/۱۹۹	۳/۶۸۵	۰/۰۹۸	-۰/۰۵۲	طول برگ
-۰/۰۰۹	۰/۱۱۹	۰/۰۶۰	۰/۵۸۰	۰/۰۴۹	۳/۴۲۸	-۰/۱۷۲۶	-۰/۳۱۰	-۲/۳۶۶	-۰/۹۹۸	-۰/۱۰۵	عرض برگ
-۰/۱۳۱	-۰/۲۲۲	-۰/۱۴۹	۰/۸۵۶	۰/۸۰۰	۳/۲۶۱	-۰/۶۳۷	-۰/۲۱۵	-۰/۷۴۴	-۰/۸۵۹	-۰/۱۷۷	ضول میانگره
-۰/۳۲۸	-۰/۰۶۰	-۰/۰۸۰	۰/۰۴۲	۰/۰۹۱	۲/۸۸۱	-۰/۱۳۰۸	-۰/۲۶۰	-۰/۷۸۰	-۰/۶۸۹	-۰/۲۰۶	تعداد روزنه
۰/۰۹۳	-۰/۰۹۲	۰/۲۱۴	۰/۷۶۱	۰/۶۰۰	۰/۶۲۴	-۰/۴۹۱	-۰/۰۲۵	-۰/۹۶۰	۰/۴۶۹	۰/۰۲۸	تعداد کرکهای ترشحي
۰/۰۲۵	۰/۰۵۱	۰/۲۸۷	۱/۶۳۳	۰/۲۷۹	۰/۸۰۶	-۰/۱۵۷	-۰/۱۱۰	-۲/۰۳۴	-۰/۴۴۱	۰/۱۴۸	تعداد کرکهای محافظتی
-۰/۲۸۳	-۰/۳۰۰	-۰/۴۹۲	-۰/۹۵۱	-۰/۶۶۰	۰/۶۶۱	-۰/۳۹۶	۰/۰۳۸	۲/۶۰۲	-۰/۶۶۵	-۰/۲۶۲	طول کل کروموزوم
۰/۶۳۹	۰/۵۲۷	۰/۲۸۱	۰/۸۵۸	-۰/۰۰۵	-۰/۴۶۵	۰/۶۹۱	-۰/۰۷۰	-۰/۱۹۲۰	۰/۰۹۷	۰/۱۰۶	درصد تیمول
-۰/۱۰۴۷	-۰/۳۲۲	-۰/۲۲۸	-۰/۰۳۹	-۰/۰۵۳	۱/۲۸۱	-۰/۲۰۶	-۰/۰۰۲	۰/۷۸۵	۰/۰۰۸	-۰/۱۵۷	درصد کارواکترول



شکل شماره ۱: دیاگرام علیت، نشان دهنده ارتباطات بین صفات مستقل و میزان اسانس موجود در جمعیت‌های مورد مطالعه

3 - Gravois, K.A. 1998; Optimising selection for rough rice yield, Head rice, and total milled rice. *Euphytica*, 101: 151-156.
 4 - Mahajan, V., A.S. Gupta and A.S. Khehra, 1998; Path analysis in maize over diverse environments. *International Journal of Tropical Agriculture*. 13: 97-101.
 5 - Mehrpur, S., H. Mirzaie-Nodoushan, A. Majd and F. Sefidkon, 2002; Karyotypic studies of two *Thymus* species. *Cytologia*, 67: 343-346.
 6 - Mirzaie-Nodoushan, H., M.B. Rezaie and K. Jaimand, 2001; Path analysis of the essential oil-related characters in *Mentha* spp.

Flavour and Fragrance Journal, 16: 340-343.
 7 - Nakatani, N. 2000; Phenolic antioxidants from herbs and species. *Biofactors*, 13: 141-146.
 8 - Sefidkon, F., and M. Dabiri, 1999; The effect of distillation methods and stage of plant growth on the essential oil content and composition of *Thymus kotschyanus* Boiss & Hollen. *Flavour and Fragrance Journal*, 14: 405-408.
 9 - Smith-Palmer, A., J. Stewart and L. Fyfe, 1998; Antimicrobial properties of plant essential oils and essence against five important food borne pathogens. *Letters in Applied Microbiology*, 26: 118-122.