

بررسی کمیت و کیفیت اسانس اکسشن‌های آویشن کوهی (Thymus kotschyanus Boiss. & Hohen.) کشت شده در استان یزد

عباس زارع‌زاده^{۱*}، علی میرحسینی^۲، مهدی میرزا^۳، زبیا جم‌زاد^۳ و محمد رضا عربزاده^۴

۱- نویسنده مسئول، مریبی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران
پست الکترونیک: azrshafie@yahoo.com

۲- مریبی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

۳- استاد، مؤسسه تحقیقات جنگلهای و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- کارشناس پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۵

تاریخ اصلاح نهایی: خرداد ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۱

چکیده

آویشن کوهی (Thymus kotschyanus Boiss. & Hohen.) گیاهی دارویی، بوته‌ای و چندساله است که در برخی مناطق ایران از جمله استان یزد به صورت خودرو رویش دارد. این تحقیق به منظور تعیین اکسشن‌های (آویشن کوهی) کشت شده از لحاظ کمیت و کیفیت اسانس در ایستگاه تحقیقات گیاهان دارویی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد به اجرا درآمد. بذرهای ۱۹ اکسشن این گیاه جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های طبیعی، در گلخانه کشت و نشاء‌های حاصل به مزرعه منتقل شدند. در سال دوم سرشاخه‌های گیاه در مرحله ۵۰٪ گلدهی برداشت و در سایه خشک گردیدند. اسانس‌گیری به روش نقطه‌گیری با آب انجام و پس از تعیین بازده اسانس اجزاء تشکیل‌دهنده اسانس شناسایی شدند. تجزیه خوش‌های براساس بازده ترکیب عمده تشکیل‌دهنده اسانس اکسشن‌ها را در سه گروه غنی از تیمول-پاراسیمین (TK2، TK6، TK13، TK16، TK18)، کارواکرول-تیمول (TK1، TK3، TK4)، کارواکرول و تیمول (TK5) و ژرانیول-لینالول (TK7، TK11، TK14، TK15، TK17) و ژرانیول-لینالول (TK8، TK9، TK10، TK12) را قرار داد. براساس نتایج این بررسی، اکسشن TK7 با منشأ استان آذربایجان غربی با ۴۲٪ اسانس و میزان تولید اسانس ۳۶/۴ کیلوگرم در هر هکتار و ۶۳/۸٪ کارواکرول و اکسشن TK14 با منشأ استان تهران با ۲۲٪ اسانس و میزان تولید اسانس ۳۵/۵ کیلوگرم در هر هکتار و ۴۷/۲٪ کارواکرول و تیمول و اکسشن TK5 با منشأ آذربایجان غربی با ۲۴٪ اسانس و میزان تولید ۳۸/۳ کیلوگرم در هر هکتار اسانس و ۵۷٪ تیمول و کارواکرول به عنوان اکسشن‌های برتر گونه *Thymus kotschyanus* معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: آویشن کوهی (Thymus kotschyanus Boiss. & Hohen.), اکسشن، تیمول، کارواکرول، یزد.

مقدمه

این جنس در ایران ۱۸ گونه معطر چند ساله دارد که از میان آنها ۴ گونه انحصاری ایران هستند (جم‌زاد، ۱۳۸۸).
گونه‌های مختلف آویشن در صنایع غذایی، دارویی، بهداشتی جنس *Thymus* متعلق به خانواده Lamiaceae و بیش از ۲۱۵ گونه مختلف از آن در سراسر جهان یافت می‌شود.

T. serpyllum از مناطق مختلف ایران در دو مرحله قبل و هنگام گلدهی کامل نشان دادند که میزان اسانس در زمان قبل از گلدهی به ترتیب٪ ۰/۶۶،٪ ۰/۲۸،٪ ۰/۵۵ و٪ ۰/۵۷ و زمان گلدهی٪ ۰/۸۶،٪ ۰/۴۲،٪ ۰/۴۵ و٪ ۰/۹ نسبت به وزن خشک بود. در مجموع مقدار اسانس در مرحله رویش کمتر از مرحله گلدهی بود و در مرحله گلدهی میزان اسانس *T. pubescens* و *T. kotschanus* بیشتر از *Nickvar* سایر گیاهان بود. در پژوهش‌های انجام شده توسط *T. daenensis* و همکاران (۲۰۰۴) از *T. kotschyanus* و *T. kotschanus* var:*daenensis* ترکیب‌های اسانس آویشن دنایی شامل تیمول٪ ۷۴/۷، پارا-سیمن٪ ۵/۶، بتا-کاریوفیلن٪ ۳/۸ کارواکرول٪ ۳/۶ و ترکیب‌های اسانس آویشن کوهی (*T. kotschyanus*) شامل تیمول٪ ۳۸/۶، کارواکرول٪ ۳۳/۹، گاما-ترپین٪ ۸/۲ و پارا-سیمن٪ ۷/۳ بود.

ترکیب‌های شیمیایی اسانس گونه *T. kotschyanus* در ۸ رویشگاه واقع در ۴ استان کشور مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که بازده اسانس از٪ ۰/۷۲ تا٪ ۰/۲۶ متغیر بود. بیشترین اسانس متعلق به رویشگاه صاحب در استان کردستان و کمرتین درصد اسانس در رویشگاه کلیپر-آینالول در استان آذربایجان شرقی مشاهده شد. ۱۲ ترکیب غالب شامل پارا-سیمن٪ ۹۲-۰/۶۶، ۸،۱-سینئول٪ ۱۱/۰۵-۱/۳۱، گاما-ترپین٪ ۴۱/۳۳-۰/۴۶، بورئول٪ ۷/۳۳-۰/۲۹، آلفا-ترپینئول٪ ۷۲/۷۷-۰/۲۲، کارواکرول٪ ۱۸/۷۷-۰/۱۶، ژرانیول٪ ۲۱/۷۱-۰/۶۷، تیمول٪ ۳۵/۱۰-۰/۸، کاریوفیلن٪ ۶۳-۰/۸۸، ژرانیل استات٪ ۹۶-۰/۳۵ و آلفا-ترپینیل استات٪ ۹۶-۱/۹۱ در اسانس این گونه شناسایی شدند. به طوری که بالاترین درصد ترکیب‌ها به کارواکرول، لینالول و آلفا-ترپینئول اختصاص داشت (Mirza et al., 2015).

Mehrpour و همکاران (۲۰۰۴) ویژگی‌های کمی و کیفی اسانس در سرشاخه گلدار چند جمعیت را در شرایط گلخانه و مزرعه بررسی

و آرایشی استفاده متنوعی دارند (Haam, 1991). خواص ضد باکتریایی، ضد قارچی و ضد انگلی اسانس آویشن موجب شده است که این گیاه از قرن ۱۶ رسماً به عنوان یک گیاه دارویی معروف شود و در تمام فارماکوپه‌های معتبر از آن به عنوان گیاه دارویی مهم یاد شود (Janssen et al., 1987). خواص اسانس انواع آویشن مربوط به دو ترکیب تیمول و کارواکرول است. اسانس گل و برگ‌های آویشن دارای اثر ضد اسپاسم، ضد نفخ، ضد روماتیسم، ضد سیاتیک و ضد عفونی کننده قوی است (Farag et al., 1989).

آویشن کوهی (*T. kotschanus* Boiss. & Hohen.) گیاهی بوته‌ای، تقریباً راست، کوتاه، با شاخه‌های فراوان بدون شاخه‌های گستردۀ قاعده‌ای، ساقه‌های گلدار به طول ۹ تا ۱۳ سانتی‌متر، برگ‌های ساقه گل‌دهنده تماماً مساوی به طول ۸ تا ۱۷ و به عرض ۴/۵ تا ۷ میلی‌متر، گل آذین اغلب کله‌ای متراکم، جام گل سفید یا صورتی کمرنگ، به طول ۶-۷ میلی‌متر، موسم گل اردیبهشت تا خردادماه است (قهرمان، ۱۳۸۶؛ مظفریان، ۱۳۷۹).

بررسی منابع نشان می‌دهد در مورد شناسایی ترکیب‌های اسانس گیاه خودرو در کشورهای مختلف کارهای زیادی انجام شده ولی روی ترکیب‌های اسانس اکسشن‌های کشت شده اطلاعاتی چندانی وجود ندارد.

ترکیب‌های عمدۀ اسانس آویشن کوهی (*T. kotschyanus*) کشت شده در آذربایجان غربی توسط Pirigharnaei و همکاران (۲۰۱۲) شناسایی شد. میزان تیمول٪ ۵۱/۸، آلفا-ترپین٪ ۱۲/۳، آلفا-ترپینئول٪ ۶/۸ و کارواکرول٪ ۶/۷ گزارش شده است.

در پژوهش انجام شده توسط Nazari و همکاران (۲۰۱۱) ترکیب‌های عمدۀ اسانس آویشن کوهی کشت شده در همدان شناسایی گردید. میزان لینالول٪ ۲۴/۸، کارواکرول٪ ۲۴/۵ و ترانس کاریوفیلن٪ ۸/۶ و میزان بازده اسانس٪ ۰/۶ گزارش شده است.

Askari و Sefidkon (۲۰۰۲) در رابطه با مقایسه کمی و کیفی اسانس پنج گونه آویشن شامل *T. carosus* و *T. pubescens*، *T. persicus* و *T. kotschanus*

مواد و روشها

وضعیت اقلیمی ایستگاه تحقیقات گیاهان دارویی استان یزد ایستگاه تحقیقات گیاهان دارویی استان یزد به مساحت ۴۰ هکتار با مختصات عرض جغرافیایی $54^{\circ} 15' 27''$ شرقی و طول جغرافیایی $49^{\circ} 45' 55''$ شمالی به ارتفاع ۱۲۰۹ متر از سطح دریا در منطقه گرد弗امرز شهر شاهدیه یزد واقع شده است. متوسط بارندگی منطقه حدود ۷۰ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت $18/8$ درجه سانتی‌گراد که حدکتر آن در تیرماه می‌باشد. حدکثر مطلق درجه حرارت منطقه $45/5$ درجه سانتی‌گراد و حداقل آن $15 - 18$ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. براساس طبقه‌بندی دومارتنین اقلیم فراخشک گرم است. وضعیت خاک ایستگاه از نظر بافت خاک دارای بافت متوسط شنی-لومی است، از این لحاظ محدودیت خاصی برای نفوذ آب به خاک ایجاد نکرده و آبشویی به راحتی امکان‌پذیر است. با توجه به اینکه شوری خاک نسبتاً مناسب بوده تجمع نمک در آن کم می‌باشد و این میزان با توجه به کیفیت مناسب آب آبیاری محدودیت زیادی برای رشد و نمو طبیعی گیاهان بوجود نمی‌آورد. خاک مزرعه قلایی می‌باشد که این میزان نیز برای بیشتر گیاهان به خوبی قابل تحمل است. خاک از لحاظ حاصلخیزی با توجه به مصرف کودهای آلی و شیمیایی وضعیت مناسبی داشته، بجز در مورد عنصر پتاسیم که در حد متوسط بود، از لحاظ میزان ازت و فسفر می‌تواند در حداقل باشد (زارعزاده، ۱۳۸۴).

عملیات کاشت و جمع‌آوری نمونه

کاشت بذرهای ۱۹ اکشن آویشن کوهی جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های مختلف استان‌های آذربایجان غربی، لرستان، کردستان، زنجان، قزوین، تهران و کرمان در نیمه دوم دی‌ماه ۱۳۸۶ در داخل جی‌فی‌پات در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد انجام شد و بعد از حدود $2/5$ ماه هنگامی که نشاء‌ها $10 - 12$ برگی بودند به گلدان‌های پلاستیکی و بعد از یک ماه به زمین اصلی در ایستگاه تحقیقات گیاهان دارویی منتقل شدند. پس از کاشت در سال دوم از سرشاخه‌های ۳ تا ۵ بوته گیاه هنگام $\%50$

کردند. بازده اسانس در نمونه‌های مزرعه بیشتر از نمونه‌های گلخانه بود ولی درصد ترکیب‌های تیمول و کارواکرول در نمونه‌های مزرعه کاهش یافت. ترکیب‌های عمدۀ شناسایی شده شامل تیمول، کارواکرول و پارا-سیمن می‌باشند. بالاترین درصد تیمول و پارا-سیمن در جمعیت آذربایجان شرقی و بالاترین درصد کارواکرول در جمعیت سیراچال بدست آمد.

نتایج تأثیر ارتفاع بر اسانس و ترکیب‌های دارویی آویشن کوهی (*T. kotschyanus*) در منطقه طالقان نشان داد، که اسانس بدست آمده در ارتفاعات $1800, 2000, 2200, 2400, 2600$ و 2800 متر به ترتیب $2/56, 2/27, 1/33, 1/39$ و $1/92$ درصد بود که بیشترین آن متعلق به ارتفاع 1800 متر ($2/56\%$) و کمترین آن به 2800 متری ($1/32\%$) و از نظر ترکیب‌های اسانس بیشترین مقدار لینالول مربوط به ارتفاع 2800 متری و کمترین آن به 1800 متری ($1/9\%$) تعلق داشت (Habibi et al., 2006).

شناسایی ترکیب‌های شیمیایی در اسانس 10 توده از *T. eriocalyx* منجر به شناسایی 9 کموتیپ برای گونه مورد مطالعه گردید که 7 کموتیپ از آنها به عنوان کموتیپ‌های جدید برای این گونه معرفی می‌شوند: 1 -ژرانیول/ژرانیل استات، 2 -ژرانیول، 3 -لینالول/ژرانیول/ژرانیل استات، 4 -لینالول، 5 -آلfa-تریپنول/ $1,8$ -سیئنول، 6 -ژرانیل استات، 7 -ژرانیول/تیمول/بورئول/ $1,8$ -سیئنول، 8 -تیمول/لیمونن و 9 -تیمول/پاراسیمن/بورئول (Kalvandi et al., 2014).

مطالعه کموتیپ‌های اسانس گونه *T. pubescens* از پنج منطقه استان آذربایجان شرقی در مرحله گلدهی انجام شد. نتایج نشان داد در کموتیپ اول ترکیب‌های پارا-سیمن ($4/3\%$)، ان نونال ($9/8\%$)، متیل اتر تیمول ($13/5\%$) و تیمول ($30/9\%$) و تیمول استات ($10/6\%$) در ترکیب کموتیپ دوم پارا-سیمن ($4/1\%$)، گاما-تریپن ($6/2\%$) و کارواکرول ($82/11\%$) و در ترکیب کموتیپ سوم پارا-سیمن ($1/6 - 7/2\%$)، گاما-تریپن ($2/2 - 6/5\%$)، کارواکرول ($25/4 - 7/3\%$) و تیمول ($65/06 - 27/6\%$) ترکیب اصلی هستند (Imani et al., 2015).

گیاه، اسانس‌ها بهوسیله GC و GC/MS تجزیه و شناسایی ترکیب اسانس‌ها انجام شد.

گلدهی برداشت انجام شد و نمونه‌ها در سایه خشک گردیدند، پس از تعیین بازدهی اسانس براساس وزن خشک

جدول ۱- مشخصات اکسشن‌های مختلف آویشن کوهی کشت شده در یزد

کد	محل جمع آوری	شهرستان	ارتفاع	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
TK1	قزوین	قزوین	۱۵۰۰	۳۶ ۲۹ ۰۰	۴۹ ۲۳ ۰۰
TK 2	قزوین	قزوین	۲۰۰۰	۳۶ ۳۴ ۰۰	۴۹ ۵۵ ۰۰
TK 3	زنجان	نامعلوم	-	-	-
TK 4	زنجان	نامعلوم	-	-	-
TK 5	آذربایجان غربی	نامعلوم	-	-	-
TK 6	زنجان	نامعلوم	-	-	-
TK 7	آذربایجان غربی	نامعلوم	-	-	-
TK 8	کردستان	سنندج	۲۴۰۰	۳۵ ۲۵ ۰۰	۴۶ ۵۲ ۰۰
TK 9	قزوین	قزوین	۱۵۰۰	۳۶ ۲۶ ۰۰	۵۰ ۰۷ ۰۰
TK 10	کردستان	دیواندره	۲۴۰۰	۳۵ ۵۵ ۰۰	۴۶ ۴۰ ۰۰
TK 11	قزوین	نامعلوم	۱۸۰۰	۳۶ ۳۴ ۰۰	۴۹ ۲۰ ۰۰
TK 12	لرستان	الیگودرز	۱۷۰۰	۳۳ ۰۷ ۰۳	۴۹ ۲۴ ۴۳
TK 13	زنجان	نامعلوم	-	-	-
TK 14	تهران	نامعلوم	-	-	-
TK 15	آذربایجان غربی	نقده	۱۳۸۹	۳۶ ۵۵ ۱۲	۴۵ ۲۲ ۴۵
TK 16	کرمان	زرند	۲۴۰۰	۳۰ ۵۴ ۲۵	۵۶ ۴۷ ۲۵
TK 17	کردستان	سنندج	۲۴۰۰	۳۵ ۳۱ ۰۰	۴۶ ۵۲ ۰۰
TK 18	آذربایجان غربی	ارومیه	۱۵۲۴	۳۷ ۵۷ ۳۴	۴۴ ۵۷ ۶۰
TK 19	آذربایجان غربی	ارومیه	۱۴۸۷	۳۷ ۱۷ ۸۰	۴۵ ۰۷ ۱۴

استخراج اسانس Chrom-Card A/D مورد استفاده قرار گرفت. ستون موئینه با نام تجاری Ph-5 (غیرقطبی) ساخت شرکت Thermo به طول ۱۰ متر و قطر داخلی ۱/۰ میلی متر به ضخامت ۰/۴ میکرومتر بود، که سطح داخلی آن با فاز ساکن از جنس Dimethyl siloxane phenyl, 5% پوشیده شده بود. برنامه حرارتی ستون از ۶۰ درجه سانتی گراد شروع و تا رسیدن به دمای نهایی ۲۸۵ درجه سانتی گراد، در هر دقیقه ۸۰ درجه سانتی گراد به آن افزوده شد و بعد در این دما به مدت ۳ دقیقه متوقف شد.

اسانس گیری از ۱۰۰ گرم نمونه گیاهی خشک شده، به روش تقطیر با آب و به کمک دستگاه کلونجر انجام شد. اسانس‌ها تا زمان تزریق به دستگاه‌های آنالیز GC و GC/MS در یخچال نگهداری شدند.

تجزیه با دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) دستگاه کروماتوگراف گازی الگوی Thermo-UFM (Ultra Fast Model) ساخت کشور ایتالیا و داده‌پرداز

منشأ استان زنجان بود. از نظر میزان تولید اسانس در هر هکتار به ترتیب بیشترین میزان اسانس مربوط به اکشن‌های TK5 (۳۸/۳ kg/ha) با منشأ استان TK12 (۳۶/۳۷ kg/ha) TK7 (۳۶/۳۷ kg/ha) و کمترین مقدار آن به اکشن TK1 (۱/۳ kg/ha) با منشأ استان قزوین تعلق داشت.

حداکثر میزان ترکیب‌های عمدۀ اسانس پارا-سیمن، ۸،۱-سینئول، گاما-تریپین، بورنئول، تیمول، کارواکرول، لینالول و ترانس کاریوفیلن به ترتیب مربوط به اکشن‌های TK15 (٪۲۸/۵)، TK18 (٪۲۵/۲)، TK7 (٪۶۳/۸)، TK20 (٪۷/۷)، TK20 (٪۶۰)، TK14 (٪۱۱/۹)، TK17 با ۲۸ ترکیب بود. البته ترکیب مربوط به اکشن TK17 با ۲۸ ترکیب بود. به طوری میزان پارا-سیمن از ۰/۱٪ تا ۲۸/۵٪ متغیر بود. به طوری که بیشترین درصد پارا-سیمن در اکشن TK13 با منشأ استان زنجان و کمترین درصد پارا-سیمن در اکشن TK8 با منشأ استان کردستان بدست آمد. اکشن ۱۰ فاقد پارا-سیمن بود.

میزان ۸،۱-سینئول از ۰/۹٪ تا ۲۵/۲٪ متغیر بود. به طوری که بیشترین درصد ۸،۱-سینئول در اکشن TK16 با منشأ استان کرمان و کمترین درصد ۸،۱-سینئول در اکشن TK8 با منشأ استان کردستان استخراج شد. اکشن‌های TK9 و TK13 فاقد ۸،۱-سینئول بودند.

میزان گاما-تریپین از ۰/۹٪ تا ۱۱/۹٪ متغیر بود. به نحوی که بیشترین درصد گاما-تریپین در اکشن‌های TK5 و TK16 به ترتیب با منشأ استان آذربایجان غربی و زنجان و کمترین درصد گاما-تریپین در اکشن TK17 با منشأ استان کردستان استخراج گردید. اکشن‌های TK8 و TK10 به ترتیب با منشأ استان آذربایجان غربی و TK12 فاقد گاما-تریپین بودند.

میزان بورنئول از ۰/۲٪ تا ۷/۷٪ متغیر بود. به طوری که بیشترین درصد بورنئول در اکشن TK7 با منشأ استان آذربایجان غربی و کمترین درصد بورنئول در اکشن TK10 با منشأ استان کردستان مشاهده گردید.

نوع آشکارساز از نوع FID و از گاز هلیم به عنوان گاز حامل که فشار ورودی آن به ستون برابر ۰/۵ کیلوگرم بر سانتی مترمربع تنظیم شده بود، استفاده گردید. دمای محفظه آشکارساز ۲۹۰ درجه سانتی گراد و درجه حرارت محفظه تزریق ۲۸۰ درجه سانتی گراد تنظیم شد.

تجزیه با دستگاه کروماتوگراف گازی متصل به طیف‌سنج (GC/MS)

دستگاه کروماتوگراف گازی الگوی Varian 3400 متصل به طیف‌سنج جرمی II، با سیستم تله یونی و با ابرزی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت دارای ستون DB-5 (به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون) بود. فشار گاز سر ستون ۳۵ پوند بر اینچ مربع، درجه حرارت ۴۰ تا ۲۵۰ درجه سانتی گراد با سرعت افزایش ۳ درجه سانتی گراد در دقیقه و درجه حرارت محفظه تزریق ۲۶۰ درجه سانتی گراد و دمای ترانسفرلاین ۲۷۰ درجه سانتی گراد تنظیم شد.

شناسایی طیف‌ها به کمک شاخص‌های بازداری آنها و با تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C_7-C_{25}) در شرایط یکسان با تزریق اسانس‌ها و توسط برنامه رایانه‌ای و به زبان بیسیک محاسبه شد. همچنین مقایسه آنها با منابع مختلف از جمله Adams (۱۹۸۹) و Shibamoto (۱۹۸۷) با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد و اطلاعات موجود در کتابخانه دستگاه GC/MS انجام شد.

نتایج

بررسی بعمل آمده نشان داد که از ۱۹ اکشن کشت شده از نظر بازده اسانس بیشترین درصد اسانس در زمان گلدهی گیاه مربوط به اکشن‌های TK7 (٪۳/۴۲) با منشأ استان آذربایجان غربی، TK12 (٪۳/۲۲) با منشأ استان کردستان، TK17 (٪۲/۶۶) با منشأ استان کردستان و کمترین مقدار آن مربوط به اکشن TK6 (٪۰/۷۹) با

اکشن TK17 با منشأ استان کردستان مشاهده گردید. اکشن TK7 فاقد ترانس کاریوفیلن بود. اکشن TK2 در درصد تیمول ۵٪ اکشن TK4 در ۶٪، TK2 در ۳٪، TK6 در ۷٪، TK18 در ۱۰٪، TK19 در ۶۰٪، TK16 در ۵۶٪، TK1 در ۵۱٪، TK2 در ۶۰٪، TK7 در ۵۹٪، TK17 در ۶۳٪ و ژرانیول در دو استان TK12 به صورت ترکیب غالب مشاهده شدند (جدول‌های ۱ و ۲). نتایج تجزیه خوشای اکشن‌ها براساس یازده ترکیب عمده تشکیل دهنده انسان سه کم‌تیپ غنی از تیمول- پاراسیمن (TK19، TK18، TK16، TK13، TK6)، TK2، TK1، TK15، TK14، TK13، TK5، TK4، TK3، TK1) و ژرانیول-لینالول (TK17، TK15، TK14، TK11، TK10، TK9، TK8) را نشان می‌دهد. نزدیکترین خویشاوندی به ترتیب بین اکشن TK3 از استان زنجان و اکشن TK11 از استان قزوین، اکشن TK2 از استان قزوین و اکشن TK19 از استان آذربایجان غربی، اکشن TK6 از استان زنجان و اکشن TK18 از استان آذربایجان غربی مشاهده شد که دلیل آن می‌تواند نزدیکی رویشگاه‌ها به هم باشد. دورترین خویشاوندی بین اکشن‌ها بین اکشن TK1 از استان قزوین و اکشن TK12 از استان لرستان مشاهده شد (جدول ۲ و شکل ۱). بنابراین با در نظر گرفتن بازده انسان، میزان تولید و ترکیب شیمیایی تشکیل دهنده انسان، اکشن TK7 با منشأ استان آذربایجان غربی با ۴۲٪ انسان و میزان انسان ۴/۳۶ کیلوگرم در هر هکtar و ۸٪ کارواکرول، اکشن TK14 با منشأ استان تهران با ۲٪ انسان و میزان تولید انسان ۵/۳۵ کیلوگرم در هر هکtar و ۲/۴٪ کارواکرول و تیمول، اکشن TK5 با منشأ آذربایجان غربی با ۴/۲٪ انسان و میزان تولید ۳/۲۸ کیلوگرم در هر هکtar انسان و ۷٪ تیمول و کارواکرول به عنوان اکشن‌های برتر گونه *Thymus kotschyanus* معروفی می‌شوند (جدول‌های ۱ و ۲).

میزان تیمول از ۷٪ تا ۶۰٪ متغیر بود. بیشترین درصد تیمول در اکشن TK18 و کمترین درصد تیمول در اکشن TK7 هر دو با منشأ استان آذربایجان غربی استخراج شد.

میزان کارواکرول از ۱٪ تا ۶۳٪ متغیر بود. بیشترین درصد کارواکرول در اکشن TK7 و کمترین درصد کارواکرول در اکشن TK15 هر دو با منشأ استان آذربایجان غربی مشاهده گردید. البته اکشن TK10 فاقد کارواکرول بود.

میزان ژرانیول از ۴٪ تا ۷۷٪ متغیر بود. بیشترین درصد ژرانیول در اکشن TK8 با منشأ استان کردستان و کمترین درصد ژرانیول در اکشن TK3 با منشأ استان زنجان مشاهده گردید. ژرانیول فقط در اکشن‌های TK17، TK12، TK11، TK10، TK9، TK8، TK3 مشاهده گردید.

میزان لیمونن از ۴٪ تا ۱۱٪ متغیر بود. بیشترین میزان لیمونن در اکشن TK15 با منشأ استان آذربایجان غربی و کمترین میزان لیمونن در اکشن TK8 با منشأ استان زنجان مشاهده گردید. البته لیمونن در اکشن مشاهده شد.

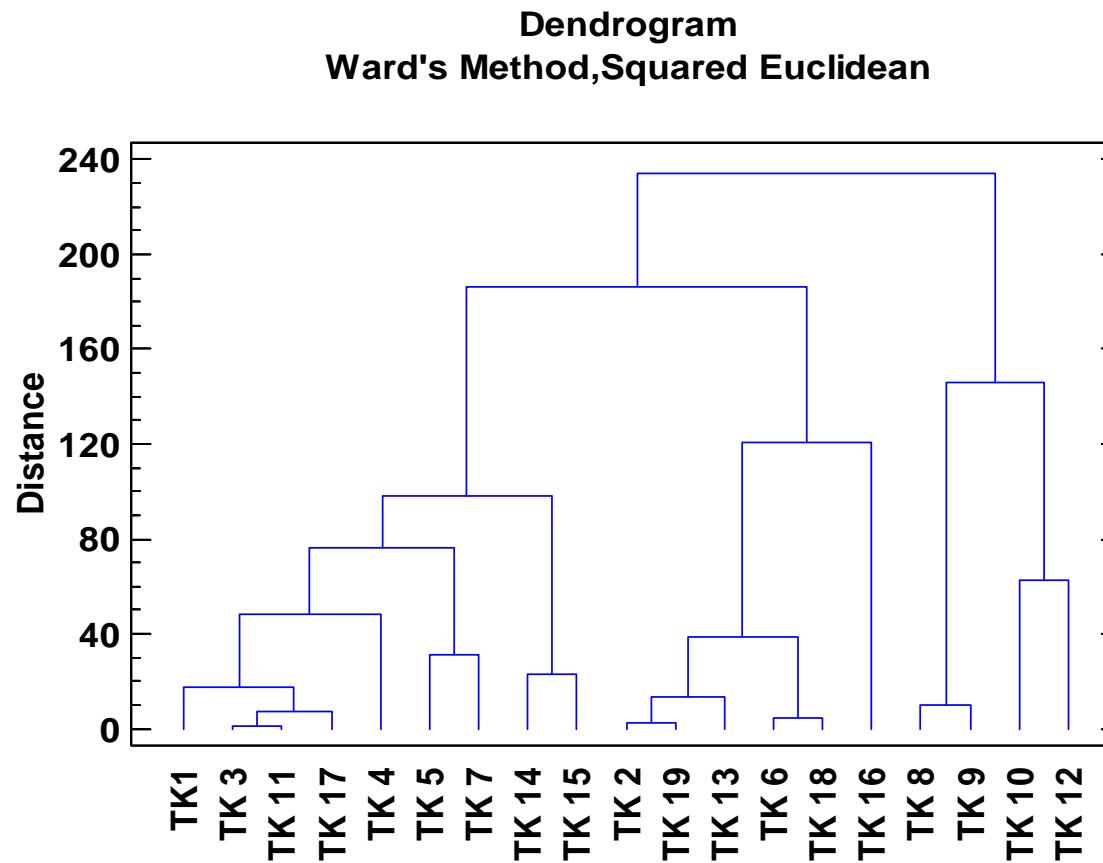
میزان لینالول از ۳٪ تا ۴۵٪ متغیر بود. بیشترین درصد لینالول در اکشن TK12 با منشأ استان لرستان و کمترین درصد لینالول در اکشن TK5 با منشأ استان آذربایجان غربی استخراج گردید. اکشن TK7 فاقد لینالول بود.

میزان ژرانیول استات از ۶٪ تا ۲۸٪ متغیر بود. بیشترین درصد ژرانیول استات در اکشن TK10 و کمترین درصد ژرانیول استات در اکشن TK8 هر دو با منشأ استان کردستان مشاهده گردید. ژرانیول استات فقط در سه اکشن TK8، TK9 و TK10 مشاهده شد.

میزان ترانس کاریوفیلن از ۳٪ تا ۵٪ متغیر بود. بیشترین میزان ترانس کاریوفیلن در اکشن TK18 با منشأ استان آذربایجان غربی و کمترین درصد آن در

جدول ۲- بازده، میزان تولید و درصد اجزای تشکیل‌دهنده اسانس اکشن‌های مختلف آویشن کوهی کشت شده در یزد

میزان تولید (kg/h)	بازده اسانس	E-caryophyllene	geranyl acetat	linanlool	limonene	geraniol	carvacrol	thymol	borneol	γ -terpinene	1,8-cineole	-cymene	کد اکشن‌ها
-	-	۱۴۹۴	۱۳۷۶	۱۱۰۸	۱۰۵۴	۱۲۷۳	۱۳۳۱	۱۳۱۵	۱۲۱۷	۱۰۸۱	۱۰۵۸	۱۰۴۴	شاخص بازداری
۱/۱۰	۲/۴۰	۰/۸	-	۱/۶	۱/۹	-	۵۱/۱	۲/۳	۶/۲	۴/۹	۷/۰	۵/۶	TK1
۱۸/۰۵	۱/۸۴	۰/۴	-	۰/۶	-	۴/۰	۸۰/۹	۴/۰	۲/۸	۴/۹	۱/۵	۸/۸	TK3
۲۲/۶۸	۱/۹۳	۰/۴	-	۰/۸	-	-	۷/۸	۵۹/۳	۷/۲	۱/۱	۱/۹	۵/۶	TK4
۲۸/۳۰	۲/۴۰	۲/۳	-	۰/۳	-	-	۲۰/۰	۲۷/۹	۴/۰	۱۱/۹	۴/۴	۱۰/۰	TK5
۳۶/۳۷	۲/۴۲	۱/۹	-	-	-	-	۶۳/۸	۰/۹	۷/۷	۲/۵	۵/۷	۵/۰	TK7
۲۴/۲۵	۱/۶۹	۰/۸	-	۱/۴	-	۱۵/۳	۴۱/۲	۶/۵	۴/۱	۶/۳	۲/۴	۸/۸	TK11
۳۵/۰۰	۲/۲۰	۲/۳	-	۰/۴	۸/۶	-	۳۹/۵	۷/۷	۲/۸	۲/۸	۶/۳	۲/۱	TK14
۱۰/۸۸	۱/۹۴	۱/۰	-	۹/۶	۱۱/۱	-	۰/۲	۰/۷	۶/۰	۳/۲	۴/۱	۱/۱	TK15
۱۹/۹۲	۲/۶۶	۰/۳	-	۰/۳	-	۴/۴	۵۹/۶	۱۱/۷	۳/۶	۰/۹	۲/۲	۶/۳	TK17
۲۳/۱۱	۲/۲۷	۰/۹۸	-	۱/۶۶	۲/۴	۲/۶	۳۹/۳۴	۱۳/۵	۵/۰۴	۴/۲۷	۳/۹۴	۶/۰۳	mean
۱۶/۳۰	۲/۶۴	۲/۵	۲/۷	۰/۶	۰/۴	۷۷/۰	۱/۴	۱/۲	۱/۶	-	۰/۹	۰/۱	TK8
۱۰/۰۰	۱/۳۲	۱/۸	۲/۰	۱/۳	۰/۶	۶۰/۱	۹/۴	۵/۴	۰/۲	۱/۵	-	۲/۸	TK9
۳۶/۰۰	۲/۳۸	۱/۲	۲۸/۶	۱۹/۶	۳/۲	۱۸/۱	-	۰/۹	۰/۲	-	۵/۳	-	TK10
۳۶/۱۰	۲/۲۲	۰/۷	-	۴۵/۶	۱/۰	۱۸/۱	۵/۳	۱/۱	۱/۱	-	۲/۵	۲/۳	TK12
۲۴/۶	۲/۳۸۵	۱/۰۵	۱۱/۱	۱۶/۸	۳/۰۵	۳۵/۳	۴/۰۲۵	۲/۱۵	۴/۰۷۵	۰/۳۷۵	۲/۱۷۵	۱/۳	mean
۱۷/۷۰	۱/۹۰	۲/۰	-	۲/۰	-	-	۶/۵	۵۲/۶	۱/۳	۸/۴	۱/۷	۱۷/۶	TK2
۰/۹۱	۰/۷۹	۱/۷	-	۰/۷	۲/۴	-	۱۰/۱	۵۶/۲	۴/۶	۳/۹	۲/۴	۶/۱	TK6
۱۴/۳۸	۱/۰۶	۱/۸	-	۱/۴	-	-	۸/۶	۴۴/۷	۱/۱	۷/۱	-	۲۸/۵	TK13
۷/۶۰	۱/۰۰	۱/۶	-	۰/۸	-	-	۹/۵	۱۵/۷	۵/۶	۱۱/۹	۲۵/۲	۱۲/۶	TK16
۳/۰۰	۱/۹۰	۲/۵	-	۱/۵	-	-	۹/۶	۶۰/۰	۱/۵	۳/۷	۱/۲	۱۳/۲	TK18
۱۱/۳۸	۲/۰۱	۱/۱	-	۰/۵	-	-	۷/۹	۵۷/۷	۲/۰	۰/۹	۱/۶	۱۳/۱	TK19
۵۹/۹۷	۱/۳۵	۱/۷۷	-	۱/۱۴	۱/۱۴	-	۸/۷	۴۷/۰۷	۲/۹۸	۶/۸۱	۵/۳۴	۱۵/۱۸	mean



شکل ۱- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای اکسشن‌های مختلف آویشن کوهی کشت شده در یزد براساس نوع و میزان ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس

بحث

مقایسه بازده اسانس بین اکسشن TK7 که دارای بیشترین درصد اسانس (۴۲٪/۳٪) و اکسشن TK6 که دارای کمترین میزان درصد اسانس است، حکایت از این دارد که اکسشن برتر ۳/۴ برابر اکسشن TK6 دارای اسانس می‌باشد. از نظر میزان تولید اسانس در هکتار، اکسشن TK5 با ۳/۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان تولید اسانس را داشت و نسبت به اکسشن TK1 با ۱/۱۳ کیلوگرم در هکتار (با کمترین میزان تولید اسانس) ۹/۳ برابر تولید اسانس آن می‌باشد.

تمام اکسشن‌ها دارای ترکیب تیمول بودند. میزان تیمول از ۷٪/۶۰٪ تا ۶۰٪/۷٪ متغیر بود. بیشترین تیمول در اکسشن TK15 و کمترین درصد در اکسشن TK18 دارای اسانس است. همه اکسشن‌ها بجز اکسشن TK10 دارای کارواکرول بودند، این اکسشن دارای ۶/۳۸٪ استات ژرانیل بود. در اغلب اکسشن‌ها بیشترین درصد مواد تشکیل دهنده اسانس را تیمول و کارواکرول تشکیل می‌دهند، به طوری که میانگین درصد تیمول و کارواکرول در ۹/۱۹ اکسشن به ترتیب ۹/۲۱٪ و ۵/۲۰٪ بود. به طور کلی بین اکسشن‌های گونه *T. kotschyanus* از نظر بازده، میزان تولید و مواد تشکیل دهنده اسانس تغییرات و تنوع زیادی وجود دارد که به علت تنوع ژنتیکی اکسشن‌ها در اقلیم‌های متفاوت رویشگاهی آنها می‌باشد که با تاییج تحقیقات Marotti و همکاران (۱۹۹۳) مطابقت دارد. مقایسه ترکیب‌های موجود در اکسشن‌های مختلف بیانگر تغییرات زیادی در ترکیب شیمیایی اسانس این گیاهان می‌باشد که این تغییرات می‌تواند خواص و کاربرد آنها را تحت تأثیر قرار دهد. براساس تحقیقات انجام شده ترکیب‌های تیمول و کارواکرول دارای اثر ضدمیکروبی قابل ملاحظه‌ای هستند (Farag *et al.*, 1989). در اکسشن‌های TK11، TK13، TK14، TK17، TK19، TK1، TK2، TK3، TK4، TK5، TK6 و TK7 مجموع ترکیب‌های فلئی تیمول و کارواکرول بیشتر از

سایر اکسشن‌ها بود، به همین دلیل اثر ضدمیکروبی آنها بیشتر از بقیه اکسشن‌ها می‌باشد. در نهایت می‌توان با توجه به اهمیت بازده اسانس، درصد تیمول یا کارواکرول و یا درصد دیگر ترکیب‌های عمدۀ اکسشن مورد نظر را انتخاب کرد. ترکیب ژرانیول و ژرانیل استات جزء ترکیب‌های عمدۀ اسانس اکسشن‌های TK8، TK9، TK10، TK12، TK13، TK14، TK15، TK16، TK17، TK18، TK19، TK20، TK21، TK22، TK23، TK24، TK25، TK26، TK27، TK28، TK29، TK30، TK31، TK32، TK33، TK34، TK35، TK36، TK37، TK38، TK39، TK40، TK41، TK42، TK43، TK44، TK45، TK46، TK47، TK48، TK49، TK50، TK51، TK52، TK53، TK54، TK55، TK56، TK57، TK58، TK59، TK60، TK61، TK62، TK63، TK64، TK65، TK66، TK67، TK68، TK69، TK70، TK71، TK72، TK73، TK74، TK75، TK76، TK77، TK78، TK79، TK80، TK81، TK82، TK83، TK84، TK85، TK86، TK87، TK88، TK89، TK90، TK91، TK92، TK93، TK94، TK95، TK96، TK97، TK98، TK99، TK100، TK101، TK102، TK103، TK104، TK105، TK106، TK107، TK108، TK109، TK110، TK111، TK112، TK113، TK114، TK115، TK116، TK117، TK118، TK119، TK120، TK121، TK122، TK123، TK124، TK125، TK126، TK127، TK128، TK129، TK130، TK131، TK132، TK133، TK134، TK135، TK136، TK137، TK138، TK139، TK140، TK141، TK142، TK143، TK144، TK145، TK146، TK147، TK148، TK149، TK150، TK151، TK152، TK153، TK154، TK155، TK156، TK157، TK158، TK159، TK160، TK161، TK162، TK163، TK164، TK165، TK166، TK167، TK168، TK169، TK170، TK171، TK172، TK173، TK174، TK175، TK176، TK177، TK178، TK179، TK180، TK181، TK182، TK183، TK184، TK185، TK186، TK187، TK188، TK189، TK190، TK191، TK192، TK193، TK194، TK195، TK196، TK197، TK198، TK199، TK200، TK201، TK202، TK203، TK204، TK205، TK206، TK207، TK208، TK209، TK210، TK211، TK212، TK213، TK214، TK215، TK216، TK217، TK218، TK219، TK220، TK221، TK222، TK223، TK224، TK225، TK226، TK227، TK228، TK229، TK230، TK231، TK232، TK233، TK234، TK235، TK236، TK237، TK238، TK239، TK240، TK241، TK242، TK243، TK244، TK245، TK246، TK247، TK248، TK249، TK250، TK251، TK252، TK253، TK254، TK255، TK256، TK257، TK258، TK259، TK259، TK260، TK261، TK262، TK263، TK264، TK265، TK266، TK267، TK268، TK269، TK269، TK270، TK271، TK272، TK273، TK274، TK275، TK276، TK277، TK278، TK279، TK279، TK280، TK281، TK282، TK283، TK284، TK285، TK286، TK287، TK288، TK289، TK289، TK290، TK291، TK292، TK293، TK294، TK295، TK296، TK297، TK298، TK299، TK299، TK300، TK301، TK302، TK303، TK304، TK305، TK306، TK307، TK308، TK309، TK309، TK310، TK311، TK312، TK313، TK314، TK315، TK316، TK317، TK318، TK319، TK319، TK320، TK321، TK322، TK323، TK324، TK325، TK326، TK327، TK328، TK329، TK329، TK330، TK331، TK332، TK333، TK334، TK335، TK336، TK337، TK338، TK339، TK339، TK340، TK341، TK342، TK343، TK344، TK345، TK346، TK347، TK348، TK349، TK349، TK350، TK351، TK352، TK353، TK354، TK355، TK356، TK357، TK358، TK359، TK359، TK360، TK361، TK362، TK363، TK364، TK365، TK366، TK367، TK368، TK369، TK369، TK370، TK371، TK372، TK373، TK374، TK375، TK376، TK377، TK378، TK379، TK379، TK380، TK381، TK382، TK383، TK384، TK385، TK386، TK387، TK388، TK389، TK389، TK390، TK391، TK392، TK393، TK394، TK395، TK396، TK397، TK398، TK398، TK399، TK399، TK400، TK401، TK402، TK403، TK404، TK405، TK406، TK407، TK408، TK409، TK409، TK410، TK411، TK412، TK413، TK414، TK415، TK416، TK417، TK418، TK419، TK419، TK420، TK421، TK422، TK423، TK424، TK425، TK426، TK427، TK428، TK429، TK429، TK430، TK431، TK432، TK433، TK434، TK435، TK436، TK437، TK438، TK439، TK439، TK440، TK441، TK442، TK443، TK444، TK445، TK446، TK447، TK448، TK449، TK449، TK450، TK451، TK452، TK453، TK454، TK455، TK456، TK457، TK458، TK459، TK459، TK460، TK461، TK462، TK463، TK464، TK465، TK466، TK467، TK468، TK469، TK469، TK470، TK471، TK472، TK473، TK474، TK475، TK476، TK477، TK478، TK479، TK479، TK480، TK481، TK482، TK483، TK484، TK485، TK486، TK487، TK488، TK489، TK489، TK490، TK491، TK492، TK493، TK494، TK495، TK496، TK497، TK498، TK498، TK499، TK499، TK500، TK501، TK502، TK503، TK504، TK505، TK506، TK507، TK508، TK509، TK509، TK510، TK511، TK512، TK513، TK514، TK515، TK516، TK517، TK518، TK519، TK519، TK520، TK521، TK522، TK523، TK524، TK525، TK526، TK527، TK528، TK529، TK529، TK530، TK531، TK532، TK533، TK534، TK535، TK536، TK537، TK538، TK539، TK539، TK540، TK541، TK542، TK543، TK544، TK545، TK546، TK547، TK548، TK549، TK549، TK550، TK551، TK552، TK553، TK554، TK555، TK556، TK557، TK558، TK559، TK559، TK560، TK561، TK562، TK563، TK564، TK565، TK566، TK567، TK568، TK569، TK569، TK570، TK571، TK572، TK573، TK574، TK575، TK576، TK577، TK578، TK579، TK579، TK580، TK581، TK582، TK583، TK584، TK585، TK586، TK587، TK588، TK589، TK589، TK590، TK591، TK592، TK593، TK594، TK595، TK596، TK597، TK598، TK598، TK599، TK599، TK600، TK601، TK602، TK603، TK604، TK605، TK606، TK607، TK608، TK609، TK609، TK610، TK611، TK612، TK613، TK614، TK615، TK616، TK617، TK618، TK619، TK619، TK620، TK621، TK622، TK623، TK624، TK625، TK626، TK627، TK628، TK629، TK629، TK630، TK631، TK632، TK633، TK634، TK635، TK636، TK637، TK638، TK639، TK639، TK640، TK641، TK642، TK643، TK644، TK645، TK646، TK647، TK648، TK649، TK649، TK650، TK651، TK652، TK653، TK654، TK655، TK656، TK657، TK658، TK659، TK659، TK660، TK661، TK662، TK663، TK664، TK665، TK666، TK667، TK668، TK669، TK669، TK670، TK671، TK672، TK673، TK674، TK675، TK676، TK677، TK678، TK679، TK679، TK680، TK681، TK682، TK683، TK684، TK685، TK686، TK687، TK688، TK689، TK689، TK690، TK691، TK692، TK693، TK694، TK695، TK696، TK697، TK698، TK698، TK699، TK699، TK700، TK701، TK702، TK703، TK704، TK705، TK706، TK707، TK708، TK709، TK709، TK710، TK711، TK712، TK713، TK714، TK715، TK716، TK717، TK718، TK719، TK719، TK720، TK721، TK722، TK723، TK724، TK725، TK726، TK727، TK728، TK729، TK729، TK730، TK731، TK732، TK733، TK734، TK735، TK736، TK737، TK738، TK739، TK739، TK740، TK741، TK742، TK743، TK744، TK745، TK746، TK747، TK748، TK749، TK749، TK750، TK751، TK752، TK753، TK754، TK755، TK756، TK757، TK758، TK759، TK759، TK760، TK761، TK762، TK763، TK764، TK765، TK766، TK767، TK768، TK769، TK769، TK770، TK771، TK772، TK773، TK774، TK775، TK776، TK777، TK778، TK779، TK779، TK780، TK781، TK782، TK783، TK784، TK785، TK786، TK787، TK788، TK789، TK789، TK790، TK791، TK792، TK793، TK794، TK795، TK796، TK797، TK798، TK798، TK799، TK799، TK800، TK801، TK802، TK803، TK804، TK805، TK806، TK807، TK808، TK809، TK809، TK810، TK811، TK812، TK813، TK814، TK815، TK816، TK817، TK818، TK819، TK819، TK820، TK821، TK822، TK823، TK824، TK825، TK826، TK827، TK828، TK829، TK829، TK830، TK831، TK832، TK833، TK834، TK835، TK836، TK837، TK838، TK839، TK839، TK840، TK841، TK842، TK843، TK844، TK845، TK846، TK847، TK848، TK849، TK849، TK850، TK851، TK852، TK853، TK854، TK855، TK856، TK857، TK858، TK859، TK859، TK860، TK861، TK862، TK863، TK864، TK865، TK866، TK867، TK868، TK869، TK869، TK870، TK871، TK872، TK873، TK874، TK875، TK876، TK877، TK878، TK879، TK879، TK880، TK881، TK882، TK883، TK884، TK885، TK886، TK887، TK888، TK888، TK889، TK889، TK890، TK891، TK892، TK893، TK894، TK895، TK896، TK897، TK898، TK898، TK899، TK899، TK900، TK901، TK902، TK903، TK904، TK905، TK906، TK907، TK908، TK909، TK909، TK910، TK911، TK912، TK913، TK914، TK915، TK916، TK917، TK918، TK919، TK919، TK920، TK921، TK922، TK923، TK924، TK925، TK926، TK927، TK928، TK929، TK929، TK930، TK931، TK932، TK933، TK934، TK935، TK936، TK937، TK938، TK939، TK939، TK940، TK941، TK942، TK943، TK944، TK945، TK946، TK947، TK948، TK949، TK949، TK950، TK951، TK952، TK953، TK954، TK955، TK956، TK957، TK958، TK959، TK959، TK960، TK961، TK962، TK963، TK964، TK965، TK966، TK967، TK968، TK969، TK969، TK970، TK971، TK972، TK973، TK974، TK975، TK976، TK977، TK978، TK979، TK979، TK980، TK981، TK982، TK983، TK984، TK985، TK986، TK987، TK988، TK988، TK989، TK989، TK990، TK991، TK992، TK993، TK994، TK995، TK996، TK997، TK998، TK998، TK999، TK999، TK1000، TK1001، TK1002، TK1003، TK1004، TK1005، TK1006، TK1007، TK1008، TK1009، TK1009، TK1010، TK1011، TK1012، TK1013، TK1014، TK1015، TK1016، TK1017، TK1018، TK1019، TK1019، TK1020، TK1021، TK1022، TK1023، TK1024، TK1025، TK1026، TK1027، TK1028، TK1029، TK1029، TK1030، TK1031، TK1032، TK1033، TK1034، TK1035، TK1036، TK1037، TK1038، TK1039، TK1039، TK1040، TK1041، TK1042، TK1043، TK1044، TK1045، TK1046، TK1047، TK1048، TK1049، TK1049، TK1050، TK1051، TK1052، TK1053، TK1054، TK1055، TK1056، TK1057، TK1058، TK1059، TK1059، TK1060، TK1061، TK1062، TK1063، TK1064، TK1065، TK1066، TK1067، TK1068، TK1069، TK1069، TK1070، TK1071، TK1072، TK1073، TK1074، TK1075، TK1076، TK1077، TK1078، TK1079، TK1079، TK1080، TK1081، TK1082، TK1083، TK1084، TK1085، TK1086، TK1087، TK1088، TK1088، TK1089، TK1089، TK1090، TK1091، TK1092، TK1093، TK1094، TK1095، TK1096، TK1097، TK1098، TK1098، TK1099، TK1099، TK1100، TK1101، TK1102، TK1103، TK1104، TK1105، TK1106، TK1107، TK1108، TK1109، TK1109، TK1110، TK1111، TK1112، TK1113، TK1114، TK1115، TK1116، TK1117، TK1118، TK1119، TK1119، TK1120، TK1121، TK1122، TK1123، TK1124، TK1125، TK1126، TK1127، TK1128، TK1129، TK1129، TK1130، TK1131، TK1132، TK1133، TK1134، TK1135، TK1136، TK1137، TK1138، TK1139، TK1139، TK1140، TK1141، TK1142، TK1143، TK1144، TK1145، TK1146، TK1147، TK1148، TK1149، TK1149، TK1150، TK1151، TK1152، TK1153، TK1154، TK1155، TK1156، TK1157، TK1158، TK1159، TK1159، TK1160، TK1161، TK1162، TK1163، TK1164، TK1165، TK1166، TK1167، TK1168، TK1169، TK1169، TK1170، TK1171، TK1172، TK1173، TK1174، TK1175، TK1176، TK1177، TK1178، TK1179، TK1179، TK1180، TK1181، TK1182، TK1183، TK1184، TK1185، TK1186، TK1187، TK1188، TK1188، TK1189، TK1189، TK1190، TK1191، TK1192، TK1193، TK1194، TK1195، TK1196، TK1197، TK1198، TK1198، TK1199، TK1199، TK1200، TK1201، TK1202، TK1203، TK1204، TK1205، TK1206، TK1207، TK1208، TK1209، TK1209، TK1210، TK1211، TK1212، TK1213، TK1214، TK1215، TK1216، TK1217، TK1218، TK1219، TK1219، TK1220، TK1221، TK1222، TK1223، TK1224، TK1225، TK1226، TK1227، TK1228، TK1229، TK1229، TK1230، TK1231، TK1232، TK1233، TK1234، TK1235، TK1236، TK1237، TK1238، TK1239، TK1239، TK1240، TK1241، TK1242، TK1243، TK1244، TK1245، TK1246، TK1247، TK1248، TK1249، TK1249، TK1250، TK1251، TK1252، TK1253، TK1254، TK1255، TK1256، TK1257، TK1258، TK1259، TK1259، TK1260، TK1261، TK1262، TK1263، TK1264، TK1265، TK1266، TK1267، TK1268، TK1269، TK1269، TK1270، TK1271، TK1272، TK1273، TK1274، TK1275، TK1276، TK1277، TK1278، TK1279، TK1279، TK1280، TK1281، TK1282، TK1283، TK1284، TK1285، TK1286، TK1287، TK1288، TK1288، TK1289، TK1289، TK1290، TK1291، TK1292، TK1293، TK1294، TK1295، TK1296، TK1297، TK1298، TK1298، TK1299، TK1299، TK1300، TK1301، TK1302، TK1303، TK1304، TK1305، TK1306، TK1307، TK1308، TK1309، TK1309، TK1310، TK1311، TK1312، TK1313، TK1314، TK1315، TK1316، TK1317، TK1318، TK1319، TK1319، TK1320، TK1321، TK1322، TK1323، TK1324، TK1325، TK1326، TK1327، TK1328، TK1329، TK1329، TK1330، TK1331، TK1332، TK1333، TK1334، TK1335، TK1336، TK1337، TK1338، TK1339، TK1339، TK1340، TK1341، TK1342، TK1343، TK1344، TK1345، TK1346، TK1347، TK1348، TK1349، TK1349، TK1350، TK1351، TK1352، TK1353، TK1354، TK1355، TK1356، TK1357، TK1358، TK1359، TK1359، TK1360، TK1361، TK1362، TK1363، TK1364، TK1365، TK1366، TK1367، TK1368، TK1369، TK1369، TK1370، TK1371، TK1372، TK1373، TK1374، TK1375، TK1376، TK1377، TK1378، TK1379، TK1379، TK1380، TK1381، TK1382، TK1383، TK1384، TK1385، TK1386، TK1387، TK1388، TK1388، TK1389، TK1389، TK1390، TK1391، TK1392، TK1393، TK1394، TK1395، TK1396، TK1397، TK1398، TK1398، TK1399، TK1399، TK1400، TK1401، TK1402، TK1403، TK1404، TK1405، TK1406، TK1407، TK1408، TK1409، TK1409، TK1410، TK1411، TK1412، TK1413، TK1414، TK1415، TK1416، TK1417، TK1418، TK1419، TK1419، TK1420، TK1421، TK1422، TK1423، TK1424، TK1425، TK1426، TK1427، TK1428، TK1429، TK1429، TK1430، TK1431، TK1432، TK1433، TK1434، TK1435، TK1436، TK1437، TK1438، TK1439، TK1439، TK1440، TK1441، TK1442، TK1443، TK1444، TK1445، TK1446، TK1447، TK1448، TK1449، TK1449، TK1450، TK1451، TK1452، TK1453، TK1454، TK1455، TK1456، TK1457، TK1458، TK1459، TK1459، TK1460، TK1461، TK1462، TK1463، TK1464، TK1465، TK1466، TK1467، TK1468، TK1469، TK1469، TK1470، TK1471، TK1472، TK1473، TK1474، TK1475، TK1476، TK1477، TK1478، TK1479، TK1479، TK1480، TK1481، TK1482، TK1483، TK1484، TK1485، TK1486، TK1487، TK1488، TK1488، TK1489، TK1489، TK1490، TK1491، TK1492، TK1493، TK1494، TK1495، TK1496، TK1497، TK1498، TK1498، TK1499، TK1499، TK1500، TK1501، TK1502، TK1503، TK1504، TK1505، TK1506، TK1507، TK1508، TK1509، TK1509، TK1510، TK1511، TK1512، TK1513، TK1514، TK1515، TK1516، TK1517، TK1518، TK1519، TK1519، TK1520، TK1521، TK1522، TK1523، TK1524، TK1525، TK1526، TK1527، TK1528، TK1529، TK1529، TK1530، TK1531، TK1532، TK1533، TK1534، TK1535، TK1536، TK1537، TK1538، TK1539، TK1539، TK1540، TK1541، TK1542، TK1543، TK1544، TK1545، TK1546، TK1547، TK1548، TK1549، TK1549، TK1550، TK1551، TK1552، TK1553، TK1554، TK1555، TK1556، TK1557، TK1558، TK1559، TK1559، TK1560، TK1561، TK1562، TK1563، TK1564، TK1565، TK1566، TK1567، TK1568، TK1569، TK1569، TK1570، TK1571، TK1572، TK1573، TK1574، TK1575، TK1576، TK1577، TK1578، TK1579، TK1579، TK1580، TK1581، TK1582، TK1583، TK1584، TK1585، TK1586، TK1587، TK1588، TK1588، TK1589، TK1589، TK1590، TK1591، TK1592، TK1593، TK1594، TK1595، TK1596، TK1597، TK1598، TK1598، TK1599، TK1599، TK1600، TK1601، TK1602، TK1603، TK1604، TK1605، TK1606، TK1607، TK1608، TK1609، TK1609، TK1610، TK1611، TK1612، TK1613، TK1614، TK1615، TK1616، TK1617، TK1618، TK1619، TK1619، TK1620، TK1621، TK1622، TK1623، TK1624، TK1625، TK1626، TK1627، TK1628، TK1629، TK1629، TK1630، TK1631، TK1632، TK1633، TK1634، TK1635، TK1636، TK1637، TK1638، TK1639، TK1639، TK1640، TK1641، TK1642، TK1643، TK1644، TK1645، TK1646، TK1647، TK1648، TK1649، TK1649، TK1650، TK1651، TK1652، TK1653، TK1654، TK1655، TK1656، TK1657، TK1658، TK1659، TK1659، TK1660، TK1661، TK1662، TK1663، TK1664، TK1665، TK1666، TK1667، TK1668، TK1669، TK1669، TK1670، TK1671، TK1672، TK1673، TK1674، TK1675، TK1676، TK1677، TK1678، TK1679، TK1679، TK1680، TK1681، TK168

Thymus pubescens Boiss. et Kotschy ex Celak based on essential oil compounds in E-Azerbaijan province. Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research, 31(3): 396-405.

- Kalvandi, R., Mirza, M., Atri, M., Hesamzadeh Hejazi, M., Jamzad, Z. and Safikhani, K., 2014. Introduction of seven new chemotypes of *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas in Iran based upon the variation of essential oil composition in different populations. Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research, 30(1): 101-122.
- Marotti, M., Dellacecca, V., Piccaglia, R. and Giovanelli, E., 1993. Agronomic and chemical evaluation of three varieties of *foeniculum vulgare* mill. Acta Horticulture, 331: 63-69.
- Mehrpour, S., Sefidkon, F., Mirzaie-Nodousham, H. and Majed, A., 2004. Comparison of essential oil of four *Thymus kotschyanus* population in greenhouse and field cultivation. Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research, 20: 159-169.
- Mirza, M., Najafpour Navaie, M. and Allahverdie Mamghany, B., 2015. Phytochemical investigation in different population of *Thymus kotschyanus* in Iran. Journal Eco-Phytochemical of Medicinal Plants, 4(3): 35-41.
- Nazari, F., Shaabani, S. and Khiry, H., 2011. Analysis of essential oil of *Thymus kotschyanus* from Iran. Journal of Plant Medica, 77.
- Nickvar, B., Farza, F. and Dolat-Abadi, R., 2004. Analysis of the essential oil of two *Thymus* species from Iran. Food chemistry, 90: 609-611.
- Pirigharnaei, M., 2012. Determination and comparing of essential oil components in wild and cultivated population of *Thymus kotschyanus*. African Journal of Plant Science, 6(12): 89-95.
- Sefidkon, F. and Askari, F., 2002. Essential oil composition of 5 *Thymus* species. Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research, 12: 29-51.
- Shibamoto, T., 1987. Retention indices in essential oil analysis: 259-274. In: Sandra, P. and Bicchi, C., (Eds.). Capillary Gas Chromatography in Essential Oil Analysis. Huethig, Verlag, New York, 435p.

منابع مورد استفاده

- جمزاد، ز. ۱۳۸۸. آویشن‌ها و مرزه‌های ایران. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۱۷۱ صفحه.
- زارعزاده، ع. ۱۳۸۴. گزارش نهایی کلکسیون گیاهان دارویی استان بزد. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بزد. ۲۵۳ صفحه.
- قهرمان، ا. ۱۳۸۶. فلور رنگی ایران، جلد ۲۶۱. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.
- مظفریان، و.. ۱۳۷۹. فلور استان بزد. مؤسسه انتشارات بزد. ۴۷۳ صفحه.
- Adams, R.P., 1989. Identification of Essential Oil by Ion Trap Mass Spectroscopy. Academic Press New York, 302p.
- Davis, N.W., 1990. Gas chromatographic retention indices of monoteroense and sesquiterpenes on methyl silicone and carbowax 20M phaseses. Journal of Chromatography, 503: 1-24.
- Farag, R.S., Badei, A.Z.M.A. and Elbaroty, G.S.A., 1989. Influence of Thyme and-clove essential oil on cotton seed oil oxidation. Journal of the American Oil Chemists, Society, 66(6): 800-804.
- Haam, A.B.D., 1991. Supercritical Fluid Extraction of Liquid Hydrocarbon Mixtures P.H.D Dissertation, Delft University of Technology, Faculty of Cheimcal Technology and Materials Science.
- Habibi, H., Mazaheri, D., Majnoon Hosseini, N., Chaeichi, M., Bigdeli, M. and Fakhr-Tabatabaee. M., 2006. Effect of altitude on essential oil and components in wild thyme (*Thymus kotschyanus* Boiss.) Taleghan region. Pajouhesh & Sazandegi, 19(4): 2-10.
- Janssen, A.M., Scheffer, J.J.C. and Svendsen, A.B., 1987. Antimicrobial activity of essential oils: a 1976-1986 literature review. Planta Medica, 53(5): 395-397.
- Imani, Y., Razban Haghghi, A., Sefidkon, F. and Naderi, M., 2015. Investigation on chemotypes of

Study on essential oil quantity and quality of *Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen. cultivated in Yazd, Iran

A. Zarezadeh^{1*}, A. Mirhossaini², M. Mirza³, Z. Jamzad³ and M.R. Arabzadeh²

1*- Corresponding author, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran, E-mail: azrshafie@yahoo.com

2- Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

3- Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: October 2012

Revised: June 2016

Accepted: June 2016

Abstract

Thymus kotschyanus Boiss. & Hohen. is a perennial medicinal shrub growing wild in some regions of Iran including Yazd province. This research was carried out in order to analyze oil quantity and quality of cultivated *Thymus kotschyanus* in the Medicinal Plants Farm, Yazd, Iran. The seeds of 19 accessions collected from natural habitats were sown in a greenhouse and the seedlings were planted in the farm. Shoots were harvested at 50% flowering stage in the second year and dried under shadow. Essential oil was extracted with water distillation method and oil components were identified after determining oil content. The highest amounts of oil content respectively were related to accessions TK7 (3.42%), TK12 (3.22%), TK17 (2.66%) and the lowest amount was observed in accession TK6 (0.79%). The highest amounts of oil production respectively were recorded in accessions TK5 (38.3kg/ha), TK7 (36.4kg/ha) and TK12 (36.1 kg/ha) and the lowest amount was related to TK1 (1.3 kg/ha). Cluster analysis based on eleven oil components classified the accessions into three groups. The first group, (TK2, TK6, TK13, TK18, TK16, TK19), was rich for thymol-p-cymene, the second group (TK1, TK3, TK4, TK5, TK7, TK11, TK14, TK15, TK17) for carvacrol-thymol and the 3rd group (TK8, TK9, TK10, TK12) was rich for Geraniol-linalool. In general, accessions TK7, with 3.42% oil content, 36.4 kg/ha oil production and 63.8% carvacrol; TK14, with 2.2% oil content 35.5 kg/ha oil production and 47.2% carvacrol and thymol, TK5 with 2.4% oil content, 38.3 kg/ha oil production and 57% thymol and carvacrol are proposed as superior accessions.

Keywords: *Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen., accession, thymol, carvacrol, Yazd.