Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 15, No 47, Autumn 2023 p: 56-64

OPEN ACCESS

"Research Paper"

Phytochemical Variation of the Essential Oils of Different Populations of Thyme (Thymus spp.)

Roghayeh Najafzadeh[1], Chnour Hosseini[2] and Hossein Abdi[3]

1- Assistant Professor, Department of Medicinal Plants, Higher Education Center Shahid Bakeri Miyandoab, Urmia University, Iran, (Corresponding author: r.najafzadeh@urmia.ac.ir)
2- PhD Student, Department of Horticultural Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.
3- PhD Student, Department of Plant Production and Genetics, Urmia University, Urmia, Iran.
Received: 25 October, 2022 Accepted: 19 February, 2023

Extended Abstract

Introduction and Objective: Thyme is one of the medicinal plants that is cultivated in some parts of the world and some of its species are native to Iran. The evaluation of the phytochemical diversity of the essential oil of these species is one of the important steps in the breeding of thyme, and such diversity in essential oil compositions is caused by the different effects of environmental and habitat factors. The present research was carried out in order to understand the phytochemical diversity of the essential oil of different populations of thyme.

Materials and Methods: In this study, the percentage essential oli compounds in 15 populations (8 populations of T. kotschyanus species, 3 populations of T. migricus, 2 populations of T. fedtschenkoi and a population of T. fallax and T. pubescens) from natural habitats of northwest and west regions of Iran, were studied. In order to evaluate the essential oil percentage and components, flowers of the populations were harvested during flowering season. Identification of essential oil components was performed by gas mass spectrometer (GC/MS) gas chromatography.

Results: A total of 27 compounds were observed in the essential oils of the studied populations, and there was considerable diversity among them. According to the results, Thymol, P-cymene, and Gamma-terpinene were the dominant components of the essential oil. The highest essential oli percentage was related to Thymol taht Bukan- Kouhbardzard (69.75%) and Barugh-Takaghaj (62.13%) had the highest amount. The superiority of West-Azarbaijan populations was significant in Thymol components. In addition, Carvacrol was high in Urmia-Qushchi (58.29%), Sardasht (44.77%), and Linalool was high in Saghez (53.21%) population. By principal component analysis (PCA) it was determined that the first three components explained 60% of the variations in the data. Also, the cluster analysis of the populations of West Azerbaijan province and Kurdistan province was divided into two separate groups. Thymol was negatively correlated with 1,8-cineole. Gamma-terpinene, which was one of the other dominant compounds of the essential oil, with 1,8-cineole and Beta. Ocimene compounds showed a negative correlation. The strongest positive correlation between 1,8-cineole with Beta. Ocimene, Caryophyllene oxide with Camphor, and Lavandulyl acetate with Camphene were observed. Alpha-thujen had the highest negative correlation with other essential oil compounds and Carvacrol did not have a high correlation with other compounds.

Conclusion: Bukan and Barugh case of high amount of Thymol, and Sardasht, Urmia-Qushchi and Naghadeh populations because of their high levels of Thymol and Carvacrol, are superior and can be useful in pharmaceutical industry, products and breeding programs.

Keywords: Carvacrol, Essential oil components, Natural habitats, Thymol, Thymus

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.61186/jcb.15.47.56]

OPEN ACCESS
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

"مقاله پژوهشی"

بررسی تنوع فیتوشیمیایی اسانس جمعیت‌های مختلف آویشن (*Thymus* spp.)

رقیه نجف‌زاده[۱]، چنور حسینی[۲] و حسین عبدی[۳]

۱- استادیار گروه گیاهان دارویی، مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه، ایران، (نویسنده مسوول: r.najafzadeh@urmia.ac.ir)
۲- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۳- دانشجوی دکتری، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۳۰
صفحه: ۵۶ تا ۶۴

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: آویشن از جمله گیاهان دارویی می‌باشد که در مناطقی از جهان به‌صورت زراعی کشت می گردد و برخی از گونه‌های آن بومی ایران هستند. ارزیابی تنوع فیتوشیمیایی اسانس این گونه‌ها از گام‌های مهم به‌نژادی آویشن می‌باشد و چنین تنوعی در ترکیبات اسانس ناشی از اثر متفاوت عوامل محیطی و رویشگاهی است. تحقیق حاضر در راستای درک تنوع فیتوشیمیایی اسانس جمعیت‌های مختلف آویشن اجرا گردید.

مواد و روش‌ها: در پژوهش حاضر درصد ترکیبات اسانس ۱۵ جمعیت آویشن (۸ جمعیت از گونه *T. kotschyanus*، ۳ جمعیت از گونه *T. migricus*، ۲ جمعیت از گونه *T. fedtschenkoi* و یک جمعیت از گونه‌های *T. fallax* و *T. pubescens*) رویشگاه‌های طبیعی مناطق شمال‌غرب کشور مورد مطالعه قرار گرفتند. بدین منظور، سرشاخه‌های گلدار جمعیت‌ها در فصل گل‌دهی برداشت و ترکیبات اسانس با دستگاه GC/MS شناسایی شدند.

یافته‌ها: در مجموع ۲۷ ترکیب در اسانس جمعیت‌های مورد مطالعه مشاهده گردید که تنوع قابل ملاحظه در میان آن‌ها وجود داشت. بر طبق نتایج، Thymol، P-cymene و Gamma-terpinene ترکیبات غالب اسانس بودند. بیشترین میزان اسانس مربوط به‌ترکیب Thymol بود که جمعیت بوکان (۶۹/۷۵ درصد) و باروق (۶۲/۱۳ درصد) دارای بیشترین مقدار بودند. طبق این نتایج، برتری جمعیت‌های استان آذربایجان‌غربی از نظر ترکیب Thymol محسوس بود. Carvacrol در جمعیت ارومیه- قوشچی (۵۸/۲۹ درصد)، سردشت (۴۴/۷۷ درصد) و Linalool در جمعیت سقز (۵۳/۲۱ درصد) بیشترین مقادیر را داشتند. با تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مشخص گردید که سه مؤلفه نخست ۶۰ درصد از تغییرات موجود در داده‌ها را توجیه می‌نمایند. نتایج تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌های استان آذربایجان غربی و استان کردستان را در دو گروه مجزا قرار داد. ترکیب Thymol با 1,8-cineole همبستگی منفی داشت. Gamma-terpinene که از دیگر ترکیبات غالب اسانس بود با ترکیبات 1,8-cineole و Beta. Ocimene همبستگی منفی نشان داد. شدیدترین همبستگی مثبت میان ترکیبات 1,8-cineole با Beta. Ocimene، Caryophyllene oxide با Camphor و Lavandulyl acetate با Camphene مشاهده شد. ترکیب Alpha-thujen دارای بیشترین همبستگی منفی با دیگر ترکیبات اسانس بود و Carvacrol نیز همبستگی بالایی با سایر ترکیبات نداشت.

نتیجه‌گیری: جمعیت‌های بوکان و باروق به‌دلیل داشتن میزان Thymol بالا و جمعیت‌های سردشت، ارومیه- قوشچی و نقده به‌دلیل داشتن میزان دو ترکیب Thymol و Carvacrol بالا، برتر می‌باشند که می‌توانند در صنایع وابسته و داروسازی و برنامه‌های تولیدی و به‌نژادی مفید واقع گردند.

واژه‌های کلیدی: آویشن، ترکیبات اسانس، تیمول، رویشگاه‌های طبیعی، کارواکرول

مقدمه

آویشن (*Thymus* spp.) یکی از معروف‌ترین و بزرگ‌ترین جنس‌های خانواده نعناعیان می‌باشد که در مناطقی از جهان به‌صورت زراعی کشت می‌گردد (Jabbari *et al*., 2009). گونه های آن معمولاً به‌صورت گیاه دارویی، جوشانده گیاهی، چاشنی غذا و ادویه مورد استفاده قرار می‌گیرند (Mohammadi *et al*., 2014; Najafzadeh *et al*., 2020). آویشن گیاهی است که ارزش غذایی و دارویی فراوانی دارد و در میان گیاهان مرتعی جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است (Hasani and Nikbaher, 2013). به‌دلیل هیبریداسیون‌های بین گونه‌ای، رده‌بندی جنس *Thymus* بسیار پیچیده می‌باشد و برخی از گونه‌های آن بومی ایران است (Yousefi *et al*., 2014). این گیاه در جهان ۲۵۰ گونه دارد که ۱۴ گونه آن در کشور ایران به‌دلیل تفاوت در اقلیم و رویشگاه‌ها پراکنش دارند (Mozaffarian, 1998). ۱۴ گونه گزارش شده این گیاه در ایران، بیشترین پراکندگی را در شمال و غرب کشور دارند (Ozguven and Tansi, 1998). گیاه آویشن به دلیل داشتن برخی متابولیت‌های دارویی به‌ویژه اسانس، یکی از پرمصرف‌ترین و ارزشمندترین گیاه دارویی دنیا می‌باشد (Brasseur, 1983; Essawi and Srour, 2000; Meister *et al*., 1999). اسانس‌های گیاهی به‌عنوان ترکیبات فرّار، طبیعی و پیچیده با رایحه قوی هستند که توسط گیاهان معطر به‌عنوان متابولیت‌های ثانویه ساخته می‌شوند. تیمول، آلفاپینن، بتاپینن، کارواکرول، لینالول، ژرماکرن و کومین‌آلدهید از عمده‌ترین ترکیبات شیمیایی مشترک در اسانس‌های گیاهی می‌باشند (Aali *et al*., 217). این ترکیب‌ها با ویژگی‌های منحصر به فرد خود دارای انواع خواص دارویی و غذایی می‌باشند. اسانس آویشن از جمله ده اسانس مهم می‌باشد که به‌دلیل دارا بودن ترکیب‌هایی همچون تیمول و کارواکرول خواص آنتی‌باکتریایی و ضدقارچی، آنتی‌اکسیدانی و نگه‌دارنده طبیعی غذا را دارد (Momeni and Shahrokhi, 1999). ترکیبات اسانس آویشن در بین اندام‌های مختلف این گیاه متفاوت است و گل‌ها و برگ‌ها نسبت به ساقه‌ها دارای پتانسیل تولید اسانس بالاتری هستند (Jiyanpour and Yavari, 2022).

اصل اساسی در اصلاح گیاهان دارویی، گسترش پایه ژنتیکی آن‌ها می‌باشد که لازمه اصلی آن شناسایی و توصیف توده‌های بومی است. در توده‌های بومی با تنوع زیاد می‌توان افراد مطلوب از نظر ژنتیکی را شناسایی و گزینش نمود. علاوه بر ژنوتیپ، عوامل محیطی نیز سبب تغییراتی در رشد گیاهان دارویی و نیز کمّیت و کیفیت مواد مؤثره آن‌ها می‌گردد (Omidbaygi, 1995). بنابراین، بررسی تنوع ژنتیکی ترکیبات شیمیایی توده‌های بومی در رویشگاه‌های طبیعی امری ضروری به نظر می‌رسد. روش‌های مختلفی برای برآورد تنوع ژنتیکی وجود

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.61186/jcb.15.47.56]

دارد. از جمله مهم‌ترین آن‌ها روش‌های آماری چند متغیره (تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی) می‌باشند که به‌طور هم‌زمان از اطلاعات چندین صفت در کلیه افراد استفاده می‌کنند. تاکنون چندین مطالعه در رابطه با بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های مختلف آویشن انجام شده است. در پژوهشی کمّیت و کیفیت اسانس پنج گونه آویشن در رویشگاه‌های مختلف استان تهران مورد بررسی قرار گرفت و کارواکرول، تیمول، گاما -ترپینن، پارا–سیمن، بتا–کاریوفیلن و بورنئول از ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اصلی اسانس این گونه بود (Sefidkon and Askari, 2003). میرزا و همکاران (Mirza *et al*., 2015) نشان دادند کمّیت اسانس در مرحله گلدهی بیشتر از مرحله رویشی است. در بررسی کموتیپ‌های مختلف گونه آویشن کرک‌آلود (*T. pubescens*) در پنج منطقه استان آذربایجان‌شرقی مشاهده شد که جمعیت‌ها به لحاظ ترکیبات اسانس متفاوت بودند (Imani *et al*., 2015). مطالعه کموتیپ های بومی *T. algeriensis* Boiss. et Reut در شمال آفریقا نشان داد که در جمعیت‌های مورد مطالعه پنج کموتیپ در این گونه وجود دارند (Zouari et al., 2012).

ویژگی‌های مختلف رویشگاه‌های طبیعی اهمیتی ویژه در تعیین کمیت و کیفیت تولید گیاهان دارویی دارند. گزارش شده است که محتوای اصلی ترکیبات اسانس اکثر گونه‌ها دارویی و معطر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرند (Chrysargyris *et al*., 2020). در همین باره، از ارتفاع رویشگاه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عامل محیطی در افزایش درصد ترکیبات خاص اسانس یاد کرده‌اند (Hassanabadi *et al*., 2019). ارتفاع رویشگاه از آن جهت حائز اهمیت است که تعیین کننده سایر پارامترهای محیطی نظیر شدت نور، باد، میانگین دما، فشار هوا و ... می‌باشد (Kofidis and Bosabalidis, 2008). اهمیت رویشگاه‌های طبیعی و ارتباط مستقیم میزان و ترکیبات اسانس آویشن با کاربردهای آن در صنایع، منجر گردید تا در پژوهش حاضر درصد ترکیبات اسانس جمعیت‌های آویشن مناطق غرب و شمال‌غرب ایران مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

گیاهان مورد استفاده در این پژوهش شامل ۱۵ توده وحشی آویشن از گونه‌های مختلف بودند که در زمان گلدهی در سال ۱۳۹۶ از مناطق غرب و شمال‌غرب ایران برداشت شدند. نمونه‌ها به وزن ۵۰ گرم از سرشاخه‌های گل‌دار گیاهان چندساله تهیه شدند. از هر جمعیت تعداد سه تکرار انتخاب و سپس اسانس سه تکرار برای ارزیابی ترکیبات اسانس مخلوط گردید. مشخصات مناطق جمع‌آوری نمونه‌ها در جدول ۱ آورده شده است. فاصله جمع‌آوری نمونه‌های هر رویشگاه بسته به سطح رویشگاه متفاوت بود. جهت شناسایی دقیق گونه نمونه هرباریومی از گیاه آویشن تهیه شد و شناسایی گونه توسط منبع گیاه‌شناسی (Ghahreman, 1975) انجام گرفت.

ترکیبات موجود در اسانس توسط دستگاه گاز کروماتوگراف متصل به طیف‌نگار جرمی (GC/MS) موجود در آزمایشگاه جهاد دانشگاهی آذربایجان‌غربی شناسایی شدند. دستگاه کروماتوگرافی Agilent 7890A ساخت آمریکا، مجهز به آشکارساز جرمی مدل Agilent 5975 C و نرم‌افزار HP Chemstation در محیط ویندوز و اینجکتور[1] با مدل Split/Splitless و ستون مویین HP-5 MS با طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر از کمپانی Agilent آمریکا بود. به‌منظور شناسایی ترکیبات از کتابخانه جرمی Wily 2007 و NIST 2005 استفاده شد. در نهایت پردازش داده‌های دستگاه با نرم‌افزار Chemstation در محیط ویندوز انجام گرفت. ارزیابی کمّیت و کیفیت اسانس با کمک مؤلفه شاخص بازداری (RI[2]) انجام شد. محاسبه آماره‌های توصیفی و رسم دندروگرام تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و فاصله اقلیدسی در نرم‌افزار Minitab انجام گردید. همچنین تری‌پلات تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از بسته PCA 3D در نرم افزار R رسم شد.

نتایج و بحث

نتایج شناسایی گونه نشان داد که ۸ توده متعلق به گونه *T. kotschyanus*، ۳ توده از گونه *T. migricus*، ۲ توده از گونه *T. fedtschenkoi* و یک توده از گونه *T. fallax* و *T. pubescens* می‌باشند. مشخصات جمعیت‌های مورد مطالعه آویشن در جدول ۱ آمده است. نتایج آنالیز ترکیبات اسانس ۱۵ جمعیت آویشن در جدول ۲ نشان می‌دهد که بین جمعیت‌های مورد ارزیابی از لحاظ درصد و نوع ترکیبات تفاوت وجود دارد.

1– Injector
2- Retention Index (RI)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]
[DOI: 10.61186/jcb.15.47.56]

جدول ۱- جمعیت‌های مورد مطالعه آویشن

Table 1. Thyme populations studied

نام علمی Scientific Name	نام فارسی Persian Name	منطقه جمع‌آوری Collecting Area	جمعیت Pop.
Thymus pubescens Boiss. & Kotschy ex Celark	آویشن کرک‌آلود	آذربایجان‌غربی- خوی- دیزج‌بطچی West Azerbaijan - Khoy – Dizajabchi	P1
Thymus migricus Klokov & Desj.- Shost.	آویشن آذربایجانی	آذربایجان‌غربی- خوی- ۴۰ کیلومتر مانده به قریس West Azerbaijan - Khoy - 40 km to Qhris	P2
Thymus fallax Fisch & C. A. Mey.	آویشن آناتولی	آذربایجان‌غربی- ارومیه- بند West Azerbaijan - Urmia – Band	P3
Thymus migricus Klokov & Desj.- Shost.	آویشن آذربایجانی	آذربایجان‌غربی- ارومیه- نازلو West Azerbaijan - Urmia – Nazloo	P4
Thymus migricus Klokov & Desj.- Shost.	آویشن آذربایجانی	آذربایجان‌غربی- ارومیه- قوشچی West Azerbaijan - Urmia - Qushchi	P5
Thymus kotschyanus Boiss. & Hohen.	آویشن	آذربایجان‌غربی- نقده- سلطان‌یعقوب West Azerbaijan- Naghadeh- SultanYaghub	P6
Thymus kotschyanus Boiss. & Hohen.	آویشن	آذربایجان‌غربی- مهاباد- کهریزک‌شیخان West Azerbaijan- Mahabad- Kahrizakhan	P7
Thymus kotschyanus Boiss. & Hohen.	آویشن	آذربایجان‌غربی- بوکان- کوه برده‌زرد West Azerbaijan – Bukan - Kouhbardzard	P8
Thymus fedtschenkoi Ronneger	آویشن قره‌باغی	آذربایجان‌غربی- سردشت- کولسه‌علیا West Azerbaijan - Sardasht - Kolseh Oleya	P9
Thymus kotschyanus Boiss. & Hohen.	آویشن	آذربایجان‌غربی- باروق- تک‌آغاج West Azerbaijan - Barugh –Takaghaj	P10
Thymus kotschyanus Boiss. & Hohen.	آویشن	کردستان- سقز- ملقرنی Kurdistan - Saqez – Malqrni	P11
Thymus kotschyanus Boiss. & Hohen.	آویشن	کردستان- صاحب- سیدآباد Kurdistan - Sahib - Sayyed Abad	P12
Thymus cf. fedtschenkoi Ronneger	آویشن قره‌باغی	کردستان- صاحب- چوملو Kurdistan - Sahib – Chomlow	P13
Thymus kotschyanus Boiss. & Hohen.	آویشن	کردستان- بانه- سرسونج Kurdistan - Baneh – Sersunj	P14
Thymus kotschyanus Boiss. & Hohen.	آویشن	کردستان- چناره- گوگجه Kurdistan- Chenareh- Googje	P15

در مجموع ۲۷ ترکیب اسانس در جمعیت‌های مورد مطالعه شناسایی شد. جمعیت خوی- دیزج‌بطچی دارای ۱۹ ترکیب بود که از بین آن‌ها Thymol (۳۸/۵۴ درصد)، Geraniol (۱۴/۷۶ درصد) و Carvacrol (۸/۲۰ درصد) به‌ترتیب بیشترین مقدار را داشتند. اما این ترکیبات دارای مقادیر متوسطی نسبت به سایر جمعیت‌ها بودند. جمعیت خوی- قریس ۱۵ ترکیب اسانس را به خود اختصاص داد. در این جمعیت ترکیب‌های Thymol (۳۹/۹۷ درصد) و Geraniol (۱۴/۸۱ درصد) بیشترین مقدار را نشان دادند و ترکیباتی که مختص این جمعیت بود مقدار بسیار ناچیزی داشتند. جمعیت سوم یعنی ارومیه- منطقه بند شامل ۲۰ ترکیب با بالاترین میزان برای Thymol (۵۳/۹۳ درصد)، P-cymene (۱۱/۸۱ درصد) و Gamma-terpinene (۱۰/۵۲ درصد) بود. جمعیت ارومیه- نازلو با ۱۵ ترکیب کمابیش مشابه جمعیت سوم بود، در این جمعیت سه ترکیب مذکور به‌ترتیب دارای ۵۸/۵۸، ۱۱/۵۰ و ۷/۳۲ درصد به دست آمد. جمعیت ارومیه- قوشچی برخلاف دو جمعیت دیگر ارومیه دارای بالاترین میزان برای Carvacrol (۵۸/۲۹ درصد) بود و ۱۹ ترکیب در آن شناسایی گردید. جمعیت نقده شامل ۱۴ ترکیب با مقادیر بیشتر برای Thymol (۴۴/۸۲ درصد)، P-cymene (۱۲/۸۶ درصد) و Carvacrol (۱۱/۷۳ درصد) بود. در جمعیت مهاباد ۱۳ ترکیب شناسایی گردید که در بین آن‌ها Thymol (۵۹/۷۲ درصد)، Borneol (۹/۴۸ درصد) و P-cymene (۷/۷۳ درصد) به‌ترتیب بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند. جمعیت بوکان دارای ۱۲ ترکیب با مقادیر بالا برای ترکیبات Thymol (۶۹/۷۵ درصد) و Gamma-terpinene (۹/۵۵ درصد) بود. ۱۸ ترکیب در جمعیت سردشت مشاهده شد که Carvacrol (۴۴/۷۷ درصد) و Thymol (۲۶/۹۶ درصد) دارای ترکیباتی با بیشترین درصد بودند. جمعیت باروق ۱۶ ترکیب داشت که Thymol (۶۲/۱۳ درصد)، P-cymene (۱۰/۱۹ درصد) و پس از آن‌ها Borneol (۵/۶۹ درصد) و Gamma-terpinene (۵/۲۶ درصد) بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. از میان ۱۷ ترکیب جمعیت سقز، Linalool (۵۳/۲۱ درصد) بیشترین میزان را داشت.

در جمعیت صاحب- سیدآباد ۱۸ ترکیب مشاهده شد که ترکیبات Geraniol (۱۷/۸۶ درصد)، Linalool (۱۵/۹۵ درصد) و Thymol (۹/۵۷ درصد) بیشترین مقدار را داشتند. همچنین در جمعیت صاحب- چوملو از ۱۷ ترکیب شناسایی شده، سه ترکیب Terpineol-4 (۲۲/۵۷ درصد)، Linalool (۱۰/۰۶ درصد)، Geraniol (۹/۷۸ درصد) بیشترین مقادیر را نشان دادند. جمعیت بانه دارای ۱۷ ترکیب با مقادیر بیشتر برای ترکیبات Alpha. Terpineol (۲۶/۲۲ درصد)، Linalool (۱۹/۷۰ درصد) و Geraniol (۹/۶۶ درصد) بود. در نهایت در جمعیت چناره نیز ۱۷ ترکیب اسانس شناسایی گردید که از میان آن‌ها ترکیبات Terpineol-4 (۲۲/۵۷ درصد)، Linalool

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]
[DOI: 10.61186/jcb.15.47.56]

(۱۰/۰۶ درصد) و Geraniol (۹/۷۸ درصد) بیشترین درصد را نشان دادند.

طبق این نتایج ترکیبات P-cymene، Gamma-terpinene، Thymol ترکیبات غالب اسانس در اکثر جمعیت‌ها بودند. بیشترین درصد اسانس مربوط به ترکیب Thymol می‌باشد که جمعیت بوکان- کوه برده‌زرد (۶۹/۷۵ درصد)، باروق- تک‌آغاج (۶۲/۱۳ درصد)، مهاباد- کهریزک‌شیخان (۵۹/۷۲ درصد)، ارومیه- نازلو (۵۸/۵۸ درصد)، ارومیه- بند (۵۳/۹۳ درصد)، نقده- سلطان‌یعقوب (۴۴/۸۲ درصد)، خوی- قریس (۳۹/۹۷ درصد)، خوی- دیزج‌بطچی (۳۸/۵۴ درصد) و سردشت- کولسه‌علیا (۲۶/۲۹ درصد) دارای بیشترین مقدار این ترکیب بودند. برتری جمعیت‌های استان آذربایجان‌غربی از نظر ترکیب Thymol محسوس بود. ترکیبات Carvacrol در جمعیت ارومیه- قوشچی (۵۸/۲۹ درصد)، سردشت- کولسه‌علیا (۴۴/۷۷ درصد) و ترکیب Linalool نیز در جمعیت سقز (۵۳/۲۱ درصد) دارای مقادیر بیشتری بود.

طبق نتایج، جمعیت بوکان- کوه برده‌زرد و باروق- تک‌آغاج به دلیل داشتن میزان Thymol بالا و جمعیت سردشت- کولسه‌علیا، ارومیه- قوشچی و نقده- سلطان‌یعقوب به دلیل داشتن بازده اسانس و میزان دو ترکیب Thymol و Carvacrol بالا، برتر می‌باشند که می‌توانند در صنایع وابسته و داروسازی و برنامه‌های به‌نژادی مفید واقع گردند.

آماره‌های توصیفی به‌عنوان یکی از ساده‌ترین روش‌ها برای شرح تنوع استفاده می‌شوند. این آماره‌ها برای ترکیبات مختلف اسانس ۱۵ جمعیت آویشن در جدول ۳ آورده شده است. بر طبق نتایج، بالاترین ضریب تغییرات در ترکیبات 3-Methyl-4-isopropylphenol، Alpha-cadinol و Lavandulyl acetate مشاهده شد این درحالی بودکه ترکیب P-cymene کمترین ضریب تغییرات را به خود اختصاص داد. ترکیب Thymol با اختلافی چشم‌گیر دارای بیشترین میانگین بود و پس از آن ترکیبات Carvacrol، Linalool و P-cymene قرار گرفتند که نشان می‌دهد این ترکیبات، اصلی‌ترین ترکیبات اسانس آویشن را تشکیل می‌دهند. همچنین به‌غیر از ترکیبات Thymol و P-cymene تمام ترکیبات حداقل در یکی از جمعیت‌ها وجود نداشتند. از آماره‌های دیگر می‌توان به دامنه تغییرات که از انحراف حداکثر مقدار و حداقل مقدار به‌دست می‌آید اشاره داشت که نتایج آن تا حدود زیادی مشابه ضریب تغییرات است.

تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی از پرکاربردترین روش‌های آماری چندمتغیره می‌باشند. با تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مشخص شد که مؤلفه اول ۳۳ درصد، مؤلفه دوم ۱۶ درصد و مؤلفه سوم ۱۱ درصد از کل تغییرات موجود در داده‌ها را توجیه می‌نمایند که این سه مؤلفه در مجموع ۶۰ درصد از تغییرات را توجیه کردند. در چنین حالتی استفاده از بای‌پلات دو مؤلفه اول کمتر از نیمی از تغییرات را توجیه می‌کند و بهره بردن از تری‌پلات که شامل سه مؤلفه اول می‌باشد، می‌تواند سودمند باشد. در این تصویر جمعیت‌های استان آذربایجان غربی با رنگ خاکستری و جمعیت‌های استان کردستان با رنگ آبی مشخص شده‌اند. واضح است که هر کدام از مولفه‌ها تا حدودی توانسته‌اند بین دو گروه تفکیک ایجاد نمایند. در گروه آذربایجان غربی جمعیت‌های ۱ و ۲ که متعلق به شهرستان خوی می‌باشند، دارای بیشترین تغییرات در میزان ترکیبات اسانس بودند. در مقابل جمعیت‌های صاحب- چوملو و چناره- گوگجه در گروه کردستان بیشترین تغییرات در ترکیبات اسانس را از خود نشان دادند. بر پایه تجزیه خوشه‌ای بر اساس ترکیبات اسانس، جمعیت‌های آویشن به دو گروه تقسیم گردیدند (شکل ۱). گروه نخست شامل تمام جمعیت‌های استان آذربایجان غربی و گروه دوم شامل جمعیت‌های استان کردستان بود. جدول ۴ حاوی میانگین‌های دو گروه از لحاظ ترکیبات اسانس می‌باشد و همان‌طور که مشخص است ترکیبات Thymol و Carvacrol در گروه اول و ترکیبات Linalool، Terpineol-4 و Geraniol در گروه دوم برتری محسوسی داشتند.

مقایسه ترکیبات اسانس جمعیت‌های مورد بررسی نشان داد که در میان آن‌ها تنوع قابل قبولی از نظر ترکیبات اسانس وجود دارد. در همین باره، بابالار و همکاران (Babalar *et al*., 2104) گزارش کردند که در اکثر صفات مورد بررسی از جمله بازده اسانس تفاوت معنی‌داری در ده جمعیت آویشن وجود داشت. علاوه بر ترکیبات فیتوشیمیایی، میان صفات مختلف زراعی آویشن نیز تنوع گزارش شده است (Golestani and Sahhafi, 2020). تنوع در بین ترکیبات اسانس استخراج شده با مطالعه آماره‌های توصیفی بهتر نمایان گردید. محاسبه آماره‌های توصیفی به منظور مطالعه تنوع ترکیبات اسانس در برخی از گونه‌های دارویی دیگر از جمله بومادران نیز گزارش شده است (Azimi *et al*., 2016). Thymol از ترکیبات مهم اسانس آویشن، در همه جمعیت‌ها حضور داشت به‌طوری که مقدار آن در جمعیت‌های آذربایجان‌غربی شامل بوکان، باروق، مهاباد، ارومیه (نازلو)، ارومیه (بند) و نقده بیشتر از سایرین بود. گرچه Carvacrol نیز در کنار Thymol از جمله اصلی‌ترین و متداول‌ترین ترکیبات شیمیایی گیاه آویشن می‌باشد، اما برخلاف مطالعه کریمی و همکاران (Karimi *et al*., 2011) تمام جمعیت‌های مورد مطالعه در این پژوهش دارای ترکیب Carvacrol نبودند. با این حال؛ همان‌طور که بدیهی بود در تحقیق حاضر نیز Thymol در کنار Carvacrol از ترکیبات اصلی اسانس جمعیت‌های آویشن بود.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با کاهش تعداد متغیرها سودمند می‌باشد، اما در مطالعه حاضر همان‌گونه که انتظار می‌رفت به دلیل همبستگی ضعیف ترکیبات اسانس با یکدیگر، مقدار واریانس توجیهی توسط مؤلفه‌های اصلی پایین بود. اما با این وجود بررسی نمودار تری‌پلات توسط سه مؤلفه اصلی تمایز تقریباً مطلوبی را بین جمعیت‌های دو استان نشان داد. عدم استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در کنار تجزیه خوشه‌ای در مطالعه زارع‌زاده و همکاران (Zarezadeh *et al*., 2017) می‌تواند به دلیل واریانس کم توجیهی توسط مؤلفه‌ها باشد. استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای برای بررسی تغییرات اسانس گونه‌های مختلف آویشن پیش از این گزارش شده است (Trendafilova *et al*., 2021). گروه‌بندی جمعیت‌های استان آذربایجان غربی و کردستان در دو گروه مجزا توسط دندروگرام تجزیه خوشه‌ای، عدم تطابق تنوع

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]
[DOI: 10.61186/jcb.15.47.56]

ترکیبات اسانس با پراکنش جغرافیایی جمعیت‌ها را نشان داد، چرا که جمعیت‌های بوکان و سقز به دلیل نزدیکی جغرافیایی در گروه‌های مجزا قرار گرفته‌اند. در مطالعه زارع‌زاده و همکاران (Zarezadeh *et al*., 2017) نیز هیچ ارتباطی بین الگوی دندروگرام و پراکنش جغرافیای جمعیت‌ها نبود به طوری که جمعیت‌هایی از استان‌های کردستان، لرستان و قزوین در یک گروه جایابی شدند. زواری و همکاران (Zouari *et al*., 2012) اظهار کردند که تنوع شیمیایی در اسانس کموتیپ‌های بومی *T. algeriensis* بیشتر بستگی به محل استقرار جمعیت‌ها داشت و به عوامل آب و هوایی وابستگی کمتری نشان داد.

مقایسه میانگین عدد ترکیبات اسانس در دو گروه حاکی از برتری جمعیت‌های آویشن آذربایجان‌غربی به لحاظ Thymol بود. این برتری در مطالعات پیشین نیز گزارش شده است. به عنوان نمونه، میرزا و همکاران (Mirza *et al*., 2015) در بررسی کمّیت و کیفیت اسانس ۷۴ اکسشن آویشن باغ گیاه‌شناسی ملی ایران عنوان داشتند که درصد اسانس بین ۰/۰۴ تا ۲ درصد متغیر بود و بالاترین بازده تولید اسانس سرشاخه گلدار ژنوتیپ‌ها به گونه‌های *T. kotschyanus* از استان آذربایجان‌غربی تعلق داشت. زارع‌زاده و همکاران (Zarezadeh *et al*., 2017) نیز اکسشن‌هایی با منشأ استان آذربایجان‌غربی را به خاطر دارا بودن درصد اسانس بالا و میزان بالای ترکیب‌های تیمول و کارواکرول به‌عنوان اکسشن‌های برتر گونه *T. kotschyanus* معرفی کردند. در مطالعه‌ای دیگر، ایمانی و همکاران (Imani *et al*., 2015) ۲۶ ترکیب اسانس را در کموتیپ‌های مختلف *T. pubescens* استان آذربایجان‌شرقی شناسایی نمودند و با تجزیه خوشه‌ای پنج منطقه را در ۳ خوشه تقسیم‌بندی کردند.

جدول ۲- درصد و نوع ترکیبات اسانس در جمعیت‌های مورد مطالعه آویشن

Table 2. Percentage and type of essential oil compounds in studied populations of Thyme

%																ترکیب	
P15	P14	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	RI	Component	No.
-	-	-	-	-	1.01	1.20	0.62	1.06	-	1.10	1.10	1.32	0.90	0.90	927	Alpha-thujen	1
-	2.03	-	-	2.32	2.01	1.15	0.49	2.11	-	1.19	1.14	1.06	2.36	2.34	931	Alpha-pinene	2
1.76	1.68	1.76	1.89	1.77	1.13	0.94	0.42	2.54	-	1.28	1.47	1.09	5.07	0.68	949	Camphene	3
2.45	1.72	2.45	-	0.63	1.18	1.11	0.87	1.23	1.48	0.99	1.17	1.45	1.43	1.15	989	Beta.-myrcene	4
3.68	-	3.68	-	-	1.11	1.91	1.68	1.34	1.88	1.61	1.90	2.43	1.63	1.61	1015	Alpha.-terpinene	5
8.28	2.84	8.28	4.11	2.44	10.19	5.95	5.89	7.73	12.86	5.15	11.50	11.81	8.14	5.40	1026	P-cymene	6
-	-	-	-	-	0.45	0.46	-	-	0.64	0.46	0.33	0.39	0.42	-	1028	Limonene	7
4.17	8.53	4.17	4.45	5.44	-	1.35	-	-	-	1.31	-	-	-	2.92	1032	1,8-cineole	8
2.31	4.75	2.31	3.70	3.67	-	-	-	1.35	0.38	-	-	-	-	-	1047	Beta. Ocimene	9
5.99	-	5.99	1.89	-	5.26	6.52	9.55	5.22	9.61	5.81	7.23	10.52	7.20	6.26	1060	Gamma.-terpinene	10
10.06	19.7	10.06	15.95	53.2	-	-	-	-	-	-	-	1.49	-	0.99	1099	Linalool	11
2.85	1.92	2.85	3.22	2.33	0.47	-	0.49	1.13	1.45	0.97	1.15	0.79	-	0.70	1148	Camphor	12
4.01	2.98	4.01	3.51	2.53	5.69	2.51	2.18	9.48	6.79	2.49	5.31	3.78	-	1.81	1168	Borneol	13
22.57	3.52	22.57	8.52	1.78	-	1.00	-	-	-	0.87	-	-	2.35	1.40	1180	Terpineol-4	14
2.55	26.2	2.55	4.27	5.04	0.40	-	-	-	0.77	2.60	0.40	0.40	1.35	2.04	1194	Alpha. Terpineol	15
2.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.76	-	-	-	-	1228	.Beta.-citronellol	16
-	1.42	2.17	2.81	0.70	4.97	0.30	-	-	0.96	-	4.60	1.27	1.43	2.11	1245	Carvacrol methyl ether	17
9.78	9.66	9.78	17.86	3.36	-	1.12	-	-	3.05	1.73	1.16	1.16	14.81	14.76	1256	Geraniol	18
3.84	3.21	9.57	9.57	3.31	62.13	26.96	69.75	59.72	44.82	9.25	58.58	53.93	39.97	38.54	1295	Thymol	19
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.63	-	-	1300	p-Thymol	20
-	-	-	1.55	-	1.22	44.77	4.83	3.52	11.73	58.29	-	-	7.53	8.20	1303	Carvacrol	21
2.61	1.19	2.61	1.62	1.04	-	0.37	-	-	-	-	-	-	-	5.13	1379	Geranyl acetate	22
-	1.34	-	1.58	1.12	1.29	1.35	2.07	2.77	2.06	1.76	1.55	1.15	-	1.72	1425	Trans-caryophyllene	23
-	-	-	-	-	-	0.43	-	-	-	0.40	-	0.27	-	-	1509	Cis-.alpha-bisabolen	24
4.07	2.24	4.07	5.82	3.57	-	-	-	-	-	-	-	0.34	-	-	1590	Caryophyllene oxide	25
-	-	-	1.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1645	Alpha.-cadinol	26
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.35	4.46	-	1650	Lavandulyl acetate	27
93.15	94.95	93.1	94.17	95.3	98.78	99.40	98.84	99.2	98.48	98.02	98.59	99.63	99.06	98.66		مجموع aSUM	

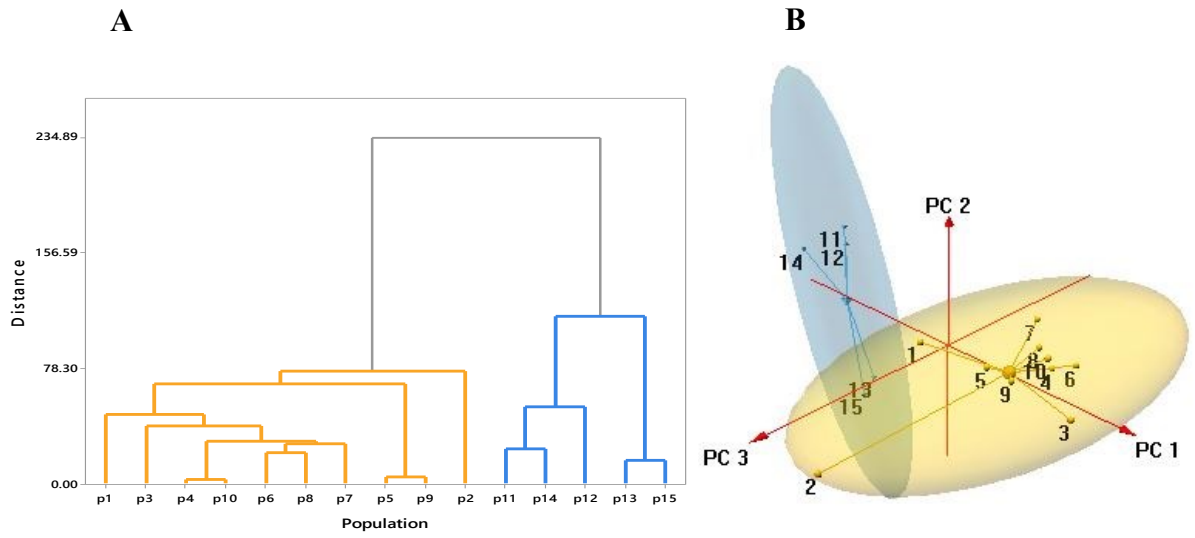
جدول ۳- آماره‌های توصیفی ترکیبات اسانس در جمعیت‌های مورد مطالعه آویشن

Table 3. Descriptive statistics of essential oil compounds in studied populations of Thyme

ضریب تغییرات CV (%)	انحراف معیار Standard Deviation	حداقل Minimum	حداکثر Maximum	میانگین Mean (%)	ترکیب Component	شماره No.
88.09	0.54	0	1.31	0.61	Alpha-thujen	1
77.44	0.94	0	2.36	1.21	Alpha-pinene	2
74.25	1.16	0	5.07	1.57	Camphene	3
48.27	0.62	0	2.45	1.29	Beta.-myrcene	4
67.76	1.11	0	3.68	1.65	Alpha.-terpinene	5
43.77	3.23	2.44	12.86	7.37	P-cymene	6
144.63	0.24	0	0.64	0.21	Limonene	7
123.51	2.66	0	8.53	2.16	1,8-cineole	8
136.62	1.68	0	4.75	1.23	Beta. Ocimene	9
54.27	3.15	0	10.52	5.80	Gamma.-terpinene	10
192.05	14.27	0	53.21	7.43	Linalool	11
77.47	1.05	0	3.22	1.35	Camphor	12
60.38	2.30	0	9.48	3.81	Borneol	13
179.72	7.74	0	22.57	4.31	Terpineol-4	14
202.19	6.55	0	26.22	3.24	Alpha. Terpineol	15
297.07	0.58	0	2.17	0.20	.Beta.-citronellol	16
105.22	1.60	0	4.97	1.52	Carvacrol methyl ether	17
106.50	6.26	0	17.86	5.88	Geraniol	18
77.33	25.13	3.21	69.75	32.49	Thymol	19
387.30	1.20	0	4.63	0.31	p-Thymol	20
187.01	17.66	0	58.29	9.44	Carvacrol	21
153.31	1.49	0	5.13	0.97	Geranyl acetate	22
59.59	0.82	0	2.77	1.38	Trans-caryophyllene	23
211.61	0.16	0	0.43	0.07	Cis-.alpha-bisabolen	24
151.71	2.03	0	5.82	1.34	Caryophyllene oxide	25
387.30	0.48	0	1.85	0.12	Alpha.-cadinol	26
358.21	1.15	0	4.46	0.32	Lavandulyl acetate	27

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.61186/jcb.15.47.56]



شکل ۱- تجزیه خوشه‌ای (A) و تری‌پلات تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (B) در جمعیت‌های آویشن بر اساس ترکیبات اسانس
Figure 1. Cluster analysis (A) and triplot principal components analysis (B) in thyme populations based on essential oil compounds

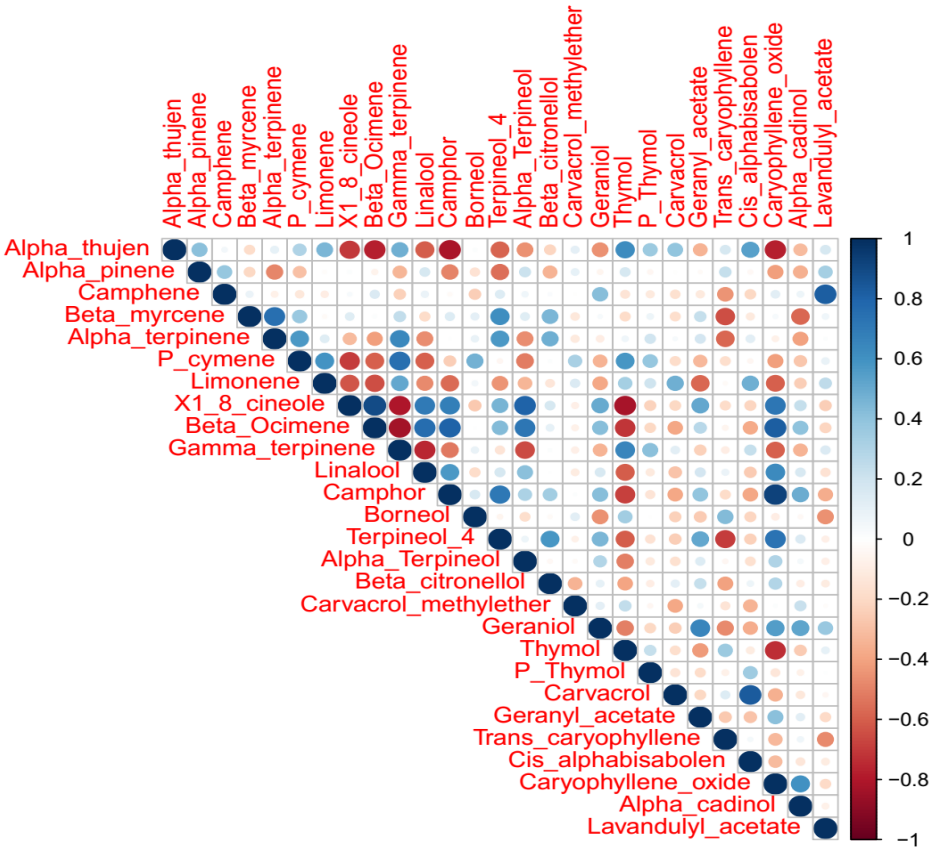
از ضرایب همبستگی می‌توان برای تشریح روابط بین ترکیبات اسانس گیاهان دارویی استفاده کرد (Oliveira *et al*., 2021). بر این اساس، نتایج ضرایب همبستگی بین ترکیبات اسانس در شکل ۲ ارائه شده است. ترکیب Thymol با 1,8-cineole همبستگی منفی داشت. Gamma-terpinene که از دیگر ترکیبات غالب اسانس بود با ترکیبات 1,8-cineole و Beta. Ocimene همبستگی منفی نشان داد. شدیدترین همبستگی مثبت میان ترکیبات 1,8-cineole با Beta. Ocimene، Caryophyllene oxide با Camphor و Lavandulyl acetate با Camphene مشاهده شد. ترکیب Alpha-thujen دارای بیشترین همبستگی منفی با دیگر ترکیبات اسانس بود و Carvacrol نیز همبستگی بالایی با سایر ترکیبات نداشت. در حالت کلی همان‌گونه که انتظار می‌رفت همبستگی‌های شدیدی در میان ترکیبات اسانس آویشن یافت نشد. در همین باره، ایمانی و همکاران (Imani *et al*., 2015) گزارش کردند که ترکیبات Thymol و Carvacrol با دیگر ترکیبات غالب اسانس آویشن همبستگی نداشتند. نتایج ضرایب همبستگی ترکیبات شیمیایی اسانس آویشن بین جمعیت‌های گونه *T. kotschyanus* در مطالعه عظیمی و همکاران (Azimi *et al*., 2014) نشان داد که آلفاترپینن با اوژنول، تیمول متیل اتر با ژرانیال و میرسن با بتاپینن بیشترین همبستگی مثبت را دارند. عدم تطابق نتایج پژوهش مذکور با یافته‌های این پژوهش می‌تواند ناشی از این باشد که تحقیق حاضر شامل گونه‌های مختلف آویشن می‌باشد. پیش از این مطالعه ضرایب همبستگی میان ترکیبات اسانس در سایر گیاهان دارویی نظیر رازیانه نیز بررسی شده است (Rahimmalek *et al*., 2018; Safaei *et al*., 2013).

بر پایه نتایج پژوهش حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تنوع قابل ملاحظه‌ای از نظر درصد ترکیبات اسانس در جمعیت‌های آویشن مناطق شمال‌غرب و غرب کشور وجود داد. همچنین جهت کشت انبوه می‌توان جمعیت‌های استان آذربایجان غربی به خصوص جمعیت‌های بوکان- کوه برده‌زرد و باروق- تک آغاج را به‌دلیل داشتن میزان Thymol بالا و نیز جمعیت‌های سردشت- کولسه‌علیا، ارومیه- قوشچی و نقده- سلطان‌یعقوب را به‌دلیل داشتن میزان بالای دو ترکیب Thymol و Carvacrol مورد توصیه قرار داد. در نهایت می‌توان اظهار داشت که تنوع بالای کمی و کیفی ترکیبات اسانس جمعیت‌های آویشن مورد ارزیابی می‌تواند دست پژوهش‌گران در استفاده از خواص و کاربردهای آن‌ها را بازتر نماید.

تشکر و قدردانی

این پژوهش بخشی از طرح تحقیقاتی مصوّب جایزه دکتر کاظمی آشتیانی بنیاد ملی نخبگان ریاست جمهوری می‌باشد. بدین وسیله از دانشگاه ارومیه و بنیاد ملی نخبگان به خاطر فراهم نمودن امکانات لازم تشکر و قدردانی می‌گردد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]
[DOI: 10.61186/jcb.15.47.56]



شکل ۲- همبستگی بین ترکیبات اسانس در ۱۵ جمعیت آویشن مورد مطالعه
Figure 1. Correlation between essential oil compounds in 15 studied thyme populations

منابع

Aali, E., Mahmoudi, R., Kazeminia, M., Hazrati, R., & Azarpey, F. (2017). Essential oils as natural medicinal substances. *Tehran University Medical Journal TUMS Publications*, 75(7), 480-489 (in Persian).

Azimi, M., Naghdi Badi, H., Kalate Jari, S., Abdossi, V., & Mehrafarin, A. (2014). Comparison of essential oils composition in Iranian populations of *thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen. *Journal of Medicinal Plants*, 13(52), 136-146 (In Persian).

Azimi, R., Sefidkon, F., Salehi, P., Monfared, A., & Naderi, M. (2016). Phytochemical variation of the essential oils of different popualations of *Achillea nobilis* L. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 47(1), 11-20 (In Persian).

Babalar, M., Khoshsokhan, F., Fattahi Moghaddam, M.R., & Pourmeidani, A. (2014). An evaluation of the morphplogical diversity and oil content in some populations of *thymus kotschyanus* Boiss and Hohen. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 44(2), 119-128 (In Persian).

Brasseur, T. (1983). Etudes botaniques, phytochimiques et pharmacologiques consacrees au Thym. *Journal de Pharmacie de Belgique*, 38, 261-272.

Chrysargyris, A., Mikallou, M., Petropoulos, S., & Tzortzakis, N. (2020). Profiling of essential oils components and polyphenols for their antioxidant activity of medicinal and aromatic plants grown in different environmental conditions. *Agronomy*, 10(5), 727.

Essawi, T., & Srour, M. (2000). Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 70, 343-349.

Ghahreman, A. (1975). Flora's color of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands Publications, volumes, Tehran, Iran (In Persian).

Golestani, M., & Sahhafi, S.R. (2020). Evaluation of drought tolerance in *Thymus daenensis* subsp. daenensis ecotypes. *Journal of Crop Breeding*, 12(33), 127-139 (In Persian).

Hasani, J., & Nikbaher, Z. (2013). Ecological requirements of Thymus species in different habitats of Kurdistan province. *Eco-phytochemical Journal of Medical Plants*, 3(3), 22-34 (In Persian).

Hassanabadi, M., Ebrahimi, M., Farajpour, M., & Dejahang, A. (2019). Variation in essential oil components among Iranian *Ferula assa-foetida* L. accessions. *Industrial Crops and Products*, 140, 111598.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.61186/jcb.15.47.56]

Imani, Y., Razban Haghighi, A., Sefidkon, F., & Naderi, M. (2015). Investigation on chemotypes of *Thymus pubescens* Boiss.et Kotschy ex Celak based on essential oil compounds in E-Azerbayjan province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 31(3), 396-405 (In Persian).

Jabbari, R., Amini Dehaghi, M., Modares Sanavy, M.A., & Kordenaeej, A. (2009). Effects of application methods of nitrogen fertilizer in semi-arid and moderate cool conditions on morphological and composition on thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Journal of Crop Breeding*, 1(3), 78-94 (In Persian).

Jiyanpour, M., & Yavari, A. (2022). Extraction and determination of content and composition of essential oils of vegetative and reproductive organs of Zataria multiflora. *Journal of Plant Process and Function*, 11(49), 55-61.

Karimi, A., Ghasemi Pirbaloti, A., MalekPour, F., Yousefi, M., & Golparvar, A.R. (2011). Study of ecotype and chemopoeia diversity of *Thymus daenensis* Celak in Isfahan and Chaharmahal va Bakhtiari provinces. *Journal of Herbal Drugs*, 1(3), 1-10 (In Persian).

Kofidis, G., & Bosabalidis, A.M. (2008). Effects of altitude and season on glandular hairs and leaf structural traits of *Nepeta nuda* L. *Botanical Studies*, 49(4), 363-372.

Meister, A., Bernhardt, G., Christoffel, V., & Buschauer, A. (1999). Antispasmodic activity of *Thymus vulgaris* extract on the isolated guinea-pig trachea: discrimination between drug and ethanol effects. *Planta Medica*, 65, 512-516.

Mirza, M., Ashoorabadi, E.S., & Mamaghani, B.A. (2015). Study of quality and quantity of essential oil of Thyme species cultivated in national botanic garden of Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 31(5), 864-880 (In Persian).

Mirza, M., Asghari, F., & Sefidkon, F. (2004). Quantitative and qualitative comparison of essential oil of *Thumus pubescens* Boiss. Et Kotschy ex Celak in different lacations of Tehran province. *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants*, 19(2), 125-136 (In Persian).

Mohammadi, A., Nazari, H., Imani, S., & Amrollahi, H. (2014). Antifungal activities and chemical composition of some medicinal plants. *Journal de Mycologie Medicals*, 24(2), 1-8.

Momeni, T., & Shahrokhi, N. (1999). Plant essences and their therapeutic effects. Tehran university press, 127 p. (In Persian).

Mozaffarian, V. (1998). A Dictionary of Iranian plant names. Farhang Moaser Publishers. 671 pp.

Najafzadeh, R., Rashidi, Z., Shokri, B. & Abdi, H. (2020). Investigation of morphological and ecological and essential oil content variation of some populations of thyme species (*Thymus* spp.) in the northwest and west of Iran. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 27(2), 291-306 (In Persian).

Oliveira, S.D.D.S., De Oliveira E Silva, A.M., Blank, A.F., Nogueira, P.C.D.L., Nizio, D.A.D.C., Almeida-Pereira, C.S., Pereira, R.O., Menezes-Sá, T.S.A.M., Santana, H.D.S., & Arrigoni-Blank, M.D.F. (2021). Radical scavenging activity of the essential oils from Croton grewioides Baill accessions and the major compounds eugenol, methyl eugenol and methyl chavicol. *Journal of Essential Oil Research*, 33(1), 94-103.

Omidbaygi, R. (1995). Approaches of production and processing of medicinal plants. Publication Fekre roz, 283 p. (In Persian).

Ozguven, M., & Tansi, S. (1998). Drug yield and essential oil of *Thymus vulgaris* L. as in influenced by ecological and ontogenetical variation. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22, 537-542.

Rahimmalek, M., Maghsoudi, H., Sabzalian, M.R., & Ghasemi Pirbalouti, A. (2018). Variability of essential oil content and composition of different Iranian fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) accessions in relation to some morphological and climatic factors. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16, 1365-1374.

Safaei, L., Afiuni, D., & Zeinali, H. (2013). Correlation relationships and path coefficient analysis between essential oil and essential oil components in 12 genotypes of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants*, 29(1), 187-200 (In Persian).

Sefidkon, F., & Askari, F. (2003). Essential oil composition of 5 *Thymus* species. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 12(1), 29-51 (In Persian).

Trendafilova, A., Todorova, M., Ivanova, V., Zhelev, P., & Aneva, I. (2021). Essential oil composition of five Thymus species from Bulgaria. *Chemistry & Biodiversity*, 18(10), e2100498.

Yousefi, V., Najaphy, A., Zebarjadi, A., & Safari, H. (2014). Investigation of Thymus spp. karyotypic diversity in different regions of Iran. *Plant Genetic Researches*, 1(1), 65-76 (In Persian).

Zarezadeh, A., Mirhossaini, A., Mirza, M., Jamzad, Z., & Arabzadeh, M.R. (2017). Study on essential oil quantity and quality of *Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen. cultivated in Yazd, Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 32(6), 937-947 (In Persian).

Zouari, N., Ayadi, H., Fahkfahk, N., Rebah, A., & Zouari, S. (2012). Variation of chemical composition of essential oils in wild populations of *Thymus Algeriensis* Boiss. et Reut., a north African endemic species. *Lipids in Health and Disease*, 11, 28.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.61186/jcb.15.47.56]