Eco–phytochemical
Journal of Medicinal Plants
Print ISSN: 2322-3235
Online ISSN: 2783-4697
Islamic Azad University Gorgan Branch
Iranian Society of Medical Plants

Phytochemical variation of the seed essential oils of several populations of garden cress (*Lepidium sativum* L.) in different habitats of Iran

Niloufar Jelvehgar[1], Seyed Mehdi Miri[2*], Khodadad Mostafavi[3], Abdollah Mohammadi[3]

[1] Department of Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran
[2] Department of Horticulture, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran, Email: smmiri@kiau.ac.ir
[3] Department of Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

Article type:
Research article

Article history
Received: 2023-04-24
Accepted: 2024-06-12
Published: 2024-06-17

Keywords
essential oil
seed
garden cress
population
gas chromatography-mass spectrometer
medicinal plants
monoterpene
secondary metabolites

Abstract

The genus *Lepidium* from the family Brassicaceae has 16 species in Iran, and the most famous species is garden cress (*L. sativum*), which is used as a vegetable or medicinal plant. The purpose of this study is to evaluate the quality and quantity of seed essential oil of seven L. *sativum* populations collected from different climatic regions of Iran. Seeds of L. *sativum* populations were hydro-distillated by clevenger, and the chemical composition of the essential oils and their quantitative percentages were identified using gas chromatography-mass spectrometer (GC-MS). The main compounds of seed essential oil were monoterpenes 1,8-cineole (44.5%), α-terpinyl acetate (13.9%) and α-pinene (7.7%). The populations of Karaj, Kerman and Qazvin had the highest amounts of 1,8-cineole, α-terpinyl acetate and α-pinene, respectively. The results of cluster analysis based on the chemical composition of garden cress seed essential oil using the Nearest neighbor method showed that seven studied populations were divided into two groups, and this grouping did not match the geographical coordinates of the regions. The first group included the populations of Kerman, Qazvin, Shahriar and Tabriz, and the second group were the populations of Shiraz, Hamadan and Karaj, which had the highest amount of 1,8-cineole and the lowest amount of α-terpinyl acetate and 7,10-hexadecadienoic acid, methyl ester. According to the results of the bi-plot diagram of principle component analysis (PCA), Karaj population -which had the lowest values of the first and second components- was placed in a distinct group. No significant correlation was observed between the main compositions of the essential oil with the geographic coordinates and weather conditions of the collection sites.

Cite this article as: Jelvehgar, N., Miri, S.M., Mostafavi, Kh., Mohammadi, A. (2024). Phytochemical variation of the seed essential oils of several populations of garden cress (*Lepidium sativum* L.) in different habitats of Iran. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants.,* 12(1): 19-32.

©The author(s)
Doi:
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch
Dor:

اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی
شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۳۲۳۵
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۶۹۷
دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان
انجمن گیاهان دارویی ایران ثبت ۱۸۹۶۳

تنوع فیتوشیمیایی اسانس بذر چند جمعیت شاهی (*Lepidium sativum* L.) در رویشگاه‌های مختلف ایران

نیلوفر جلوه‌گر[۱]، سید مهدی میری[۲*]، خداداد مصطفوی[۳]، عبداله محمدی[۳]

[۱] گروه اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
[۲] گروه باغبانی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران، رایانامه: smmiri@kiau.ac.ir
[۳] گروه اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۳
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۳/۲۸

واژه‌های کلیدی:
اسانس
بذر
جمعیت شاهی
گاز کروماتوگرافی-طیف سنج جرمی
گیاهان دارویی
متابولیت‌های ثانویه
منوترپن

چکیده

جنس *Lepidium* از تیره کلم‌سانان دارای ۱۶ گونه در ایران می‌باشد و معروفترین گونه آن شاهی یا ترتیزک (*L. sativum*) است که به عنوان سبزی یا گیاه دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف از این مطالعه بررسی کمّی و کیفی اسانس بذر هفت جمعیت شاهی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف اقلیمی ایران است. اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب و طرح کلونجر انجام شد و برای شناسایی و تعیین درصد کمّی ترکیب‌های اسانس از دستگاه گاز کروماتوگرافی-طیف سنج جرمی[۱] استفاده گردید. اصلی‌ترین ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس بذرها، منوترپن‌های ۸،۱-سینئول[۲] (۴۴/۵ درصد)، آلفا-ترپینیل استات[۳] (۱۳/۹ درصد) و آلفا-پینن[۴] (۷/۷ درصد) بودند. جمعیت‌های کرج، کرمان و قزوین به ترتیب بیشترین مقادیر ۸،۱-سینئول، آلفا-ترپینیل استات و آلفا-پینن را به خود اختصاص دادند. نتایج تجزیه خوشه‌ای بر اساس ترکیبات شیمیایی اسانس بذر شاهی به روش نزدیک‌ترین همسایه نشان داد که هفت جمعیت مورد مطالعه در دو گروه قرار گرفتند که این گروه‌بندی با مختصات جغرافیایی مناطق مطابقت نداشت. در گروه اول جمعیت‌های کرمان، قزوین، شهریار و تبریز و در گروه دوم جمعیت‌های شیراز، همدان و کرج که بیشترین میزان ۸،۱-سینئول و کمترین مقادیر آلفا-ترپینیل استات و ۱۰،۷-هگزا دکا دی انوئیک اسید، متیل استر[۵] را داشتند قرار گرفتند. بر اساس نتایج نمودار بای-پلات تجزیه به مولفه‌های اصلی، جمعیت کرج که دارای کمترین مقادیر مولفه‌های اول و دوم بود در گروهی متمایز قرار گرفت. بین ترکیب‌های اصلی اسانس با مختصات جغرافیایی و شرایط آب و هوایی محل جمع‌آوری همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد.

استناد: جلوه‌گر، نیلوفر؛ میری، سیدمهدی؛ مصطفوی، خداداد؛ محمدی، عبداله. (۱۴۰۳). تنوع فیتوشیمیایی اسانس بذر چند جمعیت شاهی (Lepidium sativum L.) در رویشگاه‌های مختلف ایران. *فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی*، ۱۲ (۱)، ۳۲-۱۹.

Doi:
Dor:

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.

1. GC-MS
2. 1,8-cineole
3. α-terpinyl acetate
4. α-pinene
5. 7,10-hexadecadienoic acid, methyl ester

مقدمه

تیره کلم‌سانان[1] یکی از بزرگترین تیره‌های گیاهی است که از ۳۳۸ جنس و ۳۷۰۹ گونه تشکیل شده است (Al-shehbaz et al., 2006). جنس *Lepidium* شامل چندین گونه است که ١٦ گونه آن در ایران وجود دارد (Nasseh and Joharchi, 2019; Roughani et al., 2018b). شاهی یا ترتیزک[2] گیاهی است یکساله، سریع رشد و علفی که بومی مصر و غرب آسیا بوده و در حال حاضر در سراسر جهان به عنوان سبزی و یا گیاه دارویی کشت می‌شود (Ramadan and Oraby, 2020; Roughani et al., 2018a).

گیاهان دارویی به‌دلیل خواص درمانی آنها از گذشته دور مورد استفاده قرار می‌گرفته است. اسانس گیاهان دارویی مخلوطی از ترکیبات روغنی فرار بوده که یکی از مهمترین مواد موثر گیاهان دارویی را تشکیل می‌دهند (Aali et al., 2017). تحقیقات نشان داده است که اسانس و عصاره بذر، برگ و ریشه شاهی از نظر دارویی اهمیت اقتصادی دارند (Adera et al., 2022; Roughani, 2017). بذر شاهی به دلیل محتوای پروتئین (۲۵ درصد) و لیپید بالا دارای انرژی زیادی (٤٥٤ کیلوکالری در ۱۰۰ گرم) هست و منبع خوبی از مواد معدنی همانند پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن و فسفر می‌باشد که به انقباض طبیعی عضلات برای حرکات سالم اندام‌ها و قلب و نیز درمان شرایط کم خونی خفیف کمک می‌کند و برای فعالیت‌های متابولیکی بدن مورد نیاز هستند. همچنین حاوی ویتامین‌های A، B (تیامین، ریبوفلاوین و نیاسین)، C و E، اسیدهای آمینه، ترکیبات فنلی، آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، ترپن‌ها، تانن‌ها، فلاونوئیدها، اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع، موسیلاژ و روغن فرّار می‌باشد (Ramadan and Oraby, 2020; Sharma and Agarwal, 2011). در طب سنتی بذر شاهی به عنوان شیر آور، قاعده آور، ملین، مقوی، تقویت کننده میل جنسی و ادرارآور شناخته شده است (Mali et al., 2007). مطالعات فارماکولوژی و کلینیکی نیز نشان داده بذر شاهی فعالیت‌های آنتی اکسیدانی، ضد میکروبی، آنتی‌هیستامینی، هیپوگلیسمی (کاهش قند خون) و ضدآسمی دارد (Adera et al., 2022; Mali et al., 2007).

با توجه به ارزش دارویی شاهی، مطالعات بیوشیمیایی آن از اهمیت زیادی برخوردار است که پایه و اساس آنها بررسی ترکیبات فیتوشیمیایی این گونه با ارزش می‌باشد. مطالعات متعددی روی تعیین ترکیبات شیمیایی و فعال زیستی اسانس، عصاره و یا روغن بذر شاهی انجام شده است (Adera et al., 2022; Ait-yahia et al., 2018; Alqahtani et al., 2019; Zia-Ul-Haq et al., 2012)، ولی تا جایی که نگارندگان اطلاع دارند در مورد شناسایی و مقایسه ترکیبات اسانس بذر جمعیت‌های مختلف شاهی ایران مطالعه‌ای انجام نشده و صرفا مورفولوژی و میکرومورفولوژی بذر جمعیت‌های چند گونه *Lepidium* توسط روغنی (Roughani, 2017) و ترکیبات شیمیایی اسانس و یا عصاره برگ چند ژنوتیپ شاهی توسط رحیمی (Rahimi, 2019) و جلوه‌گر و همکاران (Jelvehgar et al., 2023) بررسی شده است. از آنجایی که ترکیبات شیمیایی اسانس می‌تواند تحت تاثیر عواملی همانند ژنوتیپ و توزیع جغرافیایی قرار گیرد (Adera et al., 2022)، بنابراین این پژوهش به منظور مطالعه ترکیبات فیتوشیمیایی اسانس بذر جمعیت‌های شاهی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف اقلیمی ایران انجام شده است.

1. Brassicaceae
2. *L. sativum* Linn.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی: بذرهای شاهی از هفت شهر با اقلیم‌های مختلف جمع‌آوری شدند (جدول ۱). میانگین دما، میزان بارش و رطوبت نسبی ۱۰ سال زراعی (اول مهر ۱۳۹۰ تا ۳۱ شهریور ۱۳۹۹) مناطق جمع‌آوری بذر از مرکز ملی خشکسالی و مدیریت بحران سازمان هواشناسی کشور تهیه شد که در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: مشخصات جغرافیایی و میانگین ۱۰ ساله شرایط اقلیمی محل جمع‌آوری بذر جمعیت‌های شاهی (*L. sativum*)

استان، شهر	عرض جغرافیایی (شمالی)	طول جغرافیایی (شرقی)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	میانگین دما (درجه سلسیوس)	میزان بارش (میلی‌متر)	میانگین رطوبت نسبی (درصد)
آذربایجان شرقی، تبریز	″۱۸ ′۰۴ °۳۸	″۳۲ ′۱۷ °۴۶	۱۳۹۲	۱۴/۰	۲۲۲/۷	۵۱/۳
تهران، شهریار	″۵۹ ′۳۸ °۳۵	″۶۰ ′۰۲ °۵۱	۱۱۴۰	۱۷/۵	۲۱۹/۸	۴۱/۵
فارس، شیراز	″۳۷ ′۳۶ °۲۹	″۵۲ ′۳۱ °۵۲	۱۵۴۵	۱۸/۶	۲۶۱/۴	۳۵/۸
قزوین، قزوین	″۴۰ ′۱۶ °۳۶	″۲۶ ′۰۰ °۵۰	۱۳۱۰	۱۵/۲	۲۹۴/۵	۵۳/۳
البرز، کرج	″۵۷ ′۴۹ °۳۵	″۲۹ ′۵۹ °۵۰	۱۳۴۱	۱۶/۱	۲۵۶/۵	۴۷/۲
کرمان، کرمان	″۵۹ ′۱۶ °۳۰	″۴۳ ′۰۴ °۵۷	۱۷۶۰	۱۶/۹	۱۱۵/۶	۲۸/۸
همدان، همدان	″۱۰ ′۴۸ °۳۴	″۵۴ ′۲۸ °۴۸	۱۸۶۰	۱۲/۷	۲۴۱/۵	۴۸/۰

استخراج اسانس: ۱۰۰ گرم از بذرهای جمعیت‌های مختلف شاهی در دمای محیط خشک و سپس به طور جداگانه آسیاب شدند. اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب طرح کلونجر و به مدت ۳ ساعت انجام شد. اسانس‌های جدا شده با استفاده از سولفات سدیم بی آب رطوبت زدایی شده و در شیشه‌های کوچک تیره در یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس تا زمان تزریق به دستگاه گاز کروماتوگرافی نگهداری شدند.

شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس: برای جداسازی و شناسایی ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس از دستگاه گاز کروماتوگرافی-طیف سنج جرمی[1] ساخت شرکت Shimadzu ژاپن مدل QP2010 SE مجهز به ستون RTX-5MS به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۲۵ میکرون و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۵۲ میکرون و گاز حامل هلیم ۹۹/۹۹۹۹ درصد با سرعت جریان ۱ میلی لیتر در دقیقه استفاده شد. برنامه حرارتی از ۶۰ تا ۱۰۰ درجه سلسیوس با سرعت ۱۰ درجه سلسیوس در دقیقه و تا دمای ۲۴۰ درجه سلسیوس با سرعت ۳ درجه سلسیوس در دقیقه بود. دمای محفظه تزریق ۲۲۰ درجه سلسیوس و دمای آشکارساز ۲۹۰ درجه سلسیوس تنظیم گردید. انرژی یونیزاسیون در طیف سنج جرمی معادل ۷۰ الکترون ولت، زمان اسکن ۱ ثانیه و ناحیه جرمی ۵۰ تا ۵۵۰ بود.

شناسایی ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس با استفاده از زمان بازداری و شاخص بازداری (شاخص کواتس) ترکیب‌ها و مقایسه آنها با اطلاعات موجود در کتابخانه دستگاه GC-MS و نیز پایگاه‌های اطلاعاتی PubChem، NIST و The Pherobase انجام شد. درصد کمّی هر ترکیب نیز با محاسبه سطح زیر منحنی طیف مربوطه در کروماتوگرام تعیین گردید.

1. GC-MS

تجزیه آماری

تجزیه خوشه‌ای حاصل از ترکیبات اسانس به روش نزدیک‌ترین همسایه[1] و مربع فاصله اقلیدسی در نرم‌افزار SPSS انجام شد. تجزیه به مولفه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزار Minitab و ضرایب همبستگی بین ترکیبات اسانس با مختصات جغرافیایی و شرایط آب و هوایی محل جمع‌آوری بذرهای جمعیت‌های شاهی نیز به روش پیرسون و با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه گردید.

نتایج

ترکیبات اسانس جمعیت‌های مختلف شاهی: در اسانس بذر شاهی جمع‌آوری شده از کرمان، قزوین و تبریز، ٢٤ ترکیب و از تهران، همدان، شیراز و کرج به ترتیب ٢٣، ٢٠، ١٨ و ١٧ ترکیب شناسایی شدند (جدول ٢). از ٢٤ ترکیب شناسایی شده نیز ١٥ ترکیب بین همه جمعیت‌ها مشترک بوده و ٩ ترکیب فقط در ٣ الی ٦ جمعیت وجود داشتند. اصلی‌ترین ترکیب تشکیل دهنده اسانس بذر شاهی شامل منوترپن ٨،١-سینئول (اوکالیپتول[2]) بود که بطور میانگین ٤٤/٥ درصد اسانس را تشکیل داد و بعد از آن به ترتیب منوترپن‌های آلفا-ترپینیل استات (١٣/٩ درصد) و آلفا-پینن (٧/٧ درصد) و اسیدهای چرب ١٠،٧-هگزا دکا دی انوئیک اسید، متیل استر (٥/٦ درصد) و ٦-هپتانوئیک اسید، متیل استر[3] (٥/١ درصد) قرار داشتند که در مجموع ٧٦/٩ درصد اجزای اسانس را تشکیل دادند. ترکیب فرّار و آلیفاتیک حاوی گوگرد آلیل ایزوتیوسیانات[4] [که مسئول طعم تند در گیاهان تیره کلم‌سانان می‌باشد (Tarar et al., 2022)] نیز ٣/٦ درصد اسانس را در بر می‌گرفت.

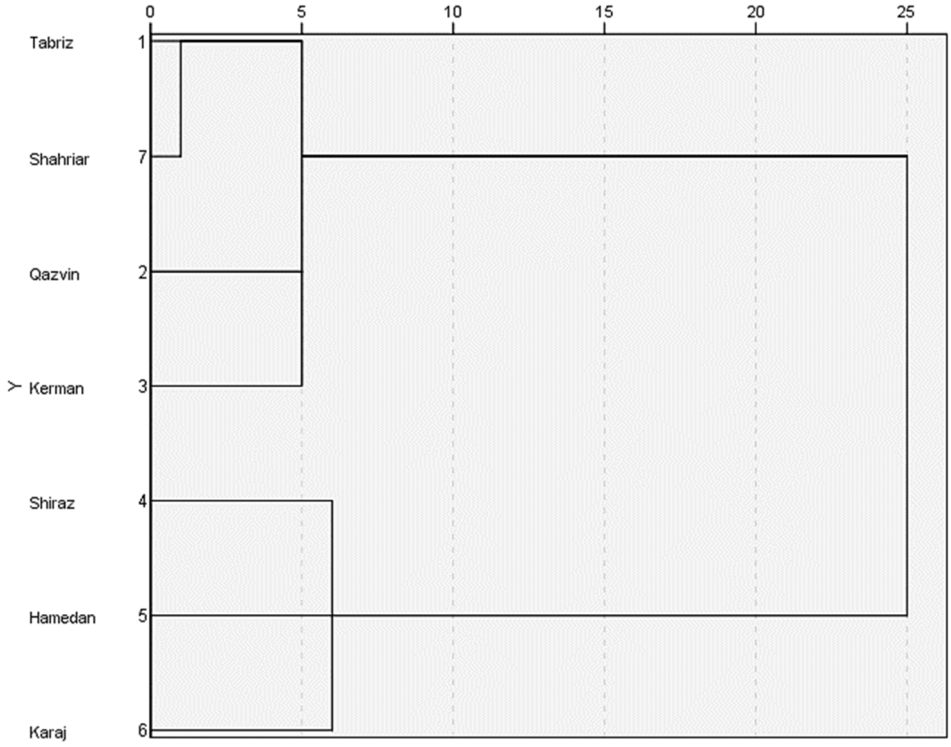
بیشترین و کمترین مقدار ٨،١-سینئول مربوط به جمعیت‌های کرج (٥٧/٠ درصد) و کرمان (٣٥/١ درصد) بود، در حالیکه در مورد آلفا-ترپینیل استات عکس این قضیه مشاهده شد و جمعیت‌های کرمان (١٧/٤ درصد) و کرج (١٠/٠ درصد) به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار آلفا-ترپینیل استات را به خود اختصاص دادند. جمعیت‌های قزوین و شهریار به ترتیب بالاترین میزان آلفا-پینن و ١٠،٧-هگزا دکا دی انوئیک اسید، متیل استر را با ١٢/١ و ٧/٠ درصد داشتند و کمترین مقدار آنها در کرج شناسایی شد. همچنین بیشترین مقادیر ٦-هپتانوئیک اسید، متیل استر (٦/٤ درصد) و آلیل ایزوتیوسیانات (٤/٧ درصد) به ترتیب در جمعیت‌های شهریار و قزوین و کمترین آنها در همدان مشاهده گردید.

تجزیه خوشه‌ای: نتایج تجزیه خوشه‌ای حاصل از ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس بذر شاهی نشان داد که هفت جمعیت مورد مطالعه در دو گروه قرار گرفتند (شکل ١). جمعیت‌های تبریز، شهریار، قزوین و کرمان در یک گروه و جمعیت‌های شیراز، همدان و کرج در گروه دوم قرار داشتند. گروه‌بندی جمعیت‌ها با پراکنش جغرافیایی همخوانی نداشت.

1. Nearest neighbor
2. Eucalyptol
3. 6-heptenoic acid, methyl ester
4. Allyl isothiocyanate

جدول ۲: فرمول شیمیایی، زمان بازداری، شاخص بازداری و درصد ترکیبات تشکیل دهنده اسانس بذر جمعیت‌های شاهی (*L. sativum*)

ترکیب	فرمول شیمیایی	زمان‌بازداری (دقیقه)	شاخص بازداری	جمعیت						
				تبریز	شهریار	شیراز	قزوین	کرج	کرمان	همدان
2-butanamine	$C_4H_{11}N$	۳/۷۴	۵۱۵	۱/۵۳	۱/۳۵	۱/۴۴	۱/۴۳	۱/۴۰	۱/۴۷	۱/۶۰
1-deoxy-d-mannitol	$C_6H_{14}O_5$	۳/۶۰	۶۳۹	۰/۹۳	۰/۸۵	۱/۰۳	۰/۹۵	–	۰/۹۵	۰/۹۳
Monoethanolamine	C_2H_7NO	۳/۴۹	۷۸۰	۰/۹۷	۱/۲۵	۱/۱۳	۱/۳۲	–	۱/۱۷	۰/۹۷
Allyl isothiocyanate	C_4H_5NS	۴/۰۱	۸۱۹	۴/۰۴	۳/۲۵	۳/۰۰	۴/۷۰	۳/۶۵	۴/۰۴	۲/۶۸
Furfural	$C_5H_4O_2$	۳/۹۰	۸۳۶	۲/۱۳	۲/۵۸	۳/۷۶	۲/۶۵	۲/۴۴	۳/۴۲	۲/۵۰
3,6-diazahomoadamantan-9-one Hydrazone	$C_9H_{16}N_4$	۹/۰۴	۹۰۷	۰/۸۶	۰/۸۵	–	۰/۸۱	–	۰/۷۲	–
α-pinene	$C_{10}H_{16}$	۳/۰۵	۹۳۹	۶/۵۰	۸/۱۳	۷/۲۹	۱۲/۱۲	۴/۱۸	۸/۹۴	۶/۶۷
1-nitro-2-propanol	$C_3H_7NO_3$	۳/۶۶	۹۴۹	۰/۸۳	۰/۸۴	۱/۰۰	۰/۸۰	–	۰/۸	۰/۹۹
6-heptenoic acid, methyl ester	$C_8H_{14}O_2$	۴/۲۰	۹۹۳	۵/۹۵	۶/۴۵	۴/۱۲	۴/۵۴	۵/۰۲	۶/۰۷	۳/۶۵
1,8-cineole	$C_{10}H_{18}O$	۳/۲۱	۱۰۳۱	۳۸/۹۴	۳۸/۸۸	۵۱/۱۲	۳۶/۰۷	۵۶/۹۶	۳۵/۱۲	۵۴/۵۸
α-terpinyl acetate	$C_{12}H_{20}O_2$	۱۳/۵۵	۱۳۱۷	۱۶/۵۸	۱۵/۴۴	۱۲/۵۸	۱۵/۴۳	۱۰/۰۵	۱۷/۴۴	۱۰/۲۸
Capric acid, methyl ester	$C_{11}H_{22}O_2$	۱۵/۲۱	۱۳۲۵	۱/۱۱	۱/۱۳	–	۱/۰۷	۱/۴۷	۱/۳۰	۰/۹۲
2-naphthalenol, 2,3,4,4a,5,6,7-octahydro-1,4a-dimethyl-7-(2)-	$C_{15}H_{26}O_2$	۱۴/۵۵	۱۴۵۲	۰/۸۹	–	–	۰/۷۶	–	۰/۷۳	–
7,10-hexadecadienoic acid, methyl ester	$C_{17}H_{30}O_2$	۱۶/۱	۱۶۷۶	۶/۹۵	۷/۰۵	۴/۵۷	۶/۶۵	۲/۹۷	۶/۷۱	۴/۱۶
7,10,13-hexadecatrienoic acid, methyl ester	$C_{17}H_{28}O_2$	۱۶/۱۴	۱۶۷۷	۱/۳۴	۱/۴۶	۱/۱۴	۱/۰۲	۱/۳۶	۱/۳۲	۱/۲۷
9-octadecenamide	$C_{18}H_{35}NO$	۱۷/۳۴	۱۸۹۹	۰/۸۴	۰/۸۶	–	۰/۷۷	–	۰/۷۹	–
2,3,4-Trimethoxycinnamic acid	$C_{12}H_{14}O_5$	۱۴/۱۲	۱۹۲۴	۱/۱۸	۰/۹۵	۰/۹۵	۱/۲۸	۱/۲۹	۱/۱۲	۱/۰۲
Vaccenic acid, methyl ester	$C_{19}H_{36}O_2$	۱۵/۶۵	۲۰۸۹	۰/۹۰	۰/۸۸	–	۱/۰۱	–	۰/۸۱	۰/۹۴
11-octadecenoic acid, methyl ester	$C_{19}H_{36}O_2$	۱۶/۸۹	۲۰۸۹	۰/۸۴	۰/۸۴	–	۰/۸۰	۱/۲۶	۰/۷۴	–
Paromomycin	$C_{23}H_{45}N_5O_{14}$	۴/۶۹	۲۳۷۵	۱/۴۳	۱/۴۹	۱/۷۸	۱/۲۱	۱/۳۴	۱/۱۰	۱/۴۹
Behenic acid, methyl ester	$C_{23}H_{46}O_2$	۱۵/۷۵	۲۵۱۱	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۳۹	۱/۲۴	۱/۳۸	۱/۲۴	۱/۸۴
Campesterol	$C_{28}H_{48}O$	۲۳/۷	۲۷۹۸	۱/۴۳	۱/۶۰	۱/۵۳	۱/۱۷	۱/۷۷	۱/۴۴	۱/۴۵
Phthalic acid, decyl oct-3-yl ester	$C_{26}H_{42}O_4$	۲۱/۳۵	۲۸۱۳	۱/۱۴	۱/۱۳	۱/۰۰	۰/۹۳	۲/۰۴	۱/۳۳	۰/۹۷
Cholest-5-en-3-ol ,24-propylidene-,(3β)-	$C_{30}H_{50}O$	۲۴/۲	۳۳۹۳	۱/۲۵	۱/۲۲	۱/۰۹	۱/۱۶	۱/۳۴	۱/۱۳	۱/۰۳
جمع				۹۹/۸۸	۹۹/۸۹	۹۹/۹۲	۹۹/۸۹	۹۹/۹۲	۹۹/۹۰	۹۹/۹۴



شکل ١: تجزیه خوشه‌ای هفت جمعیت شاهی (*L. sativum*) به روش نزدیک‌ترین همسایه بر اساس ترکیبات اسانس بذر

تجزیه به مولفه‌های اصلی: در این تجزیه، چهار مولفه اصلی که مقادیر ویژه آنها بیش از یک بود توانستند در مجموع ٩٣/٢ درصد از واریانس کل را توجیه کنند (جدول ٢). مولفه اول شامل هشت ترکیب آلفا-پینن، ٨،١-سینئول، مونواتانول آمین[1]، ٦،٣-دیازآهوموآدامانتان-٩-وان هیدرازون[2]، آلفا-ترپینیل استات، ٢-نفتالنول، ٢،٣،٤،٤آ،٥،٦،٧-اُکتاهیدرو-١،٤آ-دی متیل-٧-(٢)-[3]، ٧، ١٠-هگزا دکا دی انوئیک اسید، متیل استر و ٩-اُکتادکاسینامید[4] در مجموع ٤٠/٥ درصد و مولفه دوم شامل ١-دئوکسی-د-مانیتول[5]، ١-نیترو-٢-پروپانول[6]، ١١،اکتادسنوئیک اسید، متیل استر[7]، فتالیک اسید، دسیل اُکت-٣-ایل استر[8] و کُلِست-٥-اِن-٣-اُل، ٢٤-پروپیلیدن-،(٣بتا)-[9] ٣١/٤ درصد از واریانس کل را توجیه کردند. این تجزیه می‌تواند اجزای اسانس تاثیرگذار در جدایی جمعیت‌های شاهی مورد بررسی را روشن سازد.

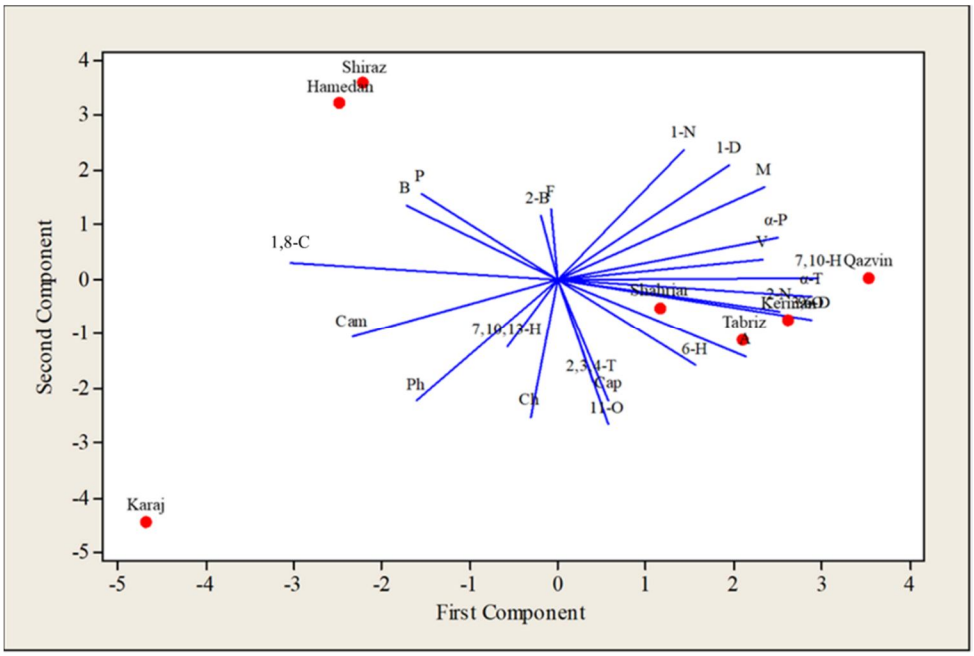
گروه‌بندی جمعیت‌ها بر اساس نمودار بای-پلات حاصل از تجزیه به مولفه‌های اول و دوم تا حدودی مشابه تجزیه خوشه‌ای بوده با این تفاوت که جمعیت کرج مستقل از جمعیت‌های شیراز و همدان و در گروه سوم جای گرفت (شکل ٢). همچنین جمعیت‌های تبریز، شهریار، قزوین و کرمان دارای

1. Monoethanolamine
2. 3,6-diazahomoadamantan-9-one Hydrazone
3. 2-naphthalenol, 2,3,4,4a,5,6,7-octahydro-1,4a-dimethyl-7-(2)-
4. 9-octadecenamide
5. 1-deoxy-d-mannitol
6. 1-nitro-2-propanol
7. 11-octadecenoic acid, methyl ester
8. Phthalic acid, decyl oct-3-yl ester
9. Cholest-5-en-3-ol ,24-propylidene-,(3β)-

بیشترین مقادیر مولفه اول بوده، درحالیکه جمعیت‌های شیراز و همدان دارای بیشترین مقادیر مولفه دوم می‌باشند. جمعیت کرج نیز کمترین مقادیر مولفه‌های اول و دوم را به خود اختصاص داده است.

جدول ۳: تجزیه به مولفه‌های اصلی ترکیبات اسانس بذر هفت جمعیت شاهی (*L. sativum*)

ترکیب	مولفه اول	مولفه دوم	مولفه سوم	مولفه چهارم
2-butanamine	-۰/۰۲	۰/۱۵	۰/۲۲	-۰/۴۲
1-deoxy-d-mannitol	۰/۲۰	۰/۲۷	-۰/۰۶	-۰/۰۱
Monoethanolamine	۰/۲۴	۰/۲۲	-۰/۰۹	۰/۰۴
Allyl isothiocyanate	۰/۲۲	-۰/۱۸	۰/۲۶	۰/۱۴
Furfural	-۰/۰۰	۰/۱۷	-۰/۰۶	۰/۴۷
3,6-diazahomoadamantan-9-one Hydrazone	۰/۲۹	-۰/۰۹	-۰/۱۲	-۰/۰۵
α-pinene	۰/۲۵	۰/۱۰	۰/۱۶	۰/۱۵
1-nitro-2-propanol	۰/۱۴	۰/۳۱	-۰/۱۰	-۰/۰۷
6-heptenoic acid, methyl ester	۰/۱۶	-۰/۲۱	-۰/۳۷	-۰/۰۱
1,8-cineole	-۰/۳۱	۰/۰۴	۰/۰۸	-۰/۰۴
α-terpinyl acetate	۰/۲۹	-۰/۰۴	-۰/۱۴	۰/۰۷
Capric acid, methyl ester	۰/۰۵	-۰/۲۹	۰/۰۵	-۰/۳۰
2-naphthalenol, 2,3,4,4a,5,6,7-octahydro-1,4a-dimethyl-7-(2)-	۰/۲۶	-۰/۰۷	۰/۲۰	-۰/۰۳
7,10-hexadecadienoic acid, methyl ester	۰/۳۰	۰/۰۰	-۰/۱۷	-۰/۰۲
7,10,13-hexadecatrienoic acid, methyl ester	-۰/۰۵	-۰/۱۶	-۰/۴۴	-۰/۲۷
9-octadecenamide	۰/۲۹	-۰/۰۹	-۰/۱۵	-۰/۰۵
2,3,4-Trimethoxycinnamic acid	۰/۰۴	-۰/۲۵	۰/۴۲	۰/۰۰
Vaccenic acid, methyl ester	۰/۲۴	۰/۰۴	۰/۰۲	-۰/۴۰
11-octadecenoic acid, methyl ester	۰/۰۵	-۰/۳۵	-۰/۰۱	۰/۰۲
Paromomycin	-۰/۱۶	۰/۲۰	-۰/۲۲	۰/۱۱
Behenic acid, methyl ester	-۰/۱۷	۰/۱۸	-۰/۰۰	-۰/۴۲
Campesterol	-۰/۲۴	-۰/۱۴	-۰/۳۱	۰/۰۳
Phthalic acid, decyl oct-3-yl ester	-۰/۱۶	-۰/۲۹	-۰/۰۰	۰/۰۶
Cholest-5-en-3-ol ,24-propylidene-,(3β)-	-۰/۰۳	-۰/۳۳	-۰/۰۸	۰/۰۶
مقدار ویژه	۹/۷	۷/۵	۲/۷	۲/۳
واریانس (درصد)	۴۰/۵	۳۱/۴	۱۱/۵	۹/۷
واریانس تجمعی (درصد)	۴۰/۵	۷۱/۹	۸۳/۴	۹۳/۲



شکل ۲: نمودار بای‌پلات بر اساس داده‌ها حاصل از تجزیه به مولفه‌های اول و دوم.

α-P: آلفا-پینن، 1,8-C: ٨،١-سینئول، M: مونواتانول آمین، 1-D: ١-دئوکسی-د-مانیتول: 1-N: ١-نیترو-٢-پروپانول، 2-B: ٢-بوتان آمین، F: فوروفورال، A: آلیل ایزوتیوسیانات، 6-H: ٦-هپتانوئیک اسید، متیل استر، P: پاراومیسین، 3,6-D: ٦،٣-دیازآهوموآدامانتان-٩-وان هیدرازون، α-T: آلفا-ترپینیل استات، 2,3,4-T: ٤،٣،٢-تری متوکسی سینامیک اسید، 2-N: ٢-نفتالنول، ٤،٤،٣،٢آ،٦،٥،٧-اُکتاهیدرو-١،٤آ-دی متیل-٧-(٢)-، Cap: کاپریک اسید، متیل استر، V: واکسنیک اسید، متیل استر، B: بهینیک اسید، متیل استر، 7,10-H: ١٠،٧-هگزا دکا دی انوئیک اسید، متیل استر، 7,10,13-H: ١٣،١٠،٧-هگزا دکا تری ائونیک اسید، متیل استر، 11-O: ١١،اکتادسنوئیک اسید، متیل استر، 9-O: ٩-اُکتادکاسینامید، Ph: فتالیک اسید، دسیل اُکت-٣-ایل استر، Cam: کامپسترول، Ch: کُلِست-٥-اِن-٣-اُل،٢٤-پروپیلیدن-،(٣بتا)-

همبستگی ترکیبات اسانس با مختصات جغرافیایی و شرایط آب هوایی: نتایج همبستگی (جدول ٤) بیانگر آن است که ٥ ترکیب اسانس بذر جمعیت‌های شاهی که در مجموع ٥/٧ درصد اجزای اسانس را تشکیل می‌دهند با مختصات جغرافیایی یا شرایط آب و هوایی محل جمع‌آوری همبستگی معنی‌داری دارند و ترکیبات اصلی تشکیل دهنده اسانس تحت تاثیر این عوامل قرار نگرفتند. عرض جغرافیایی با فورفورال[1] همبستگی منفی معنی‌دار و با ٦،٣-دیازآهوموآدامانتان-٩-وان هیدرازون[2] و ٢-نفتالنول، ٤،٤،٣،٢آ،٦،٥،٧-اُکتاهیدرو-١،٤آ-دی متیل-٧-(٢)- همبستگی منفی معنی‌دار و با فورفورال همبستگی مثبت معنی‌داری داشت. بین ارتفاع از سطح دریا با ٢-بوتان آمین[3] همبستگی مثبت و با ٦،٣-دیازآهوموآدامانتان-٩-وان هیدرازون همبستگی منفی مشاهده شد. دما تاثیر منفی بر مقدار ٢-بوتان آمین و ٢-نفتالنول، ٤،٤،٣،٢آ،٦،٥،٧-اُکتاهیدرو-١،٤آ-دی متیل-٧-(٢)- داشت. هر چند که میانگین بارش سالانه و رطوبت نسبی تاثیر مثبتی روی واکسنیک اسید، متیل استر[4] نشان داد اما رطوبت نسبی تاثیر منفی بر میزان فورفورال داشت.

1. Furfural
2. 3,6-diazahomoadamantan-9-one Hydrazone
3. 2-butanamine
4. Vaccenic acid, methyl ester

جدول ٤: ضرایب همبستگی ترکیبات اسانس بذر جمعیت‌های شاهی (*L. sativum*) با مختصات جغرافیایی و شرایط اقلیمی محل جمع‌آوری بذر

ترکیب	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا	میانگین دما	میزان بارش	میانگین رطوبت نسبی
2-butanamine	٠/٠٧	-٠/٣٧	٠/٧٧*	-٠/٧٧*	-٠/١١	٠/٢
1-deoxy-d-mannitol	-٠/٥٩	٠/٢٢	٠/٤٣	٠/٢٣	٠/١٨	-٠/٢٥
Monoethanolamine	-٠/١٤	٠/٤٧	-٠/٥٥	٠/٥٧	٠/١٣	-٠/١٣
Allyl isothiocyanate	٠/٣٣	٠/٠٨	-٠/٣٥	-٠/٠٤	-٠/٠٣	٠/٢٤
Furfural	-٠/٩٦**	٠/٧٨*	٠/٣٦	٠/٧١	-٠/٢٨	-٠/٨٢*
3,6-diazahomoadamantan-9-one Hydrazone	٠/٩٣**	-٠/٩١**	-٠/٨٦*	-٠/٤٠	٠/٦٧	٠/٧٦
α-pinene	-٠/٠٧	٠/٢٥	-٠/٠٩	٠/٠٨	٠/٠٣	٠/٠٠
1-nitro-2-propanol	-٠/٣٩	-٠/١٨	٠/٤٦	-٠/٠٢	٠/٣٤	-٠/٠٧
6-heptenoic acid, methyl ester	٠/٢١	٠/٢٣	-٠/٤٦	٠/٢٩	-٠/٦	-٠/٢٦
1,8-cineole	-٠/١٢	-٠/٢٣	٠/٢٦	-٠/١١	٠/٤٠	٠/١٣
α-terpinyl acetate	٠/٠٣	٠/٢٧	-٠/٢٠	٠/١٩	-٠/٥١	-٠/٢٥
Capric acid, methyl ester	-٠/٢٦	٠/٤٩	-٠/٢٤	٠/٦٤	-٠/٢٧	-٠/٣٨
2-naphthalenol, 2,3,4,4a,5,6,7-octahydro-1,4a-dimethyl-7-(2)-	٠/٨٢*	-٠/٨٧*	-٠/٥٠	-٠/٩٠**	٠/٢٨	٠/٥٨
7,10-hexadecadienoic acid, methyl ester	٠/١٩	٠/٠٨	-٠/٢٨	٠/٠٦	-٠/٣٦	-٠/٠٧
7,10,13-hexadecatrienoic acid, methyl ester	٠/١٩	٠/٠٠	-٠/١٥	٠/٠٣	-٠/٥١	-٠/٢١
9-octadecenamide	٠/٣٩	-٠/٤٠	-٠/٥١	٠/١٤	-٠/٠٧	٠/٠٢
2,3,4-Trimethoxycinnamic acid	٠/٤٨	-٠/١٦	-٠/٢١	-٠/٣٣	٠/١٩	٠/٥
Vaccenic acid, methyl ester	٠/٦٠	-٠/٦١	-٠/٢٤	-٠/٥١	٠/٩٦**	٠/٨٨*
11-octadecenoic acid, methyl ester	٠/٢٤	-٠/٢٢	-٠/٢٨	٠/٠١	٠/٤٠	٠/٢٩
Paromomycin	-٠/١٩	-٠/٣٣	-٠/٠٥	٠/٢٣	٠/٤٣	-٠/٠١
Behenic acid, methyl ester	٠/٠٣	-٠/٣٨	٠/٤٩	-٠/٥٢	٠/١٨	٠/١٩
Campesterol	-٠/١٠	٠/٠٩	-٠/١٥	٠/٣٩	-٠/١٢	-٠/٢٦
Phthalic acid, decyl oct-3-yl ester	٠/٠٧	٠/١٧	-٠/١٧	٠/١٥	-٠/١٣	-٠/٠٦
Cholest-5-en-3-ol ,24-propylidene-,(3β)-	٠/٥٣	-٠/١٩	-٠/٧١	٠/١٣	٠/٠٩	٠/٢٩

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ٥ و ١ درصد

بحث

اسانس بذر شاهی منبع ارزشمندی از ترکیبات فعال زیستی با فعالیت‌های بیولوژیکی قابل توجه است (Alqahtani et al., 2019; Roughani and Miri, 2018). از ٢٤ ترکیب شناسایی شده در اسانس بذر جمعیت‌های شاهی، سه ترکیب ٨،١-سینئول، آلفا-ترپینیل استات و آلفا-پینن در مجموع ٦٦/٢ درصد اجزای اسانس را تشکیل دادند. ٨،١-سینئول

اثرات ضدمیکروبی و ضدالتهابی داشته و پتانسیل زیادی برای استفاده در درمان اختلالات قلبی-عروقی و تنفسی دارد (Campos and Berteina-Raboin, 2022). آلفا-ترپینیل استات دارای فعالیت آنتی کولین استراز قابل توجهی بوده و در بهبود بیماری آلزایمر موثر است (Chowdhury and Kumar, 2020)، و آلفا-پینن نیز خواص ضدالتهابی، آنتی اکسیدانی و محافظت کننده عصبی دارد (Weston-Green et al., 2021). به خوبی شناخته شده است که وجود این ترکیب‌ها در بذر شاهی است که استفاده از آن را برای اهداف دارویی مناسب می کند (Alqahtani et al., 2019; Ramadan and Oraby, 2020).

نتایج این بررسی (جدول ٢) نشان داد که مقادیر ترکیبات اجزای اسانس بین جمعیت‌ها متفاوت بود. چاتویی و همکاران (Chatoui et al., 2020) نیز دریافتند ترکیبات شیمیایی و خاصیت آنتی اکسیدانی بذر شاهی جمع آوری شده از چهار منطقه مراکش با یکدیگر متفاوتند. در اسانس بذر شاهی جمع‌آوری شده از عربستان سعودی ٢٤ ترکیب شناسایی شد که ترکیبات عمده آن ١٠،٧-هگزا دکا دی انوئیک اسید[1]، ١١-اُکتادسنوئیک اسید[2]، ١٣،١٠،٧-هگزا دکا تری انوئیک اسید[3] و بهینیک اسید[4] بودند (Alqahtani et al., 2019)، که دارای ترکیبات مشابه در این تحقیق اما با مقادیر متفاوتی بود، به طوریکه در مجموع این چهار ترکیب ٧٩/٥ درصد اجزای اسانس را تشکیل دادند در حالیکه در تحقیق ما این مقدار بسیار کمتر و برابر ٨/٩ درصد بود. گتهون و همکاران (Getahun et al., 2020) در اسانس بذر این گونه در هند ٥٣ ترکیب گزارش کردند و ترکیبات عمده ١-ایزوسیانو-٢-متیل بنزن[5]، بنزیل ایزوتیوسیانات[6] و بنزالدئید[7] بودند که در ترکیبات اسانس این تحقیق وجود نداشتند. در پژوهشی نیز ترکیبات اصلی عصاره ان-هگزان و اسانس بذر شاهی در اتیوپی به ترتیب ١٣،١٠،٧-هگزا دکا تری انوئیک اسید[8] (٦٤/٤ درصد) و ایندول[9] (٦٣/٨ درصد) مشاهده شد (Nigussie et al., 2021). این تنوع در ترکیبات شیمیایی ممکن است به دلیل عوامل ژنتیکی و محیطی از جمله ادافیک خاک و آب و هوا، موقعیت جغرافیایی، روش استخراج و فصل جمع‌آوری باشد (Alqahtani et al., 2019). از آنجایی که هر کدام از جمعیت‌های کرج، کرمان و قزوین بالاترین مقادیر یکی از ترکیبات اصلی ٨،١-سینئول، آلفا-ترپینیل استات و آلفا-پینن را داشتند، می‌توان احتمال داد با دورگ گیری بین آنها به نتاجی دست یافت که از ارزش دارویی بیشتری برخوردار باشند.

در تجزیه خوشه‌ای، جمعیت‌های شیراز، همدان و کرج در گروهی جدا از جمعیت‌های تبریز، شهریار، قزوین و کرمان قرار گرفتند. ضمن اینکه بر اساس دو مولفه اول، جمعیت کرج از شیراز و همدان متمایز گردید. به نظر می‌رسد این امر به دلیل بیشتر بودن درصد ٨،١-سینئول و کمتر بودن درصد آلفا-ترپینیل استات و ١٠،٧-هگزا دکا دی انوئیک اسید، متیل استر در اسانس جمعیت‌های شیراز، همدان و کرج نسبت به جمعیت‌های دیگر باشد. گروه‌بندی تجزیه خوشه‌ای بر اساس ترکیبات اسانس با منشا جغرافیایی مناطق همخوانی نداشت که دلیل آن می‌تواند عدم همبستگی ترکیبات اصلی اسانس با مختصات جغرافیایی باشد. به طور مشابهی، حسین جعفری و همکاران (Hossein Jafari et al., 2020) دریافتند گروه‌بندی

1. 7,10-hexadecadienoic acid
2. 11-octadecenoic acid
3. 7,10,13-hexadecatrienoic acid
4. Behenic acid

5. 1-isocyano-2-methylbenzene
6. Benzyl isothiocyanate
7. Benzaldehyde
8. 7, 10, 13-hexadecatrienoic acid
9. Indol

اکوتیپ‌های زیره سبز[1] بر مبنای ترکیبات اسانس با فاصله جغرافیایی مناطق جمع‌آوری بذر مطابقت ندارد. روغنی و همکاران (Roughani et al., 2018a & c, 2021) در مطالعات خود روی جمعیت‌هایی از گونه‌های *L. sativum* و *L. draba*، عدم همخوانی خوشه‌بندی بر اساس صفات مورفولوژی با منشا جغرافیایی یا عدم همبستگی ویژگی‌های میکرومورفولوژی برگ و حجم ژنوم با شرایط اقلیمی را تایید نمودند، اما جلوه‌گر و همکاران (Jelvehgar et al., 2021a & b) ارتباطی بین گروه‌بندی بر اساس داده‌های نشانگرهای مولکولی سه گونه *Lepidium* spp. با منشا جغرافیایی بدست آوردند.

با وجود اینکه عوامل محیطی و ژنتیکی در کمیت و کیفیت اجزای اسانس دخیل هستند (Alqahtani et al., 2019; Miri et al., 2015)، اما نتایج همبستگی نشان داد عوامل ژنتیکی مهمتر از عوامل محیطی اندازه‌گیری شده بوده و ١٩ ترکیب که ٩٤/٣ درصد اجزای اسانس بذرهای شاهی را تشکیل می‌دادند ارتباطی با مختصات جغرافیایی یا شرایط آب و هوایی بلند مدت نشان ندادند. با توجه به اینکه ایران یکی از مراکز پیدایش و تنوع *Lepidium* L. می‌باشد (Nasseh and Joharchi, 2019)، بنابراین می‌توان با شناسایی جمعیت‌هایی با خصوصیات کمّی و کیفی برتر اجزای اسانس نسبت به انتخاب و اصلاح شاهی اقدام کرد. در رابطه با تاثیر عوامل اقلیمی بر ترکیبات اسانس گیاهان دارویی نتایج متفاوتی گزارش شده است. ارتفاع بر کیفیت اسانس رازیانه[2] اثری نشان نداده است (Safaii et al., 2020)، در حالی که آل عمرانی نژاد و همکاران (Ale Omrani Nejad et al., 2019) گزارش کردند میانگین دما و ارتفاع به ترتیب همبستگی مثبت و منفی معنی‌داری با میزان کارواکرول[3] در اسانس گیاه دارویی لعل کوهستان[4] داشته است اما روی محتوای تیمول[5] بی‌تاثیر بود. یافته‌های هاشمی مقدم و همکاران (Hashemi Moghaddam et al., 2022) نشان داد عوامل اقلیمی همانند بارندگی، ارتفاع و درصد شیب زمین با عملکرد اسانس پونه‌سای بینالودی[6] همبستگی مثبت دارند و محتوای اسانس در مناطق مرتفع، سرد و پر باران بیشتر است که آن را به عنوان سازگاری این گونه با مناطق سرد و مرتفع توجیه کردند. از طرفی دیگر، مظفری دهشیری و همکاران (Mozafari Dehshiri et al., 2014) دریافتند اسانس بذرهای جعفری کوهی[7] جمع‌آوری شده از منطقه وردآورد تهران که دارای اقلیم گرم و خشک‌تری نسبت به توچال و لواسانات بود، از کمّیت و کیفیت بهتری برخوردار بودند.

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد ٢٤ ترکیب در اسانس بذر جمعیت‌های شاهی شناسایی شدند و منوترپن‌های ١،٨-سینئول، آلفا-ترپینیل استات و آلفا-پینن به عنوان سه ترکیب اصلی می‌باشند. وجود این ترکیب‌ها می‌تواند به طور بالقوه استفاده از اسانس بذر شاهی را برای افزایش سلامت انسان و پیشگیری از برخی بیماری‌ها امیدوار کند. نتایج بدست آمده اولین گزارش از تنوع ترکیبات فیتوشیمیایی اسانس بذر چند جمعیت شاهی در ایران می‌باشد که بیانگر تنوع کمی و کیفی ترکیبات اسانس در جمعیت‌های شاهی جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی و توسعه کشت این گونه می‌باشد.

1. *Cuminum cyminum*
2. *Foeniculum vulgare* Mill.
3. Carvacrol
4. *Oliveria decumbens*
5. Thymol
6. *Nepeta binaludensis*
7. *Pimpinella aurea*

References

Aali, E., Mahmoudi, R., Kazeminia, M., Hazrati, R., and Azarpey, F. 2017. Essential oils as natural medicinal substances: review article. Tehran University Medical Journal. 75(7): 480-489.

Adera, F., Yusuf, Z., and Desta, M. 2022. Physicochemical properties and biological activities of garden cress (*Lepidium sativum* L.) seed and leaf oil extracts. Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology. 2022: Article ID 2947836.

Ait-yahia, O., Perreau, F., Bouzroura, S.A., Benmalek, Y., Dob, T., and Belkebir, A. 2018. Chemical composition and biological activities of n-butanol extract of *Lepidium sativum* L (Brassicaceae) seed. Tropical Journal of Pharmaceutical Research. 17: 891-896.

Ale Omrani Nejad, S.M.H., Naghdi Badi, H., Mehrafarin, A., Abdossi, V., and Khalighi-Sigaroodi, F. 2019. The Impact of macro environmental factors on essential oils of *Oliveria decumbens* Vent. from different regions of Iran. Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products. 14: e59456.

Alqahtani, F.Y., Aleanizy, F.S., Mahmoud, A.Z., Farshori, N.N., Alfaraj, R., Al-sheddi, E.S., and Alsarra, I.A. 2019. Chemical composition and antimicrobial, antioxidant, and anti-inflammatory activities of *Lepidium sativum* seed oil. Saudi Journal of Biological Sciences. 26: 1089-1092.

Al-shehbaz, I.H., Beilstein, M.A., and Kellogg, E.A. 2006. Systematics and phylogeny of the Brassicaceae (Cruciferae): an overview. Plant Systematics and Evolution. 259: 89-120.

Campos, J.F., and Berteina-Raboin, S. 2022. Eucalyptol, an all-purpose product. Catalysts. 12: 48.

Chatoui, Kh., Harhar, H., El Kamli, T., and Tabyaoui, M. 2020. Chemical composition and antioxidant capacity of *Lepidium sativum* seeds from four regions of Morocco. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2020: Article ID 7302727.

Chowdhury, S., and Kumar, S. 2020. Alpha-terpinyl acetate: a natural monoterpenoid from *Elettaria cardamomum* as multi-target directed ligand in Alzheimer's disease. Journal of Functional Foods. 68: 103892.

Getahun, T., Sharma, V., and Gupta, N. 2020. Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of oils obtained by different extraction methods from *Lepidium sativum* L. seeds. Industrial Crops and Products. 156: 112876.

Hashemi Moghaddam, H., Sefidkon, F., Jafari, A.A., and Kalatejari, S. 2022. Effect of habitat factors on aerial yield, morphological traits and essential oil content of *Nepeta binaludensis* Jamzad. Iranian Journal of Horticultural Science. 52(4): 813-824.

Hossein Jafari, S., Saadatfar, A., Mohkami, A., and Karimian, A.A. 2020. Investigating genetic and phytochemical diversity of cumin ecotypes cultivated in different rangelands of Yazd province. Agricultural Biotechnology Journal. 11(4): 51-66.

Jelvehgar, N., Miri, S.M., Mostafavi, Kh., and Mohammadi, A. 2021a. Assessing the suitability of SCoT markers for genetic variation and genetic structure of *Lepidium* species. Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding. 10: 91-100.

Jelvehgar, N., Miri, S.M., Mostafavi, Kh., and Mohammadi, A. 2021b. Genetic analysis of *Lepidium* spp. by SSR and ISSR molecular markers. Plant Gene. 28: 100332.

Jelvehgar, N., Miri, S.M., Mostafavi, Kh., and Mohammadi, A. 2023. Phenolic compounds and antioxidant activity in seven populations of *Lepidium sativum* L. leaves. Journal of Medicinal Herbs. 14(1): 37-44.

Mali, R.G., Mahajan, Sh.G., and Mehta, A.A. 2007. *Lepidium sativum* (garden cress): a review of contemporary literature and medicinal properties. Oriental Pharmacy and Experimental Medicine. 7: 331-335.

Miri, S.M., Ahmadi, S., and Moradi, P. 2015. Influence of salicylic acid and citric acid on the growth, biochemical characteristics and essential oil content of thyme (*Thymus vulgaris* L.). Journal of Medicinal Plants and By-products. 2: 141-146.

Mozafari Dehshiri, T., Sefidkon, F., Asgari, F., and Bakhshi Khaniki, G. 2014. Investigation on essential oil content and composition of *Pimpinella aurea* DC. seeds from three habitats of Tehran province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research. 30(4): 611-620.

Nasseh, Y., and Joharchi, M.R. 2019. A new record of *Lepidium* (Brassicaceae) for the flora of Iran. Nova Biologica Reperta. 6: 347-51.

Nigussie, G., Desta, D., Ashenafi, S., and Werede, Y. 2021. Essential oil chemical characterization and antibacterial activities of *Lepidium sativum* seed. Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry. 5: 157-164.

Rahimi, V. 2019. Investigation of genetic variation in garden cress genotypes. Ph.D. Dissertation, University of Mohaghegh Ardabili.

Ramadan, M.F., and Oraby, H.F. 2020. *Lepidium sativum* seeds: therapeutic significance and health-promoting potential. In: Nuts and seeds in health and disease prevention. Preedy, V.R., and Watson, R.R. (Eds.). Academic Press.

Roughani, A. 2017. Study of morphological and cytogenetic variation in some accessions and species of *Lepidium*. Ph.D. Dissertation, Islamic Azad University- Science and Research Branch.

Roughani, A., and Miri, S.M. 2018. *Lepidium* species as antidiabetic herbal medicines. In: Proceedings of the First National Congress and International Fair of Medicinal Plants and Strategies for Persian Medicine that Affect Diabetes, Mashhad, Iran.

Roughani, A., Miri, S.M., Hassandokht, M.R., Moradi, P., and Abdossi, V. 2018a. Agro-morphological study on several accessions of garden cress (*Lepidium sativum*–Brassiaceae) in Iran. Pakistan Journal of Botany. 50: 655-660.

Roughani, A., Miri, S.M., Hassandokht, M.R., Moradi, P., and Abdossi, V. 2018b. Genetic variation within Iranian *Lepidium* species using morphological traits. The First National Congress and International Fair of Medicinal Plants and Strategies for Persian Medicine that Affect Diabetes, Mashhad, Iran.

Roughani, A., Miri, S.M., Hassandokht, M.R., Moradi, P., and Abdossi, V. 2018c. Morphological variation of some *Lepidium draba* and *L. latifolium* populations. Taiwania. 63: 41-48.

Roughani, A., Miri, S.M., Hassandokht, M.R., Moradi, P., and Abdossi, V. 2021. Cytogenetic and micro–morphological studies on several accessions of some *Lepidium* L. species in Iran. Iranian Journal of Science and Technology, Transaction A-science. 45: 417-426.

Safaii, L., Zeinali, H., and Afiuni, D. 2020. The effect of environmental condition on essential oil and essential oil components in superior fennel genotypes (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology). 33(1): 129-141.

Sharma, S., and Agarwal, N. 2011. Nourishing and healing prowess of garden cress (*Lepidium sativum* Linn.) - A review. Indian Journal of Natural Products and Resources. 2: 292-297.

Tarar, A., Peng, S., Cheema, S., and Peng, C.A. 2022. Anticancer activity, mechanism, and delivery of Allyl isothiocyanate. Bioengineering (Basel). 9: 470.

Weston-Green, K., Clunas, H., and Jimenez Naranjo, C. 2021. A review of the potential use of Pinene and Linalool as terpene-based medicines for brain health: discovering novel therapeutics in the flavours and fragrances of Cannabis. Frontiers in Psychiatry. 12: 583211.

Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, S., Calani, L., Mazzeo, T., Del Rio, D., Pellegrini, N., and De Feo, V. 2012. Compositional study and antioxidant potential of *Ipomoea hederacea* Jacq. and *Lepidium sativum* L. seeds. Molecules. 17: 10306-10321.