Eco-phytochemical
Journal of Medicinal Plants
Print ISSN: 2322-3235
Online ISSN: 2783-4697
Iranian Society of Medical Plants

Phytochemical variations of *Perilla frutescens* L. var. *crispa* essential oils in different cultivation areas

Najmeh Abbasi[1], Mohammadhossein Mirjalili[2*], Raheleh Ebrahimi[1], Hasanali Naghdi Badi[3], Amir Sahraroo[4]

[1] Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
[2] Department of Agriculture, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, Email: m-mirjalili@sbu.ac.ir
[3] Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran.
[4] Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

Article type:
Research article

Article history
Received: 07-02-2022
Revised: 12-03-2022
Accepted: 07-04-2022

Keywords
Active substance
Cultivar
Environmental changes
Monoterpene
Perilla frutescens
Sesquiterpene

Abstract

Perilla frutescens var. crispa, a medicinal and aromatic plant belonging to the Lamiaceae family is widely used for the treatment of constipation, asthma, and skin disorders, and also as spice. As climatic, environmental, and edaphological conditions of the plant habitats affect active substances of medicinal plants, quantitative and qualitative changes in the essential oil content and composition of the plants cultivated in the Research Farms of four regions of Iran (Rasht, Noor, Khorramabad, and Neishabour) were evaluated in the present study in 2020. Aerial organs of the plants were collected at the vegetative stage and their essential oils were isolated by hydro-distillation. The essential oils were quantitatively and qualitatively analyzed by gas chromatography (GC) and GC-mass spectrometry (GC-MS). Among the studied areas, the highest and lowest altitudes were Neishabour and Rasht, respectively. The climatic classification of Rasht and Noor was also more similar. The essential oil contents (%w/w) of the plant samples in Rasht, Noor, Neishabour, and Khorramabad were 1.45, 1.33, 1.26, and 1.16, respectively. In total, 28, 27, 25, and 27 compounds were identified in Noor, Rasht, Khorramabad, and Neishabour regions, respectively. (E)-Caryophyllene (42.4-58.7%), α-cadinol (8.2-16.5%), (E)-nerolidol (3.8-9.5%), α-dehydro-elsholtzia ketone (2.1-7.5%), cis-dihydro-α-terpinyl acetate (1.0-7.5%), and egoma ketone (0.2-5.5%) were the major essential oil compounds at different regions. Sesquiterpene hydrocarbons (44.9-61.2%) were the major class of the compounds of essential oils. Cluster analysis based on the essential oil compositions classified the studied areas into two distinct groups. Noor and Rasht were clustered in one group and Khorramabad and Neishabour were clustered in the other group. Results showed that temperate regions are suitable to increase the essential oil contents of the plants, while arid and semi-arid regions can improve the quality of essential oils.

Cite this article as: Abbasi, N., Mirjalili, M.H., Ebrahimi, R., Naghdi Badi, H., Sahraroo, A. (2023). Phytochemical survey of *Perilla frutescens* L. var. *crispa* essential oils in different cultivation areas. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*., 11(1): 17-35.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch
Doi: 10.30495/ejmp.2022.1951911.1679
Dor: 20.1001.1.23223235.1402.11.1.2.3

اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی
شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۳۲۳۵
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۶۹۷
انجمن گیاهان دارویی ایران ثبت ۱۸۹۴۳
دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان

بررسی تنوع فیتوشیمیایی اسانس گیاه دارویی *Perilla frutescens* L. var. *crispa* در مناطق مختلف کشت

نجمه عباسی[۱]، محمدحسین میرجلیلی[۲*]، راهله ابراهیمی[۱]، حسنعلی نقدی‌بادی[۳]، امیر صحرارو[۴]

۱ گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲ گروه کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران، رایانامه: m-mirjalili@sbu.ac.ir
۳ گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.
۴ گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۱۱/۱۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۲/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱/۱۸

واژه‌های کلیدی:
اقلیم
Perilla frutescens
تغییرات محیطی
سزکوئی‌ترپن
کاریوفیلن
مونوترپن

چکیده

گیاه *Perilla frutescens* var. *crispa* دارویی و معطر از تیره نعناعیان است که امروزه مصارف متعددی از جمله رفع یبوست، درمان آسم، ضدپیری، مراقبت از پوست و طعم دهنده دارد. با توجه به تاثیر شرایط اقلیمی محل رویش بر مقدار مواد موثره گیاهان دارویی، در این مطالعه، تغییر در محتوی و ترکیبات شیمیایی اسانس گیاه کشت‌شده در مزارع تحقیقاتی چهار منطقه از کشور (رشت، نور، خرم‌آباد و نیشابور) در سال ۱۳۹۹ ارزیابی شد. اندام هوایی گیاه در مرحله رویشی جمع‌آوری و اسانس آن به روش تقطیر با آب بدست آمد. اندازه‌گیری کمّی و کیفی ترکیبات شیمیایی اسانس با استفاده از گازکروماتوگرافی و گازکروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی انجام شد. در بین مناطق مورد مطالعه نیشابور و رشت به‌ترتیب از بیشترین و کمترین ارتفاع از سطح دریا و از نظر طبقه‌بندی اقلیمی نیز، دو منطقه رشت و نور دارای تشابه بیشتری بودند. محتوای اسانس به‌ترتیب ۱/۴۵، ۱/۳۳، ۱/۲۶ و ۱/۱۶ درصد وزنی به وزنی برای گیاهان کشت‌شده در رشت، نور، نیشابور و خرم‌آباد بدست آمد. همچنین درمجموع ۲۸، ۲۷، ۲۵ و ۲۷ ترکیب به ترتیب در اسانس گیاهان کشت شده در مناطق نور، رشت، خرم‌آباد و نیشابور شناسایی شدند. (ای)-کاریوفیلن[۱] (۴/۷-۴۲/۵۸ درصد)، آلفا-کادینول[۲] (۲/۵-۸/۱۶ درصد)، (ای)-نرولیدول[۳] (۸/۵-۳/۹ درصد)، آلفا- دهیدرو-الشولتزیا کتون[۴] (۱/۵-۲/۷ درصد)، سیس- دی هیدرو- آلفا- ترپینیل استات[۵] (۰/۵-۱/۷ درصد) و اِگوما کتون[۶] (۲/۵-۰/۵ درصد) ترکیبات غالب در اسانس گیاه کشت‌شده در مناطق مختلف بودند. سزکوئی‌ترپن‌های هیدروکربنه (۶۱/۲-۴۴/۹ درصد) بخش غالب نمونه‌های اسانس را به خود اختصاص دادند. آنالیز کلاستر بر اساس ترکیبات شیمیایی اسانس، مناطق موردمطالعه را در دو زیرخوشه گروه‌بندی کرد، به‌طوری‌که مناطق نور و رشت در یک زیرگروه و مناطق خرم‌آباد و نیشابور در گروه دیگر قرار گرفتند. نتایج نشان داد، مناطق با اقلیم معتدل برای بهبود کمّیت اسانس و مناطق خشک و نیمه‌خشک در افزایش کیفیت اسانس گیاه مناسب هستند.

استناد: عباسی، نجمه؛ میرجلیلی، محمدحسین؛ ابراهیمی، راهله؛ نقدی‌بادی، حسنعلی؛ صحرارو، امیر. (۱۴۰۲). بررسی تنوع فیتوشیمیایی اسانس گیاه دارویی *Perilla frutescens* L. var. *crispa* در مناطق مختلف کشت. *فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی*، ۱۱ (۱)، ۳۵-۱۷.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.
Doi: 10.30495/ejmp.2022.1951911.1679
Dor: 20.1001.1.23223235.1402.11.1.2.3

1. (*E*)-caryophyllene
2. α-cadinol
3. (*E*)-nerolidol
4. α-Dehydro-elsholtzia ketone
5. *cis*-Dihydro-α-terpinyl acetate
6. Egoma ketone

مقدمه

گیاهان دارویی و معطر با دارا بودن ترکیبات فعال بیولوژیکی به‌طور گسترده در صنایع مختلف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شوند (Omidbaigi, 2007). تنوع و پراکنش این گیاهان بر اساس شرایط اقلیمی و جغرافیایی هر منطقه و حوزه اکولوژیکی متفاوت است. در سال‌های اخیر، گرایش به استفاده از این گیاهان و فرآورده‌های آن‌ها در بین جوامع مختلف بطور چشمگیری افزایش یافته است. برای تامین تقاضای جهانی، امروزه بخش قابل توجهی از این گیاهان از رویشگاه‌های طبیعی برداشت می‌شود که ذخایر ژنتیکی بسیاری از آن‌ها با خطر نابودی مواجه است (Ghanbari et al., 2014). بنابراین، معرفی این گیاهان در عرصه‌های کشت، یکی از گام‌های اولیه و اصلی در تامین مواد گیاهی و تجاری‌سازی آن‌ها می‌باشد (Lotfi et al., 2021).

علاوه بر ژنتیک، شرایط محیطی و خصوصیات خاک از جمله فاکتورهای موثر بر نوع و مقدار مواد موثره گیاهان دارویی و معطر می‌باشند. تأثیر شرایط رویشگاهی و زراعی بر گیاهان دارویی و اسانس دار متفاوت است و همواره باید با تحقیقات مناسب به بررسی نقش این عوامل بر رشد و نمو و مواد مؤثر آن‌ها پرداخت. نور، درجه حرارت، بارندگی، طول روز، عرض جغرافیایی، خصوصیات خاک، ارتفاع از سطح دریا و همچنین تغذیه از مهم‌ترین عوامل موثر بر کمّیت و کیفیت مواد مؤثره از جمله اسانس در گیاهان معطر است (Omidbaigi, 2007; Arianfar et al., 2018; Heydari et al., 2019). با معرفی و وارد کردن گونه‌های دارویی و معطر به سیستم‌های زراعی و شناسایی عوامل محیطی موثر بر رشد و نمو و بیوسنتز مواد موثره آنها، امکان الگوبرداری از اطلاعات به‌دست آمده و استفاده از آن‌ها در توسعه کشت این گیاهان فراهم خواهد شد. اهمیت این موضوع در مورد برخی گونه‌های دارویی و معطر بومی و غیر بومی ایران بررسی شده است (Baharmast et al., 2021; Mirjalili et al., 2021; Heydari et al., 2019; Razazi et al., 2021; Yavari 2022).

Perilla frutescens L. var. *crispa* گیاهی علفی، یک‌ساله، خودگشن، روزکوتاه و معطر از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است (Jin-hua et al., 2012؛ Rouphael et al., 2015). این گیاه با ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر، ساقه‌های چهارگوش، برگ‌های متقابل و به‌طورمعمول تخم‌مرغی شکل با حاشیه دندانه‌دار و به رنگ سبز تا سبز تیره و تا قرمز و بنفش کرک‌دار می‌باشد که عموماً در فضای سبز پرورش داده می‌شود (Kang et al., 2020). *P. frutescens* var. *crispa* یک گیاه حساس به سرما است و در خاک‌های حاصلخیز و مرطوب با زهکشی خوب، در محل‌های آفتابی و نیمه‌آفتابی به‌خوبی رشد می‌کند (Meng et al., 2009; Dimita et al., 2022). تکثیر این گیاه به‌راحتی از طریق کشت بذر انجام می‌شود (Anjula Pandey and Bhatt, 2008). این گیاه بومی شرق آسیا بوده و در کشورهای آسیایی مانند هند، چین، ژاپن، ویتنام، تایلند، تایوان و کره به‌طور عمده کشت می‌شود (Rouphael et al., 2015; Lu et al., 2013; Li et al., 2020; Sharma et al., 2022)، اما به‌دلیل وجود ترکیبات فیتوشیمیایی مختلف؛ امروزه در بیشتر کشورهای اروپایی و آمریکای شمالی برای مصارف دارویی، آرایشی و غذایی مورد کشت و کار قرار می‌گیرد (Nina et al., 2014). تاکنون ترکیبات مختلفی شامل فنول‌ها[1]، آنتوسیانیدین[2]، لوتئولین[3]، آپی‌ژنین[4]، کاتچین[5] و اسید رزمارینیک[6] از این گیاه استخراج و

1. Phenols
2. Anthocyanidin
3. Luteolin
4. Apigenin
5. Catechin
6. Rosmarinic acid

شناسایی شده است (Meng et al., 2009; Chen et al., 2022; Shen et al., 2014). واریته بنفش به دلیل مقدار زیاد آنتوسیانین[1]، دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی است (Kang and Lee, 2011; Ahmed, 2018; Zhao et al., 2022). عصاره بذر گیاه به‌منظور جلوگیری از پوسیدگی دندان و ضدالتهاب نیز کاربرد دارد (Ahmed and Tavaszi-Sarosi, 2019).

این گیاه به‌عنوان یک محصول تجاری دانه روغنی در کشورهای ژاپن، کره و شمال هند (Negi et al., 2014; Duan et al., 2022) و در مناطقی از اروپا، روسیه و ایالات متحده کشت می‌شود (Nitta et al., 2005). بر اساس مطالعات صورت گرفته کشت واریته *P. frutescens* var. *frutescens* از ۳۵۰۰ سال قبل از میلاد در کره مرسوم بوده است (Li and Kim, 2021). همچنین کشت این گیاه برای تأمین شهد و دانه گرده جهت پرورش زنبورعسل و تولید عسل بسیار موثر تشخیص داده شده است (Consonni et al., 2012). خصوصیات شیمیایی و کیفی روغن بذر گیاه از نظر ارزش غذایی نیز گزارش شد (Asif, 2012; Duan et al., 2022).

اسانس، به‌عنوان یک ماده فعال زیستی مهم در برگ‌های گیاه *P. frutescens* در مناطق مختلف جهان گزارش شده است (Ahmed and Tavaszi-Sarosi, 2019). در پژوهشی محققین، ۱۴۲ ترکیب فرار شامل متیل بنزوات و لیمونن به‌عنوان ترکیبات غالب در اسانس این گیاه را شناسایی و گزارش کردند (Lee et al., 2019). در تحقیق دیگری، اسانس قسمت‌های هوایی این گیاه در ترکیه مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته و پریلاکِتون[2] (۳۵/۶ درصد) و ایزواِگوماکِتون[3] (۳۵/۱ درصد) به‌عنوان اجزای اصلی آن گزارش شد (Baser et al., 2003). ترکیبات شیمیایی اسانس این گیاه با توجه به تنوع، عوامل جغرافیایی، شرایط آب و هوایی و زمان کاشت و برداشت متفاوت است. بااین‌حال، برای واریته بنفش آن، اغلب پریل‌آلدهاید[4] به‌عنوان ترکیب عمده اسانس گزارش شده است (Chang et al., 2014؛ Tian et al., 2014). در تحقیقی، از روش دی‌اکسید کربن فوق بحرانی، برای استخراج اسانس از برگ‌های گیاه استفاده شد. بازده اسانس و چهار ترکیب اصلی، لیمونن[5]، پریل آلدهاید، بتا-کاریوفیلن[6] و آلفا (سیس و ترانس)-فارنزن[7] در این روش بیشتر از روش تقطیر تقطیر با آب بود (Wei et al., 2021).

هم‌اکنون، گیاه *P. frutescens* در نقاط مختلف جهان به‌طور گسترده‌ای در صنایع غذایی و دارویی مورداستفاده قرار می‌گیرد، اما در ایران، کشت سازمان‌یافته‌ای برای این گیاه وجود ندارد و باوجود مصارف و کاربرد متنوع آن در جهان، همچنان یک محصول کم‌مصرف و ناشناخته در کشور به شمار می‌رود. تاکنون مطالعات محدودی بر روی این گیاه در ایران انجام شده است. در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی کاربرد کودهای شیمیایی، آلی و زیستی روی این گیاه انجام گرفته؛ در بین تیمارهای منفرد کودهای موردمطالعه، سطح ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی و در بین کودهای آلی اسید هیومیک نقش بارزتری در بهبود شاخص‌های موردمطالعه داشته‌اند، اما کود زیستی تنها در تلفیق با کودهای دیگر نقش مؤثرتری نشان داده است (Ghane et al., 2018).

وجود تنوع بسیار بالای اکولوژیکی از یک‌سو و رویکرد گسترده عموم مردم به استفاده از گیاهان دارویی و طب سنتی از سوی دیگر، نشان‌دهنده لزوم تحقیقات گسترده در زمینه اهلی‌سازی گیاهان

1. Anthocyanin
2. Perilla ketone
3. Isoegoma ketone
4. Perillaldehyde
5. Limonene
6. β-Caryophyllene
7. Farnesene

دارویی در مناطق مختلف ایران می‌باشد. کشت و تولید گیاهان دارویی وسیله‌ای برای تأمین نیازهای روزافزون ترکیبات دارویی آینده و حال می‌باشد (Siddique and Anis, 2011). با توجه به اهمیت تجاری و اثرات درمانی گیاه مورد مطالعه و همچنین اثر اقلیم‌های مختلف بر روی ترکیبات شیمیایی اسانس گیاه (Sharma et al., 2022) تحقیق حاضر با هدف بررسیِ کشت و مطالعه درصد، عملکرد و اجزای تشکیل‌دهنده اسانس گیاه در چهار منطقه کشت در ایران انجام شده است. نتایج این تحقیق می‌تواند برای توسعه کشت و تولید این گیاه در ایران مورد توجه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

مشخصات مناطق مورد مطالعه: چهار منطقه جغرافیایی مختلف در کشور بر اساس نوع اقلیم شامل نیشابور (استان خراسان رضوی)، خرم‌آباد (استان لرستان)، رشت (استان گیلان) و نور (استان مازندران) برای کشت گیاه در سال ۱۳۹۹ انتخاب شدند. در هرکدام از این مناطق، گیاه *P. frutescens* var. *crispa* در سه کرت به ابعاد ۲×۲ متر کشت شد. این مناطق شامل مزارع تحقیقاتی در شهر نور (مرکز تحقیقات جنگل‌ها و مراتع چمستان)، مرکز تحقیقات جهاد دانشگاهی لرستان، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان و دانشگاه پیام نور نیشابور بودند. طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جغرافیایی ثبت گردید (جدول ۱). اطلاعات ده‌ساله هواشناسی مناطق موردمطالعه نیز از سازمان هواشناسی کشور تهیه شد (جدول ۲).

جدول ۱: موقعیت و مشخصات جغرافیایی مناطق مورد مطالعه برای کشت گیاه

منطقه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
نیشابور	۵۸° ۴۸′	۳۶° ۱۶′	۱۲۱۳
خرم‌آباد	۴۸° ۲۱′	۲۳° ۲۹′	۱۰۸۰
رشت	۴۹° ۳۹′	۳۷° ۱۲′	۳۶/۷
نور	۵۲° ۲۸′	۳۶° ۴۶′	۵۵

جدول ۲: خصوصیات آب و هوایی مناطق مورد مطالعه

منطقه	مجموع بارندگی سالانه (میلی‌متر)	دمای سالانه (درجه سانتی‌گراد)		گرم‌ترین ماه	سردترین ماه
		متوسط	متوسط حداقل	متوسط حداکثر	سال	سال
نیشابور	۲۳۶/۶	۱۳/۹	۷/۱	۲۲/۵	تیر	دی
خرم‌آباد	۵۱۴/۳	۱۷/۲	۹/۱	۲۵/۳	تیر	دی
رشت	۱۳۵۲	۱۵/۸	۲/۸	۲۶/۶	مرداد	دی
نور	۱۲۹۳/۵	۱۶/۴	۳/۹	۲۸/۷	مرداد	دی

با استفاده از اطلاعات اخذشده از سازمان هواشناسی، اقلیم هر یک از مناطق موردمطالعه تعیین شد (جدول ۳).

جدول ۳: طبقه‌بندی اقلیمی- مناطق مورد مطالعه

منطقه	دومارتن	آمبرژه	کوپن	ایوانف	کریمی
نیشابور	خشک	خشک سرد	خشک سرد	بیابانی	نیمه مرطوب با تابستان گرم و زمستان سرد
خرم‌آباد	نیمه‌خشک مدیترانه‌ای	نیمه مرطوب سرد	معتدل سرد	استپ جنگلی	نیمه مرطوب با تابستان گرم و زمستان معتدل
رشت	بسیار مرطوب	مرطوب معتدل	معتدل	بسیار مرطوب جنگلی	بسیار مرطوب
نور	بسیار مرطوب	نیمه مرطوب معتدل	معتدل	مرطوب جنگلی	مرطوب با تابستان گرم و زمستان کمی سرد

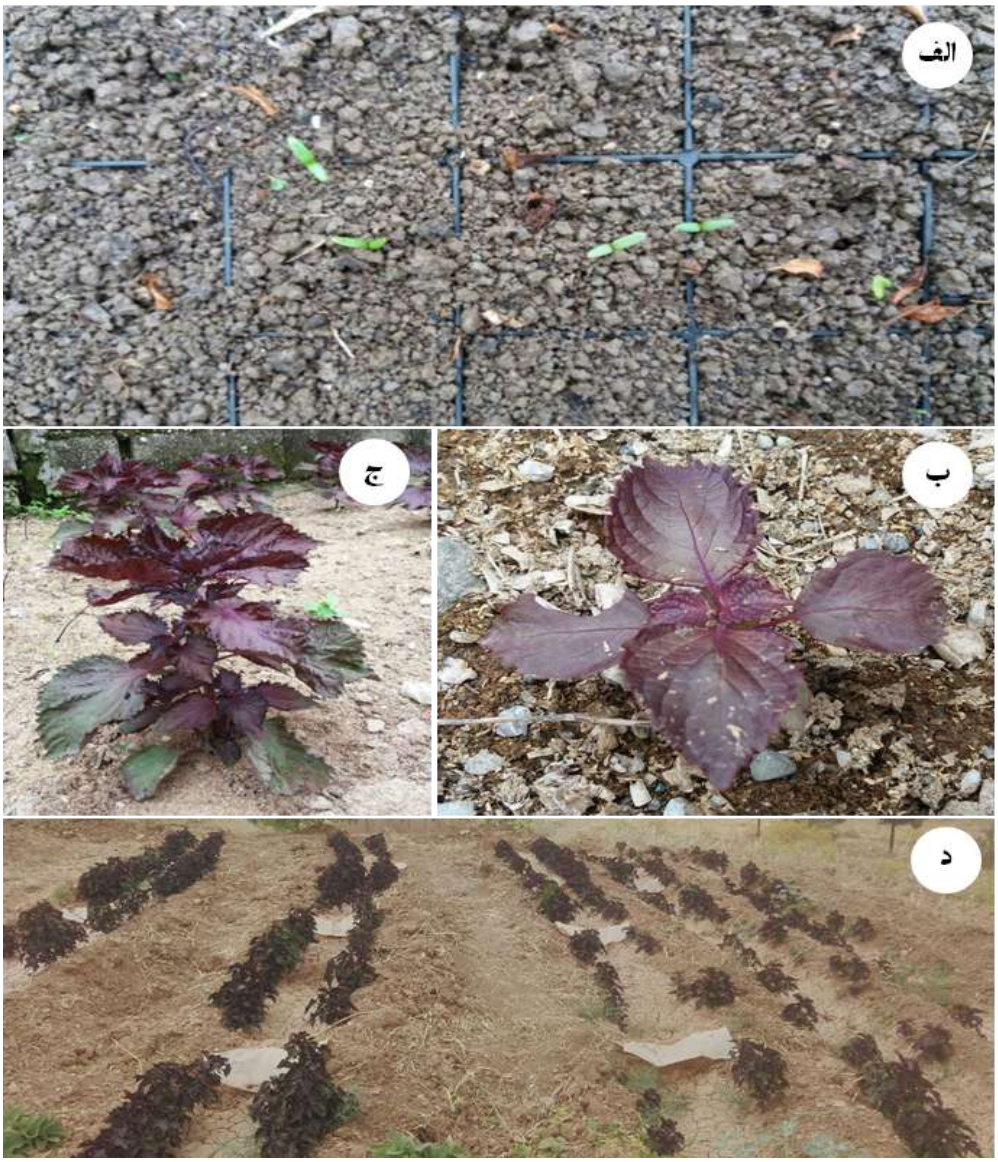
به‌منظور انجام مطالعات خاکشناسی در هر یک از مناطق با حفر پروفیل در مرکز هر کرت، سه نمونه خاک از عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متر برداشت و با هم مخلوط گردید و نمونه ترکیبی بدست آمده به آزمایشگاه خاکشناسی انتقال یافت و خصوصیات مختلف خاک شامل نوع بافت، اسیدیته، EC، میزان عناصر نیتروژن، پتاسیم، فسفر، ماده آلی، آهن و مس اندازه‌گیری شدند (جدول ۴).

جدول ۴: برخی خصوصیات خاک مناطق مورد مطالعه

مشخصات خاک	نام منطقه کشت			
	نیشابور	خرم‌آباد	رشت	نور
بافت‌خاک	لومی شنی	لومی رسی	لومی رسی	لومی
اسیدیته (pH)	۷/۴۲	۸/۱۵	۶/۱۹	۶
هدایت الکتریکی (ds/m)	۰/۶۶	۰/۶۱	۰/۱۳	۰/۵۲
پتاسیم (ppm)	۳۶۳	۲۸۵	۱۴۷/۷۹	۱۴۲
فسفر (ppm)	۱۹/۵۵	۸/۴	۲۵	۶
نیتروژن (درصد)	۰/۶۲	۰/۲۲	۰/۸۵	۰/۳۸
ماده آلی (درصد)	۱/۵۵	۱/۲۳	۸/۴۷	۹/۹۲
آهن (mg/Kg)	۴/۳۰	۲/۶۲	۲/۱۴	۳/۲۵
مس (mg/Kg)	۱/۱۲	۰/۵۴	۱/۲۲	۱/۳۶

کشت بذر و انتقال گیاه به زمین: با توجه به اقلیم‌های مختلف مناطق مورد مطالعه، بذرهای گیاه در بازه زمانی ۱۵ اسفند ۱۳۹۷ تا اول فروردین ۱۳۹۸ کشت شدند. برای این منظور ابتدا، بذرها به مدت ۲۴ ساعت در آب خیسانده شده و سپس به سینی کاشت منتقل شدند که پس از ۱۲ الی ۱۶ روز، بذرها جوانه زدند (شکل ۱ الف). گیاهان سپس در مرحله چهار برگی به زمین اصلی منتقل شده و تا زمان برداشت بطور منظم آبیاری و نگهداری شدند (شکل ۱ ب تا ۱د).

روش نمونه‌برداری و مطالعه صفات مورد مطالعه: با توجه به دوره رشد رویشی طولانی این گیاه، ۱۰۰ روز پس از کاشت گیاه در مناطق مختلف، در مرحله رشد رویشی اقدام به نمونه‌برداری (۱۰ گیاه از هر منطقه با حذف اثر حاشیه‌ای منطقه کشت) از گیاهان شد. نمونه‌های گیاهی سپس در هوای آزاد و در شرایط سایه‌خشک شده و برای جداسازی اسانس مورد استفاده قرار گرفتند.



شکل ۱: سینی کاشت بذر برای تولید نشاء (الف)، نشاء گیاه منتقل‌شده به زمین پس از استقرار (ب)، مرحله برداشت گیاه برای استخراج اسانس (ج)، نمای کلی از کشت *Perilla frutescens* var. *crispa* در زمین اصلی (د)

اسانس‌گیری و شناسایی ترکیبات اسانس: استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و به کمک دستگاه اسانس‌گیری کلونجر بر اساس فارماکوپه بریتانیا صورت گرفت. برای این منظور ۱۰۰ گرم از اندام هوایی خشک و آسیاب شده گیاه به مدت ۳ ساعت در دستگاه کلونجر اسانس‌گیری انجام شد.

آنالیز اسانس‌ها با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل CP-3800 مجهز به ستون DB-5 به طول ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر و دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به طیف‌سنج جرمی با ستون DB-5 به قطر ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر انجام شد. شناسایی ترکیبات اسانس به کمک محاسبه شاخص بازداری، مطالعه طیف جرمی و مقایسه آن با ترکیبات استاندارد و اطلاعات کتابخانه (Wiley, Adams, 2007) دستگاه صورت گرفت. میزان ترکیبات با توجه به سطح زیر پیک ارزیابی و محاسبه گردید.

آنالیز آماری و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها: برای مشخص کردن کموتایپ‌های مختلف مناطق از گروه‌بندی بر اساس تجزیه کلاستر استفاده شد. در این مطالعه تجزیه کلاستر بر اساس روش WARD و با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج

محتوی و عملکرد اسانس در مناطق مورد مطالعه: محتوای اسانس به‌ترتیب ۱/۴۵، ۱/۳۳، ۱/۲۶ و ۱/۱۶ درصد وزنی به وزنی برای گیاهان کشت‌شده در رشت، نور، نیشابور و خرم‌آباد بدست آمد (جدول ۵). بیشترین عملکرد اسانس در منطقه رشت (۱۸/۸۳ گرم در مترمربع) و کمترین میزان آن در منطقه نیشابور (۱۴/۱۱ گرم در مترمربع) حاصل شد. در منطقه نور و خرم‌آباد به ترتیب عملکرد اسانس ۱۷/۰۲ گرم در مترمربع و ۱۶/۱۶ گرم در مترمربع اندازه‌گیری شد (جدول ۵).

ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس: ترکیبات شیمیایی اسانس گیاهان کشت‌شده در مناطق موردمطالعه با استفاده از گازکروماتوگرافی و گازکروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی مورد شناسایی و اندازه‌گیری قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است. درمجموع ۲۸، ۲۷، ۲۵ و ۲۷ ترکیب در اسانس نمونه‌های گیاه در مناطق نور، رشت، خرم‌آباد و نیشابور شناسایی شدند که به ترتیب ۹۷/۸، ۹۷/۹، ۹۸/۲ و ۹۸/۳ درصد کل اسانس را تشکیل دادند. تعداد ۲۴ ترکیب مشترک در نمونه اسانس همه مناطق وجود داشت. ترکیبات (ای)-کاریوفیلن[1] (۴/۷-۴۲/۵۸ درصد)، آلفا-کادینول[2] (۲/۵-۸/۱۶ درصد)، ای-نرولیدول[3] (۸/۵-۳/۹ درصد)، آلفا-دهیدرو-الشولتزیا کتون[4] (۱/۵-۲/۷ درصد)، سیس-دی هیدرو-آلفا-ترپینیل استات[5] (۰/۵-۱/۷ درصد) و اگوما کتون[6] (۲/۵-۰/۵ درصد) به‌عنوان ترکیبات غالب در اسانس گیاه کشت‌شده در مناطق مختلف شناسایی شدند. ترکیبات پریلا کتون[7] و پریلا آلدهاید به ترتیب در اسانس گیاهان کشت‌شده در مناطق خرم‌آباد و رشت مشاهده نشد. گروه‌بندی ترکیبات اسانس مناطق مختلف نشان داد که غالب ترکیبات اسانس گیاه در این مناطق سزکوئی‌ترپن بودند که از ۶۳/۱ تا ۸۷/۷ درصد متغیر بود. از این گروه بیشترین مقدار (۶۱/۲-۴۴/۹ درصد) مربوط به سزکوئی‌ترپن‌های هیدروکربنی و بقیه آن (۲۶/۵-۱۸/۲ درصد) سزکوئی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار بودند. همچنین ۱۰/۸ تا ۲۳/۵ درصد از کل ترکیبات شناسایی‌شده اسانس گیاه در این مناطق مونوترپن‌های اکسیژن‌دار بودند. دی‌ترپن‌ها (۲/۶-۰/۹ درصد) و هیدروکربن‌های آلیفاتیک (۴-۱/۸ درصد) سایر ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس نمونه‌های گیاهی بودند (جدول ۵).

تجزیه کلاستر: برای گروه‌بندی مناطق موردمطالعه و شناسایی تیپ شیمیایی گیاهان کشت‌شده در این مناطق، آنالیز کلاستر بر اساس ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس انجام شد. بر این اساس، در فاصله اقلیدسی حدود ۲۰، نمونه‌های موردمطالعه در دو گروه قرار گرفتند (شکل ۲). گروه اول شامل شهرهای رشت و نور با فاصله کمتر (حدود ۵) و گروه دوم شامل شهرهای نیشابور و خرم‌آباد با فاصله بیشتر (حدود ۱۱) بود (شکل ۲).

1. (*E*)-caryophyllene
2. α-cadinol
3. (*E*)-nerolidol
4. α-dehydro-elsholtzia ketone
5. *cis*-dihydro-a-terpinyl acetate
6. Egoma ketone
7. Perilla ketone

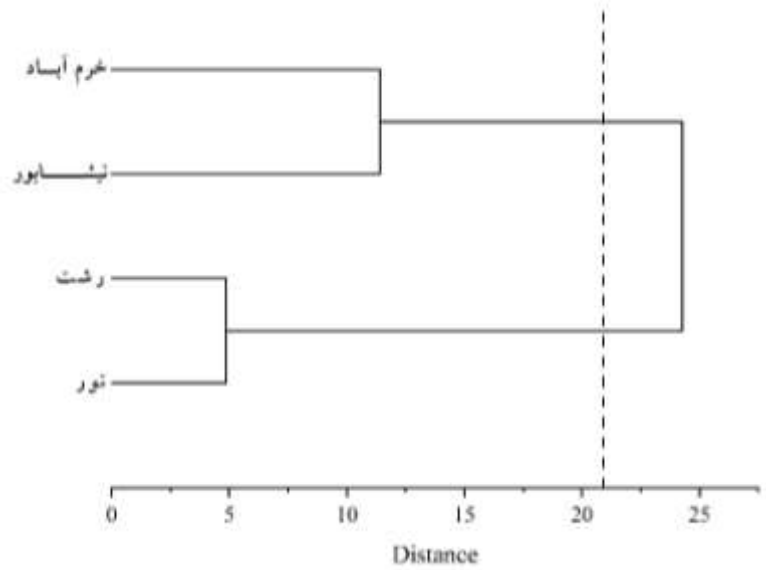
جدول ۵: ارزیابی و مقایسه کمّیت و کیفیت اسانس گیاه *Perilla frutescens* var. *crispa* در مناطق مختلف

ردیف	ترکیب	شاخص بازداری محاسبه‌شده	شاخص بازداری کتابخانه‌ای	منطقه کشت			
				نور	رشت	خرم‌آباد	نیشابور
۱	1-octen-3-ol	۹۶۹	۹۷۲	۰/۲	۰/۷	۰/۴	۲/۲
۲	Rosefuran	۱۰۸۸		۱/۰	۱/۰	۰/۵	۰/۹
۳	Linalool	۱۰۹۳	۱۰۹۵	۰/۳	۰/۳	۱/۳	۲/۷
۴	Elsholtzia ketone	۱۱۹۷	۱۲۰۲	۰/۱	۰/۱	۲/۰	۱/۵
۵	α-dehydro-Elsholtzia ketone	۱۲۱۳	۱۲۱۷	۴/۸	۴/۵	۷/۵	۲/۱
۶	(3E)-Decen-2-one	۱۲۲۵	۱۲۳۴	۰/۴	۰/۴	–	–
۷	Perilla ketone	۱۲۳۸	۱۲۴۵	۰/۲	۰/۱	–	۰/۱
۸	Perilla aldehyde	۱۲۶۵	۱۲۶۹	۰/۳	–	۰/۲	۰/۷
۹	*cis*-dihydro-α-Terpinyl acetate	۱۳۰۳	۱۳۱۶	۱/۰	۰/۸	۴/۸	۷/۵
۱۰	Egoma ketone	۱۳۱۶		۰/۲	۰/۲	۵/۵	۳/۴
۱۱	dihydro-Eugenol	۱۳۶۴	۱۳۶۶	۳/۱	۳/۸	۱/۷	۲/۸
۱۲	α-Copaene	۱۳۷۲	۱۳۷۴	۰/۲	۰/۳	۲/۲	۰/۱
۱۳	(*E*)-Caryophyllene	۱۴۱۴	۱۴۱۷	۵۸/۷	۵۴/۳	۴۹/۹	۴۲/۴
۱۴	α-Humulene	۱۴۴۵	۱۴۵۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۱/۵
۱۵	*trans*-Cadina-1(6),4-diene	۱۴۷۳	۱۴۷۵	۱/۲	۱/۷	۱/۰	۰/۲
۱۶	γ-Muurolene	۱۴۷۷	۱۴۷۸	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
۱۷	(*E*,*E*)-α-Farnesene	۱۴۹۵	۱۵۰۵	۰/۴	۰/۳	–	۰/۲
۱۸	δ-Cadinene	۱۵۱۴	۱۵۲۲	۰/۳	۰/۲	۰/۱	۰/۳
۱۹	(*E*)-Nerolidol	۱۵۵۶	۱۵۶۱	۳/۸	۴/۹	۶/۳	۹/۵
۲۰	Spathulenol	۱۵۷۴	۱۵۷۷	۰/۵	۰/۹	۰/۶	۰/۸
۲۱	Ledene oxide-(II)	۱۶۰۱		۰/۶	۰/۶	۰/۹	۱/۵
۲۲	β-Cedren-9-one	۱۶۲۸	۱۶۳۰	۰/۱	۰/۳	۰/۷	۰/۵
۲۳	α-Cadinol	۱۶۴۷	۱۶۵۲	۱۵/۵	۱۶/۵	۸/۶	۸/۲
۲۴	14-hydroxy-α-Muurolene	۱۷۶۹	۱۷۷۹	۰/۹	۱/۴	۰/۶	۲/۷
۲۵	(2*Z*,6*E*)-Farnesyl acetate	۱۸۱۷	۱۸۲۱	۱/۵	۱/۹	۰/۵	۱/۹
۲۶	Neophytadiene	۱۸۸۵		۰/۴	۰/۸	۰/۲	۱/۴
۲۷	Methyl hexadecanoate	۱۹۱۰		۱/۲	۰/۹	۱/۵	۱/۸
۲۸	Phytol	۱۹۳۵	۱۹۴۲	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۱/۲
	Monoterpene hydrocarbons			۱۱/۰	۱۰/۸	۲۳/۵	۲۱/۷
	Sesquiterpene hydrocarbons			۶۱/۲	۵۷/۱	۵۳/۵	۴۴/۹
	Oxygenated sesquiterpenes			۲۲/۹	۲۶/۵	۱۸/۲	۲۵/۱
	Diterpenes			۰/۹	۱/۵	۱/۱	۲/۶
	Others			۱/۸	۲/۰	۱/۹	۴/۰
	Total identified			**۹۷/۸**	**۹۷/۹**	**۹۸/۲**	**۹۸/۳**
	Essential oil content (%w/w)			۱/۳۳	۱/۴۵	۱/۱۶	۱/۲۶
	Essential oil yield (g/m^2)			۱۷/۰۲	۱۸/۸۳	۱۶/۱۶	۱۴/۱۱

گروه اول دارای عرض جغرافیایی بیشتر، ارتفاع از سطح دریا کمتر، میزان بارندگی سالانه بیشتر، دمای گرم‌تر، pH و EC کمتر، میزان فسفر، نیتروژن، ماده آلی و مس بیشتر بودند. این مناطق ازنظر شاخص‌های دومارتن و ایوانف جزو مناطق مرطوب و بسیار مرطوب و ازنظر شاخص کوپن و آمبرژه جزو مناطق معتدل هستند. تجزیه اسانس این مناطق نشان داد که به‌طورکلی این مناطق مقادیر بیشتری از ترکیبات رزفوران[1]، (۳ای)-دکن-۲-وان[2]، پریلا کتون، دی هیدرو-اوژنول[3]، (ای)-کاریوفیلن، ترانس-کادینا-۱(۶)، ۴-دین[4]، (ایی، ایی)-آلفا-فارنزن[5]، سیگما-کادینن[6]، آلفا-کادینول[7] و (۲زد،۶ایی)-فارنزیل استات[8] استات[8] داشتند همچنین می‌توان گفت این‌گونه مناطق مناطق که آب و هوایی معتدل و رطوبت بالایی دارند ازنظر ترکیبات سزکوئی‌ترپن‌های هیدروکربنه و اکسیژنه غنی‌تر می‌باشند. گروه دوم نیشابور و خرم‌آباد که بر اساس شاخص‌های کوپن و آمبرژه جزو مناطق سرد هستند. همچنین ازنظر شاخص دومارتن، این مناطق در دسته مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارند. این مناطق همچنین دارای طول جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، pH، EC، پتاسیم و آهن بیشتری هستند، همچنین دمای سردتری نسبت به گروه اول دارند. این مناطق ازنظر ترکیبات ۱-اکتن-۳-اُل[9]، لینالول[10]، الشولتزیا کتون[11]، آلفا- دهیدرو- الشوتزیا کتون، پریلا آلدهید، سیس-دی هیدرو- آلفا-ترپینیل استات، اگوما کتون، آلفا-کوپائن[12]، آلفا-هومولن[13]، لِدن اکسید (II)[14]، بتا-سدرن-۹-وان[15]، ۱۴-هیدروکسی- آلفا-مورولن[16]، نئوفیتادین[17]، متیل هگزا دکانوآت[18]، (ای)-نرولیدول و فیتول[19] غنی‌تر بودند. از طرف دیگر می‌توان نتیجه گرفت که مناطقی با دمای کمتر، میزان بارندگی کمتر و اقلیم خشک و نیمه‌خشک ازنظر اکثر ترکیبات اسانس بهتر بوده و دارای مقادیر بیشتری از دی‌ترپن‌ها، مونوترپن‌های اکسیژن‌دار و سایر ترکیبات بودند.

بر اساس این آنالیز می‌توان بیان کرد اقلیم منطقه، میزان بارندگی، ارتفاع از سطح دریا و دمای منطقه رویش بر میزان ترکیبات اسانس تأثیر معنی‌داری دارد. همچنین میزان ترکیبات خاک نیز تأثیر معنی‌داری برکیفیت و کمیت اسانس دارد. بدین‌صورت که مناطق با مقدار مس، فسفر و نیتروژن بیشتر، اما پتاسیم و آهن کمتر، همچنین ترکیبات آلی بیشتر، گیاه *P. frutescens* var. *crispa* با مقدار سزکوئی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار و سپس سزکوئی‌ترپن‌های هیدروکربنه بیشتر خواهند داشت؛ اما مناطقی که ازنظر ترکیبات خاک ذکرشده در بالا به‌صورت برعکس باشند دارای گیاهانی هستند که مقادیر سزکوئی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار و دی‌ترپن‌های بیشتری دارند. مناطقی که ازنظر اقلیمی در نواحی خشک و نیمه‌خشک کشور باشند و میزان بارندگی کم تا خیلی کم دارند ازنظر کیفیت اسانس در سطح بالاتری هستند. این مناطق احتمالاً در طول جغرافیایی بیشتر و عرض جغرافیایی کمتر واقع شده‌اند و از نظر دمایی سردتر می‌باشند.

1. Rosefuran
2. (3*E*)-Decen-2-one
3. dihydro-Eugenol
4. *trans*-Cadina-1(6),4-diene
5. (*E*,*E*)-α-Farnesene
6. δ-Cadinene
7. α-Cadinol
8. (2*Z*,6*E*)-Farnesyl acetate
9. 1-octen-3-ol
10. Linalool
11. Elsholtzia ketone
12. α-Copaene
13. α-Humulene
14. Ledene oxide-(II)
15. β-Cedren-9-one
16. 14-Hydroxy-α-Muurolene
17. Neophytadiene
18. Methyl hexadecanoate
19. Phytol



شکل ۲: تجزیه کلاستر (ward) بر اساس اجزای اسانس و تشخیص کموتایپ‌های مختلف گیاه *Perilla frutescens* var. *crispa*

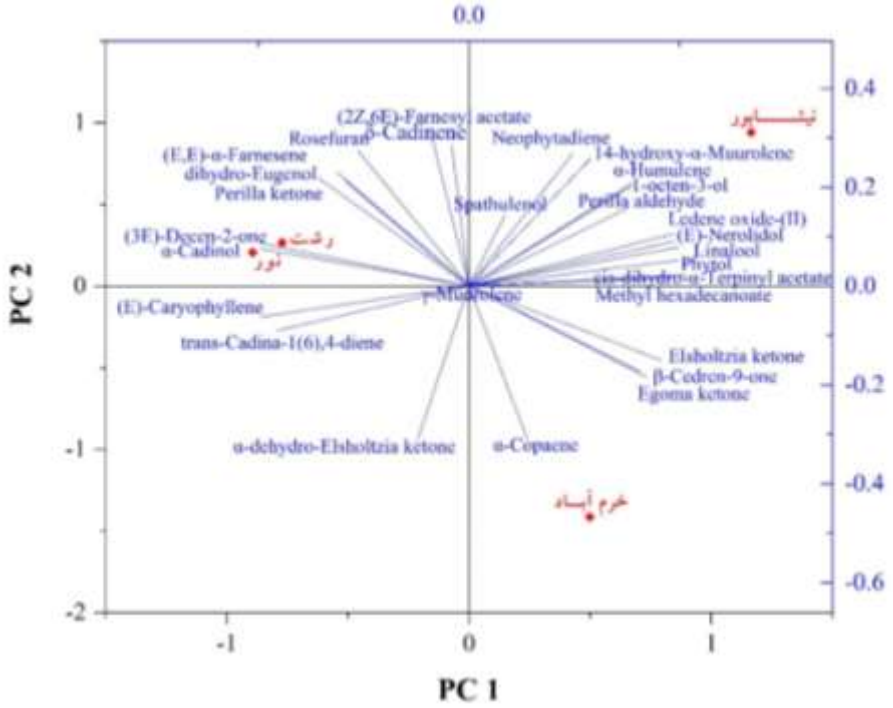
تجزیه به مؤلفه‌های اصلی: به‌منظور ارزیابی دقیق‌تر مناطق موردمطالعه و همچنین رابطه بین اجزای اسانس، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از ترکیبات اسانس و مناطق موردمطالعه انجام شد. سپس با رسم بای‌پلات دو مؤلفه اول، ارتباط بین صفات و روش‌های مختلف و سهم هر صفت در مؤلفه تعیین شد (شکل ۳). برای مطالعه روابط بین صفات، از ترسیم گرافیکی بای‌پلات استفاده شد. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از ماتریس داده‌های حاصل از اجزای اسانس و مناطق کشت گیاه، سهم قابل‌توجهی از تنوع مشاهده‌شده به‌وسیله دو مؤلفه اصلی اول توجیه شد؛ لذا بر اساس دو مؤلفه اول، بای‌پلات ترسیم گردید. مؤلفه اول همبستگی بالا و مثبت با ترکیبات (۲زد، ۶ای)-فارنزیل استات و سیگما کادینن داشت، درحالی‌که همبستگی منفی و بالایی با آلفا-کوپائن و آلفا- دهیدرو- الشولتزیا کتون نشان داد. بنابراین انتظار می‌رود انتخاب بر اساس مقادیر بالای مؤلفه اول موجب انتخاب اکوتیپ‌هایی شود که مقادیر بیشتری از (۲زد، ۶ای)-فارنزیل استات و سیگما کادینن دارند، درحالی‌که مقادیر آلفا-کوپائن و آلفا- دهیدرو- الشولتزیا کتون در آن‌ها کمتر است.

دومین مؤلفه همبستگی مثبت و بالایی با میزان سیس-دی هیدرو-آلفا-ترپینیل استات و متیل هگزا دکانوآت همچنین همبستگی منفی و بالا با (۳ای)-دکن-۲-وان، آلفا-کادینول، (ای)-کاریوفیلن و ترانس-کادینا-۱(۶)،۴-دین داشت (شکل ۳)؛ بنابراین انتخاب بر اساس مقادیر بیشتر مؤلفه دوم موجب انتخاب اکوتیپ‌هایی می‌شود که مقادیر بیشتری از سیس-دی هیدرو-آلفا-ترپینیل استات و متیل هگزا دکانوآت دارند (شکل ۳).

در بای‌پلات ترسیم‌شده بر مبنای مؤلفه‌های اصلی اول و دوم (شکل ۲)، مناطق موردمطالعه به گروه‌هایی تقسیم شدند. بر اساس نتایج بای‌پلات به نظر می‌رسد که گیاهان کشت‌شده در دو منطقه رشت و نور با گیاهان سایر مناطق کشت متفاوت بوده و کاملاً از سایرین جدا شدند. گیاهان کشت‌شده در منطقه نیشابور و خرم‌آباد هرکدام در موقعیت متفاوتی در بای‌پلات نسبت به اجزای اسانس قرار گرفتند.

نمونه‌های رشت و نور موقعیت مشابهی در نمودار بای‌پلات داشتند که نشان از شباهت زیاد گیاهان کشت‌شده در این دو منطقه است (شکل ۳). این دو اکوتیپ در موقعیت مثبت مؤلفه دوم و منفی مؤلفه اول قرار گرفتند و ازنظر ترکیبات سزکوئی‌ترپن‌های اکسیژنه مقادیر بیشتری را دارند. گیاهان این دو منطقه، مقادیر بیشتری از پریلا کتون، (۳ای)-دکن-۲-وان، ترانس-کادینا-۱(۶)،۴-دین، (ای)-کاریوفیلن، دی هیدرو-اوژنول، رزفوران، آلفا-کادینول و (ای، ای)-آلفا-فارنزن دارند. منطقه نیشابور در ربعی از بای‌پلات قرار گرفته است که هر دو مؤلفه مقادیر مثبت دارند و تعداد بیشتری از ترکیبات اسانس در این قسمت از نمودار قرارگرفته‌اند. گیاهان این منطقه، تعداد بیشتری از ترکیبات اسانس را دارا می‌باشند. علاوه بر آن، مقادیر بیشتری از ترکیبات سیس-دی هیدرو- آلفا-ترپینیل استات، (ای)-نرولیدول، لِدِن اکسید-(II)، هیدروکسی- آلفا-مورولن، آلفا-هومولن، اکتن-۳-اُل، پریلا آلدهید، نئوفیتادین و لینالول را دارد که بررسی میانگین ترکیبات موجود در این ربع نشان داد که منطقه نیشابور سهم بیشتری از ترکیبات سزکوئی‌ترپن‌های اکسیژنه و دی‌ترپنوئیدها را دارا می‌باشد. گیاهان منطقه خرم‌آباد در قسمتی از بای‌پلات است که مؤلفه اول مثبت و مؤلفه دوم منفی می‌باشد. این نمونه حاوی مقادیر بیشتری از ترکیب اسانس از نوع مونوترپن‌های اکسیژنه می‌باشد و مقدار بیشتری از آلفا-دهیدرو- الشولتزیا کتون، اگوما کتون و آلفا-کوپائن دارد (شکل ۳).

با توجه به زوایای بین بردار صفات مختلف، ملاحظه می‌شود که ترکیب اکتن-۳-اُل با آلفا-هومولن، ترکیب (۳ای)-دکان-۲-وان با آلفا-کادینول، ترکیب سیس-دی هیدرو- آلفا-ترپینیل استات با متیل هگزا دکانوآت، همچنین ترکیب اگوما کتون با بتا-سدرن-۹-وان و ترکیب دی هیدرو-اوژنول با (ای، ای)-آلفا-فارنزن همبستگی مثبت و بالایی با یکدیگر داشتند (شکل ۳)؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مسیر سنتزی آن‌ها احتمالاً با یکدیگر ارتباط دارد.



شکل ۳: آنالیز بای‌پلات ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس گیاهان *Perilla frutescens* var. *crispa* در مناطق کشت بر اساس دو مؤلفه اول

بحث

در بین مناطق مختلف کشت، تنوع در محتوی و اجزای تشکیل دهنده اسانس گیاه *P. frutescens* var. *crispa* مشاهده شد. بطوریکه گیاهان کشت شده در مناطق رشت و نیشابور با شرایط اقلیمی مختلف به ترتیب دارای بیشترین و کمترین راندمان اسانس بودند (جدول ۵). رفعتی و همکاران، اخیرا تاثیر شرایط رویشگاهی و مزرعه بر روی کمّیت و کیفیت اسانس گیاه *Nepeta crassifolia* در استان آذربایجان شرقی را مطالعه کرده‌اند (Rafati et al., 2021). نتایج آنها نیز نشان داد که شرایط محیطی رویشگاه و مزرعه بر روی میزان اسانس گیاه موثر است بطوریکه درصد اسانس در نمونه‌های رویشگاه طبیعی با همدیگر اختلاف معنی‌داری داشته و بیشترین مقدار اسانس متعلق به منطقه مرند بود در حالیکه نمونه اسانس‌های به دست آمده از مزرعه با همدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. همچنین، یاوری تاثیر رویشگاه‌ها با ارتفاع مختلف را بر روی محتوای اسانس گونه‌ای از مریم گلی (*Salvia sharifii* Rech. f. & esfand.) نشان داد (Yavari, 2022) گزارش شده است که تولید و تجمع اسانس به عنوان ماده موثره شناخته شده در گیاهان اسانس‌دار بطور معنی داری تحت تاثیر شرایط محیطی و ویژگی‌های خاک رویشگاه‌های طبیعی یا مناطق کشت گیاه قرار می گیرد. استنباط دقیق این موضوع می تواند در الگوبرداری از شرایط محیطی برای توسعه کشت و بهره‌برداری اقتصادی از گیاهان مورد استفاده قرار گیرد (Yavari, 2022).

در این تحقیق، در مجموع تعداد ۲۸ ترکیب در اسانس گیاه *P. frutescens* var. *crispa* کشت شده در مناطق اقلیمی مختلف شناسایی شد که غلظت هر یک از ترکیبات تحت تاثیر شرایط محیطی مناطق کشت قرار گرفته است (جدول ۵). تاثیر شرایط متغیر محیطی بر روی کیفیت اسانس و اجزای شیمیایی تشکیل دهنده آن در تعدادی از گیاهان گزارش شده است. نتایج ارزیابی رفعتی و همکاران بر روی گیاه *Nepeta crassifolia* نیز نشان داد که غلظت ترکیبات غالب اسانس گیاه شامل نپتالاکتون[1] (I (4aα, 7α, 7aα و نپتالاکتون (II(4aα, 7α, 7aβ تحت تاثیر شرایط رویشگاه طبیعی و مزرعه قرار می‌گیرد (Rafati et al., 2021). در مطالعه دیگر، بررسی اثر ارتفاع بر خصوصیات فیتوشیمیایی گیاه گزنه (*Urtica dioica* L.) نشان داده است که افزایش ارتفاع از سطح دریا سبب کاهش ویژگی‌های افزایش محتوی مواد ثانویه گیاه می‌شود (Najjarfirozjaee et al., 2014).

تفاوت در پروفایل تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاه دارویی *Lychnophora ericoides* به‌دست‌آمده از رویشگاه‌های مختلف که بومی برزیل می‌باشد، نیز گزارش شده است. بر اساس این تحقیق مشخص شد که الگوی تولید و ذخیره متابولیت‌های ثانویه در گیاه بر اثر شرایط محیطی تغییر می‌کند (Gobbo-Neto et al., 2010). محققین میزان ارتفاع را مؤثرترین عامل در تولید ترکیبات مؤثره گیاه آویشن دنایی (*Thymus daenensis*) در رویشگاه‌های مختلف بیان نمودند (Safaei et al., 2017). سنبلی و همکاران (Sonboli et al., 2009) ترکیبات شیمیایی و اثر ضد باکتریایی اسانس *Salvia hydrangea* را در دو رویشگاه مختلف (شهرستان آباده واقع در استان فارس و تکاب واقع در آذربایجان غربی) مطالعه کردند. تفاوت‌های کمّی و کیفی مشاهده شده می‌تواند ناشی از تأثیر عوامل مختلف اکولوژیکی، جغرافیایی، اقلیمی و خاکی بر ترکیب شیمیایی اسانس جمعیت‌های مختلف گونه موردمطالعه باشد. خاصیت ضد باکتری متوسط این گونه را می‌توان به ماده ۱و۸-سینئول نسبت داد.

1. Nepetalactone

رضایی و همکاران (Rezaei et al., 2002) اسانس سنبل‌الطیب کوهستانی (*Valeriana sisymbriifolia*) را در سه منطقه رویشگاهی مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که میان ترکیبات عمده موجود در اسانس مناطق مختلف کشور، تفاوت وجود داشت. ترکیب آلفا ـ پینن با ۶/۱۶ درصد از استان آذربایجان، بیشترین درصد را نسبت به استان‌های همدان و اصفهان نشان داد. در مطالعه حاضر در مناطق نور و رشت ترکیبات رزفوران، (۳ای)-دکن-۲-وان، دی هیدرو-اوژنول، (ای)-کاریوفیلن، (ای، ای) آلفا-فارنزن و آلفا-کادینول بیش از خرم‌آباد و نیشابور گزارش گردید.

رقم‌های مختلف گیاهی از لحاظ ترکیب شیمیایی و غلظت ترکیبات فعال زیستی متفاوت هستند. تعدادی از مطالعات نشان داده است که تغییرات در ترکیب شیمیایی اسانس در رقم‌های مختلف می‌تواند توسط عوامل مختلف، ازجمله رطوبت، شرایط خاک، دما و فصل (Evergetis et al., 2016؛ Kiazolu et al., 2016)، زمان برداشت (Inan et al., 2011)، زمان کاشت (Chauhan et al., 2013)، منطقه جغرافیایی (Ruberto et al., 2002) و مراحل رشد (Saeb and Gholamrezaee, 2012) تحت تأثیر قرار گیرد. به‌طوری‌که در تحقیق اخیر ترکیبات لینالول، الشولتزیا کتون، سیس-هیدرو -آلفا-ترپینیل استات، اگوما کتون، (ای)-نرولیدول، لدن اکسید (II)، بتا-سدرن-۹-وان، متیل هگزادکانوآت و فیتول در نیشابور و خرم‌آباد (مناطقی با ارتفاع بیشتر نسبت به سطح دریا) مقادیر بالاتری را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۵).

محمدی سلیمانی (Mohammadi Soleimani, 2010) به مطالعه اثر برخی عوامل محیطی بر ترکیبات اسانس گونه *Teucrium chamaedrys* در مراتع نمارستاق آمل پرداخت. وی با مطالعه در سه جهت شمالی، غربی و شرقی به این نتیجه رسید که ترکیبات اسانس در جهت شرقی بیشتر از ترکیبات اسانس در جهت‌های غربی و شمالی است، همچنین میزان اسیدیته خاک با درصد اسانس رابطه معکوس داشت، ولی میزان نیتروژن خاک رابطه مستقیمی با میزان تولید اسانس برقرار کرد. در مطالعه حاضر اثر خصوصیات خاک بر میزان مواد موثره اسانس گیاه مشهود بوده و نتایج مشابهی حاصل شد. راستی (Rasti, 2002) در منطقه عمارلو رودبار، در بررسی تأثیر رویشگاه (ارتفاع و جهت شیب) بر کیفیت و کمیت اسانس *Juniperus exelsa* از سه نقطه ارتفاعی در سه جهت شرقی، غربی و جنوبی گزارش کرد که ترکیبات اسانس در جهات مختلف شیب و در ارتفاعات مختلف متفاوت است که با نتایج حاصل از این تحقیق همراستا می‌باشد. بر اساس مطالعه‌ای که روی گونه *T. serpyllum* L. انجام شده است، ارتفاع در بیشتر مناطق تأثیر منفی بر کمیت اسانس داشته است (Abu-Darwish et al., 2009). در مطالعه حبیبی و همکاران (Habibi et al., 2007) روی اسانس *T. kotschyanus* در منطقه طالقان، مشخص شد که ارتفاع از سطح دریا همبستگی منفی با کمیت اسانس این گونه دارد که با نتایج تحقیق حاضر همسو بوده است. نتایج تحقیق آریانفر و همکاران (Arianfar et al., 2018) که بر روی درمنه دشتی در سه سطح ۱۴۰۰، ۱۶۰۰ و ۱۸۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا صورت گرفت نشان داد که اثر ارتفاع از سطح دریا بر روی بازده اسانس معنی‌دار بوده است که با افزایش ارتفاع بر درصد بازده اسانس درمنه دشتی افزوده شد، بیشترین بازده اسانس در ارتفاع ۱۸۰۰ متری از سطح دریا مشاهده شده است. که با نتایج این تحقیق مغایر بوده است که احتمالاً به‌علت تفاوت در نوع گونه گیاهی و سایر خصوصیات اقلیمی مناطق مورد مطالعه بوده است. گزارش شده است که بین ارتفاع از سطح

دریا و میزان اسانس و درصد دو ترکیب تیمول و کارواکرول رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. همچنین تعداد ترکیبات مشاهده‌شده در اسانس نیز با افزایش ارتفاع افزایش می‌یابد که با نتایج اخیر هم‌راستا بوده است (Mohammadian et al., 2014).

جمشیدی و همکاران (Jamshidi et al., 2006) به‌منظور بررسی کمی و کیفی اسانس گیاه آویشن کوهی (*Thymus serpllum*) در سه ارتفاع ۲۴۰۰، ۲۶۰۰ و ۲۸۰۰ متر از سطح دریا در زیر حوضه دریاچه تار منطقه دماوند، اظهار داشتند که میزان درصد اسانس بین ۹۵ درصد تا ۱/۸۷ درصد از ارتفاع زیاد به کم تغییر می‌کند و می‌توان نتیجه گرفت که بهترین محل این گیاه برای حصول بهترین عملکرد کمیت و کیفیت اسانس، ارتفاع ۲۴۰۰ متر می‌باشد. به‌طورکلی در سه ارتفاع مختلف ۲۷ ترکیب شناسایی شد که مهم‌ترین مواد موثره کارواکرول و تیمول بوده است.

تجلی و *همکاران* (Tajali et al., 2009) *به بررسی و شناسایی* ترکیبات اسانس گیاه کافوری (*Camphorosma monspeliaca*) در مراحل مختلف فنولوژیک در رویشگاه‌های طبیعی اراک، همدان و شهرکرد پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که بازده اسانس گیاه در سه منطقه موردبررسی از ۰/۱ تا ۰/۲ درصد متغیر است. همچنین درمجموع ۱۱۴ ترکیب شیمیایی در اسانس گیاه کافوری در هر سه منطقه و در هر دو مرحله فنولوژیک رویشی و زایشی شناسایی شد. بیشترین تعداد ترکیب شیمیایی تشخیص‌داده‌شده مربوط به منطقه همدان با ۱۰۳ ترکیب در مرحله زایشی و کمترین مربوط به منطقه اراک با ۵۵ ترکیب در مرحله زایشی می‌باشد و شهرکرد با ۷۸ ترکیب در مرحله زایشی در حد واسط بین این دو منطقه می‌باشد. محققان با تحقیق بر روی *P. frutescens* در سه ناحیه تایلند، نشان دادند که ترکیب اسیدهای چرب روغن حاصل از بذرهای این گیاه به اقلیم محل کاشت بستگی دارد (Siriamornpun et al., 2006). در بررسی تأثیر ویژگی‌های بوم‌شناختی (خاک و ارتفاع) بر کمیت و کیفیت اسانس گل و برگ *Achillea millefolium* L. subsp. *Millefolium* در رویشگاه‌های سیاه‌بیشه استان مازندران؛ نمونه‌ها از دو طبقه ارتفاعی (۲۱۰۰ و ۲۲۰۰ متر) انتخاب گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس بازده اسانس، عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین طبقات ارتفاعی ازنظر بازده اسانس گل و وجود تفاوت معنی‌دار ازنظر بازده اسانس برگ را به‌وضوح نشان داد. بیشترین میزان بازده اسانس برگ متعلق به ارتفاع ۲۱۰۰ متری بود. از بین ویژگی‌های خاک و ارتفاع تنها بین میزان نیتروژن و بازده اسانس برگ همبستگی منفی وجود داشت (Azarnivand et al., 2010).

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به تنوع تحقیقات انجام شده بر روی گیاه *Perilla frutescens* var. *crispa* در سال‌های اخیر، گرایش عمومی به استفاده از مواد گیاهی و فراورده‌های آن در کشورهای مختلف در حال افزایش است. نتایج این تحقیق نشان داد که این گیاه توان سازگاری با اقلیم‌های مختلف را دارد. در بین مناطق مطالعه شده، رشت و نور از شرایط اقلیمی مناسبی برای کشت و تولید این گیاه برخوردار هستند چراکه گیاهان کشت شده در این مناطق درصد و عملکرد اسانس بیشتری را دارا بودند. نتایج این پژوهش همچنین نشان داد که شرایط اقلیمی بر نوع ترکیبات تشکیل دهنده اسانس گیاه نیز موثر است بطوریکه درصد سزکوئی‌ترپن‌های هیدروکربنه در اسانس گیاهان کشت شده در مناطق بسیار مرطوب بیشتر از سایر مناطق موردمطالعه می‌باشد. توسعه کشت و پرورش این گیاه بویژه در مناطقی که از عملکرد و

کیفیت بیشتری برخوردار باشد، می‌تواند با منافع اقتصادی بیشتری برای تولیدکنندگان در تامین نیاز صنایع دارویی همراه باشد. همچنین با الگو برداری (مدلسازی) از نتایج این تحقیق، می توان در مکان‌یابی کشت این گیاه ارزشمند و تولید آن در سایر مناطق کشور اقدام نمود.

References

Abu-Darwish, M.S., Abu Dieyeh, Z.H., Mufeed, B., Al- Tawaha, A.R.M. and Al-dalain, S.Y.A. 2009. Trace element contents and essential oil yields from wild Thyme plant (*Thymus serpyllum* L.) grown at different natural variable environments, Jordan. Journal of Food, Agriculture and Environment, 7(3-4): 920-924.

Ahmed, H.M. 2018. Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological investigations of *Perilla frutescens* (L.) Britt. Molecules. 24, 102.

Ahmed, H.M. and Tavaszi-Sarosi, S. 2019. Identification and quantification of essential oil content and composition, total polyphenols and antioxidant capacity of *Perilla frutescens* (L.) Britt. Food Chemistry, 275: 730–738.

Anjula Pandey, A. and Bhatt, C. 2008. Diversity distribution and collection of genetic resources of cultivated and weedy type in *Perilla frutescens* (L.) Britton var. frutescens and their uses in Indian Himalaya. Genetic Resources and Crop Evolution, 55: 883–892.

Arianfar, M., Akbarinodehi, D., Hemati, K. and Rostampoor, M. 2018. Effects of altitude and aspect on efficiency of producing essence and phytochemical properties of *Artemisia aucheri* Boiss. and *Artemisia sieberi* Besser in South Khorasan rangelands. Rangeland, 12(3): 281-294. (In Persian)

Asif, M. 2012. Chemical and nutritional characterization of *Perilla frutescens* seed oil. The Libyan Journal of Pharmacy and Clinical Pharmacology, 1:623012

Azarnivand, H., Ghavam Araban, M., Sefidkon, F. and Tavili, A. 2010. The effect of ecological characteristics on quality and quantity of the essential oils of *Achillea millefolium* L. subsp. *Millefolium*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25(4): 556-571. (In Persian)

Baharmast, Z., Kheiry, A., Sanikhani, M. and Soleimani, A. 2021. Study and comparison of morphological and phytochemical traits of *Mentha pulegium* L. in different habitats of Guilan province. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 8(2): 60-75. (In Persian)

Baser, K.H.C., Demirci, B. and Dönmez, A.A. 2003. John Wiley & Sons, Ltd. Composition of the essential oil of *Perilla frutescens* (L.) Britton from Turkey. Flavour and Fragrance Journal,18: 122–123.

Chang, X.L., Zhao, Z.L., Li, X.L., Xu, H., Sun, Y. and Wang, W.H. 2014. Extraction and advanced adsorbents for the separation of perillaldehyde from *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* F. viridis leaves. Food Science and Technology Research, 20: 189–199.

Chauhan, N.K., Singh, S., Haider, S.Z., Lohani, H. and Kushwaha, B.L. 2013. Compositional variability in volatiles from different plant organs of *Perilla frutescens* L. cultivated in Uttarakhand (India). Journal of Pharmacy Research, 6: 361-363.

Chen, Z., Wu, K., Zhu, W., Wang, Y., Su, C., Yi, F., 2022. Chemical compositions and bioactivities of essential oil from P erilla leaf (*Perillae folium*) obtained by ultrasonic-assisted hydro-distillation with natural deep eutectic solvents. Food Chemistry, 375, art. no. 131834.

Consonni, R., Cagliani, L.R., Docimo, T., Romane, A. and Paola Ferrazzi, P. 2013. *Perilla frutescens* (L.) Britton: honeybee forage and preliminary results on the metabolic profiling by NMR spectroscopy, Natural Product Research, 27(19):1743-1748.

Dimita, R., Min Allah, S., Luvisi, A., Greco, D., De Bellis, L., Accogli, R., Mininni, C., Negro, C. 2022. Volatile compounds and total phenolic content of *Perilla frutescens* at microgreens and mature stages. Horticulturae, 8 (1), art. no. 71.

Duan, S., Li, Z., Fan, Z., Qin, M., Yu, X., Li, L. 2022. Effects of dietary addition of *Perilla frutescens* seeds on the content of polyunsaturated fatty acids in egg yolk of *Gallus domesticus*. Pakistan Journal of Zoology, 54 (1), pp. 161-166.

Evergetis, E., Michaelakis, A., Papachristos, D.P., Badieritakis, E., Kapsaski-Kanelli, V.N. and Haroutounian, S.A. 2016. Seasonal variation and bioactivity of the essential oils of two *Juniperus* species against Aedes (Stegomyia) albopictus (Skuse, 1894). Journal of Parasitology Research, 115: 2175-2183.

Ghanbari, M., Souri, M., Omidbaigi, R. and Hadavand Mirzaei, H. (2014). Evaluation of some ecological factors, morphological traits and essential oil productivity of *Achillea millefolium* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 30(5): 692-701. (In Persian)

Ghane, M., Pirdashti, H., Ghajar Sepanlou, M. and Babaeizad, V. 2018. Evaluation of morphological, yield and medicinal properties of Perilla (*Perilla Frutscens*) under soil fertility treatments in Mashhad Ardehal and Sensen regions of Kashan. Journal of Plant Production, 25(2): 99-117. (In Persian)

Gobbo-Neto, L., Guaratini, T., Pessoa, C., de Moraes, M., Costa-Lotufo, L., Vieira, R.F., Colepicolo, P. and Lopes, N.P. 2010. Differential metabolic and biological profiles of *Lychnophora ericoides* from different localities in Brazilian Campos rupestres. Journal of the Brazilian Chemical Society, 21(4): 750-759.

Gorgini Shabankare, H., Asgharipour, M.R. and Fakheri, B. 2015. Morpho-chemical Diversity among Iranian *Teucrium polium* L. (Lamiaceae) populations in Fars province. Journal of Agricultural Science and Technology, 17 (3) :705-716.

Habibi, H., Mazaheri, D., Majnoun Hosseini, N., Chaeichi, M., Fakhr Tabatabaei, M. and Bigdeli, M. 2007. Effect of altitude on essential oil and components in wild Thyme (*Thymus kotschyanus* Boiss) Taleghan region. Pajouhesh-Va-Sazandegi (In Agronomy and Horticulture), 19(4): 2-10. (In Persian)

Heydari, A., Hadian, J., Esmaeili, H., Kanani, M.R., Mirjalili, M.H. and Sarkhosh A. 2019. Introduction of *Thymus daenensis* into cultivation: Analysis of agro-morphological, phytochemical and genetic diversity of cultivated clones. IndustrialCropsand Products, 131, 14-24.

Inan, M., Kirpik, M., Alpaslan, D., Kaya, A. and Kirici, S. 2011. Effect of harvest time on essential oil composition of *T. spicata* L. growing in flora of Adıyaman. Advances in Environmental Biology, 5(2): 356-358.

Jamshidi, A.M., Aminzadeh, M., Azarnivand, H. and Abedi, M. 2006. Effect of evaluation for quality and quantity of essential oil *Thymus kotschyanus* (Damavand - Tar). Journal of Medicinal Plants, (5)18: 17-22. (In Persian)

Jin-hua, Zh., Er-hua, R., Ping-yi, G., Xin, W., Yin-yuan, W. and Xiang-yang, Y. 2012. The interacting effect of urea and quizalofop-ethyl herbicide on improving growth and controlling weeds in *Perilla frutescens* L. Journal of Medicinal Plants Research, 6: 1055-1064.

Kang, H.-B., Kim, S.-H., Uhm, S.-H., Kim, D.-K., Lee, N.-S., Jeong, Y.-G., Sung, N.-Y., Kim, D.-S., Han, I.-J. and Yoo, Y.-C. 2022. *Perilla frutescens* leaf extract attenuates vascular dementia-associated memory deficits, neuronal damages, and microglial activation. Molecular Biology, 44, 257–272.

Kang, N.S. and Lee, J.H. 2011. Characterization of phenolic phytochemicals and quality changes related to the harvest times from the leaves of Korean purple Perilla (*Perilla frutescens*). Food Chemistry, 124: 556-562.

Kiazolu, J.B., Intisar, A., Zhang, L., Wang, Y., Zhang, R. and Wu, Z. 2016. Phytochemical screening and chemical variability in volatile oils of aerial parts of *Morinda morindoides*. Natural Product Research, 30: 2249- 2252.

Lee, J., Kim, D-S., Cho, J., Hong, S.J., Pan, J.H., Kim, J.K. and Shin, E-Ch. 2019. *Perilla frutescens* Britton: A comprehensive study on flavor/taste and chemical properties during the roasting process. Molecules. 24, 1374.

Lee, J.H., Park, K.H., Lee, M.H., Kim, H.T., Seo, W.D., Kim, J.Y., Baek, I., Jang, D.S. and Ha, T.J. 2013. Identification, characterization, and quantification of phenolic compounds in the antioxidant activity-containing fraction from the seeds of Korean Perilla (*Perilla frutescens*) cultivars. Food Chemistry, 136: 843–852.

Li, B. and Kim, M. 2021. Cultivation of *Perilla frutescens* (Lamiaceae) in prehistoric Korea. Journal of archaeological science: Reports Volume 40, Part B, 103224.

Lin, K.-H., Jhou, Y.-J., Wu, C.-W., Chang, Y.-S. 2020. Growth, physiological, and antioxidant characteristics in green and red *Perilla frutescens* varieties as affected by temperature-and water-stressed conditions. Scientia Horticulturae, 274, 109682.

Lotfi, K., Oraei, M., Hazrati, S., Faramarzi, A. and Ajali, J. 2021. Investigation of morphophysiological diversity of different populations of *Stachys lavandulifolia* based on multivariate statistical methods. Journal of Crop Breeding, 13(39): 195-207.

Lu, X., Hao, L., Wang, F., Huang, Ch. and Wu, SH. 2013. Molecular cloning and overexpression of the tyrosine aminotransferase (TAT) gene leads to increased Rosmarinic acid yield in *Perilla frutescens* L. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 115: 69-83.

Meng, L., Lozano, Y.F., Gaydou, E.M. and Li, B. 2009. Antioxidant activities of polyphenols extracted from *Perilla frutescens* varieties. Molecules. 14:133-140.

Mohammadi Soleimani, S. 2010. The effect of some environmental factors on the composition of essential oil of *Teucrium chamaedrys*. Master Thesis in Range Management. Tarbiat Modares University Noor. (In Persian)

Mohammadian, A., Karamian, R., Mirza, M. and Sepahvand, A. 2014. Effects of altitude and soil characteristics on essential of *Thymus fallax* Fisch.et C.A. Mey. in different habitats of Lorestan province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 30(4): 519-528. (In Persian)

Najjarfirozjaee, M., Hemmati, K., Khorasaninejhad, S., Daraei Garmakhany, A. and Bagherifard, A. 2014. Effect of altitude on morphological and biochemical characteristics of Nettle (*Urtica dioica* L.) Plant in mazandaran and golestan provinces. Journal of Plant Environmental Physiology, 9(3): 1-11. (In Persian)

Negi, V.S., Rawat, L.S., Phondani, P.C. and Chandra, A. 2011. *Perilla frutescens* in Transition: a medicinal and oil yielding plant need instant conservation, a case study from Central Himalaya, India. Environment & We an International Journal of Science & Technology, 6: 193-200.

Nina, C., Tatiana, S., Camelia, S., Veaceslav, G., Radu, N. and Valentin, G. 2014. Biological and phytochemical research on *Perilla frutescens* Var. *purpuracens* (Hayata). In republic of Moldova. Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei, Ştiinţele vieţii, 2: 323.

Nitta, M., Lee, J.K. and Ohnishi, O. 2003. Asian *Perilla* crops and their weedy forms: their cultivation, utilization and genetic relationships. Economic Botany, 57: 245-253.

Omidbaigi, R. 2007. Approaches to the production and processing of medicinal plants, Volume I, Behnashr Publication, 283 pages. (In Persian)

Rafati, A., Valizadeh, N., Sefidkon, F., Imani, Y. and Noormand Moayyed F. 2021. Variability in the quantity and quality of the essential oil of *Nepeta crassifolia* in natural habitats and agronomical conditions of East Azerbaijan Province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 10.22092/IJMAPR.2021.354805.3002. (In Persian)

Rasti, A. 2002. Study of the effect of habitat on Aras plant species in Amarloo Rudbar region and identification and comparative study of its essential oil compounds at different altitudes and slope directions. Master Thesis, Urmia University. (In Persian).

Razazi, N., Ashraf Jafari, A., Khodarahmpour, Z. and Sadat, Sh. 2021. Phytochemical comparison of essential oils in five species of *Stachys* L. in Khorramabad agronomic conditions. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 9(3): 1-15. (In Persian)

Rezaei, M., Jaymand, K. and Moalemi, M. 2002. Study on chemical constituents of *Valeriana sisymbriifolia* vahl of essential oils from three different locallities. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 18: 123-135. (In Persian)

Rouphael, Y., Raimondi, G., Paduano, A., Sacchi, R., Barbieri, G. and De Pascale, S. 2015. Influence of organic and conventional farming on seed yield, fatty acid composition and tocopherols of *Perilla*. Amer. Journal of the Chemical Society, 9(4): 303-308.

Ruberto, G., Barrata, M.T., Sari, M. and Kaˆabeche, M. 2002. Chemical composition and antioxidant activity of essential oils from Algerian *Origanum glandulosum* Desf. Flavour and Fragrance Journal, 17: 251-254.

Saeb, K. and Gholamrezaee, S. 2012. Variation of essential oil composition of *Melissa officinalis* L. leaves during different stages of plant growth. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 2(z2): s547-s549.

Safaei, L., Sharifi Ashoorabadi, E., Afiuni, D. 2017. Study of effective environmental factors on Thyme quality and quantity in field and habitat conditions. Plant Ecophysiology (Arsanjan Branch), 9(29): 195-203.

Sato, S., Ikeda, H., Furukawa, H., Murata, Y. and Tomoda, M. 2004. Effect of nutrient solution concentration on inorganic and glycyrrhizin content *Glycyrrhiza glabra*. Yakugaku Zasshi. 124(10): 705-709.

Sharma, S., Arunachalam, K., and Arunachalam, A. 2022. Morphology and physiology of *Perilla frutescens* (Linn.) Britt in relation to micro-climate and edaphic characteristics Tropical Ecology, 1-12. doi.org/10.1007/s42965-021-00195-w

Shen, Q., Qin, X., Wang, X., Tian, Sh., Xiang, Y. and Zhao, J. 2014. Effects of plant density on the economic yield and agronomic characters of *Perilla frutescens* L., Journal of Agricultural Science and Technology, 15(9): 1516-1520.

Siriamornpun, S., Li, D., Yang. L., Suttajit, S. and Suttajit, M., 2006. Variation of lipid and fatty acid composition in Thai Perilla seeds grown at different locations. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 28(1): 17-21.

Sonboli, A., Kanani, M., Yousefzadi, M. and Mojarad, M. 2009. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Salvia hydrangea* from two localities of Iran. Journal of Medicinal Plants, 8(30): 20-28. (In Persian)

Tajali, A.A., Amin, Gh.R. and Gandomkar Ghalhari, A. 2009. Study and identification compounds of essential oil of *Camphorosma monspeliaca* in different phonological Stages in Arak, Hamedan and Shahr-E-Kord Rangelands. Rangeland, 3(2): 302-316. (In Persian)

Tian, J., Zeng, X.B., Zhang, S., Wang, Y.Z., Zhang, P., Lu, A.J. and Peng, X. 2014. Regional variation in components and antioxidant and antifungal activities of *Perilla frutescens* essential oils in China. Industrial Crops and Products, 59: 69–79.

Wei, M.-C., Wang, C.-S., Wei, D.-H. and Yang, Y.-C. 2021. Insights into the supercritical CO_2 extraction of *Perilla* oil and its theoretical solubility. Processes, 9: 239.

Yavari, A. 2022. Study on essential oil variability of *Salvia sharifii* Rech. f. & esfand. in different natural habitats of Hormozgan Province. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 9(4): 33-47. (In Persian)