Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 18, Issue 1, 2026 p: 59-68 OPEN ACCESS

Research Paper

The Effects of the Genotype, Harvest Time, and Drying Method on the Yield and Chemical Composition of Peppermint (*Mentha piperita* L) Essential Oil in Iran

Zahra Bashirzadeh[1], Mehdi Mohebodini[2] and Roghayeh Fathi[3]

1- MSc Graduated, Department of Horticultural science, Faculty of Agriculture and Natural resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

2- Professor, Department of Horticultural science, Faculty of Agriculture and Natural resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, (Corresponding author: mohebodini@uma.ac.ir)

3- Assistant professor, Department of Horticultural science, Faculty of Agriculture and Natural resources, University of Lorestan, Khorramabad, Lorestan, Iran

Received: 05 May, 2025 Revised: 12 August, 2025 Accepted: 25 September, 2025

Extended Abstract

Background: The study of wild plant species is highly significant to enhance the performance of crops. The first step in the improvement of medicinal plants is the identification and collection of native genotypes due to their adaptation to the climate of the target region. The aerial parts of peppermint (*Mentha piperita* L.), which contain essential oils, phenolic compounds, flavonoids, fatty acids, vitamins, minerals, and salicylic acid, play a crucial role in selecting cultivars. The appropriate harvesting time for the plant should be determined to maximize effective compounds and dry matter yield. In most medicinal plant production methods, quick access to equipment for extracting active ingredients, particularly on a large scale, is not feasible without drying, which constitutes a significant portion of post-harvest operations. The quality of the dried medicinal plant depends on its active compound content, allowing for later extraction of effective materials. Menthol, the primary component of peppermint oil, is synthesized in trichomes on the leaf surface and accumulates there. Peppermint, as one of the most important medicinal plants in the Lamiaceae family, produces a diverse group of secondary metabolites. Medicinal plants are known for their spasmolytic, anti-diarrheal, antioxidant, sedative, and antimicrobial properties. In addition to their therapeutic effects, they are used as flavoring agents in food production and pharmaceutical products. The fundamental need for plant breeding programs is the diversity of germplasm, which facilitates the selection of desirable traits for improvement. The accurate identification of genotypes is essential for success in such methods.

Methods: The study was conducted to examine the diversity of essential oil content and chemical composition under different drying methods. Using a randomized complete block design with three replications, the research was performed at the Agricultural and Natural Resources Research Station in Meshgin Shahr, Ardabil Province, Iran, in 2022. Six peppermint accessions were cultivated from various regions of Iran (Ardabil, Hamadan, Kurdistan, Golestan, Meshgin, and Firoozabad). After sowing, irrigation was done immediately. Agricultural operations, including hand-weeding and pest and disease control, were performed during the growing season. The effect of two drying methods (shade drying and oven drying at 40 °C) was investigated on essential oil yield. Peppermint plants were harvested at full flowering, and the aerial parts were dried either in the shade or in an oven for essential oil extraction. Essential oils were extracted using the Clevenger apparatus via hydro-distillation under uniform conditions. Gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS) was used for chemical analysis, and statistical data analysis was performed using SPSS software.

Results: In total, 25 compounds were observed in the essential oils of the studied accessions, and there was considerable diversity among them. According to the results, Menthol, Eucalyptol, and Caryophyllene were the dominant components of the essential oil. The highest essential oil percentage belonged to Menthol, and Kurdistan (32.32%) and Ardabil (18.84%) showed the highest amount. Variance analysis results showed significant differences in essential oil yield among peppermint accessions at 1% and 5% probability levels and in three-way interactions. Additionally, mean comparison results indicated that plants from the Ardabil accession, dried in the shade at full flowering, produced the highest essential oil yield. Correlation results revealed

Copyright ©2026. bashirzadeh et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 Unported License, which allows users to read, copy, distribute, and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]

[DOI: 10.66224/jcb.2026.1595]

the strongest relationship between Cyclobenzene and Isoaromadendrene (r = 0.98). Menthol (32.32%) was identified as the most abundant compound, followed by Pulegone (28.21%), Calyptol (12.50%), and Caryophyllene (8.12%).
Conclusion: Preserving plant biodiversity is crucial for creating structural diversity and primary compounds for sustainable development in the future. Medicinal plants have been a rich source of essential compounds for treating various diseases since ancient times and hold a special place in research. The findings of this study indicate significant genetic diversity among peppermint accessions in Iran, providing potential for genetic comparison and cultivar development. Plants from the Ardabil accession at full flowering, dried in the shade, demonstrated the highest essential oil yield and the number of compounds, with menthol being the predominant compound (32.32%). The Kurdistan accession showed the second-highest menthol content. These results suggest the possibility of selecting desirable accessions and identifying superior traits for future breeding programs.

Keywords: Essential oil, Harvesting time, Medicinal plants, Menthol, Oven drying, Peppermint

How to Cite This Article:. Bashirzadeh, Z., Mohebodini, M., & Fathi, R. (2026). The Effects of the Genotype, Harvest Time, and Drying Method on the Yield and Chemical Composition of Peppermint (*Mentha piperita* L) Essential Oil in Iran. *J Crop Breed,* 18(1), 59-68. DOI: 10.61882/jcb.2026.1601

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]

[DOI: 10.66224/jcb.2026.1595]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر ژنوتیپ، زمان برداشت و روش خشک کردن بر بازده و ترکیب شیمیایی اسانس نعناع‌فلفلی ایران

زهرا بشیرزاده[۱]، مهدی محب‌الدینی[۲] و رقیه فتحی[۳]

۱- کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲- استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، (نویسنده مسوول: mohebodini@uma.ac.ir)
۳- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، لرستان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۵ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۳
صفحه: ۵۹ تا ۶۸

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: تنوع ژنتیکی گونه‌های گیاهی و ارتباط آنها با گونه‌های وحشی جهت بهبود عملکرد محصولات بسیار حائز اهمیت است. اولین گام در اصلاح گیاهان دارویی، شناسایی و جمع‌آوری ژنوتیپ‌های بومی است که به دلیل داشتن سازگاری با اقلیم منطقه مورد نظر، اهمیت بسیار زیادی در گزینش ارقام دارند. قسمت هوایی نعناع‌فلفلی حاوی اسانس، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی، اسیدهای چرب، ویتامین‌ها، مواد معدنی و اسید سالیسیلیک است. زمان مناسب برای برداشت گیاه باید با توجه به حداکثر مقدار موثر تعیین شود. ماده و بازده ماده خشک در اکثر روش‌های تولید گیاهان دارویی، دسترسی سریع به تجهیزات استخراج مواد موثره به خصوص در سطوح بالا امکان پذیر نیست و این مستلزم خشک کردن است که بخش بزرگی از گیاهان و استخراج ماده موثره در زمان‌های بعدی با توجه به کیفیت داروی خشک شده گیاهان با محتوای ترکیبات فعال بیولوژیکی آن‌ها تعریف می‌شود. منتول مهمترین ترکیب روغن نعناع است که سنتز می‌شود و در تریکوم‌های غده‌ای روی سطح برگ تجمع می‌یابد. نعناع‌فلفلی با نام علمی *Mentha piperita* L. با خواص دارویی متعدد یکی از مهمترین گیاهان خانواده نعناعیان است که گروه عمده و متنوعی از متابولیت‌های ثانویه را تولید می‌کنند. گیاهان دارویی دارای خواص ضد اسپاسم، ضد اسهال، آنتی‌اکسیدان، آرام‌بخش و ضد میکروبی هستند. علاوه بر اثرات درمانی، به‌عنوان طعم دهنده در تولید انواع غذاها و فرآورده‌های دارویی استفاده می‌شود. نیاز اساسی برای برنامه‌های اصلاح نباتات، تنوع ژرم‌پلاسم است که امکانات لازم را برای اصلاح گونه‌هایی با ویژگی‌های مطلوب فراهم می‌کند؛ بنابر این، شناسایی دقیق ژنوتیپ‌ها در این روش پیش‌نیاز محسوب می‌شود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی تنوع میزان اسانس و ترکیبات شیمیایی آن در زمان‌های مختلف برداشت و خشک کردن، آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در استان اردبیل در اداره ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان مشگین‌شهر در سال ۱۴۰۱ اجرا گردید. در این مطالعه، ریزوم‌های شش توده گیاه نعناع‌فلفلی جمع‌آوری شده از شهرهای مختلف ایران (اردبیل، همدان، کردستان، گلستان، مشگین‌شهر و فیروزآباد) خریداری و کشت شدند. بلافاصله بعد از کشت آبیاری انجام شد. عملیات زراعی شامل وجین علف‌های هرز و مبارزه با آفات و بیماری‌ها در طول فصل رشد به‌صورت دستی انجام گرفت. همچنین، تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن گیاه (سایه و آون با دمای ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد) بر میزان عملکرد اسانس بررسی گردید و آنالیز ترکیبات اسانس توده‌های نعناع‌فلفلی در مرحله تمام گلدهی و روش خشک شدن در سایه صورت گرفت. به‌منظور استخراج اسانس، اندام‌های هوایی گیاه نعناع‌فلفلی از هر کرت جمع‌آوری شد و در سایه و آون خشک شد. اسانس‌گیری با استفاده از دستگاه کلونجر به‌روش تقطیر با آب در شرایط کاملاً یکسان انجام گرفت. آنالیز اسانس از طریق دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به آشکارساز جرمی GC-MS انجام شد و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

یافته‌ها: در مجموع، ۲۵ ترکیب در اسانس جمعیت‌های مورد مطالعه مشاهده گردید که تنوع قابل ملاحظه در میان آن‌ها وجود داشت. بر طبق نتایج، Menthol، Eucalyptol و Caryophyllene ترکیبات غالب اسانس بودند. بیشترین میزان اسانس مربوط به ترکیب Menthol بود که جمعیت کردستان (۳۲/۳۲ درصد) و اردبیل (۱۸/۸۴ درصد) دارای بیشترین مقدار بودند. نتایج تجزیه واریانس میزان اسانس داده‌ها نشان دادند که اثر متقابل سه جانبه‌ی توده‌های مختلف نعناع‌فلفلی در سطح احتمال ۵ درصد و اثر متقابل دوجانبه‌ی توده‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند. همچنین، نتایج مقایسه میانگین نشان دادند که گیاهان توده اردبیل در مرحله گلدهی کامل که در سایه خشک شده بودند، بیشترین میزان اسانس را داشتند. نتایج همبستگی نیز نشان دادند که بیشترین میزان همبستگی بین صفات ایزوآرومادندرین و سیکلو بنزن $r=0/98$ مشاهده شد و کمترین همبستگی بین صفات پولیگون و منتیل استات $r=0/01$ به‌دست آمد. در این تحقیق، ۲۵ ترکیب مهم شناسایی شدند که بیشترین درصد مربوط به ترکیبات منتول (۳۲/۳۲ درصد)، کالیپتول (۲۸/۲۱ درصد)، پولیگون (۱۲/۵۰ درصد) و کاریوفیلین (۸/۱۲ درصد) بود.

نتیجه‌گیری: حفظ تنوع زیستی گیاهی برای ایجاد تنوع ساختاری و ترکیبات اصلی در آینده برای توسعه پایدار تمدن بشری مهم است. گیاهان دارویی یکی از منابع غنی ترکیبات مهم از قدیم تا به امروز هستند که جایگاه ویژه‌ای در درمان بسیاری از بیماری‌ها پیدا کرده‌اند و دلیل مهمی برای بسیاری از مطالعات روی گیاهان دارویی شده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی در میان توده‌های نعناع‌فلفلی در ایران وجود دارد که نشان‌دهنده وجود پتانسیل‌های ژنتیکی قابل مقایسه برای توسعه رقم است. در مجموع، نتایج این پژوهش نشان دادند که گیاهان نعناع‌فلفلی در مرحله رسیدن به گلدهی کامل و روش خشک شدن با سایه در توده اردبیل بیشترین میزان اسانس و تعداد ترکیبات را داشتند و همچنین بیشترین مقدار ترکیبات مربوط به ترکیب منتول (۳۲/۳۲ درصد) در توده کردستان مشاهده گردید که می‌توان از نتایج آن، صفات برتر در توده‌های مورد نظر را شناسایی و در برنامه‌های اصلاحی از آن‌ها استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، آون، زمان برداشت، گیاهان دارویی، منتول، نعناع فلفلی

مقدمه

استفاده از گیاهان دارویی از هزاران سال پیش به‌عنوان روش درمان در جوامع محلی مطرح بوده است (Fitzgerald *et al.*, 2020). همچنین، به‌دلیل داشتن متابولیت‌های ثانویه همچون اسانس‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها و فلاونوئیدها از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای در علوم پزشکی و داروسازی برخوردارند و کشت و کار گیاهان دارویی از نظر ایجاد تنوع و پایداری می‌تواند نقش مهمی در اکوسیستم‌های کشاورزی ایفا نماید. جایگاه و اهمیت گیاهان دارویی در این دوران قابل توجه است، زیرا اعلام سازمان جهانی بهداشت مبنی بر عدم استفاده از رنگ‌ها و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]

[DOI: 10.66224/jcb.2026.1595]

اسانس‌ها و عوارض جانبی داروهای مصنوعی، سبب رونق گرفتن کشت گیاهان دارویی شده است (Hajilaoui *et al*., 2009).

نعناع‌فلفلی *Mentha Piperita* L. به‌عنوان یک گیاه چندساله دارویی متعلق به خانواده نعناعیان Lamiaceae است که مقدار مصرف سالانه اسانس آن در جهان به حدود ۷۰۰۰ تن می‌رسد (Amani Machiani *et al*., 2018). نعناع‌فلفلی یک گیاه هیبرید است که والدین آن را *Mentha aquatic* و *Mentha spicata* ذکر کرده‌اند (Ostadi *et al,* 2023).

اعضای جنس *Mentha* به واسطه اسانس ارزشمندی که دارند، در بیشتر مناطق دنیا اهمیت اقتصادی بالایی دارند. اسانس نعناع‌فلفلی نیز به‌عنوان جزئی از محصولات غذایی و آرایشی بهداشتی به‌طور گسترده استفاده می‌شود. علاوه بر این، می‌تواند دردهای آرتریتی، روماتیسمی و دردهای مزمن را به‌دلیل اثرات ضد دردی که دارد، کاهش دهد (Adel *et al*., 2015). همچنین، اسانس این گیاه یکی از معروف‌ترین و رایج‌ترین روغن‌های اسانس مورد استفاده است و این به‌دلیل ترکیب‌های اصلی آن یعنی منتول و منتون است که خاصیت ضد میکروبی دارند (SeifSahandi *et al*., 2019). درصد اسانس موجود در گیاه و میزان ترکیبات موجود در اسانس توسط عوامل ژنتیکی کنترل می‌شوند (Bouyahya *et al*., 2019). بنابر این، از طریق گزینش می‌توان محتوای اسانس را بهبود بخشید (Azizi *et al*., 2016).

مقدار و کیفیت اسانس، بیشتر تحت تاثیر نحوه خشک کردن قرار می‌گیرد، و باید با توجه به نوع مواد موثره گیاهی روش مناسبی را برای خشک کردن آن‌ها در نظر گرفت (Rita & Animesh, 2011). یکی دیگر از مهم‌ترین مزایای خشک کردن و کاهش آب محصول این است که هزینه بسته‌بندی، انبارداری و حمل و نقل کاهش می‌یابد، باعث کم شدن حجم و وزن محصول خشک شده می‌شود و قابلیت نگهداری برای مدتی طولانی در دمای محیط را می‌یابند. به‌علاوه در گیاهان دارویی، بسته به نوع عملیات فرآوری، ممکن است کیفیت و کمیت محصول تغییر نماید (Mumivand *et al*., 2020).

نتایج مطالعه یادگاری و همکاران (Yadegari *et al*., 2013) نشان دادند که روش خشک کردن تأثیر معنی‌داری بر میزان اسانس و ترکیب گیاهان معطر داشت چرا که بیشتر اجزای اسانس در دمای بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. بیشترین درصد اسانس گیاه نعناع‌فلفلی در روش خشک کردن در سایه بود و کمترین درصد اسانس گیاه نعناع‌فلفلی در روش خشک کردن با مایکروفر در توان‌های ۶۰۰ و ۹۰۰ وات گزارش شد. هر چه زمان برای خشک کردن کمتر باشد درصد اسانس موجود در گیاه نیز بیشتر کاهش می‌یابد و از ۱۶ ترکیب شیمیایی اسانس که مورد تجزیه قرار گرفته بودند، بالاترین میزان (۹۲/۹۸ درصد) مربوط به برداشت در گلدهی کامل و کمترین میزان (۲۶/۹۱ درصد) مربوط به برداشت در مرحله قبل از گلدهی بودند. در تحقیقی دیگر نشان دادند که گیاه نعناع‌فلفلی در آبیاری مناسب و تغذیه کافی بیشترین عملکرد بیولوژیک و اسانس را تولید کرد (Rostami *et al*., 2018).

در پژوهشی، نتایج آنالیز درصد و ترکیبات شیمیایی اسانس نشان دادند که نوع ژنوتیپ تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان این ترکیبات در ژنوتیپ‌های مختلف پونه وحشی داشت (Mohammadi Tabar *et al*., 2024).

همچنین، بیشترین ترکیبات اصلی اسانس نعناع برای پیپریتنون (۱۶/۳۴ درصد) و پولگون (۱۳/۷۲ درصد) گزارش شد (Tutar *et al*., 2016)).

در پژوهشی، ترکیبات اسانس نعناع‌فلفلی شامل Linalyl، Limonene ،1,8-Cineole ،Menthol ،Menthyl acetate و *p*-menth-2-en-ol به‌ترتیب ۲۸/۲، ۳۳/۴، ۴۶/۱، ۶۴/۵ و ۳۴/۵ درصد بودند (Sun-Ah *et al*., 2014).

بنابر این، هدف از انجام این آزمایش بررسی تأثیر ژنوتیپ، زمان برداشت و روش خشک کردن بر بازده و ترکیب شیمیایی اسانس نعناع‌فلفلی است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، به‌منظور ارزیابی تنوع میزان اسانس و آنالیز مواد مؤثره آن در ژنوتیپ‌های مختلف نعناع‌فلفلی، آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. ابتدا زمین موردنظر با استفاده از بیل دستی شخم زده و سپس کرت‌بندی شد. هر کرت به ابعاد ۱۵۰×۱۵۰ سانتی‌متر بود و فاصله بین ردیف‌های کشت ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها در هر ردیف ۱۵ سانتی‌متر بودند. در این مطالعه، ریزوم‌های شش توده گیاه نعناع‌فلفلی جمع‌آوری شده از شهرهای مختلف ایران (اردبیل، همدان، کردستان، گلستان، مشگین‌شهر و فیروزآباد) خریداری شدند. برای بررسی آنالیز اسانس و مقایسه میزان آن در ژنوتیپ‌های مختلف نعناع‌فلفلی که به‌صورت مشخص و جداگانه نشانه‌گذاری شده بودند، ریزوم هر گیاه بر اساس طرح انتخاب شده در شرایط مزرعه در ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی شهرستان مشگین‌شهر کشت شد. عملیات زراعی مورد نیاز از جمله وجین علف‌های هرز و مبارزه با آفات و بیماری‌ها در طول فصل رشد انجام گردید. صفت عملکرد اسانس در دو زمان مختلف برداشت (نیمه گلدهی و گلدهی کامل) بررسی شد. همچنین، تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن گیاه (سایه و آون با دمای ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد) بر میزان عملکرد اسانس بررسی گردید و آنالیز مواد موثره اسانس ژنوتیپ‌های نعناع‌فلفلی در مرحله تمام گلدهی و روش خشک شدن در سایه صورت گرفت. به منظور استخراج اسانس، اندام‌های هوایی گیاه نعناع فلفلی از هر کرت جمع‌آوری و در سایه یا در آون خشک شدند.

به‌منظور استخراج اسانس ژنوتیپ‌ها، ۲۵ گرم از اندام‌های هوایی خشک‌شده توسط آسیاب خرد شد. اسانس‌گیری با استفاده از دستگاه کلونجر به‌روش تقطیر با آب در شرایط کاملاً یکسان انجام گرفت. به این منظور، اندام‌های هوایی خردشده‌ی بوته‌ها در بالن دستگاه تقطیر کلونجر ریخته شدند و میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به بالن اضافه گردید. عمل حرارت دادن به مدت ۳ ساعت ادامه یافت. برای اندازه‌گیری درصد اسانس، اسانس حاصل استخراج گردید و درصد آن براساس مقدار اندام هوایی پودرشده و میزان اسانس محاسبه شد. اسانس‌های

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.66224/jcb.2026.1595]

جمع‌آوری شده در داخل میکروتیوب ریخته شدند و در یخچال با دمای چهار درجه به دور از هوا و نور قرار گرفتند.

تجزیه اسانس از طریق دستگاه کروماتوگرافی گازی (American Agilent 7890B) مجهز به آشکارساز جرمی مدل Agilent 5975 C و نرم‌افزار HP Chemstation در محیط ویندوز و اینجکتور با مد 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 انجام شد و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان دادند که اثر متقابل سه جانبه‌ی ژنوتیپ‌های مختلف نعناع‌فلفلی، زمان برداشت و روش خشک کردن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل دوجانبه‌ی ژنوتیپ با روش خشک کردن در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر نشان دادند که گیاهان ژنوتیپ اردبیل در مرحله گلدهی کامل که در سایه خشک شده بودند، بیشترین میزان اسانس (۳/۷۸ درصد) را داشتند. و بعد از آن گیاهان مربوط به ژنوتیپ کردستان (۳/۰۹ درصد) در مرحله گلدهی کامل که پس از برداشت در آون خشک شده بودند، تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند. همچنین، کمترین میزان اسانس مربوط به توده فیروزآباد (۰/۵۲ درصد) در مرحله نیمه گلدهی و روش خشک کردن با آون بود (جدول ۲).

در تحقیقی دیگر، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان دادند که بین زمان‌های برداشت اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد برای صفات اسانس برگ و گل در هر دو منطقه وجود داشت. در منطقه حمیدیه، بیشترین درصد اسانس برگ تازه در ماه تیر ثبت گردید و با نمونه‌های برداشت شده در ماه مرداد اختلاف معنی‌داری نداشت (Mahmoodi & Akbarzadeh, 2016).

تحقیقات روی نعناع‌فلفلی نشان دادند که منطقه کشت و زمان برداشت روی اسانس این گیاه اثرگذار بودند (Zheljazkov *et al*., 2009).

در تحقیقی که روی تنوع فیتوشیمیایی اسانس جمعیت‌های مختلف آویشن انجام دادند، نتایج آنالیز ترکیبات اسانس ۱۵ جمعیت آویشن نشان دادند که بین جمعیت‌های مورد ارزیابی از لحاظ درصد و نوع ترکیبات تفاوت وجود داشت (Najafzadeh *et al*., 2023).

در تحقیق دیگری، نتایج تجزیه واریانس نشان دادند که روش‌های مختلف خشک کردن بر میزان درصد اسانس، فنول کل، و رادیکال نیتریک اکسید مرزنجوش در سطح احتمال ۰/۱ درصد معنی‌دار بودند. بیشترین میزان درصد اسانس، فنول و فلاونوئید کل گیاه در روش خشک کردن در سایه بدست آمد و کمترین مقدار اسانس، فنول و فلاونوئید کل در روش خشک کردن در زیر نور مستقیم آفتاب مشاهده شد (Rahimi & Farrokhi, 2019).

جدول ۱- تجزیه واریانس میزان اسانس در ژنوتیپ‌های نعناع‌فلفلی

Table 1. Analysis of variance for the essential oil content of *Mentha piperita* L. genotypes

منابع تغییرات Source of Variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square
Block (بلوک)	2	3.24^{**}
Genotype (ژنوتیپ)	5	0.30^{ns}
Harvesting time (زمان برداشت)	1	22.60^{**}
Drying method (روش خشک کردن)	1	5.30^{**}
Harvesting time × Genotype (ژنوتیپ×زمان برداشت)	5	0.87^{ns}
Drying method× Genotype (ژنوتیپ×روش خشک کردن)	5	1.93^{**}
Drying method× Harvesting time (زمان برداشت×روش خشک کردن)	1	0.19^{ns}
Drying method× Harvesting time × Genotype (زمان برداشت×روش خشک کردن×ژنوتیپ)	5	1.35^{*}
Error (خطا)	46	0.48
CV ٪ (ضریب تغییرات)	43	

ns، **،*: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطوح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد.

ns, * and **: Non significance and significance at 5% and 1% probability levels, respectively.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]

[DOI: 10.66224/jcb.2026.1595]

جدول۲- مقایسه میانگین اثر میزان اسانس ژنوتیپ‌های نعناع‌فلفلی
Table 2. Mean comparisons of the essential oil content of *Mentha piperita* L. genotypes

ژنوتیپ‌ها Genotypes	زمان برداشت Harvesting time (%)	روش خشک کردن Drying method	میزان اسانس Essential oil content (%)
اردبیل Ardabil	50%	آون Oven	0.87^{f-h}
		سایه shade	1.06^{d-h}
	100%	آون Oven	1.22^{c-h}
		سایه shade	3.78^{a}
همدان Hamedan	50%	آون Oven	1.20 $^{c-h}$
		سایه shade	0.77^{f-h}
	100%	آون Oven	2.56^{a-d}
		سایه shade	2.61^{abc}
کردستان Kordestan	50%	آون Oven	0.69^{gh}
		سایه shade	0.76^{b-h}
	100%	آون Oven	3.09^{ab}
		سایه shade	1.66^{c-h}
گلستان Golestan	50%	آون Oven	0.92^{e-h}
		سایه shade	1.33^{c-h}
	100%	آون Oven	1.46^{c-h}
		سایه shade	2.42^{a-e}
مشگین‌شهر Meshginshahr	50%	آون Oven	0.58^{g-h}
		سایه shade	1.42^{c-h}
	100%	آون Oven	1.14^{c-h}
		سایه shade	2.25^{b-g}
فیروزآباد Firoozabad	50%	آون Oven	0.52^{h}
		سایه shade	2.06^{b-g}
	100%	آون Oven	1.40^{c-h}
		سایه shade	2.02^{b-h}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند ($P > 0.05$).
Means within a column followed by the same letter are not significantly different ($p> 0.05$).

آنالیز ترکیبات اسانس در ژنوتیپ‌های مختلف نعناع‌فلفلی

در مجموع، ۲۵ ترکیب مهم شناسایی شدند و در بین آن‌ها Limonene، Menthol، Cadinol، Pulegone، Ledol، Propazulene، Pulegone, α-Pinene و Terpinol از جمله ترکیبات مهم شناسایی شده بودند. نتایج مقایسه میانگین مواد مؤثره اسانس ژنوتیپ‌های نعناع‌فلفلی نشان دادند که ژنوتیپ اردبیل بیشترین مقدار Ledol (۰/۴۵ درصد)، Copaene (۰/۵۸ درصد)، Cadinol (۰/۵۹ درصد)، Benzopyran (۱/۷ درصد)، Naphthalene (۰/۷۸ درصد) و Amyl isovalerate (۳/۲۸ درصد) را در بین ژنوتیپ‌ها نشان داد. ژنوتیپ مشگین‌شهر بیشترین مقدار Valeric acid (۱/۸۰ درصد)، Phenol (۲/۶۸ درصد)، Eucalyptol (۲۷/۶۹ درصد) و Spathulenol (۰/۸۴ درصد) را داشت. ژنوتیپ کردستان بیشترین مقدار Menthol (۳۲/۳۲ درصد)، α-Pinene (۷/۱۸ درصد)، Pentanoic acid (۲ درصد)، Furandione (۷/۶ درصد) و Butanoic acid (۱/۶۵ درصد) را داشت. ژنوتیپ نورآباد بیشترین مقدار Propazulene (۶/۵۴ درصد)، Eucalyptol (۲۸/۲۱ درصد)، Oxalic acid (۰/۳۳ درصد)، Undecadien (۰/۱۳ درصد) و Dodecatriene (۲/۸ درصد) را داشت. در بین ژنوتیپ‌های نعناع‌فلفلی، ژنوتیپ اردبیل بیشترین تعداد را در بالا بودن میزان ترکیبات اسانس و ژنوتیپ کردستان بیشترین مقدار را در ترکیبات منتول با (۳۲/۳۲ درصد) در بین توده‌ها داشتند (جدول ۳).

در تحقیقی دیگر، آنالیز شیمیایی اسانس نشان داد که ترکیبات غالب موجود در اسانس نعناع‌فلفلی به ترتیب شامل منتول(۳۸/۱ -۳۲/۷٪) سینئول (۲۱/۴-۱۸/۳٪) و منتون (۶/۱-۵/۲٪) بودند (Jamali *et al*., 2024).

در پژوهشی دیگر، ترکیب شناسایی شده از اندام هوایی نعناع‌فلفلی نشان داد که عمده اجزای تشکیل دهنده شامل camphane، menthone، menthol، β-pinene، pulegone، β-cubebene، α-pinene، γ-terpinene، carane، piperiton (به‌ترتیب ۱۴/۰۱، ۱۳/۸۹، ۱۲/۳۷، ۷/۶۲، ۶/۴۱، ۴/۹۵، ۴/۷۴، ۴/۰۸، ۳/۸۱ و ۳/۰۴ درصد) بودند (Golparvar & Hadipanah, 2013).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.66224/jcb.2026.1595]

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ترکیبات اسانس ژنوتیپ‌های نعناع‌فلفلی
Table 3. Mean comparisons of the essential oil composition of *Mentha piperita* L. genotypes

Pulegone	Copaene	Valeric acid	Menthol	Eucalyptol	Octatriene	α-Pinene	Pentanoic acid	ژنوتیپ‌ها Genotypes
3.96^{d}	0.58^{a}	0.59^{bc}	18.83^{b}	25.38^{b}	0.23^{d}	7.18^{a}	1.87^{ab}	Ardabil (اردبیل)
6.14^{c}	0.37^{c}	0.46^{cd}	*4.08^{d}*	8.38^{d}	0.21^{b}	6.24^{ab}	0.54^{bc}	Hamedan (همدان)
3.89^{d}	0.47^{b}	0.67^{bc}	32.32^{a}	9.10^{c}	0.16^{d}	7.21^{a}	2^{a}	Kordestan (کردستان)
2.14^{f}	0.06^{e}	0.05^{d}	0.29^{e}	6.01^{e}	0.05^{f}	0.53^{c}	0.22^{c}	Golestan (گلستان)
12.50^{a}	0.46^{b}	1.80^{a}	12.36^{c}	27.69^{a}	0.07^{e}	4.81^{b}	1.42^{a}	Meshginshahr (مشگین‌شهر)
8.38^{b}	0.31^{b}	0.98^{b}	1.59^{e}	28.21^{a}	0.15^{g}	4.91^{c}	1.92^{a}	Firoozabad (فیروزآباد)

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌داری ندارند (P>0.05).
Means within a column followed by the same letter are not significantly different (p >0.05).

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ترکیبات اسانس ژنوتیپ‌های نعناع‌فلفلی
Table 3 Continued. Mean comparisons of the essential oil composition of *Mentha piperita* L. genotypes

Isoaroma dendrene	Furandione	Benzopyran	Menthyl acetate	Naphthalene	α-Cadinol	Ledol	Sesquiphe llandrene	ژنوتیپ‌ها Genotypes
0.20^{b}	0.08^{c}	1.70^{a}	0.13^{b}	0.78^{a}	0.59^{a}	4.53^{a}	0.23^{b}	Ardabil (اردبیل)
0.35^{a}	3.89^{b}	0.10^{b}	13.12^{a}	0.19^{b}	0.25^{c}	2.78^{bc}	0.14^{b}	Hamedan (همدان)
0.09^{f}	7.6^{a}	0.10^{b}	0.75^{b}	0.14^{c}	0.12^{f}	2.93^{bc}	0.39^{b}	Kordestan (کردستان)
0.12^{e}	0.66^{c}	0.04^{b}	0.003^{b}	0.06^{e}	0.21^{d}	1.82^{c}	0.15^{b}	Golestan (گلستان)
0.17^{c}	3.99^{b}	0.32^{b}	0.003^{b}	0.11^{d}	0.17^{e}	3.13^{b}	1.80^{a}	Meshginshahr (مشگین‌شهر)
0.14^{d}	3.43^{b}	0.22^{b}	0.16^{b}	0.12^{cd}	0.40^{b}	3.20^{b}	0.24^{b}	Firoozabad (فیروزآباد)

اعداد با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند (P > 0.05).
Means within a column followed by the same letter are not significantly different (p >0.05).

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ترکیبات اسانس ژنوتیپ‌های نعناع‌فلفلی
Table 3 Continued. Mean comparisons of the essential oil composition of *Mentha piperita* L. genotypes

Butanoic acid	Oxalic acid	Caryophyllene	Propazulene	Camphene	Amyl isovalerate	Dodecatriene	Undecadien	Spathulenol	ژنوتیپ‌ها Genotypes
0.19^{bc}	0.003^{f}	9.56^{c}	0.72^{b}	0.26^{b}	3.28^{a}	1.84^{a}	0.09^{b}	0.72^{c}	Ardabil (اردبیل)
0.52^{b}	0.14^{c}	6.93^{b}	0.40^{bc}	0.24^{c}	0.35^{c}	1.11^{a}	0.08^{b}	0.40^{f}	Hamedan (همدان)
1.65^{a}	0.17^{b}	3.84^{c}	0.14^{c}	0.46^{a}	0.09^{c}	0.55^{a}	0.08^{b}	0.64^{d}	Kordestan (کردستان)
0.04^{c}	0.04^{e}	0.24^{f}	0.23^{c}	0.003^{e}	0.11^{c}	0.51^{a}	0.003^{c}	0.23^{e}	Golestan (گلستان)
0.13^{bc}	0.07^{d}	3.65^{e}	0.21^{c}	0.26^{b}	0.48^{c}	1.25^{a}	0.01^{c}	0.84^{a}	Meshginshahr (مشگین‌شهر)
0.28^{bc}	0.33^{a}	8.12^{ab}	1.54^{a}	0.22^{d}	0.14^{c}	2.8^{a}	0.13^{a}	0.77^{b}	Firoozabad (فیروزآباد)

اعداد با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند (P > 0.05).
Means within a column followed by the same letter are not significantly different (p > 0.05).

تجزیه همبستگی

نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که صفت Pinene با صفات Cadinol، Octatriene، hexadiene، Pentanoic acid، Menthol، Copaene، Caryophyllene و Undecadien همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین، صفت Cadinol با صفات hexadiene، Pentanoic acid، Menthol، Furandione، Copaene و Pentanoic acid همبستگی معنی‌داری داشت. صفت Eucalyptol با صفات Valeric acid، Benzene، Caryophyllene، Dodecatriene، Ledol، Cadinol و Spathulenol همبستگی معنی‌داری داشت. صفت Menthol هم با صفات Furandione، Copaene، Butanoic acid و Ledol همبستگی معنی‌داری داشت. صفت Valeric acid با صفات Pulegone، Copaeneو Spathulenol همبستگی معنی‌داری داشت. صفت Pulegone با صفات Benzopyran، Eucalyptol و Ledol همبستگی معنی‌داری داشت. صفت Furandion با صفات Cyclo Benzene، Naphthalene، Butanoic acid و Cadinol و Oxalic acid همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. صفت Copaene با صفات Naphthalene، Cyclo Benzene، Caryophyllene، Ledol و Spathulenol همبستگی معنی‌داری داشت. صفت Naphthalene با صفات Caryophyllene، Ledol و Cadinol همبستگی معنی‌داری داشت. صفت Caryophyllene با صفات Undecadien، Dodecatriene، Spathulenol، Ledol و Cadinol همبستگی معنی‌داری نشان داد. صفت Ledol با صفات Cadinol همبستگی معنی‌داری داشت. صفت Cadinol هم با صفت Propazulene همبستگی معنی‌داری داشت. همچنین، نتایج همبستگی نشان دادند که بیشترین میزان همبستگی بین صفات Isoaroma dendrene و Naphthalene r =۰/۹۸ و کمترین همبستگی بین صفات Pulegone و Menthyl acetate r=۰/۰۱ مشاهده شدند (جدول ۴).

تصویر کروماتوگرام GC/MS اسانس گیاه نعناع‌فلفلی در مرحله تمام گلدهی یکی از توده‌ها در شکل زیر آورده شده است (شکل ۱).

همچنین، Mentho furan همبستگی منفی و معنی‌داری با میزان پروتئین داشت (r= −۰/۹۵). درصد اسانس همبستگی منفی و معنی‌داری با فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی داشت .اگرچه تنها همبستگی میان درصد اسانس با فعالیت آنزیم کاتالاز معنی‌دار بود و میزان Pulegone همبستگی منفی و معنی‌داری با فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی داشت (*et al*., Seif Sahandi 2019).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.66224/jcb.2026.1595]

در مطالعه اجزای اسانس نعناع‌فلفلی همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ترکیبات از جمله منتون، نئومنتول، و گاما ترپینن مشاهده شد (Motiee & Abdoli, 2021).

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین ترکیبات اسانس در ژنوتیپ‌های مختلف نعناع‌فلفلی ایران

Table 4. Correlation coefficients among the essential oil composition of *Mentha piperita* L. genotypes.

	Bh	Pi	Ca	Chp	Eu	Oc	Pe	Iso	Men	Nv	Pul	Fu	Ace
Bh	1												
Pi	0.61	1											
Ca	0.24	0.86*	1										
Chp	0.06	0.47	0.79	1									
Eu	0.27	0.34	0.13	-0.22	1								
Oc	0.63	0.73	0.37	-0.01	0.32	1							
Pe	0.27	0.74	0.89*	0.75	0.46	0.30	1						
Iso	0.91*	0.38	0.07	0.02	0.40	0.35	0.27	1					
Men	0.28	0.60	0.83*	0.95**	-0.03	0.05	0.83*	0.27	1				
Nv	-0.11	0.39	0.44	0.05	0.77	0.05	0.57	-0.05	0.17	1			
Pul	-0.27	0.17	0.17	-0.26	0.65	-0.05	0.22	-0.24	-0.16	0.92**	1		
Fu	-0.39	0.44	0.75	0.62	-0.17	0.04	0.50	0.59	0.50	0.38	0.30	1	
Ace	-0.14	0.21	0.04	-0.25	-0.43	0.27	-0.43	-0.17	-0.25	-0.25	-0.01	0.17	1
Cop	0.66	0.88*	0.78	0.47	0.48	0.44	0.78	0.59	0.69	0.52	0.27	0.25	0.05
Na	0.96**	0.48	0.16	0.07	0.33	0.47	0.30	0.98**	0.31	-0.10	-0.29	0.51	-0.06
Car	0.81	0.76	0.34	-0.10	0.56	0.91*	0.35	0.62	0.07	0.23	0.11	-0.14	0.20
Und	0.46	0.75	0.51	0.19	0.27	0.95**	0.5	0.18	0.19	0.08	-0.06	0.25	0.15
Dod	-0.52	0.45	0.04	-0.39	0.84*	0.71	0.25	0.48	-0.23	0.44	0.39	-0.31	-0.10
Epi	-0.32	-0.06	0.20	0.07	0.48	-0.50	0.34	-0.11	0.18	0.82*	0.79	0.26	0.32
But	-0.03	0.55	0.81*	0.86*	-0.41	0.20	0.55	-0.26	0.74	-0.03	-0.23	0.82*	0.16
Spa	0.23	0.62	0.58	0.23	0.87*	0.33	0.80	0.28	0.39	0.88*	0.66	0.27	-0.40
Led	0.86*	0.76	0.53	0.29	0.57	0.53	0.66	0.85*	0.54	0.33	0.07	-0.13	-0.13
Cadi	0.81*	0.31	-0.13	-0.30	0.54	0.65	0.09	0.82*	-0.12	-0.06	-0.17	0.66	-0.12
Isoar	0.40	0.25	-0.06	-0.46	-0.09	0.33	-0.40	0.17	-0.33	-0.09	0.13	-0.13	0.89*
Phe	-0.43	0.11	0.37	0.19	0.53	-0.32	0.50	-0.29	0.24	0.90*	0.83*	0.49	-0.38
Pro	0.34	0.27	-0.09	-0.41	0.61	0.77	0.08	0.25	-0.37	0.16	0.13	-0.28	-0.11
Oxa	-0.32	0.27	0.26	-0.01	0.18	0.52	0.18	0.54	-0.17	0.28	0.29	0.52	0.07

ns، **،*: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطوح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد.

ns, * and **: Non significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.
Pinene (Pi), Cadinol (Ca), Eucalyptol (Eu), Octatriene (Oc), , Pentanoic acid (Pe), Isoaroma dendrene (Iso), Menthol (Men), Valeric acid (Nv), Pulegone (Pul), Furandione (Fu), Menthyl acetate (Men ace).

ادامه جدول ۴- ضرایب همبستگی بین ترکیبات اسانس در ژنوتیپ‌های مختلف نعناع‌فلفلی ایران

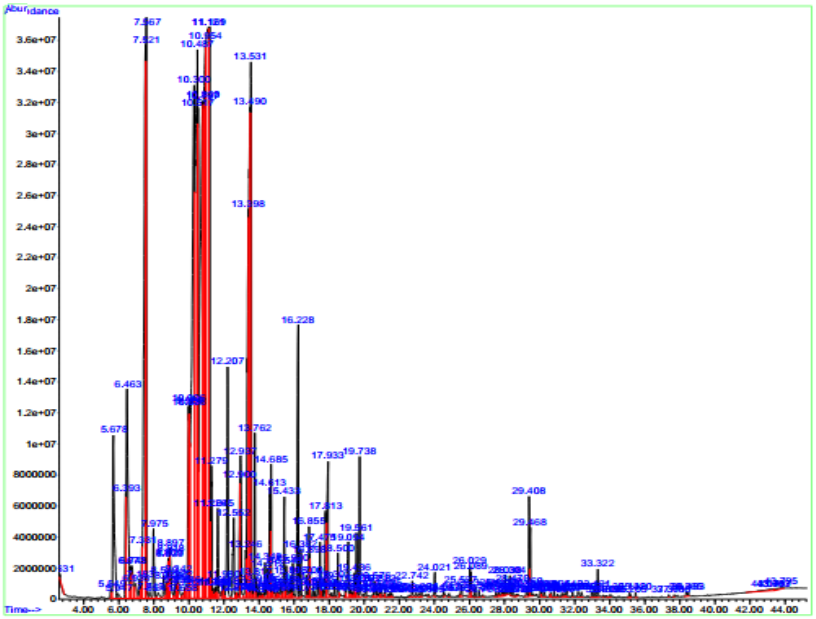
Table 4 Continued. Correlation coefficients among the essential oil composition of *M. piperita* genotypes

	Cop	Na	Car	Und	Dod	Epi	But	Spa	Led	Cadi	Isa	Pro	Oxa
Cop	1												7
Na	0.63	1											
Car	0.65	0.70	1										
Und	0.41	0.31	0.78	1									
Dod	0.40	0.49	0.84*	0.60	1								
Epi	0.31	-0.21	-0.24	-0.47	-0.003	1							
But	0.33	-0.14	-0.02	0.41	-0.39	-0.15	1						
Spa	0.73	0.26	0.51	0.38	0.63	0.58	0.06	1					
Led	0.91*	0.87*	0.77	0.44	0.58	0.11	0.07	0.65	1				
Cadi	0.33	0.83*	0.80	0.48	0.80	-0.35	-0.42	0.27	0.67	1			
Isoar	0.18	0.23	0.43	0.11	0.20	-0.17	-0.17	-0.20	0.14	0.19	1		
Pro	0.06	0.28	0.72	0.71	0.89*	-0.33	-0.30	0.37	0.28	0.73	0.05	1	
Oxa	-0.11	0.46	0.23	0.66	0.33	-0.17	0.32	0.26	-0.23	-0.09	-0.12	0.57	1

ns، **،*: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطوح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد.

ns, * and **: Non significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.
Copaene (Cop), Naphthalene (Na), Benzopyran (Ben), Caryophyllene (Car), Undecadien (Un), Dodecatriene (Dod),Epi Sesquiphe llandrene (Ep), Butanoic acid (Bu), Spathulenol (Spa), Ledol (Led), Cadinol (Cad), Isoaroma dendrene (Isoar), Propazulene (Pro), Oxalic acid (Oxa).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.66224/jcb.2026.1595]



شکل ۱- تصویر کروماتوگرام GC/MS ترکیبات اسانس گیاه نعناع‌فلفلی در مرحله تمام گلدهی ژنوتیپ همدان
Figure 1. The GC/MS chromatogram image of the essential compounds of peppermint plants in the 100%-flowering stage of the Hamadan genotype

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به‌دست آمده در این پژوهش نشان دادند که تنوع ژنتیکی بالایی در بین ژنتیپ های ایرانی گیاه نعناع فلفلی از لحاظ میزان اسانس و ترکیبات اسانس وجود داشت و بیشترین مقدار ترکیبات اسانس در ژنوتیپ کردستان مشاهده گردید. در مجموع، در این تحقیق ۲۵ ترکیب مهم شناسایی گردید که بیشترین درصد مربوط به ترکیبات Menthol، Eucalyptol، Pulegone و Caryophyllene بود و در ژنوتیپ‌های اردبیل، نورآباد و کردستان مشاهده گردید. همچنین، بیشترین تعداد ترکیبات را ژنوتیپ اردبیل داشت.

از جمله عوامل مهمی که در میزان ترکیب‌های مؤثره گیاهان تأثیر دارند و مورد توجه قرار می‌گیرند، زمان برداشت است. کمیت و کیفیت اسانس اندام یک گیاه در زمان‌های مختلف متفاوت هستند و باید در زمان مناسب، اندامی که بالاترین کمیت و کیفیت اسانس را دارد، جمع آوری گردد. نتایج این تحقیق نشان دادند که بیشترین میزان اسانس مربوط به گیاهان توده اردبیل در مرحله تمام گلدهی و خشک شده به روش سایه بود.

بنابر این، در مجموع می‌توان با انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از لحاظ دارا بودن بیشترین میزان اسانس و ترکیبات آن در ذخایر ژنتیکی و برنامه‌های اصلاح نباتات راهکارهای موثری ارائه داد.

تشکر و قدردانی

نگارندگان از همکاری اداره ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان مشگین‌شهر و همچنین گروه علوم باغبانی دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی کمال تشکر را دارند.

References

Abyar, S., Fakheri, B., Mahdinajad, N., & Harati Rad, M. (2017). Effects of different levels of vermicompost on growth indices and essential oils essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.) under different irrigation regimes. *Journal of Agronomy and Plant Breeding, 31*(2), 29-42. https://doi.org/ magiran.com/p1760127 [In Persian]

Adel, M., Abedian Amiri, A., Zorriehzahra, J., Nematolahi, A., & Esteban, MA. (2015). Effects of dietary peppermint (*Mentha piperita*) on growth performance, chemical body composition and hematological and immune parameters of fry Caspian white fish (*Rutilus frisii kutum*). *Fish Shellfish Immunol*, *45*(2), 841-847. https://doi.org/10.1016/j.fsi.2015.06.010

Amani Machiani, M., Javanmard, A., Morshedloo, M.R., & Maggi, F. (2018). Evaluation of competition, essential oil quality and quantity of peppermint intercropped with soybean. *Industrial Crops and Products*, *1*(11), 743-754. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.11.052

Azizi, A., Ardalani, H., & Honermeier, B. (2016). Statistical analysis of the associations between phenolic monoterpenes and molecular markers, AFLPs and SAMPLs in the spice plant Oregano. *Herba Polonica*, 62, 42-56. https://doi.org/10.1515/hepo-2016-0010

Bouyahya, A., Abrini, J., Dakka, N., & Bakri, Y. (2019). Essential oils of *Origanum compactum* increase membrane permeability, disturb cell membrane integrity, and suppress quorum-sensing phenotype in bacteria. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 9, 301-311. https://doi.org/10.1016/j.jpha.2019.03.001

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]

[DOI: 10.66224/jcb.2026.1595]

Fitzgerald, M., Heinrich, M., & Booker, A. (2020). Medicinal Plant Analysis: A Historical and Regional Discussion of Emergent Complex Techniques. *Frontiers In Pharmacology*, *10*, 1480. https://doi.org/10.3389/fphar.2019.01480

Golparvar, A., & Hadipanah, A. (2013). Chemical compositions of the essential oil from peppermint (*Mentha piperita* L.) cultivated in Isfahan conditions, *Journal of Herbal Drugs*, *4*(2), 75-80. https://journals.iau.ir/article_633210

Hajilaoui, H., Trabelsi, N., Noumim, E., Snoussi, M., & Fallah, R. (2009). Biological activities of the essential oils and methanol extract of tow cultivated mint species. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25(12), 38-222. https://doi.org/10.1007/s11274-009-0130-3

Hatami1, H., Rassam, Gh.A., & Dadkhah, A. (2024). Effect of Harvesting Time and Drying Methods on the Quantity and Quality of the Essential Oil of Peppermint Medicinal Plant (*Mentha piperita*). *Journal of Horticultural Science*, *38*(1), 133-146. https://doi.org/10.22067/jhs.2023.80799.1232

Jamali1, M., Javanmard, A., Morshedloo, M., Nouraein, M., & Amani Machiani, M. (2024). Evaluation the effects of green manure, Bio- and organic fertilizers on the dry matter yield, essential oil content and composition of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, *40*(4), 751-769. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2024.363520.3374

Mahmoodi, S., & Akbarzadeh, M. (2016). Comparison of the Essential Oil Content and Composition of Fresh Leaf and Flower of Spearmint (*Mentha spicata* L.) Cultivated in Hamidieh and Shoshtar Locations at Different Harvest Times. *Plant Prod, 16*(1), *193-205.* https://doi.org/10.22084/ppt.2016.1774 [In Persian]

Mohammadi Tabar, F., Fathi, Sh., Shameh, Sh., & Alirezalu, A. (2024). Investigating Morphological Diversity, Essential Oil and Antioxidant Activity of some wild *Mentha longifolia* L. Genotypes in North-West of Iran. *Journal of Crop Breeding*, 16(49), 129-139. http://dx.doi.org/10.61186/jcb.16.49.129. [In Persian]

Motiee, M., & Abdoli, M. (2021). Changes in essential oil composition of peppermint (*Mentha* x *piperita* L.) affected by yeast extract and salicylic acid foliar application. *Journal of Medicinal Plants*, *20*(79), 47-58. http://dx.doi.org/10.52547/jmp.20.79.47

Mumivand, H., Rezaei Nejad, A.H., Taghipour, Sh., Sepahvand, K., & Moradi, B. (2020).Effect of different dryingmethods on drying time and some phytochemical characteristic of Pelargonium (*Pelargonium graveolens*). *Journal of Horticultural Science, 33*(4), 655-668. https://doi.org/10.22067/jhorts4.v33i4.76354

Najafzadeh, R., Hosseini, Ch., & Abdi, H. (2023). Phytochemical Variation of the Essential Oils of Different Populations of Thyme (*Thymus spp*.). *Journal of Crop Breeding*, 15(47), 56-64. http://dx.doi.org/10.61186/jcb.15.47.56. [In Persian]

Ostadi, A., Javanmard, A., Amani Machiani, M., & Kakaei, K. (2023). Optimizing Antioxidant Activity and Phytochemical Properties of Peppermint (*Mentha piperita* L.) by Integrative Application of Biofertilizer and Stress-Modulating Nanoparticles under Drought Stress Conditions. *Plants*, *12*(1), 1-26. https://doi.org/10.3390/plants12010151

Rahimi, A., & Farrokhi, E. (2019). Evaluation of the Effect of Different Drying Methods on Antioxidant and Phytochemical Activity of Essential oil of *Origanum vulgare* L. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, *16*(2), 8-24. https://journals.iau.ir/article_669755.htm [In Persian]

Rita, P., & Animesh, D.K. (2011). An updated overview on peppermint (*Mentha piperita* L.). *International Reserch Journal of Pharmacy*, *2*(8), 1-10. https://www.researchgate.net/publication/284341528

Rostami, GH., Moghadam, M., Saeedi Poya E., & Ajdanian, L. (2018). Effect of humic acid foliar application on some morpho-physiological and biochemical characteristics of green mint (*Mentha spicata* L.) under drought stress. *Enviromental Stresses in Crop Sciences*, *12*(1), 95-110. https://doi.org/10.22077/escs.2018.1296.1264 [In Persian]

Seif Sahandi, M., Naghdi Badi, H., Mehrafarin, A., Khalighi-Sigaroodi, F., & Sharifi, M. (2019). Changes in Essential Oil Content and Composition of Peppermint (*Mentha piperita* L.) in Responses to Nitrogen Application. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 4(72), 1-18. http://dx.doi.org/10.29252/jmp.4.72.81 [In Persian]

Sun, Z., Wang, H., Wang, J., Zhou, L., & Yang, P. (2014). Chemical Composition and Anti-Inflammatory, Cytotoxic and Antioxidant Activities of Essential Oil from Leaves of *Mentha piperita* Grown inChina. *Plos One*, 9(12), 1- 15. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114767

Tutar, U., Karaman, I., Çelik, C., Ataş, M., & Hepokur, C. (2016). Anti-biufilm antimicrobial activity of *Mentha pulegium* essential oil resistant-multidrug against *Acinetobacter baumannii*, *Tropical Jornal of Pharmaceutica Research*, *15*(5), 1046-103. https://doi.org/10.4314/tjpr.v15i5.20

Yadegari, M., Amirfakhriyan, Z., & Mohammadkhani, A. (2013). The effects of different drying methods on essential oil content and composition and marketing of *Lippia citriodora* Kunth. *Journal of Applied Science and Agriculture, 8*(5), 624-628. https://civilica.com/doc/1231538

Zheljazkov, V. D., Cerven, V., Cantrell, Ch. L., Ebelhar, W. M., & Horgan, T. (2009). Effect of nitrogen, location, and harvesting stage on peppermint productivity, oil content, and oil composition. *Hortscience*, *44*(5), 1267-1270. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.5.1267

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-10-08]

[DOI: 10.66224/jcb.2026.1595]