

ORIGINAL RESEARCH PAPER

## Investigating Effect of Harvest Time and Drying Methods in Compounds and Essential oil Yeild of *Mentha Piperita* Accessions from Iran

Bashirzadeh<sup>1</sup>, Z., Mohebodini<sup>2\*</sup>, M. and Fathi<sup>3</sup>, R.

1, 2 and 3. MSc Graduated, Professor and PhD Graduated, Respectively, Department of Horticultural science, Faculty of Agriculture and Natural resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

\*: Corresponding Author: Email: mohebodini@uma.ac.ir

Received: 2024/02/26 Accepted: 2024/07/02

### Introduction

Preserving plant biodiversity is important for creating structural diversity and main compounds in the future for the sustainable development of human civilization. The basic requirement for plant breeding programs is a germplasm diversity that provides necessary facilities for breeding species with desirable features. Therefore, accurate identification of genotypes is considered as a prerequisite in this manner. Medicinal plants, as one of the important sources for the treatment of diseases, have been used from thousands years ago. These plants produce a major and diverse group of secondary metabolites. Secondary metabolites are the compounds derived from the primary metabolites (metabolites associated with the plant nutrition and survival) essential to sustain plant life. Peppermint (*Mentha piperita* L.) from Lamiaceae family is one of the most widely used medicinal plants. Is a medicinal plant that its extracted essential oil represents a viable source for therapeutic goals, perfume industry, and a flavoring or olfactory substance. The medicinal significance of this aromatic plant is owing to the presence of compounds in its essential oil.

### Materials and methods

In this research the influence of harvesting time and drying method on the peppermint essential oil yield was evaluated. This experiment was conducted in research field Meshginshahr in 2021, year Factorial experiment based on randomized complete block design with three replications. In this research, different accessions of this plant were collected from different regions of Iran (Noorabad, Zanjan, Tabriz, Orumieh, Shiraz 1 and Shiraz 2). In this study, the impact of pick up and drying method of the aerial part of accessions were evaluated. Their essential oils were extracted by using of Clevenger apparatus and Chemical compositions of essential oil were identified with a GC-MS system.

### Results and discussion

The aerial part of peppermint contains essential oil, phenolic and flavonoid compounds, fatty acids, vitamins, minerals, and salicylic acid. Menthol is the most important constituents of peppermint oil which synthesized and accumulated in glandular trichomes on the leaf surface. Analysis of variance showed that interaction effect of accession type with harvesting time, accession type with drying method and also harvesting time with drying method were significant at 1% probability level. The mean comparison of traits in total showed the Noorabad accession that were in the full flowering stage and dried in the shade had the highest amount of essential oil also, the lowest amount of essential oil was related to Tabriz mass in 50% flowering and shade drying method. In total, 30 compounds were identified, and the largest amount of compounds was found in the Orumieh accession and the highest number of compounds was observed in the Noorabad accession. Correlation analysis showed Propazulene and Oxalic acid  $r = 0.98$  had the highest correlation and lowest correlation was showed between. Eucalyptol and Cadinol  $r = 0.01$ . The most important components of peppermint essential oil were: Menthol (52.20%), Eucalyptol (31.08%), Menthyl acetate (27.89%) and Caryophyllene (12.62%).

### Conclusions

Identifying the compounds in the Iranian native plants, can provide a suitable field for the practical use of its plant resources and may be the basis of breeding programs. The Cultivation of medicinal plants such as Lamiaceae family has been increasing throughout the world considerably. Peppermint known as an important species in this family which it's important is due to menthol in the essential oil. The various studies conducted on different species and populations of *Mentha* genus, have mentioned the valuable use of their extracts and essential oils in various fields such as pharmaceutical industries (in order to standardizing medicinal products), food, health cosmetics, etc. In general, it can be concluded that in this research peppermint plants had the highest amount of essential oil and compounds in the stage of reaching full flowering and with the shade drying method. Overall, according to the results, the accessions Orumieh and Noorabad could be recommended in terms of dry matter yield and phytochemical characteristics, respectively. The considerable variations were observed among populations in viewpoint of number, type and amount of essential oil

### **Bashirzadeh *et al.*, Investigating Effect of Harvest Time and ...**

compounds. Therefore, it is possible to select the desired accessions and identify superior traits and use them in breeding programs.

**Keywords:** Oven, Analysis, Factorial, Medicinal plants, Menthol.

**Citations:** Bashirzadeh, Z., Mohebodini, M. & Fathi, R. (2024). Investigating Effect of Harvest Time and Drying Methods in Compounds and Essential oil Yield of *Mentha Piperita* Accessions from Iran. *Plant Production Technology*, 24(1), 51-63. <https://doi.org/10.22084/ppt.2024.28226.2104>

© 2022 The Author(s). Bu- Ali Sina University Publication. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Online ISSN:** 2476-5651

**Print ISSN:** 2476-6321

## بررسی اثر زمان برداشت و روش خشک کردن بر ترکیبات و عملکرد اسانس توده‌های مختلف نعناع فلفلی ایران

### Investigating Effect of Harvest Time and Drying Methods in Compounds and Essential oil Yield of *Mentha Piperita* Accessions from Iran

زهرا بشیرزاده<sup>۱</sup>، مهدی محب‌الدینی<sup>۲\*</sup> و رقیه فتحی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۰۷

(مقاله پژوهشی)

#### چکیده

نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) گیاهی دارویی از خانواده نعناعیان است که اسانس استخراج شده آن نشان‌دهنده‌ی یک منبع مناسب برای اهداف درمانی، صنعت عطر و یک ماده طعم‌دهنده یا بویایی است. اهمیت دارویی این گیاه معطر به دلیل حضور ترکیباتی است که در اسانس آن وجود دارد که انجام مطالعات فیتوشیمیایی بیش‌تر بر روی آن ضروری می‌باشد. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی اثر متقابل سه عامل توده، زمان برداشت و روش خشک کردن بر ترکیبات و عملکرد اسانس در توده‌های مختلف نعناع فلفلی می‌باشد که به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۴۰۰ اجرا گردید. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل دوجانبه‌ی توده با زمان برداشت، توده با روش خشک کردن و هم‌چنین زمان برداشت با روش خشک کردن هم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که گیاهان توده نورآباد در مرحله ۱۰۰ درصد گل دهی که در سایه خشک شده بودند، بیش‌ترین عملکرد اسانس را داشتند. در مجموع ۳۰ ترکیب مهم شناسایی شد که بیش‌ترین مقدار ترکیبات در توده ارومیه و هم‌چنین بیش‌ترین تعداد ترکیبات در توده نورآباد مشاهده شد. نتایج همبستگی در مرحله تمام گل‌دهی و خشک شده در سایه نشان داد که بیش‌ترین میزان همبستگی بین ترکیب پروپازولن با اگزالیک اسید  $r=0.98$  مشاهده گردید. مهم‌ترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس عبارت بودند از: منتول (۵۲/۲۰ درصد)، اوکالیپتول (۳۱/۰۸ درصد)، منتیل استات (۲۷/۸۹ درصد) و کاریوفیلین (۱۲/۶۲ درصد). در مجموع می‌توان نتیجه گرفت، توده‌های گیاهان نعناع فلفلی در مرحله رسیدن به گل‌دهی کامل و با روش خشک شدن با سایه بیش‌ترین میزان اسانس و ترکیبات را داشتند. بنابراین می‌توان توده‌های مورد نظر را انتخاب و صفات برتر را شناسایی و در برنامه‌های اصلاحی از آن‌ها استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: آون، تجزیه، فاکتوریل، گیاهان دارویی، منتول.

ارجاع به مقاله: بشیرزاده، ز.، محب‌الدینی، م. و فتحی، ر. (۱۴۰۳). بررسی اثر زمان برداشت و روش خشک کردن بر ترکیبات و عملکرد اسانس توده‌های مختلف نعناع فلفلی ایران، مجله فناوری تولیدات گیاهی، ۲۳(۱)، ۵۱-۶۳. <https://doi.org/10.22084/ppt.2024.28226.2104>

حق نشر متعلق به نویسنده (گان) است و نویسنده تحت مجوز Commons Creative License

Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>) به مجله اجازه می‌دهد مقاله‌ی چاپ شده را در

سامانه به اشتراک بگذارد، منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.



شاپا چاپی: ۲۴۷۶-۶۳۲۱

شاپا الکترونیکی: ۲۴۷۶-۵۶۵۱

۱، ۲ و ۳. به ترتیب دانش‌آموخته ارشد، استاد و دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

## ۱. مقدمه

از هزاران سال پیش گیاهان دارویی به عنوان روش درمان در جوامع محلی مطرح بوده است. گیاهان به دلیل داشتن متابولیت‌های ثانویه هم‌چون اسانس‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها و فلاونوئیدها از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای در علوم پزشکی و داروسازی برخوردارند (Fitzgerald et al., 2020). از نعنای در طب سنتی برای درمان‌های مختلف استفاده می‌شود و هم‌چنین امروزه در محصولات تجاری و دارویی کاربرد دارد (Bardaweel et al., 2018). نعنای فلفلی (*Mentha piperita* L. گیاهی علفی چند ساله از تیره نعنائیان Lamiaceae بومی مناطق مدیترانه است. این گیاه متعلق به جنس *Mentha* است که در بیش‌تر مناطق دنیا کشت می‌شود (Sadat & Ladan, 2019). یک گونه گیاهی در شرایط مختلف محیطی می‌تواند اسانس‌هایی با ترکیبات مؤثره مختلف با فعالیت دارویی گوناگون را تولید کند (Andrade et al., 2011). درصد اسانس موجود در گیاه و میزان ترکیبات موجود در اسانس توسط عوامل ژنتیکی کنترل می‌شود (Adiguzel et al., 2019). بنابراین از طریق گزینش می‌توان محتوای اسانس را بهبود بخشید (Azizi et al., 2016). روغن‌های اسانسی ترکیبات آلی پیچیده با تنوع وسیعی از ساختارهای آلی هستند. ترکیباتی فرار که به وسیله گیاهان معطر به عنوان متابولیت‌های ثانویه سنتز شده‌اند (Benlarbi et al., 2014). در تحقیقی دیگر نشان دادند که گیاه نعنای فلفلی در آبیاری مناسب و تغذیه کافی بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک و اسانس را تولید خواهد کرد (Abyar et al., 2012). روش‌های مختلف خشک کردن اثر معنی‌داری بر محتوی اسانس گونه‌های مختلف مورد مطالعه داشت. به طوری که بالاترین محتوی اسانس آویشن، بابونه، بادرنجبویه، ترخون و نعنای فلفلی برای روش سایه به ترتیب برابر با ۰/۷، ۰/۹، ۲/۹، ۲/۹ و ۳/۳ درصد به دست آمد (Asadi et al., 2013). در تحقیقی تغییرات اسانس گیاه دارویی پونه تحت تیمارهای مختلف خشک کردن را بررسی کردند. نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان اسانس ۰/۹۴ درصد در تیمار خشک کردن در آون در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد (Saeedi & Ghaffari, 2014).

## ۲. مواد و روش‌ها

در این تحقیق، به منظور ارزیابی اثر هم‌زمان عامل زمان برداشت و روش‌های مختلف خشک کردن بر میزان و ترکیبات اسانس آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل شهرستان مشگین‌شهر (طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱ دقیقه دقیق طول شرقی و ۳۸ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۱۸۳۰ متری از سطح دریا) با شش توده‌ی نعنای فلفلی اجرا شد. ابتدا زمین مورد نظر را 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 بود. در این مطالعه ریزوم‌های گیاه نعنای فلفلی از شهرهای مختلف ایران (نورآباد، زنجان، تبریز، ارومیه، شیراز یک و شیراز دو) خریداری و کشت شدند. عملیات زراعی مورد نیاز از جمله وجین علف‌های هرز و مبارزه با آفات و بیماری‌ها نیز در طول فصل رشد انجام گردید. بررسی عملکرد اسانس در دو زمان مختلف برداشت (۵۰ درصد گل‌دهی و گل‌دهی کامل) بود. هم‌چنین تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن گیاه (سایه و آون) با دمای ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد) بر میزان عملکرد اسانس بررسی گردید و تجزیه ترکیبات اسانس توده‌های نعنای فلفلی در مرحله تمام گل‌دهی و روش خشک شدن در سایه صورت گرفت. به منظور استخراج اسانس، اندام‌های هوایی گیاه نعنای فلفلی از هر کرت جمع‌آوری شد و در سایه یا در آون خشک شد. به منظور استخراج اسانس توده‌ها، ۲۵ گرم از اندام‌های هوایی خشک شده توسط آسیاب خرد شد. اسانس‌گیری با استفاده از دستگاه کلونجر به روش تقطیر با آب در شرایط کاملاً یکسان انجام گرفت. بدین منظور اندام‌های هوایی خرد شده‌ی بوته‌ها در بالن دستگاه تقطیر کلونجر ریخته شد و میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به بالن اضافه گردید. عمل حرارت دادن به مدت سه ساعت ادامه یافت. برای اندازه‌گیری درصد اسانس، اسانس حاصل استخراج گردید و درصد آن بر اساس مقدار اندام هوایی پودر شده و میزان اسانس محاسبه شد. اسانس‌های جمع‌آوری شده در داخل میکروتیوب ریخته شد و در یخچال با دمای چهار درجه به دور از هوا و نور قرار گرفت (Khadivi-Khub et al., 2015). تجزیه اسانس از طریق دستگاه کروماتوگرافی گازی (American Agilent 7890B) مجهز به

هم‌چنین اثر متقابل دوجانبه‌ی ژنوتیپ با زمان برداشت، ژنوتیپ با روش خشک کردن و هم‌چنین زمان برداشت با روش خشک کردن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱).  
 باتوجه به این‌که اثر سه جانبه معنی‌دار بود، مقایسه میانگین برای این اثر انجام گردید. نتایج نشان داد که گیاهان توده نورآباد در روش‌های برداشت و خشک کردن (تمام گل‌دهی - سایه) بیش‌ترین عملکرد اسانس را داشتند. کم‌ترین میزان اسانس مربوط به توده تبریز در روش برداشت و خشک کردن (نیمه گل‌دهی - سایه) بود (جدول ۲). هم‌چنین در این تحقیق نشان داد که بیش‌ترین میزان اسانس و ترکیبات اسانس زمانی که گیاهان نعنای فلفلی در مرحله رسیدن به ۱۰۰ درصد گل‌دهی و با روش سایه خشک شدند به دست آمده است. در تحقیقی دیگر نتایج نشان داد که بین روش‌های مورد مطالعه از نظر مدت زمان خشک کردن تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت که طولانی‌ترین زمان خشک شدن در روش سایه و کم‌ترین زمان خشک شدن در روش خشک کردن با دستگاه آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به دست آمد (Abedi et al., 2020).

آشکارساز جرمی مدل Agilent 5975 C و نرم‌افزار HP Chemstation در محیط ویندوز و اینجکتور با مد split/splitless و ستون موئین HP-5 MS با طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر از کمپانی Agilent آمریکا در دستور کار قرار داده شد و تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### ۱-۲. تجزیه آماری داده‌ها

تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 انجام شد قبل از آنالیزهای آماری، آزمون تست نرمال بودن داده‌ها انجام گردید. و مقایسه‌ی میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

### ۳. نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تأثیر زمان برداشت و روش خشک کردن برای عملکرد اسانس در توده‌های نعنای فلفلی نشان داد که اثر متقابل سه جانبه‌ی توده‌های مختلف نعنای فلفلی، زمان برداشت و روش خشک کردن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود.

Table 1: Analysis of variance effect of harvesting time and drying method in essential oil yeild of *M. piperita* accessions

Source of variance	df	Mean square
Block	2	1.35**
Accession	5	1.80**
Harvesting time	1	5.60**
Drying method	1	2.39**
Harvesting time× Accession	5	1.46**
Drying method× Accession	5	2.03**
Drying method× Harvesting time	1	3.62**
Drying method× Harvesting time × Accession	5	0.83*
Error	46	0.34
%CV	47.40	

ns, \* and \*\*: Non significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively.

### ۱-۳. ترکیبات اسانس توده‌های نعنای فلفلی

درصد، Oxalic acid (۱/۴۰ درصد)، Propazulene (۱/۶۶ درصد)، Undecadien (۰/۲۶ درصد) را دارند. توده زنجان بیش‌ترین مقدار Eucalyptol (۳۱/۰۸ درصد)، Pentanoic acid (۲/۰۹ درصد)، Furandione (۷/۶۲ درصد)، Ledol (۵/۰۳ درصد)، Butanoic acid (۲/۴۲ درصد) را دارند. توده تبریز

نتایج بررسی ترکیبات اسانس در مرحله برداشت تمام گل‌دهی و خشک شده در سایه نشان داد که توده نورآباد بیش‌ترین مقدار Pulegone (۱۳/۷۲ درصد)، Copaene (۰/۸۴ درصد)، Isoaromadendrene (۱/۷۹ درصد)، Benzopyran (۰/۸۵)

به Menthyl  $\alpha$ -Pinene, Eucalyptol, Menthol, Pulegone Spathulenol, Camphene, Caryophyllene, Ledol, acetate اشاره کرد. همچنین در این تحقیق بیشترین تعداد ترکیبات در توده نورآباد و بیشترین مقدار ترکیبات (متتول) در توده ارومیه مشاهده گردید که به عنوان توده برتر شناسایی شدند. در مطالعات دیگر و در کرمان، تعداد (۲۸) ترکیب شناسایی شده و عمده ترکیبات به ترتیب شامل آلفا پینن (۱۲/۵۲ درصد)، لینانول (۱۰/۶۳ درصد)، کاریوفیلین اکساید (۹/۶۹ درصد) و بتاپینن (۷/۰۹ درصد) بودند (Moghtader *et al.*, 2009). میانگین ترکیبات اصلی اسانس در گونه‌های نعنای مورد مطالعه نشان داد که در مجموع (۳۳) ترکیب به دست آمد که مهم‌ترین آن‌ها Cadinene (۶/۵۹ درصد)، Spathulenol (۶/۸۶ درصد)،  $\alpha$ -Cadinol (۸/۷۵ درصد) بودند (Razzazi *et al.*, 2021).

بیشترین مقدار  $\alpha$ -Pinene (۷/۶۶ درصد)، Benzene (۳/۹۱ درصد)، Camphene (۱/۶۳ درصد)، Ilandrene Sesquiphe (۲/۱۱ درصد) را داشت. توده ارومیه بیشترین مقدار Menthol (۵۲/۲۰ درصد) را داشت. توده شیراز یک بیشترین مقدار Valeric acid (۱/۶۵ درصد)، Bicyclohexane (۰/۲۹ درصد)، Cycloheptane (۱۲/۴۶ درصد)، Menthyl acetate (۲۷/۸۹ درصد)، Naphthalene (۰/۵۰ درصد)، Caryophyllene (۲/۱۵ درصد)، Hexadiene (۱۲/۷۸ درصد)، Phenol (۲/۳۱ درصد)، Spathulenol (۳/۲۰ درصد) را داشت. توده شیراز دو بیشترین مقدار Octatriene (۰/۵۸ درصد)، Ledol (۵/۸۰ درصد) را داشت (جدول ۳). بر اساس تجزیه ترکیبات اسانس در گیاه نعنای فلفلی اختلاف معنی‌داری بین اکثر صفات در بین توده‌های این گیاه مشاهده شد. از جمله ترکیبات تشکیل دهنده اسانس نعنای فلفلی می‌توان

Table 2: Mean comparison effect of harvesting time and drying method in essential oil yeild of *M. piperita* accessions

Accessions	Harvesting time (%)	Drying method	Essential oil yeild (%)
Noorabad	%50	Oven	0.61 <sup>f</sup>
		Shade	1.36 <sup>c-1</sup>
	%100	Oven	1.78 <sup>b-f</sup>
		Shade	3.88 <sup>a</sup>
Zanjan	%50	Oven	0.54 <sup>f</sup>
		Shade	0.77 <sup>e-f</sup>
	%100	Oven	0.72 <sup>f</sup>
		Shade	1.13 <sup>d-f</sup>
Tabriz	%50	Oven	2.12 <sup>bcd</sup>
		Shade	0.54 <sup>f</sup>
	%100	Oven	1.30 <sup>b-f</sup>
		Shade	0.89 <sup>e-f</sup>
Orumieh	%50	Oven	0.72 <sup>f</sup>
		Shade	0.96 <sup>e-f</sup>
	%100	Oven	0.96 <sup>e-f</sup>
		Shade	1.12 <sup>d-f</sup>
Shiraz 1	%50	Oven	1.25 <sup>d-1</sup>
		Shade	0.92 <sup>e-f</sup>
	%100	Oven	1 <sup>c-f</sup>
		Shade	2.18 <sup>b-c</sup>
Shiraz 2	%50	Oven	0.71 <sup>f</sup>
		Shade	1.01 <sup>e-f</sup>
	%100	Oven	0.85 <sup>e-f</sup>
		Shade	2.29 <sup>b</sup>

Means within a column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05)

Table 3: Mean comparison essential oil composition of *M. piperita* accessions

Row	Accessions	Eucalyptol (%)	Bicyclohexane (%)	Menthol (%)	Valeric acid (%)	Copaene (%)	Pulegone (%)
1	Noorabad	26.58 <sup>c</sup>	0.11 <sup>d</sup>	15 <sup>d</sup>	0.33 <sup>c</sup>	0.84 <sup>a</sup>	13.72 <sup>a</sup>
2	Zanjan	31.08 <sup>a</sup>	0.20 <sup>bc</sup>	3.32 <sup>f</sup>	0.46 <sup>bc</sup>	0.43 <sup>c</sup>	5.12 <sup>d</sup>
3	Tabriz	29.08 <sup>b</sup>	0.27 <sup>a</sup>	37.28 <sup>b</sup>	0.08 <sup>c</sup>	0.31 <sup>e</sup>	9.95 <sup>b</sup>
4	Orumieh	5.41 <sup>c</sup>	0.21 <sup>b</sup>	52.20 <sup>a</sup>	0.80 <sup>b</sup>	0.41 <sup>d</sup>	0.61 <sup>e</sup>
5	Shiraz 1	8.21 <sup>d</sup>	0.29 <sup>a</sup>	16.89 <sup>c</sup>	1.65 <sup>a</sup>	0.61 <sup>b</sup>	6.69 <sup>c</sup>
6	Shiraz 2	28.69 <sup>b</sup>	0.18 <sup>c</sup>	5.70 <sup>c</sup>	0.89 <sup>b</sup>	0.59 <sup>b</sup>	10.21 <sup>b</sup>

Means within a column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05)

Table 3 Continued: Mean comparison essential oil composition of *M. piperita* accessions

Row	Accessions	Furandione (%)	Isoaroma Dendrene (%)	Pentanoic acid (%)	α-Pinene (%)	Cycloheptane (%)	Octatriene (%)
1	Noorabad	6.39 <sup>a</sup>	1.79 <sup>a</sup>	1.92 <sup>ab</sup>	4.91 <sup>b</sup>	7.79 <sup>c</sup>	0.15 <sup>c</sup>
2	Zanjan	7.62 <sup>a</sup>	0.19 <sup>b</sup>	2.09 <sup>a</sup>	5.28 <sup>b</sup>	10.45 <sup>b</sup>	0.32 <sup>b</sup>
3	Tabriz	0.22 <sup>a</sup>	0.42 <sup>b</sup>	0.54 <sup>c</sup>	7.66 <sup>a</sup>	10.01 <sup>b</sup>	0.13 <sup>f</sup>
4	Orumieh	7.11 <sup>a</sup>	0.37 <sup>b</sup>	0.21 <sup>c</sup>	6.34 <sup>ab</sup>	11.24 <sup>ab</sup>	0.23 <sup>c</sup>
5	Shiraz 1	6.60 <sup>a</sup>	0.15 <sup>b</sup>	2.12 <sup>a</sup>	7.48 <sup>a</sup>	12.46 <sup>a</sup>	0.18 <sup>d</sup>
6	Shiraz 2	6.95 <sup>a</sup>	0.14 <sup>b</sup>	0.81 <sup>bc</sup>	4.82 <sup>b</sup>	7.89 <sup>c</sup>	0.58 <sup>a</sup>

Means within a column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

Table 3 Continued: Mean comparison essential oil composition of *M. piperita* accessions

Row	Accessions	Ledol (%)	α-Cadinol (%)	Benzene (%)	Naphthalene (%)	Menthyl acetate (%)	Benzopyran (%)
1	Noorabad	2.87 <sup>b</sup>	1.93 <sup>a</sup>	0.21 <sup>c</sup>	0.20 <sup>c</sup>	7.08 <sup>b</sup>	0.85 <sup>a</sup>
2	Zanjan	5.03 <sup>a</sup>	0.76 <sup>b</sup>	0.76 <sup>bc</sup>	0.11 <sup>d</sup>	0.06 <sup>b</sup>	0.59 <sup>c</sup>
3	Tabriz	3.11 <sup>b</sup>	0.18 <sup>b</sup>	3.91 <sup>a</sup>	0.12 <sup>d</sup>	0.43 <sup>b</sup>	0.19 <sup>d</sup>
4	Orumieh	5.41 <sup>a</sup>	0.19 <sup>b</sup>	0.23 <sup>c</sup>	0.10 <sup>d</sup>	0.18 <sup>b</sup>	0.17 <sup>d</sup>
5	Shiraz 1	2.19 <sup>b</sup>	2.15 <sup>a</sup>	1.74 <sup>b</sup>	0.50 <sup>a</sup>	27.89 <sup>a</sup>	0.19 <sup>d</sup>
6	Shiraz 2	5.80 <sup>a</sup>	1.88 <sup>a</sup>	1.24 <sup>bc</sup>	0.28 <sup>b</sup>	0.05 <sup>b</sup>	0.77 <sup>b</sup>

Means within a column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

Table 3 Continued: Mean comparison essential oil composition of *M. piperita* accessions

Row	Accessions	Propazulene (%)	Caryophyllene (%)	Oxalic acid (%)	Hexadiene (%)	Butanoic acid (%)	Sesquiphe Llandrene (%)
1	Noorabad	1.66 <sup>a</sup>	9.52 <sup>b</sup>	1.40 <sup>a</sup>	0.50 <sup>b</sup>	0.63 <sup>c</sup>	0.13 <sup>c</sup>
2	Zanjan	0.08 <sup>b</sup>	5.76 <sup>d</sup>	0.26 <sup>b</sup>	0.29 <sup>b</sup>	2.42 <sup>a</sup>	0.16 <sup>c</sup>
3	Tabriz	0.07 <sup>b</sup>	0.62 <sup>e</sup>	0.33 <sup>b</sup>	0.27 <sup>b</sup>	0.09 <sup>c</sup>	1.63 <sup>a</sup>
4	Orumieh	0.15 <sup>b</sup>	0.42 <sup>e</sup>	0.18 <sup>b</sup>	0.59 <sup>b</sup>	0.25 <sup>c</sup>	0.88 <sup>b</sup>
5	Shiraz 1	0.10 <sup>b</sup>	12.62 <sup>a</sup>	0.30 <sup>b</sup>	12.78 <sup>a</sup>	0.07 <sup>c</sup>	0.35 <sup>c</sup>
6	Shiraz 2	0.06 <sup>b</sup>	7.31 <sup>c</sup>	0.28 <sup>b</sup>	0.14 <sup>b</sup>	1.81 <sup>b</sup>	0.20 <sup>c</sup>

Means within a column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05)

Table 3 Continued: Mean comparison essential oil composition of *M. piperita* accessions

Row	Accessions	Spathulenol (%)	Undecadien (%)	Dodecatriene (%)	Amyl isovalerate (%)	Camphene (%)	Phenol (%)
1	Noorabad	0.003 <sup>e</sup>	0.26 <sup>a</sup>	0.55 <sup>b</sup>	1.79 <sup>b</sup>	0.34 <sup>a</sup>	0.81 <sup>bc</sup>
2	Zanjan	0.68 <sup>de</sup>	0.06 <sup>e</sup>	1.34 <sup>b</sup>	0.46 <sup>c</sup>	0.24 <sup>a</sup>	1.74 <sup>ab</sup>
3	Tabriz	0.89 <sup>cd</sup>	0.10 <sup>cd</sup>	15.59 <sup>a</sup>	0.72 <sup>c</sup>	2.11 <sup>a</sup>	1.89 <sup>ab</sup>
4	Orumieh	1.52 <sup>bc</sup>	0.11 <sup>c</sup>	1.20 <sup>b</sup>	0.81 <sup>c</sup>	0.23 <sup>a</sup>	0.90 <sup>bc</sup>
5	Shiraz 1	3.20 <sup>a</sup>	0.18 <sup>b</sup>	1.83 <sup>b</sup>	0.64 <sup>c</sup>	0.30 <sup>a</sup>	2.31 <sup>a</sup>
6	Shiraz 2	1.87 <sup>b</sup>	0.08 <sup>d</sup>	1.74 <sup>b</sup>	0.80 <sup>c</sup>	0.36 <sup>a</sup>	0.23 <sup>c</sup>

Means within a column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05)

### ۲-۳. تجزیه همبستگی

نتایج همبستگی بین ترکیبات اسانس در مرحله تمام گل‌دهی و خشک شده در سایه نشان داد که صفت Pinene با صفات Cycloheptane, Menthol, Benzene, Undecadien, Dodecatriene و Butanoic acid همبستگی مثبت و معنی‌دار و با Octatriene همبستگی منفی و معنی‌داری داشت، ولی با بقیه صفات همبستگی معنی‌داری نداشت. صفت Cadinol هم با صفات Pulegone همبستگی مثبت و معنی‌دار و با Cycloheptane همبستگی منفی و معنی‌داری داشت ولی با بقیه صفات هیچ همبستگی معنی‌داری نداشت. صفت Eucalyptol هم با صفات Benzene, Pulegone, Butanoic acid و Menthol همبستگی مثبت و معنی‌دار و با Hexadiene, Menthol همبستگی منفی و معنی‌داری داشت، ولی با بقیه صفات همبستگی معنی‌داری نداشت. صفت Menthol هم با Benzene, Butanoic acid و Epi Sesquiphellandrene, Caryophyllene همبستگی مثبت و معنی‌دار و با Pulegone, Copaene, Oxalic acid و Cadinol همبستگی معنی‌داری نداشت، ولی با بقیه صفات همبستگی معنی‌داری نداشت. صفت Pulegone هم با Benzene, Copaene, Undecadien, Cadinol و Isoaromadendrene همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت ولی با بقیه صفات همبستگی معنی‌داری نداشت. صفت Furandione هم با صفات Epi Sesquiphellandrene و Dodecatriene, Benzene

همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت ولی با بقیه صفات همبستگی معنی‌داری نداشت. صفت Copaene هم با صفات Epi Sesquiphellandrene, Undecadien, Caryophyllene, Cadinol و Propazulene همبستگی مثبت و معنی‌دار و با Benzene و Dodecatriene همبستگی منفی و معنی‌داری داشت، ولی با بقیه صفات همبستگی معنی‌داری نداشت. صفت Naphthalene هم با صفات Caryophyllene, Spathulenol و Cadinol همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت ولی با بقیه صفات همبستگی معنی‌داری نداشت. در مجموع نتایج همبستگی نشان داد که بیش‌ترین همبستگی بین صفات Hexadiene با Menthyl acetate  $r = 0.99$  و کم‌ترین همبستگی بین Eucalyptol با Cadinol  $r = 0.01$  مشاهده گردید (جدول ۴). در تحقیقی همبستگی مثبت و معنی‌داری میان میزان پروتئین محلول با میزان Menthol, Mentho furan و Monoterpen مشاهده شد. هم‌چنین  $r = -0.95$  همبستگی منفی و معنی‌داری با میزان پروتئین داشت. در صد اسانس همبستگی منفی و معنی‌داری با فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی داشت. اگرچه تنها همبستگی میان درصد اسانس با فعالیت آنزیم کاتالاز  $r = -0.95$  معنی‌دار بود و میزان Pulegone همبستگی منفی و معنی‌داری با فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی داشت (Seif Sahandi et al., 2019). هم‌چنین در شکل زیر کروماتوگرام GC/MS ترکیبات اسانس گیاه نعناع‌فلفلی در مرحله تمام گل‌دهی توده ارومیه نشان داده شده است (شکل ۱).



Table 4: Correlation coefficients among essential oil composition of *M. piperita* accessions

	Bh	Pi	Ca	Chp	Eu	Oc	Hex	Pe	Iso	Men	Nv	Pul	Fu	Ben	Meac
Bh	1														
Pi	0.87*	1													
Ca	-0.12	-0.08	1												
Chp	0.80*	0.78	-0.60	1											
Eu	-0.36	-0.45	0.46	-0.66	1										
Oc	-0.19	-0.60	0.17	-0.44	0.29	1									
Hex	0.59	0.54	-0.03	0.64	0.58	0.26	1								
Pe	-0.25	-0.29	-0.02	-0.05	0.26	0.12	0.34	1							
Iso	-0.73	-0.39	0.45	-0.63	0.07	0.24	-0.23	0.08	1						
Men	0.47	0.64	-0.37	0.54	0.58	0.35	-0.04	0.81	0.22	1					
Nv	0.42	0.18	-0.22	0.49	0.70	0.27	0.75	0.04	-0.35	0.04	1				
Pul	-0.39	-0.28	0.90	0.71	0.64	0.02	-0.12	0.31	0.60	-0.61	-0.43	1			
Fu	-0.41	0.62	-0.43	-0.07	0.28	0.44	0.14	0.39	0.02	-0.39	-0.29	0.31	1		
Ben	0.83*	0.91*	0.41	0.88	0.64	0.48	-0.42	0.45	0.51	0.82*	0.75	0.62	0.39	1	
Ace	0.60	0.54	0.31	0.64	0.56	0.25	0.96**	0.34	-0.25	-0.04	0.13	0.11	0.12	0.42	1
Cop	0.62	0.51	0.43	-0.51	0.02	0.03	0.20	0.55	0.75	-0.66	0.76	0.58	0.45	0.66	0.19
Na	0.37	0.23	0.30	0.26	0.36	0.07	0.88*	0.36	-0.06	-0.32	-0.32	0.18	0.23	0.06	0.89*
Ben	0.63	0.66	0.35	0.18	0.30	0.21	0.02	0.32	-0.33	0.29	0.49	0.25	0.92**	0.43	0.05
Car	-0.10	-0.20	0.34	-0.07	0.05	0.08	0.65	0.75	0.20	0.73	-0.01	0.41	0.46	0.39	0.65
Und	-0.39	0.60	-0.05	-0.21	0.20	0.49	0.32	0.39	0.82*	-0.27	-0.51	0.51	0.08	0.25	0.30
Dod	0.50	0.63	-0.14	0.14	0.30	0.71	-0.16	0.42	-0.19	0.42	-0.30	0.20	0.98**	0.44	-0.14
Epi	0.53	0.73	-0.2	0.39	0.19	0.35	-0.15	0.74	-0.20	0.86*	-0.12	0.26	0.79	0.75	-0.14
But	-0.41	0.74	0.25	-0.42	0.61	0.44	-0.42	0.39	-0.26	0.63	0.89*	0.03	0.49	0.66	-0.41
Spa	0.75	0.52	0.46	0.62	0.58	0.68	0.83*	0.06	-0.51	0.16	0.04	0.32	0.13	0.51	0.84*
Led	-0.27	0.56	0.29	-0.31	0.15	0.14	-0.59	0.41	-0.26	0.06	0.46	0.36	0.40	0.26	-0.59
Cadi	-0.22	-0.33	-0.26	-0.28	0.01	0.80	0.52	0.61	0.32	-0.75	0.54	0.51	0.46	0.52	0.52
Isoar	-0.72	-0.33	0.30	-0.54	0.18	0.26	-0.27	0.26	0.93*	-0.25	0.13	0.56	-0.05	0.47	-0.29
Phe	0.72	0.75	0.39	0.78	0.18	0.45	0.62	0.33	-0.51	0.140	0.40	0.21	0.34	0.63	0.62
Pro	0.77	-0.43	-0.09	-0.56	0.16	0.61	-0.18	0.39	0.93**	-0.40	-0.37	0.58	0.11	0.57	-0.19
Oxa	0.75	0.45	0.26	-0.59	0.24	0.35	-0.11	0.49	0.90	-0.53	0.28	0.68	0.12	0.64	-0.13

ns, \* and \*\*: Non significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively.

Bicyclohexane (Bh), Pinene (Pi), Cycloheptane (Chp), Cadinol (Ca), Eucalyptol (Eu), Octatriene (Oc), Hexadiene (Hex), Pentanoic acid (Pe), Isoaroma dendrene (Iso), Menthol (Men), Valeric acid (Nv), Pulegone (Pul), Furandione (Fu), Benzene (Ben), Menthyl acetate (Men ace).

Table 4 Continued: Correlation coefficients among essential oil composition of *M. piperita* accessions

	Cop	Na	Ben	Car	Und	Dod	Epi	But	Spa	Led	Cadi	Isa	Phe	Pro	Oxa
Bh															
Pi															
Ca															
Chp															
Eu															
Oc															
Hex															
Pe															
Iso															
Men															
Nv															
Pul															
Fu															
Ben															
Ace															
Cop	1														
Na	0.45	1													
Ben	0.55	-0.02	1												
Car	0.77	0.83*	-0.33	1											
Und	0.83*	0.38	-0.30	0.57	1										
Dod	0.60	-0.27	0.95**	0.53	0.26	1									
Epi	0.73	-0.39	0.69	0.77	0.29	0.81	1								
But	0.03	-0.23	-0.33	0.10	0.46	0.08	0.62	1							
Spa	0.10	0.80	0.14	0.38	0.11	0.29	0.04	0.30	1						
Led	0.29	-0.44	-0.31	-0.42	0.67	0.54	0.12	0.62	0.15	1					
Cadi	0.83*	0.80	-0.34	0.96**	0.56	0.10	0.78	0.13	0.34	0.27	1				
Isoar	0.65	-0.21	-0.27	0.15	0.80	0.38	0.16	0.20	0.68	0.39	0.18	1			
Phe	0.35	0.29	0.45	0.13	0.04	0.28	0.27	0.30	0.39	0.66	0.11	-0.28	1		
Pro	0.79	-0.07	-0.41	0.33	0.85	0.28	0.36	0.11	0.59	0.38	0.36	0.97**	0.31	1	
Oxa	0.84*	0.03	-0.37	0.45	0.85	0.33	0.17	0.32	0.26	0.41	0.48	0.94**	0.28	0.98**	1

ns, \* and \*\*: Non significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively.

Copaene (Cop), Naphthalene (Na), Benzopyran (Ben), Caryophyllene (Car), Undecadien (Un), Dodecatriene (Dod), Epi Sesquiphellandrene (Epi), Butanoic acid (Bu), (Spa), Ledol (Led), Cadinol (Cad), Isoaromadendrene (Isoar), Phenol (Ph), Propazulene (Pro), Oxalic acid (Oxa).

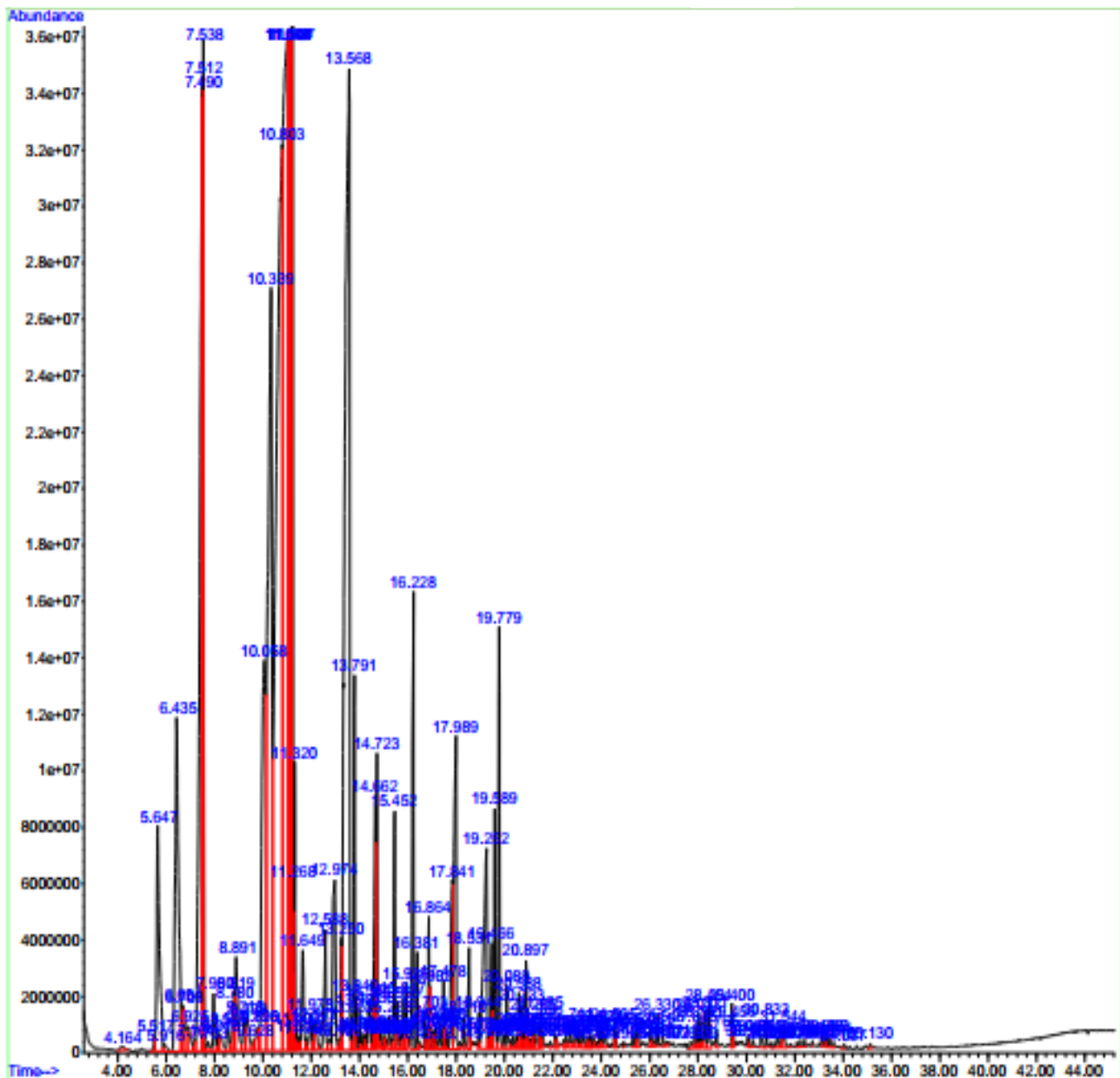


Fig. 1: GC/MS chromatogram image of the essential compounds of peppermint plant in the 100%-flowering stage of Orumieh accession

#### ۴. نتیجه گیری

قسمت‌های مختلف نعنای فلفلی از جمله برگ، ساقه و هم‌چنین اسانس دارای خواص دارویی فراوان می‌باشد. باتوجه به وجود تنوع در بین توده‌های نعنای فلفلی موجود در کشور لازم است این تنوع بررسی شده و در برنامه‌های اصلاحی به‌کار گرفته شود. در این تحقیق شش توده مختلف گیاه نعنای فلفلی از لحاظ صفات فیتوشیمیایی (میزان درصد اسانس) و تجزیه ترکیبات اسانس مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تنوع ژنتیکی زیادی بین توده‌های نعنای فلفلی وجود داشت. هم‌چنین در این تحقیق بررسی اثر تیمارها بر عملکرد اسانس نشان داد که بیش‌ترین مقدار اسانس و ترکیبات آن زمانی که گیاهان نعنای فلفلی به مرحله تمام گل‌دهی رسیدند و به روش سایه خشک شدند به‌دست آمده است. در این تحقیق توده نورآباد از لحاظ بیش‌ترین میزان اسانس و تعداد ترکیبات

#### ۶. منابع

- Abedi, S., Ebrahimi, R., & Khalighi, A. (2020). Effect of different drying methods on some quantitative and qualitative traits of peppermint. *Journal of Vegetables Sciences*, 4(7), 71-83. <https://doi.org/10.22034/ivvs.2020.125749.1095>
- 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. (In Persian) <https://doi.org/magiran.com/p1760127>
- Adiguzel, A., Ozer, H., Kilic, H., & Cetin, B. (2007). Screening of antimicrobial activity of essential oil and methanol extract of *Satureja hortensis* on foodborne bacteria and fungi. *Czech Journal of Food Sciences*, 25, 81-89. <http://dx.doi.org/10.17221/753-CJFS>
- Andrade, EHA., Alves, CN., Guimarães, EF., Carreira., LMM., & Maia, JGS. (2011). Variability in essential oil composition of *Piper dilatatum* LC Rich. *Biochem Syst Ecol*, 39(4), 669-75. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2011.05.021>
- Asadi, G. A., Shabahang, J., & Khorramdel, S. (2013). Effect of drying methods on drying time, essential oil quantitative and qualitative of some of medicinal plants. *Eco- phytochemical Journal of Medical Plants*, 1(1), 1-14. (In Persian) <https://sid.ir/paper/247765/en>
- 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>
- Bardaweel, S. K., Bakchiche, B., ALSalamat, H. A., Rezzoug, M., Gherib, A., & Flamini, G. (2018). Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and Antiproliferative activities of essential oil of *Mentha spicata* L. (Lamiaceae) from Algerian Saharan atlas, *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18(1), 201- 220. <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2274-x>
- Benlarbi, K., Elmtili, N., Maci, F., & Galindo, J. (2014). Influence of in vitro growth conditions in the production of defence compounds in *Mentha pulegium* L., *Phytochemistry Letters*, 10, 233-244. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2014.03.007>
- 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>
- 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>
- Ghaffari, Z., & Saeedi, K. (2014). Evaluation of essential oil changes of mint plant (*Mentha longifolia* L.) under different drying treatments, In: Proceedings of 2nd national conference on agriculture and sustainable natural resources Mehr Arvand Educational Institute, pp: 1-7
- Khadivi-Khub, A., Salehi-Arjmand, K. Movahedi., & Hadian, J. (2015). Molecular and morphological variability of *Satureja bachtiarica* in Iran. *Plant Systematics and Evolution*, 301(1), 77-93. <https://doi.org/10.1007/s10341-015-0247-5>

اسانس به‌عنوان توده برتر شناسایی گردید و از لحاظ بیش‌ترین مقدار ترکیبات اسانس توده ارومیه به‌عنوان توده برتر شناسایی شد و باتوجه به کاربرد وسیعی که ترکیبات مؤثره گیاهان دارویی از جمله نعنای فلفلی در صنایع غذایی، بهداشتی و دارویی دارند، در این تحقیق هم مواد مؤثره گیاه مورد تجزیه قرار گرفت و توده‌های برتر از لحاظ داشتن بیش‌ترین مقدار درصد اسانس و ترکیبات شناسایی گردید. بنابراین لازم است در برنامه اصلاح نباتات و به‌نژادی مورد توجه قرار گیرد.

#### ۵. سپاس‌گزاری

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.

- Moghtader, M. (2009). Chemical composition of the essential oil of (*Teucrium polium* Boiss.) from Iran. *Journal Agaric and Environ. Science*, 5(6), 843-846. [http://www.idosi.org/aejaes/jaes5\(6\)/18.pdf](http://www.idosi.org/aejaes/jaes5(6)/18.pdf)
- Rahimi, Y., Taleei, A., & Ranjbar, M. (2017). Changes in the expression of key genes involved in the biosynthesis of menthol and menthofuran in *Mentha piperita* L. under drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 39(9), 203. <https://doi.org/10.1007/s11738-017-2502-x>
- Razzazi N, Jafari A, Khodarahmpour Z., & 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) <https://doi.org/10.30495/ejmp.2022.1951911.1679>
- Sadat, N., & Ladan Moghadam, A.R. (2019). Effect of salicylic acid foliar application on control of NaCl salt salinity on some morphological, physiological traits and growth of peppermint mint (*Mentha piperita*). *Cellular and Molecular Plant Biology Journal*, 13(3), 31-43. (In Persian) <https://doi.org/10.30495/iper.2022.690261>
- 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*