Research Article

Iranian Journal of Range and Desert Research DOI: 10.22092/ijrdr.2024.130960

Vol. 30, No. 4, Page 489-504 (2024)

Investigating the effect of ecological factors on essential oil composition of medicinal species *Stachys lavandulifolia* Vahl. in Baghtilak rangeland of Sari.

Z. Zamani[1], R. Tamartash[2], Q. Heydari[3*] and Z. Jafarian Jelodar[4]

1-Ph. D student of Rangeland Sciences, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.

2-Associate Professor of Rangeland Department, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.

3*- Corresponding author, Associate Professor of Rangeland Department, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran. E- Mail: q_heydari@yahoo.com

4-Professor of the Department of Rangeland, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.

Received: 10/12/2023 Accepted: 01/31/2024

Abstract

Background and objectives

According to the studies, environmental factors can affect the secondary metabolites in plants, including the essential oil and its chemical composition. therefore, it is essential to understand the effect of these factors and which of the environmental factors have a more effective role on the quantity and quality of secondary compounds extracted from plants. the purpose of this study is to investigate and compare the effect of physical and chemical properties of soil and climate factors including temperature and rainfall on the chemical composition of the essential oil of the medicinal species of *Stachys lavandulifolia* in the northern and southern aspects of Bagh tilak rangeland of Sari.

Methodology

The present research was conducted in Baghtilak rangeland, which is one of the summer pastures of Mazandaran province. in order to take samples, plant samples were taken according to the patchy distribution of the plant in the region, the aerial branches of the plant were randomly collected in three selected spots with three repetitions from the northern and southern aspects in late June.then the soil samples were also collected at the base of the plant from a depth of 0-30 cm. after the samples were transferred to the laboratory, the essential oils of the plants were extracted by clevenger and their composition was determined by GC and GC/MS. Soil samples were also measured and evaluated based on existing guidelines. also, the required meteorological information was obtained from the Kiyasar meteorological station. in order to analyze the quantitative and qualitative data of soil and essential oil, the normality of the data was first checked using the Kolmograph-Smirnov test. after confirming the normality of the data, using the independent T-student test, the comparison of plant chemical compositions and soil quality indicators in the two northern and southern spects was performed by SPSS version 22 software, and the relationship between the plant chemical composition data was analyzed. It was done with soil quality indicators and climatic data by PCA principal component analysis method in PC ord5 space.

Results
The results showed that the yield of essential oil in the southern aspect is significantly higher ($P \leq 0.05$) than the northern aspect. Also, among the compounds obtained from the essential oil, the compounds α-Pinene, α-Fenchene, p-cymene, Sabinene, Thymol, α-Thujene, Limonene, GermacreneD, bicyclogermacrene, cis-sabinene hydrate with the highest amount have a significant difference from they showed themselves in two aspects. the data obtained from principal component analysis into main components in relation to soil and climatic factors with essential oil compounds indicate that soil chemical factors including EC, OM, Mg, MWD, bulk density, sand and silt have a stronger relationship compared to other factors. also, in this analysis, soil factors such as apparent specific gravity, pH, Ca, sand, and the climatic factor of temperature have a positive and direct relationship with Sabinene, β-Pinene, Myrcene, α-phellandrene, p-cymene, Limonene, cis-sabinene hydrate compounds, thymol, Germacrene D, bicyclogermacrene and Phytol. also, soil factors such as EC, OM, bulk density, silt, Cao, P, Na, SAR and precipitation climatic factor have a negative and inverse relationship with Cyclofenchene, 1-8-Cineole, cis-ocimene, α- Terpineol, Terpinene-4-acetate, Bicyclo, Caryophyllene and Hexadecanoic acid were established.

Conclusion
The result of this research shows that the quantitative and qualitative performance of medicinal plants is affected by factors such as the type of species, climatic characteristics, soil characteristics and topographical conditions, and the effect of environmental factors on the components of secondary metabolites can be due to the different effects of these factors on The biosynthetic pathways of these compounds in the plant. also, the present study showed that the yield of essential oil obtained from the *Stachys lavandulifolia* plant in the southern aspect of Baghtilak rangeland is significantly higher than the northern aspect, so it is recommended to consider more for the exploitation of this aspect.

Keywords: Climate, effective substances, Labiatae family, medicinal plants, soil.

بررسی اثر عوامل اکولوژیک بر ترکیبات شیمیایی اسانس گونه دارویی چای کوهی (*Stachys lavandulifolia Vahl.*) در مرتع باغ تیلک ساری

زهرا زمانی[۱]، رضا تمرتاش[۲]، قدرت‌اله حیدری[۳] و زینب جعفریان جلودار[۴]

۱-دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۲-دانشیار، گروه مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۳*-نویسنده مسئول، دانشیار، گروه مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران،

پست‌الکترونیک: q_heydari@yahoo.com

۴-استاد، گروه مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۱

چکیده

سابقه و هدف

طبق مطالعات انجام شده، فاکتورهای محیطی می‌تواند بر متابولیت‌های ثانویه در گیاهان اعم از اسانس و ترکیب شیمیایی آن تأثیر بگذارد. ازاین‌رو، درک اثر این عوامل و اینکه در میان عوامل محیطی کدام پارامترها نقش مؤثرتری بر کمیت و کیفیت ترکیبات ثانویه مستخرج از گیاهان دارند امری ضروریست. این مطالعه با هدف بررسی و مقایسه اثر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عوامل اقلیمی شامل دما و بارندگی بر ترکیبات شیمیایی اسانس گونه دارویی چای کوهی (*Stachys lavandulifolia*) در دو دامنه شمالی و جنوبی مرتع باغ تیلک ساری انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در رویشگاه مرتعی باغ تیلک که از مراتع ییلاقی استان مازندران است انجام شد. به منظور نمونه‌برداری نمونه‌های گیاهی، با توجه به پراکنش لکه‌ای گیاه در منطقه، سرشاخه‌های هوایی گیاه به صورت تصادفی در سه لکه انتخابی با سه تکرار از دو دامنه شمالی و جنوبی در اواخر خردادماه برداشت شدند. سپس نمونه‌های خاک نیز در پای گیاه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری برداشت گردید. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، اسانس گیاهان توسط دستگاه کلونجر استخراج و ترکیب آنها توسط دستگاه GC و GC/MS مشخص شد. نمونه‌های خاک نیز براساس دستورالعمل‌های موجود اندازه‌گیری و ارزیابی شدند. همچنین، اطلاعات هواشناسی مورد نیاز از ایستگاه هواشناسی کیاسر به‌دست آمد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های کمی و کیفی خاک و اسانس، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف- اسمیرنوف بررسی شد. پس از تأیید نرمال بودن داده‌ها، با استفاده از آزمون T- student مستقل، مقایسه ترکیب‌های شیمیایی گیاه و شاخص‌های کیفیت خاک در دو دامنه شمالی و جنوبی توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد و تحلیل روابط بین داده‌های ترکیب شیمیایی گیاه با شاخص‌های کیفیت خاک و داده‌های اقلیمی با روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی PCA در محیط PC ord5 انجام گردید.

نتایج

نتایج نشان داد که میزان بازده اسانس در دامنه جنوبی به‌طور معنی‌داری ($P\leq0.05$) بیشتر از دامنه شمالی است. همچنین در میان ترکیبات

به‌دست آمده از اسانس، ترکیبات α-Pinene، α-Fenchene، p-cymene، Sabinene، Thymol، α –Thujene، Limonene، GermacreneD، bicyclogermacrene و cis-sabinene hydrate با بالاترین مقدار، اختلاف معنی‌داری را از خود در دو دامنه نشان دادند. داده‌های حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی در ارتباط با عوامل خاکی و اقلیمی با ترکیبات اسانس حکایت از آن دارد که فاکتورهای شیمیایی خاک شامل هدایت الکتریکی، ماده آلی، منیزیم، شاخص پایداری خاکدانه، وزن مخصوص ظاهری، شن و سیلت ارتباط قوی تری در مقایسه با سایر فاکتورها دارند. همچنین در این تحلیل فاکتورهای خاکی از قبیل وزن مخصوص ظاهری، اسیدیته، کلسیم، شن و عامل اقلیمی دما ارتباط مثبت و مستقیمی با ترکیبات Sabinene، β- Pinene، Myrcene، α-phellandrene، p-cymene، Limonene، cis-sabinene hydrate، thymol، Germacrene D، bicyclogermacrene و Phytol دارند. همچنین فاکتورهای خاکی از قبیل هدایت الکتریکی، ماده آلی، وزن مخصوص ظاهری، سیلت، آهک، فسفر، سدیم، نسبت جذب سدیم و عامل اقلیمی بارندگی رابطه منفی و معکوس با ترکیبات Cyclofenchene، 1-8-Cineole، cis-ocimene، α-Terpineol، Terpinene -4- acetate، Bicyclo، Caryophyllene و Hexadecanoic acid برقرار کردند.

نتیجه‌گیری

دستاورد حاصل از این پژوهش گویای آن است که عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی متأثر از عواملی مانند نوع گونه، خصوصیات اقلیمی، ویژگی های خاک و شرایط توپوگرافی بوده و تأثیر عوامل محیطی بر اجزای متابولیت های ثانویه می تواند به دلیل اثرهای مختلف این عوامل بر مسیرهای بایو سنتزی این ترکیب ها در گیاه باشد. همچنین این مطالعه نشان داد که میزان بازده اسانس دریافتی از گیاه چای کوهی در دامنه جنوبی رویشگاه باغ تیلک به‌طور معنی‌داری بیشتر از دامنه شمالی می باشد، ازاین‌رو توصیه می‌گردد برای بهره برداری این دامنه بیشتر مدنظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اقلیم، خاک، گیاهان دارویی، مواد مؤثره، نعناعیان.

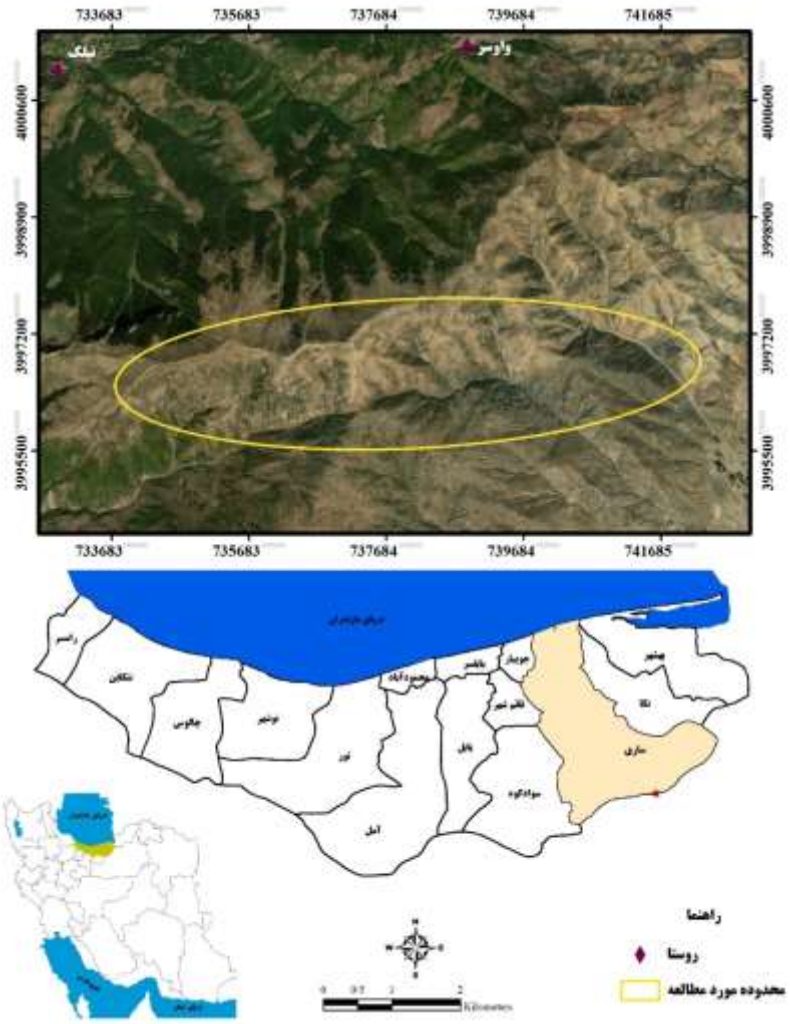
مقدمه

فقدان شناخت کافی از ظرفیت مراتع سبب شده این منابع به شدت و تنها برای تهیه محصولات دامی مورد استفاده قرار گیرند، ازاین‌رو سایر جنبه های بهره برداری از مراتع مانند تولید گیاهان دارویی و صنعتی نادیده گرفته شده است. به‌نحوی‌که ایران با بیش از ۸۰۰۰ گونه گیاهی یکی از غنی‌ترین جوامع گیاهی جهان را داراست، به طوری که گیاهان دارویی بخش عمده ای از این فلور غنی را تشکیل داده‌اند (Ghahraman, 1998; Movaghari *et al*., 2015). بنابراین با در نظر گرفتن توان بالقوه کشور در زمینه تنوع گیاهان، اسانس و دارو، بنظر ضروری می‌رسد با شناخت گونه های گیاهی و دستیابی به اطلاعات لازم در مورد محل‌های رویش و خصوصیات اکولوژیکی آنها گام های اساسی برای استفاده از اسانس های گیاهی و ترویج شیوه های اصولی بهره برداران از این گیاهان برداشته شود (Sorouri *et al*., 2015). ترکیبات شیمیایی مختلف در گیاهان دارویی دارای فعالیت‌های بیولوژیکی هستند که می‌توانند سلامت انسان را از طریق صنایع دارویی و غذایی بهبود بخشند، بعلاوه در صنایع عطرسازی، بیوشیمی، آرایشی و بهداشتی نیز ارزش مهمی دارند (Chrysargyris *et al*., 2020; Li *et al*., 2020; Sharma, 2018). گونه های گیاهی دارویی در اندام های خود دارای ترکیبات شیمیایی هستند و تاکنون تحقیقات زیادی پیرامون استخراج ترکیبات شیمیایی و مواد مؤثره موجود با استفاده از روش های مختلف اسانس گیری و عصاره گیری انجام شده است. از این رو خواص درمانی گیاهان دارویی به مواد مؤثره موجود در اسانس و عصاره آنها نسبت داده می شود که ممکن است در ترکیب با سایر مواد مستخرج یا به صورت انفرادی خاصیت درمانی خود را نشان دهند (Foroozeh and Mirdeylami, 2019). اسانس‌ها ترکیبات فراری هستند که متشکل از سه عنصر کربن، هیدروژن و

اکسیژن بوده و به گروه ترپنوئیدها شامل منوترپنوئیدها و سزکوئی ترپنوئیدها تعلق داشته و دارای فعالیت های زیستی فراوانی می باشند (Mohsenpour *et al*., 2016). این ترکیبات شاخص های مهمی برای ارزیابی کیفیت مواد دارویی هستند. با این حال، سنتز و تجمع این ترکیبات بسیار پیچیده تحت تأثیر عوامل بسیاری از جمله مدارهای ژنتیکی درونی رشد و عوامل محیطی قرار دارد (Li *et al*., 2020). به بیان دیگر، سنتز متابولیت‌های ثانویه به شدت به صورت مکانی و زمانی کنترل می شود و تحت تأثیر تغییر محیط غیرزیستی و زیستی است (Sharma, ; Verma and Shukla, 2015 2018; Li *et al*., 2020). در مطالعات مختلف نیز بیان شده گرچه تولید و سنتز این مواد فرار و ترکیبات ثانویه در گیاهان تحت کنترل ژنتیک گیاه است ولی به طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می گیرد، به‌طوری‌که عوامل محیطی سبب تغییرات در رشد و کمیت و کیفیت مواد مؤثره می گردد (Mohsenpour, 2016; Verma and Shukla, 2015). در این راستا و ارتباط با اسانس ها، تحقیقات پیشین نشان داده است که موقعیت جغرافیایی و عوامل مرتبط با آنها مانند شرایط آب و هوایی، ارتفاع از سطح دریا، توپوگرافی منطقه و نوع خاک و همینطور مرحله فنولوژیکی گیاه می توانند درصد اسانس و ترکیب مواد مؤثره آنها را به طور قابل توجهی تحت تأثیر قرار دهند (Yaddes *et al*., 2018; Ale Omrani Nejad *et al*., 2019; Jafarian Jelodar *et al*., 2019). خانواده نعناعیان یکی از بزرگترین خانواده های گیاهی است که تعداد قابل توجهی از جنس های آن در زمره گیاهان دارویی به حساب می آیند. سرده *Stachys* یکی از بزرگترین و مهمترین جنس های معطر و دارویی این تیره است و حدود ۳۰۰ گونه را به خود اختصاص داده است که در سراسر جهان پراکنده‌اند (Mozaffarian, 2006; Alipour *et al*., 2015). گونه های جنس *Stachys* به دلیل تولید متابولیت های ثانویه اهمیت بالایی در صنایع مختلف دارویی، غذایی و آرایشی _ بهداشتی دارند. یکی از گونه های این سرده *lavandulifolia* *Stachys* Vahl. با نام فارسی چای‌کوهی است. گیاهی است علفی و پایا، در بن چوبی، به ارتفاع ۶۰-۲۰ سانتی متر، کرکدار و دارای ساقه های متعدد به رنگ سبز یا کم و بیش متمایل به خاکستری، گل ها در گل آذین خوشه مانند که گل‌های معطر آن به صورت سنبله ای از گل های ریز صورتی مایل به سرخ رنگ و ارغوانی بوده (Zarali *et al*., 2016) و موسم گل آن از فروردین و خرداد می باشد (Arab Salehi *et al*., 2015; Rahmanivahid *et al*., 2015). انتشار جغرافیایی آن در ایران تقریباً همه جا دیده می شود. چای‌کوهی یک گیاه دارویی ارزشمند است که در طب سنتی مورد استفاده قرار گرفته است، به‌طوری‌که عصاره بخش هوایی این گیاه در درمان انواع عفونت، زخم، بیماری‌های گوارشی،آسم و بیماری‌های التهابی استفاده می‌شود (Rahmanivahid *et al*., 2015). به دلیل ارزش روزافزون این گیاه از سال ها پیش تحقیقات گسترده ای در کشورهای مختلف بر روی ترکیبات این گیاه و عوامل مؤثر بر آن و خواص درمانی آغاز شده و همچنان نیز ادامه دارد. در رابطه با بسیاری از گونه های گیاهی دارویی، محیط ممکن است عملکرد و کیفیت تولید اسانس را متنوع کند و بر ترکیب شیمیایی آن تأثیر بگذارد. بنابراین مهم است که درک کنیم که عوامل محیطی تا چه حد رشد و عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می دهند و کدام پارامترها در میان عوامل محیطی نقش مؤثرتری بر کمیت و کیفیت ترکیبات ثانویه مستخرج از گیاهان دارند. نتایج برخی محققان در بررسی کمیت و کیفیت اسانس گیاهان دارویی مختلف نشان داد که این تغییرات به فاکتورهای خاک وابسته بوده که بر کمیت و میزان اجزای تشکیل دهنده اسانس تأثیر می گذارد (El-Alam *et al*., 2019; Rapposelli *et al*., 2015). در این رابطه، نتایج مطالعات بسیاری از محققان نشان داد فاکتورهای محیطی مانند دما، رطوبت و خاک از عوامل تأثیرگذار بر اسانس و مواد مؤثره اسانس گیاهان دارویی هستند (Falzari *et al*., 2006; Safaie *et al*., 2017).

در مطالعات انجام شده، بیان گردیده که مهمترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس چای‌کوهی عبارت است از: آلفا پینن، بتا پینن، ۱ و ۸_ سینئول، لیمونن، آلفاترپینن و کاریوفیلن (Singh *et al*., 2005; Zamfirache *et al*., 2010). همچنین

Mirazadi و همکاران (۲۰۱۲) نیز در بررسی ترکیبات اسانس گیاه چای کوهی در مراحل مختلف رشد، ترکیبات اصلی شناسایی شده را آلفا پینن، میرسن، بتافلاندرن و بتا کاریوفیلن معرفی کردند. با توجه به اهمیت دارویی گیاه چای‌کوهی و نقش مؤثر عوامل محیطی اعم از عوامل اقلیمی و خاکی بر ترکیبات ثانویه مستخرج از گیاهان دارویی و نظر به اهمیت استفاده از گیاهان دارویی در بحث استفاده چندمنظوره از مراتع، در این پژوهش میزان اثرگذار بودن دو عامل مهم اقلیمی شامل دما و بارندگی و پارامترهای خاکی شامل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر مقدار و کیفیت اسانس (*Stachys lavandulifolia*) در یک رویشگاه مرتعی باغ تیلک در استان مازندران با توجه به پراکنش قابل توجه این گونه در دو دامنه شمالی و جنوبی این رویشگاه مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه باغ تیلک ساری

Figure 1- Geographical location of Baghtilak area of Sari

مواد و روش ها

موقعیت منطقه

منطقه مورد مطالعه واقع در شهرستان ساری و روستای فولادمحله، یک رویشگاه بکر مرتعی از نوع ییلاقی بوده و براساس نقشه توپوگرافی در محدوده جغرافیایی ″۹۰ ′۰۴ °۷۳ تا ″۳۶ ′۳۱ °۷۳ طول شرقی و ″۸۷۱ ′۹۵ °۳۹ تا ″۱۵۲ ′۹۹ °۳۹ عرض شمالی قرار دارد. مجموع بارش سالانه در منطقه براساس اطلاعات دریافتی از نزدیکترین ایستگاه هواشناسی به منطقه (کیاسر) ۳۷۵ میلی متر و میانگین دمای سالانه ۷/۵ درجه سانتی گراد گزارش شده است. متوسط ارتفاع منطقه نیز ۲۴۸۶ متر از سطح دریا می باشد (شکل ۱).

روش نمونه برداری

به‌منظور بررسی فیتوشیمیایی گیاه چای کوهی و خاک، با توجه به پراکنش لکه ای گیاه در منطقه ، نمونه برداری از گیاه و خاک به صورت تصادفی در سه لکه انتخابی با سه تکرار در دو جهت شمالی و جنوبی انجام شد. برای نمونه برداری از گیاه، سرشاخه های هوایی گیاه بالغ در اواخر خرداد ۱۴۰۱ جمع آوری گردید. خاک نیز با توجه به عمق توسعه ریشه گیاه و مرتعی بودن آن از عمق ۰ تا۳۰ سانتی متری در پای گیاه برداشت شد (Aghaei Noroozloo *et al*., 2014). درنهایت همه نمونه‌های خاک و گیاه برای انجام آزمایش‌های لازم به آزمایشگاه خاک شناسی و آزمایشگاه گیاهان دارویی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شدند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک براساس دستورالعمل‌های موجود اندازه‌گیری گردیدند (Jafari Haghighi, 2003).

استخراج و تجزیه اسانس

ابتدا نمونه های گیاهی در شرایط سایه خشک و بعد به طور کامل آسیاب شدند. در مرحله بعد، با استفاده از دستگاه کلونجر اسانس روغنی گیاه به روش تقطیر با آب به مدت ۳ ساعت استخراج گردید (Zarali *et al*., 2016) و توسط سولفات سدیم انیدرید، آبگیری شد و تا زمان تزریق به دستگاه‌های کروماتوگرافی در دمای ۴ درجه سانتی گراد در ظروف شیشه ای درب‌دار در یخچال نگهداری شد. درنهایت آنالیز اسانس های به‌دست آمده توسط دستگاه کروماتوگراف گازی متصل به طیف‌سنج جرمی با مشخصات GC: VARIAN CP-3800 و MS: VARIAN saturn 2200 با نوع ستون vf-5ms، طول و قطر ستون 30m×0.32mm×0.25micron، درجه حرارت محل تزریق: 60-240◦C at 5◦C/min، همراه با گاز حامل هلیوم و حجم تزریق نمونه 2µL انجام شد و ترکیبات موجود در اسانس گزارش شدند.

تجزیه‌وتحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌های کمی و کیفی خاک و اسانس، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف– اسمیرنوف بررسی شد. پس از تأیید نرمال بودن داده ها، با استفاده از آزمون T- student مستقل، مقایسه ترکیب های شیمیایی گیاه و شاخص‌های کیفیت خاک در دو دامنه شمالی و جنوبی توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد و تحلیل روابط بین داده های ترکیب شیمیایی گیاه با شاخص های کیفیت خاک و داده های اقلیمی با روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی PCA در محیط PC ord5 انجام گردید.

نتایج

نتایج جدول ۱ نشـان داد ۳۲ ترکیب مهم در اسانس گیاه چای کوهی شناسایی شد که در میان ترکیبات شناسایی شده در دو دامنـه شـــمـالی و جنوبی، ترکیب α- ،α –Thujene ،p-cymene ،Sabinene ،α-fenchene ،Pinene ،cis-sabinene hydrate ،Limonene ،Germacrene D،thymol و bicyclogermacrene بیشترین درصد را دارند. همچنین طبق نتایج به‌دست آمده ترکیباتی از قـبـیـل α–Pinene، Spathulenol، Camphene، α- ،α-Fenchene ،Limonene ،Stigmasterol ،Terpineol ،phellandrene ،Terpinene -4- acetate ،p-cymene

Thymol ،Sabinene ،Cis-farnesol ،Bicyclo[4.4.0]dec و Myrcene تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد دارند، به‌طوری‌که در این میان، ترکیبات α-Pinene، α-fenchene، Camphene، Sabinene، α-Terpineol، Spathulenol، Cis-farnesol و Stigmasterol در دامنه شمالی و ترکیبات Myrcene، α-phellandrene، p-cymene، Limonene، thymol، Terpin-4-ol acetate و Bicyclo[4.4.0]dec در دامنه جنوبی درصد بیشتری را به خود اختصاص داده اند.

ترکیبات α–Thujene، Linalool، GermacreneD، Cyclofenchene، bicyclogermacrene و β-Bisabolene نیز تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد از خود نشان دادند، به‌طوری‌که درصد ترکیبات Cyclofenchene، α–Thujene و Linalool در دامنه شمالی و درصد ترکیب GermacreneD، bicyclogermacrene و β-Bisabolene در دامنه جنوبی بیشتر است.

این در حالی است که سایر ترکیبات موجود شامل α-Copaene، Caryophyllene، β- Pinene، β-phellandrene، cis-ocimene, dodecamethyl، Phytol، γ-cadinene، Hexadecanoic acid، cis-sabinene hydrate، 1-8-Cineole و Heptacosane تفاوت معنی داری را نشان ندادند. همچنین نتایج به‌دست آمده از میزان بازده اسانس حکایت از آن دارد که اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد در دامنه های شمالی و جنوبی وجود دارد. به‌طوری‌که دامنه جنوبی (۰/۰۵۰۱) نسبت به دامنه شمالی (۰/۰۴۵۱) درصد بازده بالاتری را در مقدار اسانس نشان می دهد.

مقایسه میانگین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی خاک در دو دامنه شمالی و جنوبی منطقه باغ تیلک ساری بر اساس آزمون تی مستقل نشان داد که در میان فاکتورهای فیزیکی، خاک دامنه شمالی به طور معنی‌داری درصد بالاتری از رطوبت را در مقایسه با دامنه جنوبی دارد ($p\leq0.01$). در حالی که سایر فاکتورها با وجود اختلاف در مقدار میانگین، تفاوت معنی داری با هم ندارند. همچنین در میان فاکتورهای فیزیکی، نوع بافت خاک در دامنه شمالی و جنوبی یکسان بوده و از نوع شنی_ رسی_ لومی است.

از سویی، مقایسه فاکتورهای شیمیایی خاک نیز حکایت از آن دارد که میزان منیزیم در دامنه شمالی به طور معنی‌داری درصد بالاتری را درمقایسه با دامنه جنوبی در سطح یک درصد نشان داده است($p\leq0.01$). فاکتورهای هدایت الکتریکی، ماده آلی، پتاسیم و نسبت جذب سدیم نیز در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی داری هستند. به‌طوری‌که مقدار هدایت الکتریکی، ماده آلی و نسبت جذب سدیم در دامنه شمالی و پتاسیم در دامنه جنوبی بیشتر می باشد. در صورتی که اسیدیته، نیتروژن، فسفر، کلسیم، سدیم و آهک خاک با وجود تفاوت در مقدار میانگین، اختلاف معنی داری را نشان نداده اند (جدول ۲).

نتایج تجزیه مؤلفه های اصلی در رابطه با عوامل محیطی و ترکیبات اسانس نیز بیانگر آن است که دامنه های شمالی و جنوبی از نظر فاکتورهای مورد اندازه گیری با یکدیگر متفاوت هستند. به‌طوری‌که در مجموع ۹۳/۰۷ درصد از تغییرات واریانس کل را توجیه می‌کند (جدول ۳). در این تحلیل دامنه شمالی با ترکیبات Fenchene، Cis-farnesol، Linalool، Cyclofenchene، cis-sabinene hydrate و فاکتورهای شیمیایی خاک شامل هدایت الکتریکی و ماده آلی ارتباط قوی تری را نشان داده است. دامنه جنوبی نیز با ترکیبات Camphene، α-phellandrene، Terpinene -4-acetate، p-cymene، Bicyclo ، Myrcene، GermacreneD، bicyclogermacrene، β-Bisabolene، α-Copaene، Caryophyllene، β-phellandrene، Hexadecanoic acid و 1-8-Cineole و متغیرهای خاکی از قبیل منیزیم، شاخص پایداری خاکدانه، وزن مخصوص ظاهری، شن و سیلت ارتباط بیشتری را در مقایسه با سایر عوامل برقرار کرده است (شکل ۲).

جدول ۱-مقایسه شاخص‌های کمی و کیفی گیاه چای کوهی در دو دامنه شمالی و جنوبی با استفاده از آزمون تی مستقل

Table 1- Comparison of quality indicators of *Stachys lavandulifolia* plant in two northern and southern aspects using independent t-test

Essential oil compounds	Abbreviation	Northern aspect	Southern aspect	T statistic	KI
Cyclofenchene	Cyclof	2.70	1.80	4.93*	896
α -Thujene	α-Thu	4.60	3.70	5.51*	928
α-Pinene	α-Pin	3.20	1.20	24.49**	935
α-fenchene	α-fen	4.20	3.20	6.12**	945
Camphene	Cam	2.50	1.30	14.69**	947
Sabinene	Sab	3.03	1.20	15.25**	970
β- Pinene	β- Pin	2.30	2.20	0.48 ns	974
Myrcene	Myr	2.39	2.56	20.82**	986
α-phellandrene	α-phe	1.07	1.90	9.54**	1000
p-cymene	p-cym	2.10	3.13	9.72**	1020
Limonene	Lim	3.80	1.10	20.91**	1025
β- phellandrene	β- phe	0.93	1.10	0.69 ns	1026
1-8-Cineole	1-8-Cin	1	1.10	0.86 ns	1027
cis-ocimene	cis-oci	1.20	1	2.44 ns	1036
cis-sabinene hydrate	cis-sab	3.90	3.70	1.54ns	1098
Linalool	Lin	2.20	1	3.86*	1099
α-Terpineol	α-Ter	2.13	1.16	7.75**	1192
thymol	thym	2.03	3.20	8.03**	1290
Terpin-4-ol acetate	Terp	1.30	2.40	6.73**	1340
α-Copaene	α-Cop	0.96	1.30	1.34 ns	1372
Germacrene D	Ger	3.80	4.26	3.50*	1478
bicyclogermacrene	bic-ger	3.10	3.70	4.64*	1495
Bicyclo[4.4.0]dec-1-ene, 2-isopropyl-5-methyl-9-methylene	bicy	1.16	2.20	7.11**	1503
γ-cadinene	γ-cad	2.86	3	1.51 ns	1513
Spathulenol	Spath	1.80	0.13	13.86**	1589
Caryophyllene oxide	Caryo	1.90	2.10	0.84 ns	1613
(Z-E)-farnesol	cis-far	2.16	1.20	6.65**	1697
β-Bisabolole	β-Bis	1.64	2.10	3.16*	1719
Phytol	Phyt	1.30	1.06	1.32 ns	1949
) Hexadecanoic acid (Palmitic acid	Hexad	1.20	1.26	0.35 ns	1964
Heptacosane	Hepta	2.30	2.06	2.64 ns	2700
Stigmasterol	Stig	1.22	0.13	6.03**	3332
sum of compounds	-	71.98	62.45	7.59**	-
percentage of essential oil	-	0.045	0.050	3.14*	-

ns: عدم معنی‌داری/ **: معنی‌دار در سطح یک درصد/ *: معنی‌دار در سطح پنج درصد

ns: non-significance/ **: significant at one percent level/ *: significant at five percent level

جدول ۲- مقایسه میانگین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی خاک در دو دامنه شمالی و جنوبی بر اساس آزمون تی مستقل

Table2- Comparison of average soil physical and chemical factors in two northern and southern aspects based on independent t-test

Soil factors	Abbreviation	Northern aspect	Southern aspect	degree of freedom	T statistic
sand (%)	sand	55.93	56.76	4	0.28 ns
clay (%)	clay	21.49	20.38	4	2.30 ns
silt (%)	silt	22.57	22.86	4	0.09 ns
humidity (%)	humid	9.66	6.33	4	7.07**
Bulk density (gr/cm3)	B-dens	1.40	1.57	4	1.28 ns
Soil stability index or MWD	MWD	0.84	0.85	4	0.35 ns
pH	pH	6.87	7.35	4	0.82 ns
EC(ds/m)	EC	0.51	0.42	4	3.54*
Organic Matter (%)	OM	4.60	3.11	4	5.39*
N (%)	N	0.17	0.23	4	1.96 ns
P (%)	P	4.53	5.12	4	2.48 ns
K (%)	K	7.33	8.09	4	3.31*
Ca (%)	Ca	8.96	2.64	4	2.75 ns
Mg (%)	Mg	4.60	1.52	4	16.45**
Na(%)	Na	21.87	20.38	4	1.11 ns
Cao (%)	Cao	0.52	0.49	4	1.71 ns
SAR	SAR	2.66	1.44	4	5.16*

ns: عدم معنی‌داری/ **: معنی‌دار در سطح یک درصد/ *: معنی‌دار در سطح پنج درصد

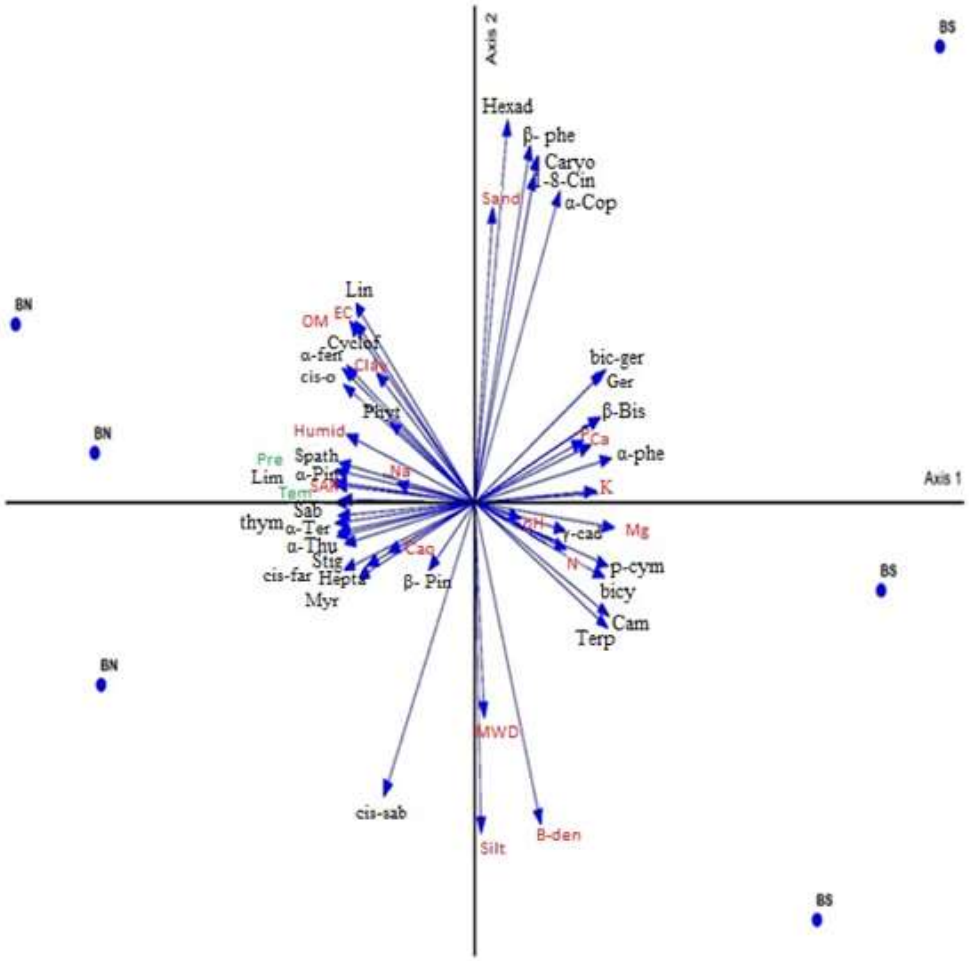
ns: non-significance/ **: significant at one percent level/ *: significant at five percent level

جدول ۳- مقادیر ویژه و سهم تغییرات محورها در تحلیل PCA

Table 3. Eigenvalues and contribution of axis changes in PCA analysis

AXIS	Eigenvalue	Percentage of variance	Cumulative percentage of variance
1	35.57	65.88	65.88
2	8.56	15.86	81.74
3	6.12	11.33	93.07
4	2.74	5.09	98.16
5	0.98	1.84	100

برای تعیین نقش هریک از فاکتورهای محیطی مؤثر اعم از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک، اقلیم با ترکیبات اسانس تجزیه به عامل ها انجام شد (جدول ۴). با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۴ فاکتورهای خاکی از قبیل وزن مخصوص ظاهری، اسیدیته، کلسیم، شن و عامل اقلیمی دما ارتباط مثبت و مستقیمی با ترکیبات Sabinene، β- Pinene، Myrcene، α-phellandrene، p-cymene، Limonene، cis-sabinene hydrate، thymol، Germacrene D، bicyclogermacrene و Phytol دارند. همچنین فاکتورهای خاکی از قبیل هدایت الکتریکی، ماده آلی، وزن مخصوص ظاهری، سیلت، آهک،فسفر، سدیم، نسبت جذب سدیم و عامل اقلیمی بارندگی رابطه منفی و معکوس با ترکیبات Cyclofenchene، 1-8-Cineole، cis-ocimene، α- Terpineol، Terpinene -4- acetate، Bicyclo Caryophyllene و Hexadecanoic acid دارند.



شکل ۲- ارتباط بین عوامل محیطی و ترکیبات اسانس در انالیز **PCA**

(نام کامل مخفف‌ها در جدول ۱ و ۲ آورده شده است. **BN** و **BS** نیز به ترتیب بیانگر دامنه شمالی و جنوبی باغ تیلک هستند).

Figure 2- Relationship between environmental factors and essential oil compounds in PCA analysis (full names of abbreviations are given in Tables 1 and 2, BN and BS represent the northern and southern aspects of Baghtilak rangeland, respectively).

جدول ۴- نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اقلیم، خاک و ترکیبات اسانس گیاه چای کوهی جمع‌آوری شده از دو دامنه شمالی و جنوبی مرتع باغ تیلک ساری

Table 4- The results of analysis into climate components, soil and essential oil compounds *Stachys lavandulifolia* plant collected from the two northern and southern aspects of Sari Bagh Tilak rangeland.

	characteristics	First component	Second component	Third component	Fourth component	Fifth component
Compounds	Cyclofenchene	0.13	0.03	-0.17	-0.01	-0.25
	α -Thujene	0.16	-0.17	0.07	-0.05	-0.07
	α-Pinene	-0.06	-0.17	0.14	0.15	-0.15
	α-Fenchene	0.12	0.12	-0.09	-0.19	-0.15
	Camphene	0.11	-0.19	-0.08	-0.04	-0.16
	Sabinene	-0.02	-0.08	-0.05	0.25	-0.15
	β- Pinene	0.12	0.08	0.21	-0.14	-0.01
	Myrcene	0.21	-0.03	-0.03	-0.11	-0.07
	α-phellandrene	-0.06	0.01	0.14	0.27	0.13
	p-cymene	0.05	-0.13	0.17	0.09	0.23
	Limonene	-0.11	-0.09	0.20	0.05	-0.10
	β- phellandrene	-0.14	0.13	-0.11	0.17	-0.08
	1-8-Cineole	-0.13	0.07	-0.20	0.14	-0.07
	cis-ocimene	0.01	0.11	-0.13	-0.28	0.01
	cis-sabinene hydrate	0.11	-0.11	0.13	0.21	-0.07
	Linalool	0.11	-0.05	-0.17	-0.18	-0.16
	α-Terpineol	0.01	-0.11	0.17	-0.25	0.01
	thymol	-0.04	0.21	-0.13	-0.09	0.14
	Terpinene -4- acetate	0.12	0.03	-0.25	-0.05	0.07
	α-Copaene	-0.18	-0.04	-0.18	0.06	0.08
	γ-cadinene	0.03	0.19	0.17	-0.13	-0.02
	Germacrene D	0.21	-0.09	-0.02	0.05	0.04
	bicyclogermacrene	0.21	-0.03	-0.12	0.02	0.04
	Bicyclo	0.01	-0.03	-0.29	-0.05	0.14
	Spathulenol	-0.16	-0.09	0.09	-0.17	-0.14
	Caryophyllene	0.15	0.04	-0.20	0.09	-0.11
	Hexadecanoic acid	-0.08	-0.22	0.05	-0.02	0.17
	Cis-farnesol	-0.11	-0.15	0.03	-0.22	-0.07
	β-Bisabolene	0.19	-0.10	-0.13	0.01	0.05
	Phytol	-0.04	-0.02	-0.11	0.29	-0.14
	Heptacosane	0.12	0.13	0.17	0.07	-0.16
	Stigmasterol	-0.19	-0.05	0.05	0.13	-0.16
Soil factors	Humidity	-0.18	-0.14	-0.09	-0.08	-0.03
	MWD	-0.14	-0.03	0.04	-0.24	0.16
	Density	-0.08	0.24	0.05	0.01	0.05
	pH	0.18	0.02	0.04	0.20	0.10
	EC	-0.01	-0.26	0.02	0.05	-0.04
	Cao	0.01	-0.23	-0.13	-0.04	0.10
	P	0.01	0.17	-0.20	0.14	-0.02
	K	0.18	-0.16	-0.05	0.01	0.07
	N	0.17	-0.03	-0.17	0.12	0.10
	Ca	0.17	0.08	0.04	0.04	0.24
	Mg	0.07	0.03	0.12	0.07	0.36

	characteristics	First component	Second component	Third component	Fourth component	Fifth component
	Na	-0.21	-0.10	-0.01	-0.01	0.10
	SAR	-0.20	-0.12	-0.05	-0.01	-0.01
	Clay	0.16	-0.16	0.11	-0.04	0.03
	Sand	-0.02	0.25	-0.08	-0.03	-0.08
	Silt	-0.21	-0.04	-0.07	0.10	0.05
	OM	0.04	-0.24	-0.03	-0.05	-0.13
Climate	Precipitation	-0.20	-0.04	-0.15	0.01	0.06
	Temperature	-0.12	0.20	0.12	-0.01	-0.05

بحث

در این پژوهش تأثیر عوامل خاکی و اقلیمی بر ترکیبات کمی و کیفی اسانس در دو دامنه شمالی و جنوبی مرتع باغ تیلک ساری انجام شد. نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری در مقدار ترکیبات اسانس دیده می شود. به‌طوری‌که میزان بازده اسانس در دامنه جنوبی به طور معنی داری بیشتر از دامنه شمالی بوده است. این دستاورد با نتایج حاصل از مطالعات Farhang و همکاران(۲۰۱۷) و Foroozeh و Mirdeylami (۲۰۱۹) همخوانی دارد. در این راستا، تحقیقات Tavakoli و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که درجه حرارت در دامنه جنوبی تأثیر عمده ای بر کمیت و کیفیت متابولیت های ثانویه گیاهان دارویی داشته که سبب تحریک فرایند سنتز زیست شیمیایی شده که در این حالت تولید برخی از اجزای اسانس افزایش می یابد. در صورتی که Alipour و همکاران(۲۰۱۵) بیان کردند که دامنه شمالی دارای اسانس بیشتری از دامنه جنوبی می باشد که با این تحقیق مغایرت دارد. علت این موضوع، این است که در مطالعات انجام شده میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دامنه جنوبی بیشتر از دامنه شمالی بوده که منجر به افزایش میزان اسانس شده است. در حالی که در تحقیق Alipour و همکاران(۲۰۱۵) متغیرهای نام برده در دامنه شمالی مقادیر بیشتری را داشته است. در این مطالعه ۳۲ ترکیب مهم در اسانس شناسایی شد که در میان ترکیبات به‌دست آمده از اسانس در دو دامنه شمالی و جنوبی، ترکیبات α-Pinene، Fenchene، p-cymene، Sabinene، Thymol، α –Thujene، Myrcene، Germacrene D، bicyclogermacrene و cis-sabinene hydrate بالاترین مقدار را داشته و اختلاف معنی داری را از خود نشان دادند که با مطالعات Keshavarzi و همکاران (۲۰۱۶)؛ Razazi و همکاران (۲۰۲۱)؛ Bahadori و همکاران (۲۰۲۰) و Nejadhabibvash و همکاران (۲۰۱۸) همسو می‌باشد. در نتایج حاصل از مطالعات Saadatfar و همکاران(۲۰۲۰) و Kavoosiو Rowshan(۲۰۱۳) ترکیبات متفاوتی با درصد های مختلف برای گیاه چای کوهی بیان شده است که با این تحقیق از نظر تعداد ترکیبات و درصد مغایرت دارد. بنظر می رسد علت آن است که اختلاف در ترکیبات اسانس می تواند ناشی از تفاوت خصوصیات اکولوژیک مناطق رویشی باشد. به‌طورکلی مقایسه میانگین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه در دو دامنه شمالی وجنوبی بیانگر آن است که رطوبت، منیزیم، هدایت الکتریکی، ماده آلی، پتاسیم و نسبت جذب سدیم خاک تفاوت معنی داری با هم دارند. این مطالعه با نتایج Saadatfar و همکاران(۲۰۲۰) در رابطه با رطوبت، Imani Dizajeyekan و همکاران (۲۰۲۰) با ماده آلی، Razmjoue و Zarei(۲۰۱۵) و Safaieو همکاران (۲۰۱۷) با هدایت الکتریکی و Jafarian Jelodar و همکاران(۲۰۱۹) در ارتباط با پتاسیم هم راستا می‌باشد. در حالی که Sorouri و همکاران(۲۰۱۵) در مطالعات خود بیان کردند ازمیان پارامترهای خاکی تنها اسیدیته و ماده آلی اثر معنی داری داشته است. علت این اختلاف در فاکتور اسیدیته می‌تواند ناشی از تفاوت در شرایط آب و هوایی و رویشگاهی مناطق مورد مطالعه باشد. همچنین یافته های حاصل از تجزیه مؤلفه های اصلی در ارتباط با عوامل خاکی و اقلیمی با ترکیبات اسانس نشان می دهد که دامنه‌های شمالی و جنوبی با یکدیگر

از نظر عوامل مؤثر بر ترکیبات اسانس تفاوت دارند. به‌طوری‌که دامنه شمالی با ترکیبات Fenchene، Cis-cis-sabinene، Cyclofenchene، Linalool، farnesol hydrate و فاکتورهای شیمیایی خاک شامل هدایت الکتریکی و ماده آلی و دامنه جنوبی با ترکیبات Camphene، α-phellandrene، Terpinene -4- acetate، p-cymene، Bicyclo[4.4.0]dec-1-ene, 2-isopropyl-5-methyl-9-methylene، Myrcene، Germacrene D، bicyclogermacrene، β-Bisabolene، α-Copaene، Caryophyllene، β-phellandrene، Hexadecanoic acid و 1-8-Cineole و متغیرهای خاکی از قبیل منیزیم، شاخص پایداری خاکدانه، وزن مخصوص ظاهری، شن و سیلت ارتباط قوی تری در مقایسه با سایر فاکتورها برقرار کرده است. مطالعاتImani Dizajeyekan و همکاران (۲۰۲۰) در رابطه با هدایت الکتریکی، Boira وBlanquer (۱۹۹۸) با ماده آلی و شن، Hosseinzadegan وBakhshi Khaniki(۲۰۱۳) و Haghiyanو Sharafatmandrad(۲۰۱۹) با منیزیم و Saadatfar و همکاران(۲۰۲۰) در ارتباط با سیلت هم راستا می باشد. در این تحقیق عوامل اقلیمی شامل دما و بارندگی بر ترکیبات شیمیایی گیاه چای کوهی اثر داشته اما این اثر معنی دار نبوده است. در این رابطه، Mehalaine و Chenchouni (۲۰۲۱) در مطالعات خود بیان کردند که دما اثر قابل توجهی بر تغییر بازده اسانس نداشته است که با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق همخوانی دارد. همچنین این محققان اعلام کردند که بارندگی به طور معنی داری بر تجمع اسانس در گیاهان مؤثر است. علت این مغایرت می تواند به این دلیل باشد که مطالعه آنان در مناطق خشک انجام شده است. محققان دیگری از قبیل Mirazadi و همکاران(۲۰۱۲)؛ Saadatfar و همکاران(۲۰۲۰)؛ Aghaei Joubani (۲۰۱۵)؛ Yazdinezhad و Malekzadeh(۲۰۱۵) و Mehalaine و Chenchouni (۲۰۲۱) در مطالعاتشان فاکتورهای اثرگذار دیگری را نیز بیان کرده‌اند که علت این موضوع می تواند به‌دلیل تفاوت در شرایط ادافیکی، اقلیمی و رویشگاهی باشد.

دستاورد حاصل از این پژوهش گویای آن است که عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی متأثر از عواملی مانند نوع گونه، خصوصیات اقلیمی، ویژگی های خاک و شرایط توپوگرافی بوده و تأثیر عوامل محیطی بر اجزای متابولیت های ثانویه می‌تواند به دلیل اثرهای مختلف این عوامل بر مسیرهای بایو سنتزی این ترکیب ها در گیاه باشد. از سویی، این مطالعه نشان داد که میزان بازده اسانس دریافتی از گیاه چای کوهی در دامنه جنوبی رویشگاه مرتعی باغ تیلک ساری به طور معنی‌داری بیشتر از دامنه شمالی می باشد، ازاین‌رو توصیه می‌گردد برای بهره برداری این دامنه بیشتر مدنظر قرار گیرد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از معاون محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به دلیل در اختیار قرار دادن آزمایشگاه مرکزی برای انجام آنالیزهای تحقیق، سپاسگزاری و قدردانی می‌نمایند.

منابع مورد استفاده

Alipour, N., Mahdavi, Kh., Mahmoudi, J. and Ghelichnia, H., 2015. Investigating the effect of environmental conditions on the quantity and quality of *Stachys laxa* essential oil. Plant Research Journal (Iranian Biology Journal). 28(3): 561-572. 20.1001.1.23832592.1394.28.3.9.8 (In Persian).

Aghaei Joubani, K., Taei, N. and Kanani, M.R., 2015. Effect of salt stress on some physiological and biochemical parameters of two *Salvia* species. Journal of Plant Process and Function. 3(9): 85-96. 20.1001.1.23222727.1393.3.9.8.5 (In Persian).

Aghaei Noroozloo, y., Mirjalil, M., Nazeri, W. and Mashreqi Iraqi, A., 2014. Investigating some ecological, morphological and essential characteristics of *Stachys lavandulifolia* Vahl. in four provinces of the country. Bimonthly scientific research journal of medicinal and aromatic plants of Iran. 30(6): 985-998. (In persian).

Ale Omrani Nejad, S.M.H., Naghdi Badi, H., Mehrafarin, A., Abdossi, V. and Khalighi Sigaroodi, F., 2019. The impact of macro environmental factors on essential oils of *Oliveria decumbens* Vent. From different regions of Iran. Joundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products. 14(2): 1-7.

Arab Salehi, F., Rahim malek, M., Ehtemam, M. and

Salehi, A., 2015. Investigating genetic diversity in different *Stachys lavandulifolia* populations using morphological traits and essential oil percentage. Taxonomy and biosystematics. 8(26): 41_50.

Bahadori, M.B., Maggi, F., Zengin, G., Asghari, B. and Eskandani, M. 2020. Essential oils of hedgenettles (*Stachys inflata*, *S. lavandulifoli*a, and *S. byzantina*) have antioxidant, anti-Alzheimer, antidiabetic, and anti-obesity potential: A comparative study. Industrial Crops and Products. 145: 1-8.

Boira, H. and Blanquer, A. 1998. Environmental factors affecting chemical variability of essential oils in Thymus piperella L. Biochemical systematics and Ecology, 26(8):811-822.

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

El-Alam, I., Zgheib, R., Iriti, M., El Beyrouthy, M., Hattouny, P., Verdin, A., Fontaine, J., Chahine, R., Lounès-Hadj Sahraoui, A. and Makhlouf, H., 2019. Origanum syriacum essential oil chemical polymorphism according to soil type. Foods. 8(3):1-11.

Falzari, L. M., Menary, R. C. and Dragar, V. A., 2006. Optimum stand density for maximum essential oil yield in commercial fennel crops. Hortscience. 41(3): 646–650.

Farhang, H.R., Vahabi, M.R., Allafchian, A.R. and Tarkesh esfahani, M., 2017. The effect of environmental conditions on the phytochemical properties of *Gundelia tournefortii* L. in Chahar Mahal and Bakhtiari province and southwest of Isfahan province. Iran. Rangeland Scientific Research Journal. 11(2): 258-273. (In Persian).

Foroozeh, M. and Mirdeylami, S.Z., 2019. Investigating the effect of environmental factors on the changes in the chemical composition of the essential oil of the medicinal species *Achillea milefolium* L. Rangeland Scientific Research Journal. 13(4): 596-609. (In Persian).

Ghahraman, A., 1998. Color Flora of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands press, Tehran, 252p. (In Persian).

Haghiyan, I. and Sharafatmandrad, M., 2019. Identifying the physical and chemical variables of the soil affecting the distribution of medicinal plants (Case study: summer rangelands in Sawadkuh, Mazandaran). Journal of Agricultural Ecology. 11(4): 1327-1341. (In Persian).

Hosseinzadegan, R. and Bakhshi Khaniki, GH., 2013. The effect of some ecological factors on the essential oil of *Teucrium polium* L. Cellular and molecular biotechnology updates Journal. 4(13): 66-70. (In Persian).

Imani Dizajeyekan, Y., Ebrahimi gajouti, T. and Abdi ghazi jahan, A., 2020. Investigating the pattern of quantitative and qualitative changes in the essential oil of *Thymus pubescens* under the influence of the soil of the habitat area in East Azerbaijan. Plant Research Journal (Iranian Biology Journal). 33(2): 1-9. (In Persian).

Jafari Haghighi, M., 2003. Methods of soil analysis: sampling and important physical and chemical analyzes "with emphasis on theoretical and practical principles". Nedayezoha Press. Sari. 240p. (In Persian).

Jafarian Jelodar, Z., Goldansaz, M., Safaeian, R., Sonboli, A. and Kargar, M., 2019. The effect of environmental factors on the amount of effective substances of *Nepeta asterotricha* Reaf. with the use of the reduction analysis method. Scientific-research journal of desert management. 7(14): 167_ 180. (In Persian).

Kavoosi, G. and Rowshan, V., 2013. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil obtained from *Ferula assa-foetida* oleo-gum-resin: effect of collection time. Food chemistry. 138(4):2180-2187. (In Persian).

Keshavarzi, M., Rezaie, M. and Miri, S.M., 2016. Evaluation and comparison of the morphological and phytochemical diversity of the essential oil of different populations of the medicinal plant *Stachys lavandulifolia* Vahl. in different provinces under field conditions. Journal of Ecophyto Chemistry of Medicinal Plants. 4(2):78-87. (In Persian).

Li, Y., Kong, D., Fu, Y., Sussman, M.R. and Wu, H., 2020. The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. Plant Physiology and Biochemistry.148: 80-89.

Mehalaine, S. and Chenchouni, H., 2021. Quantifying how climatic factors influence essential oil yield in wild-growing plants. Arabian Journal of Geosciences. 14(13):1-12.

Mirazadi, Z., Pilehvar, B., Meshkatsadat, M.H., Alirezaee, M. and Khansari, A., 2012. The main ecological factors on the percentage yields of the shrubs (*Myrthus communis* L.) forest in different habitats Lorestan province. Journal of Agricultural Biotechnology.3(2): 71-80. (In persian).

Mohsenpour, M., Vafadar, M., Mighani, H. and Vatankhah, A., 2016. The impact of the environmental factors on yield and chemical compositions of essential oil of water mint, *Mentha aquatica* L. from different habitats of Mazandaran province. Journal of Plant Research (Iranian Journal

Plant metabolites and regulation under environmental stress. Academic Press. Chapter23: P: 407-414.

Singh, A. K., Raina, V. K., Naqvi, A. A., Patra, N. K., Kumar, B., Ram., P. and Khanuja, S. P. S., 2005. Essential oil composition and chemoarrays of menthol mint (*Mentha arvensis* L. f. Piperascens Malinvaud ex. Hoimes) cultivars. Flavour and Fragrance Journal. 20(3): 302-305.

Sorouri, A., Dianati tilaki, Gh. Rezaie, M.B. and Zadbar, M., 2015. The effect of some environmental factors on the quantity and quality of the essential oil of *Stachys lavandulifolia* Vahl. in Razavi Khorasan province (Chanaran). Ecophytochemistry Quarterly Journal of Medicinal Plants. 10(3): 1-7. (In Persian).

Tavakoli, M., Soltani, S., Tarkesh esfahani, M. and Karamian, M., 2022. Investigating the effect of some environmental factors on the composition of the essential oil of *Salvia multicaulis* Vahl. in Hamedan province. Scientific Journal of Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research. 38(4): 545-563. (In Persian).

Verma, N. and Shukla, S., 2015. Impact of various factors responsible for fluctuation in plant secondary metabolites. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. 2(4): 105-113.

Yazdinezhad, A. and Malekzadeh, M., 2015. Investigating the antioxidant properties, total phenolic content, anthocyanins and flavonoids of the methanol extract of the plant (*Salvia viridis* L.) collected from Zanjan. Journal of progress in medical and biomedical research. 23(96): 100-108. (In Persian).

Yeddes, W., Aidi Wannes, W., Hammami, M., Smida, M., Chebbi, A., Marzou, B. and Saidani Tounsi, M., 2018. Effect of environmental conditions on the chemical composition and antioxidant activity of essential oils from *Rosmarinus officinalis* L. growing wild in Tunisia. Journal of Essential Oil Bearing plants. 21(4): 972-986.

Zamfirache, M.M., Burzo, I., Padurariu, C., Boz, I., Andro, A.R., Badea, M.L., Olteanu, Z., Lamban, C. and Truta, E.,2010. Studies regarding the chemical composition of volatile oils from some spontaneous and cultivated Lamiaceae species. Analele Stiintifice ale Universitatii" Al. I. Cuza" din Iasi. 56(1): 43-49.

Zarali, M., Hojati, M., Tahmuzi dideban, S. and Jouyandeh, H., 2016. Evaluation of chemical compounds and antibacterial activity of *Echinophora cinerea* Boiss. and *Stachys lavandulifolia* Vahl. plant essential oils in laboratory conditions. Quarterly Journal of Food Science and Industry. 13(52): 1-12. (In Persian).

of Biology). 30(2): 440-451. (In persian).

Movaghari, M., Arzani, H., Tavili, A., Azarnivand, H., Saravi, M. and Farahpoor, M., 2015. Suitability of medicinal plants in rangelands of Lasem Watershed (Amol-Mazandaran Province). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research. 30(6): 898-914. (In persian).

Mozaffarian, V., 2006. Classification of Plants. Amirkabir Publications, Tehran, p512. (In Persian).

Nejadhabibvash, F., M.B. Rezaee., A, Mahmudi. and K. Jaimand., 2018. Effect of Harvesting Time on Content and Chemical Composition of Essential Oil from *Stachys lavandulifolia* Vahl (Lamiaceae). Journal of Medicinal plants and By-product. 7(2): 181-187. (In persian).

Rahmanivahid, B., Mahdavi, M. and Motevalizadeh kakhki, A., 2015. The effect of physical and chemical properties of soil on the quantity and quality of essential oil of *Stachys lavandulifolia* plant in both north and south direction in Shahjahan Esfrain region, The second international research conference in science and technology, Turkey, 1-6. (In Persian).

Rapposelli, E., Melito, S., Barmina, G.G., Foddai, M., Azara, E. and Scarpa, G.M. 2015. Relationship between soil and essential oil profiles in *Salvia desoleana* populations: preliminary results. Natural Product Communications. 10(9):1615-1618.

Razazi, N., Jafari, A., Khodarahmpour, Z. and Sadat, Sh., 2021. Phytochemical comparison of essential oil in five species of *Stachys* spp. In the agricultural conditions of Khorram Abad. Ecophytochemical Quarterly Journal of Medicinal Plants. 9(3): 1-16.

Razmjoue, D. and Zarei, Z., 2015. Study on the ecological specifications effects (Climate and height) on chemical compounds of *Ziziphora* Medicinal Plant Essential Oil (*Ziziphora clinopodioides* Lam.) In Fars Province, Iran. Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences an International Peer Review E-3 Journal of Sciences. 5(3): 3049-3066. (In persian).

Saadatfar, A., Hosseinjafari, S. and Tavasolian, E., 2020. Effect of edaphic conditions on phytochemical performance of medicinal plant (*Ferula assa-foetida* L.) in two natural habitats in Kerman province. Ecophytochemistry of medicinal plants. 8(1): 1-15. (In Persian).

Safaie, L., Sharifi ashurabadi, A., Efiuni, D., 2017. Investigating the environmental factors affecting the quantitative and qualitative performance of *Thymus daenensis* in habitat and field conditions. Scientific Research Journal of Plant Ecophysiology. 9(29): 195-203. (In Persian).

Sharma, A., 2018. Gene Expression Analysis in Medicinal Plants under Abiotic Stress Conditions. In