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

The effect of foli Analysis and Identification of Essential Oil Constituents in the Vegetative and Reproductive Organs of *Salvia macrosiphon* Boiss. in Natural Habitat of Fars Province

Ali Bahrami[1], Alireza Yavari[1*], Alireza Raheb[2]

[1] Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran, Email: yavari313@gmail.com

[2] Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Article type:
Research article

Article history
Received: 23-08-2023
Revised: 05-10-2023
Accepted: 08-10-2023

Keywords
Essential oil
Ester compounds
Lamiaceae
Plant part
Salvia macrosiphon

Abstract

This study is the first to investigate the chemical composition of essential oils in three organs (flower, leaf and stem) of *Salvia macrosiphon* Boiss., which grows wild and belongs to Lamiaceae family, in Fras procince. In the present experiment, 30 plants in full at flowering stage were randomly prepared from the Jahrom region of Fars province and divided into three groups of 10 and then flowers, leaves, and stems of each group were isolated for testing. Essential oil was extracted from each organ with three replications as in each repetition 200 g of plant material was used by hydro-distillation using Clevenger apparatus and analyzed by a combination of GC-FID and GC-MS techniques to check their chemical variability. The mean yields of essential oil (w/w%) in flowers, leaves, and stems were , 0.48%, 0.28%, and 0.06%, respectively. The total number of compounds identified and quantified were twenty-five in flowers, eighteen in leaves and twenty-one in stems, representing 93.1%, 93.4% and 92.2% of the total oil, respectively. Results of essential oil compound analysis illustrated that flower expressed a high content of linalool. Meanwhile, bicyclogermacrene + (E)-caryophyllene and germacrene D + bicyclogermacrene were the major compounds in leaf and stem organs, respectively. Also, results showed that , in the three studied organs, sesquiterpene hydrocarbons were the common group with the highest amountin leaves (69.1%), stems (68.0%), and flowers (34.5%). The highest level of oxygenated monoterpens was found in the flower part, represented by 27.3% of linalool. In conclusion, the plant organs of *S. macrosiphon* had different qualities and concentrations of essential oil. Flowers were the most beneficial organ of this species for essential oil and linalool compound productions.

Cite this article as: Bahrami, A., Yavari, A.R., Raheb, A.R. (2023). The effect of foli Analysis and Identification of Essential Oil Constituents in the Vegetative and Reproductive Organs of *Salvia macrosiphon* Boiss. in Natural Habitat of Fars Province. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants.,* 11(4): 30-44.

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

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

استخراج و تعیین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس اندام‌های رویشی و زایشی مریم‌گلی لوله‌ای (*Salvia macrosiphon* Boiss.) در رویشگاه طبیعی استان فارس

علی بهرامی[۱]، علیرضا یاوری[۱*]، علیرضا راهب[۲]

۱ گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران، رایانامه:yavari313@gmail.com

۲ گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۱
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۶

واژه‌های کلیدی:
اسانس
اندام گیاه
ترکیبات استری
تیره نعناع
مریم‌گلی لوله‌ای

چکیده

در این پژوهش برای اولین بار ترکیبات شیمیایی اسانس اندام‌های مختلف (گل، برگ و ساقه) گونه دارویی و خودرو مریم‌گلی لوله‌ای با نام علمی *Salvia macrosiphon* Boiss. از تیره نعناع (Lamiaceae) مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش، تعداد ۳۰ تک‌بوته کامل در مرحله گلدهی به صورت تصادفی از منطقه جهرم استان فارس انتخاب و به سه گروه مساوی تقسیم شدند. سپس اندام‌های مختلف شامل گل، برگ و ساقه از یکدیگر تفکیک گردیدند. استخراج اسانس از هر اندام با سه تکرار و در هر تکرار ۲۰۰ گرم ماده گیاهی به‌روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر، صورت گرفته و ترکیبات شیمیایی آنها با دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC) و گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC-MS) شناسایی گردید. عملکرد متوسط اسانس اندام‌های مختلف گل، برگ و ساقه به‌ترتیب ۰/۴۸، ۰/۲۸ و ۰/۰۶ درصد (وزنی/وزنی) به‌دست آمد. تعداد کل ترکیبات شناسایی و اندازه‌گیری شده عبارت بود از ۲۵ ترکیب در گل، ۱۸ ترکیب در برگ و ۲۱ ترکیب در ساقه که به ترتیب ۹۳/۱ درصد، ۹۳/۴ درصد و ۹۲/۲ درصد از کل اسانس را در بر گرفتند. نتایج تجزیه ترکیبات اسانس نشان داد که گل دارای مقدار بالایی از لینالول بود. این در حالی است که ترکیبات بی‌سیکلو جرماکرن + ای- کاریوفیلن و جرماکرن دی + بی‌سیکلو جرماکرن اجزای اصلی در برگ و ساقه بودند. همچنین، نتایج نشان داد که هیدروکربن‌های سزکوئی‌ترپنی بعنوان گروه مشترک و بالاترین مقدار در سه اندام مورد مطالعه، در برگ (۶۹/۱ درصد)، ساقه (۶۸/۰ درصد) و گل (۳۴/۵ درصد)، حاصل گردید. بیشترین مقدار ترکیبات مونوترپن‌های اکسیژن‌دار در گل به مقدار ۲۷/۳ درصد و مربوط به ترکیب لینالول یافت شد. در مجموع، اندام‌های مختلف مریم‌گلی لوله‌ای از کمیت و کیفیت اسانس متفاوتی برخوردار هستند و در بین آنها، گل‌ها برای تولید اسانس و ترکیب لینالول بیشتر توصیه می‌شوند.

استناد: بهرامی، علی؛ یاوری، علیرضا؛ راهب، علیرضا. (۱۴۰۲). استخراج و تعیین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس اندام‌های رویشی و زایشی مریم گلی لوله‌ای (*Salvia macrosiphon* Boiss.) در رویشگاه طبیعی استان فارس. *فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی*، ۱۱ (۴)، ۴۴-۳۰.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.
Doi:
Dor:

مقدمه

با توجه به شرایط جغرافیایی خاص و وسعت زیاد، ایران دارای تنوع اقلیمی بالایی است و به همین دلیل بسیاری از گونه‌های گیاهی را در خود جای داده است؛ به‌طوری که تعداد قابل توجهی از آنها را گیاهان دارویی تشکیل می‌دهند. با بررسی منابع علمی مختلف، مشاهده می‌شود که روند جایگزین کردن مواد دارویی شیمیایی با مواد طبیعی تسریع یافته است؛ به طوری که در بسیاری از کشورها، این ترکیبات طبیعی جزئی از سیستم درمانی و دارویی محسوب می‌شوند (Arvin and Firouzeh, 2022). از عمده‌ترین ذخیره‌گاه‌های غنی از متابولیت های ثانویه در مراتع، گیاهان دارویی هستند که مواد مؤثره موجود در آنها منشاء تولید تعداد زیادی از داروهایی است به صورت سنتی توسط جوامع محلی، در درمان انواع بیماری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. تولید و انباشت مواد مؤثره گیاهان دارویی در اثر هدایت فرآیندهای ژنتیکی صورت می‌پذیرد و عوامل محیطی به‌طور آشکاری در ساخت آنها تأثیرگذار هستند. علاوه بر تأثیراتی که عوامل محیطی بر رشد و نمو گیاهان دارند، می‌توانند بر کمیت و کیفیت مواد مؤثره و توزیع آنها در اندام‌های مختلف گیاه نیز تأثیرگذار باشند (Maina et al., 2021). عوامل دیگری که می‌توانند بر کمیت و کیفیت متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی تأثیرگذار باشند عبارتند از: اندام مورد استفاده در گیاه، نوع گونه گیاهی، مراحل فنولوژیکی، تنش‌های زیستی ناشی از چرای دام، زمان برداشت گونه گیاهی، فرآیندهای پس از برداشت و روش استخراج ماده مؤثره (Feduraev et al., 2019).

جنس مریم‌گلی (*Salvia*) بزرگترین جنس تیره نعناع (Lamiaceae) بوده که بیش از ١٠٠٠ گونه در سراسر جهان دارد. اخیراً، به دلیل خواص دارویی و معطر برگ‌های آن و استفاده در صنعت عطرسازی و نیز به‌عنوان ادویه در صنایع غذایی، علاقه به گونه‌های مختلف این جنس افزایش یافته است (Clebsch, 2003; Bahadori et al., 2016a; Karalija et al., 2022). گیاهان این جنس دارای اسانسی قابل توجه هستند که بیش از ١٠٠ ترکیب فعال شامل مونوترپن‌های هیدروکربن‌دار، مونوترپن‌های اکسیژن‌دار، سزکوئی ترپن‌های هیدروکربن‌دار، سزکوئی ترپن‌های اکسیژن‌دار و دی‌ترپن‌ها را در بر می‌گیرد. این ترکیبات فعال، فعالیت‌های بیولوژیکی بسیاری را انجام می‌دهند. اسانس مریم‌گلی در صنایع عطرسازی، صنایع غذایی به عنوان چاشنی و طعم‌دهنده و از گل‌های آن برای ساخت نوشیدنی‌ها و همچنین در صنایع دارویی به عنوان کرم‌کش، ضداسپاسم، ضدقابض، آنتی‌بیوتیک، محرک کبد و بهبود دهنده عمل هضم استفاده می‌شود (Bahadori et al., 2016b; Yavari, 2022). تنوع بسیار بالایی از جنس مریم‌گلی در سراسر جهان وجود دارد. در فلور ایران، این جنس شامل ٦٤ گونه گیاه علفی یکساله و چندساله بوده که ١٧ گونه از آن، اندمیک ایران هستند (Rechinger, 1982; Mozaffarian, 2007).

گونه مریم‌گلی لوله‌ای با نام علمی *Salvia macrosiphon* Boiss. یکی از گونه‌های با پراکنش فراوان در ایران از جنس *Salvia* می‌باشد که به‌نام‌های "مَرو"، "تخم مَرو" و "مَروَک" توسط اهالی بومی نامیده می‌شود (Amin, 2020). از نظر ویژگی‌های ریختی، گیاهی علفی و چندساله، به ارتفاع ٦٠-٣٠ سانتی‌متر می‌باشد. ساقه این گیاه به‌صورت منفرد و یا متعدد می‌باشد. برگ‌های پایین ساقه دارای دمبرگ بوده و برگ‌های بالایی ساقه و برگ‌های ناحیه گل‌آذین، بدون دمبرگ و کم و بیش ساقه آغوش هستند. هر دو طرف پهنک پوشیده از کرک می‌باشد. پهنک برگ در حاشیه با دندانه‌های نامنظم تا لوب‌دار و یا کم و بیش صاف دیده می‌شود. گل‌آذین‌های آن به‌صورت خوشه-

ای مرکب بوده که گل‌هایش معطر و به رنگ سفید تا سفید مایل به آبی هستند (Jamzad, 2012). در طب سنتی ایران، دانه‌های کامل و رسیده گیاه را در آب داغ خیسانده و یا می‌جوشانند و به‌وفور برای درمان بیماری‌های التهابی به‌ویژه بیماری‌های تنفسی استفاده می‌گردد. امروزه در عطاری‌ها و فروشگاه‌های عرضه کننده گیاهان دارویی در ایران، از دانه‌های این داروی طبیعی بیشتر برای بیماری‌های دستگاه تنفسی همراه با سایر دانه‌های موسیلاژی مانند "دانه به" استفاده می‌شود. دانه های *S. macrosiphon* حاوی مقادیر زیادی موسیلاژ بوده و بنابراین دارای اثرات آرام‌بخش نیز می‌باشد (Amin, 2020). از این گذشته، از سرشاخه‌های گلدار این گیاه به‌عنوان مدر، ضد دردهای شکمی، ضدنفخ و آنتی‌اکسیدان قوی استفاده می‌شود. خواباندن دانه‌های مریم‌گلی لوله‌ای در شیر، در درمان در التهاب گوش مؤثر گزارش شده است. همچنین از دانه‌های آن برای بهبود ضعف دستگاه گوارش استفاده می‌شود و در صورت تفت دادن می‌تواند برای درمان اسهال و زخم روده موثر باشد. در برخی از نقاط ایران، استفاده از برگ *S. macrosiphon* به صورت سنتی برای درمان دردهای رحمی در زنان و نیز سردرد و التهاب گزارش شده است (Hamedi et al., 2016; Valifard et al., 2017). از دیگر ترکیبات ثانویه این گونه، می‌توان به اسانس و ترکیبات فنولی اشاره داشت (Matloubi Moghddam et al., 2000; Gohari et al., 2011).

استخراج و مطالعه اجزای تشکیل دهنده انواع اسانس از مواد گیاهی مختلف، با توجه به اهمیت و کاربرد ترکیب‌های فرّار و اسانس‌ها در صنایع مختلف دارویی، غذایی و آرایشی- بهداشتی، بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است (Heydari et al., 2020). گزارش‌های محدودی از مطالعه روی تنوع ترکیبات شیمیایی اسانس گونه مریم‌گلی لوله‌ای وجود دارد. در تحقیقی به‌طور متوسط ٦٤ ترکیب در نمونه گیاهی جمع‌آوری شده از شیراز شناسایی گردید. ترکیب‌های عمده اسانس لینالول، هگزیل هگزانوات، هگزیل ایزو والرات، هگزیل ٢-متیل بوتوانات، اسکلارئول و هگزیل اکتانوات بودند (Javidnia et al., 2005). در پژوهشی دیگر، ترکیب‌ها و محتوای اسانس مریم‌گلی لوله‌ای جمع‌آوری شده از اصفهان مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج در این آنالیز ٤٦ ترکیب را در اسانس مشخص نمود که از بین این ترکیبات بتا-پینن، جرماکرن-دی، اسپاتولنول، ١، ٨ سینئول، لیمونن، آلفاپینن و آلفاتریپنئول ترکیبات عمده موجود در اندام هوایی گیاه بود (Sajjadi et al., 2000).

اندام‌های گیاه مریم‌گلی لوله‌ای به خصوص دانه‌ها و برگ‌ها هر ساله در سطح وسیعی از رویشگاه‌های طبیعی در کشور برداشت می‌شود و به‌عنوان سبزی و دارو در بازارهای محلی به فروش می‌رسد. قیمت مناسب آن و برداشت بیش از حد آن در مراحل اولیه رشد منجر به کاهش چشمگیر جمعیت گیاه در دهه‌های اخیر شده است. اگرچه اسانس پیکره هوایی *S. macrosiphon* پیش از این مورد مطالعه قرار گرفته است، ولی با توجه به بررسی منابع صورت گرفته، هیچ اطلاعات مقایسه‌ای در مورد ترکیب اسانس به دست آمده از اندام‌های مختلف گیاهی شامل گل، برگ و ساقه به‌صورت کامل وجود ندارد. لذا در پژوهش حاضر، ترکیبات اسانس گل، برگ و ساقه مریم‌گلی لوله‌ای برای اولین بار از منطقه جهرم استان فارس مورد بررسی قرار گرفت. از این رو نتایج این تحقیق می‌تواند برای صنایع دارویی و غذایی و همچنین به‌نژادگران گیاهان دارویی در انتخاب هر اندام برای مصرف و اهداف به‌نژادی مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

جمع آوری مواد گیاهی و خشک کردن: پس از شناسایی رویشگاه طبیعی مریم‌گلی لوله‌ای در منطقه

جهرم استان فارس (با ارتفاع ١٠٤٧ متر از سطح دریا) با مختصات جغرافیایی "٢٣ '٣٥ °٢٨ عرض شمالی و "٣٦ '٢٠ °٥٦ طول شرقی و مشاهده مستقیم تک بوته‌های مختلف *S. macrosiphon*، اطلاعات فنولوژیکی اکوتیپ جهرم جمع‌آوری و براساس آن، زمان گلدهی کامل گیاه تعیین گردید (شکل ١).

شکل ١: گیاه کامل (راست) و گل‌آذین (چپ) مریم‌گلی لوله‌ای (*S. macrosiphon*) در رویشگاه طبیعی جهرم استان فارس

سپس در مرحله گلدهی کامل، پیکره رویشی تعداد ٣٠ بوته کامل در اواخر فروردین سال ١٤٠٠ جمع‌آوری شده و به آزمایشگاه فناوری گیاهان دارویی دانشگاه هرمزگان انتقال یافت. بوته‌ها به سه نمونه مجزا از برگ، گل و ساقه تقسیم شدند. نمونه‌ها در سایه و دمای اتاق (٢٤ درجه سانتی‌گراد) خشک گردیده و تا زمان استفاده، در ظرف‌های دربسته و محیط عاری از رطوبت نگهداری شدند. یک نمونه هرباریومی برای تائید گونه، به هرباریوم دانشگاه هرمزگان فرستاده شد و با کد هرباریوم ٥٠٤ ثبت گردید.

استخراج اسانس: به‌منظور استخراج و تعیین درصد اسانس، از روش تقطیر با آب استفاده گردید. به منظور ایجاد بیشترین سطح تماس با آب موجود در بالون دستگاه، نمونه‌های خشک هر یک از اندام‌ها (برگ، گل و ساقه) به صورت جداگانه با دستگاه آسیاب خرد شده و میزان ٢٠٠ گرم از پودر حاصل از هر کدام از اندام‌های مورد مطالعه با افزودن حجم معینی از آب مقطر به روش تقطیر با آب به کمک دستگاه کلونجر و براساس فارماکوپه بریتانیا (British Pharmacopoeia, 2007) به‌مدت ٣ ساعت اسانس-گیری شدند و بازده اسانس (درصد وزن به وزن خشک) براساس سه تکرار محاسبه گردید. جهت حذف رطوبت موجود در اسانس استحصالی، از سولفات سدیم انیدرید استفاده شد. نمونه‌های اسانس

استخراج شده تا زمان تزریق به دستگاه‌های GC و GC/MS در شیشه‌های کوچک تیره و دربسته در دمای یخچال نگهداری شدند.

جداسازی و شناسایی ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس: برای جداسازی و شناسایی ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس، از دستگاه‌های کروماتوگراف گازی (GC) و کروماتوگراف گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) استفاده شد. درصد ترکیب‌های تشکیل دهنده هر اسانس پس از جداسازی به همراه شاخص بازداری محاسبه گردید. طیف‌های جرمی مربوط به ترکیب‌های موجود در اسانس به‌منظور بررسی کیفی (شناسایی) به‌دست آمد. شناسایی طیف‌ها به کمک محاسبه شاخص کواتس که با تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C_6-C_{24}) تحت شرایط یکسان با تزریق اسانس‌ها صورت گرفت و با مقادیری که در منابع مختلف منتشر گردیده بود، مقایسه شد. بررسی طیف‌های جرمی نیز جهت شناسایی ترکیب‌ها انجام گرفت و شناسایی‌های صورت گرفته با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد و استفاده از کتابخانه‌های مختلف تأیید گردید. درصد نسبی هر کدام از ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس‌ها با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف کروماتوگراف گازی به دست آمد و با مقادیری که در منابع مختلف با در نظر گرفتن اندیس کواتس منتشر شده، مقایسه گردید (Shibamoto, 1987; Davies, 1998; Adams, 2011).

مشخصات دستگاه‌های مورد استفاده

١- دستگاه کروماتوگراف گازی (GC): برای آنالیز کمی اسانس، از دستگاه کروماتوگراف گازی Agilent سری 7890A ساخت کشور آمریکا مجهز به داده‌پرداز با نرم‌افزار Chrom-card 2006، دارای ستون موئینه به طول ٣٠ متر و قطر داخلی ٠/٢٥ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ٠/٢٥ میکرومتر و با نام تجارتی DB-5 بود، استفاده گردید. برنامه‌ریزی ستون از دمای اولیه ٦٠ درجه سانتی‌گراد شروع شده و در هر دقیقه ٣ درجه سانتی‌گراد به آن افزوده می‌شد تا به دمای ٢٢٠ درجه سانتی‌گراد می‌رسید. سپس دما با سرعت ٢٠ درجه سانتی‌گراد در دقیقه افزایش یافته و در دمای ٢٦٠ درجه سانتی‌گراد به مدت ١٠ دقیقه در این دما نگه داشته شد. دمای محفظه تزریق ٢٦٠ درجه سانتی‌گراد و دمای آشکارساز ٢٨٠ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. آشکارساز مورد استفاده در دستگاه کروماتوگرافی گازی از نوع FID (آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای) بود و از گاز نیتروژن به عنوان گاز حامل استفاده گردید و فشار ورودی آن به ستون برابر ٠/٧ میلی‌لیتر بر دقیقه تنظیم شد.

٢- دستگاه کروماتوگراف گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS): برای آنالیز کیفی اسانس از دستگاه گاز کروماتوگراف متصل شده به طیف‌سنج جرمی (Agilent 7890A/5975C GC/MS) استفاده شد. ستون مورد استفاده از نوع DB-5 به طول ٣٠ متر و قطر داخلی ٠/٢٥ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ٠/٢٥ میکرون بود. دمای آون از ٦٠ درجه سانتی‌گراد تا ٢٢٠ درجه سانتی‌گراد، با سرعت ٣ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه افزایش یافت. سپس دما با سرعت ٢٠ درجه سانتی‌گراد در دقیقه افزایش یافته و در دمای ٢٦٠ درجه سانتی‌گراد به مدت ٥ دقیقه در این دما نگه داشته شد. درجه حرارت محفظه تزریق ٢٦٠ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت ترانسفرلاین ٢٨٠ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. از گاز هلیم به عنوان گاز حامل مورد استفاده قرار گرفته است. سرعت خطی گاز هلیم ٣٠/٦ سانتی‌متر بر ثانیه، انرژی یونیزاسیون معادل ٧٠ الکترون ولت، زمان اسکن برابر یک ثانیه و ناحیه جرمی از ٤٠ تا ٣٠٠ a.m.u بود.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل از بازده اسانس اندام‌های مختلف جهت تجزیه واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی، با سه تکرار و مقایسه میانگین عملکرد متوسط اسانس به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ver. 9.4 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

بازده متوسط اسانس اندام‌های مختلف: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که در بین اندام‌های مختلف مریم‌گلی لوله‌ای مورد مطالعه، از لحاظ عملکرد اسانس در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱).

جدول ۱: تجزیه واریانس بازده اسانس اندام‌های مختلف مریم گلی لوله‌ای (*S. macrosiphon*)

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
بازده اسانس	۲	۰/۰۸۵**
تکرار	٦	۰/۰۰۳

**: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۲: میانگین بازده اسانس اندام‌های مختلف مریم گلی لوله‌ای (*S. macrosiphon*)

اندام گیاه	گل	برگ	ساقه
مقدار اسانس (درصد)	۰/٤۸ ± ۰/۰۹^{a}	۰/۲۸ ± ۰/۰۷^{b}	۰/۰٦ ± ۰/۰۲^{c}

* حروف غیرمشابه به مفهوم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ ٪ به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

بازده متوسط اسانس مربوط به اندام‌های مختلف مریم گلی لوله‌ای از ۰/۰٦ تا ۰/٤۸ درصد (وزنی/ وزنی حاصل از وزن خشک) نوسان نشان داد. بازده متوسط اسانس اندام‌های مختلف به‌ترتیب نزولی زیر بود (جدول ۲):

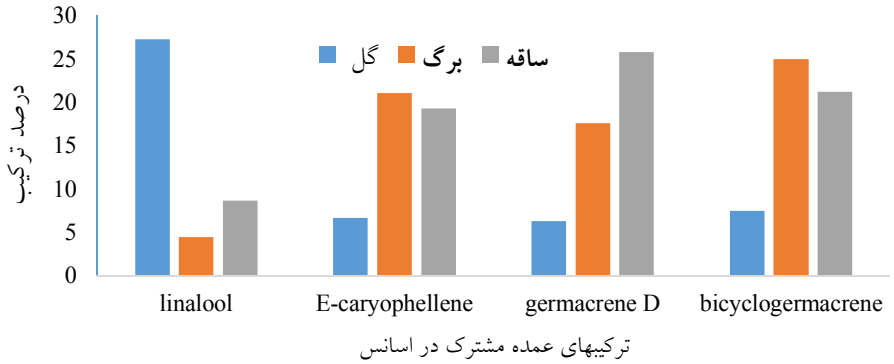
گل (۰/٤۸ درصد) > برگ (۰/۲۸ درصد) > ساقه (۰/۰٦ درصد).

چنانچه مشاهده می‌شود عملکرد اسانس گل نسبت به سایر بخش‌ها بیشتر بوده و اندام ساقه دارای کمترین مقدار بازده اسانس بود. از نظر رنگ اسانس نیز بخش‌های مختلف گیاه دارای رنگ‌های متفاوتی بودند؛ به نحوی که اسانس گل زرد کم‌رنگ، اسانس برگ سبز کم‌رنگ مایل به زرد و اسانس ساقه زرد پر رنگ مشاهده گردید.

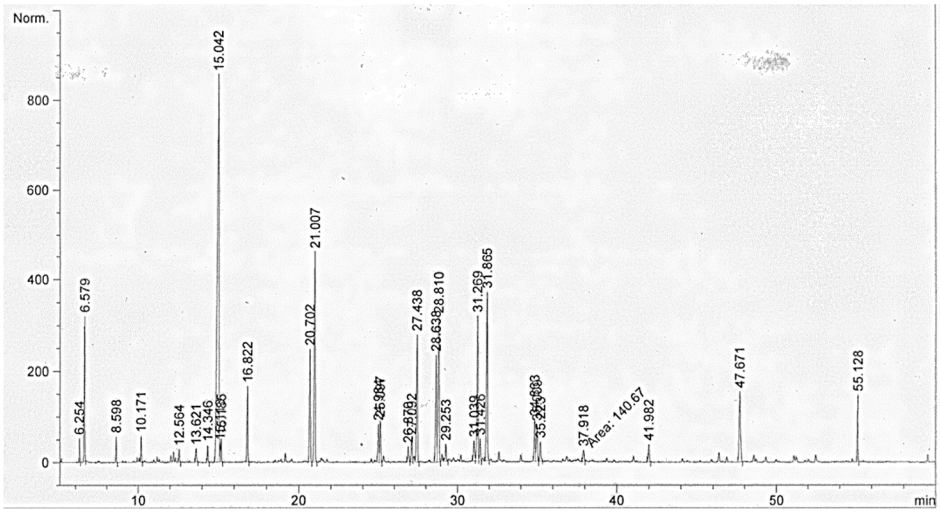
ترکیب‌های شیمیایی اسانس اجزای مختلف گیاه: مقایسه اندام‌های مختلف مورد مطالعه *S. macrosiphon* از نظر نوع و درصد اجزای شیمیایی شناسایی شده در اسانس با توجه به ستون DB-5، دلالت بر وجود تفاوت قابل توجه بین آنها دارد (جدول ۳). در مجموع ۲۹ ترکیب در بخش‌های مختلف مورد بررسی گیاه مشاهده گردید که تعداد ١٤ ترکیب در آنها مشترک بودند. بیشترین تعداد ترکیب-های شناسایی شده در اسانس گل با ۲۵ ترکیب و کمترین آن در برگ با ۱۸ ترکیب مشاهده شد. همچنین، شمار اجزای شیمیایی موجود در ساقه، ۲۱ ترکیب تعیین گردید.

ترکیب‌های شناسایی شده از گل ۹۳/۱ درصد از کل اسانس را شامل می‌شدند. عمده‌ترین ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس گل گونه مریم‌گلی لوله‌ای

عبارتند از: لینالول (٢٧/٣ درصد)، هگزیل ایزو والرات (٩/٠ درصد)، بی‌سیکلو جرماکرن (٧/٥ درصد)، ای-کاریوفیلن (٦/٧ درصد)، جرماکرن دی (٦/٣ درصد)، بتا- اِلمن (٥/٤ درصد)، آلفا- گورجونن (٤/٦ درصد) و هگزیل-٢- متیل بوتانوات (٤/٣ درصد)؛ سایر ترکیبات کمتر از چهار درصد اجزای اسانس را تشکیل دادند که در جدول ٣ آورده شده است. ترکیبات شناسایی شده از برگ ٩٣/٤ درصد از اجزای اسانس را به خود اختصاص دادند. بی‌سیکلو جرماکرن (٢٥/٠ درصد)، ای- کاریوفیلن (٢١/١ درصد)، جرماکرن دی (١٧/٦ درصد)، هگزیل تی‌گلات (٥/٤ درصد)، لینالول (٤/٥ درصد) و اسپاتولنول (٤/١ درصد) در اسانس برگ، اجزای عمده بودند. در اسانس ساقه این گونه مریم‌گلی ٩٢/٢ درصد از کل اسانس شناسایی گردید که عمده‌ترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس شامل جرماکرن دی (٢٥/٨ درصد)، بی‌سیکلو جرماکرن (٢١/٢ درصد)، ای- کاریوفیلن (١٩/٣ درصد)، لینالول (٨/٧ درصد) و اسپاتولنول (٦/٥ درصد) بودند؛ سایر ترکیبات موجود در برگ و ساقه کمتر از ٤ درصد را تشکیل داده بودند که در جدول ٣ آورده شده است. این اولین گزارش ترکیبات تشکیل دهنده اسانس ساقه مریم‌گلی لوله‌ای بود. از تعداد ٢٩ ترکیب مشترک تشکیل دهنده اسانس در بخش‌های مورد مطالعه گونه *S. macrosiphon*، چهار ترکیب لینالول، ای-کاریوفیلن، جرماکرن دی و بی‌سیکلو جرماکرن جزو ترکیب‌های عمده مشترک اسانس بودند (شکل ٢).



شکل ٢: درصد ترکیب‌های عمده مشترک اسانس اندام‌های مختلف مریم گلی لوله ای



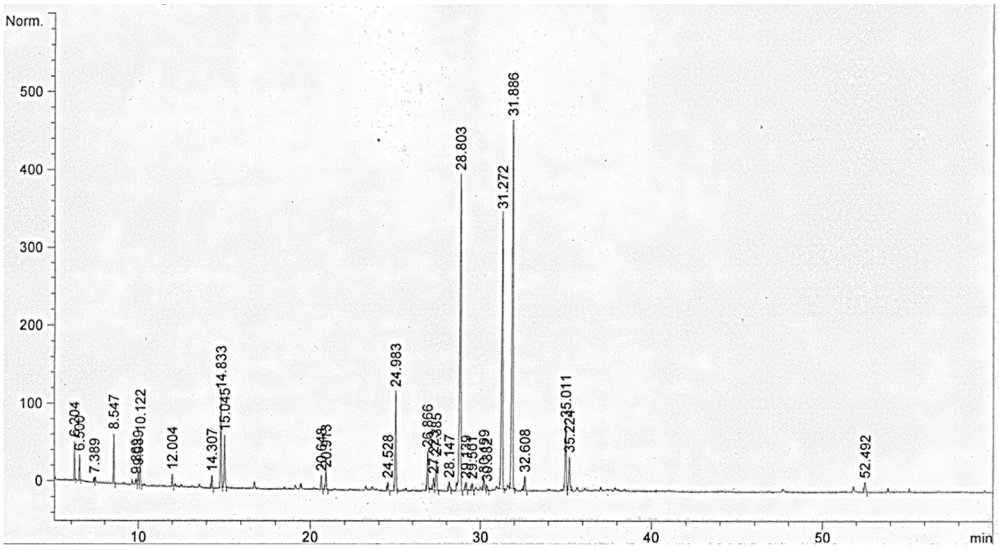
شکل ٣: کروماتوگرام آنالیز اسانس اندام گل مریم‌گلی لوله‌ای (*S. macrosiphon*)

جدول ٣: اجزای شناسایی شده در اسانس اندام‌های مختلف گیاه مریم‌گلی لوله‌ای (*S. macrosiphon*)

ردیف	نام ترکیب	نوع ترکیب	شاخص‌بازداری* (RI)	درصد ترکیب‌ها		
				ساقه	برگ	گل
١	α-pinene	MH	٩٣٩	٠/٢	١/٧	٠/٦
٢	sabinene	MH	٩٧٧	ND	٠/٢	ND
٣	β-pinene	MH	٩٨٣	١/١	١/٨	٠/٧
٤	limonene	MH	١٠٣٤	٠/١	٠/٥	tr
٥	Z- β- ocimene	MH	١٠٤٧	ND	ND	٠/٤
٦	linalool	OM	١١٠١	٨/٧	٤/٥	٢٧/٣
٧	nonanal	Aldehyde	١١٠٥	١/٣	٢/٥	٠/٥
٨	hexyl isobutanoate	Ester	١١٣٨	ND	ND	٢/٥
٩	hexyl-2-methyl butanoate	Ester	١٢٣٥	٠/٣	٠/٧	٤/٣
١٠	hexyl isovalerate	Ester	١٢٤٢	٠/٤	٠/٩	٩/٠
١١	hexyl tiglate	Ester	١٣٢٧	٣/٤	٥/٤	١/٥
١٢	-elemeneδ	SH	١٣٢٩	ND	ND	١/٥
١٣	α-copaene	SH	١٣٦٣	٠/٥	٢/٠	٠/٦
١٤	hexyl hexanoate	Ester	١٣٦٧	ND	ND	١/٠
١٥	β-cubebene	SH	١٣٦٩	٠/٢	٠/٦	tr
١٦	-elemeneβ	SH	١٣٧٢	٠/٦	٢/٠	٥/٤
١٧	-gurjuneneα	SH	١٤١٩	ND	ND	٤/٦
١٨	(E)-caryophyllene	SH	١٤٢٤	١٩/٣	٢١/١	٦/٧
١٩	-muuroleneϒ	SH	١٤٧٨	٠/٣	tr	١/٠
٢٠	germacrene D	SH	١٤٨٤	٢٥/٨	١٧/٦	٦/٣
٢١	-selineneδ	SH	١٤٨٧	tr	tr	٠/٩
٢٢	bicyclogermacrene	SH	١٤٩٦	٢١/٢	٢٥/٠	٧/٥
٢٣	-cadineneδ	SH	١٥١٤	٠/١	٠/٨	ND
٢٤	germacrene D-4-ol	OS	١٥٦٣	٠/٣	ND	١/٧
٢٥	spathulenol	OS	١٥٦٦	٦/٥	٤/٠٩	١/٧
٢٦	caryophyllene oxide	OS	١٥٧١	٠/٤	٢/٠	٠/٩
٢٧	hexyl decanoate	Ester	١٧٦١	tr	tr	٠/٨
٢٨	(E,E)-7,11,15-trimethyl-3methylene hexadeca 1,6,10,14-tetraene	Alkene	١٩٤٧	١/٢	ND	٣/٩
٢٩	sclareol	Diterpene alcohol	٢٢٣٠	٠/٣	tr	١/٧

*: شاخص بازداری محاسبه شده در این تحقیق از سری‌های هومولوگ نرمال آلکان‌های ٢٤-٦ کربنه در ستون DB-5 تعیین گردید.

tr (trace) = مقدار ناچیز (کمتر از ٠/١ درصد)؛ ND (Not Detected) = شناسایی نشده



شکل ٤: کروماتوگرام آنالیز اسانس اندام برگ مریم‌گلی لوله‌ای (*S. macrosiphon*)

جدول ٤: ترکیب‌های نسبی کلاس‌های مختلف در اسانس اندام‌های مختلف گیاه مریم‌گلی لوله‌ای (*S. macrosiphon*)

نام ترکیب	درصد ترکیب		
	گل	برگ	ساقه
هیدروکربن‌های مونوترپنی Monoterpene hydrocarbons (MH)	١/٧	٤/٢	١/٤
مونوترپن‌های اکسیژن‌دار Oxygenated monoterpens (OM)	٢٧/٣	٤/٥	٨/٧
هیدروکربن‌های سزکوئی ترپنی Sesquiterpene hydrocarbons (SH)	٣٤/٥	٦٩/١	٦٨/٠
سزکوئی ترپن‌های اکسیژن‌دار Oxygenated sesquiterpenes (OS)	٤/٣	٦/١	٧/٢
دی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار Oxygenated diterpenes (OD)	١/٨	٠	٠/٣
ترکیبات استری Ester compounds	١٩/١	٠/٧	٤/١
هیدروکربن‌های زنجیر بلند Long-chain Hydrocarbons (Alkane)	٣/٩	٠	١/٢
سایر	٠/٥	٢/٥	١/٣
مقدار کل ترکیبات شناسایی شده (درصد)	٩٣/١	٩٣/٤	٩٢/٢

با توجه به ترکیب‌های مختلف شناسایی شده در اسانس این سه نمونه، مشخص گردید که تنوع بالایی در بین ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس اندام‌های مختلف گل، برگ و ساقه وجود دارد؛ به‌طوری که هیدروکربن‌های سزکویی‌ترپنی، اصلی‌ترین گروه تشکیل دهنده اجزای اسانس در گل (٣٤/٥ درصد)، برگ (٦٩/١ درصد) و ساقه (٦٨/٠ درصد) را شامل شد. در ادامه، در گل به‌ترتیب ترکیبات مونوترپن‌های اکسیژن‌دار، ترکیبات استری، سزکویی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار، هیدروکربن‌های زنجیر بلند، دی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار و در نهایت هیدروکربن‌های مونوترپنی سهم کمتری داشتند. از سوی دیگر سزکویی‌ترپن‌های

اکسیژن‌دار در برگ و مونوترپن‌های اکسیژن‌دار در ساقه، دومین گروه بزرگ را تشکیل دادند. سومین گروه بزرگ از نظر فرمول شیمیایی اجزای اسانس در برگ و ساقه به‌ترتیب مونوترپن‌های اکسیژن‌دار و سزکویی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار بودند. پس از آن، هیدروکربن‌های مونوترپنی در برگ و ترکیبات استری در ساقه، تشکیل دهنده چهارمین گروه بزرگ بودند. در نهایت، ترکیبات استری کمترین اجزای اسانس در برگ و به‌ترتیب هیدروکربن‌های مونوترپنی، هیدروکربن‌های زنجیر بلند و دی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار به‌عنوان کمترین اجزای شناسایی شده در ساقه گیاه مریم‌گلی لوله‌ای بودند (جدول ٤).

بحث

گیاهان به اندام‌های مختلفی شامل گل، برگ و ساقه برای تولید اسانس مجهز هستند و ظرفیت تولید اسانس در هر بخش ممکن است متفاوت باشد. برای دستیابی به بالاترین بازده اسانس، آشنایی با اندام‌هایی که درصد بالایی از اسانس را تولید می‌کنند، ضروری است. این موضوع می‌تواند از یک سو به منظور بهبود عملکرد ماده خشک اندام، توسط اصلاحگران گیاهان دارویی مورد توجه قرار گیرد و از سوی دیگر در صنایع دارویی، غذایی و بهداشتی- آرایشی مورد استفاده قرار گیرد (Hedayati et al., 2016). در تیره نعناع، اسانس‌ها به طور قابل توجهی در غده‌های ترشحی ذخیره می‌شوند (Jalali et al., 2021). به همین دلیل، تراکم غده‌های ترشحی در یک واحد سطح گل گونه مریم‌گلی لوله‌ای، باعث توجیه درصد بالای اسانس در گل‌های این گیاه نسبت به سایر اندام‌ها می‌شود.

مقایسه بین نتایج این تحقیق با مطالعات قبلی، شباهت و تفاوت‌هایی را نشان داد. در پژوهش پیشین روی اندام‌های گل و برگ مریم‌گلی لوله‌ای جمع‌آوری شده از ارتفاعات منطقه کوهستانی دودانگه استان البرز، بازده اسانس گل (٠/٧٦ درصد) بیشتر از برگ (٠/٤٦ درصد) بود که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد (Bakhshi Khaniki and Lari Yazd, 2009). در تحقیق صورت گرفته روی اسانس حاصل از پیکره هوایی گونه *S. macrosiphon* جمع‌آوری شده از چهار رویشگاه طبیعی ایران، بازده اسانس از رویشگاه‌های بوشهر، گلپایگان، یزد و شیراز به‌ترتیب ٠/٥٤، ٠/٣٥، ٠/٧٢ و ٠/٤١ درصد گزارش گردید (Rajabi et al., 2014). در گزارشی دیگر از نمونه گیاهی مربوط به مریم‌گلی لوله‌ای جمع‌آوری شده از رویشگاه شیراز، رنگ اسانس استحصالی از پیکره رویشی زرد کم‌رنگ و بازده اسانس ٠/٢٦ درصد (وزنی/وزنی) اعلام گردید (Sefidkon et al., 2005). اگرچه تولید اسانس، که یکی از متابولیت‌های ثانویه است، از پشتوانه دیرین تکاملی برخوردار می‌باشد؛ اما ممکن است مشاهده شود که میزان اسانس در اندام هوایی و سایر اندام‌های مختلف مریم‌گلی لوله‌ای، تحت تأثیر عوامل محیطی (زیستی و غیرزیستی) قرار می‌گیرد. علاوه بر این، درباره‌ی سایر توده‌های مریم‌گلی لوله‌ای که از مناطق و رویشگاه‌های مختلف جمع‌آوری شده‌اند، عوامل ژنتیکی نیز نقش مهمی در تنوع عملکرد اسانس ایفا می‌کنند (Hazzoumi et al., 2020; Charchari et al., 2010; Omidbaigi, 2007).

مقایسه ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس در نمونه‌های مورد بررسی در این مطالعه نشان داد ترکیب غالب در گل، ترکیب مونوترپن اکسیژندار به نام لینالول (٢٧/٣ درصد) بود (جدول ٣)؛ این در حالی است که اولین ترکیب غالب در برگ و ساقه به‌ترتیب بی‌سیکلو جرماکرن (٢٥/٠ درصد) و جرماکرن دی (٢٥/٨ درصد) حاصل گردید. دومین ترکیب غالب در اسانس گل ترکیب استری به نام هگزیل ایزو والرات (٩/٠ درصد)، در برگ ترکیب

هیدروکربن سزکوئی‌ترپنی به نام ای- کاریوفیلن (٢١/١ درصد) و در ساقه نیز ترکیب هیدروکربن سزکوئی‌ترپنی دیگری به نام بی‌سیکلو جرماکرن (٢١/٢ درصد) بودند. سومین ترکیب غالب در هر یک از اندام‌های گل، برگ و ساقه که به‌ترتیب شامل بی‌سیکلو جرماکرن (٧/٥ درصد)، جرماکرن دی (١٧/٦ درصد) و ای- کاریوفیلن (١٩/٣ درصد) بودند، به‌طور مشترک جزو گروه هیدروکربن‌های سزکوئی‌ترپنی قرار داشتند. از دیگر ترکیبات غالب می‌توان به ترکیب ای- کاریوفیلن (٦/٧ درصد) و جرماکرن دی (٦/٣ درصد) در گل، دو ترکیب هگزیل تی‌گلات (٥/٤ درصد) و لینالول (٤/٥ درصد) در برگ و ترکیب‌های لینالول و اسپاتولنول (به‌ترتیب ٨/٧ و ٦/٥ درصد) اشاره کرد. در پژوهشی روی شناسایی ترکیب‌های اسانس حاصل از اندام‌های گل و برگ گونه *S. macrosiphon* در مجموع به‌ترتیب ٧٢ و ٦٤/١ درصد از اجزای اسانس شناسایی گردید. ترکیب‌های غالب شناسایی شده در گل شامل لیمونن (٦/٩ درصد)، آلفا- پینن (٦/٨ درصد)، اسپاتولنول (٦/٨ درصد)، میرسن (٦/٧ درصد)، کاریوفیلن (٥/٦ درصد) و بتا- پینن (٤/٩ درصد) بودند؛ این در حالی است که ترکیب‌های میرسن (٨/١ درصد)، بتا- پینن (٦/٨ درصد)، لیمونن (٦/١ درصد)، آلفا- پینن (٥/٢ درصد)، اسپاتولنول (٥/١ درصد)، کامفور (٤/٣ درصد) و کاریوفیلن (٤/١ درصد) به‌عنوان ترکیب‌های غالب در برگ، معرفی شدند (Bakhshi Khaniki and Lari Yazd, 2009). در مطالعه‌ای دیگر، اقدام به شناسایی ترکیب‌های اسانس مریم‌گلی لوله‌ای جمع-آوری شده از بوشهر، گلپایگان، یزد و شیراز شد که پنج ترکیب لینالول (٢٧/٨-١٦/١ درصد)، ای-کاریوفیلن (١٦/٣- ٦/٣ درصد)، جرماکرن دی (١٠/٥-٠ درصد)، کاریوفیلن اکساید (٢٦/٩- ٠ درصد) و اسپاتولنول (١٧/١ - ٠ درصد) به‌عنوان ترکیب‌های غالب مشخص گردیدند (Rajabi et al., 2014).

علت وقوع این نوسانات در اجزای کمی و کیفی اسانس شناسایی شده در بین اندام‌های مختلف یک گیاه را بایستی در عوامل مختلف نقش‌آفرین در این وضعیت جستجو کرد. یکی از ویژگی‌های گونه‌های مختلف جنس *Salvia* sp. پراکنش کرک در اندام‌های مختلف آنها می‌باشد (Jamzad, 2012). در گونه مریم‌گلی لوله‌ای تفاوت در ترکیب اسانس بخش‌های مختلف گیاه ممکن است ناشی از وجود ساختارهای غده‌ای ترشحی متمایزی باشد که به‌طور غیریکنواخت در سراسر گیاه پراکنده شده‌اند. ترکیبات فرار گیاه در این ساختارهای ترشحی اختصاصی تولید و ذخیره می‌شوند تا خطر خودسمیتی را کاهش دهند و حفظ سطوح بالاتر این ترکیبات به عنوان عامل دفاعی در گیاه ممکن شود. گزارش‌ها نشان می‌دهد که وجود کرک‌های غده‌ای ترشحی مختلف با پراکنش غیریکنواخت، منجر به وجود ترکیبات مختلف در اسانس گیاهان در گونه‌های متعدد از خانواده نعناع است (Jiyanpour and Yavari, 2022; Guesmi et al., 2019; Giuliani et al., 2017; Tiwari, 2016; Biswas et al., 2009). بالا بودن میزان اسانس گل (٠/٤٨ درصد) نسبت به سایر اندام‌های این گیاه را که در این پژوهش مشخص شده است را می‌توان به بالا بودن تعداد گل و گل‌آذین‌ها در این گونه و به‌دنبال آن، تعداد زیاد کرک‌های ترشحی در اندام‌های زایشی در گونه *S. macrosiphon* نسبت داد. همچنین، با در نظر گرفتن این مهم که اندام زایشی در گیاهان گل‌دار که مسوول تجدید نسل از طریق تولید بذر می‌باشد، از نظر تکاملی، از سلول‌هایی با حداکثر تمایز سلولی برخوردار می‌باشد (Xu et al., 2021; Ma, 2005; Clark, 2001)؛ از طرف دیگر، تولید حداکثری متابولیت‌های ثانویه مانند اسانس در سلول‌های

تمایزیافته گیاهان دارویی صورت می‌گیرد (Li et al., 2020; Verma and Shukla, 2015). بنابراین می‌توان گفت احتمال دارد در بافت‌های دارای سلول‌های با حداکثر تمایزیافتگی مانند بافت‌های مختلف اندام زایشی، تولید انواع تنظیم کننده‌های رشدی موثر بر این مرحله نموی مانند انواع جیبرلین‌ها، استروئیدها و سایتوکینین‌ها، با غلظت‌های بالاتری تولید شوند که می‌توانند سیگنال‌های لازم برای تشدید بیان ژن‌های دخیل در فعال شدن چرخه‌های بیوسنتزی اسانس را ارسال نمایند (Jamwal et al., 2018). بنابراین، یکی از اهداف اصلاحی برای افزایش حداکثری عملکرد اسانس در این گیاه، می‌تواند صفت‌های تعداد گل‌آذین و تعداد گل در گل‌آذین باشد که افزایش میزان آنها باید مورد توجه اصلاح‌گران قرار گیرد. با توجه به اینکه مریم‌گلی لوله‌ای گیاهی چندساله می‌باشد، ساقه آن طی دوره بلوغ از نسبت لیگنین بالاتری برخوردار می‌شود و این نمو اندام در این گیاه می‌تواند سبب تغییر در ساختار کرک‌های ترشحی خارجی گردد که این امر منجر به پارگی کرک‌های ترشحی و از دست رفتن اسانس انباشت شده می‌شود (Figueiredo et al., 2008)؛ لذا درصد پایین اسانس در ساقه (٠/٠٦ درصد) نسبت به سایر اندام‌های این گیاه در این تحقیق را می‌تواند توجیه نماید.

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد اسانس استخراج شده از اندام‌های مختلف هوایی گیاه دارویی مریم‌گلی لوله‌ای از نظر ترکیب‌های عمده و ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس، دارای تفاوت می‌باشند. نتایج این پژوهش حاکی از برخورداری گل این گیاه از بیشترین بازده اسانس (٠/٤٨ درصد از وزن خشک)، تقریباً ٢ برابر اسانس برگ، به‌همراه غنی بودن از ماده مونوترپنی اکسیژن‌دار غیرحلقوی معطر ارزشمندی به نام لینالول بود که می‌تواند به‌عنوان اندام مورد استفاده برای مواد بهداشتی و تمیز کننده مانند صابون‌ها و لوسیون‌ها و نیز داروهای درمان کننده بیماری‌های پوستی مدنظر قرار گیرد. اگرچه بخش غالب اسانس هر سه اندام از نوع هیدروکربن‌های سزکوئی‌ترپنی تشکیل یافته بود، با این حال، تعداد و تنوع اجزای تشکیل‌دهنده اسانس در اندام‌های مختلف تا حدی متفاوت مشاهده گردید که بسته به نیاز و اهمیت هر یک از اجزای تشکیل‌دهنده اسانس در صنایع مختلف، می‌توان از ژنوتیپ‌ها و یا اکوتیپ‌هایی با ترکیب اسانس مورد نظر برای برنامه‌های اهلی‌سازی و تکثیر گیاه استفاده نمود.

سپاسگزاری

بدینوسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را از بخش گیاهان دارویی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، بویژه آزمایشگاه فیتوشیمی، به‌دلیل مساعدت جهت آنالیز نمونه‌های اسانس با استفاده از دستگاه‌های GC و GC/MS را اعلام می‌داریم.

References

Adams, R.P. (2011). Identification of essential oils by ion trap mass spectroscopy. Academic Press, New York.

Amin, A. (2020). The most common traditional medicinal plants in Iran. Choogan Publication. Tehran, Iran. (In Persian)

Arvin, P. and Firouzeh, R. (2022). Study on phenolic content, antioxidant capacity, and essential oil compounds of *Chenopodium botrys* L. from Raz and Jargalan regions. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research. 38(4): 519-531. (In Persian)

Bahadori, M.B., Valizadeh, H., Asghari, B., Dinparast, L., Bahadori, S. and Moridi Farimani, M. (2016). Biological activities of *Salvia santolinifolia* Boiss. a multifunctional medicinal plant. Current Bioactive Compounds. 12(4): 297-305.

Bahadori, M.B., Valizadeh, H. and Farimani, M.M. (2016). Chemical composition and antimicrobial activity of the volatile oil of *Salvia santolinifolia* Boiss. from southeast of Iran. Pharmaceutical Sciences. 22(1): 42-48.

Bakhshi Khaniki, G. and Lari Yazdi, H. (2009). Survey on essential oils composition in *Salvia limbata* & *Salvia macrosiphon*. Biology Journal. 4(1): 33-42.

Biswas, K.K., Foster, A.J., Aung, T. and Mahmoud, S.S. (2009). Essential oil production: relationship with abundance of glandular trichomes in aerial surface of plants. Acta Physiologiae Plantarum. 31: 13–19.

Charchari, S., Chafaa, I., Kassoussi, K., Zekri, M.M., Benhalla, A. and Boudina, N. (2010). Glandular trichomes, secretory cavities and essential oil of Sage (*Salvia officinalis* L.). Journal of Essential Oil Bearing Plants. 13(3): 267-274.

British Pharmacopoeia. (2007). Appendix XI. Vol. 2, HMSO, London.

Clark, S. (2001). Cell signaling at the shoot meristem. Nature Reviews Molecular Cell Biology. 2: 276–284.

Clebsch, B. (2003). The new book of *Salvias*: Sages for every garden. Timber Press, Portland.

Davies, N.W. (1998). Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicon and Carbowax 20M phases. Journal of Chromatography. 503: 1-24.

Feduraev, P., Chupakhina, G., Maslennikov, P., Tacenko, N. and Skrypnik, L. (2019). Variation in phenolic compounds content and antioxidant activity of different plant organs from *Rumex crispus* L. and *Rumex obtusifolius* L. at different growth stages. Antioxidants. 8(7): 237.

Figueiredo, A.C., Barroso, J.G., Pedro, L.G. and Scheffer, J.J.C. (2008). Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. Flavour and Fragrance Journal. 23(4), 213–226.

Gohari, A.R., Ebrahimi, H., Saeidnia, S., Foruzani, M., Ebrahimi, P. and Ajani, Y. (2011). Flavones and flavone glycosides from *Salvia macrosiphon* Boiss. Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 10(2): 247-251.

Guesmi, F., Saidi, I., Bouzenna, H., Hfaiedh, N. and Landoulsi, A. (2019). Phytocompound variability, antioxidant and antibacterial activities, anatomical features of glandular and aglandular hairs of *Thymus hirtus* Willd. Ssp. *algeriensis* Boiss. and Reut. over developmental stages. South African Journal of Botany. 127: 234–243.

Giuliani, C., Ascrizzi, R., Tani, C., Bottoni, M., Maleci Bini, L., Flamini, G. and Fico, G. (2017). *Salvia uliginosa* Benth.: Glandular trichomes as bio-factories of volatiles and essential oil. Flora. 233: 12–21.

Hamedi, A., Jamshidzadeh, A., Ahmadi, S., Sohrabpour, M. and Zarshenas, M.M. (2016). *Salvia macrosiphon* seeds and seed oil: pharmacognostic, anti-inflammatory and analgesic properties. Research Journal of Pharmacognosy. 3(4): 27-37.

Hazzoumi, Z., Moustakime, Y. and Amrani Joutei, K. (2020). Essential oil and glandular hairs: diversity and roles. Essential Oils of Nature. 2: 1-16.

Hedayati, A., Mirjalili.M.H. and Hadian, J. (2016). Chemical diversity in the essential oil from different plant organs of *Salvia sahendica* Boiss. & Buhse. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology) 29: 908-918. (In Persian)

Heydari, Z., Yavari, A., Jafari, L. and Mumivand, H. (2020). Study on the chemical diversity of essential oil from different plant parts of *Salvia sharifii* Rech. f. & Esfand. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 36(4): 627-641. (In Persian)

Jalali, K., Yavari, A., Jafari, L. and Mumivand, H. (2021). Comparison of essential oil content and composition of different parts from *Teucrium polium* L. in natural habitat of Kerman province. Journal of Plant Process and Function. 10: 175-188. (In Persian)

Jamwal, K., Bhattacharya, S. and Puri, S. (2018). Plant growth regulator mediated consequences of secondary metabolites in medicinal plants. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. 9: 26-38.

Jamzad, Z. (2012). Flora of Iran (Vol. 76): Lamiaceae. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

Javidnia, K., Miri, R. and Jamalia, A. (2005). Composition of the essential oil of *Salvia macrosiphon* Boiss. from Iran. Flavour and Fragrance Journal. 20: 542–543.

Jiyanpour, M. and Yavari, A. (2022). Extraction and determination of content and composition of essential oils of vegetative and reproductive organs of *Zataria multiflora*. Plant Process and Function. 11(49): 55-62. (In Persian)

Karalija, E., Dahija, S., Tarkowski, P. and Ćavar Zeljković, S. (2022). Influence of climate-related environmental stresses on economically important essential oils of Mediterranean *Salvia* sp. Frontiers in Plant Science. 13: 864807.

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.

Ma, H. (2005). Molecular genetic analyses of microsporogenesis and microgametogenesis in flowering plants. Annual Review of Plant Biology. 56: 393-434.

Maina, S., Ryu, D.H., Bakari, G., Misinzo, G., Nho, C.W. and Kim, H.Y. (2021). Variation in phenolic compounds and antioxidant activity of various organs of African Cabbage (*Cleome gynandra* L.) accessions at different growth stages. Antioxidants. 10(12): 1952.

Matloubi Moghddam, F., Amin, G. and Safavi Poorsohi, E. (2000). Composition of stem bark essential oil from *Salvia macrosiphon* Boiss. DARU Journal of Pharmaceutical Sciences. 8(1-2): 28-29. (In Persian)

Mozaffarian, V. (2007). A Dictionary of Iranian plant names. Farhang Moaser, Tehran, Iran.

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

Rajabi, Z., Ebrahimi, M., Farajpour, M., Mirza, M. and Ramshini, H. (2014). Compositions and yield variation of essential oils among and within nine *Salvia* species from various areas of Iran. Industrial Crops and Products. 61: 233–239.

Rechinger, K.H. (1982). Flora Iranica (Vol. 152). Graz: Akademische Druck- und Verlagsanstalt, Austria.

Sajjadi, S.E., Emami, S.A. and Nemati, R. (2000). Composition of the essential oil of *Salvia macrosiphon* Boiss. Pharmaceutical Sciences. 3: 51-56.

Sefidkon, F., Mirza, M. and Javidtash, I. (2005). Essential oil composition of *Salvia macrosiphon* Boiss. from Iran. Journal of Essential Oil Bearing Plants. 8(2): 126-129.

Shibamoto, T. (1987). Retention indices in essential oil analysis. In Capillary Gas Chromatography in Essential Oil Analysis, Sandra P, Bichi C (Eds). Alfred Heuthig, New York.

Tiwari, P. (2016). Recent advances and challenges in trichome research and essential oil biosynthesis in *Mentha arvensis* L. Industrial Crops and Products. 82: 141–148.

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.

Valifard, M., Mohsenzadeh, S. and Kholdebarin, B. (2017). Salinity Effects on phenolic content and antioxidant activity of *Salvia macrosiphon*. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science. 41: 295–300. (In Persian)

Xu, X., Smaczniak, C., Muino, J.M. and Kaufmann, K. (2021). Cell identity specification in plants: lessons from flower development. Journal of Experimental Botany. 72(12): 4202-4217.

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