

Investigation the chemical diversity of essential oils from different organs of *Salvia hydrangea* DC. ex Benth. growing wild in Isfahan province

Pages
05-24

M. Davoodinejad¹, M. Tarkesh Esfahani² and P. Golkar^{3*}

1, 2 & 3) Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Iran.

*Corresponding author: poorangolkar@gmail.com

Received date: 2024.06.30

Accepted date: 2024.10.05

Abstract

The genus *Salvia* is one of the largest and most valuable genera of the mint family in the world. In Iran, 58 species of this genus grow, which have medicinal properties and are used in traditional medicine. In this study, the percentage and components of essential oils in the aerial parts of flowers and leaves-stems of the *Salvia hydrangea* were studied. For this purpose, different ecotypes of *Salvia hydrangea* were collected from natural habitats located in Semirom and Fereydounshahr counties in Isfahan province. Essential oils were extracted from the flowers, leaves-stems of this plant using a Clevenger apparatus. The obtained essential oils were analyzed and identified using a gas chromatography-mass spectrometer (GC/MS). The percentage of flower essential oil in 4 ecotypes were in the range of 0.2% to 0.5% w/w and the percentage of leaf-stem essential oils in four ecotypes were in the range of 0.04% to 0.1% w/w. The percentage of essential oils in flower samples (0.13- 0.5 %) were higher than that in leaf-stem (0.04-0.1 %) samples. A total of 45 compounds were identified in the essential oil of aerial parts of this species and the main compounds in the essential oil included caryophyllene (13.61% to 30.47%) and caryophyllene oxide (1.22% to 18.66%) among the studied ecotypes. The major part of the essential oil of the flowers and leaves-stems of this plant was composed of hydrocarbon sesquiterpenes, however, the number and diversity of the essential oil components of the studied organs were somewhat different. Depending on the need and importance of each of the essential oil components in various food and pharmaceutical industries, ecotypes with the desired essential oil composition can be used.

Keywords: Essential oil, sesquiterpenes, caryophyllene and *Salvia hydrangea*.

بررسی اثر رویشگاه بر درصد اسانس و اجزای آن در اندام‌های مختلف مریم گلی تماشایی

(*Salvia hydrangea* DC. ex Benth.) در استان اصفهان

مهلا داودی‌نژاد^۱، مصطفی ترکش اصفهانی^۲ و پوران‌دخت گلکار^{۳*}

۱، ۲ و ۳) گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

* نویسنده مسئول: poorangolkar@gmail.com

شماره صفحات

۰۵-۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۰

چکیده

جنس مریم گلی یکی از بزرگ‌ترین و با ارزش‌ترین جنس‌های گیاهی تیره نعنائیان در جهان می‌باشد. در کشور ایران ۵۸ گونه از این جنس رویش دارد که دارای خواص دارویی بوده و در طب سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این مطالعه درصد و اجزای تشکیل دهنده اسانس در اندام‌های هوایی گل و برگ-ساقه گونه مریم گلی تماشایی (*Salvia hydrangea*) مورد مطالعه قرار گرفت. بدین منظور، چهار اکوتیپ مختلف مریم گلی تماشایی از محل رویشگاه‌های طبیعی واقع در شهرستان‌های سمیرم و فریدون‌شهر در استان اصفهان، در قالب طرح کاملاً تصادفی جمع‌آوری شدند. از گل و برگ-ساقه این گیاه به طور جداگانه توسط دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شد. ترکیبات اسانس حاصله با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگراف-طیف سنج جرمی (GC/MS) تجزیه و شناسایی شدند. درصد اسانس گل در ۴ اکوتیپ در محدوده ۰/۲ تا ۰/۵ درصد و درصد اسانس برگ-ساقه در ۴ اکوتیپ در محدوده ۰/۰۴ تا ۰/۱ درصد وزنی-وزنی به دست آمد. درصد اسانس در نمونه‌های گل (۰/۵-۰/۱۳ درصد) بیشتر از نمونه‌های برگ-ساقه (۰/۰۴-۰/۱ درصد) بودند. در مجموع تعداد ۴۵ ترکیب در اسانس اندام‌های هوایی این گونه شناسایی شد و ترکیبات اصلی در اسانس شامل کاریوفیلین (۱۳/۶۱ درصد تا ۳۰/۴۷ درصد) و اکسیدکاریوفیلین (۱/۲۲ درصد تا ۱۸/۶۶ درصد) در بین اکوتیپ‌های مورد بررسی بودند. بخش عمده اسانس گل و برگ-ساقه این گیاه را سزکوئی‌ترین‌های هیدروکربنه تشکیل می‌دادند، با این وجود تعداد و تنوع اجزای تشکیل دهنده اسانس اندام‌های مورد مطالعه تا حدودی با هم متفاوت بودند و بسته به نیاز و اهمیت هر یک از اجزای تشکیل‌دهنده اسانس در صنایع مختلف غذایی و دارویی، می‌توان از اکوتیپ‌های با ترکیب اسانسی مورد نظر استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: اسانس، سزکوئی‌ترین‌ها، کاریوفیلین و مریم گلی تماشایی.

مقدمه

جنس مریم گلی (*Salvia*) با بیش از ۱۰۰۰ گونه در سرتاسر جهان یکی از بزرگ‌ترین و با ارزش‌ترین جنس‌های خانواده نعنائیان می‌باشد (Bohera & Dorffing, 1993). این جنس دارای ۷۰ گونه در خاورمیانه می‌باشد (Hedge, 1982) که ۵۸ گونه آن در ایران شناخته شده است و حدود ۱۷ گونه‌ی آن انحصاری می‌باشند (Mozaffarian, 1996). پراکندگی جغرافیایی این گونه در مناطق ایرانی-تورانی می‌باشد. گیاهان این جنس دارای اسانس قابل توجهی با ترکیب‌های فعال از جمله مونوترپن‌ها، سزکوئی‌ترپن‌ها و دی‌ترپن‌ها می‌باشند که فعالیت‌های بیولوژیکی فراوانی از جمله ضد باکتریایی و ضد قارچی از خود نشان می‌دهند (Askari et al., 2021؛ Hedayati et al., 2017). گونه مریم گلی تماشایی (*Salvia hydrangea* DC. ex Benth) با نام محلی گل اروانه، بوته‌ای پایا به صورت علفی، پشته‌ای، معطر و چندساله می‌باشد که بخش انتهایی ساقه‌ها چوبی است و هر ساله از روی این بخش چوبی شاخه‌های جدید ظاهر می‌شود. ساقه‌ها حالت افراشته دارند و تا ارتفاع ۶۰-۲۰ سانتی‌متر رشد می‌کنند. شاخه‌های جوان از کرک‌های تار عنکبوتی پوشیده می‌شوند و کرک‌های غده‌ای در بالای شاخه‌ها تشکیل می‌گردد. برگ‌ها پوشیده از کرک‌های پراکنده و دارای تقسیمات شانه‌ای می‌باشند. دمبرگ به طول ۱۰-۵ میلی‌متر است. این گونه دارای گل آذین گرزنی می‌باشد. کاسه گل بنفش تا صورتی رنگ و استکانی-قیفی شکل و کرکدار و در حالت میوه ۲۰ میلی‌متر می‌باشد. جام گل به رنگ صورتی تا قرمز که بلندی آن ۲۸-۲۲ میلی‌متر است. میوه‌ی این گیاه فندقه، بدون کرک، بیضوی و لعاب‌دار است (Rechinger, 1982). در ایران، استان‌های آذربایجان، کردستان، زنجان، گیلان، همدان، قزوین، تهران، مرکزی، مازندران، اصفهان، لرستان، چهارمحال و بختیاری، فارس، کرمان و بخش‌هایی از سیستان و بلوچستان از نقاط پراکنش گونه مریم گلی تماشایی محسوب می‌شود. انتشار جهانی آن در مناطق آناتولی و قفقاز می‌باشد (Rechinger, 1982). مریم گلی تماشایی دارای اثرات دارویی متعددی می‌باشد که در طب سنتی ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد. عصاره اندام‌های هوایی گونه مریم گلی تماشایی باعث افزایش انسولین، کاهش میزان کلسترول و آنزیم‌های کبدی می‌شود، بنابراین می‌تواند در بهبود دیابت، چربی خون و عملکرد کبد چرب مؤثر باشد (Zarei et al., 2015؛ Aqababa et al., 2016). گل‌های این گونه دارای اثرات ضد التهابی، ضد اسپاسم، ضد باکتری، ضد سرطانی و ضد نفخ می‌باشند (Ghavam et al., 2020). همچنین اثرات ادرارآوری، آرام‌بخشی و ضد نفخ برای این گونه دارویی گزارش شده است (Asadollahi et al., 2019). از عصاره این گیاه در درمان سرفه، تب و گلودرد نیز استفاده می‌شود (Asadollahi et al., 2019). اثرات ضد مالاریایی هم در عصاره گل‌های گل اروانه گزارش شده است. این گیاه به عنوان نگهدارنده طبیعی برای تثبیت مواد غذایی، در صنایع عطرسازی و به واسطه داشتن ظاهری زیبا در فضای سبز، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kosar et al., 2008؛ Poullos et al., 2020). مطالعات نشان داده که اسانس‌های به‌دست‌آمده از برگ و گل مریم گلی تماشایی دارای اثرات مهاری و کشنده قابل توجهی بر روی باکتری گرم منفی سودوموناس آئروژینوزا می‌باشد که در سایر گونه‌های مریم گلی این اثر ضد باکتریایی رایج نیست (Ghavam et al., 2020). متابولیت‌های

ثانویه متعددی در عصاره استخراج شده از اندام‌های هوایی مریم گلی تماشایی شناسایی شده است که می‌توان ترکیبات مختلف فنولیکی، فلاونوئیدی و دی‌ترین‌ها را نام برد (Toplan *et al.*, 2022). اسانس‌های گیاهی به عنوان یک متابولیت ثانویه مهم و با ارزش در گیاهان دارویی سنتز می‌شوند و دارای کاربردهای متنوعی در صنایع داروسازی، غذایی، آرایشی و بهداشتی می‌باشند (Raut & Karuppaiyl, 2014). با توجه به وجود ترکیبات موثر در اسانس مریم گلی تماشایی، انجام پژوهش‌هایی در رابطه با شناسایی میزان اسانس در گیاهان دارویی با بازده اسانس بالا امری مهم به نظر می‌رسد. بررسی منابع نشان می‌دهد که مطالعاتی در زمینه تنوع شیمیایی اسانس در گونه مریم گلی تماشایی در ایران انجام شده است (Arvin & Ranjbar *et al.*, 2015؛ Firouzeh, 2023)، اما وجود تنوع در ترکیبات شیمیایی اسانس در مطالعات انجام شده حاکی از آن است که کمیت و کیفیت اسانس مریم گلی تماشایی، به ژنتیک، شرایط آب و هوایی، اندام گیاهی مورد برداشت، روش استخراج اسانس و فصل برداشت بستگی دارد (Canzoneri *et al.*, 2011). بررسی منابع نشان می‌دهد که مطالعات متنوعی در زمینه تاثیر عوامل رویشگاهی بر میزان و ترکیبات اسانس در خانواده نعناعیان و علی‌الخصوص جنس مریم گلی صورت گرفته است (Tavakoli *et al.*, 2022؛ Yavari, 2022؛ Yousefi *et al.*, 2015). در بررسی تنوع ترکیبات شیمیایی اجزای اسانس در مریم گلی ارغوانی (*Salvia multicaulis* Vahl) فاکتورهای محیطی و رویشگاهی تاثیر بسیار معنی‌داری بر تنوع در اجزای اسانس داشتند (Talebi *et al.*, 2021). اما بررسی منابع نشان می‌دهد که مطالعات کمی در خصوص بررسی و مقایسه اسانس در اندام‌های هوایی مختلف این گونه در شرایط رویشگاهی اصفهان صورت گرفته است. با توجه به اهمیت بالای گونه مریم گلی تماشایی از نظر دارویی و صنعتی، نتایج این تحقیق می‌تواند برای صنایع دارویی و غذایی و همچنین اصلاح‌گران گیاهان دارویی در انتخاب هر اندام برای مصرف مورد نظر و اهداف به‌نژادی مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و استخراج اسانس

سرشاخه‌های گلدار گونه مریم گلی تماشایی در خرداد ماه سال ۱۴۰۳ از شهرستان سمیرم و دره‌بید فریدون‌شهر واقع در استان اصفهان، در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار جمع‌آوری شد (جدول ۱). نمونه گل و برگ-ساقه آن به‌طور جداگانه در سایه و دمای اتاق خشک شد. سپس نمونه‌های خشک و آسیاب شده، به روش تقطیر با بخار آب توسط دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شد. به منظور استحصال اسانس، حدود ۵۰ گرم از نمونه خشک آسیاب شده از اندام‌های برگ-ساقه مربوط به هر اکوتیپ، با ۷۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر دو بار استریل مخلوط شد و اسانس محلول حاصل به مدت ۴ ساعت تحت شرایط دستگاه کلونجر عصاره‌گیری شد (Ghavam *et al.*, 2020). به منظور اسانس‌گیری نمونه‌های گل، ۲۰ گرم از نمونه آسیاب شده با ۷۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۳ ساعت مورد اسانس‌گیری قرار گرفت. به این ترتیب که نمونه‌های برگ-ساقه و گل به‌طور جداگانه به همراه آب مقطر درون بالن ریخته شد، به صورتی که حدود دو سوم حجم بالن از آب پر شد. سپس بالن به دستگاه کلونجر متصل شد.

پس از روشن کردن گرم کن، مخلوط آب و پودر گیاهی شروع به جوشیدن کرد و اسانس همراه با آب تبخیر شده و پس از عبور از بخش کندانسور دستگاه و میعان شدن به صورت مایع از بخش انتهایی خارج شده و وارد لوله مدرج شدند. جهت جمع‌آوری اسانس شیر کلونجر را به آرامی باز کرده و پس از خروج آب‌های اضافه از لوله، اسانس در شیشه‌های درب‌دار جمع‌آوری گردید. جهت جلوگیری از تجزیه اسانس به وسیله نور و حرارت، ویال حاوی اسانس را در فویل آلومینیومی پیچیده و تا زمان انجام تجزیه اسانس در یخچال نگهداری شد. اسانس حاصل پس از آب‌گیری با سولفات سدیم بی‌آب، توسط دستگاه گاز کروماتوگراف - طیف سنج جرمی (GC/MS) مورد تجزیه قرار گرفت.

جدول ۱- مشخصات اکوتیپ‌های مریم گلی تماشایی جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های طبیعی استان اصفهان
Table 1. Characteristics of *Salvia hydrangea* ecotypes collected from natural habitats of Isfahan province.

کد اکوتیپ	منشا جغرافیایی	اندام مورد استفاده	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	متوسط بارش سالانه (میلی‌متر)	متوسط دمای سالانه (°C)
Ecotype Code	Geographical region	Used organ	Longitude	Latitude	Height (m)	Average annual rainfall (mm)	Average annual temperature (°C)
Eco1	Semirom	Flower	51°74'34"	31°66'43"	2531	506.2	12.8
Eco1	Semirom	Leaf -stem	51°74'34"	31°66'43"	2531	506.2	12.8
Eco2	Semirom	Flower	51°74'43"	31°65'31"	2570	506.2	12.8
Eco2	Semirom	Leaf - stem	51°74'43"	31°65'31"	2570	506.2	12.8
Eco3	Darreh Bid, Fereydounshahr	Flower	50°40'69"	33°10'75"	2683.24	561.7	10.5
Eco3	Darreh Bid, Fereydounshahr	Leaf - stem	50°40'69"	33°10'75"	2683.24	561.7	10.5
Eco4	Darreh Bid, Fereydounshahr	Flower	50°40'72"	33°10'72"	2685.07	561.7	10.5
Eco4	Darreh Bid, Fereydounshahr	Leaf - stem	50°40'72"	33°10'72"	2685.07	561.7	10.5

جداسازی و شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس

به منظور تجزیه ترکیبات شیمیایی اسانس از دستگاه گاز کروماتوگراف مدل ۶۸۹۰ N متصل شده به طیف‌سنج جرمی مدل ۵۹۷۳ N ساخت شرکت Agilent آمریکا استفاده شد. این دستگاه مجهز به ستون HP-5MS و نیمه قطبی به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر بود. دمای آون ابتدا در ۵۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد و سپس تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۳ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه افزایش یافت. به مدت ۵ دقیقه، دما در ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد. از گاز حامل هلیوم خالص (۹۹/۹۹٪) با سرعت جریان یک میلی‌لیتر بر دقیقه استفاده شد و از انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت استفاده شد. شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس به کمک شاخص بازداری (RI)، طیف‌جرمی و مقایسه این پارامترها با ترکیبات استاندارد و همچنین اطلاعات موجود در کتابخانه جرمی (Adams, 2017؛ NIST, 2008) انجام پذیرفت. بازده اسانس یا درصد اسانس (W/W) در نمونه‌های مختلف با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (Jaimand & Rezaee, 2004).

رابطه ۱: $۱۰۰ \times (\text{وزن خشک گیاه} / \text{وزن اسانس}) = \text{بازده اسانس} (\%)$

تجزیه و تحلیل آماری

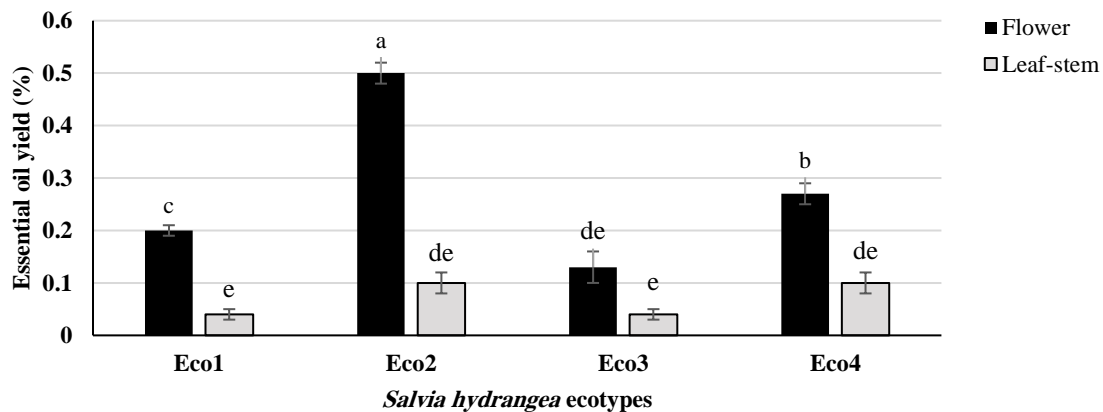
تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به عملکرد اسانس به صورت طرح کاملاً تصادفی سه تکرار با استفاده از نرم افزار SAS و تجزیه و تحلیل همبستگی داده‌ها با نرم‌افزار R انجام شد.

نتایج و بحث

تاثیر رویشگاه بر بازده اسانس در اندام‌های مختلف مریم گلی تماشایی

بازده وزنی-وزنی اسانس به‌دست آمده با روش تقطیر با بخار آب در گونه مریم گلی تماشایی برای اندام برگ-ساقه در ۴ اکوتیپ با کدهای Eco1، Eco2، Eco3 و Eco4 به ترتیب ۰/۰۶ درصد، ۰/۱ درصد، ۰/۰۴ درصد و ۰/۱ درصد به‌دست آمد. و برای اندام گل در چهار اکوتیپ با کدهای Eco1، Eco2، Eco3 و Eco4 به ترتیب ۰/۲ درصد، ۰/۵ درصد، ۰/۱۳ درصد و ۰/۲۷ درصد بود (شکل ۱). با توجه به مقادیر به‌دست آمده در نمونه‌های اسانس برگ-ساقه، Eco2 سمیرم و Eco4 دره‌بید فریدون‌شهر با ۰/۱ درصد دارای بیشترین عملکرد اسانس بودند و کمترین عملکرد اسانس برگ-ساقه به Eco3 دره‌بید فریدون‌شهر (۰/۰۴ درصد) اختصاص داشت (شکل ۱). با توجه به موارد فوق مشاهده می‌شود که بیشترین بازده اسانس متعلق به اندام گل در Eco2 در منطقه سمیرم بود (شکل ۱). در بین اکوتیپ‌های جمع‌آوری شده از منطقه سمیرم و فریدون‌شهر تنوع شیمیایی زیادی مشاهده شد. تعدادی از ترکیبات شیمیایی فقط در اسانس برگ-ساقه و گل مربوط به منطقه سمیرم مشاهده شد، به طوری که ترکیبات ۸۱ و ۸-سینئول، گاما-ترپینن، بتا-اوسیمن، لینالول، آلفا-ترپینول، لدن و پنتادکانون در برگ-ساقه و گل سمیرم شناسایی شد در حالی که برگ-ساقه و گل فریدون‌شهر فاقد این ترکیبات بود. همین‌طور تعدادی از ترکیبات فقط در اسانس برگ-ساقه و گل فریدون‌شهر مشاهده شد به طوری که، ترکیبات آلفا-فلاندرن، آلفا-کوپائونول، بتا-یلانگن، آرومادندرین و فانسیل استات در برگ-ساقه و گل فریدون‌شهر شناسایی شد در حالی که اکوتیپ‌های برگ-ساقه و گل سمیرم فاقد این ترکیبات بود. برخی از ترکیبات هم فقط در یک اکوتیپ خاص مشاهده شدند. ترکیبات لینالیل استات، آلفا-ترپینیل استات و گاما-المن فقط در اسانس گل و برگ-ساقه Eco1 مشاهده شد و سایر اکوتیپ‌ها فاقد این ترکیب بودند. ترکیب لانگیفولن تنها در اندام گل Eco4 مشاهده شد و سایر اکوتیپ‌ها فاقد این ترکیب بودند. ترکیب گاما-کادینن در اسانس اندام‌های گل و برگ-ساقه Eco2 و Eco3 مشاهده گردید و سایر اکوتیپ‌ها فاقد این ترکیب بودند. ترکیب بتا-اودیسمول در همه نمونه‌های اسانس به جز اندام گل در Eco2 و اندام برگ-ساقه Eco2، شناسایی شد. براساس نتایج به‌دست آمده ترکیب تاو-مورولول تنها در اندام گل Eco2 شناسایی شد و سایر نمونه‌های اسانس فاقد این ترکیب بودند. ترکیب فتالات تنها در اسانس گل اکوتیپ‌های فریدون‌شهر (Eco3 و Eco4) مشاهده شد و در سایر اکوتیپ‌ها حضور نداشت. ترکیب سالویالنون در اجزای اسانس برگ-ساقه (Eco2 و Eco3) حضور داشت ولی سایر اکوتیپ‌ها فاقد این ترکیب بودند. اندام‌های مختلف در گیاهان دارویی دارای ظرفیت‌های متفاوتی برای تولید اسانس

می‌باشند و برای دستیابی به بیشترین عملکرد اسانس، اطلاع از اندام با درصد اسانس بالا ضروری می‌باشد. این موضوع می‌تواند از یکسو مورد توجه به‌نژادگران گیاهان دارویی به‌عنوان یک هدف اصلاحی در عملکرد ماده خشک اندام و از سوی دیگر برای استفاده در صنایع غذایی، دارویی، و آرایشی بهداشتی مورد توجه قرار گیرد. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که در گیاه مریم گلی تماشایی، بازده اسانس گل به مراتب بیشتر از برگ-ساقه (سه برابر) بود، و لذا به هنگام جمع‌آوری، اهلی‌سازی و اصلاح این گیاه از رویشگاه‌های طبیعی استان اصفهان می‌بایست به دنبال اکوتیپ‌هایی بود که از تعداد گل بیشتر و سطح گل بزرگتری برخوردار باشند. مقایسه بازده اسانس و ترکیبات تشکیل دهنده اسانس در دو رویشگاه نشان داد که بیشترین بازده اسانس در منطقه سمیرم بود. نتایج نشان داد که با افزایش متوسط دمای سالیانه و کاهش ارتفاع، بازده اسانس و درصد ترکیبات تشکیل دهنده اسانس در اندام گل افزایش یافته است. این نتیجه می‌تواند ناشی از تاثیر معنی‌دار ارتفاع منطقه رویشگاهی بر میزان اسانس استخراج شده از اندام گل در مریم گلی تماشایی باشد.



شکل ۱- میزان درصد اسانس در اندام‌های مختلف (برگ-ساقه و گل) مریم گلی تماشایی
Figure 1. Percentage of essential oils in different organs (leaf- stems and flower) of *Salvia hydrangea*.

تاثیر اندام‌های مختلف بر اجزای ترکیبات شیمیایی اسانس در مریم گلی تماشایی

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل اسانس با استفاده از دستگاه GC/MS، در مجموع تعداد ۴۵ ترکیب شیمیایی مختلف را در اسانس اندام‌های هوایی این گونه شناسایی کرد. ترکیب‌های اصلی در اسانس نمونه‌های گل و برگ-ساقه شامل کاریوفیلین (۱۳/۶۱ درصد تا ۳۰/۴۷ درصد) و اکسید کاریوفیلین (۱/۲۲ درصد تا ۱۸/۶۶ درصد) در بین اکوتیپ‌های مورد بررسی بودند. جدول ۲ ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس برگ-ساقه، شاخص بازداری و درصد کمی ترکیبات شناسایی شده در اندام هوایی برگ-ساقه را نشان می‌دهد. مقایسه ترکیبات اسانس برگ-ساقه در اکوتیپ‌های مورد مطالعه نشان داد که بیشترین و کمترین ترکیب در اسانس برگ-ساقه مریم گلی تماشایی به Eco1 و Eco4 به ترتیب با ۳۴ و ۲۸ ترکیب شناسایی شده اختصاص داشت. در نمونه گل مربوط به Eco1 بیشترین ترکیب کاریوفیلین با میزان ۲۶/۶۸ درصد، و کمترین ترکیب توجن (۰/۲۱ درصد) بود. در اندام برگ-ساقه مربوط به Eco2 غالب‌ترین ترکیب کاریوفیلین با میزان ۳۰/۴۷ درصد و کمترین ترکیب توجن (۰/۲۵ درصد)

بود. بیشترین ترکیب شیمیایی در اندام برگ- ساقه مربوط به Eco3، کاربوفیلین با میزان ۲۲/۵۴ درصد و کمترین ترکیب بتا-کوپائین (۰/۳ درصد) بود. در اندام برگ-ساقه مربوط به Eco4 بیشترین ترکیب شیمیایی اسانس، اکسیدکاربوفیلین با میزان ۱۸/۶۶ درصد بود و کمترین ترکیب بتا-کوپائین (۰/۲۲ درصد) بود. در نمونه‌های برگ-ساقه، سزکوئی‌ترین‌های هیدروکربنه از Eco2 تا ۲۸/۰۴ درصد در Eco4 تا ۴۴/۰۸ درصد در Eco2، بیشترین مقدار ترکیبات مونوترپن‌های هیدروکربنه از ۷/۶۷ درصد در Eco2 تا ۱۱/۲۸ درصد در Eco4، مونوترپن‌های اکسیژنه از ۰/۶۴ درصد در Eco3 تا ۱۰/۱ درصد در Eco2، سزکوئی‌ترین‌های اکسیژنه از ۱۴/۷۵ درصد در Eco2 تا ۳۵/۷۵ درصد در Eco4، اسیدهای چرب از ۸/۹۸ درصد در Eco4 تا ۱۱/۷۴ درصد در Eco3، استر از ۳/۵۳ درصد در Eco3 تا ۸/۸۳ درصد در Eco2 و سایر ترکیبات از ۲/۰۳ درصد در Eco1 تا ۴/۰۲ درصد در Eco3 تنوع داشت (جدول ۳). جدول ۴ ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گل، شاخص بازداری و درصد کمی ترکیبات شیمیایی را نشان می‌دهد. مقایسه ترکیبات اسانس گل در اکوتیپ‌های مورد مطالعه نشان داد که بیشترین ترکیب شیمیایی در اسانس گل مریم گلی تماشایی به Eco1 با ۳۴ ترکیب و کمترین ترکیب به Eco3 و Eco4 با ۳۰ ترکیب اختصاص داشت. در Eco1 بیشترین ترکیب کاربوفیلین با میزان ۲۷/۴۵ درصد بود و کمترین ترکیبات بتا-کوپائین، گاما-مورولن و لدن (۰/۲۵ درصد) بودند. در Eco2 بیشترین ترکیب کاربوفیلین با میزان ۲۳/۱۷ درصد و کمترین ترکیب بتا-میرسن (۰/۲ درصد) بود. در Eco3 بیشترین ترکیب اکسیدکاربوفیلین با میزان ۱۴/۵۸ درصد و کمترین ترکیب گاما-کادینن (۰/۲۵ درصد) بود و همچنین بیشترین ترکیب در Eco4 متعلق به کاربوفیلین با میزان ۲۳/۱۲ درصد و کمترین ترکیب بتا-کوپائین (۰/۲۵ درصد) بود. در اندام گل، سزکوئی‌ترین‌های هیدروکربنه از ۲۰/۰۱ درصد در Eco3 تا ۴۲/۸۵ درصد در Eco2، مونوترپن‌های هیدروکربنه از ۱۰/۸۷ درصد در Eco2 تا ۳۱/۵۳ درصد در Eco3، مونوترپن‌های اکسیژنه از ۰/۵۵ درصد در Eco3 تا ۱۰/۶۷ درصد در Eco1، سزکوئی‌ترین‌های اکسیژنه از ۸/۱۱ درصد در Eco4 تا ۲۳/۷۶ درصد در Eco3، اسیدهای چرب از ۸ درصد در Eco1 تا ۱۹/۶۷ درصد در Eco4، استر از ۲/۸۵ درصد در Eco1 تا ۴/۶ درصد در Eco2 و سایر ترکیبات از ۰/۸۵ درصد در Eco1 تا ۱/۷۸ درصد در Eco3 تنوع داشت (جدول ۵). مقایسه ترکیبات اسانس برگ-ساقه و گل در سمیرم و دره‌بید فریدون‌شهر نشان داد که ۲۱ ترکیب از ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس برگ-ساقه و گل مشترک بودند؛ آلفا-پینن، توچن، پارا-سایمن، دی-لیمونن، بورنتول، ایزوبورنیل استات، بتا-کوپائین، بتا-بوربونن، کاربوفیلین، بتا-فارنسن، ژرماکریلین دی، آلفا-هومولن، اکسیدکاربوفیلین، دلتا-ترپینن، فیتول، هگزادکانوئیک اسید، اولئیک اسید، اکتادسنوئیک اسید، گاما-مورولین، بتا-بیزابولن و اکتادکانوئیک اسید از جمله ترکیبات مشترک در اسانس برگ-ساقه و گل بودند. ترکیب بتا-میرسن فقط در اسانس گل در اکوتیپ‌های سمیرم و فریدون‌شهر مشاهده شد و اسانس برگ-ساقه اکوتیپ‌های سمیرم و فریدون‌شهر فاقد این ترکیب بودند. ترکیب بتا-کوبنن در اسانس برگ-ساقه اکوتیپ‌های سمیرم و فریدون‌شهر مشاهده شد و اسانس گل اکوتیپ‌های سمیرم و فریدون‌شهر فاقد این ترکیب بودند.

جدول ۲- ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس برگ-ساقه در اکوتیپ‌های مختلف مریم گلی تماشایی

Table 2. Essential oils constituents of leaf-stems in different ecotypes of *Salvia hydrangea*

شماره Number	ترکیب شیمیایی Chemical composition	شاخص بازداری مشاهده شده Observed retention index	شاخص بازداری مرجع Reference retention index	Eco1	Eco2	Eco3	Eco4
1	Thujene	926	924	0.21	0.25	0.45	0.71
2	α -Pinene	934	932	1.61	1.1	2.45	4.35
3	β -Myrcene	985	988	0	0	0	0
4	α -Phellandrene	1004	1002	0	0	0.68	0.74
5	δ -Terpinene	1012	1014	3.36	2.12	4.56	2.64
6	<i>P</i> -Cymene	1021	1020	1.27	1.09	0.45	0.51
7	D-Limonene	1022	1024	0.68	0.61	1.37	2.33
8	1,8-Cineole	1028	1026	3.12	6.53	0	0
9	β -Ocimene	1042	1044	1.41	1.61	0	0
10	γ -Terpinene	1053	1054	1.62	0.89	0	0
11	Linalool	1093	1095	2.06	1	0	0
12	Borneol	1167	1165	2.75	1.34	0.64	3.3
13	α -Terpineol	1189	1186	0.97	1.23	0	0
14	Linalyl acetate	1252	1254	1.08	0	0	0
15	Isobornyl acetate	1281	1283	3.14	8.83	2.23	2.65
16	α -Terpinyl acetate	1345	1346	0.87	0	0	0
17	β -Ylangene	1372	1373	0	0	0.78	0.97
18	β -Copaene	1373	1374	0.45	0.37	0.3	0.22
19	β -Bourbonene	1386	1387	0.96	1.84	4.85	4.65
20	β -Cubebene	1388	1387	1.4	1.23	0.98	1.1
21	Longifolene	1406	1407	0	0	0	0
22	Caryophyllene	1416	1417	26.68	30.47	22.54	13.78
23	γ -Elemene	1433	1434	0.25	0	0	0
24	Aromadendrene	1438	1439	0	0	1.42	1.88
25	α -Humulene	1451	1452	2.35	1.77	1.25	1.17
26	β -Farnesene	1453	1454	2.09	4.71	1.82	4.11
27	γ -Muurolene	1477	1478	0.34	0.38	1.04	1.02
28	Germacrene d	1483	1484	2.14	2.45	2.23	0.85
29	Leden	1495	1496	1.43	0.65	0	0
30	β -Bisabolene	1504	1505	1.07	0.46	0.54	1.14
31	γ -Cadinene	1536	1537	0	0.4	4.21	0
32	α -Copaenol	1538	1539	0	0	1.37	1.12
33	Spathulenol	1576	1577	8.81	0.98	3.2	6.98
34	Caryophyllene oxide	1581	1582	9.28	13.12	12.58	18.66
35	Octadecanoic acid	1583	1584	4.5	2.38	1.89	1.83
36	Salvialenone	1592	1594	0	2.33	0.42	0
37	Phthalate	1630	1632	0	0	0	0
38	Tau-Muurolol	1645	1644	0	0	0	0
39	Eudesmol- β	1651	1652	2.43	0	6.6	6.14
40	Pentadecanone	1696	1697	0.5	0.68	0	0
41	Octadecenoic acid	1788	1789	0.98	1.23	5.2	2.35
42	Farnecyl acetate	1820	1821	0	0	1.3	1.25
43	Phytol	1940	1942	2.03	1.12	3.6	2.54
44	Hexadecanoic acid	1960	1959	5	2.5	3.35	2.42
45	Oleic acid	2142	2141	0.7	2.64	1.3	2.38

اکوتیپ ۱: Eco1، اکوتیپ ۲: Eco2، اکوتیپ ۳: Eco3، اکوتیپ ۴: Eco4

جدول ۳- گروه‌های ترکیب‌های شیمیایی اسانس برگ-ساقه مریم گلی تماشایی در اکوتیپ‌های مختلف مریم گلی تماشایی

Table 3. Chemical groups of the essential oils of leaf-stems in different ecotypes of *Salvia hydrangea*

گروه‌های شیمیایی Chemical groups	اکوتیپ‌ها Ecotypes			
	Eco1	Eco2	Eco3	Eco4
Hydrocarbone monoterpenes	10.16	7.67	9.96	11.28
Oxygenated monoterpenes	9.77	10.1	0.64	3.3
Hydrocarbone sesquiterpenes	37.73	44.08	39.76	28.04
Oxygenated sesquiterpenes	21.95	14.75	25.95	35.75
Ester	4.22	8.83	3.53	3.9
Fatty acid	11.68	9.43	11.74	8.98
Others	2.03	3.45	4.02	2.54
Total	97.54	98.31	95.6	93.79

تأثیر مرحله رشدی بر میزان اسانس در جنس مریم گلی (Heydari, Hedayati *et al.*, 2017, Saffariha *et al.*, 2019) و مقایسه محتوای اسانس در بین اندام‌های مختلف گیاه جنس مریم گلی (Ghavam *et al.*, 2020) صورت گرفته است. میزان اسانس گیاه مریم گلی سه‌پندی در مراحل مختلف فنولوژیکی مورد مطالعه قرار گرفت و بیشترین درصد اسانس (۱/۱ درصد) در مرحله گلدهی کامل و کمترین میزان اسانس (۰/۳ درصد) در مرحله رویشی گزارش شد (Salehi *et al.*, 2007). در مطالعه Mirazi و Izadi (۲۰۲۰) بیشترین مقدار اسانس مریم گلی در مرحله گلدهی مشاهده شد که نشان دهنده تأثیرات معنی‌دار مرحله رشدی در بازدهی اسانس این گونه داروئی نیز می‌باشد. مطابق با نتایج این مطالعه، کاربوفیلن، اکسیدکاربوفیلن، ایزوبورنیل استات، هگزادکانوئیک اسید، اسپاتولنول و فیتول، آلفاپینن و ۸-سینئول ترکیب‌های عمده در اسانس مریم گلی تماشایی در این مطالعه بودند. وجود این تنوع شیمیایی در ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس بین اکوتیپ‌های مختلف و همین‌طور اندام‌های مختلف در سایر جنس‌های مریم گلی هم مشاهده شده است (Saffariha *et al.*, 2019; Heydari *et al.*, 2020; Jaffarpour *et al.*, 2018). که وجود این تنوع حاکی از نقش معنی‌دار رویشگاه، عوامل مختلف اکولوژیکی، جغرافیایی، اقلیمی، تفاوت‌های ژنوتیپی و اثرات متفاوت خاک در بروز این تنوع شیمیایی می‌باشد (Temel *et al.*, 2016). اثرات برخی از عوامل اقلیمی و توپوگرافی بر ترکیب اسانس در گیاه مریم گلی ارغوانی نشان داد که بازده اسانس و درصد ترکیبات ترپن‌های اکسیژن‌دار با افزایش ارتفاع افزایش یافتند، اما درصد ترپن‌های هیدروکربنی همبستگی معکوسی با افزایش ارتفاع داشت. همچنین مونوترپن‌ها همبستگی مثبت و معنی‌داری با رطوبت نسبی، بارندگی و کربن آلی خاک داشتند، اما سزکوئی‌ترپن‌ها رابطه معکوس با عوامل ذکر شده داشتند (Tavakoli *et al.*, 2022). بررسی تأثیر برخی از عوامل محیطی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه نوروزک (*Salvia leriifolia Benth.*) نشان داد که کاشت گیاه نوروزک در خاک‌های غنی از

جدول ۴- ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گل در اکوتیپ‌های مختلف مریم گلی تماشایی
Table 4. Essential oils constituents of flower in different genotypes of *Salvia hydrangea*

شماره	ترکیب شیمیایی	شاخص بازداری مشاهده شده	شاخص بازداری مرجع				
			Observed inhibition index	Reference inhibition index	Eco1	Eco2	Eco3
1	Thujene	926	924	0.51	0.34	9.25	0.56
2	α -Pinene	934	932	4.56	2.14	13.56	3.23
3	β -Myrcene	985	988	0.34	0.2	2.38	6.38
4	α -Phellandrene	1004	1002	0	0	0.75	0.54
5	δ -Terpinene	1012	1014	1.12	1.92	1.12	2.14
6	<i>P</i> -Cymene	1021	1020	7.51	4.14	1.82	1.45
7	D-Limonene	1022	1024	1.81	1.12	2.65	2.55
8	1,8-Cineole	1028	1026	3	5.05	0	0
9	β -Ocimene	1042	1044	3.44	0.61	0	0
10	γ -Terpinene	1053	1054	0.35	0.4	0	0
11	Linalool	1093	1095	2.71	1.05	0	0
12	Borneol	1167	1165	3.05	1.18	0.55	0.78
13	α -Terpineol	1189	1186	0.67	0.78	0	0
14	Linalyl acetate	1252	1254	1.15	0	0	0
15	Isobornyl acetate	1281	1283	1.7	4.6	1.24	1.12
16	α -Terpinyl acetate	1345	1346	1.24	0	0	0
17	β -Ylangene	1372	1373	0	0	0.45	0.67
18	β -Copaene	1373	1374	0.25	0.54	0.28	0.25
19	β -Bourbonene	1386	1387	1.46	6.65	0.4	2
20	β -Cubebene	1388	1387	0	0	0	0
21	Longifolene	1406	1407	0	0	0	1.62
22	Caryophyllene	1416	1417	27.45	23.17	13.61	23.12
23	γ -Elemene	1433	1434	1.1	0	0	0
24	Aromadendrene	1438	1439	0	0	1.23	1.4
25	α -Humulene	1451	1452	1.95	2.75	1	2.3
26	β -Farnesene	1453	1454	3.57	6.8	1.63	1.07
27	γ -Muurolene	1477	1478	0.25	0.61	1.12	1.3
28	Germacrene d	1483	1484	1.12	1	0.78	4.51
29	Leden	1495	1496	0.25	1.34	0	0
30	β -Bisabolene	1504	1505	0.7	0.31	0.94	0.62
31	γ -Cadinene	1536	1537	0	1.02	0.25	0
32	α -Copaenol	1538	1539	0	0	0.85	0.78
33	Spathulenol	1576	1577	5.54	1.4	4.31	2.74
34	Caryophyllene oxide	1581	1582	8.87	15	14.58	1.22
35	Octadecanoic acid	1583	1584	1.42	1.63	1.23	4.38
36	Salvialenone	1592	1594	0	0	0	0
37	Phthalate	1630	1632	0	0	1.15	1.65
38	Tau-Muurolol	1645	1644	0	1.86	0	0
39	Eudesmol- β	1651	1652	1.77	0	2.34	1.3
40	Pentadecanone	1696	1697	1.14	0.55	0	0
41	Octadecenoic acid	1788	1789	1.07	2.82	2.94	2.17
42	Farnecyl acetate	1820	1821	0	0	1.08	1.12
43	Phytol	1940	1942	0.85	1.26	1.78	1.65
44	Hexadecanoic acid	1960	1959	2.13	4.3	5.64	5
45	Oleic acid	2142	2141	2.24	1.05	5.96	8.12

اکوتیپ ۱: Eco1, اکوتیپ ۲: Eco2, اکوتیپ ۳: Eco3, اکوتیپ ۴: Eco4.

جدول ۵- گروه‌های شیمیایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گل در اکتیپ‌های مختلف مریم‌گلی تماشایی
Table 5. Chemical groups of the essential oils of flower in different genotypes of *Salvia hydrangea*

گروه‌های شیمیایی Chemical groups	اکتیپ‌ها Ecotypes			
	Eco1	Eco2	Eco3	Eco4
Hydrocarbone monoterpenes	19.64	10.87	31.53	16.85
Oxygenated monoterpenes	10.67	8.06	0.55	0.78
Hydrocarbone sesquiterpenes	37.85	42.85	20.01	36.79
Oxygenated sesquiterpenes	16.43	19.6	23.76	8.11
Ester	2.85	4.6	3.47	3.89
Fatty acid	8	10.35	15.77	19.67
Others	0.85	1.26	1.78	1.65
Total	96.29	97.59	96.87	87.74

کلسیم و پتاسیم باعث افزایش دلتا-کادینول موجود در اسانس شده و در عین حال میزان آلفا-پینن و بتا-پینن موجود در اسانس را کاهش می‌دهد (Yousefi et al., 2015). بررسی تنوع فیتوشیمیایی ترکیبات اسانس گونه مریم‌گلی جنوبی (*Salvia sharifii* rech. F. & Esfand) در رویشگاه‌های مختلف استان هرمزگان نشان داد که بالاترین عملکرد اسانس در رویشگاه سیرمند با بالاترین ارتفاع از سطح دریا (۱۲۱۰ متر) و کمترین میزان اسانس در رویشگاه قطب‌آباد با کمترین ارتفاع از سطح دریا (۹۰۸ متر) مشاهده گردید (Yavari, 2022). پارامترهای خاک به عنوان بخشی از مطالعات رویشگاهی نیز تاثیر معنی‌داری بر محتوای اسانس در خانواده نعنائیان داشته است. در این راستا، بررسی تاثیر پارامترهای خاکی بر میزان و ترکیبات شیمیایی اسانس گیاه پونه آبی (*Mentha aquatic* L.) از رویشگاه‌های مختلف استان مازندران نشان داد که کاهش اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک، افزایش مقدار نیتروژن، فسفر و عناصر آلی و مغذی خاک و بارندگی بیشتر منجر به تولید بیشتر اسانس شد اما افزایش اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک منجر به افزایش اجزای تشکیل‌دهنده در اسانس شد (Mohsenpour et al., 2017). مقایسه ترکیبات اسانس به‌دست آمده از برگ و گل گیاه مریم‌گلی تماشایی جمع‌آوری شده از منطقه داران استان اصفهان نشان داد که ۳۹ ترکیب در اسانس برگ و ۲۷ ترکیب در اسانس گل مشاهده شد و عملکرد اسانس برگ و گل به ترتیب ۰/۲۵ درصد و ۰/۲۸ درصد بود. فراوان‌ترین ترکیبات موجود در اسانس برگ اسپاتولنول (۱۶/۰۷ درصد)، ۸۱-سینئول (۱۳/۹۶ درصد)، ترانس‌کاریوفیلین (۹/۵۸ درصد)، بتا-پینن (۸/۹۱ درصد) و بتا-اودیسمول (۵/۳۳ درصد) بودند و در اسانس گل اکسیدکاریوفیلین (۳۵/۴۷ درصد)، ۸۱-سینئول (۹/۵۴ درصد)، ترانس‌کاریوفیلین (۶/۳۶ درصد) و بتا-اودیسمول (۴/۱۱ درصد) عمده‌ترین ترکیبات بودند. سزکوئی‌ترین‌های اکسیژن‌دار گروه غالب ترکیبات اسانس در نمونه‌های برگ و گل بودند (Ghavam et al., 2020). در بررسی نوع و میزان ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس مریم‌گلی تماشایی در خراسان شمالی، مجموعاً ۱۱ ترکیب شناسایی شد که سیس‌آلفا برگاموتن (۶۷/۴۵ درصد) و اکسیدکاریوفیلین (۶۴/۴ درصد) عمده‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس در رویشگاه

راز بودند (Arvin & Firouzeh, 2023). تجزیه اسانس سرشاخه‌های گلدار گیاه مریم گلی تماشایی در استان مازندران نشان داد که در منطقه هزار جریب بهشهر عمده‌ترین ترکیبات اسانس این گیاه شامل نفتالن (۱۴/۸۸ درصد)، α -سینئول (۹/۴۵ درصد) و کامفور (۵/۷۱ درصد) بودند. و در منطقه کیاسر عمده‌ترین ترکیبات اسانس شامل کامفور (۱۲/۰۶ درصد)، بتا-پینن (۱۱/۶۲ درصد)، نفتالن (۱۰/۸۳ درصد) بودند (Ebrahimi & Ranjbar, 2016). مقایسه بازده اسانس و ترکیبات مشترک اسانس در دو رویشگاه نشان داد که با افزایش ارتفاع بازده اسانس و درصد ترکیبات مشترک اسانس افزایش یافته است (Ebrahimi & Ranjbar, 2016). در بررسی ترکیبات شیمیایی اسانس ۱۱ گونه مریم گلی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف ایران، ۵۸ ترکیب شناسایی شد که آلفا-پینن، بتا-پینن، α -سینئول و بتا-کاریوفیلین به عنوان اجزای اصلی شناخته شدند (Asadollahi et al., 2019). در مطالعه Sonboli و همکاران (۲۰۰۹) در مریم گلی تماشایی، ترکیبات عمده اسانس در نمونه آباده مربوط به استان فارس، بتا-کاریوفیلین (۲۵/۲ درصد)، α -سینئول (۱۵/۲ درصد) و اکسیدکاریوفیلین (۱۱/۱ درصد) می‌باشد. گروه‌بندی ترکیبات نشان داد که مونوترپن‌های اکسیژنه و سزکوئی‌ترپن‌های هیدروکربنه دو گروه اصلی اسانس را تشکیل می‌دهند. در اسانس نمونه تکاب بتا-کاریوفیلین (۲۶/۲ درصد)، α -سینئول (۱۴/۲ درصد) و آلفا-پینن (۱۱/۲ درصد) به عنوان ترکیب غالب تعیین شدند. سزکوئی‌ترپن و مونوترپن‌های هیدروکربنه دو گروه غالب ترکیبات اسانس نمونه تکاب بودند (Sonboli et al., 2009). بررسی ترکیبات اسانس مریم گلی تماشایی در اصفهان نشان داد که ترکیبات اصلی شامل α -سینئول (۲۸/۴ درصد)، اکسیدکاریوفیلین (۱۶/۴ درصد)، آلفا-پینن (۱۴/۶ درصد) و بتا-پینن (۱۴/۲ درصد) بودند (Barazandeh, 2004). همچنین مطالعه اسانس سرشاخه‌های گلدار گیاه مریم گلی تماشایی در شهرستان دهقان اصفهان نشان داد که ۲۸ ترکیب در اسانس شناسایی شد که ترکیب بتا-کاریوفیلین (۳۳/۴ درصد) و اکسیدکاریوفیلین (۲۵/۴ درصد) بیش‌ترین میزان را در بین ترکیبات به خود اختصاص دادند (Barazandeh, 2004). با تجزیه و تحلیل اسانس اندام‌های هوایی مریم گلی تماشایی ترکیب ۶۶ ترکیب (۹۸/۸ درصد) در اسانس این گیاه شناسایی شد که بیشترین ترکیبات شامل کامفور (۴۶ درصد)، α -سینئول (۷/۵ درصد)، کامفن (۶/۸ درصد)، لیمونن (۶/۵ درصد)، بتا-پینن (۶/۱۱ درصد) و آلفا-پینن (۵/۶ درصد) بودند و مونوترپن‌های اکسیژن‌دار به عنوان گروه غالب ترکیبات شناخته شدند (Toplan et al., 2022). تا به حال تحقیقات متعددی بر روی سایر گونه‌های مختلف مریم گلی نیز صورت گرفته است که نشان‌دهنده وجود تنوع شیمیایی در اجزای اسانس می‌باشد. تجزیه و تحلیل اسانس گیاه مریم گلی سیخک‌دار (*Salvia aristata* L.) نشان داد که ترکیبات اصلی اسانس شامل بتا-ترانس کاریوفیلین (۸/۳۷ درصد)، اکسیدکاریوفیلین (۸/۲۶ درصد) و بی‌سیکلوزرماکرن (۵/۷۳ درصد) بودند. و سزکوئی‌ترین‌های هیدروکربنه به عنوان گروه غالب ترکیبات اسانس در این گیاه شناخته شدند (Dabaghian et al., 2025). تجزیه تنوع شیمیایی اسانس اندام‌های مختلف گیاه مریم گلی بنفش (*Salvia verticillata* L.) در شرق اتریش نشان داد که عملکرد اسانس در گل‌آذین، برگ و ساقه به ترتیب در حدود ۰/۲ درصد، ۰/۱ درصد و ۰/۰۱ درصد به دست آمد که در هر سه بخش گیاه ترکیبات

ژرماکرن دی، (E)-بتا-کاریوفیلین، بی‌سیکلوژرماکرن، آلفا-هومولن، اسپاتولنول، بتا-بوربونن به ترتیب کاهش شناسایی شدند. همچنین سزکوئی‌ترین‌های هیدروکربنه به عنوان گروه غالب ترکیبات اسانس در این گیاه شناخته شدند (Chizzola, 2025).

بررسی ترکیب شیمیایی اسانس گیاه مریم گلی مدیترانه‌ای (*Salvia aethiopsis* L.) در یونان نشان داد که در مجموع ۴۹ ترکیب (۹۸/۲ درصد) در اسانس این گیاه شناسایی شد که (E)-کاریوفیلین (۳۴/۶ درصد)، ژرماکرن دی (۱۷/۳ درصد)، آلفا-کوپائین (۱۴/۶ درصد) و آلفا-هومولن (۸/۶ درصد) اصلی‌ترین ترکیبات شیمیایی اسانس این گیاه بودند و همچنین سزکوئی‌ترین‌های هیدروکربنه به عنوان گروه غالب ترکیبات شناخته شدند (Tomou et al., 2024). بررسی ترکیب شیمیایی اسانس گیاه مورتلخ (*Salvia mirzayanii*) در استان هرمزگان نشان داد که در مجموع ۴۰ ترکیب در اسانس این گیاه شناسایی شد که در این میان دلتا-کادینن، لینالول، او-۸-سینئول، آلفا-ترپینئول و گاما-کادینن عمده‌ترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس مورتلخ بودند (Binava et al., 2021). تجزیه تنوع شیمیایی اسانس اندام‌های مختلف گیاه مریم گلی سهندی (*Salvia sahendica* Boiss) نشان داد که عملکرد اسانس در برگ، گل، ساقه و ریشه به ترتیب ۱/۲، ۰/۶، ۰/۰۶ و ۰/۰۴ درصد به دست آمد. در مجموع، ۴۴، ۴۶، ۴۲ و ۴۵ ترکیب در اسانس برگ، گل، ساقه و ریشه این گیاه شناسایی شد. بتا-پینن، مانول، آبتاترین، آلفا-پینن، لینالول استات، بورنیل استات، او-۸-سینئول از ترکیبات عمده اسانس اندام‌های گیاه مریم گلی سهندی بودند (Hedayati et al., 2017). کاریوفیلین و اکسیدکاریوفیلین که از اجزای غالب مشترک در اسانس اندام‌های هوایی مریم گلی تماشایی در این مطالعه بود، به ترتیب در گروه سزکوئی‌ترین‌های هیدروکربنه و سزکوئی‌ترین‌های اکسیژنه تعلق داشت. این ترکیبات دارای اثرات ضد درد، ضدالتهاب و آنتی‌اکسیدانی است (Sarpietro et al., 2015) و در درمان عفونت‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک (Almeida-Bezerra et al., 2025)، التهاب مفاصل و شکستگی استخوان (Marom et al., 2025)، اختلالات خودایمنی و بیماری‌های عصبی موثر است (Sarpietro et al., 2015). همچنین این دو ترکیب به دلیل بوی تند، چوبی و فلفلی آن در صنایع طعم و عطر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hashiesh et al., 2020). این ترکیبات در سایر گونه‌های مریم گلی از جمله مریم گلی خاردار (*S. spinosa* L.) (Bahernik & Mirza, 2004)، مریم گلی سیخک‌دار (*S. aristata* L.) (Kazemizadeh et al., 2025)، مریم گلی گل درشت (*S. macrochlamys* Boiss. & Kotschy) (Dabaghian et al., 2025) به عنوان ترکیب غالب شناخته شده است. اکوتیپ‌های این مطالعه می‌توانند به عنوان کموتایپ‌های کاریوفیلین/اکسیدکاریوفیلین معرفی شوند. آلفا-پینن (از ۱/۱ درصد در اندام برگ-ساقه Eco2 تا ۱۳/۵۶ درصد در اندام گل مربوط به Eco3) از ترکیبات غالب اسانس اندام‌های هوایی در هر دو رویشگاه بود (جداول شماره ۲ و ۴). همچنین ترکیب او-۸-سینئول (از ۳ درصد در اندام گل مربوط به Eco1 تا ۶/۵۳ درصد در اندام برگ-ساقه Eco2) از ترکیبات غالب اسانس در اندام‌های هوایی سمیرم بود. این دو ترکیب به ترتیب متعلق به گروه مونوترپن‌های هیدروکربنه و مونوترپن‌های اکسیژنه هستند که خواص ضدکاسایشی، ضدباکتری، ضد ویروسی و ضدالتهابی آن‌ها به اثبات رسیده است (Kim et al., 2015; Azerad,

2014). در مطالعات Ranjbar و همکاران (۲۰۱۵) نیز ترکیب ۸۰۱- سینئول به عنوان ترکیب غالب اسانس در گونه مریم گلی تماشایی شناسایی شده است. ترکیب اسپاتولنول، به عنوان یک سزکوئیترین سه حلقه‌ای، به عنوان یکی دیگر از ترکیبات عمده در اسانس اندام‌های هوایی این گونه شناسایی شد. مقدار این ترکیب از ۲/۷۴ درصد در اندام گل Eco4 تا ۷/۷۸ درصد در اندام برگ- ساقه Eco1 تنوع داشت. این ترکیب دارای خواص ضد اکسیدانی، ضد التهابی، ضد باکتریایی و ضد قارچی، کاهنده کلسترول خون و ضد حساسیت می‌باشد (Benelli et al., 2020). همینطور به عنوان یک آفت‌کش زیستی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Benelli et al., 2020). لذا نتایج این مطالعه استفاده از اسانس اکوتیپ‌های مورد مطالعه را جهت تولید آفت‌کش‌های زیستی توصیه می‌نماید. فیتول، به عنوان یکی از ترکیبات کاربردی در تهیه اسانس و عطر، به عنوان یکی از اجزای غالب اسانس در برگ-ساقه این گونه شناسایی شد. مقدار این ترکیب از ۱/۱۲ درصد در اندام برگ-ساقه Eco2 تا ۳/۶ درصد در اندام برگ-ساقه Eco3 تنوع داشت. این ترکیب دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی، محرک سیستم ایمنی و تعدیل‌کننده متابولیسم است (Islam et al., 2018). همچنین فیتول منجر به کاهش اثرات منفی تنش‌های اکسیداتیوی در گیاه می‌شود، که آن را به عنصری ارزشمند در فرمولاسیون ضد پیری تبدیل می‌کند (Papaccio et al., 2022). هگزادکانوئیک اسید که در اسانس اندام‌های هوایی این گونه به عنوان یکی از ترکیبات غالب شناسایی شد که بیشترین مقدار آن ۵/۶۴ درصد در اندام گل Eco3 شناسایی شد. برای این ترکیب خاصیت ضد باکتریایی گزارش شده است (Shaaban et al., 2021). از دیگر ترکیبات غالب اسانس برگ-ساقه مریم گلی تماشایی، ایزوبورنیل استات بود که دارای خواص دارویی ضد التهابی و تعدیل‌کننده سیستم ایمنی، و خواص آرام‌بخشی می‌باشد و پتانسیل استفاده در رایحه درمانی را دارا می‌باشد (Zhao et al., 2023).

همبستگی بین اجزای اصلی و مشترک اسانس مریم گلی تماشایی

نتایج همبستگی ساده بین ترکیبات شیمیایی اصلی و مشترک اسانس نشان داد که میزان آلفا-پینن همبستگی مثبت و معنی‌داری با آلفا-توجن ($r=0.96^{**}$) و دی-لیمونن ($r=0.7^{*}$) داشت که می‌تواند ناشی از قرار گرفتن این ترکیبات در یک گروه از ترکیبات شیمیایی (مونوترپن‌های هیدروکربنه) باشد (جدول ۶). میزان ژرماکرن دی همبستگی مثبت و معنی‌داری با اکتادکانوئیک اسید ($r=0.77^{*}$) و همبستگی منفی با کاریوفیلن اکسید ($r=-0.82^{*}$) داشت. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین فیتول و گاما-ترپینن ($r=0.84^{*}$) و بین مقدار دی‌لیمونن و اولئیک اسید ($r=0.74^{*}$) مشاهده شد (جدول ۶).

جدول ۶- همبستگی بین ترکیبات شیمیایی غالب و مشترک در اسانس مریم گلی تماشایی

Table 6. Correlation between dominant and common chemical compounds in the essential oils of *Salvia hydrangea*

Chemical compound	α -Pinene	α -Thujene	P-Cymene	D-Limonene	Borneol	Isobornyl acetate	β -Bourbonene	Caryophyllene	β -Farnesene	Germacrene D	α -Humulene	Caryophyllene oxide	γ -Terpinene	Phytol	Hexadecanoic acid	Octadecanoic acid	Oleic acid
α -Pinene	1																
α -Thujene	0.96	1															
P-Cymene	0.06	-0.08	1														
D-Limonene	0.7	0.54	0.01	1													
Borneol	-0.24	-0.39	0.3	-0.11	1												
Isobornyl acetate	-0.5	-0.34	-0.15	-0.74	-0.03	1											
β -Bourbonene	-0.41	-0.43	-0.06	-0.15	-0.06	0.14	1										
Caryophyllene	-0.7	-0.63	0.31	-0.75	0.07	0.54	-0.15	1									
β -Farnesene	-0.35	-0.34	0.35	-0.43	0.23	0.62	0.6	0.2	1								
Germacrene D	-0.41	-0.36	-0.33	0	-0.36	0	-0.21	0.4	-0.48	1							
α -Humulene	-0.58	-0.54	0.38	-0.44	0.07	0.2	0.17	0.6	0.37	0.33	1						
Caryophyllene oxide	0.21	0.23	-0.16	-0.11	0.19	0.3	0.43	-0.46	0.54	-0.82	-0.47	1					
γ -Terpinene	-0.51	-0.44	-0.61	-0.39	-0.06	0.02	0.36	0.09	-0.25	0.27	-0.11	0.05	1				
Phytol	-0.03	-0.02	-0.66	0.09	-0.15	-0.31	0.33	-0.42	-0.42	0.05	-0.52	0.23	0.84	1			
Hexadecanoic acid	0.42	0.53	-0.26	0.23	-0.52	-0.37	-0.26	-0.29	-0.44	0.23	0.19	-0.31	-0.05	0.05	1		
Octadecanoic acid	-0.44	-0.38	-0.36	-0.19	0.04	-0.04	-0.31	0.36	-0.44	0.77	0.49	-0.7	0.32	0.03	0.4	1	
Oleic acid	0.5	0.47	-0.14	0.74	-0.46	-0.38	-0.43	-0.32	-0.54	0.51	-0.15	-0.52	-0.43	-0.18	0.45	0.22	1

نتیجه گیری کلی

هر چند که در این مطالعه بخش عمده اسانس اندام‌های هوایی را سزکوئی‌ترین‌های هیدروکربنه تشکیل می‌دادند، ولی با این حال تعداد و تنوع اجزای تشکیل دهنده اسانس اندام‌های مورد مطالعه تا حدودی با هم متفاوت بودند و بسته به نیاز و اهمیت هر یک از اجزای تشکیل دهنده اسانس در صنایع مختلف، می‌توان از اکوتیپ‌هایی با ترکیب اسانسی مورد نظر استفاده نمود. بازده اسانس می‌تواند ناشی از برهم‌کنش ترکیبات مختلف شیمیایی موجود در اسانس باشد؛ که همان‌طور که جدول همبستگی بین اجزای اسانس نشان می‌دهد، این برهم‌کنش‌ها در بین برخی ترکیبات معنی‌دار و مثبت و در بین برخی ترکیبات معنی‌دار و منفی بود. نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین درصد اسانس ۰/۵ درصد، متعلق به اندام گل در ECO_2 (منطقه سمیرم) بود، لذا استفاده از این اکوتیپ به منظور برنامه‌های بعدی به‌نژادی و بهبود کیفیت اسانس توصیه می‌شود. با توجه به تفاوت‌های چشمگیر بین کمیت و کیفیت ترکیب‌های اسانس گونه مورد نظر در هر دو منطقه و همچنین تفاوت‌های کمی و کیفی بین نتایج این تحقیق و تحقیقات قبلی می‌توان به تاثیر معنی‌دار ژنتیک و شرایط اکولوژیکی و اقلیمی متفاوت دو رویشگاه بر نوع و میزان ترکیب‌های اسانس در مریم گلی تماشایی اشاره کرد.

منابع

- Almeida-Bezerra, J. W., da Costa Silva, J. T., Morais-Braga, M. F. B., da Cruz, R. P., Alencar, G. G., Alves, D. S. & Coutinho, H. D. M. (2025).** ADME/Tox study and the effect of β -Caryophyllene on the resistant strain of *Staphylococcus aureus* carrying the QacA/B efflux pump gene. *Toxicology Reports*, 101929.
- Arvin, P. and Firouzeh, R. (2023).** The effect of habitat on yield and essential oil content of two populations of *Salvia hydrangea* L. in North Khorasan. The First International Conference on Biology of Medicinal plants, University of Qom, 12-8 February:1-8.
- Askari, S.F., Avan, R., Tayarani-Najaran, Z., Sahebkar, A. & Eghbali, S. (2021).** Iranian *Salvia* species: a phytochemical and pharmacological update. *Phytochemistry*, 183: 112619.
- Asadollahi, M., Firuzi, O., Jamebozorgi, F.H., Alizadeh, M. and Jassbi, A.R. (2019).** Ethnopharmacological studies, chemical composition, antibacterial and cytotoxic activities of essential oils of eleven *Salvia* in Iran. *Journal of Herbal Medicine*, 17: 100250.
- Adams, R.P. (2017).** Identification of essential oil components by gas chromatography mass spectrometry. 5th online edition. Texensis Publishing.
- Aqababa, H., Chobineh, M. A., Zarei, A. and Changizi Ashtiyani, S. (2016).** The effect of ethanol extract of aerial parts of *Salvia Hydrangea* L. on plasma biochemical factors in male rats with hypercholesterolemia. *Qom University of Medical Sciences Journal*, 10(4): 78-85.
- Azerad, R. (2014).** 1, 8-Cineole: Chemical and biological oxidation reactions and products. *Chem Plus Chem*, 79(5): 634-655.
- Binava, S., Yavari, A. & Shokrpour, M. (2021).** Study on chemical compositions of essential oil of some *Salvia mirzayanii* Rech. f. & Esfand. natural populations in Hormozgan province. *Iranian Journal of Horticultural Sciences*, 52(2): 391-403.
- Benelli, G., Pavela, R., Drenaggi, E., Desneux, N. & Maggi, F. (2020).** Phytol, (E)-nerolidol and spathulenol from *Stevia rebaudiana* leaf essential oil as effective and eco-friendly botanical insecticides against *Metopolophium dirhodum*. *Industrial Crops and Products*, 155: 112844.
- Bahernik, Z. & Mirza, M., (2004).** Extraction and Identification of Chemical Composition of the Essential Oil Constituents of *Salvia Spinoza*. *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants Research*, 22(4): 431-436.
- Barazandeh, M.M. (2004).** Volatile constituents of the oil of *Salvia hydrangea* DC. ex Benth. from Iran. *Journal of Essential Oil Research*, 16(1): 20-21.
- Bohera, J.S. & Dorffing, K. (1993).** Nutrition of rice varieties under NaCl salinity. *Journal of Plant and Soil*, 152: 299-303.
- Chizzola, R. (2025).** Composition of the essential oil from *Salvia verticillata* L. collected in Eastern Austria. *Journal of Essential Oil Research*, 1-7.
- Canzoneri, M., Bruno, M., Rosselli, S., Russo, A., Cardile, V., Formisano, C. & Senatore, F. (2011).** Chemical composition and biological activity of *Salvia verbenaca* essential oil. *Natural Product Communications*, 6(7): 1934578X1100600725.

- Dabaghian, F., Aalinezhad, S., Delnavazi, M. R. & Saeedi, M. (2025).** *Salvia aristata* Essential Oil: Chemical Composition, Cholinesterase Inhibition, and Neuroprotective Effects against Oxidative Stress in PC12 Cells. *Research Journal of Pharmacognosy*, 12(2): 65-75.
- Ebrahimi, M. & Ranjbar, S. (2016).** Essential oils of *Salvia hydrangea* DC. ex Benth. from Kiasar-Hezarjarib regions, Iran-impact of environmental factors as quality determinants. *Journal of Medicinal Plants and By-product*, 5(2): 159-167.
- Ghavam, M., Manca, M. L., Manconi, M. & Bacchetta, G. (2020).** Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils obtained from leaves and flowers of *Salvia hydrangea* DC. ex Benth. *Scientific Reports*, 10(1): 15647.
- Hashiesh, H. M., Meeran, M. N., Sharma, C., Sadek, B., Kaabi, J. A. & Ojha, S. K. (2020).** Therapeutic potential of β -caryophyllene: a dietary cannabinoid in diabetes and associated complications. *Nutrients*, 12(10): 2963.
- Heydari, Z., Yavari, A., Jafari, L. & Mumivand, H. (2020).** Study on the chemical diversity of essential oil from different plant parts of *Salvia sharifii* Rech. f. & Esfand. *Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research*, 36(4): 627-641.
- Hedayati, A. & Hadian, J. (2017).** Chemical diversity in the essential oil from different plant organs of *Salvia sahendica* Boiss. & Buhse. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 29(4): 908-918.
- Hedge, I. C. (1982).** Labiatae, In: Rechinger, K. H., (Ed.), *Flora Iranica*, Akademische Druck-U. Verlagsantalt, Graze, 150: 403-476.
- Izadi, Z. & Mirazi, N. (2020).** Identification of chemical compounds and evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of Sage (*Salvia officinalis* L.) essential oil at different harvest times. *Qom University of Medical Sciences Journal*, 14(9): 1-15.
- Islam, M. T., Ali, E. S., Uddin, S. J., Shaw, S., Islam, M. A., Ahmed, M. I. & Atanasov, A. G. (2018).** Phytol: A review of biomedical activities. *Food and Chemical Toxicology*, 121: 82-94.
- Jaffarpour, P., Farokhzad, A., Alirezalou, A. & Najad Habibvash, F. (2018).** Phytochemical diversity and antioxidant activity in different *Salvia* species in West Azerbaijan province. *ECO Phytochemistry Journal of Medicinal Plants*, 6(2): 1-11.
- Jaimand, K. & Rezaee, M. B. (2004).** Investigation on Chemical Constituents of Essential oils from *Achillea mellifolium* L. subsp. *mellifolium* by Distillation methods. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 20(2): 181-190.
- Kim, D. S., Lee, H. J., Jeon, Y. D., Han, Y. H., Kee, J. Y., Kim, H. J. & Hong, S. H. (2015).** Alpha-pinene exhibits anti-inflammatory activity through the suppression of MAPKs and the NF-kB pathway in mouse peritoneal macrophages. *The American Journal of Chinese Medicine*, 43(04): 731-742.
- Kazemzadeh, Z., Habibi, Z., Yousefzadeh, M., Ashabi, M. A. & Heydari, M. (2010).** Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Salvia macrochlamys* Boiss. *Journal of Medicinal Plants*, 9(33): 75-82.

- Kosar, M., Goger, F. & Can Baser, K. H. (2008).** *In vitro* antioxidant properties and phenolic composition of *Salvia virgata Jacq.* from Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(7): 2369-2374.
- Marom, H., Khan, M. A., Darvish, N., Tornetta III, P., Khoury, A., Weil, Y. A. & Ehrmann Barr, T. (2025).** β -Caryophyllene and Statins in Bone Fracture Healing—A Narrative Review. *Orthopedic Research and Reviews*, 31-42.
- Mohsenpour, M., Vafadar, M., Vatankhah, E. & Meighani, H. (2017).** 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 of Biology)*, 30(2): 440-451.
- Mozaffarian, V. 1996.** Dictionary of Iranian Plant Names. Contemporary Culture Publications, Tehran, 760 p. In persian.
- NIST, 2008.** National Institute of Standards and Technology, NIST standard reference database number 69.
- Papaccio, F., Caputo, S. & Bellei, B. (2022).** Focus on the contribution of oxidative stress in skin aging. *Antioxidants*, 11(6): 1121.
- Poulios, E., Giaginis, C. & Vasios, G. K. (2020).** Current state of the art on the antioxidant activity of sage (*Salvia* spp.) and its bioactive components. *Planta Medica*, 86(04): 224-238.
- Ranjbar, S., Ebrahimi, M. & Akbarzadeh, M. (2015).** Essential oil composition of *Salvia hydrangea* L. in different habitats of mazandaran province. *ECO- Phytochemical Journal of medicinal plants*, 3:1 (9): 12-24.
- Raut, J. S. & Karuppayil, S. M. (2014).** A status review on the medicinal properties of essential oils. *Industrial Crops and Products*, 62: 250-264.
- Rechinger, K.H., 1982.** Labiatae, Flora Iranica. Graz-Austria, 150:423-424.
- Shaaban, M. T., Ghaly, M. F. and Fahmi, S. M. (2021).** Antibacterial activities of hexadecanoic acid methyl ester and green-synthesized silver nanoparticles against multidrug-resistant bacteria. *Journal of Basic Microbiology*, 61(6): 557-568.
- Saffariha, M., Azarnivand, H., Zare Chahouki, M. A., Nejad Ebrahimi, S. & Potter, D. (2019).** Investigating the effect of flowering stage on the quality and quantity of *Salvia limbata* essential oil in different altitudes in Taleghan rangelands. *Journal of Range and Watershed Managment*, 72(1): 139-149
- Sarpietro, M. G., Di Sotto, A., Accolla, M. L. & Castelli, F. (2015).** Interaction of β -caryophyllene and β -caryophyllene oxide with phospholipid bilayers: Differential scanning calorimetry study. *Thermochimica Acta*, 600: 28-34.
- Sonboli, A., Kanani, M., Yousefzadi, M. & Mojarad, M., 2009.** Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Salvia hydrangea* from two localities of Iran. *Journal of Medical Plants*, 8(30): 20-28.
- Salehi, P., Sonboli, A., Ebrahimi, S. N. & Yousefzadi, M. (2007).** Antibacterial and antioxidant activities of the essential oils and various extracts of *Salvia sahendica* in different phenological stages. *Chemistry of Natural Compounds*, 43(3):328-330.

Talebi, S.M., Askary, M., Khalili, N., Matsyura, A., Ghorbanpour, M. and Kariman, K. (2021). Genetic structure and essential oil composition in wild populations of *Salvia multicaulis* Vahl. *Biochemical Systematics and Ecology*, 96:104269.

Tavakoli, M., Soltani, S., Tarkesh Esfahani, M. & Karamian, R. (2022). Study on some environmental factors effects on *Salvia multicaulis* Vahl. essential oil composition in Hamadan province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 38(4): 545-563.

Tomou, E. M., Fraskou, P., Dimakopoulou, K., Dariotis, E., Krigas, N. & Skaltsa, H. (2024). Chemometric analysis evidencing the variability in the composition of essential oils in 10 *Salvia* Species from different taxonomic sections or phylogenetic clades. *Molecules*, 29(7): 1547.

Toplan, G. G., Kurkçüoğlu, M., Goger, F., Taskın, T., Civas, A., Işcan, G. & Baser, K. H. C. (2022). Phytochemical screening and biological evaluation of *Salvia Hydrangea* Dc. ex Benth. growing in eastern *Anatolia*. *South African Journal of Botany*, 147: 799-807.

Temel, H. E., Demirci, B., Demirci, F., Celep, F., Kahraman, A., Dogan, M. and Husnu Can Baser, K. (2016). Chemical characterization and anticholinesterase effects of essential oils derived from *Salvia* species. *Journal of Essential Oil Research*, 28(4): 322-331.

Yavari, A. (2022). Study on essential oil variability of *Salvia sharifii* Rech. f. & esfand. in different natural habitats of Hormozgan Province. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, 36(4): 33-47.

Yousefi, M., Nazeri, V. & Mirza, M. (2015). Effects of environmental conditions on the quantity and quality of *Salvia leriifolia* Benth. essential oil. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 30(6): 861-878.

Zhao, Z. J., Sun, Y. L. & Ruan, X. F. (2023). Bornyl acetate: A promising agent in phytomedicine for inflammation and immune modulation. *Phytomedicine*, 114: 154781.

Zarei, A., Vaezi, G., Malekirad, A. A. & Abdollahi, M. (2015). Hypoglycemic and hypolipidemic activities of *Salvia hydrangea* in streptozotocin-induced diabetes in rats. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 18(4): 417.