

بررسی ترکیب‌های شیمیایی اسانس اکوتیپ‌های مختلف مریم‌گلی خلیجی (*Salvia santolinifolia* Boiss.)

اسماء رئیسی منفرد^۱، علیرضا یآوری^{۲*} و نوازله مرادی^۲

۱ و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۱۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۱۲)

چکیده

مریم‌گلی خلیجی با نام علمی *Salvia santolinifolia* Boiss. گیاهی چندساله و معطر از خانواده نعناع‌سانان می‌باشد که به صورت خودرو در ایران می‌روید. در این پژوهش سرشاخه‌های گلدار چهار رویشگاه در استان هرمزگان شامل آبماه، قطب‌آباد، دو راهی میمند و سیرمند در سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷ جمع‌آوری گردید. پس از تأیید نام علمی آنها در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، نمونه‌ها در سایه و دمای محیط خشک شدند. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب توسط دستگاه طرح کلونجر انجام شده و پس از اندازه‌گیری مقدار اسانس (درصد وزنی به وزنی)، نوع و مقدار ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس اکوتیپ‌ها با استفاده از دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی گازی (GC) و گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) تعیین گردید. یافته‌ها نشان داد بیشترین و کمترین بازده اسانس به ترتیب مربوط به اکوتیپ قطب‌آباد (۰/۹۳ درصد) و اکوتیپ آبماه (۰/۶۵ درصد) بود. بر این اساس، ۳۶ ترکیب که نماینده ۹۹/۶-۹۹/۹ درصد از کل ترکیبات بود، شناسایی شدند که آلفا-پینن، هومولن اپوکسید، لیمونن، کامفن، آلفا-ترپینول، میرسن و آلفا-کادینول ترکیبات اصلی این اکوتیپ‌ها بودند. هیدروکربن‌های مونوترپنی گروه اصلی سازنده ترکیبات در تمام نمونه‌ها را شامل می‌شد (۸۰/۵-۶۹/۳ درصد). تنوع شیمیایی اسانس در بین اکوتیپ‌ها براساس پراکنش جغرافیایی و اقلیمی می‌تواند برای حفاظت و اهلی کردن درون و خارج از رویشگاه این گیاه در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: آلفا-پینن، اسانس، اهلی کردن، مریم‌گلی خلیجی، هیدروکربن‌های مونوترپنی.

Study on chemical compositions of essential oil of some *Salvia santolinifolia* Boiss. Ecotypes

Asma Raeisi Monfared¹, Alireza Yavari^{2*} and Navazoloh Moradi²

1, 2. Former M.Sc. Student and Assistant Professor, College of Agriculture & Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

(Received: Jun. 1, 2019 - Accepted: Jul. 3, 2019)

ABSTRACT

Salvia santolinifolia Boiss. is a perennial aromatic plant from Lamiaceae family that grows wild in Iran. In the current study, the aerial parts of this plant were collected at full flowering stage from four habitats in Hormozgan province including Abmah, Ghotbabad, Dorahi-Meymand and Sirmand in 2018. After confirmation of scientific names of the plants by Herbarium of Agricultural Research, Education and Extension Organization of Hormozgan province, the plant materials were dried at shade and at room temperature. The essential oils were obtained by hydro-distillation, the yields were calculated based on dry weight and the oils were analyzed by GC and GC/MS. Results showed that maximum and minimum essential oil contents (w/w%) obtained from Ghotbabad (0.93%) and Abmah (0.65%) ecotypes, respectively. According to ecotypes, thirty-six components, representing 99.6 - 99.9% of the total components, were identified. α -Pinene, humulene epoxide, limonene, camphene, α -terpineol, myrcene and α -cadinol were the major compounds. Monoterpene hydrocarbons were the main group of constituents in all samples (69.3-80.5%). The chemical variation among ecotypes according to their geographical and bioclimatic distribution could be considered for *in situ* and *ex situ* conservation and domestication of the plants.

Keywords: α -Pinene, domestication, essential oil, monoterpene hydrocarbons, *Salvia santolinifolia*.

* Corresponding author E-mail: yavari@hormozgan.ac.ir; yavari313@gmail.com

مقدمه

گیاهان دارویی گیاهانی هستند که برخی از اندام‌های آن‌ها حاوی مواد مؤثره بوده که خواص دارویی داشته و هم از لحاظ درمان و هم پیشگیری بیماری و در تأمین بهداشت و سلامتی جوامع از اهمیت خاصی برخوردارند (Fayaz *et al.*, 2011). اما گیاهان، این ترکیبات را به‌عنوان ابزار سازگاری به اوضاع و پدیده‌های مختلف محیطی و برای حفاظت از اصل و نسل خود تولید می‌نمایند. به همین دلیل زمانی که گیاه در وضعیت‌های اکولوژیکی مختلف قرار می‌گیرد، باید به‌نحوی با محیط جدید سازگار شود که این سازگاری بر یک جریان و فرآیند مورفولوژیکی و بیوشیمیایی استوار است (Omidbaigi, 2005).

به‌دلیل وجود ۱۵ درجه اختلاف عرض جغرافیایی بین شمالی‌ترین و جنوبی‌ترین نقطه کشور، پستی و بلندی‌های زیاد، مجاورت با دریای خزر، دریای عمان و خلیج فارس و نیز تأثیر دریای مدیترانه، صحرای عربستان و آفریقا و دشت سیبری، اقلیم‌های مختلفی در سراسر ایران ایجاد شده است (Aghaei Noroozloo *et al.*, 2015). تحقیقات نشان داده است که تغییر شرایط اقلیمی، مواد مؤثره گیاهان را از نظر کمی و کیفی به‌شدت دستخوش تغییر می‌کند (Teteniy, 2002)؛ که نشان دهنده توان بالقوه کشور در زمینه تنوع گیاهان اسانس‌دار و دارویی است. آگاهی یافتن و مدیریت تنوع طبیعی موجود در بین گونه‌های وحشی گیاهان و خویشاوندی آنها با نمونه‌های احتمالاً اهلی شده، از نقش بسیار مهمی در برنامه‌ریزی‌های هدف‌دار برای حفاظت، بهبود و اصلاح این گیاهان برخوردار است (Tilman, 1996). بنابراین لازم است تا با شناخت گونه‌های گیاهی و دستیابی به اطلاعات لازم در مورد محل‌های رویش و خصوصیات فیتوشیمیایی آنها، گام‌های اساسی برای استفاده از اسانس‌های گیاهی و تهیه نقشه پراکنش جمعیت‌ها براساس این تنوع برداشته شود (Yavari *et al.*, 2009).

جنس مریم‌گلی (*Salvia*) یکی از مهمترین جنس‌های تیره نعناع‌سانان (Lamiaceae) می‌باشد که بیش از ۹۰۰ گونه در دنیا دارد (Standly &

Willams, 1974). این جنس دارای تنوع بسیار بالایی در جهان می‌باشد؛ به‌طوری که ۵۸ گونه گیاه علفی یکساله و چندساله را شامل می‌شود که در سراسر کشور پراکنده بوده و ۱۷ گونه آن انحصاری ایران است (Rechinger, 1982). نسبت گونه‌های اندمیک جنس مریم‌گلی در ایران ۲۹ درصد می‌باشد (Mozaffarian, 2007). مریم‌گلی خلیجی با نام علمی *Salvia santolinifolia* Boiss. گیاهی چندساله بوده که از نظر خصوصیات ظاهری دارای قاعده چوبی و منشعب، ساقه افراشته به ارتفاع ۱۰ الی ۳۰ سانتی‌متر، برگ‌های آن، خطی که در حاشیه کنگره‌ای تا شانه‌ای مشاهده می‌شود. این گونه دارای گل‌آذین با چرخه‌های ۱ الی ۲ و به ندرت ۳ گلی می‌باشد. نام محلی این گونه «بوئینگ» بوده که از نظر دامنه پراکنش علاوه بر ایران (استان‌های فارس، کرمان، هرمزگان و سیستان بلوچستان) در کشورهای افغانستان و پاکستان نیز می‌روید. این گیاه از گیاهان پرمصرف در استان هرمزگان و صادراتی به کشورهای حاشیه خلیج فارس و دریای عمان بوده و به صورت بومی برای مقاصد مختلفی از جمله درمان بواسیر، چربی خون بالا، ضدالتهاب و ضداسهال، به‌صورت برداشت از عرصه، مورد استفاده قرار می‌گیرد. ماده مؤثره غالب این گیاه، ابتدا اسانس و سپس ترکیبات فنولی گزارش شده است (Soltanipoor, 2005; Rechinger, 1982).

تاکنون گزارش‌های متنوعی از مطالعه تنوع ترکیبات شیمیایی اسانس بسیاری از گونه‌های دارویی به‌ویژه گونه‌های مختلف مریم‌گلی در ایران منتشر شده است (Sarabi & Sefidkon, 2017; Nematollahi *et al.*, 2016; Azimi *et al.*, 2016; Hedayati *et al.*, 2017). بررسی بازده عملکرد و ترکیب‌های شیمیایی اسانس اندام‌های هوایی مریم‌گلی خلیجی جمع‌آوری شده از سه رویشگاه طبیعی شامل حاجی‌آباد و فارغان (شمالی‌ترین نقاط استان هرمزگان) و داراب (جنوب استان فارس) نشان داد بیشترین و کمترین بازده اسانس به‌ترتیب مربوط به داراب (۰/۷۲ درصد) و فارغان (۰/۴۱ درصد) بود. ترکیب غالب در اسانس هر سه منطقه، آلفا-پینن بود (Sonboli *et al.*, 2006).

مشخص گردید. پس از تعیین محدوده رویشگاه‌های مریم‌گلی خلیجی و مشاهده مستقیم جمعیت‌های مختلف، اطلاعات فنولوژیکی مناطق مختلف جمع‌آوری و براساس آن، زمان گلدهی کامل گیاه تعیین شد. سپس در مرحله گلدهی، سرشاخه‌های گلدار متعلق به چهار رویشگاه در استان هرمزگان (آبماه، قطب‌آباد، دو راهی میمند و سیرمند) در سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷ جمع‌آوری گردید و به آزمایشگاه فناوری گیاهان دارویی دانشگاه هرمزگان جهت خشک‌کردن در سایه و دمای اتاق انتقال یافتند. شناسایی نمونه‌ها با استفاده از فلورا ایرانیکا در هرباریوم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان انجام شده (Rechinger, 1982) و این گونه با کد هرباریومی ۴۵۳۷ ثبت گردید.

اطلاعات رویشگاهی هر منطقه شامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از دستگاه مکان‌یاب جهانی (GPS) و نیز جهت و درصد شیب با استفاده از دستگاه شیب‌سنج مشخص شد. داده‌های اقلیمی مربوط به ۱۸ سال گذشته هر رویشگاه از جمله متوسط دمای سالیانه، کمینه و بیشینه دما و نیز متوسط بارندگی سالیانه از ایستگاه‌های هواشناسی منطقه جمع‌آوری گردید. در مواردی که ایستگاه‌های هواشناسی مربوط به منطقه نمونه‌برداری وجود نداشت، داده‌های اشاره شده از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی با اولویت ایستگاه‌های سینوپتیک استخراج گردید (جدول ۱).

استخراج اسانس از ۳۰ گرم سرشاخه‌های گلدار خردشده گیاهان توسط آسیاب، به روش تقطیر با آب به کمک دستگاه کلونجر و براساس فارماکوپه بریتانیا (British Pharmacopoeia, 2007) به مدت ۳ ساعت و با سه تکرار در آزمایشگاه گیاهان دارویی مؤسسه جنگل‌ها و مراتع کشور انجام گرفت. جداسازی اسانس از دستگاه، با سرنگ مخصوص جمع‌آوری و توسط سولفات سدیم بدون آب، آبگیری و در یخچال تا زمان تزریق به دستگاه‌های GC و GC-MS نگهداری شدند. درصد اسانس (وزنی به وزنی) نمونه‌ها بر حسب وزن خشک ماده گیاهی مورد استفاده، محاسبه گردید.

در بررسی دیگر روی نمونه جمع‌آوری‌شده از گونه *S. santolinifolia* در مرحله گلدهی از منطقه زابل در استان سیستان و بلوچستان مشخص شد بازده اسانس ۰/۱۸ درصد بوده و ترکیب غالب اسانس آن از بین ۱۷ ترکیب شناسایی‌شده، آلفا-پینن (۵۹/۴ درصد) به‌دست آمد (Sefidkon & Khajavi, 1999). آلفا-پینن (α -pinene) یک مونوترپن دو حلقه‌ای است که در گیاهان به‌عنوان مکانیسم دفاعی جهت محافظت در برابر آفات و حشرات عمل می‌کند (Huang *et al.*, 2013). امروزه ترکیبات گیاهی به‌عنوان جایگزین یا مکمل سم‌های شیمیایی جهت حفاظت از محصولات کشاورزی به کار می‌روند (Persaud *et al.*, 2019; Jaber Sajeena *et al.*, 2019; Borges *et al.*, 2018; *et al.*, 2018). این ترکیبات اثرات سوء و منفی برای طبیعت نداشته و نسبت به حشره‌کش‌های شیمیایی امن‌تر می‌باشند، به‌سرعت تجزیه می‌گردند، در خاک و آب باقی نمی‌مانند و بر جمعیت‌های غیر هدف تأثیر سویی ندارند. یکی از مهمترین ترکیبات گیاهی که امروزه بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند، اسانس‌های گیاهی می‌باشند (Isman, 2000).

بررسی منابع علمی نشان داد که تاکنون تنوع شیمیایی اسانس جمعیت‌های این گیاه در استان هرمزگان گزارش نشده است. از این گذشته، با توجه به بررسی‌های صورت گرفته روی ترکیب غالب اسانس این گونه که آلفا-پینن بوده و از طرف دیگر دسترسی داشتن به اکوتیپی که از بازده اسانس و آلفا-پینن حداکثری برخوردار باشد، می‌تواند به‌عنوان اقدامی مؤثر در راستای مطالعات اهلی کردن، کشت و حفاظت ژرم‌پلاسما و نیز تأمین ماده اولیه صنایع تولیدی سموم آفت‌کش دوستدار محیط زیست باشد.

مواد و روش‌ها

جهت تعیین نقاط پراکنش، ابتدا محدوده رویشگاه‌های طبیعی *S. santolinifolia* با استفاده از منابع اولیه موجود از جمله فلورا ایرانیکا (Rechinger, 1982)، بررسی منابع علمی، گزارش‌های کارشناسی و مصاحبه با کارشناسان مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان و مشاهده مستقیم

جدول ۱. برخی از ویژگی‌های رویشگاه‌های جمع‌آوری گونه *Salvia santolinifolia*
Table 1. Some characteristics of the collected *Salvia santolinifolia* natural habitats

Collection places	Geographic location			Climatic conditions					
	Altitude (m.a.s.l*)	Slope (%)	Slope direction	Longitude (E)	Latitude (N)	Mean annual temp. (°C)	Maximal temp. (°C)	Minimal temp. (°C)	Rainfall (mm/year)
Abmah	761	< 10	All directions	56° 01'	27° 47'	+27.2	+47.2	+4.0	125.6
Ghotbabad	908	0-20	Northern, northwest, southern	55° 58'	28° 50'	+29.9	+50.5	+5.0	133.4
Dorahi-Meymand	1140	Flat land	Without direction	56° 10'	28° 10'	+25.4	+46.6	-3.8	188.9
Sirmand	1210	Flat land	Without direction	56° 05'	27° 59'	+24.9	+46.8	-3.6	167.6

* Meter above sea level

اسکن برابر یک ثانیه و ناحیه جرمی از ۴۰ تا ۳۰۰ بوده است.

شناسایی طیف‌ها به کمک محاسبه شاخص‌های بازداری کوتاس که با تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C₇-C₂₅) 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 گاز کروماتوگراف به دست آمد و با مقادیری که در منابع مختلف با در نظر گرفتن اندیس کوتاس منتشر شده، مقایسه گردید (Adams, 2011; Shibamoto, 1987; Davies, 1998).

نتایج و بحث

بازده متوسط تولید اسانس

بازده متوسط تولید اسانس توسط سرشاخه‌های گلدار گیاه *S. santolinifolia* در سه بار تکرار بر حسب وزن اسانس به روش تقطیر با آب، در شکل ۱ آمده است. درصد اسانس در نمونه‌های مختلف از ۰/۶۵ تا ۰/۹۳ درصد متغیر است. نتایج نشان داد بیشترین بازده اسانس مربوط به رویشگاه قطب‌آباد (۰/۹۳ درصد) و کمترین بازده اسانس مربوط به رویشگاه آبماه (۰/۶۵ درصد) بود. بازده اسانس مربوط به رویشگاه سیرمند (۰/۶۸ درصد) و رویشگاه دو راهی میمند (۰/۷۰ درصد) در حدود ۰/۰۲ درصد با یکدیگر اختلاف را نشان داد. در مطالعات پیشین بازده اسانس گیاه جمع‌آوری شده از داراب استان فارس، حاجی‌آباد و فارغان استان هرمزگان به ترتیب ۰/۷۲، ۰/۵۳ و ۰/۴۱ درصد گزارش گردید (Sonboli et al., 2006).

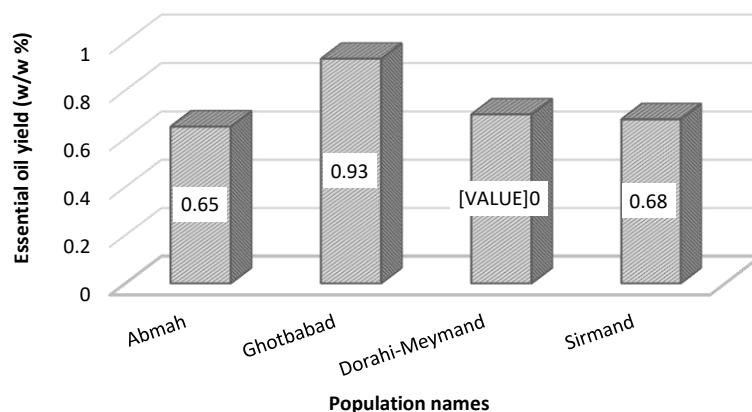
روش‌های تجزیه دستگاهی

دستگاه گاز کروماتوگراف (GC)

گاز کروماتوگراف مدل Thermo-UMF مجهز به داده‌پرداز با نرم‌افزار Chrom-card 2006، دارای ستون موئینه به طول ۱۰ متر و قطر داخلی ۰/۱ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون و با نام تجارتي Ph-5 بود. برنامه‌ریزی دمایی ستون از دمای اولیه ۶۰ درجه سانتی‌گراد شروع شده و در هر دقیقه ۳ درجه سانتی‌گراد به آن افزوده می‌شد تا به دمای ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسید. سپس دما با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه افزایش یافته در دمای ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸/۵ دقیقه متوقف می‌گردید. دمای محفظه تزریق ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد و دمای آشکارساز ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. آشکارساز مورد استفاده در دستگاه گاز کروماتوگراف از نوع FID (آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای) که از گاز هلیوم به عنوان گاز حامل استفاده گردید و فشار ورودی آن به ستون برابر ۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع تنظیم شد.

دستگاه گاز کروماتوگراف متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS)

از گاز کروماتوگراف واریان ۳۴۰۰ متصل‌شده به طیف‌سنج جرمی (Saturn II, GC/MS) استفاده شد. ستون مورد استفاده از نوع Ph-5 به طول ۱۰ متر و قطر داخلی ۰/۱ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرون بود. برنامه‌ریزی حرارتی از ۵۰ تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۳ درجه در دقیقه، درجه حرارت محفظه تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت ترانسفرلین ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از گاز هلیوم به عنوان گاز حامل مورد استفاده قرار گرفته است. سرعت گاز هلیوم ۳۱/۵ سانتی‌متر بر ثانیه، دکتور تله یونی (Ion trap)، انرژی یونیزاسیون معادل ۷۰ الکترون ولت، زمان



شکل ۱. میانگین بازده اسانس جمعیت‌های مورد مطالعه گیاه *Salvia santolinifolia*

Figure 1. Mean of the essential oil yield of the studied *Salvia santolinifolia* populations

در افزایش رشد و انباشت اسانس در این گیاه می‌تواند تأثیرگذار باشد؛ زیرا در نور کامل تمام طول موج‌ها موجود بوده و کیفیت نور بر فعال شدن و میزان تولید اسانس در طول موج‌های نوری متفاوت نقش مهمی را ایفا می‌کند (Cristina Figueiredo *et al.*, 2008). همچنین از آنجا که ترکیبات حدواسط در طول چرخه تثبیت کربن به‌عنوان پیش ماده‌های اصلی در بیوسنتز اسانس‌ها به کار می‌رود، همبستگی شدیدی بین نور و بیوسنتز این متابولیت‌ها وجود دارد (Bernath, 2008). علاوه بر این، طول دوره روشنایی (فتوپریود) در مسیرهای متابولیکی مرتبط با تولید اسانس‌ها، از فتوسنتز گرفته تا مسیرهای مؤثر در تولید ترپنوئیدها، به ویژه در تبدیل ایزوپنتیل پیروفسفات به گلسیرآلدهید ۳- فسفات، و فنیل پروپانوئیدها نقش به‌سزایی دارد (Sangwan *et al.*, 2001).

تأثیر ارتفاع روی کمیت اسانس توسط محققان قبلی اثبات شده است. در این مطالعات همبستگی منفی بین ارتفاع و بازده اسانس گزارش شده است؛ به‌طوری‌که با افزایش ارتفاع میزان اسانس در گیاه کاهش و با کاهش ارتفاع میزان اسانس گیاه افزایش می‌یابد (Fejér *et al.*, 2018; Nematollahi *et al.*, 2010; Lee & Ding, 2016; Yavari *et al.*, 2017). اما بررسی‌هایی که تاکنون روی مریم‌گلی خلیجی صورت گرفته است نشان می‌دهد با افزایش ارتفاع بازده اسانس افزایش می‌یابد (Sonboli *et al.*, 2006) و در مناطق با ارتفاع از سطح دریا پایین‌تر، مانند زابل و

در گزارش دیگری از نمونه گیاهی جمع‌آوری شده از منطقه زابل واقع در استان سیستان و بلوچستان، بازده اسانس ۰/۱۸ درصد اعلام شد (Sefidkon & Khajavi, 1999).

تولید انواع ترکیبات ثانوی در گیاهان دارویی مختلف تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی می‌باشد (Sadeghi *et al.*, 2015). از آنجا که تولید اسانس به‌عنوان ماده مؤثره تا حد زیادی تحت تأثیر شرایط مختلف اکولوژیکی و اداپتیکی رویشگاه قرار می‌گیرد، بررسی ارتباط شرایط رویشگاهی با مقدار اسانس می‌تواند الگوی مناسبی جهت انتخاب شرایط کشت و اهلی‌سازی در اختیار سایر پژوهشگران قرار دهد (Nematollahi *et al.*, 2017). رویشگاه‌های مریم‌گلی خلیجی (*S. santolinifolia*) مورد بررسی در این پژوهش از نظر موقعیت جغرافیایی در بخش‌های شمالی و شرقی استان هرمزگان قرار داشتند. این گونه از ارتفاع ۷۵۰ تا ۱۲۵۰ متر از سطح دریا و در شیب صفر تا ۲۰ درصد پراکنش دارد. بالاترین بازده اسانس در منطقه قطب‌آباد مشاهده گردید که ارتفاع از سطح دریا در آن رویشگاه ۹۰۸ متر بوده و از شیب تا ۲۰ درصد برخوردار بود. کمترین بازده اسانس از رویشگاه آبماه با ارتفاع ۷۶۱ متر و نیز درصد شیب کمتر از ۱۰ حاصل شد. نمونه گیاهی جهت استخراج اسانس از شیب رو به جنوب در رویشگاه قطب‌آباد برداشت گردید. شیب‌های رو به جنوب از نور کامل خورشید و طول دوره روشنایی بیشتری برخوردار بوده و این عامل

در بین رویشگاه‌های مورد مطالعه را می‌توان به این شرایط نسبت داد (Lusia et al., 2006). تولید و تجمع ترکیبات ثانوی مانند اسانس‌ها در گیاهان دارویی از پیچیدگی و ابهام‌های متعددی برخوردار است. به‌نظر می‌رسد از عوامل محیطی، علاوه بر عامل ارتفاع از سطح دریا، آب و رطوبت نسبی و نیز درجه حرارت منطقه، سایر عوامل مانند عرض جغرافیایی و به‌ویژه شرایط اداپتیکی رویشگاه و نیز میکروارگانیسم‌های موجود در آن، در کنار ژنتیک گیاه، در بروز نوسان در بازده اسانس تأثیرگذار باشند (Dudareva et al., 2004). بنابراین با انجام مطالعات جامع‌تر و بررسی تمام عوامل تأثیرگذار می‌توان به میدان اکولوژیکی مناسب جهت تولید بهینه اسانس در گونه *S. santolinifolia* دست یافت.

بررسی اجزای اسانس

جمعیت‌های مختلف مریم‌گلی خلیجی مورد مطالعه در این تحقیق از نظر نوع و درصد ترکیبات اسانس، تنوع قابل‌توجهی با یکدیگر دارند (جدول ۲). در مجموع در اسانس سرشاخه‌های گلدار این گونه ۳۶ ترکیب شناسایی گردید که از این تعداد، ۱۹ ترکیب در تمام جمعیت‌ها مشترک بودند. در چهار رویشگاه آبماه، قطب‌آباد، دو راهی میمند و سیرمند به‌ترتیب ۲۶، ۲۷، ۳۰ و ۲۶ ترکیب شناسایی شدند که در جدول ۲ آورده شده‌اند. ترکیبات شناسایی شده از رویشگاه آبماه ۹۹/۷ درصد، رویشگاه قطب‌آباد ۹۹/۶ درصد، رویشگاه دو راهی میمند ۹۹/۸ درصد و از رویشگاه سیرمند ۹۹/۹ درصد از اجزای اسانس را به خود اختصاص دادند. عمده‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس *S. santolinifolia* عبارتند از: شش ترکیب آلفا- پینن (۶۳/۴ درصد)، هومولن اپوکسید (۷/۸ درصد)، لیمونن (۵/۰ درصد)، کامفن (۴/۱ درصد)، آلفا- ترپینئول (۳/۱ درصد) و میرسن (۳/۰ درصد) از رویشگاه آبماه؛ شش ترکیب ترپنی آلفا- پینن (۶۲/۲ درصد)، لیمونن (۵/۹ درصد)، هومولن اپوکسید (۴/۵ درصد)، آلفا- ترپینئول (۴/۲ درصد)، کامفن (۳/۸ درصد) و میرسن (۳/۱ درصد) از رویشگاه قطب‌آباد؛ هشت ترکیب آلفا- پینن (۵۳/۹ درصد)، لیمونن (۵/۳ درصد)، هومولن اپوکسید (۵/۱

فارغان، بازده اسانس از روند کاهشی برخوردار است (Sonboli et al., 2006; Sefidkon & Khajavai, 1999). یافته‌های پژوهش حاضر حاکی از افزایش بازده اسانس جمعیت‌های مورد مطالعه متناسب با افزایش ارتفاع تا ۹۰۸ متر از سطح دریا می‌باشد و رویشگاه‌هایی که از این ارتفاع بالاتر قرار دارند (دو راهی میمند و سیرمند به ترتیب ۱۱۴۰ متر و ۱۲۱۰ متر بالاتر از سطح دریا) از بازده اسانس کمتری برخوردارند (جدول ۲).

تغییرات متوسط دمای سالیانه در رویشگاه‌های مختلف مریم‌گلی خلیجی بین ۲۴/۹ تا ۲۹/۹ درجه سانتی‌گراد بوده و اختلاف بین کمینه دما و بیشینه دما در رویشگاه‌های مورد مطالعه ۵۴/۳+ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. درجه حرارت محیط از طریق تأثیر در تبخیر و تعرق، هدایت روزنه‌ای، سرعت فعل و انفعالات شیمیایی مثل فتوسنتز، جذب املاح، حل شدن گازها و تأثیر در رشد و نمو گیاهان (نیاز حرارتی جمعی گیاه) تولید متابولیت‌های اولیه و ثانوی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در مسیر بیوسنتزی اسانس، درجه حرارت روی سرعت متیلاسیون، اکسیداسیون و احیاء تأثیر گذاشته و نسبت ترکیبات مختلف را تغییر می‌دهد که باعث تغییر در کمیت و کیفیت اسانس می‌شود (Sangwan et al., 2001). بررسی متوسط بارش سالیانه در رویشگاه‌های مورد بررسی نشان داد بیشترین بارندگی در منطقه دو راهی میمند (۱۸۸/۹ میلی‌متر) و کمترین میزان بارش در منطقه آبماه (۱۲۵/۶ میلی‌متر) رخ می‌دهد. یافته‌های این پژوهش حکایت از دامنه تحمل این گیاه نسبت به درجه حرارت‌های سخت محیطی است؛ به‌طوری‌که قابلیت رویش این گیاه در آب و هوای گرم و خشک را اثبات می‌نماید. تولید اسانس در اغلب گیاهان تحت تنش گرمایی و خشکی ملایم افزایش می‌یابد. در چنین شرایطی بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فتوسنتز رخ نمی‌دهد و پیش ماده‌های لازم برای تولید اسانس‌ها در گیاه به میزان کافی وجود دارد. در نتیجه تولید ترپنوئیدها و ترکیبات فرار گیاه به‌دلیل نقش محافظتی این ترکیبات در برابر درجه حرارت و نور بالا، افزایش می‌یابد. بالا بودن میزان اسانس در رویشگاه قطب‌آباد

اسانس این چهار منطقه، مشخص گردید که هیدروکربن‌های مونوترپنی اصلی‌ترین گروه اجزای تشکیل‌دهنده اسانس رویشگاه‌های آبماه (۸۰/۵ درصد)، قطب‌آباد (۸۰/۳ درصد)، دو راهی میمند (۷۰/۸ درصد) و سیرمند (۶۹/۳ درصد) بودند و پس از آن هیدروکربن‌های سسکوئی ترپنی سهم بیشتری را دارا بودند و مونوترپن‌های اکسیژن‌دار و سسکوئی ترپن‌های اکسیژن‌دار سهم کمتری داشتند (جدول ۲).

درصد، آلفا-کادینول (۴/۷ درصد)، ژرماکرین B (۴/۰ درصد)، میرسن (۳/۲ درصد)، کامفن و آلفا-ترپینئول (۳/۰ درصد) از رویشگاه دو راهی میمند و پنج ترکیب آلفا-پینن (۵۰/۴ درصد)، هومولن اپوکسید (۱۰/۲ درصد)، آلفا-کادینول (۶/۲ درصد)، لیمونن (۶/۱ درصد) و اسپاتولنول (۳/۶ درصد) بوده و سایر ترکیبات کمتر از سه درصد اجزای اسانس را تشکیل می‌دهند. با توجه به ترکیبات مختلف شناسایی شده در

جدول ۲. ترکیب‌های شناسایی شده در اسانس گونه *Salvia santolinifolia* در رویشگاه‌های مختلف

Table 2. Identified compounds in the essential oils of *Salvia santolinifolia* from different habitats

No.	Compound name*	RI**	Content (%)			
			Abmah	Ghotbabad	Dorahi-Meymand	Sirmand
1	α -Pinene	946	63.4	62.2	53.9	50.4
2	Camphene	962	4.1	3.8	3.0	2.9
3	β -Pinene	976	0.6	0.4	0.4	0.3
4	Myrcene	1005	3.0	3.1	3.2	2.7
5	dehydro-1,8-Cineole	1028	-	-	0.3	-
6	α -Terpinene	1038	0.5	0.6	0.7	0.6
7	p -Cymene	1050	2.5	2.5	2.0	2.8
8	Limonene	1053	5.0	5.9	5.3	6.1
9	1,8-Cineole	1055	-	-	0.4	-
10	(Z)- β -Ocimene	1058	-	-	-	0.7
11	(E)- β -Ocimene	1060	0.3	0.6	0.8	0.7
12	γ -Terpinene	1079	0.8	0.9	1.1	1.7
13	Terpinolene	1106	0.3	0.3	0.4	0.4
14	α -Campholenal	1151	0.3	0.4	0.2	-
15	Camphor	1171	0.5	0.5	0.3	-
16	Borneol	1179	0.2	0.3	-	-
17	Terpinen-4-ol	1208	0.3	0.3	0.2	-
18	α -Terpineol	1219	3.1	4.2	3.0	1.2
19	Myrtenal	1233	0.8	0.8	0.7	-
20	Bornyl acetate	1315	1.2	0.4	-	-
21	α -Yelamgene	1406	-	0.2	0.5	0.4
22	α -Copaene	1415	0.5	1.0	2.1	1.8
23	γ -Gurjunene	1467	0.4	-	0.5	0.4
24	(E)-Caryophyllene	1470	0.6	0.7	1.3	0.9
25	γ -Muurolene	1517	0.8	1.3	2.6	2.4
26	γ -Cadinene	1537	-	-	0.7	0.7
27	χ -Cadinene	1551	-	0.4	0.9	0.7
28	Germacrene B	1553	0.8	1.9	4.0	-
29	Spathulenol	1558	-	0.4	-	3.6
30	Cubebol	1562	-	-	0.6	0.7
31	α -Muurolol	1584	-	-	0.4	0.5
32	Pogostol	1655	0.3	-	-	-
33	Humulene epoxide	1729	7.8	4.5	5.1	10.2
34	n-Nonadecane	1903	-	-	-	0.4
35	β -Eudesmol	1937	0.2	0.2	0.5	0.5
36	α -Cadinol	2054	1.4	1.8	4.7	6.2
Monoterpene hydrocarbons			80.5	80.3	70.8	69.3
Oxygenated monoterpenes			5.2	6.5	5.1	1.2
Sesquiterpene hydrocarbons			12.1	10.4	17.7	17.9
Oxygenated sesquiterpenes			1.9	2.4	6.2	11.5
Total identified			99.7	99.6	99.8	99.9
Essential oil content (w/w %)			0.65	0.93	0.70	0.68

*: روش شناسایی: اندیس بازداری (RI)، اسپکترومتری جرمی (MS)، تزریق همزمان با تعدادی از ترکیبات استاندارد در دسترس.

** اندیس بازداری در این تحقیق با استفاده از نرمال آلکان‌های ۲۴-۶ کربنه در ستون DB-5 تعیین گردید.

*: Mode of identification: retention index (RI), mass spectrometry (MS), and co-injection (CoI) with some available authentic compounds.

** RI: retention indices determined in the present work relative to C6-C24 n-alkanes on the DB-5 column.

مطالعه، لازم است تا نکاتی پیرامون این ترکیب ارائه گردد.

آلفا- پینن

آلفا- پینن (α -pinene) یک هیدروکربن مونوترپنی دو حلقه‌ای با فرمول $C_{10}H_{16}$ و با جرم مولی $136/23$ $g\ mol^{-1}$ می‌باشد. به دلیل اهمیت آن در درمان انواع بیماری‌ها به‌ویژه خاصیت ضد توموری آن در برابر سلول‌های سرطان سینه و کولون معده، در ساخت داروهای ضد سرطان با منشأ گیاهی کاربرد دارد (Blasco-Benito *et al.*, 2018; Zhang *et al.*, 2014; Russo & Taming, 2011). این ترکیب از طریق القای آپوپتوز به واسطه نفوذپذیری غشای میتوکندری و یا نکروزه کردن سلول، باعث مهار رشد سلول‌های سرطانی می‌شود (Zakaria *et al.*, 2010). آلفا- پینن در گیاهان به‌عنوان مکانیسم دفاعی جهت محافظت در برابر آفات و حشرات عمل می‌کند که از این خاصیت آن در تولید سموم آفت‌کش با منشأ زیستی در صنعت مربوطه بهره می‌برند (Huang *et al.*, 2013). با توجه به موارد کاربرد آلفا- پینن، نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از قطب‌آباد و آبماه که در اسانس خود میزان بیشتری آلفا- پینن داشته، کیفیت بالاتری برای استفاده در داروسازی و تولید سموم آفت‌کش دارند.

نتیجه‌گیری کلی

استفاده از پتانسیل سرزمین‌ها در تولید ترکیبات دارویی خاص یکی از اهداف مهم در تحقیقات مرتبط با تولید پایدار گیاهان دارویی می‌باشد. انعطاف‌پذیری ژنتیکی جمعیت‌های گونه‌های دارویی تا حد زیادی بستگی به شرایط طبیعی و اقلیم منطقه‌ای دارد که در آن رشد و نمو می‌کنند. این انعطاف‌پذیری به جمعیت‌های مختلف گیاهی این امکان را می‌دهد که با شرایط محیطی پیرامون خود سازگار شوند. این سازگاری در نتیجه تراوش و تولید متابولیت‌های ثانویه‌ای می‌باشد که به‌واسطه وجود آنها، گیاه قادر خواهد بود به حیات و زادآوری خود در آن محیط ادامه دهد. هر یک از ترکیبات دارویی موجود در گیاه در یک گستره مشخص و محدودی از شرایط محیطی

از لحاظ اجزای تشکیل‌دهنده اسانس، اگرچه اجزای اسانس این چهار رویشگاه تقریباً مشابه هستند ولی با این حال تفاوت‌هایی هم از نظر کمی و هم از نظر کیفی با یکدیگر دارند؛ به‌طوری‌که در نمونه اسانس آبماه و قطب‌آباد، که ارتفاع از سطح دریا پایین‌تر، متوسط دمای سالیانه بیشتر و متوسط بارندگی سالیانه کمتر نسبت به دو رویشگاه دیگر دارند، میزان آلفا- پینن (آبماه $63/4$ درصد و قطب‌آباد $62/2$ درصد) که یکی از اجزای تعیین‌کننده خواص اصلی اسانس این گونه می‌باشد، بیشتر از دو منطقه دیگر است (دو راهی میمند $53/9$ درصد و سیرمند $50/4$ درصد). همچنین میزان هومولن اپوکسید که یک هیدروکربن سسکوئی ترپنی است، در نمونه اسانس سیرمند ($10/2$ درصد) تقریباً $1/3$ تا $2/3$ برابر نمونه اسانس سایر مناطق است (آبماه $7/8$ درصد، دو راهی میمند $5/1$ درصد و قطب‌آباد $4/5$ درصد). سسکوئی‌ترین اکسیژن‌دار اسپاتولنول به میزان $3/6$ درصد فقط در نمونه اسانس سیرمند و به مقدار ناچیز $0/4$ در نمونه قطب‌آباد وجود دارد. در پژوهش‌های پیشین صورت گرفته روی همین گونه، تعداد 17 ترکیب در اسانس نمونه جمع‌آوری‌شده از رویشگاه زابل استان سیستان و بلوچستان مشخص شد که عمده‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس آلفا- پینن ($59/4$ درصد)، بتا- پینن ($12/4$ درصد) و لیمونن ($3/8$ درصد) بودند (Sefidkon & Khajavai, 1999). در مطالعه دیگری، تعداد 37 ترکیب در اسانس نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از رویشگاه‌های داراب، فارغان و حاجی‌آباد شناسایی گردید که جزو اصلی اسانس در این رویشگاه‌ها ترکیب هیدروکربن مونوترپنی آلفا- پینن به ترتیب به میزان 54 ، 70 و 72 درصد بود. از دیگر ترکیبات غالب اسانس این رویشگاه‌ها می‌توان به کامفن، بورنئول، لیمونن و به‌ویژه بتا- پینن اشاره نمود که میزان بتا- پینن از درصد قابل‌توجهی نسبت به مطالعه حاضر برخوردار بود (Sonboli *et al.*, 2006). این تفاوت به احتمال زیاد ناشی از تفاوت‌های کموتاییپی است که خود حاصل از شرایط محیطی و اقلیم حاکم بر رویشگاه‌های مورد مطالعه می‌باشد. در ادامه با توجه به غالب بودن ترکیب آلفا- پینن در اسانس جمعیت‌های مورد

گیاه قادر به تولید ماده‌ای با کمیت و کیفیت بسیار مطلوب شده است. بدون تردید این امکان برای جمعیت‌های مریم‌گلی خلیجی نیز وجود دارد که با توجه به رویشگاه‌های اقلیمی موجود در کشور، منطقه‌ای به‌عنوان میدان اکولوژیکی مانند قطب‌آباد در بروز استعداد متابولیتی برای ترکیب آلفا-پینن معرفی شود.

(میدان اکولوژیکی آن ترکیب) در حد بهینه تولید می‌شود. برای شناخت این میدان اکولوژیکی، ارزیابی کمی برای ترکیب مورد نظر و یا بررسی فیتوشیمیایی برای شناخت کیفی ترکیبات گیاه هدف بسیار حائز اهمیت است. مطالعه شیمیایی جمعیت‌های گیاهی، منجر به کشف مکان‌هایی می‌شود که در آن مکان‌ها،

REFERENCES

- Adams, R. P. (2011). *Identification of Essential Oils by Ion Trap Mass Spectroscopy*. Academic Press: New York, 809 p.
- Aghaei Noroozloo, Y., Mirjalili, M. H., Nazeri, V. & Moshrefi Araghi, A. R. (2015). Evaluation of some ecological factors, morphological traits and essential oil productivity of *Stachys lavandulifolia* Vahl. in four provinces of Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 30(6), 985-998. (in Farsi)
- Azimi, R., Sefidkon, F., Salehi, P., Monfared, A. & Naderi, M. (2016). Phytochemical variation of the essential oils of different populations of *Achillea nobilis* L. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 47(1), 11-20. (in Farsi)
- Bernath, J. (2008). *Production ecology of secondary plant products*. In LE Craker and JE Simon (eds.). *Herbs, spices and medicinal plants: Recent advances in botany, horticulture and pharmacology*. Vol. I. Oryx Press, Phoenix, Arizona.
- Blasco-Benito, S., Seijo-Vila, M., Caro-Villalobos, M., Tundidor, I., Andradas, C., García-Taboada, E., Wade, J., Smith, S., Guzmán, M., Pérez-Gómez, E., Gordon, M. & Sánchez, C. (2018). Appraising the “entourage effect”: antitumor action of a pure cannabinoid versus a botanical drug preparation in preclinical models of breast cancer. *Biochemical Pharmacology*, 157, 285-293.
- Borges, D. F., Lopes, E. A., Moraes, A. R. F., Soares, M. S., Visôto, L. E., Oliveira, C. R. & Valente, V. M. M. (2018). Formulation of botanicals for the control of plant-pathogens: A review. *Crop Protection*, 110, 135-140.
- British Pharmacopoeia. (2007). *Appendix XI*. Vol. 2, London, HMSO, 137-138.
- Cristina Figueiredo, A., Barroso, J. G., Pedro, L. G. & Scheffer, J. C. (2008). Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, 23, 213-226.
- 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.
- Dudareva, N., Pichersky, E. & Gershenzon, J. (2004). Biochemistry of plant volatiles. *Plant Physiology*, 135, 1893-1902.
- Fayaz, M., Zareh, S. & Ashouri, P. (2011). Identification and distribution of plants and industrial Chaharmahal and Bakhtiari Province. *Publishing Research Institute of Forests and Rangelands*.
- Fejér, J., Gruľová, D., Eliašová, A., Kron, I. & De Feo, V. (2018). Influence of environmental factors on content and composition of essential oil from common juniper ripe berry cones (*Juniperus communis* L.). *Plant Biosystems- an International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, DOI: 10.1080/11263504.2018.1435577, 1-9.
- Hedayati, A., Mirjalili, M. H. & Hadian, J. (2016). Chemical diversity in the essential oil from different plant organs of *Salvia sahendica* Boiss. & Buhse. *Journal of Plant Researches*, 29(4), 908-918. (in Farsi)
- Huang, X., Xiao, Y., Köllner, T.G., Zhang, W., Wu, J. & Wu, J. (2013). Identification and characterization of (E)- β -caryophyllene synthase and α/β -pinene synthase potentially involved in constitutive and herbivore-induced terpene formation in cotton. *Plant Physiology and Biochemistry*, 73, 302-308.
- Isman, M. B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19, 603-608.
- Jaber, L. R., Araj, S. E. & Qasem, J. R. (2018). Compatibility of endophytic fungal entomopathogens with plant extracts for the management of sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae). *Biological Control*, 117, 164-171.
- Lee, Y. L. & Ding, P. (2016). Production of essential oil in plants: ontogeny, secretory structures and seasonal variations. *Pertanika Journal of Scholarly Research Reviews*, 2(1), 1-10.
- Llusia, J., Penuelas, J., Alessio, G. A. & Estiarte, M. (2006). Seasonal contrasting changes of foliar concentrations of terpenes and other volatile organic compound in four dominant species of a Mediterranean shrubland submitted to a field experimental drought and warming. *Physiologia Plantarum*, 127, 632-649.

19. Mozaffarian, V. (2007). *A Dictionary of Iranian Plants Names*. Farhang Moaser, Tehran, Iran. (in Farsi)
20. Nematollahi, A., Mirjalili, M.H., Hadian, J. & Yousefzadi, M. (2017). Chemical diversity among the essential oils of natural *Salvia mirzayanii* (Lamiaceae) populations from Iran. *Plant Production Technology*, 9(1), 1-16. (in Farsi)
21. Omidbaigi, R. (2005). *Production and processing of medicinal plants*. Astane ghodse Razavi. (in Farsi)
22. Persaud, R., Khan, A., Isaac, W. A., Ganpat, W. & Saravanakumar, D. (2019). Plant extracts, bioagents and new generation fungicides in the control of rice sheath blight in Guyana. *Crop Protection*, 119, 30-37.
23. Rechinger, K. H. (1982). *Flora Iranica*. (Vol. 152). Graz: Akademische Druck- und Verlagsanstalt, Pp: 427-428.
24. Russo, E. B. & Taming, T. H. C. (2011). Potential cannabis synergy and phytocannabinoid-terpenoid entourage effects. *British Journal of Pharmacology*, 163(7), 1344-1364.
25. Sadeghi, H., Robati, Z. & Saharkhiz, M. (2015). Variability in *Zataria multiflora* Boiss. essential oil of twelve populations from Fars province, Iran. *Industrial crops and products*, 67, 221-226.
26. Sajeena, A., John, J., Sudha, B., Meera, A. V. & Karthika, S. R. (2019). *Significance of Botanicals for the Management of Plant Diseases*. In: Ansari, R. & Mahmood, I. (eds.) *Plant Health under Biotic Stress*. Springer, Singapore. Pp: 231-243.
27. Sangwan, N. S., Farooqi, A. H. A., Shabih, F. & Sangwan, R. S. (2001). Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulation*, 34, 3-21.
28. Sarabi, S. & Sefidkon, F. (2017). Essential oil content and composition of *Ziziphora persica* Bunge from different habitats. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 48(3), 613-621. (in Farsi)
29. Sefidkon, F. & Khajavi, M.S. (1999). Chemical composition of the essential oils of two *Salvia* species from Iran, *Salvia verticillata* L. and *Salvia santolinifolia* Boiss. *Flavour and Fragrance Journal*, 14, 77-78.
30. 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.
31. Soltanipoor, M. A. (2005). Ecological Study on 10 Species of Essential Plants of Hormozgan Province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 20(4), 547-560. (in Farsi)
32. Sanboli, A., Kanani, M. R. & Mojarad Ashna Abad, M. (2006). Comparison of the essential oil composition of *Salvia santolinifolia* Boiss. in three localities from Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22(2), 128-134. (in Farsi)
33. Standley, P. & Williams, L. (1973). Labiatae. *Fieldiana Botany*, 24, 237- 317.
34. Tetenyi, P. (2002). Chemical variation in medicinal and aromatic plants. *Acta Horticulturae*, 576, 15-21.
35. Tilman, D., Wedin, D. & Knopps, J. (1996). Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature*, 379, 718-720.
36. Yavari, A. (2009). *Evaluation of morphological, molecular, ploidy level and phytochemical variation of Thymus migricus Klokov & Des-Shost in Iran*. M.Sc. Thesis. Horticultural department, Faculty of agricultural science and engineering. University of Tehran, Iran. (in Farsi)
37. Yavari, A., Nazeri, V., Sefidkon, F. & Hassani, M. E. (2010). Influence of some environmental factors on the essential oil variability of *Thymus migricus*. *Natural product communications*, 5(6), 943-948.
38. Zakaria, Z. A., Mohamed, A. M., Mohd Jamil, N. S., Rofiee, M. S., Somchit, M. N. & Zuraini, A. (2010). *In vitro* cytotoxic and antioxidant properties of the aqueous, chloroform and methanol extracts of *Dicranopteris linearis* leaves. *American Journal of Botany*, 10(2), 273-282.
39. Zhang, Z., Guo, S., Liu, X. & Gao, X. (2015). Synergistic Antitumor Effect of α -pinene and β -pinene with Paclitaxel against Non-small-cell Lung Carcinoma (NSCLC). *Drug Research*, 65(4), 214-218.