مقاله پژوهشی

نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال شانزدهم، شماره ۶۱، بهار ۱۴۰۰ / صفحات: ۱۰۵-۹۴

Doi: 10.30495/iper.2021.679517 ***Dor:20.1001.1.76712423.1400.16.61.7.5***

ویژگی‌های اسانس گیاه دارویی مریم‌گلی سوری (*Salvia syriaca* L.) تحت تأثیر اقلیم و مراحل فنولوژیکی در مناطق استان چهارمحال و بختیاری

فاطمه باقری، مهراب یادگاری*

گروه زراعت و گیاهان دارویی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۶/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۱/۲۰

چکیده

از آنجا که کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار دارد، این پژوهش به منظور بررسی تغییرات اقلیم و مراحل فنولوژیکی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه مریم گلی سوری (*Salvia syriaca* L.) از تیره نعناع در بهار سال ۱۳۹۷ انجام گردید تا مناسب‌ترین مرحله رویشی و بهترین منطقه رشد معرفی گردد. طرح آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و به‌صورت طرح فاکتوریل دو عامله مراحل فنولوژیکی (مراحل رشد رویشی، ابتدای رشد زایشی و گلدهی کامل) و مناطق (شهرکرد، کوهرنگ و لردگان) واقع در استان چهارمحال و بختیاری با سه تکرار بود. بعد از آماده‌سازی نمونه‌ها، اسانس‌گیری توسط کلونجر صورت گرفت. اسانس گیاهان مورد نظر پس از آماده‌سازی، جهت شناسایی ترکیبات به دستگاه GC/MS تزریق گردید. نتایج بدست آمده نشان‌دهنده اثر معنی‌دار مراحل فنولوژیکی و مناطق بر ترکیبات اسانس بود. بیشترین ترکیبات مؤثره اسانس در گیاه مریم‌گلی سوری، شامل سیس- توژان (۳۱/٤- ۲۳/۹ درصد)، کامفور (۱۹/۷- ۱٦/٤ درصد)، ترانس- توژان (۱۱/۵- ۸/۸ درصد)، ۱، ۸- سینئول (۱۲/۱- ۸/٤۳ درصد) بود. در اغلب موارد، ترکیبات عمده اسانس و نیز محتوای اسانس در منطقه کوهرنگ و در مرحله ابتدای رشد زایشی بدست آمد. بیشترین میزان ترکیبات معطر مانند آلفا/بتا-پینن (گروه مونوترپن‌های هیدروکربنه) و کاریوفیلن (سزکوئی‌ترپن هیدروکربنه) در اسانس گیاهان مریم‌گلی سوری در مرحله ابتدای رشد زایشی به دست آمد. با تغییر مناطق از سردسیر (کوهرنگ) روبه گرمسیر (لردگان)، میزان ترکیبات معطر موجود در اسانس مانند آلفا- پینن و لیمونن از گروه مونوترپن‌های هیدروکربنه کاهش، ولی ترکیبات سزکوئی‌ترپن مانند کاریوفیلن افزایش یافت. توصیه می‌شود در جهت استحصال مواد معطر بیشتر در این گیاه در مرحله ابتدای رشد زایشی و در مناطق سردسیر اقدام به بهره‌برداری نمود.

واژه‌های کلیدی: سیس- توژان، گیاه دارویی، مرحله رویشی، مرحله زایشی.

مقدمه

مریم گلی سوری (*Salvia syriaca* L.) یکی از گیاهان دارویی مهم تیره نعناع است. ۵۸ گونه از جنس *Salvia* به‌صورت گیاه علفی یکساله و چندساله در نقاط مختلف ایران شناسایی شده است و ۱۷گونه آن انحصاری ایران می‌باشد. تعدادی از گونه‌های مریم‌گلی حاوی مونوترپن‌هایی با خاصیت ضدعفونی‌کننده هستند. گونه‌های این جنس به عنوان ضدباکتری، ضد میکروب، ضد دیابت و آنتی اکسیدان به کار می روند (Mozaffarian, 2008).

مهمترین عوامل مؤثر بر متابولیت‌های ثانویه گیاهان، عوامل ژنتیکی، محیطی و اثرات متقابل

*مسئول مکاتبه: mehrabyadegari@gmail.com

آنهاست. از عوامل محیطی و اکولوژیکی مؤثر می‌توان عوامل آب و هوایی، جغرافیایی و خاکی (ادافیکی) را نام برد. بررسی‌ها نشان داده، اسانس نعناع تولید شده در پیکر رویشی گیاه در فصولی که هوا نسبتاً گرم باشد، دارای مقدار بیشتری خواهد بود. نعناعیان از گیاهان رطوبت پسند هستند و آبیاری، عملکرد اسانس این گیاهان را به میزان ۵-۳ درصد افزایش می‌دهد. در ارتفاعات پایین مقدار لینالول موجود در اسانس تیره نعناعیان افزایش می‌یابد، در حالی‌که در ارتفاعات بالا تولید اوژنول در اسانس افزایش می‌یابد (Alimohammadi et al., 2017; Amiri et al., 2018). گزارش‌های زیادی درخصوص اسانس گونه‌های مختلف مریم گلی وجود دارد. مطالعه انجام شده روی ترکیب اسانس گیاه *S.officinalis* و تغییرات آن در وضعیت گلدار و بدون گل نشان داد که مقدار اسانس به دست آمده از گیاهان بدون گل به‌طور قابل توجهی بالاتر از مقدار آن در گیاهان گل‌دار است (Yadegari, 2014). میزان اسانس برگ‌های گیاه *S.sclarea* ناچیز بوده و ترکیب اسانس این گیاه در دو وضعیت طبیعی و پرورشی متفاوت است، به نحوی که مقدار ۱، ۸- سینئول در برگ‌های نمونه پرورشی و طبیعی به ترتیب ۱/۵و۲/۳ درصد گزارش شده است (Javidnia and Miri, 2003). نتایج حاصل از تجزیه اسانس ساختارهای هوایی گیاه مریم گلی، نشان داده که برای بدست آوردن مقدار بیشتری از اسپاتولنول، آلفا- پینن و ۱، ۸- سینئول بهتر است در مرحله زایشی و تولید گل‌ها برداشت گیاه، صورت گیرد. بتا- کاریوفیلن در اسانس ساختارهای هوایی *S.syriaca* مشاهده نشد، درحالی‌که این ماده در گیاه *S.reuterana* بیشترین درصد مواد مؤثره اسانس حاصل از ساختارهای هوایی به ویژه گل‌ها را تشکیل داد. برای به دست آوردن بیشترین مقدار اسپاتولنول در گیاه *S.reuterana* برخلاف *S.syriaca* برداشت گیاه، بهتر است در مرحله رویشی صورت گیرد. اسانس حاصل از برگ‌های *S.reuterana* درصد بالای این ماده را نسبت به گل‌ها دارند (Yadegari, 2014; Javidnia and Miri, 2003). مطالعات مختلف نشان می‌دهد، عوامل متعددی نظیر وضعیت اکولوژیکی محل رویشگاه طبیعی بر میزان و نوع ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گیاهان دارویی مؤثر است (Alimohammadi et al., 2017; Amiri et al., 2018; Mohammadian and Yadegari, 2015). نتایج تحقیقی در زمینه مریم‌گلی لبه دار(*Salvia limbata* L.) نشان داد که ۳۰ ترکیب در اسانس این گیاه در شرایط رویشگاهی شناسایی شد. اسانس گیاهان کشت شده در مناطق جدید تا ۲۷ ترکیب داشتند و اغلب ترکیبات، تغییرات قابل ملاحظه‌ای داشتند. از سوی دیگر برخی ترکیبات نظیر ژرانیل استات، آلفا-توژان، آلفا-فلاندرن، کامفن و بورنیل استات فقط در اسانس نمونه رویشگاهی مشاهده شد. ترکیب عمده اسانس نمونه رویشگاهی، ۱، ۸- سینئول (۱۸/۸۹ درصد)، آلفا- پینن (۱۱/۹ درصد)، بتا- میرسن (۹/۹۶ درصد) بود (Javidnia and Miri, 2003).

در مطالعه اثر تغییر ارتفاع بر میزان کمی و کیفی اسانس آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus* Boiss.) مشخص گردید که بیشترین میزان اسانس در ارتفاعات پایین‌تر و کمترین میزان در ارتفاعات بالاتر بود. نتیجه‌ی بدست آمده حاکی از آن بود که بین ارتفاع از سطح دریا و درصد اسانس یک رابطه‌ی بسیار معنی‌دار و منفی برقرار است (Habibi et al., 2006; Jamshidi et al., 2006). درصد اسانس گیاهان کاشته شده *Artemisia annua* L. در دو منطقه با دو نوع خاک متفاوت لومی- شنی و لومی- رسی دارای تفاوت معنی‌داری بود. به طوری که اسانس گیاهان کاشته شده در خاک لومی- شنی افزایش بیشتری داشت (Omer, 2008).

تحقیق حاضر با بررسی گیاه مریم گلی سوری (*Salvia syriaca* L.) متعلق به تیره نعناع، تحت مراحل مختلف فنولوژیکی (مراحل رشد رویشی، ابتدای رشد زایشی و گلدهی کامل) و مناطق مختلف (شهرکرد، کوهرنگ و لردگان) به تأثیرگذاری این شرایط بر میزان کمی و کیفی اسانس در این گیاه می پردازد تا بتوان مناسب‌ترین مرحله رویشی و بهترین منطقه رشد را بر کمیت و کیفیت اسانس معرفی نمود.

مواد و روش‌ها

ساختار هوایی گونه مورد مطالعه (*Salvia syriaca* L.) از سه منطقه در استان چهارمحال و بختیاری (شهرکرد، کوهرنگ و لردگان) و در سه مرحله فنولوژیکی رشد رویشی (۴-۱۰ برگه)، ابتدای رشد زایشی و گلدهی کامل در سال ۱۳۹۷ جمع‌آوری گردید. طرح آزمایشی به شکل فاکتوریل دو عامله و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار بود. پس از تطبیق نمونه‌های برداشت شده با نمونه‌های هرباریومی در بخش تحقیقات منابع طبیعی و تأیید کارشناس گیاه‌شناسی مذکور، در پاکت‌های مخصوص با ذکر مرحله رشدی و منطقه برداشت، جهت انتقال به آزمایشگاه نگه‌داری شدند. پس از حذف تمامی زوائد اضافی و خاک از نمونه‌ها، به روش هوای آزاد در سایه با دمای معمولی ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد، کاملاً خشک شدند. بعد از خشک شدن ساختارهای هوایی، اقدام به خرد کردن اندام‌های گیاهی گردید. سپس مقدار ۳۰۰ گرم از هر نمونه با ترازوی دیجیتالی مدل Sartorius ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شد. مشخصات اقلیمی، جغرافیایی و خاکشناسی مناطق مورد بررسی در این تحقیق در جداول ۱ و ۲ آمده است.

جدول ۱: خصوصیات اقلیمی و جغرافیایی مناطق تحت بررسی

منطقه	طول و عرض جغرافیایی	متوسط بارش سالیانه	ارتفاع	متوسط دمای سالیانه	متوسط دمای حداکثر	متوسط دمای حداقل
		میلی‌متر	متر		سانتی‌گراد	
شهرکرد	۳۲°۳۴′N-۵۰°۳۰′E	۳۸۰	۲۰۶۰	۱۱/۷	۲۳/۹	-۱/۸
کوهرنگ	۳۲°۲۱′N-۵۰°۱۹′E	۱۴۸۰	۲۳۹۰	۹/۵	۲۲/۱	-۵/۱
لردگان	۳۱°۳۰′N-۵۰°۴۶′E	۵۱۹/۹	۱۵۸۰	۱۵/۱	۲۴/۱	۶/۲

جدول ۲: مشخصات خاک‌های مناطق تحت بررسی

منطقه	بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	کربن آلی (درصد)	کل مواد خنثی (درصد)	فسفر در دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم در دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن (درصد)
شهرکرد	لوم	۰/۹۱۲	۷/۸۹	۰/۹۱۱	۳۰/۵	۴/۹	۱۶۹	۰/۸۷
کوهرنگ	لوم- رسی	۰/۸	۷/۶	۱/۱	۳۴/۲	۵/۱	۲۱۲	۰/۹۲
لردگان	لوم	۰/۹۲	۷/۲	۰/۸۹	۲۸/۷	۴/۸	۱۷۲	۰/۷۷

ادامه جدول ۲: مشخصات خاک‌های مناطق تحت بررسی

منطقه	روی	منگنز	آهن	مس	بر	سرب	کروم
	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)						
شهرکرد	۰/۵۲	۸/۳۲	۳/۴۹	۱/۶۲	۲/۴۹	۱/۱۲	۰/۹۵
کوهرنگ	۰/۷۸	۹/۲	۴/۸	۲/۸	۱/۵۴	۰/۹۲	۰/۸۶
لردگان	۰/۴۸	۸/۵	۴/۵	۲/۲	۲/۷	۱/۱	۰/۹

اسانس‌گیری از ساختارهای هوایی گیاه مریم‌گلی سوری به روش تقطیر با آب مقطر و از طریق کلونجر انجام شد. نمونه‌ها به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شدند و ترکیبات مؤثره با دستگاه GC/MS برآورد شدند. کروماتوگراف گازی از نوع Agilent مدل ۷۸۹۰A، نوع ستون HP-5 MS به طول ۳۰ سانتی‌متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و قطر بیرونی ستون ۲۵ میلی‌متر بود. دمای اولیه ستون ٦۰ درجه سانتیگراد و دمای نهایی ۲۸۰ درجه سانتیگراد وگاز هلیم با سرعت ۰/۸ میلی بردقیقه جریان داشت. افزایش دما تا ٤ درجه سانتی گراد بر دقیقه برنامه ریزی شد. نسبت جداسازی ۱:٤۰ تنظیم شد. دمای تزریق کننده ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد بود. گاز حامل ستون، هلیم با درجه خلوص ۹۹/۹۹۹ درصد بود و جهت تزریق نمونه‌ها از ۰/۱ میکرولیتر اسانس با استفاده از سرنگ همیلتون استفاده شد. انرژی یونیزاسیون در طیف سنج جرمی ۷۰ الکترون ولت انتخاب شد (Adams, 2007). اطلاعات بدست آمده از کمیت و کیفیت اسانس به کمک نرم‌افزار S.A.S ver9 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. جهت مقایسات میانگین از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (L.S.D) در سطح احتمال ۱و ۵ درصد استفاده شد.

نتایج

کروماتوگرام‌های حاصل از تجزیه شیمیایی اسانس گیاهان جمع‌آوری شده از گونه مریم‌گلی سوری (*Salvia syriaca* L.) از مناطق کوهرنگ، شهرکرد و لردگان در مراحل مختلف رشد (ابتدای رشد رویش، ابتدای گلدهی، گلدهی کامل) مورد مطالعه قرار گرفت و درصد نسبی ترکیبات با توجه به سطح زیر منحنی هر ترکیب در طیف کروماتوگراف گازی محاسبه گردید. شناسایی این ترکیبات به کمک پارامتر اندیس R.T (زمان بازداری) انجام گرفت. تجزیه واریانس میانگین مربعات اجزاء اسانس گیاه *Salvia syriaca* L. نشان داد که بین تیمارهای مختلف از لحاظ مقدار ترکیبات، اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ و ۹۵ درصد وجود داشت. اثر مناطق، مراحل مختلف رشد و اثر متقابل مناطق و مراحل مختلف رشد بر اکثر ترکیبات مؤثره اسانس از جمله ۱، ۸- سینئول، سیس- توژان، ترانس- توژان و کامفور معنی‌دار بود (جدول ۳). مقدار اسانس بدست آمده از گیاهان تحت مناطق و مراحل مختلف رویش، تغییرات معنی‌داری داشت (جدول ۳). بیشترین میزان درصد حجمی اسانس (۱/٤٪) در منطقه کوهرنگ و در مرحله ابتدای گلدهی و کمترین میزان (۰/۷٤٪) در منطقه لردگان و در مرحله گلدهی بدست آمد (جدول ٤). در منطقه کوهرنگ در مرحله رشد رویشی، ۱۵ ترکیب به دست آمد که در مجموع ۹۳/۸۳ درصد از کل اسانس را تشکیل دادند. بیشترین مقادیر مربوط به ترکیبات ۱، ۸- سینئول، سیس- توژان، ترانس- توژان و کامفور بود که ترکیبات مذکور ٦۹/۲۹ درصد از کل ترکیبات را به خود اختصاص دادند. در مرحله ابتدای رشد زایشی، ۱۵ ترکیب بدست آمد که در مجموع ۹۹/۷ درصد از کل اسانس را تشکیل دادند. ترکیبات سیس- توژان و کامفور، ۵۱/۱ درصد از کل ترکیبات را به خود اختصاص دادند. در مرحله گلدهی، ۱۵ ترکیب به دست آمد که در مجموع ۹۰/۲۱ درصد از کل اسانس را تشکیل دادند. سیس- توژان، ترانس- توژان، ۱، ۸- سینئول و کامفور، ٦٦ درصد از کل ترکیبات را به خود اختصاص دادند. در منطقه شهرکرد در مرحله رشد رویشی ۱۵ ترکیب بدست آمد که در مجموع ۹۰/۲۳ درصد از کل اسانس را تشکیل داده بودند. بیشترین مقادیر مربوط به ترکیبات ۱، ۸- سینئول، سیس- توژان، ترانس- توژان و کامفور بود که ترکیبات مذکور، ٦۵/٤۳ درصد از کل ترکیبات را به خود اختصاص دادند. در مرحله ابتدای رشد زایشی، ۱۵ ترکیب به دست آمد که در مجموع نماینده ۹۳/۳۳ درصد از کل اسانس را تشکیل داده بودند.

ترکیبات سیس- توژان و کامفور بیشترین ترکیبات (٤٩ درصد) را به خود اختصاص دادند. در مرحله گلدهی نیز ١٥ ترکیب بدست آمد که در مجموع ٨٨/٣٢ درصد از کل اسانس را تشکیل داده بود. ترکیبات مؤثره ١، ٨- سینئول، سیس- توژان، ترانس- توژان و کامفور، ٦٥/٤٥ درصد از کل اسانس را به خود اختصاص دادند. در منطقه لردگان در مرحله رویشی، ١٥ ترکیب به دست آمد که در مجموع، نماینده ٨٦/٩٥ درصد از کل اسانس بود. ترکیبات مؤثره سیس- توژان و کامفور، ٤٢/٦ درصد از کل اسانس را به خود اختصاص دادند (جدول ٤). در مرحله ابتدای رشد زایشی، ١٤ ترکیب به دست آمد که در مجموع، نماینده ٨٧/٢١ درصد از کل اسانس بود. ترکیبات مؤثره ١، ٨- سینئول، سیس- توژان، ترانس- توژان و کامفور، ٦٣/٣١ درصد از کل اسانس را به خود اختصاص دادند. در مرحله گلدهی، ١٤ ترکیب شناسایی شد که در مجموع، ٧٩/٥ درصد از کل اسانس را تشکیل داده بود. ترکیبات مؤثره ١، ٨- سینئول، سیس- توژان، ترانس- توژان و کامفور، ٥٩/١٧ درصد از کل اسانس را به خود اختصاص دادند. در مورد ماده مؤثره آلفا- پینن، بالاترین مقدار (٣/٣١-٥/٥ درصد) در مرحله رویشی و ابتدای رشد زایشی در مناطق کوهرنگ و شهرکرد و کمترین میزان (٢/١ درصد) در مرحله گلدهی در منطقه لردگان بدست آمد (جدول ٤). در مناطق کوهرنگ و شهرکرد تحت مرحله گلدهی، کمترین میزان (١/٩-١/٩٢ درصد) و در مراحل رویشی و ابتدای زایشی در منطقه شهرکرد، بیشترین میزان (٢/٦١-٢/٦ درصد) از ماده مؤثره بتا- پینن بدست آمد. بیشترین میزان ترکیب لیمونن (١/٨ درصد) در ابتدای رشد زایشی و در منطقه کوهرنگ و کمترین مقدار در منطقه (١/١-١/٢ درصد) در مرحله گلدهی در هر سه منطقه دیده شد (جدول ٤).

جدول ٣: نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات اسانس و ترکیبات اسانس در گیاه مریم‌گلی سوری (*Salvia syriaca* L.) تحت مناطق و مراحل مختلف رشدی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	اسانس	Camphene	Alpha-Pinene	Beta-Pinene	Limonene	1,8-Cineole	Cis-Thujone	Trans-Thujone
منطقه	٢	٦٦٦/٣**	٥١/٠٥**	٢٣٨/٥**	٣٥٨/١٥**	٧٠٢/٩**	٤٦/٠٩**	٩٥/٥**	٢٧٦/٠٩**
مرحله‌فنولوژی	٢	١٧٥/٢**	١٠/٨٥**	١٦٠/٧**	١٧٥/١٢**	١٤٨/٤**	٢٧/٥**	٠/٣*	٩٩/٥**
منطقه×مرحله‌فنولوژی	٤	٢٤٦/٥**	٤/٤٣**	٢٩/٥**	٦٦/٧٨**	٥٥/٥**	٣٩/٢**	٠/٢*	٨٩/٢**
خطا	١٨	٥/٢٨	٠/٠١٨	١/٢	٠/٠٥١	٠/٥١	٠/٠٣٨	٠/٠٥٢	٠/٠٥
ضریب تغییرات		٧/٥٥	٩/٤	٧/١٥	٧/٦	٧/٢	١٧/٦	٤/٥	٥/٥

ادامه جدول ٣: نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات ترکیبات اسانس در گیاه مریم‌گلی سوری (*Salvia syriaca* L.) تحت مناطق و مراحل مختلف رشدی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	Camphor	Borneol	Borneol-acetate	Thymol	Carvacrol	Caryophyllene	Alpha.-Humulene	Manool
منطقه	٢	٨٨١/٣**	٦٦/٠٥**	٧١٦/٥**	٧١٠/١٥**	١٠٢/٩**	١١١/٠٩**	٤٥١/٥**	٧٧/٥**
مرحله‌فنولوژی	٢	٣٣/٢*	٠/٢*	٢٥/٧*	٦٦/١٢**	٦٦/٤**	٩٨/٥**	١٤/٩*	٦٩/٩**
منطقه × مرحله‌فنولوژی	٤	٢٤/٥*	٤٢/٤٣**	١٧/٥*	٣١/٧٨**	٤٩/٥**	٨٨/٢**	١٢/٣*	٤٣/٣**
خطا	١٨	٧/٨	٠/٠٥	٥/٢	٠/٠٤١	٠/١١	٠/٥٧	٣/٣	٠/٠٨
ضریب تغییرات		٦/٦	٥/٧	٩/٩	١١/٨	٣/٥	٧/٥	٥/٥	٩/٢

**, *, ns به ترتیب معنی دار در سطح اطمینان ٩٩ و ٩٥ درصد و عدم معنی دار.

جدول ۴: مقایسات میانگین ترکیبات ثانویه حاصل از نتایج کروماتوگرافی گیاه مریم‌گلی سوری (*Salvia syriaca* L.) تحت مناطق و مراحل مختلف فنولوژیکی.

ردیف	ترکیبات	شاخص بازداری	کومرنگ- رویشی	کومرنگ- ابتدای رشد زایشی	کومرنگ- گلدهی	شهرکرد-رویشی	شهرکرد-ابتدای رشد زایشی	شهرکرد-گلدهی	لردگان-رویشی	لردگان- ابتدای رشد زایشی	لردگان-گلدهی
۱	Camphene	۹۵۰	۳/۶۹±۰/۰۵b	۴/۷۲±۰/۳a	۲/۸±۰/۲c	۳/۰۵±۰/۱b	۴/۴۱±۰/۱a	۲/۷۰±۰/۰۵c	۳/۴۵±۰/۱b	۳/۵۵±۰/۱b	۲/۸۹±۰/۱c
۲	Alpha-Pinene	۹۵۲	۳/۳۱±۰/۲a	۳/۵±۰/۱a	۳/۱±۰/۱b	۳/۲۱±۰/۱b	۳/۴±۰/۲a	۲/۹۱±۰/۰۵c	۲/۲۴±۰/۲d	۳/۱±۰/۱b	۲/۱±۰/۱d
۳	Beta- Pinene	۹۸۰	۲/۴۵±۰/۱ab	۲/۴±۰/۰۵b	۱/۹±۰/۱c	۲/۶±۰/۱a	۲/۶۱±۰/۱a	۱/۹۲±۰/۰۵c	۲/۴۶±۰/۰۵ab	۲/۴۱±۰/۰۵ab	۲/۵۱±۰/۱ab
۴	Limonene	۱۰۲۸	۱/۵±۰/۱b	۱/۸±۰/۰۷a	۱/۲±۰/۱c	۱/۴۱±۰/۰۳b	۱/۳۹±۰/۰۲b	۱/۱۲±۰/۱c	۱/۴۵±۰/۱b	۱/۴۵±۰/۱b	۱/۱±۰/۲b
۵	1,8-Cineole	۱۰۳۲	۱۱/۲۴±۱/۱ab	۱۲/۱±۱/۲a	۹/۹±۱/۴ab	۸/۴۳±۰/۹c	۱۱/۷۷±۰/۸a	۹/۹۵±۰/۸b	۸/۹±۰/۷bc	۹/۹۱±۰/۸b	۸/۷۷±۱/۱bc
۶	Cis– Thujone	۱۱۱۲	۲۸/۱۲±۲/۲a	۳۱/۴±۲/۴a	۲۷/۵±۰/۳b	۲۷/۹±۲/۲ab	۲۹/۹±۱/۱a	۲۶/۴±۱/۱b	۲۶/۴±۱/۵c	۲۶/۵±۱/۴c	۲۳/۹±۱/۲c
۷	Trans- Thujone	۱۱۲۰	۱۰/۸±۱/۱ab	۹/۹±۰/۹b	۹/۸±۰/۸b	۱۰/۵±۱/۱ab	۹/۵±۰/۹bc	۹/۴±۰/۸a	۱۱/۱±۰/۷a	۱۱/۵±۰/۵a	۱۱/۵±۰/۱c
۸	Camphor	۱۱۴۲	۱۸/۷۵±۱/۱ab	۱۹/۷±۱/۲a	۱۸/۸±۱/۳ab	۱۸/۶±۱/۱ab	۱۹/۱±۰/۹a	۱۸/۷±۰/۸b	۱۸/۴±۰/۶a	۱۷/۴±۰/۵c	۱۷/۷±۰/۱b
۹	Borneol	۱۱۶۲	۲/۲۱±۰/۰۵a	۲/۲±۰/۰۵b	۲/۳۱±۰/۰۷a	۲/۳۱±۰/۰۸a	۲/۹±۰/۱c	۲/۳۱±۰/۱a	۲/۲±۰/۱b	۲/۳۲±۰/۲a	۱/۸±۰/۱c
۱۰	Borneol-acetate	۱۲۸۰	۲/۴۲±۰/۱b	۲/۳±۰/۱bc	۲/۵۲±۰/۲ab	۲/۳۹±۰/۰۵b	۱/۹۱±۰/۱d	۱/۸±۰/۰۵d	۲/۷۵±۰/۰۴a	۲/۴±۰/۰۵c	۱/۸۱±۰/۸bd
۱۱	Thymol	۱۲۸۷	۱/۵۵±۰/۰۴ab	۱/۸±۰/۱a	۱/۶±۰/۱a	۱/۴۷±۰/۱bc	۱/۶±۰/۱a	۱/۸±۰/۰۵a	۱/۵۵±۰/۰۴b	۱/۵۵±۰/۰۴b	۱/۶±۰/۰۲ab
۱۲	Carvacrol	۱۲۹۶	۰/۰۸±۰/۰۱c	۰/۱±۰/۰۱c	۰/۲±۰/۰۲a	۰/۱۵±۰/۰۱b	۰/۰۵±۰/۰۰۱d	۰/۲۱±۰/۰۲a	۰/۱±۰/۰۱c	۰/۱±۰/۰۱c	۰±۰d
۱۳	Caryophyllene	۱۴۱۳	۲/۲۸±۰/۱b	۲/۲±۰/۲bc	۲/۳±۰/۱b	۲/۲۱±۰/۱b	۲/۹۱±۰/۱a	۲/۹±۰/۱c	۲/۸±۰/۲a	۲/۸±۰/۱a	۲/۹۲±۰/۱a
۱۴	Alpha.-Humulene	۱۴۱۷	۵/۳۹±۰/۲a	۵/۳±۰/۳a	۵/۶±۰/۱a	۵/۱۱±۰/۲b	۴/۹۱±۰/۱b	۵/۶۱±۰/۲a	۴/۸۲±۰/۱b	۴/۹۱±۰/۱b	۳/۳۷±۰/۱c
۱۵	Manool	۲۰۴۴	۰/۴۳±۰/۰۱d	۰/۶±۰/۰۱b	۰/۶۵±۰/۰۲a	۰/۴۱±۰/۰۳d	۰/۵۵±۰/۰۱c	۰/۶۷±۰/۰۳a	۸۶/۹۵±۰/۸d	۸۷/۲۱±۰/۹d	۰/۱۴±۰/۰۲e
	مجموع		۹۳/۸۳±۲/۲b	۹۹/۷±۱/۱a	۹۰/۲۱±۰/۹۳c	۹۰/۲۳±۱/۲c	۹۳/۳۳±۲/۱b	۸۸/۳۲±۱/۴c	۸۶/۹۵±۰/۸d	۸۷/۲۱±۰/۹d	۷۹/۵۲±۲/۲e
	درصد اسانس		۱/۱±۰/۱ab	۱/۱±۰/۲a	۰/۹۹±۰/۰۷b	۰/۹۸±۰/۰۵b	۱/۱۲±۰/۸a	۰/۸۹±۰/۰۷bc	۰/۸۶±۰/۰۵c	۰/۸۶±۰/۰۵bc	۰/۷۱±۰/۰۶d

جدول ۵: همبستگی ساده پیرسون بین صفات مختلف ارزیابی (اسانس و ترکیبات اسانس) گیاه مریم گلی سوری (*Salvia syriaca* L.) تحت مناطق و مراحل مختلف فنولوژیکی.

صفات	اسانس (۱)	Cis-Thujone (۲)	1,8-Cineole (۳)	Limonene (۴)	Beta-Pinene (۵)	Alpha-Pinene (۶)	Camphene (۷)	Trans-Thujone (۸)	Manool (۹)	Alpha.-Humulene (۱۰)	Caryophyllene (۱۱)	Carvacrol (۱۲)	Thymol (۱۳)	Borneol-acetate (۱۴)	Borneol (۱۵)	Camphor (۱۶)
۱	۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۲	۰/۸۸**	۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۳	۰/۹۲**	۰/۸۸**	۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
٤	۰/۷۹**	۰/۷۶**	۰/۹**	۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
٥	۰/۹۱**	۰/۷۷**	۰/۹**	۰/۹**	۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
٦	-۰/۳ns	-۰/۳ns	-۰/۲ns	-۰/۳ns	-۰/۳ns	۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۷	-۰/٤ns	-۰/۲ns	-۰/۳ns	-۰/۳ns	-۰/۲ns	۰/۹**	۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۸	-۰/٤ns	-۰/٤ns	۰/۸۸**	-۰/۲ns	۰/٦**	-۰/۲ns	-۰/۳ns	۱	-	-	-	-	-	-	-	-
۹	-۰/٤٥*	-۰/۳ns	-۰/۳ns	-۰/٥*	۰/٥*	۰/۷**	۰/۷۷**	۰/۱ns	۱	-	-	-	-	-	-	-
۱۰	۰/۸**	۰/۹**	۰/۸۳**	۰/۸**	۰/۸**	-۰/۱۸ns	-۰/۱ns	۰/۹٥**	-۰/۳ns	۱	-	-	-	-	-	-
۱۱	۰/۷**	۰/۷۳**	۰/۷٥**	۰/۷۸**	۰/۹٤**	۰/۲ns	۰/۲ns	۰/۸**	-۰/۳ns	-۰/٦**	۱	-	-	-	-	-
۱۲	-۰/۲ns	-۰/۲ns	-۰/۱ns	-۰/۲ns	-۰/۱ns	۰/۰۳ns	۰/۲ns	۰/۱ns	-۰/۱ns	۰/۱ns	-۰/۱۰ns	۱	-	-	-	-
۱۳	۰/۱ns	۰/۱ns	۰/۳ns	۰/۳ns	۰/۳ns	۰/۱۱ns	۰/۲ns	-۰/۲ns	۰/۰۱ns	-۰/۲ns	۰/۲ns	-۰/۲ns	۱	-	-	-
۱٤	-۰/۳ns	-۰/۲ns	-۰/۱ns	-۰/۲ns	-۰/۳ns	۰/۱۳ns	۰/۱ns	۰/۱۷ns	۰/۱۱ns	۰/۲۲ns	-۰/۱ns	۰/۸**	-۰/٥*	۱	-	-
۱٥	۰/۸**	۰/۲ns	۰/۹**	۰/۷۷**	۰/۹۱**	۰/۸۳**	۰/٦۲**	۰/۱ns	۰/٨٤**	۰/۹**	۰/۷۷**	۰/۸۸**	۰/۷۱**	۰/٦٥**	۱	-
۱٦	۰/۷**	۰/۳ns	۰/۸**	۰/۸**	۰/۸۲**	۰/۷٦**	۰/٥٥**	۰/۲ns	۰/٦۱**	۰/٥*	۰/۷٦**	۰/۷٦**	۰/۷٦**	۰/۸۳**	۰/۹**	۱

ns، *، ** به ترتیب معنی دار در سطح اطمینان ۹۹، و ۹۵ درصد و عدم معنی دار.

در مورد ماده مؤثره ۱، ۸- سینئول، بالاترین مقدار (۱۲/۱-۱۱/۷۷ درصد) در ابتدای رشد زایشی در هر دو منطقه شهرکرد و کوهرنگ و کمترین میزان (۸/۴۳ درصد) در مرحله رویش در منطقه شهرکرد حاصل گردید. بیشترین میزان سیس- توژان (۳۱/٤-۲۸/۱۲ درصد) در ابتدای رشد زایشی در منطقه کوهرنگ و شهرکرد و کمترین میزان (۲۵/۵-۲۳/۹ درصد) در مراحل مختلف رویش در منطقه لردگان بوجود آمد (جدول ٤).

نتایج همبستگی ساده پیرسون بین ترکیبات مهم ثانویه در گیاه دارویی مریم‌گلی سوری، نشان داد همبستگی معنی‌دار مستقیم بین درصد اسانس با ترکیبات مؤثره اسانس شامل سیس- توژان، ۱، ۸- سینئول، لیمونن، بتا- پینن، آلفا- هومولن، کاریوفیلن و بورنئول و همبستگی منفی و معنی‌دار بین محتوای اسانس با ماده مؤثره مانول وجود داشت (جدول ۵). در مورد ترکیبات غالب موجود در اسانس دیده شد که ارتباط مستقیم و معنی‌داری بین ۱، ۸- سینئول با سیس- توژان، لیمونن، آلفا- هومولن و کاریوفیلن؛ سیس- توژان با ۱، ۸- سینئول، لیمونن، بتا- پینن، آلفا- هومولن و کاریوفیلن؛ ترانس- توژان با ۱، ۸- سینئول، بتا- پینن، آلفا-هومولن و کاریوفیلن؛ کامفور با آلفا- پینن، مانول، بورنئول و کامفور وجود داشت. در بین ترکیبات عمده اسانس با بسیاری از ترکیبات مؤثره اسانس رابطه معکوس وجود داشت ولی معنی‌دار نبود (جدول ۵).

بحث

براساس تحقیق حاضر در تمام شرایط بیشترین ترکیبات مؤثره اسانس در گیاه مریم‌گلی سوری، شامل سیس- توژان (۳۱/٤- ۲۳/۹ درصد)، کامفور (۱۹/۷- ۱٦/٤ درصد)، ترانس- توژان (۱۱/۵- ۸/۸ درصد)، ۱، ۸- سینئول (۱۲/۱- ۸/٤۳ درصد) بود. بیشترین میزان ترکیبات معطر مانند آلفا/بتا-پینن (گروه مونوترپن‌های هیدروکربنه) و کاریوفیلن (سزکوئی‌ترپن هیدروکربنه) در اسانس گیاهان مریم‌گلی سوری در مرحله غنچه‌دهی به دست آمد. با تغییر مناطق از سردسیر (کوهرنگ) روبه گرمسیر (لردگان)، میزان ترکیبات معطر موجود در اسانس مانند آلفا- پینن و لیمونن از گروه مونوترپن‌های هیدروکربنه کاهش، ولی ترکیبات سزکوئی‌ترپن مانند کاریوفیلن افزایش یافت. درصد ترکیبات در نمونه‌های گیاهان جمع آوری شده از منطقه کوهرنگ و در طی مراحل رشد رویشی و ابتدای رشد زایشی بیشترین مقادیر ترکیبات مؤثره اسانس (۱، ۸- سینئول، سیس- توژان، ترانس- توژان و کامفور) را به خود اختصاص داد. همچنین در این منطقه مقادیر ترکیبات با رویش گیاه و به خصوص پس از گذر از مرحله رویشی و در انتهای گلدهی، کاهش معنی‌داری داشت. در منطقه گرمسیر (لردگان)، مشاهده گردید که در اکثر ترکیبات نسبت به منطقه سردسیر (کوهرنگ)، کاهش معنی‌داری وجود داشت هرچند که در این منطقه نیز ترکیبات غالب اسانس شامل ۱، ۸- سینئول، ترانس- توژان، سیس- توژان و کامفور بود. در منطقه لردگان با افزایش روند مراحل رشدی، هم در مرحله ابتدای رشد زایشی و هم در مرحله گلدهی کامل، ترکیب ماده مؤثره کارواکرول دیده نشد. بیشترین مقدار ترکیب ماده مؤثره کامفن (٤/۷- ٤/٤۱ درصد) در ابتدای رشد زایشی و در منطقه کوهرنگ و شهرکرد و کمترین این ترکیب (۲/۸-۲/۷ درصد) در مرحله گلدهی و در هر سه منطقه کوهرنگ، شهرکرد و لردگان دیده شد. بعد از سیس- توژان، بیشترین محتوای اسانس را کامفور تشکیل داد که بالاترین میزان آن (۱۹/۷-۱۹/۱ درصد) در مراحل رویشی و ابتدای زایشی در هر سه منطقه دیده شد. در مورد سایر ترکیبات نیز مشاهده گردید که در اغلب موارد در ابتدای رشد زایشی بالاترین

مقادیر و در گلدهی کامل، کمترین مقادیر از آنها بوجود آمد. تفاوت‌های کمی و کیفی در ترکیب شیمیایی اسانس، می‌تواند ناشی از تأثیر عوامل مختلف اکولوژیکی، جغرافیایی، اقلیمی و خاکی روی ترکیب شیمیایی اسانس جمعیت‌های مختلف گونه‌ی مورد مطالعه باشد (Sonboli et al., 2008). نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که در مراحل مختلف فنولوژیکی و در ارتفاعات مختلف، میزان درصد ترکیبات در مراحل مختلف متفاوت بود. در اکثر موارد بر نقش رویشگاه به عنوان عامل تأثیرگذار در تجمع متابولیت‌های ثانویه تأکید شده است (Figueiredo et al., 2008؛ Koocheki et al., 2011؛ Mirza, 2002). محیط از طریق تأثیری که در فرآیند تولید متابولیت‌ها و عوامل مرتبط با متابولیت‌ها و فرآیندهای تولید دارد، در نوع و شدت واکنش‌های شیمیایی مؤثر است (Hemati et al., 2012; Baczek et al., 2016). کمیت و کیفیت ترکیب‌های اسانس‌ها، تحت تأثیر شرایط آب و هوایی، بافت خاک، اندام گیاه، سن و مراحل رشد گیاهان متفاوت است. شرایط رویشگاهی باعث اختلاف معنی‌دار در بازده اسانس گیاه شده است. با افزایش ارتفاع از سطح دریا، بسیاری از ترکیبات اسانس گیاه دارویی بومادران (*Achillea aucheri* Boiss.) دچار تغییر شدند، از جمله میزان آلفا- توژان کمتر و کامازولن تا ده برابر افزایش یافت (Sardrodi et al, 2017). در تحقیق دیگری که روی گونه دیگری از بومادران (*Achillea millefolium*) انجام شد مشخص گردید که از بین دو ارتفاع ۲۱۰۰ و ۲۲۰۰ متری، بهترین میزان اسانس در ارتفاع ۲۱۰۰ متری به دست آمد (Azarnivand et al., 2010). در گیاه آقطی (*Sambucus ebulus* L.)، با افزایش ارتفاع از محتوای فنل کل و فلاونوئید کل کاسته شده و بهترین کیفیت را از گیاهانی در ارتفاعات پایین می‌توان بدست آورد (Kaghazloo et al., 2017). در بررسی اثرگذاری ارتفاع بر خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی گزنه (*Utrica dioica* L.) مشخص گردید با افزایش ارتفاع از سطح دریا ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها، اسید کلروژنیک، اسید کافئیک و روتین، افزایش یافت (Najar Firoozjaee et al., 2014). از بین عوامل شیب، جهت، ارتفاع زمین، بارندگی و میزان تبخیر، عامل ارتفاع بالاترین اثرگذاری را بر تعداد پایه و درصد پوشش کرفس کوهی (*Kelussia odoratissima* Mozaff.) داشته است (Jahantab et al., 2014). مشخص شد که فاکتورهای اقلیمی و جغرافیایی محل رویش، روی رشد و متابولیت‌های ثانویه‌ی نعناع (*Mentha longifolia* L.) (Viljoen et al., 2006)، درمنه (*Artemisia annua* L.)، بابونه (*Matricaria recutita* L.)، مخلصه (*Tanacetum parthenium* L.) (Maxwell and Jones, 2007) و شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) (Oloumi and Hasibi, 2012) مؤثر است. تفاوت‌های کمی و کیفی اسانس می‌تواند ناشی از تفاوت ویژگی‌های اکولوژیک مناطق مانند رطوبت و ارتفاع از سطح دریا و یا سایر عوامل خاکی و جغرافیایی باشد (Alimohammadi et al., 2017; Amiri et al., 2018; Mohammadian and Yadegari, 2015). در تحقیقات مشابه در مورد گونه‌های دارویی موره، گلپر، هواچوبه، کنگر و کاسنی مشخص شد که یک رابطه مستقیم میان افزایش ارتفاع و متعاقب آن اثر تنش‌های اکولوژیکی با میزان مواد مؤثره فنلی و فلاونوییدی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره گیاهان وجود دارد (Mazandarani et al., 2011). با افزایش ارتفاع تغییرات عمده‌ای در میزان بارش، تبخیر و دما بوجود می‌آید. ارتفاع با اثر بر بافت خاک منجر به تغییرات فیزیولوژیکی متعددی در گیاهان مختلف می‌شود. با افزایش ارتفاع، ضمن افزایش بارش و وجود بافت خاک غنی از مواد

غـذایی، میـزان اسـانس و ترکیبـات اسـانس در ساختارهای رویشی مریم‌گلی سوری افزایش یافت که با نتایج به دست آمده قبلی در مورد گیاه دارویی گزنـه (Phirozjaee et al., 2014)، آویشن (Jamshidi et al., 2006; Habibi et al., 2006)، کرچـک (Rezaloo et al., 2011)، نعناع (Viljoen et al., 2006)، مـریم‌گلـی (Sonboli et al., 2008)، گونه‌های *Teucrium* (Reesi et al., 2019)، چویـل (Safari et al., 2019)، شیرین‌بیـان (Hemati et al., 2015)، ترخـون (Omer, 2008) و در گونـه‌هـای *Stachys* (Ghasemi Pirbalouti and Mohammadi, 2013; Alimohammadi et al., 2017; Kremer et al., 2016؛ Chorli et al., 2016) انطباق دارد.

به‌طـورکلی عوامـل اکولـوژیکی، شـرایط ادافیکـی (خاکی)، عوامل ژنتیکی، عوامل مـدیریتی، روش‌هـای استخراج اسانس و صفات گیـاه از مهـم‌تـرین عوامـل مؤثر بر کمیت و کیفیـت اسـانس هسـتند (Ghasemi Pirbalouti and Mohammadi, 2013; Phirozjaee et al., 2014; Yazdani et al, 2002).

نتیجه‌گیری نهایی

عملکرد اسـانس و ترکیبـات مـؤثره اسـانس گیـاه مریم گلی سوری، تحت مراحل فنولـوژیکی و ارتفـاع از سطح دریا متفاوت بود. بین اسانس و اجزای غالـب اسانس در مناطق مختلف و نیز ارتفاعات ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بیش‌ترین ترکیبـات مـؤثره در این گیاه در منطقه سردسـیر (کوهرنـگ) شـامل ۱، ۸- سینئول، کامفور، سیس- تـوژان و تـرانس- تـوژان در مرحله رشد رویشی و ابتدای رشد زایشـی، بودنـد. کمترین ترکیبات مؤثره در گیاه مـریم‌گلـی سـوری در منطقه گرمسـیر (لردگـان) شـامل مـانول، کـارواکرول، لیمونن در مرحله گلدهی بوجود آمد. به نظر می‌رسـد دلیل این امر تجمع بیشتر مواد غـذایی در خـاک‌هـای لومی-رسی و دارا بودن تنش نسبی در ارتفاعات بالاتر و نیز دمای بهتر رشد در زمان رویش این گیـاه، بـوده باشد. غالباً در منـاطقی کـه درصـد عناصـر پرمصـرف بیشتر بود، میزان مواد مـؤثره بیشـتر بـود. لـذا توصـیه می‌شود در جهت استحصال مواد معطر بیشـتر در ایـن گیـاه در مرحلـه ابتـدای رشـد زایشـی و در منـاطق سردسیر اقدام به بهره‌برداری نمود.

References

Adams, R.P. (2001). Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/ Mass Spectroscopy. Allured publishing Corp, Carol Stream, USA, p: 456.

Alimohammadi, M., Yadegari, M. and Shirmardi, H.A. (2017). Effect of elevation and phonological stages on essential oil composition of *Stachys*. Turkish Journal of Biochemistry. 42(6): 647–656.

Amiri, N., Yadegari, M. and Hamedi, B. (2018). Essential oil composition of *Cirsium arvense* L. produced in different climate and soil properties. Records of Natural Products. 12(3): 251-262.

Azarnivand, H., Ghavam Arabani, M. and Sefidkon, F. (2010). The effect of ecological characteristics on quality and quantity of the essential oils of *Achillea millefolium* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25(4): 556-571. (In Persian with English abstract).

Baczek, K., Kosavowska, O., Jaroslaw, L. and Przibil, Z. (2016). Accumulation of phenolic compounds in the purple betony herb (*Stachys officinalis* L.) originated from cultivation. Herbal Botanica. 62(2): 7-16.

Chorli, S., Khorasani Nejad., Hemati., S. and Kashefi, B. (2016). The study of morphological characteristics, antioxidant and essential oil contents of the medicinal plant *Stachys lavandulifolia* Vahl. in habitats of Semnan, Razavi,and North Khorasan provinces. Iranian Plant

Ecophysiological Research. 41 (11): 41-52. (In Persian with English abstract).

Figuieredo, A.C., Barroso, J.G., Pedro, L.G. and Scheffer, J.C. (2008). Factors affecting secondary metabolite production in plants volatile components and essential oils. Flavour Fragments. 23: 213-226.

Ghasemi Pirbalouti, A. and Mohammadi, M. (2013). Phytochemical composition of the essential oil of different populations of *Stachys Lavandula folia*. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedical. 3(2):123-128.

Habibi, H., Mazaheri, D., Majnon Hoseini, N. and Chaee, M. (2006). Elevation effect on essential oil content and composition of *Thymus kotschyanus* Boiss in Taleghan region. Journal of Pajohesh and Sazandegi. 73: 2-10. (In Persian with English abstract).

Hemati, Kh., Hemati, N. and Ghaedi, A. (2015). Effects of habitate, root diameter and soil texture on secondary metabolites in *Glycyrrhiza glabra* L. in Khorasan Razavi province. Iranian Plant Ecophysiological Research. 39 (10): 1-10. (In Persian with English abstract).

Hemati, Kh., Ghasemnejad, A., Mashayekhi, K. and Bashiri Sadr, Z. (2012). Study of habitats effects on flavonoid component on *Tilia platifolia* L. Iranian Journal of Plant Researches. 19(2): 141-147. (In Persian with English abstract).

Jahantab, A., Sepehri, A., Mesdaghi, M. and Barani, H. 2014. Effect of topographical and climatic characters of density and top covering in *Kelussia odoratissima* Mozaff. in Kohgiloyeh zone. Iranian Plant Ecophysiological Research. 36 (9): 1-9. (In Persian with English abstract).

Jamshidi, A., Aminzadeh, M., Azarnivand, H. and Abedi, M. (2006). Effect of elevation on quantity and quality of *Thymus kotschyanus* L. Journal of Medicinal Plants. 5(18): 17-22.

Javidnia, K. and Miri, R. (2003). Composition of the essential oil of *Salvia syriaca L.* ssp. orientale. Journal of Essential Oil Research. 15: 118-119.

Kalt, W. (2005). Effects of production and processing factors and major fruit and vegetables antioxidants. Journal of Food Science. 70: 11-19.

Kaghazloo, Z., Hemati, Kh. and Khorasaninejad, S. (2017). The effect of height on some secondary metabolites of different organs of Sambucus (*Sambucus ebulus* L.) in three cities of Golestan province. Iranian Plant Ecophysiological Research. 47 (12): 31-43. (In Persian with English abstract).

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Azizi, M. and Khazaei, H.R. (2011). Feasibility study for domestication of *Teucrium polium* L. based on ecological agriculture. Journal of Iranian Crop Research. 6(2): 395-404. (In Persian with English abstract).

Kremer, D., Matevski, V. and Dunkic, V. (2016). Essential oil contents and micro-morphological traits of *Stachys iva* and *S.horvaticii* Micevski (Lamiaceae). Records of Natural Products. 10(2): 228-39.

Maxwell, A. and Jones, P. (2007). Factors Affecting the Growth and Secondary Metabolism of Medicinal Plants. Mississippi State, North Mississippi Research and Extension Center. 5421 S Hwy 145, Verona, MS 38879.

Mazandarani, M., Makari, S. and Bajian, G.R. (2011). Evaluation of phytochemical and antioxidant activity in different parts of *Heracleum gorganicum* Rech. in Golestan province, North of Iran. Iranian Journal of Plant Physiology. 2(2): 381-388. (In Persian with English abstract).

Mirza, M. (2002). Evaluation of quantity and quality of essential oil composition in *Teucrium polium*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 37 (10): 200-213. (In Persian with English abstract).

Mohammadian, F. and Yadegari, M. (2015). Ecological diversity and phytochemical properties of *Stachys pilifera* in Kohgiluyeh and Boyer Ahmad province. International Journal

of Biology, Pharmacy and Allied Sciences. 4(10): 182-188.

Mozaffarian, V. (2008). A Pictorial Dictionary of Botanical Taxonomy Latin-English-French-Germany-Persian. Germany: Koeltz Scientific Books.

Najar Firoozjaee, M., Hemati, Kh., Khorasaninejad, S. and Daraee garmekhani, A. (2014). Effect of elevation on morphological and biochemical characters of leaf of *Utrica dioica* L. in Mazandaran and Golestan provinces. Iranian Plant Ecophysiological Research. 35 (3): 1-11. (In Persian with English abstract).

Omer, A. (2008). Effect of soil type and seasonal variation on growth, yield, essential oil and artemisin content of *Artemisia annua* L. International Research Journal of Horticulture. 1(1): 15-27.

Phirozjaee, M., Hemati, Kh., Khorasani nejad, S. and Garmekhani, A. (2014). Morphological and biochemical properties of leaves of *Urtica dioica* in Mazandaran and Golestan provinces. Iranian Journal of Eco-physiology Research. 35(9): 1-11. (In Persian with English abstract).

Reesi, Z., Yadegari, M. and Shirmardi, H.A. (2019). Effects of phenological stage and elevation on phytochemical characteristics of essential oil of *Teucrium polium* L. and *Teucrium orientale* L. International Journal of Horticultural Science and Technology. 6 (1) 89-99.

Rezaloo, A., Rezaloo, K., Karimzadeh, Gh. and Omidbeigi, R. (2011). Evaluation of environmental characters on physico-chemical properties of *Linum usitatissimum* L. Journal of Medicinal Plants. 10(4): 34-42.

Safari, Kh., Yadegari, M. and Hamedi, B. (2019). Effects of climate and soil properties on phytochemical characteristics of *Ferulago angulate* (Schltdl.) Boiss. Iranian Journal of Plant Physiology. 9 (2): 2719-2726.

Sardrodi, A., Soleimani, A., Kheiry, A. and Zibaseresht, R. (2017). Essential oil composition of *Achillea aucheri* Boiss at different growing altitudes in Damavand, Iran. Journal of Agricultural Science and Technology. 19: 357-364.

Sonboli, A., Kanani, M.R., Yousefzadeh, M. and Mojarad, M. (2008). Comparison between chemical components and antibacterial characters in essential oil of *Salvia hydrangea* L. in two various region. Journal of Medicinal Plants. 8(2): 20-29.

Viljoen, A.M., Petkar, S. and Van Vuuren, S.F.A. (2006). Chemo geographical variation in essential oil composition and the antimicrobial properties of *Mentha longifolia* sub sp. *polyadena* in southern Africa. Journal of Essential Oil Research. 18: 60-65.

Yadegari, M. (2014). Foliar application effects of salicylic acid and jasmonic acid on the essential oil composition of *Salvia officinalis.* Turkish Journal of Biochemistry. 43(4): 417-424.

Yazdani, D., Jamshidi, A.H. and Mojab, F. (2002). Evaluation of essential oil and Menthol in *Mentha piperita* L. sowing in various regions in Iran. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 3(21): 73-78. (In Persian with English abstract).

Journal of Plant Environmental Physiology, Serial 61, 16th year, Number 1, Spring 2021

Properties of essential oil of *Salvia syriaca* L. under different phenological stages and climatic conditions in Chaharmahal and Bakhtiari province

Bagheri, F., Yadegari, M.*
Department of Agronomy and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture,
Islamic Azad University, Shahrekord Branch, Shahrekord, Iran

Received date: 2019/08/24 Accepted date: 2020/04/08

Abstract

Since the quantity and quality of the active ingredients of medicinal plants are dependent on the genetic and environmental factors, this research was carried out in 2018 to investigate the effects of climatic changes and phenological stages on the quantity and quality of essential oils in *Salvia syriaca* L to introduce the most suitable phenological stage and region. The experimental design was randomized complete design in a factorial layout with 2 factors of phenological stages (vegetative, beginning of flowering, and full flowering stages) and regions (Shahrekord, Kouhrang, and Lordegan) with three replications. The essential oil content was determined by distilling tissues in Clevenger type apparatus. All the essential oil samples were injected into a GC–MS apparatus to determine their components. Results showed a significant effect of phenological stages and regions on the components of essential oils. The highest levels of essential oil compounds included Cis- Thujone (23.9-31.4%), Camphor (16.4-19.7%), Trans-Thujone (8.8-11.5%), and 1, 8-Cineole (8.43-12.1%). The results showed significant effects of phenological stages and regions on essential oil content and composition. The highest contents of essential oil were obtained from Kouhrang region and at beginning of flowering stage. The highest contents of volatile components such as α/β-Pinene (monoterpene hydrocarbons) and Caryophyllene (sesquiterpene hydrocarbons) were obtained at the beginning of flowering stage. In addition, the amounts of volatile components and monoterpene hydrocarbons such as α/β-Pinene and Limonene of essential oils decreased from Kouhrang (temperate climate) to Lordegan (tropical climate) while the percentage of sesquiterpene hydrocarbons such as Caryophyllene in the oils increased. To obtain more aromatic components of this plant, it is recommended to harvest plants in temperate climate and at the beginning of flowering stage.

***Keywords*:** Cis- Thujone, Medicinal plant, Reproductive stage, Vegetative stage.

*Corresponding author; mehrabyadegari@gmail.com