تغییرات اسانس مریم‌گلی اصفهانی (*Salvia reuterana* Boiss.) در اثر انتقال از رویشگاه به شرایط زراعی

رضا نوروزی[۱]* و مریم نوروزی[۲]

[۱]گروه علوم گیاهی و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی مشگین‌شهر، دانشگاه محقق اردبیلی و[۲]گروه باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰٤/۳۱، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۰۹/۲٤)

چکیده

مریم گلی اصفهانی (*Salvia reuterana* Boiss.) گیاهی علفی و پایا متعلق به خانواده نعناع و بومی ایران است. مطالعه حاضر با هدف بررسی تغییرات به وجود آمده در میزان و ترکیبات اسانس این گونه در شرایط مزرعه‌ای(کرج و ابهر) در مقایسه با رویشگاه طبیعی (آرادان) انجام پذیرفت. اندام هوایی گیاهان در زمان گلدهی، جمع‌آوری و اسانس به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر استخراج شد. شناسایی ترکیبات اسانس‌ها توسط کروماتوگرافی گازی (GC) و گاز کروماتوگراف متصل به طیف سنج جرمی(GS-MS) انجام شد. انتقال این گیاه از رویشگاه طبیعی به شرایط زراعی سبب افزایش ارتفاع گیاه، وزن خشک گیاه، میزان اسانس و تغییر کمّی و کیفی اجزاء اسانس شد. به نظر می‌رسد افزایش ارتفاع از سطح دریا، بهبود شرایط خاک از قبیل کاهش pH و EC و افزایش فراهمی برخی از عناصر در اثر انتقال گیاه به شرایط جدید، موجب این تغییرات شود. نتایج نشان داد بازده اسانس در شرایط رویشگاهی و زراعی کرج و ابهر به ترتیب ۰/۱٤، ۰/۱۸ و ۰/۲ درصد وزنی به وزنی بود. در مجموع ٤۷ ترکیب در اسانس مریم گلی اصفهانی وجود داشت که ۵۷/۵٪ آن‌ها (۲۷ ترکیب) در هر سه منطقه مشترک بودند. دو ترکیب‌های اصلی در اسانس نمونه رویشگاهی Germacrene– D (۲۳/۱۵٪) و Spathulenol (۱۰/۱۸٪) بود. دو ترکیب عمده اسانس گیاهان کشت شده در کرج و ابهر Linalool (به ترتیب ۲۱/۱٪ و ۱۷/٤۱٪) و Germacrene–D (به ترتیب ۱۹/٤٪ و ۱٦/۸٪) شناسایی شد. برخلاف اسانس گیاه کشت شده در ابهر که دارای بیشترین میزان مونوترپن‌های هیدروکربنه بود، اسانس گیاهان جمع‌آوری شده از رویشگاه آرادان کمترین میزان مونوترپن‌های هیدروکربنه را به خود اختصاص داد. به علاوه، کمترین و بیشترین میزان سزکوئی‌ترپن هیدروکربنه و نیز میزان کل سزکوئی‌ترپن‌ها به ترتیب در ابهر و آرادان مشاهده شد. به نظر می‌رسد بالاتر بودن میانگین دمای سالیانه و سایر شرایط اکولوژیکی در آرادان، فرآیندهای تولید اسانس در این گیاه را به سمت تولید سزکوئی‌ترپن‌ها سوق می‌دهد.

کلمات کلیدی: اسانس، تیپ شیمیایی، مریم‌گلی اصفهانی

مقدمه

جنس *Salvia* (مریم‌گلی) متعلق به خانواده Lamiaceae (نعناعیان) است که در مناطق گرمسیر و معتدل دنیا پراکنش دارد (Barrett *et al.*, 2000). گونه‌های مختلف مریم‌گلی دارای استفاده‌های متعدد دارویی و درمانی هستند و در طب سنتی به منظور درمان برونشیت، ناراحتی‌های گوارشی، گلودرد، سرماخوردگی، اگزما، و سل مورد استفاده قرار می‌گیرند (Li *et al.*, 2013). همچنین در سال‌های اخیر خواص ضد

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: reza.norouzi@uma.ac.ir

باکتریایی، ضد قارچی، ضد توموری، آنتی اکسیدانی و ضد التهابی گونه های مختلف جنس مریم‌گلی به اثبات رسیده است (Kamatou *et al.*, 2008). این جنس در ایران دارای ۵۸ گونه می‌باشد که ۱۷ گونه آن اندمیک است (Rechinger, 1982).

یکی از گونه های اندمیک این جنس، *S. reuterana* Boiss. (مریم گلی اصفهانی) می باشد که گیاهی بوته‌ای، پایا و پوشیده از کرک می‌باشد و ارتفاع آن به ۱۰۰-۲۰ سانتی‌متر می رسد. این گیاه ساقه‌ای چهارگوش، شاخه‌های طویل و سبز رنگ، گل‌های سفید یا زرد متمایل به سفید، یا متمایل به آبی دارد و در مناطق وسیعی از مرکز، غرب، شمال، جنوب و شمال شرقی ایران می‌روید (Rechinger, 1982). اثرات ضد باکتریایی در اسانس (Esmaeili *et al.*, 2008) و عصاره متانولی (Javidnia *et al.*, 2009) این گیاه مشاهده شده است. به علاوه عصاره متانولی این گیاه به دلیل اثر مهارکنندگی آنزیم آلفا آمیلاز می‌تواند موجب کاهش جذب گلوکز و در نتیجه کنترل بیماری دیابت گردد (Nickavar *et al.*, 2010). همچنین اثرات آنتی دیابتیک عصاره اتانولی این گیاه در رت‌ها به اثبات رسیده است (Eidi *et al.*, 2012).

عصاره متانولی این گونه بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و نیز بالاترین میزان مواد فنلی و فلاونوئیدی را در میان سه گونه اندمیک مریم گلی ایران به خود اختصاص داده است (Esmaeili *et al.*, 2010). در پژوهشی مشابه عصاره این گیاه با دارا بودن بالاترین میزان کل فلاونوئید، ظرفیت آنتی اکسیدانی خوبی برای روبش رادیکال آزاد ABTS در بین چهار گونه مریم‌گلی از خود نشان داد (Rezaee shahraki and Nickavar, 2012)، هر چند در پژوهشی دیگر با اینکه عصاره اتانولی این گیاه در مقایسه با چهار گونهٔ دیگر از مریم‌گلی، دارای محتوای فلاونوئید کل بالایی بود، ضعیف‌ترین خاصیت آنتی اکسیدانی برای روبش رادیکال آزاد DPPH را داشت (Nickavar *et al.*, 2007). عصاره متانولی این گیاه اثرات قوی ضد سلول‌های سرطانی دارد (Amirghofran *et al.*, 2010) و اثرات ضد اضطرابی و آرامبخشی عصاره هیدروالکلی این گیاه نیز به اثبات رسیده است (Rabbani *et al.*, 2005; Rabbani *et al.*, 2011). از طرفی مطالعات پیشین نشان داده است ریشه های مویین مریم‌گلی اصفهانی دارای یک ترکیب فنلی به نام رزمارینیک اسید می‌باشند (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۵). این ترکیب دارای خواص ضدمیکروبی، ضد ویروسی، ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانتی است (Petersen and Simmonds, 2003).

ترکیبات موجود در اسانس این گیاه توسط پژوهشگران مختلف گزارش شده است (جدول ۱). در اولین مطالعه که توسط (Mirza and Sefidkon, 1999) انجام شد ای-بتا-اسیمن و آلفا گورجونن به عنوان ترکیبات اصلی این گیاه شناسایی شدند. ژرماکرن-دی در نمونه‌های جمع‌آوری شده از الشتر (امیری و همکاران، ۱۳۸۵)، دولت آباد خراسان (Esmaeili *et al.*, 2008) و کاشان (Ghomi *et al.*, 2012;) به عنوان ترکیب عمده در اسانس گیاه حضور داشت.

امروزه، به دلیل مزایای کشت گیاهان دارویی به جای برداشت آن‌ها به صورت مستقیم از طبیعت، گرایش به وارد کردن این گیاهان به نظام‌های کشاورزی رو به فزونی است. عواملی چون افزایش ارزش اقتصادی این گیاهان برای صنایع داروسازی و غذایی، فقدان نیروی کار و نظام مکانیزه برای جمع آوری و برداشت از رویشگاه‌های بومی و نیاز به حفظ منابع ژنتیکی گیاهی در زمانی که با کاهش تنوع زیستی و از بین رفتن گیاهان مواجه هستیم، وارد کردن گونه‌های خودروی دارویی را به عرصه کشاورزی به ضرورتی اساسی تبدیل کرده است (تبریزی و کوچکی، ۱۳۹۳).

البته انتقال گیاهان از رویشگاه‌های طبیعی به شرایط زراعی، که معمولاً با تغییر عوامل اقلیمی و محیطی همراه است، موجب بروز تغییراتی در میزان رشد ونمو، مقدار ترکیبات طبیعی و اجزای تشکیل دهنده آن می‌شود و می‌تواند باعث بهبود یا کاهش کمیت و کیفیت متابولیت‌های ثانویه گیاه شود (Soysal and Öztekin, 1999).

با توجه به اهمیّت بررسی تغییرات مذکور در گیاهان دارویی، این پژوهش با هدف شناسایی میزان و اجزای اسانس مریم گلی اصفهانی، پس از انتقال این گیاه از شرایط رویشگاهی به دو منطقه متفاوت اقلیمی انجام گرفت.

جدول ۱- ترکیبات اصلی اسانس مریم‌گلی اصفهانی (*Salvia reuterana*) در رویشگاه‌های طبیعی مختلف

محل رویشگاه	نوع اندام	ترکیبات اصلی	منبع
فشم (تهران)	اندام هوایی	(*E*)-*β*-Ocimene (٪۳۲/۳), α-Gurjunene(٪۱٤/۱)	(Mirza and Sefidkon, 1999)
بروجرد	برگ	*β*-Caryophyllene (٪۱۳/۱), Spathulenol (٪۱۲/۳)	(لاری یزدی و همکاران، ۱۳۸٤)
بروجرد	گل	*β*-Caryophyllene (٪۱۵), Iso-Spathulenol (٪۷/۷)	(لاری یزدی و همکاران، ۱۳۸٤)
الشتر(لرستان)	اندام هوایی	Germacrene D (٪۲۷/۵), *β*-Caryophyllene (٪۱۵/۵)	(امیری و همکاران، ۱۳۸۵)
دولت آباد (خراسان)	برگ	Germacrene D (٪۲۸/۱), *β*-Caryophyllene (٪۱۵/۵)	(Esmaeili *et al.*, 2008)
دولت آباد (خراسان)	ساقه	Germacrene D (٪۲۲/۷), (*Z*)-Calamene(٪۱۱/٦)	(Esmaeili *et al.*, 2008)
دولت آباد (خراسان)	گل	Germacrene D (٪۳۲/۵), *β*-Caryophyllene (٪۱٦/٦)	(Esmaeili *et al.*, 2008)
پونک (تهران)	اندام هوایی	Germacrene D (٪۱۱/۱), Labdadien-8-ol (٪۷/۲)	(Salimpour *et al.*, 2011)
کاشان	برگ	Germacrene D (٪۲۱/۲), 8S,13-Cedranediol (٪۹/۸)	(Ghomi *et al.*, 2012)
کاشان	گل	Hexyl benzoate (٪۱٦/۹٦),β- Gurjunene (٪۷/۵)	(Ghomi *et al.*, 2012)
فارس	اندام هوایی	Linalooll (٪۵۸/۹) , Heyxl pentanoate(٪۷/۲)	(Karamian *et al.*, 2013)

مواد و روش‌ها

جمع آوری و کشت گیاه: پیکر رویشی گیاه به همراه گل، در اوایل خردادماه در مرحله گلدهی کامل از آرادان (استان سمنان) جمع آوری شد. شناسایی گیاه در هرباریوم گیاهشناسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد. همچنین بذرهای جمع آوری شده این گیاه در دو منطقه ابهر (استان زنجان) و کرج (استان البرز) تحت شرایط مزرعه‌ای در کرت‌های آزمایشی به صورت ردیفی با فاصله‌های ۵۰ سانتی متر و فاصله بین بوته‌ها ۳۰ سانتی‌متر کشت شدند. خصوصیات جغرافیایی و اقلیمی هر سه منطقه مذکور در جدول ۲ قابل مشاهده است. پس از رشد مناسب گیاهان کشت شده در ابهر و کرج، پیکر رویشی آن‌ها در مرحله گلدهی کامل مصادف با اواخر خردادماه سال آتی برداشت شدند. جهت نمونه‌برداری در هر سه منطقه، ۲۰ گیاه به صورت تصادفی برداشت و شاخص‌های رشدی شامل ارتفاع گیاه (cm) و وزن خشک به ازای یک گیاه (g) اندازه‌گیری شد. نمونه‌های گیاهی در دمای اتاق و در شرایط سایه در مدت یک هفته خشک شدند.

نمونه‌برداری و آزمون خاک: برای انجام آزمایش خاک، تعداد ۳ نمونه خاک سطحی (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری) از هر منطقه تهیه و پس از انتقال به آزمایشگاه، با همدیگر مخلوط و در هوای آزاد خشک شدند. پس از کوبیده شدن و عبور دادن نمونه‌های خاک از الک ۲ میلیمتری، برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها تعیین شد (جدول ۳). بافت خاک با روش هیدرومتری بایکاس (Bouyoucos, 1962)، pH خاک با دستگاه pH متر رومیزی (Metrohm، مدل ٦۹۱)، EC عصاره اشباع خاک توسط هدایت سنج رومیزی (Jenway، مدل ٤۵۲۰)، میزان مواد آلی خاک به روش واکلی- بلک (Walkly and Black, 1934)، نیتروژن خاک به روش کجلدال، فسفر قابل جذب در خاک به روش اولسون و پتاسیم قابل جذب در خاک توسط عصاره گیری با استفاده از استات آمونیم ۱ نرمال و قرائت با فلیم‌فوتومتر (Jenway، مدل PFP 7) اندازه‌گیری شدند (خوشگفتار منش، ۱۳۸٦).

استخراج اسانس: برای اسانس‌گیری نمونه‌های خشک شده در سایه، از روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر استفاده شد. برای این منظور ۱۰۰ گرم نمونه خشک خرد گردید و به همراه ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در بالن ریخته شد و اسانس‌گیری به مدت ۳ ساعت ادامه یافت و در نهایت بازده اسانس (w/w) محاسبه شد. اسانس حاصل پس از رطوبت زدایی با سولفات سدیم تا زمان تزریق به دستگاه گازکروماتوگرافی در ظرف دربسته و در یخچال نگهداری شد.

شناسایی ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس: غلظت ترکیب‌های موجود در هر اسانس در آزمایشگاه گروه شیمی

جدول ۲- خصوصیات جغرافیایی مناطق جمع‌آوری و کشت گیاه مریم‌گلی اصفهانی (*Salvia reuterana*)

استان	نشانی رویشگاه	ارتفاع از سطح دریا (m)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	میانگین دمای سالیانه (°C)	میانگین بارش سالیانه (mm)
سمنان	آرادان	۸۸۲	۳۵°۱۵´	۵۲° ۲۹´	۱۷/۸	۱٤۱
البرز	کرج	۱۳٤۹	۳۵°٤۸´	۵۱°۰ ۰´	۱٤/٤	۲٤۷/۳
زنجان	ابهر	۱۵۳۷	۳٦° ۰۹´	٤۹° ۱٤´	۱۲/۱	٦۷٦/۷

جدول ۳- خصوصیات مهم فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق جمع‌آوری و کشت گیاه مریم‌گلی اصفهانی (*Salvia reuterana*)

نشانی رویشگاه	بافت خاک	pH	EC (dS/m)	ماده آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
آرادان	رس سیلتی	۸/٤	۲/۳	۰/٦۱	۰/۰٤	۹/٤	۲۳٤/۸
کرج	لوم سیلتی	۷/۸	۱/۲	۱/٤٦	۰/۰۷	۱۷/۸	٤۹۷/۱
ابهر	لوم سیلتی	۷/۹	۰/۹۸	۱/۷۱	۰/۰۷	۲٤	۳٤۸/٤

دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج و با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) واریان مدل Agilent technologyتعیین شد. ستون این دستگاه از نوع DB-5 به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه نازک ۰/۲۵ میکرومتر بود. دمای اولیه ستون ٦۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه و دمای نهایی ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود. برای رسیدن به این دما، حرارت آون با سرعت ٤ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه افزایش یافت و پس از رسیدن به دمای نهایی به مدت ۱۰ دقیقه در این دما نگه داشته شد. از گاز حامل هلیوم با سرعت جریان ۲ میلی‌لیتر بر دقیقه استفاده شد. برای آنالیز اسانس‌ها و تعیین نوع ترکیب‌های موجود درآن‌ها از دستگاه کروماتوگراف گازی متصل به طیف-سنج جرمی (GC/MS) مجهز به ستون DB-5 به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه نازک ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. دمای آون از ٦۰ درجه سانتی‌گراد تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ٤ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه افزایش یافت و به مدت ۱۰ دقیقه در ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد. از گاز هلیم با سرعت جریان ۲ میلی‌متر بر دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده شد و از انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری: محاسبات آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام شد. وجود یا عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین شاخص‌های اندازه‌گیری شده، با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه مورد بررسی قرار گرفت و میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج

بیشترین و کمترین بازده اسانس اندام هوایی خشک شده این گیاه به ترتیب در ابهر (۰/۲٪) و آرادان (۰/۱٤٪) به دست آمد. ارتفاع گیاهان کشت شده در ابهر و کرج نسبت به نمونه رویشگاهی بیشتر (به ترتیب ۲۸/۱، ۲٦/۱ و ۲۲/۷ سانتی‌متر) بود. همچنین بیشترین وزن خشک (۱۰/۳ g) در گیاهان کشت شده در ابهر و کمترین ارتفاع (۷/٤ cm) در گیاهان جمع‌آوری شده از رویشگاه طبیعی به دست آمد (جدول ٤).

نتایج نشان داد اجزای تشکیل دهنده اسانس مریم‌گلی اصفهانی و میزان آن‌ها در شرایط رویشگاهی و زراعی تفاوت دارند. جدول ۵ درصد نسبی و شاخص بازداری ترکیبات موجود در اسانس مریم گلی اصفهانی را که از نمونه‌های مختلف به دست آمده است، نشان می‌دهد. در این تحقیق، در مجموع ٤۷ ترکیب در اسانس مریم گلی اصفهانی وجود داشت که ۵۷/۵٪ آن‌ها (۲۷ ترکیب) در هر سه منطقه مشترک بودند. اسانس این گیاه در شرایط رویشگاهی و زراعی کرج و ابهر به

جدول ٤- مقایسه میانگین بازده اسانس، ارتفاع و وزن خشک مریم‌گلی اصفهانی (*Salvia reuterana*) در مناطق مختلف

نشانی رویشگاه	بازده اسانس (w/w)	ارتفاع گیاه (cm)	وزن خشک به ازای هر گیاه (g)
آرادان	۰/۱٤^{b}	۲۲/۷^{b}	۷/٤^{b}
کرج	۰/۱۸^{a}	۲٦/۳^{a}	۹/۷^{a}
ابهر	۰/۲^{a}	۲۸/۱^{a}	۱۰/۳^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند

جدول ۵- اجزای اسانس گیاه مریم گلی اصفهانی (*Salvia reuterana*) در رویشگاه طبیعی و شرایط زراعی

ترکیب	رویشگاه طبیعی (٪)	کرج (٪)	ابهر (٪)	شاخص بازداری (RI)
α-Thujene	–	۱/۰۸	۱/۲٤	۹۲۵
α-Pinene	۱/۹٤	۱/۲۳	۲/۱۸	۹۳۳
Camphene	۰/۲۷	۰/٤۳	۱/٦۱	۹٤۹
Sabinene	۰/۱٤	۰/۷۱	۰/۸٤	۹۷۱
β-Pinene	۰/۱۵	۰/۹۵	۲/٤	۹۷۹
β-Myrcene	۰/۳٦	۱/۱۵	۱/۲	۹۸۹
Phenyl ethyl acetate	۰/۱۸	۱/۷٦	۲/٤۱	۱۰۰۸
α-Terpinene	۰/۸۳	۰/۷۸	۰/٤۷	۱۰۱٤
p-Cymene	۰/۲۸	۰/۱۵	۲/۳۸	۱۰۲۱
Limonene	۱/۲۸	۱/۱۲	۲/۱٤	۱۰۲۵
1,8-Cineole	۱/۹۵	۱/٦۱	۱/۳۲	۱۰۲۷
(Z)-b-Ocimene	۰/۷٦	۲/۹٦	۳/٤۳	۱۰۳۷
(E)-b-Ocimene	–	۱/٦٦	۲/۸۷	۱۰٤٤
γ-Terpinene	۰/٤٦	۰/۸۷	۰/٤۳	۱۰۵٦
p-mentha-3,8-diene	۰/۳۸	–	–	۱۰۷۲
Linalool	۵/۱۵	۲۱/۱	۱۷/٤۱	۱۰۹۵
β-Thujone	۱/۹۹	۱/۸۷	۱/۰۲	۱۱۱۰
Terpinen-4-ol	۱/٤۳	–	–	۱۱۷۹
Cis-Sabinol	–	۲/۳۲	۰/۲٤	۱۱٤۲
Camphor	۵/۹	۱/۵٤	۰/۸۲	۱۱٤۳
Borneol	–	۰/۷٦	۰/۳٤	۱۱٦٤
Endo boreneol	٤/۳	۱/۲	۰/٦۷	۱۱٦٦
Myrtenol	۰/۲	۰/۳٦	–	۱۱۹۲
Pulegone	۰/٤۱	–	–	۱۲۲٤
Isobornyl formate	–	۰/۳۱	۰/۱۲	۱۲۳٦
δ-Elemene	۱/۲٤	۱/۰۲	۰/۷۸	۱۳۳۷
α-Cubebene	۲/۳۲	۲/۷٦	۰/۱۸	۱۳۵۱

ادامه جدول ۵-

Eugenol	۱/۳۲	۰/۷٦	۰/۲۹	۱۳۵۷
α-Copaene	۳/۵۲	۲/۰۳	–	۱۳۷٤
β-Bourbonene	۱/٤۱	–	–	۱۳۸۵
β-Caryophyllene	۲/۷۸	٤/٤	۷/٤۳	۱٤۱۹
β-Gurjunene	۵/۵٦	۳/٤۵	۰/۸۷	۱٤۳٤
Aromadendrene	۳/۱۲	–	۵/۳۷	۱٤٤۹
β-Cadinene	۰/۱۱	–	–	۱٤۷۱
Germacrene–D	۲۳/۱۵	۱۹/٤	۱٦/۸	۱٤۸۵
trans-Muurola-4(14),5-diene	۱/۳۲	۰/۷٦	–	۱٤۹۰
δ-selinene	۰/٦۱	۲/۱	۰/۷٦	۱٤۹۲
Bicyclogermacrene	۲/٤۳	۰/٤۳	۲/۹۸	۱٤۹۸
δ-Cadinene	۱/۷٦	۰/۳۲	۰/۱۲	۱۵۲۲
Spathulenol	۱۰/۱۸	۳/۷٤	۳/۵٤	۱۵۷۸
Caryophyllene oxid	۲/٤	٤/۵۵	۵/۲۳	۱۵۸۳
Ledol	۱/٦۵	–	–	۱٦۰۲
δ-Eudesmol	۰/٦۵	–	–	۱٦۲۹
Cadalene	۲/٤۵	۱/۵۱	۰/٦٦	۱٦۷٤
Isohibaene	–	۱/۳	۱/٤۵	۱۹۳۳
Phytol	۰/۱٤	–	۰/۸۳	۱۹٤۳
n-Heneicosane	۰/٦۸	–	–	۲۲۰۰
گروه‌های مختلف ترکیبات (٪)				
مونوترپن هیدروکربنه	٦/٤۷	۱۳/۰۹	۲۱/۱۹	
مونوترپن اکسیژن‌دار	۲۳/۲۱	۳۳/۵۹	۲٤/٦٤	
سزکوئی‌ترپن هیدروکربنه	۵۱/۷۸	۳۸/۱۸	۳۵/۹۵	
سزکوئی‌ترپن اکسیژن‌درا	۱٤/۸۸	۸/۲۹	۸/۷۷	
سایر ترکیبات	۰/۸۲	۱/۳	۲/۲۸	
جمع	۹۷/۱٦	۹٤/٤۵	۹۲/۸۳	

ترتیب از ٤۱ ترکیب (۹۷/۱٦ درصد)، ۳۷ ترکیب (۹٤/٤۵ درصد) و ۳٦ ترکیب (۹۲/۸۳ درصد) تشکیل شده بود. اسانس به دست آمده از گیاهان رویشگاه آرادان شامل ۱۱ ترکیب مونوترپن هیدروکربنه (٦/٤۷٪)، ۱۱ ترکیب مونوترپن اکسیژن-دار (۲۳/۲۱٪)، ۱٤ ترکیب سزکوئی‌ترپن هیدروکربنه (۵۱/۷۸٪) و ٤ ترکیب سزکوئی‌ترپن اکسیژن‌دار (۱٤/۸۸٪) بود.

ترکیب‌های عمده در اسانس این نمونه Germacrene– D (۲۳/۱۵٪)، Spathulenol (۱۰/۱۸٪)، Camphor (۵/۹٪) و β-Gurjunene (۵/۵٦٪) بودند. اسانس گیاهان کشت شده در کرج دارای ۱۳/۰۹٪ ترکیبات مونوترپن هیدروکربنه، ۳۳/۵۹٪ ترکیبات مونوترپن اکسیژن‌دار، ۳۸/۱۸٪ سزکوئی‌ترپن هیدروکربنه و ۸/۲۹٪ ترکیبات سزکوئی‌ترپن اکسیژن‌دار بود. سه ترکیب عمده در این نمونه Linalool (۲۱/۱٪)، Germacrene–D (۱۹/٤٪) و Caryophyllene oxid (٤/۵۵٪)

می‌باشند.

مقدار مونوترپن‌های هیدروکربنه در اسانس گیاهان کشت شده در ابهر (۲۱/۱۹٪) نسبت به دو نمونه دیگر افزایش یافت، در حالیکه مقدار کل سزکوئی‌ترپن‌ها در این نمونه (٤٤/۷۲٪) در مقایسه با نمونه رویشگاهی و نمونه کشت شده در کرج کمتر بود. اجزای اصلی اسانس به دست آمده از گیاهان کشت شده در ابهر شامل Linalool (۱۷/٤۱٪)، Germacrene–D (۱۹/٤۱٪) و β-Caryophyllene (۷/٤۳٪) می‌باشد.

مقایسه ترکیب‌های موجود در اسانس نمونه‌های مختلف نشان داد که انتقال مریم‌گلی اصفهانی از رویشگاه به شرایط زراعی موجب شد تا اغلب ترکیب‌ها تغییرات قابل ملاحظه‌ای نمایند. کشت در محل‌های جدید موجب حذف برخی از اجزا و تولید برخی ترکیب‌ها که در اسانس نمونه رویشگاهی وجود نداشت، شد. از همین رو، برخی ترکیبات نظیر p-mentha-3,8-diene، Terpinen-4-ol، Pulegone، β-Bourbonene، β-Cadinene، Ledol، δ-Eudesmol و n-heneicosane فقط در اسانس نمونه رویشگاهی وجود داشتند. از سوی دیگر، برخی از ترکیبات مونوترپن هیدروکربنه نظیر α-Thujene و (E)-b-Ocimene و یا ترکیبات مونوترپن اکسیژن‌دار مانند Borneol، Cis-Sabinol، Isobornyl formate و ترکیب غیرترپنی نظیر Isohibaene علیرغم این‌که در نمونه رویشگاهی وجود نداشتند، در اثر کشت مریم‌گلی اصفهانی در کرج و ابهر تولید و شناسایی شدند. α-Copaene و trans-Muurola-4(14),5-diene که دو ترکیب سزکوئی‌ترپن هیدروکربنه بودند، در نمونه‌های ابهر تشخیص داده نشدند ولی در اسانس به دست آمده از نمونه‌های رویشگاهی و کرج وجود داشتند. همچنین، ترکیبات Aromadendrene و Phytol فقط در نمونه‌های آرادان و ابهر وجود داشت و در اجزای اسانس گیاه کشت شده در کرج مورد شناسایی قرار نگرفت.

بحث

مقایسه شاخص‌های رشدی نمونه‌ها نشان می‌دهد که کشت مریم‌گلی اصفهانی در محل‌های جدید (کرج و ابهر) موجب افزایش ارتفاع و وزن خشک این گیاه شده است. Ghasemi Pirbalouti و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند کشت آویشن دنایی در شرایط زراعی موجب افزایش ارتفاع بوته و وزن خشک کل گیاه مذکور نسبت به نمونه‌ی رویشگاهی شد. از آن‌جا که شرایط محیط رشد گیاه به ویژه دسترسی به آب در اثر آبیاری مناسب در نظام‌های کشاورزی مساعدتر می‌باشد، گیاهان کشت شده در مزرعه نسبت به گیاهان جمع آوری شده از رویشگاه طبیعی از رشد بهتری برخوردار هستند (Ghasemi Pirbalouti *et al.*, 2013). عدم دسترسی به مقادیر کافی آب در اثر اعمال تنش خشکی در گیاه *Salvia miltiorrhiza* موجب کاهش رشد رویشی و وزن خشک این گیاه شد (Soares *et al.*, 2007).

از سوی دیگر، نقش کاهش pH خاک در افزایش قابلیت استفاده گیاهان از عناصر غذایی خاک و همچنین اثرات مثبت کاهش غلظت نمک‌های محلول در ناحیه ریشه، در بهبود جذب و انتقال آب و عناصر غذایی در گیاهان، که در نهایت موجب بالا رفتن میزان عملکرد محصولات کشاورزی می‌شود، به اثبات رسیده است (سالاردینی، ۱۳۸۸). همچنین افزایش میزان شاخص‌های مرتبط با عملکرد پیکره رویشی نظیر میزان وزن تر، وزن خشک و سطح برگ در اثر افزایش فراهمی نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک در برخی از گیاهان خانواده نعناعیان مشاهده شده است (نیاکان و همکاران، ۱۳۸۳؛ نوش کام و همکاران، ۱۳۹۲ و جعفری و همکاران، ۱۳۹٤). کمتر بودن ارتفاع و وزن خشک گیاهان جمع‌آوری شده از آرادان نسبت به گیاهان کشت شده در ابهر و کرج می‌تواند به دلیل قلیایی‌تر بودن محلول خاک و کمتر بودن میزان مواد آلی و عناصر غذایی موجود در خاک رویشگاه طبیعی نسبت به خاک‌های مزرعه‌ای باشد. کاهش وزن خشک در گیاه *Salvia officinalis* (Taarit *et al.*, 2010) و *Mentha piperita* (Roodbari *et. al.*, 2013) در اثر افزایش هدایت الکتریکی (EC) بستر کشت گزارش شده است، که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد.

گیاهان کشت شده در محل‌های جدید (کرج و ابهر) در مقایسه با گیاهان جمع‌آوری شده از رویشگاه طبیعی (آرادان)

بازده اسانس بیشتری داشتند. تاکنون مطالعات متعددی در مورد تاثیر انتقال گیاه از شرایط رویشگاهی به نظام‌های کشاورزی بر روی بازده اسانس آن‌ها انجام گرفته است. گیاه کاه مکی (میرجلیلی و همکاران، ۱۳۸٤)، بومادران شیرازی (Ghani *et al.*, 2011) و مرزه بختیاری (Salehi-Arjmand *et al.*, 2014) در شرایط زراعی مقدار اسانس بیشتری در مقایسه با رویشگاه طبیعی تولید کردند. در حالی‌که بازده اسانس نوعی بومادران (*Achillea wilhelmsii*) در شرایط زراعی نسبت به شرایط رویشگاهی کمتر بود (Ghani *et al.*, 2011). همچنین ممکن است کشت در شرایط زراعی تغییری در بازده اسانس گیاهان ایجاد ننماید (El Bouzidi *et al.*, 2012; Kasrati *et al.*, 2013). اختلاف موجود در این نتایج می‌تواند ناشی از تفاوت در عوامل محیطی محل جدید کشت مانند آب و هوا و خصوصیات مختلف خاک و تاثیر آن‌ها بر گیاهان کشت شده باشد (Lal, 2014).

نتایج برخی از مطالعات پیشین نشان می‌دهد در مکان‌هایی که ارتفاع از سطح دریا پایین‌تر است، به دلیل دمای بالا و شروع گرمای زودرس گیاهان زودتر وارد مرحله گلدهی می شوند و دوره رشد کوتاه‌تری دارند. از سوی دیگر در محل هایی که ارتفاع از سطح دریا بالاتر و میانگین دما کمتر باشد شرایط جهت رشد ونمو گیاهان مطلوب‌تر است و دوره رشدی طولانی‌تری برای رشد و نمو گیاهان فراهم می‌آید که در نهایت موجب افزایش میزان اسانس در آن‌ها می‌شود (Ghasemi Pirbalouti *et al.*, 2013). با افزایش ارتفاع محل جمع‌آوری گیاه *Tanacetum polycephalum*، بازده اسانس نیز افزایش یافت (Mahdavi *et al.*, 2013). همچنین، ارتفاع مهم‌ترین و تاثیرگذارترین عامل بر میزان بازده اسانس گیاهان *Origanum vulgare* متعلق به خانواده Lamiacea (Vokou *et al.*, 1993) و *Espeletia schultzii* متعلق به خانواده Asteraceae (Ibanez and Usubillaga, 2006) می‌باشد. هر چند میزان اسانس گیاهان مذکور در اثر افزایش ارتفاع محل رویش، کاهش یافت. از سوی دیگر، وجود تفاوت در خصوصیات کمّی و کیفی اسانس نمونه‌های رویش یافته در مناطق جغرافیایی مختلف با ارتفاع‌های یکسان، نشان دهنده‌ی تاثیر به‌سزای سایر عوامل محیطی در تولید اسانس در گیاهان می‌باشد (Kizil, 2010). بررسی تاثیر برخی از عوامل محیطی بر اسانس گیاه *Origanum vulgare* نشان داد که بالاتر بودن میزان موادآلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک موجب افزایش بازده اسانس در این گیاه می‌شود. همچنین افزایش شوری خاک، به دلیل محدود کردن رشد گیاه، موجب کاهش میزان اسانس در این گیاه شد (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۳). در پژوهشی دیگر، پایین‌تر بودن pH خاک و بالاتر بودن رطوبت، ماده آلی، نیتروژن و فسفر در خاک موجب افزایش بازده اسانس به دست آمده از گیاه *Stachys laxa* شد (عالیپور و همکاران، ۱۳۹٤). بالا بودن میزان اسانس در گیاهان کشت شده در ابهر و کرج نسبت به گیاهان جمع‌آوری شده از آرادان نیز می‌تواند به دلیل پایین‌تر بودن میزان pH و شوری (EC) خاک و بالاتر بودن میزان مواد آلی و عناصر پرمصرف گیاه در خاک مناطق مذکور نسبت به خاک آرادان باشد.

در تحقیق حاضر، تعداد ترکیبات شناسایی شده در اسانس نمونه‌های کشت شده در شرایط زراعی نسبت به نمونه رویشگاهی کاهش یافت. بررسی تغییرات کمی و کیفی اسانس گیاه کاه مکی در دو نمونه رویشگاهی و زراعی نشان داد تعداد ترکیبات اسانس در شرایط زراعی (٤٠ ترکیب) نسبت به شرایط رویشگاهی (۳۳ ترکیب) کاهش یافت (میرجلیلی و همکاران، ۱۳۸٤). اسانس به دست آمده از برگ گیاه زوفا در شرایط رویشگاهی ١٦ ترکیب و در شرایط زراعی ۳۰ ترکیب داشت (نجف‌پور نوایی و میرزا، ۱۳۸۱). همچنین کاهش تعداد ترکیبات شناخته شده اسانس گیاه *Salvia verticillata* (Nasermoadeli *et al.*, 2013) در اثر انتقال از رویشگاه طبیعی به شرایط زراعی گزارش شده است. هر چند تعداد و نوع ترکیبات اسانس گیاهان *Thymus maroccanus* و *T. satureioides* در اثر انتقال از رویشگاه به مزرعه هیچ‌گونه تغییری نکرد (El Bouzidi *et al.*, 2012). در پژوهش دیگر تعداد ترکیبات شناسایی شده در گیاه *Artemisia persica* پس از انتقال از زیستگاه طبیعی به دو مزرعه مختلف، افزایش یافت

(رامک و سفیدکن، ۱۳۸۷) که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت دارد. تغییر ترکیب‌های اسانس گیاهان در مناطق مختلف به دلیل عوامل مختلف نظیر تفاوت در شرایط اقلیمی، اکولوژیکی، ارتفاع از سطح دریا، نوع خاک، متوسط دما و میزان بارندگی به وجود می‌آید (Mirjalili *et al.*, 2007). متابولیت‌های ثانویه کارکردهای اکولوژیکی مهمی همچون افزایش قابلیت سازگاری گیاهان با محیط اطراف و بالا بردن توان دفاعی در آن‌ها را بر عهده دارند. تولید اسانس‌ها نیز به عنوان بزرگترین گروه متابولیت‌های ثانویه‌ی گیاهی، یک نوع جریان دفاعی برای استمرار و حفظ حیات گیاهان در برابر عوامل نامساعد و تنش‌های محیط زنده هستند. با انتقال گیاهان از رویشگاه اصلی به منطقه‌ای دیگر و مواجه شدن با شرایط و تنش‌های جدید، متابولیت‌های ثانویه‌ی گیاه برای سازگاری بهتر با محیط جدید دستخوش تغییر می‌شود (González-Coloma *et al.*, 2011). در مطالعه حاضر، از مجموع ٤٧ ترکیب شناسایی شده در نمونه‌های مختلف اسانس مریم گلی اصفهانی فقط ۵۷/۵٪ ترکیبات (۲۷ ترکیب) در هر سه منطقه مشترک بودند.

از سوی دیگر، ترکیب عمده این گیاه در شرایط رویشگاهی آرادان، Germacrene–D بود، در حالی‌که ترکیب اصلی این گیاه در شرایط زراعی کرج و ابهر Linalool بود. بعلاوه، میزان Linalool در اسانس گیاه رویشگاهی نسبت به دو نمونه زراعی به طور قابل توجهی کمتر بود. همچنین، میزان Spathulenol که دومین ترکیب عمده در اسانس گیاهان جمع‌آوری شده از رویشگاه طبیعی می‌باشد، در اسانس گیاهان زراعی تقریباً به میزان ۲/۵ برابر کاهش یافت. وجود اختلاف‌های مشاهده شده و عدم ثبات در تعداد و میزان ترکیبات اسانس این گونه در مناطق مختلف، نشان دهنده حساسیت بالای این گیاه به عوامل محیطی و عدم سازگاری آن با شرایط اقلیمی جدید است (Canter *et al.*, 2005; Lubbe and Verpoorte, 2011). به وجود آمدن تیپ‌های شیمیایی (کموتایپ) متفاوت در بین جمعیت‌های مریم گلی اصفهانی در شرایط اکولوژیکی مختلف نیز موید همین نکته می‌باشد. بر اساس مطالعات پیشین، تاکنون Germacrene D به عنوان ترکیب اصلی از الشتر واقع در استان لرستان(امیری و همکاران، ۱۳۸۵)، دولت‌آباد واقع در استان خراسان (Esmaeili *et al.*, 2008) و پونک واقع در تهران، (Salimpour *et al.*, 2011) و Linalool به عنوان ترکیب عمده در اسانس گیاهان جمع‌آوری شده از فارس(Karamian *et al.*, 2013) شناسایی شده بود. با اینحال، در این مطالعه نمونه‌های جمع‌آوری شده از آرادان دارای تیپ شیمیایی Germacrene-D و Spathulenol و اسانس نمونه‌های زراعی دارای تیپ شیمیایی Linalool و Germacrene–D بودند که تا کنون در هیچیک از رویشگاه‌ها گزارش نشده است. تیپ‌های شیمیایی مختلف می‌توانند بر اساس نیازهای گوناگون، در کشت وکار و برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین برخی صنایع مختلف نیازمند تیپ شیمیایی خاصی از یک گونه دارویی هستند (Lal, 2014). اسانس گیاه کشت شده در ابهر دارای بیشترین میزان مونوترپن‌های هیدروکربنه و اسانس گیاهان جمع‌آوری شده از رویشگاه آرادان دارای کمترین میزان مونوترپن‌های هیدروکربنه بود. به علاوه، کمترین و بیشترین میزان سزکوئی‌ترپن هیدروکربنه و نیز میزان کل سزکوئی ترپن‌ها به ترتیب در ابهر و آرادان مشاهده شد. داده-های اقلیمی نشان می‌دهد که ابهر کمترین و آرادان بیشترین دمای متوسط سالیانه را در بین سه منطقه مورد مطالعه دارند (جدول ۱). پیش از این نیز کاهش میزان سزکوئی‌ترپن‌ها در ماه‌های سرد سال نسبت به سایر ماه‌های گرم در اسانس گیاه *Porcelia macrocarpa* (Da Silva *et al.*, 2013) و بالا بودن میزان مونوترپن‌های هیدروکربنه در اجزای اسانس گیاه *Plectranthus amboinicus* (Khalid and El-Gohary, 2014) در اثر مواجه شدن با دماهای پایین در مقایسه با زمان‌های گرم سال گزارش گردیده است. بررسی اجزای اسانس گیاه *Cymbopogon nardus* که در دو دمای متفاوت در گلخانه رشد یافته بود، نشان داد افزایش دمای محیط موجب کاهش چشمگیر میزان مونوترپن‌های هیدروکربنه در ترکیب اسانس این گیاه می‌شود (Herath et al., 1979). به نظر می‌رسد دماهای پایین موجب سوق دادن فرآیندهای تولید اسانس به سوی تولید مونوترپن‌های هیدروکربنه می‌گردد، در حالیکه با

افزایش دما، میزان تولید سزکوئی‌ترپن‌ها در گیاهان معطر افزایش می‌یابد. همچنین، مطالعات متعدد حاکی از تاثیر خصوصیات مختلف خاک بر اجزای تشکیل دهنده اسانس گیاهان دارویی می‌باشد (Curado *et al*., 2006; Telci *et al*., 2011; Mohamadi and Rajaei, 2016). میزان سزکوئی‌ترپن های هیدروکربنه و سزکوئی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار در اسانس گیاه *Stachys lavandulifolia* با EC و pH خاک رابطه عکس دارند. همچنین میزان مونوترپن‌های هیدروکربنه و اکسیژن‌دار در اسانس گیاه مذکور بیشترین میزان همبستگی مثبت را با نیتروژن خاک داشت (Mahdavi and Vahid, 2015). تولید بسیاری از متابولیت‌های ثانویه راهکاری در جهت بقای گیاهان در شرایط دشوار محیطی می‌باشد. افزایش pH و شوری خاک، به دلیل ایجاد اختلال در روند جذب عناصر غذایی و درنتیجه ایجاد تنش در گیاهان، مسیرهای تولید متابولیت‌های ثانویه را دچار تغییر می‌نماید. همچنین، عناصر غذایی خاک با تاثیری که بر رشد گیاهان دارند، موجب تغییراتی در کمیت و کیفیت مواد موثره گیاهان می‌شوند (تبریزی و کوچکی، ۱۳۹۳).

نتیجه‌گیری

تغییر در محیط رشد گیاهان در اثر انتقال آن‌ها از بوم‌نظام‌های طبیعی به نظام‌های کشاورزی موجب تغییراتی در کیفیت و کمیت متابولیت‌های ثانویه آن‌ها خواهد شد. به همین جهت اگر بنا به اهمیت اقتصادی یا در معرض خطر قرار گرفتن جمعیت‌های یک گونه، نیاز به اهلی‌سازی و انتقال گیاه از رویشگاه به محلی دیگر باشد، بررسی تغییرات متابولیت‌های ثانویه آن در اثر این جابجایی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. در این مطالعه اسانس یک گونه مریم گلی بومی ایران به نام مریم‌گلی اصفهانی در رویشگاه طبیعی گیاه در آرادان و نیز در شرایط کشت‌وکاری در کرج و ابهر مورد مطالعه قرار گرفت. تغییر در بازده و ترکیب‌های غالب اسانس این گیاه در اثر کشت در محل‌های جدید، می‌تواند در اثر تغییر در شرایط جغرافیایی و اقلیمی نظیر ارتفاع و دمای هوا و یا در نتیجه‌ی تفاوت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، در این مناطق باشد. وجود این تغییرات نشان دهنده حساسیت بالای این گونه به شرایط محیطی و تطابق اندک آن با شرایط اقلیمی و محیطی جدید است.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی حوزه معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شده است.

منابع

امیری، ح.، مشکات‌السادات، م.ح.، لاری یزدی، ح. و گودرزی، ا. (۱۳۸۵) شناسایی ترکیبهای اسانس گیاه *Salvia reuterana* Boiss. فصلنامهٔ تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۲: ۲۷۵-۲۷۰.

تبریزی، ل. و کوچکی، ع. (۱۳۹۳) گیاهان دارویی بوم‌شناسی، تولید و بهره‌برداری پایدار. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.

رامک، پ. و سفیدکن، ف. (۱۳۸۷) در مزرعه و رویشگاه *Artemisia persica* Boiss. مقایسه کمی و کیفی اسانس گیاه دارویی، تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲: ۱۸۹-۱۹۷.

جعفری، س.ر.، نیکخواه، م.، زارعی، غ. و زارع‌زاده، ع. (۱۳۹٤) تاثیر سطوح نیتروژن و فسفر بر عملکرد تر و خشک برگ و سرشاخه و اسانس برازمبل، فصلنامه اکوفیزیولوژ گیاهی ۷: ۱۸۹-۱۷۸.

خوشگفتارمنش، ا.ح. (۱۳۸٦) ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه و مدیریت بهینه کودی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. اصفهان.

سالاردینی، ع.ا. (۱۳۸۸) حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.

عالیپور، ن.، مهدوی، س.خ.، جلالی، م. و قلیچ‌نیا، ح. (۱۳۹٤) بررسی تأثیر شرایط محیطی بر روی کمیت و کیفیت *اسانس Stachys laxa*، مجله پژوهشهای گیاهی (مجله زیست شناسی ایران) ۲۸: ۵۷۲-۵٦۱.

لاری یزدی، ح.، گودرزی، م.، یزدانی، د. و حقیر چهرگانی، ع. (۱۳۸٤) بررسی ترکیبات شیمیایی اسانس برگ و گل دو گونه *Salvia syriaca* L. و *Salvia reuterana* Boiss. جمع آوری شده از منطقه بروجرد، فصلنامهٔ گیاهان دارویی ۱٦: ۲۱- ۱۵.

میرجلیلی، م.ح.، سنبلی، ع.، صالحی، پ.، سرخوش، ع. (۱۳۸٤) مقایسه تغییرات کمی و کیفی اسانس گیاه کاه مکی *Cymbopogon olivieri* (Boiss.) Bor. در دو نمونه رویشگاهی و زراعی، فصلنامه گیاهان دارویی ٤: ۲۸-۲۲.

مهدوی، س.خ.، صادق‌نیا عمران، ن.، قلیچ‌نیا، ح. و عالیپور، ن. (۱۳۹۳) بررسی تاثیر برخی شرایط محیطی بر روی کمیت و کیفیت اسانس مرزنجوش (*Origanum vulgare* L.) (مطالعه موردی: نمارستاق آمل)، فصلنامه علمی- پژوهشی اکوسیستم‌های طبیعی ایران ۵: ٦۳-۵۱.

نجف‌پور نوایی، م. و میرزا، م. (۱۳۸۱) مقایسه ترکیبهای شیمیایی اسانس برگ گیاه زوفا در شرایط کشت و رویشگاه طبیعی (*Hyssopus officinalis* L.)، تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۱۸: ۵۱-٤۳.

نوروزی، ر.، بابالار، م.، میرمعصومی، م. و هادیان، ج. (۱۳۹۵) تولید رزمارینیک اسید در کشت ریشه‌های مویین مریم‌گلی اصفهانی (*Salvia reuterana*)، مجله بیوتکنولوژی کشاورزی کرمان ۸: ۱۳۷-۱۲۵.

نوش‌کام، ا.، مومیوند، ح.، محسنی، ا. و بابالار، م. (۱۳۹۲) تاثیر کاربرد نیتروژن و کربنات کلسیم بر تجمع نیترات و عملکرد گیاه دارویی مرزه تابستانه (*Satureja hortensis* L.)، نشریه تولید گیاهان زراعی ٦: ۱۲٤-۱۰۹.

نیاکان، م.، خاوری‌نژاد، ر. و رضایی، م.ب. (۱۳۸۳) اثر نسبتهای مختلف سه کود N, P, K بر وزن تر، وزن خشک، سطح برگ و میزان اسانس گیاه نعناع فلفلی *Mentha piperita* L.، فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۰: ۱٤۸-۱۳۱.

Amirghofran, Z., Zand, F., Javidnia, K., Miri, R. (2010) The cytotoxic activity of various herbals against different tumor cells: An in vitro study. Iranian Red Crescent Medical Journal 12: 260-265.

Barrett, S.C.H., Wilken, D.H., Cole, W.W. (2000) Heterostyly in the Lamiaceae: The case of *Salvia brandegeei*. Plant Systematics and Evolution 223: 211-219.

Bouyoucos, G.J. (1962) Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. Agronomy Journal 54: 464-465.

Canter, P.H., Thomas, H., Ernst, E. (2005) Bringing medicinal plants into cultivation: opportunities and challenges for biotechnology. Trends in Biotechnology 23: 180-185.

Curado, M.A., Oliveira, C.B.A., Jesus, J.G., Santos, S.C., Seraphin, J.C., Ferri, P.H. (2006) Environmental factors influence on chemical polymorphism of the essential oils of *Lychnophora ericoides*. Phytochemistry 67: 2363-2369.

Da Silva, E.B.P., Soares, M.G., Mariane, B., Vallim, M.A., Pascon, R.C., Sartorelli, P., Lago, J.H.G.(2013) The seasonal variation of the chemical composition of essential oils from *Porcelia macrocarpa* R.E. Fries (Annonaceae) and their antimicrobial activity. Molecules 18: 13574-13587.

Eidi, A., Eidi, M., Mozaffarian, V., Rustaiyan, A. (2012) Effect of *Salvia Reuterana* aerial parts on serum parameters in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. HealthMed 1199-1206.

El Bouzidi, L., Abbad, A., Hassani, L., Fattarsi, K., Leach, D., Markouk, M., Legendre, L., Bekkouche, K. (2012) Essential oil composition and antimicrobial activity of wild and cultivated Moroccan *Achillea ageratum* L.: A rare and threatened medicinal species. Chemistry Biodiversity 9: 598-605.

Esmaeili, A., Rustaiyan, A., Nadimi, M., Larijani, K., Nadjafi, F., Tabrizi, L., Chalabian, F., Amiri, H. (2008) Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from leaves, stems and flowers of *Salvia reuterana* Boiss. grown in Iran. Natural Product Research 22: 516-520.

Esmaeili, M.A., Kanani, M.R., Sonboli, A. (2010) *Salvia reuterana* extract prevents formation of advanced glycation end products: an in vitro study. Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences 6: 33-50.

Ghani, A., Azizi, M., Hassanzadeh-Khayyat, M., Pahlavanpour, A.A. (2011) Comparison of chemical composition of *Achillea eriophora* and *A. wilhelmsii* grown in wild and cultivated conditions in Iran. Journal of Essential Oil Bearing Plants 14: 617-624.

Ghasemi Pirbalouti, A., Hashemi, M., Ghahfarokhi, F.T. (2013) Essential oil and chemical compositions of wild and cultivated *Thymus daenensis* Celak and *Thymus vulgaris* L. Industrial Crops and Products 48: 43-48.

Ghomi, J.S., Masoomi, R., Kashi, F.J., Batooli, H. (2012) In vitro bioactivity of essential oils and methanol extracts of *Salvia reuterana* from Iran. Natural product communications 7: 651-654.

González-Coloma, A., Delgado, F., Rodilla, J.M., Silva, L ,.Sanz, J., Burillo, J. (2011) Chemical and biological profiles of *Lavandula luisieri* essential oils from western Iberia Peninsula populations. Biochemical Systematics and Ecology 39: 1-8.

Herath, H.M.W., Iruthayathas, E.E., Ormrod, D.P. (1979) Temperature effects on essential oil composition of citronella selections. Economic Botany 33: 425-430.

Ibanez, J., Usubillaga, A. (2006) The essential oil of *Espeletia schultzii* of different altitudinal populations. Flavour and fragrance journal 21: 286-289.

Javidnia, K., Miri, R., Assadollahi, M., Gholami, M., Ghaderi, M. (2009) Screening of selected plants growing in Iran for antimicrobial activity. Iranian Journal of Science and Technology (Sciences) 33: 329-333.

Kamatou, G.P.P., Makunga, N.P., Ramogola, W.P.N., Viljoen, A.M. (2008) South African *Salvia* species: A review of biological activities and phytochemistry. Journal of Ethnopharmacology 119: 664-672.

Karamian, R., Asadbegy, M., Pakzad, R. (2013) Essential oil compositions and in vitro antioxidant and antibacterial activities of the methanol extracts of two *Salvia* species (Lamiaceae) from Iran. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 5: 1171-1182.

Kasrati, A., Jamali, C.A., Bekkouche, K., Lahcen, H., Markouk, M., Wohlmuth, H., Leach, D., Abbad, A. (2013) Essential oil composition and antimicrobial activity of wild and cultivated mint timija (*Mentha suaveolens* subsp. timija (Briq.) Harley), an endemic and threatened medicinal species in Morocco. Natural Product Research 27: 1119-1122.

Khalid, A. and El-Gohary, A. (2014) Effect of seasonal variations on essential oil production and composition of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) grow in Egypt. International Food Research Journal 21: 1859-1862.

Kizil, S. (2010) Determination of essential oil variations of *Thymbra spicata* var. spicata L. naturally growing in the wild flora of East Mediterranean and Southeastern Anatolia regions of Turkey. Industrial Crops and Products 32: 593-600.

Lal, R.K., 2014. Breeding for new chemotypes with stable high essential oil yield in *Ocimum*. Industrial Crops and Products 59: 41-49.

Li, M., Li, Q., Zhang, C., Zhang, N., Cui, Z ,.Huang, L., Xiao, P. (2013) An ethnopharmacological investigation of medicinal *Salvia* plants (Lamiaceae) in China. Acta Pharmaceutica Sinica B 3: 273-280.

Mahdavi, M., Jouri, M.H., Mahmoudi, J., Rezazadeh, F., Mahzooni-Kachapi, S.S. (2013) Investigating the altitude effect on the quantity and quality of the essential oil in *Tanacetum polycephalum* Sch. Bip. *polycephalum* in the Baladeh region of Nour, Iran. Chinese Journal of Natural Medicines 11: 553-559.

Mahdavi, M. and Vahid, B.R. (2015).The effects of ecologic and habitational factors on the essence quality of *Stachys lavandulifolia* Vahl. in north Khorassan province. International Journal of Farming and Allied Sciences 4: 448-456.

Mirjalili, M., Salehi, P., Sonboli, A., Mohammadi Vala, M. (2007) Essential oil composition of feverfew (*Tanacetum parthenium*) in wild and cultivated populations from Iran. Chemistry of Natural Compounds 43: 218-220.

Lubbe, A., Verpoorte, R. (2011) Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. Industrial Crops and Products 34: 785-801.

Mirza, M. and Sefidkon, F. (1999) Essential oil composition of two *Salvia* species from Iran, *Salvia nemorosa* L. and *Salvia reuterana* Boiss. Flavour and Fragrance Journal 14: 230-232.

Mohamadi, N.and Rajaei, P. (2016) Effects of different ecological condition on the quality and quantity of essential oils of *Artemisia persica* Boiss. populations from Kerman, Iran. Journal of Essential Oil Bearing Plants 19: 200-207.

Nasermoadeli, S., Rowshan, V., Abotalebi, A., Nasermoadeli, L., Charkhchian, M. (2013) Comparison of *Salvia verticillata* essential oil components in wild and cultivated population. Annals of Biological Research. 2013; 4 (5): 252 525

Nickavar, B., Abolhasani, L., Izadpanah, H. (2010) α-Amylase Inhibitory Activities of Six *Salvia* Species. Iranian Journal of Pharmaceutical Research 297-303.

Nickavar, B., Kamalinejad, M., Izadpanah, H. (2007) In vitro free radical scavenging activity of five *Salvia* species. Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences 20: 291-294.

Petersen, M, and Simmonds, M.S.J. (2003) Rosmarinic acid. Phytochemistry 62: 121-125.

Rabbani, M., Sajjadi, S.E., Jafarian, A., Vaseghi, G. (2005) Anxiolytic effects of *Salvia reuterana* Boiss. on the elevated plus-maze model of anxiety in mice. Journal of ethnopharmacology 101: 100-103.

Rabbani, M., Vaseghi, G., Sajjadi, S., Amin, B. (2011) Persian herbal medicines with anxiolytic properties. Journal of Medicinal Plants 3: 7-11.

Rechinger, K.H. (1982) Labiatae Flora Iranica. Akademische Drucku-Verlagsanstalt, Graz, Austria.

Rezaee shahraki, J. and Nickavar, B. (2012) Free radical scavenging activities of four *Salvia* species. Research in Pharmaceutical Sciences 7: 795.

Roodbari, N., Roodbari, S., Ganjali, A., Ansarifar, M. (2013) The effect of salinity stress on growth parameters and essential oil percentage of peppermint (*Mentha piperita* L.). International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research 1: 1009-1015.

Salehi-Arjmand, H., Mazaheri, D., Hadian, J., Majnoon Hosseini, N., Ghorbanpour, M. (2014) Essential oils composition, antioxidant activities and phenolics content of wild and cultivated *Satureja bachtiarica* Bunge. plants of Yazd origin. Journal of Medicinal Plants 3: 6-14.

Salimpour, F., Mazooji, A., Darzikolaei, S.A. (2011) Chemotaxonomy of six *Salvia* species using essential oil composition markers. Journal of Medicinal Plants Research 5: 1795-1805.

Soares, R.D., Chaves, M.A., Silva, A.A.Ld., Silva, M.Vd., Souza, Bd.S. (2007) Influência da temperatura e velocidade do ar na secagem de manjericão (*Ocimum basilicum* L.) com relação aos teores de óleos essenciais e de linalol. Ciência e Agrotecnologia 31: 1108-1113.

Soysal, Y. and Öztekin, S, (1999) Equilibrium Moisture content equations for some medicinal and aromatic plants. Journal of Agricultural Engineering Research 74: 317-324.

Taarit, M.B., Msaada, K., Hosni, K., Marzouk, B. (2010) Changes in fatty acid and essential oil composition of sage (*Salvia officinalis* L.) leaves under NaCl stress. Food Chemistry 119: 951-956.

Telci, İ., Kacar, O., Bayram, E., Arabacı, O., Demirtaş. İ., Yılmaz. G., Özcan, İ., Sönmez, Ç, Göksu E. (2011) The effect of ecological conditions on yield and quality traits of selected peppermint (*Mentha piperita* L.) clones. Industrial Crops and Products 34: 1193-1197.

Vokou, D., Kokkini, S., Bessiere, J.M. (1993) Geographic variation of Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) essential oils. Biochemical Systematics and Ecology 21: 287-295.

Walky, A. and Black, I. (1934) An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-38.

Variations in essential oil of *Salvia reuterana* Boiss. under wild and field conditions

Reza Norouzi[1*] and, Maryam Norouzi[2]

[1]Meshginshahr Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[2]Department of Horticulture, University of Tehran, College of Aburaihan, Tehran, Iran
(Received: 21/07/2016, Accepted: 14/12/2016)

Abstract:

Salvia reuterana Boiss. is a herbaceous permanent plant that belongs to the family of Lamiaceae and is an endemic plant of Iran. The aim of this study was to evaluate changes in the essential oil content and comparison of this species, under field conditions (Karaj and Abhar) with wild condition (Aradan). The aerial parts of the plants were collected at the flowering stage and essential oils were obtained by hydrodistillation using a Clevenger-type apparatus. The identification of essential oils composition was performed by GC and GC-MS. Bringing this plant from natural habitat into the cultivation led to increase of plant height, plant dry weight, oil content and variation of quality and quantity of the essential oils. It seemed, these changes occured due to altitude increasing, improvement of soil condition such as lowering soil pH/EC and increasing availability of nutrients owning to bringing this species to new conditions. The results showed that essential oil yield in wild condition and cultivated plants in Karaj and Abhar were 0.14 %, 0.18 % and 0.2 % (w/w), respectively. Forty-seven constituents were identified in the essential oil of *S. reuterana* which 57.5% (twenty-seven components) of them were shared between all the studied localities. Two main constituents of the essential oil of wild population were Germacrene–D (23.15%) and Spathulenol (10.18%). The composition of the essential oil of cultivated plants in Karaj and Abhar show Linalool (21.1% and 17.41%, respectively) and Germacrene–D (19.4% and 16.8%, respectively) as the two major components. The essential oil of cultivated plants in Abhar represented highest amount of monoterpene hydrocarbons, while this fraction was found to be lowest amount in the essential oil of plant growing in Aradan. On the other hand, the lowest and highest amount of sesquiterpene hydrocarbons and total sesquiterpenes in Abhar and Aradan, respectively. It seems that higher average annual temperatures and other ecological condition in Aradan led to actuate the essential oil synthesis processes toward sesquiterpenes production in this plant.

Keywords: Essential oil, Chemotype, *Salvia reuterana*

*Corresponding Author, Email: reza.norouzi@uma.ac.ir