Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 52, No 2, Summer 2021 (391-403)
DOI: 10.22059/ijhs.2021.321568.1914

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۲، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۴۰۰ (ص ۴۰۳-۳۹۱)

مقاله پژوهشی:

بررسی ترکیب‌های شیمیایی اسانس جمعیت‌های طبیعی مورتلخ (*Salvia mirzayanii* Rech. f. & Esfand.) در استان هرمزگان

صفیه بی‌نوا[1]، علیرضا یاوری[2*] و مجید شکرپور[3]
۱ و ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
۳. دانشیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۱۹- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲۲)

چکیده

مورتلخ (*Salvia mirzayanii*) یکی از گونه‌های چندساله و معطر اندمیک و در حال انقراض از تیره نعناع (Lamiaceae) می‌باشد که به‌صورت خودرو در جنوب ایران می‌روید. در این پژوهش، سرشاخه‌های گلدار گیاه مورتلخ از پنج رویشگاه در استان هرمزگان شامل دق‌فینو، سرچاهان، بستک، سیرمند و تنگه‌زاغ جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها در سایه و دمای محیط، خشک شدند. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب توسط دستگاه طرح کلونجر با سه تکرار انجام شد و پس از اندازه‌گیری مقدار اسانس (درصد وزنی به وزنی)، نوع و مقدار ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس جمعیت‌ها با استفاده از دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی گازی (GC) و گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) تعیین گردید. نتایج نشان داد عملکرد اسانس جمعیت‌های دق‌فینو، سرچاهان، بستک، سیرمند و تنگه‌زاغ به ترتیب ۱/۳، ۱/۲، ۱/۱، ۱/۲ و ۱/٤ درصد (وزنی به وزنی) بودند. در مجموع تعداد ٤٠ ترکیب در اسانس مورتلخ شناسایی گردید که از این تعداد، ۲۸ ترکیب در تمام جمعیت‌ها مشترک بودند. بیشترین اجزای شیمیایی شناسایی شده در جمعیت‌های دق‌فینو و بستک (۳٦ ترکیب) و کمترین آنها در جمعیت سرچاهان (۳۳ ترکیب) ملاحظه گردید. عمده‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس مورتلخ شامل دلتا- کادینن، لینالول، ۱، ۸- سینئول، آلفا- ترپینئول و گاما- کادینن در بین جمعیت‌های مورد بررسی بودند. وجود تفاوت بین جمعیت‌های مورتلخ نشان داد ضمن تأثیر وراثت گیاه، این گونه از پتاسیل سازگاری بالایی نسبت به شرایط اقلیمی مختلف برخوردار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: **اسانس، تنوع شیمیایی، دلتا- کادینن، رویشگاه طبیعی، مورتلخ.**

Study on chemical compositions of essential oil of some *Salvia mirzayanii* Rech. f. & Esfand. natural populations in Hormozgan province

Safiyeh Binava[1], Alireza Yavari[2*] and Majid Shokrpour [3]
1, 2. M.Sc. Student and Assistant Professor, College of Agriculture & Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
3. Associate Professor, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
(Received: Apr. 08, 2021- Accepted: May 12, 2021)

ABSTRACT

Salvia mirzayanii Rech. f. & Esfand. is an endemic medicinal plant which belonging to the Lamiaceae family where grows wild in Iran. In the present study, the aerial parts of this plant were collected at full flowering stage from four habitats in Hormozgan province including Dagh-e-Fino, Sarchahan, Bastak, Sirmand and Tang-e-Zagh. The plant materials were dried at shade and at room temperature. The essential oils were obtained by hydro-distillation with three replications, the yields were calculated based on dry weight and the oils were analyzed by GC and GC/MS. Results showed that the essential oil contents from Dagh-e-Fino, Sarchahan, Bastak, Sirmand and Tang-e-Zagh natural populations obtained 1.3, 1.2, 1.1, 1.2 and 1.4 (w/w %), respectively. A total of 40 compounds were identified in the essential oils of the aerial parts of *S. mirzayanii*, of which 28 compounds were common to all natural populations. The most identified chemical components were observed in Dagh-e-Fino and Bastak populations (36 compounds) and the lowest in Sarchahan population (33 compounds). Results of essential oil compound analysis revealed that δ-cadinene, linalool, 1,8-cineol, α-terpineol, γ-cadinene and α-terpinyl acetate were the major compounds among the essential oils of studied populations. Existence of differences among populations of *S. mirzayanii* showed that in addition to the effect of plant inheritance, it also has a high adaptation potential so that a wide range of climatic conditions.

Keywords: Chemical diversity, essential oil, natural habitat, δ-cadinene, *Salvia mirzayanii*.

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

مقدمه

متابولیت‌های ثانویه تولید شده در پیکره گیاهان که دارای مواد موثره بسیار سودمند هستند، از دیرباز توسط انسان به‌عنوان موهبت‌های بی‌بدیل طبیعی شمرده شده و به‌طور موثر در التیام دردهای او به کار رفته است. اما گیاهان این ترکیبات را به‌عنوان ابزار سازگاری به اوضاع و پدیده‌های مختلف محیطی و برای حفاظت از اصل و نسل خود تولید می‌نمایند. این مخازن غنی از متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی هر چند اساساً با هدایت فرآیندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند، اما ساخت آنها به‌طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد، به‌طوری که عوامل محیطی سبب تغییراتی در رشد این گیاهان و نیز در مقدار و کیفیت مواد موثره نظیر استروئیدها، گلیکوزیدها، آلکالوئیدها و اسانس‌ها می‌گردد. مهم‌ترین ترکیبات موثره گیاهان دارویی اسانس‌ها می‌باشند. اسانس‌ها از نظر ترکیبات شیمیایی همگن نیستند، بلکه به‌صورت ترکیبات مختلفی مشاهده می‌شوند (Omidbaigi, 2009).

وسعت ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومتر مربعی کشور ایران و موقعیت جغرافیایی گسترده آن در نیم‌کره شمالی زمین که فاصله جنوب و شمال آن را از عرض جغرافیایی ۳۰ درجه تا ۶۰ درجه شمالی در برمی‌گیرد و عوامل دیگری مانند ارتفاعات و فاصله قسمت‌های میانی کشور از آب‌های آزاد موجب شده تا ایران از اقلیم و شرایط آب و هوایی متنوعی برخوردار باشد به‌طوری که در مناطق مختلف از زمین‌های فوق‌العاده خشک و کویری تا زمین‌های بسیار مرطوب و حاصل‌خیز را در برمی‌گیرد (Heydari *et al*., 2020). این تنوع اقلیمی باعث شده تا براساس مستندات علمی، کشور ایران دارای بیش از ۸۰۰۰ گونه گیاهی باشد که اکنون در حدود ۷۵۰۰ گونه آن شناخته شده و از این تعداد نزدیک به ۲۳۰۰ گونه دارای کاربردهای مختلفی در تهیه محصولات دارویی، آرایشی، بهداشتی، مکمل‌های غذایی، چاشنی‌جات، طعم دهنده‌های طبیعی و غیره هستند که می‌توانند به صنعت تبدیل شوند (Binava *et al*., 2020). از این گذشته، این تنوع اقلیمی سبب ایجاد تیپ‌های شیمیایی مختلف برای جمعیت‌های یک گونه دارویی رویش یافته در شرایط اکولوژیکی متنوع می‌گردد که این تنوع شیمیایی منجر به تفاوت در دامنه فعالیت دارویی و بیولوژیک آنها نیز می‌شود. همچنین، درک 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 (Nematollahi *et al*., 2017). 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 تهیه‌ی نقشه‌ی پراکنش جمعیت‌ها براساس این تنوع برداشته شود (Raeisi Monfared *et al*., 2018).

جنس مریم‌گلی (*Salvia*) یکی از مهمترین جنس‌های تیره نعناع (Lamiaceae) می‌باشد که بیش از ۱۰۰۰ گونه در دنیا دارد (Resetnik *et al*., 2016). پراکندگی و گونه‌زایی عمده این جنس در ۳ ناحیه از جهان شامل آمریکای جنوبی و مرکزی، آسیای مرکزی- مدیترانه و آسیای شرقی می‌باشد. این جنس دارای تنوع بسیار بالایی در جهان می‌باشد، به‌طوری که ۶۴ گونه گیاه علفی یکساله و چندساله را شامل می‌شود که در سراسر کشور پراکنده بوده و ۱۷ گونه آن انحصاری ایران می‌باشد (Mozaffarian, 2007; Rechinger, 1982). نسبت گونه‌های اندمیک جنس مریم‌گلی در ایران ۲۷ درصد می‌باشد. به تازگی، علاقه به گونه‌های مختلف این جنس به‌دلیل خواص دارویی و معطر برگ‌های آنها، نقش این گونه‌ها در صنایع غذایی و کاربرد آنها به‌عنوان گیاهان زینتی افزایش یافته است (Bahadori *et al*., 2016).

گونه *Salvia mirzayanii* Rech. f. & Esfand. یکی از گونه‌های اندمیک و در حال انقراض این جنس می‌باشد (Binava *et al*., 2020) که از نظر خصوصیات ظاهری، گیاهی درختچه‌ای کوتاه به ارتفاع ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متر با ساقه افراشته، منشعب و پوشیده از کرک‌های غده‌دار در قسمت‌های پایینی می‌باشد که در دامنه‌های سنگی- صخره‌ای منطقه ایرانی تورانی در نواحی جنوب و مرکز ایران شامل استان‌های سیستان

و بلوچستان، کرمان، هرمزگان، فارس و بوشهر رویش دارد (Jamzad, 2012; Rechinger, 1982). این گونه در طب سنتی با نام‌های مورتلخ، مروتلخ، مورپرزو، شیرغنم، مریم‌گلی کاروانداری و مریم‌گلی ایرانی شناخته می‌شود که از آن برای بیماری‌های گوارشی چون سوزش معده، اسهال، شکم درد، مسمومیت، درد مفاصل، سردرد، التیام زخم، کاهش چربی و قند خون استفاده می‌شود. برگ مورتلخ به صورت جوشانده، پودر و دم‌کرده نیز توسط مردم محلی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Binava *et al*., 2020; Soltanipoor, 2007, 2005).

وارد کردن هر گیاه دارویی به کشت و صنعت باید با بررسی‌های دقیق جمعیت‌های وحشی، اهلی کردن آنها و یا اصلاح گونه‌های زیرکشت انجام شود تا مواد اولیه با امنیت و کارایی مناسبی تامین گردد (Taheri Boukani & Najafzadeh, 2020; Yavari *et al*., 2010). با توجه به اهمیت و کاربرد ترکیب‌های فرّار و اسانس‌ها در صنایع مختلف دارویی، غذایی و آرایشی- بهداشتی، استخراج و مطالعه اجزای تشکیل دهنده آنها از مواد گیاهی مختلف بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. تاکنون گزارش‌های متعددی از مطالعه تنوع ترکیبات شیمیایی اسانس گونه‌های مختلف جنس مریم‌گلی در ایران منتشر شده است (Asadollahi *et al*., 2018; Mahdieh *et al*., 2018; Bahadori *et al*., 2016; Fattahi *et al*., 2014; Sefidkon & Khajavi, 1999). بررسی بازده عملکرد و ترکیب‌های شیمیایی اسانس اندام‌های هوایی مورتلخ جمع‌آوری شده از هفت رویشگاه طبیعی در استان‌های فارس (بوانات، داراب، سروستان و لار) و هرمزگان (تنگه‌زاغ، سرچاهان و کوه سیرمند) نشان داد بیشترین و کمترین بازده اسانس به ترتیب مربوط به سیرمند (۲/۲ درصد) و سروستان (۰/۶ درصد) بود. ترکیبات اصلی اسانس این جمعیت‌ها شامل لینالیل استات، ترانس سابینن هیدرات، ۱ و ۸- سینئول، لینالول، گاما کادینن و آلفا ترپنیل استات گزارش گردید (Nematollahi *et al*., 2017). در بررسی دیگر روی نمونه جمع‌آوری شده از گونه *S. mirzayanii* در مرحله گلدهی از منطقه خاش در استان سیستان و بلوچستان مشخص شد بازده اسانس ۰/۹ درصد بوده و ترکیب غالب اسانس آن از بین ۲۸ ترکیب شناسایی شده، لینالول (۱۹ درصد)، لینالیل استات (۱۲/۹ درصد)، ۱و ۸- سینئول (۱۲/۱ درصد) و ترپنیل استات (۱۱/۵ درصد) به‌دست آمد (Mirza *et al*., 2003).

در برخی از مناطق جنوبی کشور، به‌ویژه استان‌های هرمزگان و فارس، این گونه از جمله گیاهان دارویی پرمصرف و پرکاربرد است که همراه با چرای بیش از حد دام، خشکسالی‌های اخیر و کندی زادآوری آن در طبیعت، رویشگاه‌های آن به سرعت در حال محدود شدن می‌باشد، از طرفی روش‌های غیراصولی برداشت و نیز برداشت بی‌رویه آن با توجه به نقشی که در اقتصاد خانواده‌های روستایی از طریق جمع‌آوری و فروش در عطاری‌ها و بازارهای سنتی و حتی صدور آن به کشورهای حوزه خلیج‌فارس و پاکستان دارد، باعث کاهش جمعیت‌های طبیعی و تخریب ذخایر ژنتیکی آن شده است (Binava *et al*., 2020). با توجه به اهمیت گیاه دارویی مورتلخ از نظر خصوصیات دارویی، اقتصادی و نیز خشکسالی‌های پیوسته چند سال گذشته و برداشت بی‌رویه از طبیعت، هدف از این تحقیق، شناسایی رویشگاه‌های طبیعی مورتلخ در استان هرمزگان و ارزیابی تأثیر شرایط آب و هوایی مختلف بر ویژگی‌های اسانس این گونه ارزشمند اندمیک می‌باشد تا نتایج آن به‌عنوان اقدامی مؤثر در راستای مطالعات اهلی کردن، کشت و حفاظت ژرم‌پلاسم و نیز تأمین ماده اولیه فراخور بخش‌های مختلف صنعت باشد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری مواد گیاهی و خشک کردن

جهت تعیین نقاط پراکنش، ابتدا محدوده رویشگاه‌های طبیعی *S. mirzayanii* با استفاده از منابع اولیه موجود از جمله فلور ایران- تیره نعناع (Jamzad, 2012) و فلورا ایرانیکا (Rechinger, 1982)، گزارش‌های کارشناسی و مصاحبه با کارشناسان مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان و مشاهده مستقیم مشخص گردید (شکل ۱).

شکل ۱. گیاه مورتلخ (*Salvia mirzayanii*) در رویشگاه طبیعی سیرمند استان هرمزگان
Figure 1. *Salvia mirzayanii* in Sirmand natural habitat of Hormozgan province

پس از تعیین محدوده رویشگاه‌های مورتلخ 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 پنج رویشگاه در استان هرمزگان (دق‌فینو، سرچاهان، بستک، سیرمند و تنگه‌زاغ) در زمستان سال ۱۳۹۶ و بهار سال ۱۳۹۷ جمع‌آوری گردید و به آزمایشگاه فناوری گیاهان دارویی دانشگاه هرمزگان جهت خشک کردن در سایه و دمای اتاق انتقال یافتند. شناسایی نمونه‌ها با استفاده از فلور ایران- تیره نعناع (Jamzad, 2012) و فلورا ایرانیکا در هرباریوم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان انجام شده (Rechinger, 1982) و این گونه با کد هرباریومی ۴۴۹۳۱ ثبت گردید.

اطلاعات رویشگاهی هر منطقه شامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از دستگاه مکان‌یاب جهانی (GPS) (مدل Garmin eTrex 30x GPS) 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 اشاره‌شده از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی با اولویت ایستگاه‌های سینوپتیک استخراج گردید (جدول ۱).

استخراج اسانس

به‌منظور استخراج و تعیین درصد اسانس، از روش تقطیر با آب استفاده گردید. به منظور ایجاد بیشترین سطح تماس با آب موجود در بالون دستگاه، نمونه‌های خشک اندام هوایی حاوی سرشاخه گلدار با دستگاه آسیاب خرد شده و میزان ۱۰۰ گرم از پودر حاصل با افزودن حجم معینی از آب مقطر به روش تقطیر با آب به کمک دستگاه کلونجر و براساس فارماکوپه بریتانیا (British Pharmacopoeia, 2007) به‌مدت ۳ ساعت اسانس‌گیری شدند و بازده اسانس (درصد وزن به وزن خشک) براساس سه تکرار محاسبه گردید (رابطه ۱) (Medjahed *et al*., 2016). جهت حذف رطوبت موجود در اسانس استحصالی، از سولفات سدیم انیدرید استفاده شد. نمونه‌های اسانس استخراج شده تا زمان تزریق به دستگاه‌های GC و GC/MS در شیشه‌های کوچک تیره و دربسته در دمای یخچال نگهداری شدند.

$$\text{بازده اسانس (٪)} = \frac{\text{وزن اسانس}}{\text{وزن ماده گیاهی}} \times ۱۰۰ \quad \text{رابطه ۱)}$$

جدول ۱. برخی از ویژگی‌های رویشگاه‌های جمع‌آوری گونه *Salvia mirzayanii*

Table 1. Some characteristics of the collected *Salvia mirzayanii* natural habitats

Collection places	Geographic location			Climatic conditions			
	Altitude (m)	Longitude (E)	Latitude (N)	Mean annual temp. (°C)	Maximal temp. (°C)	Minimal temp. (°C)	Rainfall (mm/year)
Dagh-e-Fino	1300	56° 01'	27° 53'	+24.8	+42.4	+3.4	176.3
Sarchahan	1100	55° 56'	27° 56'	+25.8	+44.3	+5.5	166.7
Bastak	417	54° 21'	27° 13'	+26.5	+48.6	+3.7	156.2
Sirmand	1210	56° 05'	27° 59'	+24.9	+46.8	+3.6	177.6
Tang-e-Zagh	1360	55° 97'	27° 84'	+23.6	+40.8	+3.2	188.7

جداسازی و شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس

برای جداسازی و شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس، از دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) بخش تحقیقات گیاهان دارویی موسسه جنگل‌ها و مراتع کشور استفاده شد. درصد ترکیب‌های تشکیل دهنده هر اسانس پس از جداسازی به همراه شاخص بازداری محاسبه گردید. طیف‌های جرمی مربوط به ترکیب‌های موجود در اسانس به‌منظور بررسی کیفی (شناسایی) به‌دست آمد. شناسایی طیف‌ها به کمک محاسبه شاخص‌های بازداری کواتس که با تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C_7-C_{25}) 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 کروماتوگرافی گازی به دست آمد و با مقادیری که در منابع مختلف با در نظر گرفتن اندیس کواتس منتشر شده، مقایسه گردید (Shibamoto, 1987; Davies, 1998; Adams, 2011).

روش‌های تجزیه دستگاهی

دستگاه گاز کروماتوگراف (GC)

گاز کروماتوگراف مدل Thermo-UMF مجهز به داده‌پرداز با نرم افزار 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 تجارتی 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 رسید. سپس دما با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه افزایش یافته و در دمای ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸/۵ دقیقه متوقف شد. 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 هلیم 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 متصل شده به طیف‌سنج جرمی (Saturn II, GC/MS) استفاده شد. ستون مورد استفاده از نوع DB-5 نیمه‌قطبی به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۲۵ میکرون 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 ترانسفرلاین ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از گاز هلیم به عنوان گاز حامل مورد استفاده قرار گرفته است. سرعت گاز هلیم ۳۱/۵ سانتی‌متر بر ثانیه، دتکتور تله یونی (Ion trap)، انرژی یونیزاسیون معادل ۷۰ الکترون ولت، زمان اسکن برابر یک ثانیه و ناحیه جرمی از ۴۰ تا ۳۰۰ بوده است.

داده‌های حاصل از بازده اسانس جمعیت‌های مختلف جهت تجزیه واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی، با سه تکرار و مقایسه میانگین عملکرد

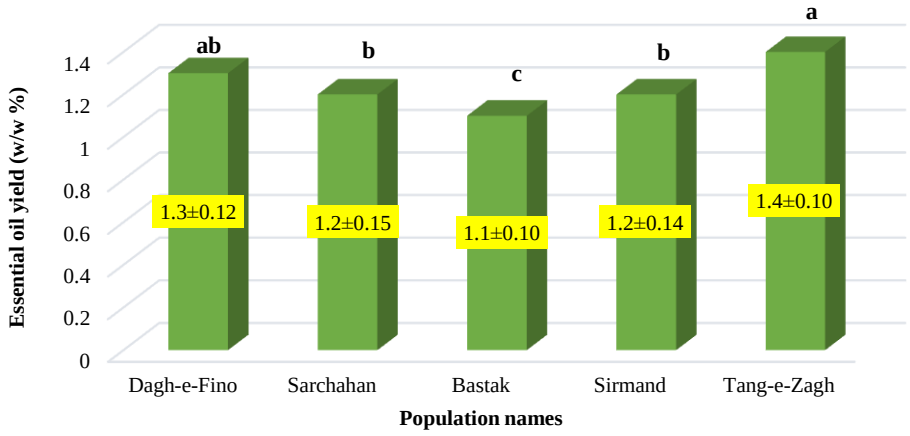
متوسط اسانس به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ver. 9.4 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

بازده متوسط تولید اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد در بین جمعیت‌های مورد مطالعه، از نظر بازده اسانس در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بازده متوسط تولید اسانس توسط سرشاخه‌های گلدار گیاه *S. mirzayanii* در سه بار تکرار بر حسب وزن اسانس به روش تقطیر با آب، در شکل ۲ آمده است. درصد اسانس در نمونه‌های مختلف از ۱/۱ تا ۱/۴ درصد متغیر بود. نتایج نشان داد بیشترین متوسط بازده اسانس مربوط به رویشگاه تنگه‌زاغ (۱/۴ درصد) و کمترین متوسط بازده اسانس مربوط به رویشگاه بستک (۱/۱ درصد) بود. بازده متوسط اسانس مربوط به رویشگاه دق‌فینو ۱/۳ درصد و دو رویشگاه سرچاهان و سیرمند به‌طور مساوی ۱/۲ درصد حاصل شد. مقایسه نتایج حاصل از این پژوهش با مطالعات پیشین، شباهت‌ها و تفاوت‌هایی را نشان داد. در تحقیقات قبلی بازده اسانس گیاه جمع‌آوری شده از چهار رویشگاه طبیعی استان فارس شامل لار، جهرم، سروستان و بوانات به ترتیب ۱/۷۵، ۱/۶۰، ۱/۵۵ و ۱/۴۳ درصد گزارش گردید (Ghasemi *et al.*, 2020). در گزارش دیگری از نمونه گیاهی جمع‌آوری‌شده از منطقه خنج واقع در استان فارس، بازده اسانس ۲/۳ درصد اعلام شد (Binava *et al.*, 2020). در پژوهشی متوسط بازده اسانس اندام هوایی هفت جمعیت مختلف مورتلخ جمع‌آوری‌شده از رویشگاه‌های طبیعی آن در استان‌های فارس و هرمزگان بین ۰/۶ تا ۲/۲ درصد گزارش شد که بیشترین بازده اسانس مربوط به جمعیت سیرمند استان هرمزگان با عملکرد ۲/۲ درصد به‌طور تقریبی دو برابر بازده اسانس اندام هوایی مورد بررسی از سیرمند در این پژوهش (۱/۲ درصد) است (Nematollahi *et al.*, 2017). در مطالعه دیگری از نمونه گیاهی جمع‌آوری شده از منطقه بستک واقع در استان هرمزگان، بازده اسانس ۲/۲ درصد اعلام شد، این در حالی است که بازده متوسط اسانس در پژوهش حاضر از رویشگاه بستک ۱/۱ درصد به‌دست آمد (Javidnia *et al.*, 2002). این تنوع موجود در مقدار درصد اسانس در پژوهش‌های مختلف می‌تواند مربوط به ژنتیک گیاه، شرایط اقلیمی محل رویش، ارتفاع از سطح دریا، زمان برداشت گیاه، روش خشک کردن، روش استخراج اسانس و اثر متقابل این عوامل باشد (Meamari *et al.*, 2020).

رویشگاه‌های مورتلخ مورد مطالعه در این پژوهش از ارتفاع ۴۱۷ تا ۱۳۶۰ متر از سطح دریا پراکنش داشتند. بالاترین بازده اسانس در رویشگاه تنگه‌زاغ مشاهده گردید که ارتفاع از سطح دریا در آن رویشگاه ۱۳۶۰ متر بود و کمترین بازده اسانس از رویشگاه بستک مشاهده گردید که ارتفاع از سطح دریا در آن رویشگاه ۴۱۷ متر بود. تأثیر ارتفاع روی کمیّت اسانس توسط محققان قبلی اثبات شده است.



شکل ۲. مقایسه میانگین بازده اسانس جمعیت‌های مورد مطالعه گیاه مورتلخ (*Salvia mirzayanii*)

Figure 2. Mean comparison of the essential oil yield of the studied *Salvia mirzayanii* populations

بررسی‌های پیشین صورت‌گرفته روی گونه‌ای از مریم‌گلی (*Salvia santolinifolia*)، که در نواحی جنوبی ایران پراکنش دارد، نشان می‌دهد با افزایش ارتفاع، بازده اسانس افزایش می‌یابد و در مناطق با ارتفاع پایین‌تر از سطح دریا، بازده اسانس از روند کاهشی برخوردار است (Raeisi Monfared *et al.*, 2018; Sonboli *et al.*, 2006; Sefidkon & Khajavi, 1999). یافته‌های پژوهش حاضر حاکی از افزایش بازده اسانس جمعیت‌های مورد مطالعه متناسب با افزایش ارتفاع می‌باشد که با نتایج پیشین مطابقت دارد (شکل ۲).

تغییرات متوسط دمای سالیانه در رویشگاه‌های مختلف مورتلخ بین ۲۳/۶ تا ۲۶/۵ درجه سانتی‌گراد بوده و تفاوت بین کمینه دما و بیشینه دما در رویشگاه‌های مورد مطالعه ۴۵/۴+ درجه سانتی‌گراد بود. دمای محیط از طریق تأثیر در تبخیر و تعرق، هدایت روزنه‌ای، سرعت فعل و انفعالات شیمیایی مثل فتوسنتز، جذب مواد غذایی از بستر، حل شدن گازها و تأثیر در رشد و نمو گیاهان (نیاز حرارتی تجمعی گیاه)، تولید متابولیت‌های اولیه و ثانویه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در مسیر بیوسنتزی اسانس، دما روی سرعت متیلاسیون، اکسیداسیون و احیاء تأثیر گذاشته و نسبت ترکیب‌های مختلف را تغییر می‌دهد که باعث تغییر در کمیّت و کیفیت اسانس می‌شود (Sangwan *et al.*, 2001). بررسی متوسط بارش سالیانه در رویشگاه‌های مورد بررسی نشان داد بیشترین بارندگی در منطقه تنگه‌زاغ (۱۸۸/۷ میلی‌متر) و کمترین میزان بارش در منطقه بستک (۱۵۶/۲ میلی‌متر) رخ می‌دهد. یافته‌های این تحقیق حکایت از دامنه تحمل این گیاه نسبت به دماهای سخت محیطی است، به‌طوری که 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 ترکیب‌های فرّار گیاه به دلیل نقش محافظتی این ترکیبات در برابر دما و نور بالا، افزایش می‌یابد. بالا بودن میزان اسانس در رویشگاه تنگه‌زاغ در بین رویشگاه‌های مورد مطالعه را می‌توان به این شرایط نسبت داد (Llusia *et al.*, 2006). تولید و تجمع ترکیب‌های ثانویه مانند اسانس‌ها در گیاهان دارویی از پیچیدگی و ابهام‌های متعددی برخوردار است. به نظر می‌رسد از عوامل محیطی، علاوه بر عامل ارتفاع از سطح دریا، آب و رطوبت نسبی و نیز دمای منطقه، سایر عوامل مانند عرض جغرافیایی و به‌ویژه شرایط ادافیکی رویشگاه و نیز میکروارگانیسم‌های موجود در آن، در کنار ژنتیک گیاه، در بروز نوسان در بازده اسانس تأثیرگذار باشند (Dudareva *et al.*, 2004; Sangwan *et al.*, 2001). بنابراین با انجام مطالعات جامع‌تر و بررسی تمام عوامل تأثیرگذار می‌توان به میدان اکولوژیکی مناسب جهت تولید بهینه اسانس در گونه *S. mirzayanii* دست یافت.

بررسی اجزای اسانس

جمعیت‌های طبیعی مختلف مورتلخ مورد مطالعه در این پژوهش از نظر نوع و درصد ترکیب‌های اسانس، تنوع زیادی با یکدیگر نشان دادند (جدول ۲). در مجموع تعداد ۴۰ ترکیب در اسانس سرشاخه‌های گلدار این گونه شناسایی گردید که از این تعداد، ۲۸ ترکیب در تمام جمعیت‌های طبیعی مشترک بودند. در پنج رویشگاه طبیعی دق‌فینو، سرچاهان، بستک، سیرمند و تنگه‌زاغ، به‌ترتیب ۳۶، ۳۳، ۳۶، ۳۵ و ۳۵ ترکیب شناسایی شدند که در جدول ۲ آورده شده است. ترکیب‌های شناسایی‌شده از رویشگاه دق‌فینو ۹۸/۸ درصد، رویشگاه سرچاهان ۹۷/۷ درصد، رویشگاه بستک ۹۸/۳ درصد، رویشگاه سیرمند ۹۶/۶ درصد و رویشگاه تنگه‌زاغ ۹۸/۴ درصد از اجزای اسانس را به خود اختصاص دادند. عمده‌ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گونه *S. mirzayanii* عبارتند از: دلتا- کادینن (۱۶/۱ درصد)، لینالول (۱۴/۷ درصد)، بتا- اودِسمول (۷/۲ درصد)، ۱، ۸- سینئول (۶/۷ درصد)، آلفا- ترپینئول (۵/۴ درصد)، گاما- کادینن (۵/۲ درصد) و اسپاتولنول (۵/۱ درصد) از رویشگاه دق‌فینو؛ لینالول (۱۴/۷ درصد)، دلتا- کادینن (۱۳/۶ درصد)، آلفا- ترپینیل استات (۶/۸ درصد)، ۱، ۸- سینئول (۶/۵ درصد)، بی‌سیکلو ژرماکرن (۶/۳ درصد)،

گاما- کادینن (۵/۹ درصد) و آلفا- ترپینئول (۵/۲ درصد) از رویشگاه سرچاهان، دلتا- کادینن (۱۶/۵ درصد)، لینالول (۱۳/۱ درصد)، آلفا- ترپینیل استات (۱۲/۳ درصد)، ۱، ۸- سینئول (۱۰/۳ درصد)، گاما- کادینن (۶/۴ درصد) و آلفا- ترپینئول (۵/۴ درصد) از رویشگاه بستک، دلتا- کادینن (۱۶/۵ درصد)، لینالول (۱۰/۵ درصد)، گاما- کادینن (۶/۸ درصد)، اسپاتولنول (۶/۲ درصد)، بتا- اودِسمول (۶/۲ درصد)، آلفا- ترپینیل استات (۶/۲ درصد) و ۱، ۸- سینئول (۵/۴ درصد) از رویشگاه سیرمند لینالول (۱۶/۰ درصد)، دلتا- کادینن (۱۵/۲ درصد)، ۱، ۸- سینئول (۸/۷ درصد)، گاما- کادینن (۵/۷ درصد) و آلفا- ترپینئول (۵/۴ درصد) از رویشگاه تنگه‌زاغ بوده و سایر ترکیب‌ها، کمتر از پنج درصد اجزای اسانس را تشکیل دادند.

جدول ۲. ترکیب‌های شناسایی شده در اسانس گونه *S. mirzayanii* در رویشگاه‌های مختلف

Table 2. Identified compounds in the essential oils of *S. mirzayanii* from different habitats

No.	Compound name	Class of Compounds	RI**	Content (%)					Identification*
				Dagh-e-Fino	Sarchahan	Bastak	Sirmand	Tang-e-Zagh	
1	α-Pinene	MH	948	0.5	0.5	-	-	-	MS, RI
2	β-Pinene	MH	981	1.3	1.4	1.2	1.1	1.4	MS, RI
3	Myrcene	MH	1008	1.4	1.2	0.6	0.3	1.2	MS, RI
4	dehydro-1,8-Cineole	OM	1016	-	-	1.1	0.3	0.4	MS, RI
5	α-Terpinene	MH	1045	0.5	0.5	0.4	-	0.5	MS, RI
6	*ρ*-Cymene	MH	1055	0.6	0.9	1.4	0.5	0.7	MS, RI
7	Limonene	MH	1060	0.8	0.9	0.8	0.6	0.9	MS, RI
8	1,8-Cineole	OM	1064	6.7	6.5	10.3	5.4	8.7	MS, RI
9	*cis*-Linalool oxide	OM	1093	0.8	0.6	0.6	0.3	0.9	MS, RI
10	Terpinolene	MH	1109	0.7	-	0.8	0.4	0.8	MS, RI
11	Linalool	OM	1113	14.7	14.7	13.1	10.5	16.0	MS, RI
12	*cis*-Verbenol	OM	1117	0.9	0.6	0.6	0.5	0.7	MS, RI
13	Pinocarvone	MH	1159	0.6	-	0.4	-	0.5	MS, RI
14	δ-Terpineol	OM	1211	-	-	0.7	-	-	MS, RI
15	Terpinen-4-ol	OM	1222	-	-	0.5	0.4	-	MS, RI
16	α-Terpineol	OM	1236	5.4	5.2	5.4	3.8	5.4	MS, RI
17	Linalool acetate	OM	1259	1.4	2.1	2.0	3.4	2.9	MS, RI
18	*n*-Decanol	Others	1270	1.4	1.3	0.9	1.0	1.3	MS, RI
19	Carvacrol	OM	1355	-	-	-	0.5	-	MS, RI
20	δ-Elemene	SH	1358	1.1	1.2	1.1	1.1	1.3	MS, RI
21	α-Terpinyl acetate	OM	1364	3.8	6.8	12.3	6.2	4.6	MS, RI
22	Geranyl acetate	OM	1373	2.5	2.7	2.3	2.1	2.7	MS, RI
23	β-Elemene	SH	1424	1.5	2.1	1.8	2.1	1.9	MS, RI
24	α-Gurjunene	SH	1457	1.3	1.3	1.7	1.5	2.5	MS, RI
25	β-Gurjunene	SH	1460	0.6	1.2	0.5	1.4	0.6	MS, RI
26	α-Guaiene	SH	1474	0.5	0.6	0.5	0.6	1.2	MS, RI
27	β-Selinene	SH	1485	0.6	1.7	0.6	0.8	-	MS, RI
28	Bicyclogermacrene	SH	1492	3.1	6.3	1.9	3.4	3.9	MS, RI
29	*trans*-β-Guaiene	SH	1517	1.1	1.1	1.0	-	1.1	MS, RI
30	α-Muurolene	SH	1536	2.6	2.3	2.6	2.7	2.5	MS, RI
31	γ-Cadinene	SH	1544	5.2	5.9	6.4	6.8	5.7	MS, RI
32	δ-Cadinene	SH	1555	16.1	13.6	16.5	16.5	15.2	MS, RI
33	Cadina-1,4-diene	SH	1563	0.8	0.6	0.5	0.9	0.6	MS, RI
34	Pogostol	OS	1604	1.1	1	0.9	1.3	1.0	MS, RI
35	*epi*-α-Muurolene	SH	1641	1.2	1.1	0.8	1.8	1.1	MS, RI
36	Spathulenol	OS	1648	5.1	4.4	2.2	6.2	3.2	MS, RI
37	*tau*-cadinol	OS	1706	1.1	-	-	0.3	0.6	MS, RI
38	Cubenol	OS	1709	3.3	2.6	1.7	4.2	1.8	MS, RI
39	β-Eudesmol	OS	1719	7.2	3.8	2.2	6.2	3.6	MS, RI
40	α-Cadinol	OS	1732	1.3	1.0	-	1.5	1	MS, RI
Monoterpene hydrocarbons (MH)				6.4	5.4	5.6	2.9	6.0	
Oxygenated monoterpens (OM)				36.2	39.2	48.9	33.4	42.3	
Sesquiterpene hydrocarbons (SH)				35.7	39.0	35.9	39.6	37.6	
Oxygenated sesquiterpenes (OS)				19.1	12.8	7.0	19.7	11.2	
Others				1.4	1.3	0.9	1.0	1.3	
Total identified				**98.8**	**97.7**	**98.3**	**96.6**	**98.4**	
Essential oil content (w/w %)				1.3	1.2	1.1	1.2	1.4	

*) روش شناسایی: اندیس بازداری (RI) و اسپکترومتری جرمی (MS).

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

*) Mode of identification: retention index (RI) and mass spectrometery (MS).

**) RI: retention indices determined in the present work relative to C_6–C_{24} *n*-alkanes on the Ph-5 column.

ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانسِ جمعیت‌های طبیعی مختلف گیاه مورتلخ از نظر فرمول شیمیایی، گروه‌بندی شده و در انتهای جدول ۲ آورده شده است. با توجه به ترکیب‌های مختلف شناسایی شده در اسانس این پنج نمونه، مشخص گردید که مونوترپن‌های اکسیژن‌دار اصلی‌ترین گروه اجزای تشکیل‌دهنده دق‌فینو (۳۶/۲ درصد)، سرچاهان (۳۹/۲ درصد)، بستک (۴۸/۹ درصد) و تنگه‌زاغ (۴۲/۳ درصد) بوده و اصلی‌ترین گروه اجزای تشکیل‌دهنده سیرمند (۳۹/۶ درصد)، ترکیبات هیدروکربن‌های سسکویی‌ترپنی بودند. پس از آن هیدروکربن‌های سسکویی‌ترپنی سهم بیشتری را در اجزای تشکیل‌دهنده دق‌فینو، سرچاهان، بستک و تنگه‌زاغ دارا بوده و در نمونه سیرمند، مونوترپن‌های اکسیژن‌دار در جایگاه دوم قرار گرفتند. سسکویی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار و هیدروکربن‌های مونوترپنی سهم کمتری داشتند. از ۲۸ ترکیب مشترک تشکیل‌دهنده اسانس در جمعیت‌های طبیعی مورد مطالعه *S. mirzayanii*، دلتا- کادینن، لینالول، آلفا- ترپینل استات، ۱و۸- سینئول و گاما- کادینن جزو ترکیب‌های عمده مشترک بودند.

در پژوهش صورت گرفته روی اسانس حاصل از سرشاخه گلدار مورتلخ جمع‌آوری شده از منطقه خُنج استان فارس تعداد ۲۶ ترکیب در اسانس آن شناسایی گردید. پنج ترکیب دلتا- کادینن، آلفا- ترپینیل استات، لینالول، ۱و۸- سینئول، گاما- کادینن و آلفا- ترپینئول بیشترین ترکیب‌های اسانس را به خود اختصاص دادند. همچنین مشخص شد که مونوترپن‌های اکسیژن‌دار اصلی‌ترین گروه اجزای تشکیل‌دهنده نمونه اسانس سرشاخه گلدار (۴۷ درصد) بودند (Binava *et al*., 2020). در مطالعه‌ای دیگر روی تنوع شیمیایی اسانس جمعیت‌های مختلف گیاه مورتلخ، از آنالیز اسانس اندام هوایی مورتلخ تعداد ۱۲۷ ترکیب شناسایی گردید لینالیل استات، ترانس- سابینن هیدرات، ۱، ۸- سینئول، لینالول، گاما- کادینن و آلفا- ترپینیل استات ترکیب‌های اصلی اسانس این جمعیت‌ها بودند (Nematollahi *et al*., 2017). در تحقیق دیگری روی اسانس حاصل از اندام هوایی گیاه *S. mirzayanii* جمع‌آوری‌شده از رویشگاه بستک استان هرمزگان، تعداد ۸۱ ترکیب در اسانس آن گزارش شد که عمده‌ترین ترکیب‌های آن شامل اسپاتولنول، دلتا- کادینن، آلفا- ترپینیل استات و لینالول بود (Javidnia *et al*., 2002). در سایر گزارش‌های موجود برای مورتلخ نیز عمده‌ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس اندام هوایی آن، بتا- اودسمول، کوبنول، لینالیل استات، آلفا- کادینول، ۵- نئو- سدرانول، دلتا- کادینن، ژرماکرن، کاریوفیلن اکساید، اوکالیپتول و ۸- استوکسی لینالول گزارش شده است (Rajabi *et al*., 2014; Zarshenas & Krenn, 2014; Armana *et al*., 2012; Yamini *et al*., 2008; Asadipour *et al*., 2004). مشاهده این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از تأثیر عوامل مختلف اکولوژیکی، ادافیکی و اقلیمی روی ترکیب اسانس جمعیت‌های مختلف یک گونه باشد که در مناطق جغرافیایی متفاوت از هم پراکنش و رویش دارند (Afkar *et al*., 2021; Yavari *et al*., 2010).

ترکیب آلفا- ترپینیل استات (alpha-terpinyl acetate) در اسانس جمعیت بستک بیشترین مقدار را در بین پنج جمعیت مورد بررسی به میزان ۱۲/۳ درصد، دارا بود. این ترکیب جزو ترکیبات استر مونوترپنی بوده که در اسانس برخی از گیاهان معطر یافت می‌شود. این ماده پراهمیت اقتصادی، از نظر عطر و طعم، مولکولی شیرین بوده و شبیه عطر گل اسطوخودوس می‌باشد. آلفا- ترپینیل استات به طور گسترده‌ای به عنوان ماده معطر و خوشبو کننده در تولید انواع محصولات آرایشی و بهداشتی مانند صابون، شامپو، فرآورده‌های ضد تعریق و لوسیون‌ها، خوشبو کننده‌های هوا، محصولات شوینده و محافظتی مبلمان و در نهایت، انواع شوینده‌های مورد استفاده در دستگاه‌های لباسشویی و ظرفشویی استفاده می‌شود (Vaičiulytė *et al*., 2021). در صنایع غذایی، از این ترکیب به‌عنوان افزودنی جهت طعم‌دار کردن انواع محصولات غذایی از قبیل بستنی‌های میوه‌ای، نوشیدنی‌ها، آب نبات‌ها و آدامس‌های طعم‌دار نیز استفاده می‌گردد. از طرف دیگر، به دلیل اهمیت آن در درمان بیماری آلزایمر، در ساخت داروهای ضد آلزایمر با منشأ گیاهی کاربرد دارد. بنابراین، بررسی‌های

گسترده برای یافتن منابع طبیعی جدید مانند گونه *S. mirzayanii*، برای معرفی آن به صنایع مرتبط بسیار مهم می‌باشد (Chowdhury & Kumar, 2020).

در ادامه با توجه به غالب بودن ترکیب دلتا- کادینن و لینالول در اسانس جمعیت‌های مورد مطالعه، لازم است تا نکاتی پیرامون این ترکیب‌ها ارائه گردد.

دلتا- کادینن

دلتا- کادینن (δ-Cadinene) یک هیدروکربن سسکوئی ترپنی دو حلقه‌ای با فرمول $C_{15}H_{24}$ و با جرم مولی ۲۰۴/۳۵ $g\ mol^{-1}$ می‌باشد. این ترکیب به‌دلیل دارا بودن خاصیت درمانی در صنایع داروسازی برای تولید داروهای ضدسرطان مورد توجه است. این ترکیب از طریق آپوپتوز وابسته به کاسپاز و توقف چرخه سلولی، از رشد سلول‌های سرطانی به‌ویژه در سرطان تخمدان، جلوگیری می‌کند (Hui *et al.*, 2015). دلتا- کادینن به‌عنوان یک حشره‌کش دوست‌دار محیط زیست، توانایی از بین بردن لارو حشره مالاریا را دارا می‌باشد که از این خاصیت آن در تولید سموم حشره‌کش با منشأ زیستی در صنعت مربوطه بهره می‌برند (Govindarajan *et al.*, 2016). با توجه به موارد کاربرد دلتا- کادینن، نمونه‌های جمع‌آوری شده از بستک، سیرمند و دق‌فینو که در اسانس خود میزان بیشتری دلتا- کادینن داشته، به‌عنوان گزینه‌های پیشنهادی به لحاظ کیفی برای استفاده در داروسازی و تولید سموم حشره‌کش قابل طرح می‌باشند.

لینالول

لینالول (Linalool) یک مونوترپن اکسیژن‌دار غیرحلقوی معطر با فرمول $C_{10}H_{18}O$ و با جرم مولی ۱۵۴/۲۵ $g.\ mol^{-1}$ که از نظر رنگ، بی‌رنگ تا زرد کم‌رنگ می‌باشد. این ترکیب در بسیاری از گیاهان گلدار و گونه‌های گیاهی توسط فعالیت یک کلاس از آنزیم‌های مونوترپن سنتتاز به نام لینالول سنتاز (LIS) از ایزوپنتیل پیروفسفات حاصل می‌شود. لینالول به دلیل داشتن بوی معطر، در ساخت ۸۰-۶۰ درصد از مواد بهداشتی و تمیز کننده مانند صابون‌ها و لوسیون‌ها، استفاده می‌شود و علاوه بر کاربرد در صنایع آرایشی و بهداشتی، در درمان بیماری‌هایی مثل حساسیت‌های شدید پوستی، لوسمی و سرطان سینه نیز به کار می‌رود (Raguso, 2016; Nakamura *et al.*, 2009). این ترکیب از طریق حفاظت از سیستم کولینرژیک مانع از نقص حافظه ناشی از تشنج می‌شود. از این گذشته، از لینالول در صنایع غذایی و نوشابه‌سازی به‌وفور به‌عنوان طعم دهنده، استفاده می‌شود. در صنعت، لینالول به‌عنوان یک ترکیب حدواسط مهم در تولید ویتامین‌های E و A، فارنسول و سیترونلول نیز به‌کار گرفته می‌شود. همچنین، از آن به‌عنوان حشره‌کش برای کنترل انگل‌های روی پوستی حیوانات خانگی استفاده می‌شود (Gupta *et al.*, 2019; Aprotosoaie *et al.*, 2014). با توجه به موارد کاربرد لینالول، نمونه تنگه‌زاغ که در اسانس خود میزان بیشتری لینالول داشته، کیفیت بالاتری برای استفاده در داروسازی و تولید مواد آرایشی و بهداشتی دارد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به اهمیت مورتلخ از نظر اقتصادی و برداشت بی‌رویه آن که منجر به در معرض خطر انقراض قرار گرفتن جمعیت‌های طبیعی آن شده، روند اهلی‌سازی این گونه و معرفی به سیستم‌های کشاورزی باید در اولویت قرار گیرد. در این راستا، نتایج کلی این پژوهش به‌منظور بررسی دقیق جنبه‌های شیمیایی اسانس جمعیت‌های مختلف *S. mirzayanii* در استان هرمزگان، به‌عنوان یکی از خاستگاه‌های اصلی این گونه در کشور، نشان داد که تنوع زیادی در بین جمعیت‌های طبیعی مورد بررسی مورتلخ براساس ویژگی‌های فیتوشیمیایی اسانس وجود دارد که نشان دهنده پتاسیل ژنتیکی بالا و همچنین اثرات اقلیمی که در طول سالیان متمادی باعث تغییر در خصوصیات ژنتیکی گیاه شده است، می‌باشد. وجود تفاوت بین جمعیت‌های طبیعی نشان داد ضمن تأثیر وراثت گیاه، دارای پتاسیل سازگاری بالایی نیز بوده به طوری که دامنه وسیعی از شرایط اقلیمی از قبیل دما، ارتفاع و بارندگی در بین جمعیت‌های مختلف می‌باشد. این شرایط باعث شده تا جمعیت‌های مختلف این گونه که در

رویشگاه‌های مختلف جغرافیایی پراکنش و رویش دارند، علی‌رغم شباهت‌های ظاهری که با هم دارند، ولی از نظر بازده اسانس و ترکیب‌های موجود در اسانس با هم اختلاف نشان دهند که ژن‌های مسئول در مسیر تولید اسانس برای سازگاری با محیط‌های جغرافیایی مختلف بیان و یا خاموش شده‌اند و در نتیجه سبب ایجاد تیپ‌های شیمیایی (کموتایپ) مختلف برای این گونه شده است، چنانچه نتایج این پژوهش در مقایسه با پژوهش‌های دیگر روی این گونه آن را نشان داد. همچنین شناسایی رویشگاه‌هایی که جمعیت گیاهی آن منطقه از نظر شیمیایی غنی از دلتا- کادینن و لینالول که هر یک دارای ویژگی‌های بیولوژیکی منحصر به‌فردی هستند، حاکی از وجود مناطقی در استان هرمزگان می‌باشد که در بروز استعداد متابولیتی مورتلخ از پتانسیل بالایی برخوردارند.

REFERENCES

1. Adams, R.P. (2011). *Identification of essential oils by ion trap mass spectroscopy*. Academic Press.
2. Afkar, S., Azadpour, M., Mahdavi, B. & Rashidipour, M. (2021). Evaluation of essential oil composition and antibacterial effect of *Mentha longifolia* collected from different regions of Lorestan province. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 51(4), 823-835. (In Farsi).
3. Aprotosoaie, A.C., Hăncianu, M., Costache, I.I. & Miron, A. (2014). Linalool: a review on a key odorant molecule with valuable biological properties. *Flavour and Fragrance Journal*, 29(4), 193-219.
4. Armana, M., Azizi, N. & Yousefzadi, M. (2012). Cytotoxicity, antimicrobial activity and composition of the essential oil from *Salvia mirzayanii* Rech. f. & Esfand from Iran. *Journal of Biologically Active Products from Nature*, 2(1), 54-58.
5. Asadipour, A., Mehrabani, M., Moghaddasian, M., Ramazani, M., Amanzadeh, Y. & Saber-Amoli, S. (2004). Composition of the volatile oil of *Salvia mirzayanii* Rech. & Esphand from Iran. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 7(2), 182-185.
6. Asadollahi, M., Firuzi, O., Heidary, F., Jamebozorgi, M., Alizadeh, A. & Jassbi, R. (2018). Ethnopharmacological studies, chemical composition, antibacterial and cytotoxic activities of essential oils of eleven Salvia in Iran. *Journal of Herbal Medicine and Toxicology*, 18, 124-136.
7. Bahadori, S., Sonboli, A. & Jamzad, Z. (2016). Anatomical and morphological characteristics of *Salvia candidissima* vahl. ssp. candidissima (Lamiaceae) as a new record from Iran. *Iranian Journal of Botany*, 22(2), 104-111.
8. Bahadori, M.B., Salehi, P. & Sonboli, A. (2017). Comparative study of the essential oil composition of *Salvia urmiensis* and its enzyme inhibitory activities linked to diabetes mellitus and Alzheimer's disease. *International Journal of Food Properties*, 20(12), 2974-2981.
9. Binava, S., Yavari, A. & Shokrpour, M. (2020). A study on the quality and quantity of essential oil from different plant organs of *Salvia mirzayanii* Rech.F. & Esfand. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 35(6), 914-924. (In Farsi).
10. British Pharmacopoeia. (2007). *Appendix XI*. Vol. 2, London, HMSO, 137-138.
11. Chowdhury, S. & Kumar, S. (2020). Alpha-terpinyl acetate: A natural monoterpenoid from *Elettaria cardamomum* as multi-target directed ligand in Alzheimer's disease. *Journal of Functional Foods*, 68, 1380-1392.
12. 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.
13. Dudareva, N., Pichersky, E. & Gershenzon, J. (2004). Biochemistry of plant volatiles. *Journal of Plant Physiology*, 135, 1893-1902.
14. Fattahi, B., Nazeri, V., Kalantari, S. & Bonfill, M. (2014). Identification of compounds in the essential oil and quantification of flavonoids and Rosmarinic acid in *Salvia reuterana* Boiss. and *Salvia palaestina* Benth. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 30(3), 463-475. (In Farsi).
15. Ghasemi, E., Sharafzadeh, Sh., Amiri, B., Alizadeh, A. & Bazrafshan, F. (2020). Variation in essential oil constituents and antimicrobial activity of the flowering aerial parts of *Salvia mirzayanii* Rech. & Esfand. ecotypes as a folkloric herbal remedy in southwestern Iran. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 23(1), 51-64.
16. Govindarajan, M., Rajeswary, M. & Benelli, G. (2016). δ-Cadinene, calarene and δ-4-carene from *Kadsura heteroclita* essential oil as novel larvicides against malaria, dengue and filariasis mosquitoes. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*, 19(7), 565-571.

17. Gupta, R.C., Doss, R.B., Srivastava, A., Lall, R. & Sinha, A. (2019). Nutraceuticals for control of ticks, fleas, and other ectoparasites. *Nutraceuticals in Veterinary Medicine*, 43, 625-633.
18. Heydari, Z., Yavari, A., Jafari, L. & Mumivand, H. (2020). Study on the chemical diversity of essential oil from different plant parts of *Salvia sharifii* Rech. f. & Esfand. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 36(4), 627-641. (In Farsi).
19. Hui, L.M., Zhao, G.D. & Zhao, J.J. (2015). δ-Cadinene inhibits the growth of ovarian cancer cells via caspase-dependent apoptosis and cell cycle arrest. *International Journal of Clinical and Experimental Pathology*, 8(6), 6046-6056.
20. Jamzad, Z. (2012). *Flora of Iran: Lamiaceae*. Research Institute of Forests and Rangelands of Iran. 1074 p. (In Farsi).
21. Javidnia, K., Miri, R., Kamalinejad, M. & Nasiri, A. (2002). Composition of the essential oil of *Salvia mirzayanii* Rech. f. & Esfand from Iran. *Flavour and Fragrance Journal*, 17, 465-467.
22. 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.
23. Mahdieh, M., Talebi, S.M. & Akhani, M. (2018). Infraspecific essential oil and anatomical variations of *Salvia nemorosa* L. (Labiatae) populations in Iran. *Industrial Crops and Products*, 123, 35-45.
24. Meamari, S., Yavari, A. & Bikdeloo, M. (2020). Investigation of chemical diversity of essential oil of natural populations of *Zataria multiflora* Boiss. in Hormozgan province. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 51(3), 669-677. (In Farsi).
25. Medjahed, F., Merouane, A., Saadi, A., Bader, A., Cioni, P.L. & Flamini, G. (2016). Chemical profile and antifungal potential of essential oils from leaves and flowers of *Salvia algeriensis* (Desf.): A comparative study. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 76(2), 195-200.
26. Mirza, M., Baher Nik, Z. & Jamzad, Z. (2003). The Extraction and identification of the essential oil constituents of *Salvia mirzayanii* Rech. f. & Esfand. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 19(2), 117-124. (In Farsi).
27. Mozaffarian, V. (2007). *A dictionary of Iranian plants names*. Farhang Moaser. (In Farsi).
28. Nakamura, A., Fujiwara, S., Matsumoto, I. & Abe, K. (2009). Stress repression in restrained rats by (R)-(-)-linalool inhalation and gene expression profiling of their whole blood cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 5480-5485.
29. 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).
30. Omidbaigi, R. (2009). *Production and processing of medicinal plants*. Astane ghodse Razavi. (In Farsi).
31. Rajabi, Z., Ebrahimi, M., Farajpour, M., Mirza, M. & Ramshini, H. (2014). Compositions and yield variation of essential oils among and within nine *Salvia* species from various areas of Iran. *Industrial Crops and Products*, 61, 233-239.
32. Raeisi Monfared, A., Yavari, A. & Moradi, N. (2018). Study on chemical compositions of essential oil of some *Salvia santolinifolia* Boiss. ecotypes. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 50(3), 745-754. (In Farsi).
33. Raguso, R.A. (2016). More lessons from linalool: insights gained from a ubiquitous floral volatile. *Current Opinion in Plant Biology*, 32, 31-36.
34. Resetnik, I., Baricevic, D., Batıˆr Rusu, D., Carovic´-Stanko, K., Chatzopoulou, P., Dajic´-Stevanovic´, Z., Goncearіuc, M., Grdisˇa, M., Greguraˇs, D, Ibraliu, A., Jug-Dujakovic´, M., Krasniqi, E., Liber, Z., Murtic´, S., Pec´anac, D., Radosavljevic´, I., Stefkov, G., Stesˇevic´, D., Sosˇtaric, I., Varbanova, K. & Satovic, Z. (2016). Genetic diversity and demographic history of wild and cultivated/naturalised plant populations: evidence from Dalmatian sage (*Salvia officinalis* L., Lamiaceae). *PLoS One*, 11, 1-23.
35. Rechinger, K.H. (1982). *Flora Iranica*. Graz: Akademische Druck- und Verlagsanstalt.
36. 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.
37. 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.
38. Shibamoto, T. (1987). *Retention indices in essential oil analysis in capillary gas chromatography in essential oil analysis*. Alfred Heuthig.
39. Soltanipoor, M.A. (2004). Phenolological study of *Salvia mirzayanii* Rech.f. & Esfand in different height regions of Hormozgan province. *Pajoush and Sazandegi*, 17(4), 34-38. (In Farsi).

40. Soltanipoor, M.A. (2007). Investigation on relationship between ecological factors and natural distribution and density of *Salvia mirzayanii* Rech. & Esfand. medicinal species in Hormozgan province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(2), 218-225. (In Farsi).
41. Sonboli, 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).
42. Taheri Boukani, K. & Najafzadeh, R. (2020). Evaluation of diversity of yarrow (*Achillea biebersteinii* Afan. and *Achillea wilhelmsii* C. Koch) populations in West-Azerbaijan province based on morphological traits, essential oil percentage and composition. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 51(1), 215-228. (In Farsi).
43. Vaičiulytė, V., Ložienė, K., Švedienė, J., Raudonienė, V. & Paškevičius, A. (2021). α-Terpinyl Acetate: Occurrence in essential oils bearing *Thymus pulegioides*, phytotoxicity, and antimicrobial effects. *Molecules*, 26(4), 106-122.
44. 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.
45. Yamini, Y., Khajeh, M., Ghasemi, E., Mirza, M. & Javidnia, K. (2008). Comparison of essential oil compositions of *Salvia mirzayanii* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. *Food Chemistry*, 108(1), 341-346.
46. Zarshenas, M.M. & Krenn, L. (2014). Phytochemical and pharmacological aspects of *Salvia mirzayanii* Rech. f. & Esfand. *Journal of Evidence-Based Integrative Medicine*, 20(1), 65-72.