Research Article

Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research
Vol. 39, No. 4, Page 638-654 (2023)

DOI: 10.22092/ijmapr.2023.362779.3341

Comparison of essential oil compounds in *Matricaria chamomilla* L. wild populations with their cultivated equivalents

Najmeh Hadi[1*], Razieh Azimi[2], Mehdi Yahyazadeh[2], Maryam Mackizadeh Tafti[2], Somayeh Fekri Qomi[2], and Simin Mohit[3]

1*- Corresponding author, Medicinal Plants and By-products Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
2- Medicinal Plants and By-products Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
3- M.Sc. Student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Guilan University, Guilan, Iran

Received: March 2023 Revised: May 2023 Accepted: June 2023

Abstract

Background and objectives: Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) is a valuable medicinal plant with many applications in the food, pharmaceutical, and cosmetic-health industries. Chamomile biological properties are attributed to its essential oil (EO) compounds, especially chamazulene and α-bisabolol oxide A, and flavonoids, esp. apigenin and luteolin. Evaluation of wild plant populations belonging to different geographical regions *in situ* (study on wild samples) and *ex situ* (study on wild samples under agricultural conditions) is a crucial step in plant breeding and selection of promising genotypes. On the other hand, cultivation and domestication of wild plants under agricultural conditions improves plant yield and prevents unnecessary harvesting and extinction of the plant. In the present study, the quantitative and qualitative EO diversity of some wild chamomile populations and their cultivated equivalents was investigated.

Methodology: Flowers and seeds of 15 wild chamomile populations were collected from natural habitats of Iran, including 12 populations from Khuzistan province (Kh1-12), 2 populations from Fars province (F1-2), and 1 population from Bushehr province (F3) in 2021 (February-May). Flowers were used for EO extraction, and seeds were planted in a randomized complete block design (treatment = genotype) with three replications. The research farm located at Alborz Research Station, affiliated with the Research Institute of Forests and Rangelands, Alborz province, was considered as the cultivation site without adding fertilizer to the soil. The seeds were sown directly in the field with 15 cm distance between the planting lines and 15 cm between the plants on the lines (April 2021). Drip irrigation was used, and weeding was done mechanically. Flowers with less than 5 cm of peduncles were harvested manually at the 75% full bloom stage. The shade-dried flowers EOs were extracted by water distillation (Clevenger) for 3 hours, and their quantitative and qualitative analysis was done using GC and GC/MS.

Results: The results showed that sesquiterpene hydrocarbons, oxygenated sesquiterpenes, and diacetylenes made the highest EO compounds percentage in both wild and cultivated samples. Chamazulene (from sesquiterpene hydrocarbons) and α-bisabolol oxide A (from oxygenated sesquiterpenes), as two important chamomile EO compounds, showed an increase from wild to

Copyright: © 2023 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by Research Institute of Forests and Rangelands (http://ijmapr.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

cultivated samples. Among the wild samples, the highest chamazulene (5.3%) and α-bisabolol oxide A (21.5%) amounts were assigned to the populations Kh8 and Kh4, respectively. In the cultivated samples, the highest amount of these compounds (11.1% and 32.3%, respectively) was obtained in the populations Kh7 and F2, respectively. In general, the main EO compounds in the wild and cultivated populations included α-bisabolone oxide A (wild: 40.1% (F1) to 64.5% (Kh3) and cultivated: 29.8% (F2) to 56% (Kh3)), α-bisabolol oxide A (wild: 5.8% (Kh5) to 21.5% (Kh4) and cultivated: 10.3% (Kh3) to 32.3% (F2)), *E*-β-farnesene (wild: 6.1% (Kh3) to 23.3% (Kh8) and cultivated: 6.9% (Kh1) to 15.6% (F3)), *Z*-spiroether (wild: 0 (F1) to 16.1% (Kh1) and cultivated: 9.1% (Kh7) to 15.1% (Kh13)), and chamazulene (wild: 1.6% (Kh6) to 5.3% (Kh8) and cultivated: 4.7% (Kh6) to 11.1% (Kh7)). Also, the EO% was obtained more in the cultivated samples (0.9% (Kh5) to 1.4% (Kh13)) than the wild ones (0.1% (Kh6) to 0.5% (Kh10).
Conclusion: The results of this research showed that by cultivating wild populations under agricultural conditions and water and crop management, it is possible to have essential oil in the desired quantity and quality compared to wild ones.

Keywords: *Matricaria chamomilla* L., wild plant populations, cultivation, essential oil, chamazulene.

مقایسه اجزای اسانس جمعیت‌های خودرو بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) با معادل کاشته شده آنها

نجمه هادی[۱*]، راضیه عظیمی[۲]، مهدی یحیی‌زاده[۲]، مریم مکی‌زاده تفتی[۲]، سمیه فکری قمی[۳] و سیمین محیط[۴]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، پست الکترونیک: n_hadi1984@yahoo.com

۲- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- کارشناس، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۴۰۱ تاریخ اصلاح نهایی: اردیبهشت ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۴۰۲

چکیده

سابقه و هدف: بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) به‌دلیل کاربرد فراوان در صنایع مختلف غذایی، دارویی و آرایشی-بهداشتی از گیاهان دارویی مهم به‌شمار می‌رود. خواص بیولوژیک بابونه به اجزای اسانس، به‌ویژه کامازولن و آلفا-بیزابولول اکسید A و فلاونوئیدهای آن، به‌ویژه آپیژنین و لوتئولین نسبت داده می‌شود. ارزیابی جمعیت‌های گیاهی خودرو متعلق به مناطق مختلف جغرافیایی در محل (بررسی نمونه‌های خودرو) و خارج از محل (بررسی نمونه‌های خودرو در شرایط زراعی)، برای به‌نژادی گیاه و گزینش ژنوتیپ‌های امیدبخش گام بسیار مهمی است. از سویی کشت و اهلی کردن گیاهان خودرو در شرایط زراعی موجب بهبود عملکرد گیاه شده و از برداشت بی‌رویه و انقراض گیاه جلوگیری می‌کند. در این پژوهش به بررسی تنوع کمّی و کیفی اسانس برخی جمعیت‌های خودرو بابونه و کاشته شده همین جمعیت‌ها در شرایط زراعی پرداخته شد.

مواد و روش‌ها: گل و بذر ۱۵ جمعیت خودرو بابونه از رویشگاه‌های طبیعی کشور شامل ۱۲ جمعیت از استان خوزستان (Kh1-12)، ۲ جمعیت از استان فارس (F1-2) و ۱ جمعیت از استان بوشهر (F3) در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ جمع‌آوری گردید. گل‌ها برای اسانس‌گیری و بذرها برای کشت در مزرعه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (تیمار= ژنوتیپ) با ۳ تکرار استفاده شدند. مزرعه تحقیقاتی واقع در ایستگاه تحقیقات البرز وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (استان البرز) به‌عنوان محل کشت بدون اضافه کردن هیچ کودی به خاک در نظر گرفته شد. بذرها با فواصل ۱۵ سانتی‌متر بین خطوط کاشت و ۱۵ سانتی‌متر بین بوته‌ها روی خطوط کاشت به‌صورت مستقیم کاشته شدند (فروردین ۱۴۰۱). آبیاری به‌صورت قطره‌ای و وجین علف‌های هرز به صورت مکانیکی انجام شد. برداشت دستی گل‌ها همراه با کمتر از ۵ سانتی‌متر دمگل در مرحله ۷۵٪ گلدهی انجام شد. اسانس گل‌های سایه-خشک به روش تقطیر با آب (دستگاه کلونجر) به‌مدت ۳ ساعت استخراج شد و آنالیز کمّی و کیفی آنها با استفاده از دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی و گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی انجام شد.

نتایج: نتایج نشان داد، هیدروکربن‌های سسکوئی‌ترپن، سسکوئی‌ترپن‌های اکسیژنه و دی‌استیلن‌ها بیشترین درصد ترکیبات اسانس در هر دو گروه نمونه‌های خودرو و کاشته شده را تشکیل دادند. دو ترکیب مهم اسانس بابونه شامل کامازولن (از هیدروکربن‌های سسکوئی‌ترپن) و آلفا-بیزابولول اکسید A (از سسکوئی‌ترپن‌های اکسیژنه) در گیاهان کاشته شده بیشتر از نمونه‌های خودرو بودند. در نمونه‌های خودرو، بیشترین میزان کامازولن (۵/۳٪) و آلفا-بیزابولول اکسید A (۲۱/۵٪) به‌ترتیب در جمعیت‌های Kh8 و Kh4 و در نمونه‌های کاشته شده،

بیشترین میزان این ترکیبات (به‌ترتیب ۱۱/۱٪ و ۳۲/۳٪) به‌ترتیب در جمعیت‌های Kh7 و F2 بدست آمد. به‌طور کلی، اجزای عمده اسانس در جمعیت‌های کاشته شده و خودرو شامل آلفا–بیزابولون اکسید A (خودرو: ۴۰/۱٪ (F1) تا ۶۴/۵٪ (Kh3) و کاشته شده: ۲۹/۸٪ (F2) تا ۵۶٪ (Kh3))، آلفا–بیزابولول اکسید A (خودرو: ۵/۸٪ (Kh5) تا ۲۱/۵٪ (Kh4) و کاشته شده: ۱۰/۳٪ (Kh3) تا ۳۲/۳٪ (F2))، *E*–بتا–فارنزن (خودرو: ۶/۱٪ (Kh3) تا ۲۳/۳٪ (Kh8) و کاشته شده: ۶/۹٪ (Kh1) تا ۱۵/۶٪ (F3))، *Z*–اسپیرو اتر (خودرو: صفر (F1) تا ۱۶/۱٪ (Kh1) و کاشته شده: ۹/۱٪ (Kh7) تا ۱۵/۱٪ (Kh13)) و کامازولن (خودرو: ۱/۶٪ (Kh6) تا ۵/۳٪ (Kh8) و کاشته شده: ۴/۷٪ (Kh6) تا ۱۱/۱٪ (Kh7)) بودند. همچنین، درصد اسانس با تفاوت قابل ملاحظه‌ای در نمونه‌های کاشته شده (۰/۹٪ (Kh5) تا ۱/۴٪ (Kh13)) بیشتر از خودرو (۰/۱٪ (Kh6) تا ۰/۵٪ (Kh10)) بدست آمد.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، با کشت نمونه‌های خودرو بابونه در شرایط زراعی و کنترل آب و مدیریت‌های زراعی، می‌توان اسانسی با کمّیت و کیفیت مطلوب نسبت به نمونه‌های خودرو داشت.

واژه‌های کلیدی: بابونه (*Matricaria chamomilla* L.)، جمعیت‌های گیاهی خودرو، زراعی کردن، اسانس، کامازولن.

مقدمه

Matricaria chamomilla L. (= *M. recutita* L.) با نام‌های فارسی بابونه دارویی و بابونه اروپایی (Mozaffarian, 1996) شناخته می‌شود. موسم گل این گیاه یک‌ساله، اسفند تا اردیبهشت‌ماه است (Ghahreman, 1996). بابونه گیاه مناطق خلیجی عمانی، ایرانی تورانی و خزری محسوب می‌شود که پراکندگی جغرافیایی جهانی آن در اروپا، ترکیه، ایران، قفقاز، آسیای مرکزی، سیبری، افغانستان و عراق و در ایران، در مناطق غرب، مرکز و جنوب (Mozaffarian, 2008) گزارش شده است.

بابونه در بسیاری از مناطق ایران به‌صورت خودرو می‌روید و از زمان‌های قدیم در طب سنتی مصارف مختلف داشته و اکنون نیز مورد توجه خاص در صنایع مختلف آرایشی–بهداشتی و دارویی قرار گرفته است. ازجمله خواص بیولوژیک متعدد از بابونه می‌توان به اثرهای ضد قارچی، ضد باکتریایی (Izadi *et al*., 2012؛ Stojanović-Radić, 2012؛ Sharifi-Rad *et al*., 2018)، آنتی‌اکسیدانی (Asgary *et al*., 2003؛ Nargesi *et al*., 2018؛ Piri *et al*., 2019)، ضد التهابی (Flemming *et al*., 2015) و فیتواستروژنی (Naghshe Javaheri *et al*., 2009) اشاره کرد. اسانس و ترکیبات فنولیک از مهمترین متابولیت‌های ثانویه بابونه هستند. اسانس در قسمت‌های پایینی گلچه‌های لوله‌ای به شکل قطره‌هایی کروی در کیسه‌ها و مجاری ترشحی شیزوژن تشکیل می‌شود (Jahan & Koocheki, 2004). خواص بیولوژیک بابونه به متابولیت‌های ثانویه با ارزش آن به‌ویژه اجزای اسانس و فلاونوئیدهای آن مانند آپیژنین و لوتئولین نسبت داده می‌شود (Afzali *et al*., 2007؛ Repčák *et al*., 2001؛ Gevrenova, 2010). در میان اجزای اسانس، کامازولن و سسکوئی‌ترپن‌های اکسیدشده بیزابولن مانند آلفا–بیزابولول، بیزابولول اکسید A یا بیزابولون اکسید از ترکیب‌های ضد التهاب مهم به‌شمار می‌روند (Maurya *et al*., 2014؛ Jakovlev *et al*., 1979).

بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های مختلف یک گونه در به‌نژادی گیاه و برای بهبود کمّیت و کیفیت عملکرد و تولید ارقام سازگار با شرایط محیطی موضوعی ضروریست. با ارزیابی جمعیت‌های گیاهی خودرو متعلق به مناطق مختلف جغرافیایی، گزینش از نظر صفات مطلوب برای دستیابی به ژنوتیپ‌های امیدبخش با صفات مطلوب، یا افزایش کمّیت و کیفیت صفات ارزشمند از نظر اقتصادی امکان‌پذیر می‌باشد. خصوصیات یک گیاه اگرچه توسط ژن‌ها کنترل می‌گردد، اما محیط و به‌ویژه شرایط اقلیمی در تعیین عملکرد کمّی و کیفی

گیاه دارای نقش برجسته‌ای است. میزان تأثیر عوامل ژنتیکی و نیز عوامل محیطی روی صفات مختلف، متفاوت است و ژنوتیپ‌ها، یا اکوتیپ‌های مختلف در برابر شرایط محیطی واکنش‌های مختلفی نشان می‌دهند. از سویی کشت و اهلی کردن گیاهان خودرو در شرایط زراعی موجب بهبود عملکرد کمّی و کیفی گیاه شده و از برداشت بی‌رویه و انقراض گیاه جلوگیری می‌کند.

در مورد تأثیرپذیری اسانس بابونه از ژنتیک و محیط (Šalamon, 2007) مطالعات مختلفی در ایران و جهان انجام شده است تا تفاوت اسانس نمونه‌های جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های طبیعی، تفاوت اسانس نمونه‌های وارداتی کشت شده در مزارع در شرایط اقلیمی مختلف کشور و تفاوت اسانس نمونه‌های خودور جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های طبیعی با معادل کشت شده آنها در شرایط زراعی را نشان دهد. ازجمله این مطالعات می‌توان به پژوهش‌های Mavandi و همکاران (۲۰۱۹) (بررسی ۶ ژنوتیپ ایرانی و ۲ واریته تجاری آلمانی و مجاری کشت شده در استان البرز)، Piri و همکاران (۲۰۱۹) (بررسی ۱۲ جمعیت ایرانی و رقم وارداتی بودگلد کشت شده در باغ گیاه‌شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز)، Ahmadi و همکاران (۲۰۱۸) (بررسی ۱۵ جمعیت ایرانی)، Pourfaraj و همکاران (۲۰۱۸) (بررسی ۳ جمعیت ایرانی)، Saeedi و همکاران (۲۰۱۵) (بررسی رقم بودگلد کشت شده در شرایط اقلیمی شهرکرد)، Akbarzadeh (۲۰۱۴) (بررسی ارقام و جمعیت‌های مختلف از کشورهای آلمان، ایتالیا، مجارستان و ایران کشت شده در اهواز و تهران)، Adeli و همکاران (۲۰۱۳) (بررسی ۶ جمعیت ایرانی کشت شده در استان البرز)، Jamalian و همکاران (۲۰۱۲) (بررسی یک نمونه از اصفهان)، Ayoughi و همکاران (۲۰۱۱) (بررسی یک نمونه از مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات طبیعی در گلستان)، Raal و همکاران (۲۰۱۱)، Šalamon و همکاران (۲۰۱۰ a,b) (بررسی اسانس ۹ جمعیت ایرانی)، Ghanavati و همکاران (۲۰۱۰) (بررسی نمونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق مرکزی و جنوبی ایران)، Baghizadeh و همکاران (۲۰۱۰) (بررسی ۱۶ اکوتیپ ایرانی)، Tolouee و همکاران (۲۰۱۰) (بررسی یک نمونه از فارس)، Zeinali و همکاران (۲۰۱۰) (بررسی ۱۴ جمعیت ایرانی)، Jalali و همکاران (۲۰۰۸) (بررسی ۳ جمعیت ایرانی)، Shams-Ardakani و همکاران (۲۰۰۶) (بررسی نمونه کشت شده در باغ گیاه‌شناسی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان)، Omidbaigi (۲۰۰۶) (بررسی رقم وارداتی از مجارستان با نام سورک‌ساری ۴۰ کشت شده در استان کهگیلویه و بویراحمد و رقم سورک‌ساری ۴۰ از مجارستان و جمعیت خودرو برازجان در شرایط آب و هوایی تهران)، Jaimand و Rezaee (۲۰۰۲) (بررسی ۳ جمعیت ایرانی) و Samsam Sheriat و همکاران (۱۹۹۱) (بررسی یک رقم تتراپلوئید مجاری و ۲ رقم دیپلوئید اسپانیایی و مصری کشت شده در اصفهان به‌همراه نمونه دیپلوئید ایرانی از منطقه سردشت دزفول، ۳ نمونه از مزرعه شرکت دارویی امین واقع در اصفهان، یک نمونه از منطقه شباک (اطراف شهر رودسر) و یک نمونه از مناطق اطراف اردبیل) اشاره کرد. همچنین، برخی مطالعات تأثیر مثبت کشت و زراعی کردن روی کمّیت و کیفیت اسانس بابونه را در مقایسه با نمونه‌های خودرو نشان می‌دهد (Karami *et al.*, 2007؛ Nurzyńska-Wierdak, 2011).

در این پژوهش به بررسی تنوع کمّی و کیفی اسانس برخی جمعیت‌های بومی خودرو بابونه در کشور (جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های طبیعی) و کاشته شده همین جمعیت‌ها در شرایط آب و هوایی استان البرز پرداخته شده و نتایج مقایسه فیتوشیمیایی اسانس دو گروه بابونه خودرو و کاشته شده گزارش شده است.

مواد و روش‌ها

گل و بذر برخی جمعیت‌های بومی بابونه (جدول ۱) از

رویشگاه‌های طبیعی کشور شامل ۱۲ جمعیت از استان خوزستان، ۲ جمعیت از استان فارس و ۱ جمعیت از استان بوشهر در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ جمع‌آوری گردید. تأیید گیاه‌شناسی نمونه‌ها (گونه *Matricaria chamomilla* L.) توسط متخصص گیاه‌شناس مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور انجام شد. گل‌ها برای اسانس‌گیری و بذرها برای کشت در مزرعه در شرایط اکولوژیک استان البرز در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (تیمار= ژنوتیپ) با ۳ تکرار استفاده شدند.

مزرعه تحقیقاتی واقع در ایستگاه تحقیقات البرز (۵ کیلومتری جنوب‌شرقی شهرستان کرج، استان البرز، عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و ۵۱ درجه شرقی، ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا، میانگین بارندگی حدود ۲۳۵ میلی‌متر، کمینه دما ۲۰- درجه سانتی‌گراد، بیشینه دما ۳۸ درجه سانتی‌گراد، جهت باد غالب از شرق و جنوب‌شرقی، بافت خاک منطقه رسی، اسیدیته خاک در حدود ۷/۴۸) به‌عنوان محل کشت بدون اضافه کردن هیچ کودی به خاک در نظر گرفته شد. فاصله کاشت به‌صورت ۱۵ سانتی‌متر بین خطوط کاشت و ۱۵ سانتی‌متر بین بوته‌ها روی خطوط کاشت بود. بذرها (مخلوط یک واحد بذر با ۱۰ واحد ماسه‌بادی) با فواصل مذکور روی خطوط به‌صورت مستقیم کشت شدند (فروردین ۱۴۰۱) و آبیاری بذرها بلافاصله بعد از کشت آنها به‌صورت قطره‌ای انجام شد. طی فصل رشد، حذف دستی علف‌های هرز متناسب با نیاز مزرعه نیز انجام گردید.

برداشت گل‌ها همراه با کمتر از ۵ سانتی‌متر دمگل هنگامی انجام شد که گلبرگ‌های گل‌ها به حالت افقی بودند (زمان مطلوب توصیه شده برای اسانس‌گیری (Omidbaigi, 2006)) و بیشتر از ۷۰٪ گل‌ها شکفته بودند. برداشت به‌صورت دستی انجام گردید و بعد از اندازه‌گیری وزن تر با استفاده از ترازوی حساس (۰/۰۰۱ گرم)، در سایه و دمای محیط خشک شد. وزن خشک گل‌ها نیز با استفاده از ترازوی حساس اندازه‌گیری شد. قبل از اسانس‌گیری از گل‌های خشک، ابتدا ۵ گرم گل از نمونه‌ها، داخل دستگاه آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و پس از آن، توزین گل خشک نمونه‌ها و تعیین درصد رطوبت آنها انجام شد.

جدول ۱- مشخصات محل جمع‌آوری برخی جمعیت‌های خودرو ایرانی بابونه (*Matricaria chamomilla*)

Table 1. Location characteristics of some wild Iranian *Matricaria chamomilla* populations collected from

Population code	Origin (City, Province, Country)	Longitude (°-'-'')	Latitude (°-'-'')	Altitude (m)
Kh1	Andimeshk, Khuzistan, Iran	48-24-0.720	32-28-7.938	144
Kh2	Sardasht, Khuzistan, Iran	48-49-11.250	32-29-55.220	471
Kh3	Dehdez, Khuzistan, Iran	50-17-42.210	31-42-30.803	1567
Kh4	Andika2, Khuzistan, Iran	49-27-10.364	32-12-31.130	-
Kh5	Andika, Khuzistan, Iran	49-27-10.364	32-12-31.130	778
Kh6	Murmuri, Khuzistan, Iran	47-39-46.059	32-45-7.086	530
Kh7	Ahvaz, Khuzistan, Iran	49-7-25.077	31-14-34.627	30
Kh8	Dasht-e-Susan, Khuzistan, Iran	49-49-0.422	32-1-31.323	613
Kh9	Masied Solevman, Khuzistan, Iran	49-15-22.807	32-0-47.257	322
Kh10	Behbahan, Khuzistan, Iran	50-10-57.834	30-49-1.173	438
Kh12	Lali, Khuzistan, Iran	49-6-1.078	32-19-22.092	380
Kh13	Izeh, Khuzistan, Iran	49-48-54.304	31-55-25.730	834
F1	Farashband, Fars, Iran	52-5-37.91	28-52-15.85	810
F2	Firuzabad, Fars, Iran	52-33-13.25	28-52-56.65	1362
F3	Bushehr, Bushehr, Iran	51-4-19.08	28-55-34.79	178

اسانس‌گیری و آنالیز کمّی و کیفی اسانس در آزمایشگاه‌های اسانس‌گیری و آنالیز دستگاهی، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور انجام شد.

مشخصات دستگاه‌های آنالیز اسانس

دستگاه کروماتوگراف گازی (GC): مدل Agilent 7890A (ساخت کشور آمریکا)؛ مجهز به آشکارساز FID؛ داده‌پرداز با نرم‌افزار Chem 32؛ ستون غیرقطبی DB-5 (طول: ۳۰ متر، قطر داخلی: ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن: ۰/۲۵ میکرومتر)؛ دمای محفظه تزریق: ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد؛ دمای آشکارساز: ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد؛ برنامه‌ریزی حرارتی ستون: افزایش دما از ۶۰ تا ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت افزایش ۳ درجه سانتی‌گراد در دقیقه و بعد افزایش به ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت افزایش ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه و در نهایت ۱۰ دقیقه نگهداری در این دما؛ گاز حامل: نیتروژن با سرعت جریان ۰/۷ میلی‌لیتر بر دقیقه.

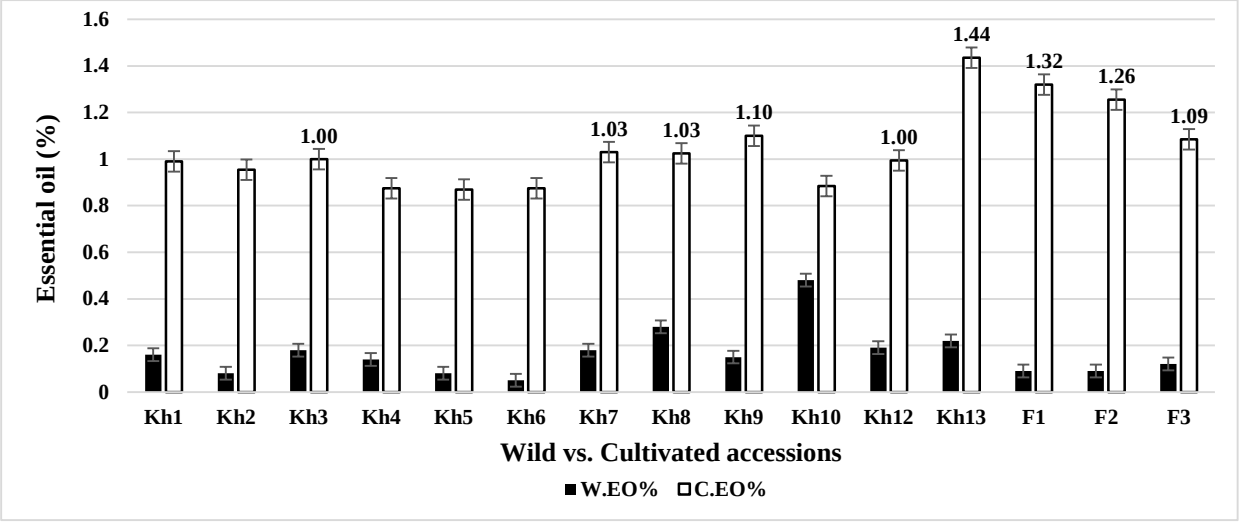
دستگاه کروماتوگراف گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS): دستگاه کروماتوگراف گازی Agilent 7890A متصل به طیف‌سنج جرمی Agilent 5975C از نوع چهار قطبی (ساخت کشور آمریکا)؛ ستون غیرقطبی DB-5 (طول: ۳۰ متر، قطر داخلی: ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن: ۰/۲۵ میکرومتر)؛ برنامه‌ریزی حرارتی ستون: افزایش درجه حرارت از ۶۰ تا ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت افزایش ۳ درجه سانتی‌گراد در دقیقه و بعد افزایش به ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت افزایش ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه و در نهایت ۵ دقیقه نگهداری در این دما؛ دمای محفظه تزریق: ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد؛ دمای ترانسفرلاین: ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد؛ گاز حامل: هلیوم با سرعت جریان ۳۰/۶ سانتی‌متر بر ثانیه؛ زمان اسکن: یک ثانیه؛ انرژی یونیزاسیون: ۷۰ الکترون ولت؛ اسکن ناحیه جرمی از ۳۰ تا ۳۴۰.

شناسایی ترکیب‌های اسانس

به‌منظور بررسی کیفی اسانس، نمونه‌های اسانس با دی‌کلرومتان با نسبت ۱:۱۰۰ رقیق شده و به دستگاه GC/MS تزریق و کروماتوگرام‌ها و طیف‌های جرمی مربوطه بدست آمد. سپس با استفاده از شاخص بازداری، بررسی طیف‌های جرمی هر ترکیب و مقایسه با ترکیب‌های استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه دستگاه طیف‌سنج جرمی (Adams, 2017)، ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس‌ها شناسایی شدند و با استفاده از نتایج دستگاه GC، آنالیز کمّی شدند. برای محاسبه اندیس‌های بازداری از تزریق هیدروکربن‌های نرمال ۸ تا ۲۵ کربنه در شرایط برنامه‌ریزی حرارتی (مشابه با تزریق نمونه) استفاده گردید. محاسبات کمّی (تعیین درصد هر ترکیب) به کمک نرم‌افزار دستگاه GC و به روش نرمال کردن سطح و نادیده گرفتن ضرائب پاسخ مربوط به ترکیبات انجام شد.

نتایج

با مقایسه درصد اسانس ۱۵ نمونه خودرو (جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های طبیعی) و معادل کاشته شده آنها (نمونه‌های خودرو کاشته شده در مزرعه) مشخص شد که درصد اسانس با تفاوت قابل ملاحظه‌ای (شکل ۱) در نمونه‌های کاشته شده بیشتر از نمونه‌های خودرو است. درصد اسانس در نمونه‌های خودرو از ۰/۱٪ (Kh6) تا ۰/۵٪ (Kh10) و در نمونه‌های کاشته شده از ۰/۹٪ (Kh5) تا ۱/۴٪ (Kh13) متغیر بود.



شکل ۱- درصد اسانس جمعیت‌های خودرو بابونه (***Matricaria chamomilla***) و معادل کاشته شده آنها در شرایط اقلیمی استان البرز

Figure 1. Essential oil percentage in wild *Matricaria chamomilla* populations and their cultivated equivalents under Alborz province climatic conditions

W: Wild samples; C: Cultivated samples; Kh: Khuzistan samples; F1-2: Fars samples; F-3: Bushehr sample

مقایسه آنالیز کیفی اسانس نمونه‌های خودرو و معادل کاشته شده آنها نشان داد که کمترین و بیشترین تعداد ترکیب شناسایی شده در نمونه‌های خودرو از ۹ (Kh13) تا ۱۶ (F2) و در نمونه‌های کاشته شده از ۸ (Kh10) تا ۱۵ (F1) بدست آمد. نوع، درصد و گروه ترکیبات شناسایی شده در اسانس نمونه‌های خودرو و کاشته شده در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

اجزای عمده اسانس در جمعیت‌های خودرو و کاشته شده شامل آلفا-بیزابولون اکسید A (از ۴۰/۱٪ (F1) تا ۶۴/۵٪ (Kh3) در جمعیت‌های خودرو و از ۲۹/۸٪ (F2) تا ۵۶٪ (Kh3) در جمعیت‌های کاشته شده)، آلفا-بیزابولول اکسید A (از ۵/۸٪ (Kh5) تا ۲۱/۵٪ (Kh4) در جمعیت‌های خودرو و از ۱۰/۳٪ (Kh3) تا ۳۲/۳٪ (F2) در جمعیت‌های کاشته شده)، *E*-بتا-فارنزن (از ۶/۱٪ (Kh3) تا ۲۳/۳٪ (Kh8) در جمعیت‌های خودرو و از ۶/۹٪ (Kh1) تا ۱۵/۶٪ (F3) در جمعیت‌های کاشته شده)، *Z*-اسپیرو اتر (از صفر (F1) تا ۱۶/۱٪ (Kh1) در جمعیت‌های خودرو و از ۹/۱٪ (Kh7) تا ۱۵/۱٪ (Kh13) در جمعیت‌های کاشته شده) و کامازولن (از ۱/۶٪ (Kh6) تا ۵/۳٪ (Kh8) در جمعیت‌های خودرو و از ۴/۷٪ (Kh6) تا ۱۱/۱٪ (Kh7) در جمعیت‌های کاشته شده) بودند.

ترکیبات شناسایی شده در اسانس جمعیت‌های خودرو و کاشته شده در ۷ گروه شامل هیدروکربن‌های مونوترپن، مونوترپن‌های اکسیژنه، هیدروکربن‌های سسکوئی‌ترپن، سسکوئی‌ترپن‌های اکسیژنه، اسید چرب، آلکان و دی‌استیلن‌ها جای گرفتند (جدول ۳). گروه ترکیبات هیدروکربن‌های مونوترپن فقط در نمونه‌های خودرو (صفر در Kh5 تا ۲/۹٪ در Kh3) وجود داشتند و در نمونه‌های کاشته شده شناسایی نشدند. گروه ترکیبات مونوترپن‌های اکسیژنه در نمونه‌های کاشته شده از ۰/۲٪ در Kh1 تا ۱٪ در Kh10 و KH12 شناسایی شدند، اما در نمونه‌های خودرو یافت نشدند. گروه ترکیبات اسید چرب در نمونه‌های خودرو از صفر در Kh13 تا ۸/۱٪ در F1 و در نمونه‌های کاشته شده از صفر در Kh10 تا ۱/۴٪ در Kh2 مشاهده شدند. گروه ترکیبات هیدروکربن‌های سسکوئی‌ترپن، سسکوئی‌ترپن‌های اکسیژنه و دی‌استیلن‌ها

بیشترین درصد ترکیبات اسانس را در هر دو گروه نمونه‌های خودرو و کاشته شده تشکیل دادند. گروه ترکیبات هیدروکربن‌های سسکوئی‌ترپن در نمونه‌های خودرو از ۱۱/۱٪ در Kh3 تا ۲۹٪ در Kh8 و در نمونه‌های کاشته شده از ۱۴٪ در Kh6 تا ۲۳/۶٪ در F3 بدست آمد. گروه ترکیبات سسکوئی‌ترپن‌های اکسیژنه در نمونه‌های خودرو از ۴۳/۵٪ در F3 تا ۷۳/۸٪ در Kh6 و در نمونه‌های کاشته شده از ۶۱/۷٪ در F3 تا ۷۱/۱٪ در Kh6 شناسایی شد. همچنین، گروه ترکیبات دی‌استیلن‌ها در نمونه‌های خودرو از صفر در F1 تا ۱۶/۴٪ در Kh1 و در نمونه‌های کاشته شده از ۹/۱٪ در Kh7 تا ۱۵/۴٪ در Kh13 شناسایی شد. گروه ترکیبات آلکان نیز فقط در جمعیت‌های کاشته شده مشاهده شد (۰/۴٪ در F3 تا ۱٪ در Kh2).

به‌طور کلی، گروه ترکیبات هیدروکربن‌های سسکوئی‌ترپن در اکثر نمونه‌های کاشته شده بیشتر از نمونه‌های خودرو بدست آمد. اما گروه ترکیبات سسکوئی‌ترپن‌های اکسیژنه بر خلاف هیدروکربن‌های سسکوئی‌ترپن، در اکثر نمونه‌های خودرو بیشتر از نمونه‌های کاشته شده مشاهده شد (البته با تفاوت جزئی). دو ترکیب مهم اسانس بابونه شامل کامازولن (از گروه هیدروکربن‌های سسکوئی‌ترپن) و آلفا-بیزابولول اکسید A (از گروه سسکوئی‌ترپن‌های اکسیژنه) از خودرو به کاشته شده افزایش نشان دادند، اما روند مشخص افزایشی یا کاهشی در ترکیب‌های دیگر از خودرو به کاشته شده مشاهده نشد. در بین جمعیت‌های خودرو، بیشترین میزان کامازولن در Kh8 (۵/۳٪) و Kh1 (۴/۴٪) و بیشترین میزان آلفا-بیزابولول اکسید A در Kh4 (۲۱/۵٪)، F2 (۱۸/۳٪) و Kh9 (۱۸/۲٪) بدست آمد. البته، مقدار این دو ترکیب مهم در جمعیت‌های کاشته شده بسیار بیشتر مشاهده شد، به‌طوری که، در بین جمعیت‌های کاشته شده، بیشترین میزان کامازولن در Kh7 (۱۱/۱٪) و Kh3 (۱۱٪) و بیشترین میزان آلفا-بیزابولول اکسید A در F2 (۳۲/۳٪)، F1 (۲۸/۲٪)، Kh9 (۲۵/۲٪)، Kh2 (۲۳/۸٪)، F3 (۲۳/۷٪)، Kh4 (۲۳/۱٪) و Kh1 (۲۱/۳٪) بدست آمد.

جدول ۲- درصد و گروه ترکیبات اسانس جمعیت‌های خودرو بابونه (***Matricaria chamomilla***) و معادل کاشته شده آنها در شرایط اقلیمی استان البرز

Table 2. Percentage and essential oil compounds group in wild *Matricaria chamomilla* populations and their cultivated equivalents under Alborz province climatic conditions

Compound	RI	Compound group	Accession (WS)														
			Kh1	Kh2	Kh3	Kh4	Kh5	Kh6	Kh7	Kh8	Kh9	Kh10	Kh12	Kh13	F1	F2	F3
α-pinene	940	MH	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-
camphene	954	MH	0.2	0.4	0.6	-	-	-	-	-	-	0.8	0.3	-	-	0.5	-
sabinene	975	MH	0.1	0.3	0.3	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-	0.3	-
β-pinene	985	MH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-	0.2	-
p-cymene	1030	MH	0.2	0.5	0.5	-	-	0.1	-	-	-	0.7	0.2	0.3	1.4	0.4	-
limonene	1035	MH	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
γ-terpinene	1066	MH	0.3	0.8	1.0	0.2	-	0.2	0.4	0.4	0.2	0.5	0.8	0.9	0.6	0.3	0.4
decanoic acid	1363	FA	-	-	0.4	1.6	-	0.9	0.6	-	1.6	1.4	-	-	1.2	1.8	3.5
E-caryophyllene	1425	SH	-	-	-	-	-	-	4.3	-	-	-	-	-	1.6	-	-
E-β-farnesene	1450	SH	10.0	9.9	6.1	10.2	12.8	10.6	7.7	23.3	12.6	8.4	13.7	15.0	15.3	10.6	15.3
germacrene D	1482	SH	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.5	3.8	-	0.5	0.3	0.9	1.1	0.8	0.4	0.7
β-bisabolene	1502	SH	0.2	0.3	1.6	0.2	0.4	0.3	0.3	0.5	0.6	-	0.4	-	2.3	0.3	0.5
α-bisabolol oxide B	1654	OS	1.1	1.5	1.3	1.5	1.1	1.3	1.5	1.1	1.3	1.2	1.3	1.5	1.1	1.3	1.4
α-bisabolone oxide A	1682	OS	50.6	49.0	64.5	46.8	63.9	63.8	43.1	49.1	48.7	50.3	52.8	62.9	40.1	45.5	46.2
chamazulene	1731	SH	4.4	4.2	3.0	3.1	1.9	1.6	3.51	5.3	2.3	4.8	2.9	4.1	2.0	3.1	2.3
α-bisabolol oxide A	1743	OS	12.9	16.8	7.4	21.5	5.8	8.7	17.0	7.2	18.2	13.0	12.1	8.9	14.5	18.3	17.8
Z-spiroether	1892	DA	16.1	13.1	4.9	11.3	9.4	10.2	10.8	7.0	11.6	12.3	12.7	4.1	-	12.6	9.2
E-spiroether	1895	DA	0.3	0.4	-	0.3	0.3	0.3	0.3	-	0.4	0.3	0.3	-	-	0.4	0.3
hexadecanoic acid	1958	FA	2.0	0.4	-	1.6	0.7	0.7	0.9	0.3	0.9	1.8	0.7	-	6.9	2.0	1.0

ادامه جدول ۲- ...

Continued Table 2. …

Compound	RI	Compound group	Accession (CS)													
			Kh1	Kh2	Kh3	Kh4	Kh5	Kh6	Kh7	Kh8	Kh9	Kh10	Kh12	Kh13	F1	F2	F3
artemisia ketone	1059	OM	0.2	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	1.0	1.0	0.3	0.3	0.3	0.4
E-β-farnesene	1452	SH	6.9	11.9	7.8	11.1	9.6	8.8	7.7	8.9	9.3	9.6	11.1	9.7	10.2	11.8	15.6
germacrene D	1483	SH	0.2	0.3	0.2	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	-	0.3	0.3	0.6	0.5	0.5
bicyclogermacrene	1496	SH	-	0.6	-	0.4	0.4	0.2	0.3	-	0.3	-	0.4	0.4	0.3	0.4	-
(*E*,*E*)-α-farnesene	1499	SH	0.2	-	0.3	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	0.4	-	0.5
E-nerolidol	1560	OS	0.3	0.3	-	-	0.2	0.3	-	0.2	-	-	-	0.1	0.4	-	0.2
spathulenol	1575	OS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.2	-
α-bisabolol oxide B	1654	OS	1.5	1.6	1.3	1.4	1.3	1.8	1.5	1.3	1.5	1.5	1.4	1.3	2.3	1.8	1.4
α-bisabolone oxide A	1682	OS	47.6	36.5	56.0	38.9	54.4	55.1	47.2	44.7	39.2	49.3	53.4	45.7	31.0	29.8	36.4
chamazulene	1731	SH	9.7	6.1	11.0	9.3	6.9	4.7	11.1	9.6	6.5	8.8	6.1	7.6	7.3	7.3	7.0
α-bisabolol oxide A	1743	OS	21.3	23.8	10.3	23.1	11.7	13.9	20.9	16.7	25.2	17.1	14.2	16.2	28.2	32.3	23.7
Z-spiroether	1892	DA	9.4	14.8	10.1	13.2	12.0	11.4	9.1	14.1	13.8	10.0	10.3	15.1	14.2	12.3	12.1
E-spiroether	1895	DA	0.2	0.4	0.2	0.2	0.3	0.3	-	0.3	0.3	-	-	0.3	0.3	0.2	-
hexadecanoic acid	1958	FA	0.8	1.4	0.8	0.7	0.9	1.2	0.5	1.1	1.2	-	0.5	1.2	1.0	1.0	0.7
n-pentacosane	2500	A	0.5	1.0	0.5	0.5	0.6	0.7	0.5	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6	0.4

WS: Wild samples; CS: Cultivated samples; Kh: Khuzistan samples; F1-2: Fars samples; F-3: Bushehr sample; MH: Monoterpene hydrocarbons; OM: Oxygenated monoterpenes; SH: Sesquiterpene hydrocarbons; OS: Oxygenated sesquiterpenes; FA: Fatty acid; A: Alkane; DA: Diacetylenes

جدول ۳- درصد گروه‌های مختلف ترکیبات اسانس در جمعیت‌های خودرو بابونه (***Matricaria chamomilla***) و معادل کاشته شده آنها در شرایط اقلیمی استان البرز

Table 3. Essential oil compounds group percentage in wild *Matricaria chamomilla* populations and their cultivated equivalents under Alborz province climatic conditions

Accession	W.MH	C.MH	W.OM	C.OM	W.FA	C.FA	W.SH	C.SH	W.OS	C.OS	W.DA	C.DA	W.A	C.A
Kh1	0.8	0.0	0.0	0.2	2.0	0.8	14.9	17.0	64.6	70.7	16.4	9.6	0.0	0.5
Kh2	1.9	0.0	0.0	0.4	0.4	1.4	14.9	18.8	67.3	62.2	13.5	15.2	0.0	0.9
Kh3	2.9	0.0	0.0	0.5	0.4	0.8	11.1	19.2	73.2	67.6	4.9	10.3	0.0	0.5
Kh4	0.2	0.0	0.0	0.3	3.3	0.7	13.9	21.1	69.7	63.3	11.6	13.4	0.0	0.5
Kh5	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	0.9	15.4	17.1	70.7	67.7	9.7	12.2	0.0	0.5
Kh6	0.3	0.0	0.0	0.3	1.6	1.2	13.0	14.0	73.8	71.0	10.5	11.7	0.0	0.7
Kh7	0.4	0.0	0.0	0.3	1.5	0.5	19.7	19.2	61.5	69.5	11.1	9.1	0.0	0.5
Kh8	0.6	0.0	0.0	0.4	0.3	1.1	29.0	19.0	57.3	62.8	7.0	14.3	0.0	0.7
Kh9	0.2	0.0	0.0	0.3	2.5	1.2	16.0	16.2	68.2	65.8	12.0	14.1	0.0	0.6
Kh10	2.8	0.0	0.0	1.0	3.2	0.0	13.5	18.4	64.5	67.8	12.6	10.0	0.0	0.6
Kh12	1.2	0.0	0.0	1.0	0.7	0.5	17.9	17.9	66.2	68.9	13.0	10.3	0.0	0.5
Kh13	1.2	0.0	0.0	0.3	0.0	1.2	20.2	17.9	73.2	63.3	4.1	15.4	0.0	0.5
F1	2.0	0.0	0.0	0.3	8.1	1.0	22.0	18.7	55.7	62.3	0.0	14.5	0.0	0.6
F2	1.6	0.0	0.0	0.3	3.8	1.0	14.4	19.9	65.1	64.1	12.9	12.6	0.0	0.6
F3	0.4	0.0	0.0	0.4	4.5	0.7	18.7	23.6	65.4	61.6	9.5	12.1	0.0	0.4

WS: Wild samples; CS: Cultivated samples; Kh: Khuzistan samples; F1-2: Fars samples; F-3: Bushehr sample; MH: Monoterpene hydrocarbons; OM: Oxygenated monoterpenes; SH: Sesquiterpene hydrocarbons; OS: Oxygenated sesquiterpenes; FA: Fatty acid; A: Alkane; DA: Diacetylenes

بحث

در کنار تأثیر عمده ژنتیک، عوامل محیطی نیز اثرهای بالقوه‌ای روی کمّیت و کیفیت متابولیت‌های ثانویه دارند. عوامل خارجی زیادی ازجمله شدت نور، طول روز، دما، تغذیه، آبیاری، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، کشت بافت و تغییرات ترانس ژنیک آنها، اثرهای متقابل داخل گونه‌ای، دینامیک جمعیت، پارازیت‌ها، بیماری‌ها، آفات، رقابت بین گونه‌ای و مدیریت برداشت به‌عنوان عوامل تأثیرگذار بر عملکرد اسانس و ترکیبات آن در بابونه شناخته شده‌اند (Šalamon, 2007). در این پژوهش، تفاوتی که در درصد و مقادیر ترکیبات اسانس بین جمعیت‌های خودرو مشاهده شد بیشتر حکایت از تأثیر محیط و تا حدودی ژنتیک آنهاست و تفاوتی که در شرایط کاشته شده بین آنها مشاهده شد بیشتر ناشی از تفاوت ژنتیک آنها می‌باشد. برای ثبات و پایداری گونه در منطقه، نیاز به ادامه بررسی کشت‌های سال‌های متوالی آن در منطقه می‌باشد که نتایج متعاقباً گزارش خواهند شد.

Pourfaraj و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه جمعیت‌های بومی بابونه در سه حوضه آبریز کلیبرچای، حاجیلرچای و مردانقم منطقه ارسباران استان آذربایجان‌شرقی، گزارش کردند که افزایش ترکیبات آلفا-فلاندرن، آلفا-بیزابولول و سیس-ترانس-فارنزول در حوضه آبریز کلیبرچای تابعی از میزان بارش و دمای بالا بوده، اما در منطقه حاجیلرچای، بارش اندک موجب افزایش کامازولن و ترانس-بتا-فارنزول شده است. همچنین آنان گزارش کردند که دمای پایین در مردانقم، تولید میزان بیشتری کامازولن و آلفا-بیزابولول

اکسید را در پی داشته است. در بررسی اسانس ۹ جمعیت بابونه از ۷ سایت مختلف (تهران، اصفهان، رامهرمز، بهبهان، ماهشهر، شیراز و کرمان) توسط Šalamon و همکاران (a,b ۲۰۱۰)، ذکر شد که سایت‌ها به دو قسمت تقسیم شدند: رشته‌کوه‌های زاگرس همانند یک سد طبیعی بین خلیج فارس (با زمستان‌های ملایم و تابستان‌های داغ و خیلی مرطوب با بارش سالانه ۲۳۵ تا ۳۵۵ میلی‌متر) و رشته‌کوه‌های البرز نزدیک دریاچه خزر (با آب و هوای خشک و باران سالانه کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر) قرار گرفته است. در این بررسی، بیشترین مقدار آلفا-بیزابولول در اسانس جمعیت‌های بابونه ماهشهر (۶۱/۵٪)، بهبهان (۵۶/۵٪) و رامهرمز (۴۱٪) حاصل شد. در خلیج فارس جمعیت‌هایی از بابونه با محتوی خیلی بالای آلفا-بیزابولول (۶۱-۵۶٪) و در رشته‌کوه‌های البرز جمعیت‌هایی با محتوی خیلی بالای آلفا-بیزابولول اکسید A (۶۰-۵۰٪) مشاهده شد. همچنین، Ghanavati و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اسانس نمونه‌های بابونه جمع‌آوری شده از مناطق مرکزی و جنوبی ایران، گزارش کردند که رشته‌کوه زاگرس جمعیت‌های بابونه ایران را به دو قسمت تقسیم می‌کند. در این تقسیم‌بندی، بخش جنوبی ایران مانند بابامیدان و نورآباد، بابونه‌هایی با میزان بسیار بالای آلفا-بیزابولول (۵۸-۵۵٪) و میزان اسانس کمتر و بخش مرکزی کشور مانند تهران و اصفهان، بابونه‌هایی با میزان آلفا-بیزابولول اکسید A بسیار بالا (۶۰-۵۰٪) و میزان اسانس بیشتر داشتند. نتایج مطالعه Ghanavati و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که بابونه‌های جمع‌آوری شده از مرکز و جنوب ایران دارای ۱۳-۱٪ کامازولن بودند. در مطالعه‌ای دیگر، ارقام و جمعیت‌های مختلف بابونه از کشورهای آلمان (بودگلد، گورال، زولتی‌لن، کمیل کالچرفرم)، ایتالیا، مجارستان و ایران (زردبند، توده‌های کازرون، خوزستان و بوشهر) در اهواز (اقلیم گرم و خشک) و تهران (اقلیم معتدل) کشت گردید (Akbarzadeh, 2014). رقم گورال در هر دو اقلیم، محتوی اسانس مناسبی داشت. درصد اسانس ارقام مجارستانی، زولتی‌لن، کمیل کالچرفرم، بودگلد فارماست و جمعیت کازرون در شرایط اقلیمی اهواز بیشتر بدست آمد. ارقام گورال، بودگلد ته‌کنه، زردبند، ایتالیایی و جمعیت‌های خوزستان و بوشهر از نظر این صفت در اقلیم تهران برتر بودند. بهترین ژنوتیپ از نظر تولید آلفا-بیزابولول در هر دو مکان، جمعیت‌های کازرون و خوزستان بودند. میزان کامازولن در هر دو اقلیم در ارقام زولتی‌لن، گورال، بودگلد فارماست، بودگلد ته‌کنه و رقم مجارستانی بیشتر بدست آمد.

در این پژوهش، درصد اسانس با تفاوت قابل ملاحظه‌ای در نمونه‌های کاشته شده (۱/۹-۰/۴) بیشتر از نمونه‌های خودرو (۰/۱-۰/۵) بدست آمد. همچنین، در هر دو جمعیت‌های خودرو و کاشته شده، ترکیبات آلفا-بیزابولون اکسید A (۴۰/۱-۶۴/۵٪ در جمعیت‌های خودرو و ۲۹/۸-۵۶٪ در جمعیت‌های کاشته شده)، آلفا-بیزابولول اکسید A (۵/۸-۲۱/۵٪ در جمعیت‌های خودرو و ۱۰/۳-۳۲/۳٪ در جمعیت‌های کاشته شده)، *E*-بتا-فارنزن (۶/۱-۲۳/۳٪ در جمعیت‌های خودرو و ۶/۹-۱۵/۶٪ در جمعیت‌های کاشته شده)، Z-اسپیرو اتر (۰-۱۶/۱٪ در جمعیت‌های خودرو و ۹/۱-۱۵/۱٪ در جمعیت‌های کاشته شده) و کامازولن (۱/۶-۵/۳٪ در جمعیت‌های خودرو و ۴/۷-۱۱/۱٪ در جمعیت‌های کاشته شده) اجزای عمده اسانس بودند. Karami و همکاران (۲۰۰۷) در مقایسه بابونه اهلی و خودرو شیراز (کشت شده در یک محل در دانشگاه شیراز) نشان دادند که میانگین درصد وزنی اسانس در جمعیت اهلی و خودرو به‌ترتیب ۰/۴٪ و ۰/۷٪ بود. ترکیبات عمده اسانس برای جمعیت اهلی، آلفا-بیزابولول (۳۴/۲٪)، بتا-فارنزن (۳۷/۲٪)، آلفا-بیزابولول اکسید (۷/۳٪) و کامازولن (۶/۷٪) و برای جمعیت خودرو، بتا-فارنزن (۳۷/۲٪)، آلفا-بیزابولول (۳۲/۳٪)، آلفا-بیزابولول اکسید (۸/۳٪) و کامازولن (۴/۷٪) بودند. همچنین، در مطالعه‌ای در لهستان (Nurzyńska-Wierdak, 2011)، میزان اسانس نمونه از گیاهان کشت‌وکار شده (۱/۱٪)، دو برابر بیشتر از نمونه گیاهان رشد کرده در طبیعت (۰/۵٪) بدست آمد. جزء غالب اسانس نمونه خودرو، آلفا-بیزابولول اکسید A به‌مقدار ۳۱/۷٪ و جزء غالب اسانس نمونه کشت‌وکار شده،

کامازولن به‌مقدار ۲۴/۹٪ بود.

Baghizadeh و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی ۱۶ اکوتیپ بابونه جمع‌آوری شده از مناطق مختلف ایران (دهدشت، جیرفت، بهبهان، کازرون، شیروان، بافق، شیراز، اسفندگان، مشهد، گناباد، راور، بافت، اصفهان، نورآباد ممسنی، کرمانشاه و گلبافت)، آلفا-بیزابولون اکسید A، آلفا-بیزابولول اکسید A و سیس-بتا-فارنزن و Pourfaraj و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه جمعیت‌های بومی بابونه در سه حوضه آبریز کلیبرچای، حاجیلرچای و مردانقم منطقه ارسباران استان آذربایجان‌شرقی، آلفا-بیزابولول اکسید، کامازولن، ترانس-بتا-فارنزول، آلفافلاندرن، سیس-ترانس-فارنزول و آلفا-بیزابولول را به‌عنوان اجزای عمده اسانس گزارش کردند. Jalali و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی بابونه نمونه‌های بوشهر، خوزستان و فارس، آلفا-بیزابولن اکسید A (۹۲/۴-۶۳/۴٪)، آلفا-بیزابولول اکسید A (۱۵/۴-۳/۳٪) و کامازولن (۱۰/۶-۲/۶٪) را عمده‌ترین اجزای اسانس گزارش کردند. آنان همچنین، محتوی اسانس نمونه‌های بوشهر، خوزستان و فارس را به‌ترتیب ۲/۹، ۰/۷ و ۲/۴ درصد بدست آوردند. Jaimand و Rezaee (۲۰۰۲) در بررسی بابونه نمونه‌های تهران (باغ گیاه‌شناسی ایران)، همدان و کازرون، در اسانس نمونه‌های کازرون: آلفا-بیزابولول (۵۱٪)، ترانس- ترانس-فارنزول (۱۷٪)، سیس-بتا-فارنزن (۱۱/۵٪)، گوازولن (۴٪) و کامازولن (۲/۶٪)، همدان: ترانس-ترانس-فارنزول (۳۹/۷٪)، آلفا-بیزابولول اکسید B (۱۸/۵٪)، کامازولن (۱۷٪) و سیس-بتا-فارنزن (۶/۹٪) و تهران: ترانس-ترانس-فارنزول (۶۶٪)، گوازولن (۱۶/۲٪)، آلفا-بیزابولول اکسید A (۱۱٪) و سیس-بتا-فارنزن (۴/۴٪) را به‌عنوان اجزای عمده اسانس گزارش کردند. آنان محتوی اسانس نمونه‌های تهران، همدان و کازرون را به‌ترتیب ۱، ۰/۶ و ۰/۵ درصد بدست آوردند. در نمونه کشت شده در باغ گیاه‌شناسی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، آلفا-بیزابولول اکسید A (۲۵٪) و آلفا-بیزابولول اکسید B (۴/۹٪) از اجزای عمده اسانس بودند (Shams-Ardakani *et al.*, 2006). در اسانس نمونه بابونه جمع‌آوری شده از فارس، آلفا-بیزابولول، گوازولن، آلفا-بیزابولول اکسید A و کامازولن، به‌ترتیب به‌مقدار ۵۶/۹، ۴/۲، ۲/۲ و ۲/۲ درصد (Tolouee *et al.*, 2010)، در اسانس نمونه بابونه از اصفهان، کامازولن، آلفا-بیزابولول و آلفا-بیزابولول اکسید A، به‌ترتیب به‌مقدار ۶۱/۳، ۲ و ۱/۷ درصد (Jamalian *et al.*, 2012) و در اسانس نمونه بابونه از یک مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات طبیعی در گلستان، گوازولن، آلفا-بیزابولول اکسید A و آلفا-بیزابولول، به‌ترتیب به‌مقدار ۱۰/۶، ۱۰/۲ و ۷/۳ درصد (Ayoughi *et al.*, 2011) گزارش شدند. بیزابولول اکسید A به‌مقدار ۳۹/۴٪، بیزابولون اکسید A به‌مقدار ۱۳/۹٪، (*Z*)-en-yne-dicycloether به‌مقدار ۱۱/۵٪، بیزابولول اکسید B به‌مقدار ۹/۹٪، آلفا-بیزابولول به‌مقدار ۵/۶٪ و کامازولن به‌مقدار ۴/۷٪ در اسانس بابونه توسط Raal و همکاران (۲۰۱۱) گزارش شد.

همچنین، مقایسه اسانس ۱۲ جمعیت بابونه ایران (ایذه، باغ‌ملک، لالی، مسجدسلیمان، ملاسانی، گتوند و صالح‌شهر از خوزستان، مورموری، آبدانان، دره‌شهر و سرابله از ایلام) و رقم وارداتی به نام بودگلد کشت شده در باغ گیاه‌شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز توسط Piri و همکاران (۲۰۱۹) انجام شد. آلفا-بیزابولون اکسید A (۶۵/۴-۴۵/۶٪) عمده‌ترین ترکیب در جمعیت‌ها به استثناء جمعیت سرابله بود. سرابله به‌عنوان یک کموتیپ جدید با ترکیبات عمده (*E*)- and (*Z*)-γ-bisabolene (به‌ترتیب ۴۲/۸٪ و ۴۰/۱٪) در اسانس معرفی شد. سه نوع کموتیپ شامل ۱- کموتیپ آلفا-بیزابولون اکسید A و آلفا-بیزابولول اکسید A، ۲- کموتیپ کامازولن و آلفا-بیزابولول اکسید B و ۳- کموتیپ سیس و ترانس-گاما-بیزابولن در بین جمعیت‌ها شناسایی شد.

رقم وارداتی بابونه از مجارستان با نام سورک‌ساری ۴۰ کشت شده در استان کهگیلویه و بویراحمد دارای ۰/۵٪ اسانس بود و ترکیبات آلفا-بیزابولول اکسید، بتا-فارنزن و کامازولن به‌ترتیب با ۲۸/۷، ۱۲/۷ و ۸/۹ درصد بیشترین مقدار اسانس را به خود اختصاص دادند (Omidbaigi,

2006). در مقایسه بین بابونه رقم سورک‌ساری ۴۰ از مجارستان و جمعیت خودرو برازجان در شرایط آب و هوایی تهران، میزان اسانس و مقدار کامازولن در اسانس برای رقم مجاری و جمعیت برازجان به‌ترتیب ۰/۹ و ۱۵ در مقابل ۰/۳ و ۲٪ بدست آمد (Omidbaigi, 2006). مقدار اسانس بابونه رقم بودگلد کشت شده در شرایط اقلیمی شهرکرد، ۰/۷٪ و ترکیبات آلفا–بیزابولول اکسید A (۴۳٪/۶)، بتا–فارنزن (۲۴/۱٪) و آلفا–بیزابولول اکسید B (۱۰/۳٪) اجزای عمده اسانس آن گزارش شدند (Saeedi *et al*., 2015).

بررسی اسانس ۱۵ جمعیت بابونه (کلمه دشتستان، خوزستان، جم‌وریز، کرمانشاه، رودفاریاب دشتستان، پل‌دختری، دهرود دشتستان، همدان، بونا مجارستان، زراعی تهران، دشت ارژن فارس، بودگلد آلمان، حسینه خوزستان و هرمزگان) توسط Ahmadi و همکاران (۲۰۱۸) انجام شد. بیشترین درصد کامازولن و درصد اسانس به‌ترتیب از دهرود (۱۴/۱) و جم‌وریز (۰/۶) بدست آمد. در بررسی ۱۴ جمعیت بابونه از مناطق اصفهان، اردبیل، اهواز، اراک، کرمان، شیراز و زابل (Zeinali *et al*., 2010)، دامنه تغییرات اسانس از ۰/۲٪ (کرمان) تا ۰/۶٪ (شیراز) بدست آمد. در مطالعه شش ژنوتیپ ایرانی (دشتستان از استان بوشهر، اندیمشک، رامهرمز و شادگان از استان خوزستان، تفت از استان یزد، کرج از استان البرز) و دو واریته تجاری آلمانی و مجاری کشت شده در استان البرز توسط Mavandi و همکاران (۲۰۱۹)، بیشترین درصد اسانس از اکسشن‌های خوزستان (۰/۸۲ تا ۰/۸۶٪) بدست آمد و حضور سه کموتیپ در اکسشن‌ها شامل آلفا–بیزابولول اکسید A، آلفا–بیزابولول اکسید B و آلفا–بیزابولون اکسید A شناسایی شد. دو واریته آلمانی و مجارستانی، مقادیر بیشتری از آلفا–بیزابولول اکسید A (به‌ترتیب ۳۹/۱ و ۴۰/۷٪) داشتند که با مقادیر اکسشن‌های محلی رامهرمز و تفت با مقادیر ۳۷/۹٪ و ۳۶/۲٪ به‌ترتیب قابل مقایسه بود. بیشترین مقدار آلفا–بیزابولون اکسید A با مقدار ۵۸/۳٪ و ۶۳/۵٪ به‌ترتیب در اکسشن‌های دشتستان و اندیمشک و بیشترین مقدار آلفا–بیزابولول اکسید B با مقدار ۲۲/۴٪ و ۲۳/۹٪ به‌ترتیب در اکسشن‌های شادگان و کرج بدست آمد که خیلی بیشتر از ارقام تجاری بودند. در مطالعه‌ای دیگر، شش جمعیت بابونه (دو جمعیت از نجف‌آباد، چلگرد، سربند، همدان و اصفهان) کشت شده در استان البرز توسط Adeli و همکاران (۲۰۱۳) بررسی شدند. دو جمعیت اصفهان و همدان بیشترین عملکرد اسانس را به‌خود اختصاص دادند.

در پژوهشی، یک رقم تتراپلوئید مجاری و دو رقم دیپلوئید اسپانیایی و مصری کشت شده در اصفهان به‌همراه نمونه دیپلوئید ایرانی از منطقه سردشت دزفول (خودرو)، سه نمونه از مزرعه شرکت دارویی امین واقع در اصفهان (کشت شده به‌صورت پاییزه و بهاره)، یک نمونه از منطقه شباک (اطراف شهر رودسر) و یک نمونه از مناطق اطراف اردبیل مطالعه شدند (Samsam Sheriat *et al*., 1991). نتایج پژوهش آنان نشان داد که میزان اسانس رقم تتراپلوئید از همه بیشتر بدست آمد و بعد از آن رقم دیپلوئید اسپانیایی قرار داشت. در بابونه ایرانی، بیزابولول که خواص ضد التهاب و ضد قارچ بارزی را دارد، وجود نداشت، بلکه اکسیدهای آن که خواص درمانی آنها به مراتب کمتر است، حضور داشتند. میزان کامازولن در رقم تتراپلوئید بیشتر از بقیه نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

نتایج حاصل از این پژوهش، اهمیت کشت و اهلی کردن جمعیت‌های خودرو بابونه برای داشتن کمّیت و کیفیت مطلوب و پایدار اسانس را تأیید می‌کند، به‌طوری که با کشت جمعیت‌های خودرو در شرایط زراعی و کنترل آب و مدیریت‌های زراعی، می‌توان اسانسی با کمّیت و کیفیت مطلوب نسبت به جمعیت‌های خودرو داشت.

References

- Adams, R.P., 2017. Identification of essential oil components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy. 4th edition. Allured Publishing Corp., Carol Stream, Illinois, 804p.
- Adeli, N., Alizadeh, M.A. and Jafari, A.A., 2013. Evaluation of essential oil yield, morphological and phenological traits in some populations of two chamomile species (*Matricaria recutita* and

M. aurea). Journal of Medicinal Plants and By-products, 2: 153-158.
- Afzali, S.F., Shariatmadari, H., Hajabbasi, M.A. and Moatar, F., 2007. Salinity and drought stress effects on flower yield and flavonol-*O*-glycosides in chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(3): 382-390.
- Ahmadi, F., Modarresi, M. and Kohanmoo, M.A., 2018. A study on the genetic diversity of different populations of german chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) using morphological traits and essential oil percentage. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 34(1): 115-130.
- Akbarzadeh, M., 2014. Study on adaptability and yield potential of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) cultivars and populations under Khuzistan and Tehran climatic conditions. MSc. thesis, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. (In Persian)
- Asgary, S., Naderi, Gh., Ghannadi, A., Gharipour, M. and Golbon, S., 2003. Protective effect of *Achillea millefolium*, *Crataegus curvisepala* and *Matricaria chamomilla* on oxidative hemolysis of human erythrocytes and -SH capacity. Journal of Medicinal Plants, 2(6): 41-61.
- Ayoughi, F., Barzegar, M., Sahari, M.A. and Naghdibadi, H., 2011. Chemical compositions of essential oils of *Artemisia dracunculus* L. and endemic *Matricaria chamomilla* L. and an evaluation of their antioxidative effects. Journal of Agricultural Science and Technology, 13: 79-88.
- Baghizadeh, A., Balouchi, A. and Nazem, H., 2010. A study of genetic and chemical diversities of some chamomile ecotypes based on RAPD markers and essential oil compositions. Journal of Medicinal Plants and By-products, 1: 41-46.
- Flemming, M., Kraus, B., Rascle, A., Jürgenliemk, G., Fuchs, S., Fürst, R. and Heilmann, J., 2015. Revisited anti-inflammatory activity of matricine *in vitro*: Comparison with chamazulene. Fitoterapia, 106: 122-128.
- Gevrenova, R., 2010. Determination of natural colorants in plant extracts by high-performance liquid chromatography. Journal of the Serbian Chemical Society, 75 (7): 903-915.
- Ghahreman, A., 1996. Flora Iranica. Research Institute of Forests and Rangelands Press, Botany department, Tehran, 15 (No. 1814).
- Ghanavati, M., Houshmand, S.L., Zainali, H. and Abrahimpour, F., 2010. Chemical composition of the essential oils of *Matricaria recutita* L. belonging to central and south parts of Iran. Journal of Medicinal Plants, 9(34): 102-109.
- Izadi, Z., Modarres Sanavi, S.A.M., Sorooshzadeh, A., Esna-Ashari, M. and Davoodi, P., 2012. Antimicrobial activity of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) and feverfew (*Tanacetum parthenium* L.). Armaghane-danesh, Yasuj University of Medical Sciences Journal (YUMSJ), 18(1): 31-43.
- Jahan, M. and Koocheki, A., 2004. Effect of organic production of german chamomile (*Maricaria chamomilla* L.) on it's chemical composition. Pajouhesh & Sazandegi, 61: 87-95.
- Jaimand, K. and Rezaee, M.B., 2002. A study on chemical composition of essential oils of *Matricaria chamomilla* L. from Tehran, Hammadan and Kazeroon. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 13: 11-24.
- Jakovlev, V., Isaac, O., Thiemer, K. and Kunde, R., 1979. Pharmacological investigations with compounds of chamomile ii. New investigations on the antiphlogistic effects of (−)-alpha-bisabolol and bisabolol oxides. Planta Medica, 35: 125-140.
- Jalali, Z., Sefidkon, F., Assareh, M.H. and Attar, F., 2008. Comparison of sesquiterpenes in the essential oils of Anthemis hyalina DC., Matricaria recutita L. and Matricaria aurea (Loefl.) Schultz-Bip. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(1): 31-37.
- Jamalian, A., Shams-Ghahfarokhi, M., Jaimand, K., Pashootan, N., Amani, A. and Razzaghi-Abyaneh, M., 2012. Chemical composition and antifungal activity of *Matricaria recutita* flower essential oil against medically important dermatophytes and soil-borne pathogens. Journal de Mycologie Médicale, 22: 308-315.
- Karami, A., Khosh-Khui, M. and Sefidkon, F., 2007. Quantitative and qualitative study on two wild and cultivated populations of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under Shiraz climatic conditions. Abstracts of the 5th Iranian Horticultural Science Congress, Shiraz University, Fars, Iran. (In Persian)
- Maurya, A.K., Singh, M., Dubey, V., Srivastava, S., Luqman, S. and Bawankule, D.U., 2014. α-(−)-Bisabolol reduces pro-inflammatory cytokine production and ameliorates skin inflammation. Current Pharmaceutical Biotechnology, 15: 173-181.
- Mavandi, P., Assareh, M.H., Dehshiri, A., Rezadoost, H. and Abdossi, V., 2019. Flower biomass, essential oil production and chemotype identification of some Iranian *Matricaria chamomilla* var. *recutita* (L.) accessions and commercial varieties. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 22(5): 1228-1240.
- Mozaffarian, V., 1996. Dictionary of Iranian Plant Names. Farhang Moaser Press, Tehran, 596p.

- Mozaffarian, V., 2008. Ilam Province Flora. General Directorate of Natural Resources of Ilam Province Publication in cooperation with Farhang Moaser Press, 700p.
- Naghshe Javaheri, M., Kesmati, M. and Pilevarian, A.A., 2009. Phytoestrogenic effect of *Matricaria recutita* L. and its relationship with endogenous estrogens on locomotor activity in open field test. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(4): 519-529.
- Nargesi, S., Moayeri, A., Ghorbani, A., Seifinejad, Y., Shirzadpour, E. and Amraei, M., 2018. The effects of *Matricaria chamomilla* L. hydroalcoholic extract on atherosclerotic plaques, antioxidant activity, lipid profile and inflammatory indicators in rats. Biomedical Research and Therapy, 5(10): 2752-2761.
- Nurzyńska-Wierdak, R., 2011. The essential oil of *Chamomilla recutita* (L.) Rausch. cultivated and wild growing in Poland. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Lublin-Polonia, Sectio DDD, XXIV, (2): 197-206.
- Omidbaigi, R., 2006. Production and Processing of Medicinal Plants. Vol. 3, 4th edition, Astan Quds Razavi publications (Behnashr Co.), 397p.
- Piri, E., Mahmoodi Sourestani, M., Khaleghi, E., Mottaghipisheh, J., Zomborszki, Z.P., Hohmann, J. and Csupor, D., 2019. Chemo-diversity and antiradical potential of twelve *Matricaria chamomilla* L. populations from Iran: proof of ecological effects. Molecules, 24: 1-14.
- Pourfaraj, J., Akbarzadeh, M., Shahrokhi, Sh. and Nourafcan, H., 2018. German chamomile essential oils quality of environmental factors in three watershed areas of Arasbaran, East Azarbaijan province, Iran. Agroecology Journal, 14(3): 59-68.
- Raal, A., Kaur, H., Orav, A., Arak, E., Kailas, T. and Müürisepp, M., 2011. Content and composition of essential oils in some Asteraceae species. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 60(1): 55-63.
- Repčák, M., Pastírová, A., Imrich, J., Švehlíková, V. and Mártonfi, P., 2001. The variability of (*Z*)- and (*E*)-2-*β*-D-glucopyranosyloxy-4-methoxycinnamic acids and apigenin glucosides in diploid and tetraploid *Chamomilla recutita*. Plant Breeding, 120: 188-190.
- Saeedi, K., Sayedi, F. and Kiani, M., 2015. Evaluation of essential oil content and composition of some improved cultivars of chamomile, Moldavian dragonhead and fennel in Shahrekord climate condition. Journal of Crop Improvement, 17(4): 1101-1109.
- Šalamon, I., 2007. Effect of the internal and external factors on yield and qualitative-quantitative characteristics of chamomile essential oil. Acta Horticulturae, 749: 45-64.
- Šalamon, I., Ghanavati, M. and Abrahimpour, F., 2010a. Potential of medicinal plant production in Iran and variability of chamomile (*Matricaria recutita* L.) essential oil quality. Journal of Essential Oil Bearing Plants (Jeobp), 13(5): 638-643.
- Šalamon, I., Ghanavati, M. and Khazaei, H., 2010b. Chamomile biodiversity and essential oil qualitative-quantitative characteristics in Egyptian production and Iranian landraces. Emirates Journal of Food and Agriculture, 22(1): 59-64.
- Samsam Sheriat, H., Ghassemi Dehkordi, N. and Rahimi, H., 1991. Cultivation of European tetraploid and diploid species of *Matricaria chamomilla* and comparison of ingredients of their volatile oils with those of Iranian diploid species. Department of Pharmacognosy Journal, Medical Sciences University of Tehran, 2(1): 181-193.
- Shams-Ardakani, M.R., Ghannadi, A. and Rahimzadeh, A., 2006. Volatile constituents of *Matricaria chamomilla* L. from Isfahan, Iran. Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences, 2(1): 57-60.
- Sharifi-Rad, M., Nazaruk, J., Polito, L., Bezerra Morais-Braga, M.F., Esmeraldo Rocha, J., Melo Coutinho, H.D., Salehi, B., Tabanelli, G., Montanari, C., del Mar Contreras, M., Yousaf, Z., Setzer, W.N., Verma, D.R., Martorell, M., Sureda, A. and Sharifi-Rad, J., 2018. *Matricaria* genus as a source of antimicrobial agents: from farm to pharmacy and food applications. Microbiological Research, 215: 76-88.
- Stojanović-Radić, Z., 2012. Antimicrobial activity of the three commercial drug's essential oils: chamomillae flos, calendulae flos and millefolii herba. Biologica Nyssana, 3(2): 69-76.
- Tolouee, M., Alinezhad, S., Saberi, R., Eslamifar, A., Zad, J., Jaimand, K., Taeb, J., Rezaee, M.B., Kawachi, M., Shams-Ghahfarokhi, M. and Razzaghi-Abyaneh, M., 2010. Effect of *Matricaria chamomilla* L. flower essential oil on the growth and ultrastructure of *Aspergillus niger* van Tieghem. International Journal of Food Microbiology, 139: 127-133.
- Zeinali, H., Mozafarian, V., Safaii, L., Davazdah emami, S. and Hooshmand, S.A., 2010. Study of morphological, phenological and essential oil variation in *Matricaria recutita* L. Iranian Journal of Plant Production Technology, 10(1): 49-58.