



Study of phytochemicals and essential oil content of populations
of the native species *Artemisia chamaemelifolia* Vill.

Razieh Azimi^{1*}, Fatemeh Sefidkon¹, Fatemeh Fadaei², Somayeh Fekri Qomi¹,
Najmeh Hadi¹, Mostafa Golipour¹, Saeed Rashvand³, Aiuob Moradi⁴

¹ Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
Email: azimiorghchem@gmail.com

² Golestan agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

³ Qazvin Agricultural and Natural Resources research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Qazvin, Iran

⁴ Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

Article type:

Research article

Abstract

The genus *Artemisia*, which comprises approximately 500 species distributed worldwide, is the largest genus within the tribe Anthemideae and one of the most significant genera in the family Asteraceae. *Artemisia chamaemelifolia* Vill. is widely utilized in the pharmaceutical, food, cosmetic, and perfumery industries due to its diverse chemical compounds and the wide range of biological activities they exhibit. This study aimed to investigate the essential oil (EO) content and the diversity of EO phytochemicals in four populations of *A. chamaemelifolia* from their natural habitats, in order to define chemotypes and select suitable ecotypes. To achieve this, aerial parts of *A. chamaemelifolia* were collected during the flowering stage from Qazvin, Gilan, and Mazandaran provinces. The extraction of EO from the flowering aerial parts was performed using the hydrodistillation method. The EO samples were then analyzed quantitatively and qualitatively using gas chromatography (GC) and gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS) techniques. The EO yield from the *A. chamaemelifolia* populations ranged from 0.36% to 1.20%, with the highest oil content found in the Mazandaran-Tonekabon population. Analysis revealed that the main compounds in the different populations were as follows: - Qazvin: *Artemisia* ketone (34.6%) - Gilan: 1,8-cineole (46.0%) and *cis*-nerolidol (16.7%) - Mazandaran-Tonekabon: 1,8-cineole (28.0%), *cis*-nerolidol (22.7%), and *trans*-linalool oxide acetate (21.8%) - Mazandaran-Chalus: *artemisyl* acetate (23.7%), *trans*-linalool oxide acetate (16.7%), *Yomogi* alcohol (16.3%), *selin-11-en-4- α -ol* (11.0%), and *cis*-nerolidol (7.0%) Based on the analysis results, four chemotypes were identified for the ecotypes of *A. chamaemelifolia*: 1) *Artemisia* ketone (Qazvin population), 2) 1,8-cineole/*cis*-nerolidol (Gilan population), 3) 1,8-cineole/*cis*-nerolidol/*trans*-linalool oxide acetate (Mazandaran-Tonekabon population), and 4) *artemisyl* acetate/*trans*-linalool oxide acetate/*Yomogi* alcohol (Mazandaran-Chalus population). The findings suggest that the essential oils from the *A. chamaemelifolia* populations are rich in diverse and bioactive oxygenated chemical compounds, which have numerous applications across various industries.

Article history

Received: 2024/07/17

Revised: 2025/02/02

Accepted: 2025/02/07

Keywords

Artemisia chamaemelifolia
Vill.

artemisia ketone

chemotype

1-8, cineole

essential oil

oxygenated terpenoids

Cite this article as: Azimi, R., Sefidkon, F., Fadaei, F., Fekri Qomi, S., Hadi, N., Golipour, M., Rashvand, S., Moradi, A. (2025). Study of phytochemicals and essential oil content of populations of the native species *Artemisia chamaemelifolia* Vill. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, 12(4): 31-46.



©The author(s)

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

Doi: <https://doi.org/10.71847/ejmp.2025.1130653>

بررسی فیتوشیمیایی و میزان اسانس جمعیت‌های گونه بومی درمنه بابونه‌ای

(*Artemisia chamaemelifolia* Vill.)

راضیه عظیمی^{۱*}، فاطمه سفیدکن^۱، فاطمه فدائی^۲، سمیه فکری‌قمی^۱، نجمه هادی^۱،

مصطفی گلی‌پور^۱، سعید رشوند^۲، ایوب مرادی^۳

^۱بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران،

رایانامه: azimiorghchem@gmail.com

^۲بخش تحقیقات جنگلها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

^۳بخش تحقیقات جنگلها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران

^۴بخش جنگلها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

چکیده

جنس درمنه (*Artemisia*) با تعداد تقریبی ۵۰۰ گونه پراکنده شده در جهان، بزرگترین جنس در قبیله Anthemideae و یکی از بزرگترین جنس‌ها در خانواده کاسنی (*Asteraceae*) به‌شمار می‌رود. درمنه بابونه‌ای (*Artemisia chamaemelifolia* Vill.) به دلیل داشتن ترکیبات شیمیایی متنوع با طیف وسیعی از فعالیت‌های بیولوژیکی، کاربرد زیادی در صنایع دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی و عطرسازی دارد. هدف از انجام این تحقیق، بررسی میزان اسانس و تنوع ترکیب‌های شیمیایی اسانس در چهار جمعیت گونه بومی *A. chamaemelifolia* از رویشگاه‌های طبیعی برای تعیین کموتایپ‌ها و انتخاب اکوتیپ‌های مناسب می‌باشد. بدین منظور، اندام هوایی *A. chamaemelifolia* در مرحله گل‌دهی از استان‌های قزوین، گیلان و مازندران جمع‌آوری شد. استخراج اسانس از اندام هوایی گل‌دار گیاهان به روش تقطیر با آب انجام گرفت. نمونه‌های اسانس با استفاده از دستگاه‌های GC و GC/MS مورد آنالیز کمی و کیفی قرار گرفت. بازده اسانس جمعیت‌های *A. chamaemelifolia* در دامنه ۱/۲۰-۰/۳۶٪ متغیر بود که بیشینه میزان اسانس در جمعیت مازندران-تنکابن مشاهده شد. بر اساس نتایج آنالیز نمونه‌های اسانس، ترکیبات عمده در جمعیت‌های *A. chamaemelifolia* عبارتند از: جمعیت قزوین: آرتمیزی‌کتون (۳۴/۶٪)؛ جمعیت گیلان: ۸،۱-سینئول (۴۶/۰٪) و سیس-نرولیدول (۱۶/۷٪)؛ جمعیت مازندران-تنکابن: ۸،۱-سینئول (۲۸/۰٪)، سیس-نرولیدول (۲۲/۷٪) و ترانس-لینالول اکسیداستات (۲۱/۸٪)؛ مازندران-چالوس: آرتمیزیل استات (۲۳/۷٪)، ترانس-لینالول اکسیداستات (۱۶/۷٪)، یوموگی‌الکل (۱۶/۳٪)، selin-11-en-4-ol (۱۱/۰٪) و سیس-نرولیدول (۷/۰٪). با در نظر گرفتن مواد موثره اصلی نمونه‌های اسانس، چهار کموتایپ شامل (۱) آرتمیزی‌کتون (جمعیت قزوین)، (۲) ۸،۱-سینئول / سیس-نرولیدول (جمعیت گیلان)، (۳) ۸،۱-سینئول / سیس-نرولیدول / ترانس-لینالول اکسیداستات (جمعیت مازندران-تنکابن) و (۴) آرتمیزیل استات / ترانس-لینالول اکسیداستات / یوموگی‌الکل (جمعیت مازندران-چالوس) برای اکوتیپ‌های *A. chamaemelifolia* تعیین می‌شود. با توجه به نتایج حاصل، اسانس جمعیت‌های گونه *A. chamaemelifolia* غنی از ترکیبات شیمیایی اکسیژنه متنوع و زیست فعال بوده که کاربرد زیادی در صنایع مختلف دارند.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۶/۱۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۹

واژه‌های کلیدی:

اسانس
آرتمیزی‌کتون
ترپنوئیدهای اکسیژنه
درمنه بابونه‌ای
۸،۱-سینئول
کموتایپ

استاد: عظیمی، راضیه؛ سفیدکن، فاطمه؛ فدائی، فاطمه؛ فکری‌قمی، سمیه؛ هادی، نجمه؛ گلی‌پور، مصطفی؛ رشوند، سعید؛ مرادی، ایوب.

(۱۴۰۳). بررسی فیتوشیمیایی و میزان اسانس جمعیت‌های گونه بومی درمنه بابونه‌ای (*Artemisia chamaemelifolia* Vill.).

فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، ۱۲(۴)، ۳۱-۴۶.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

Doi: <https://doi.org/10.71847/ejmp.2025.1130653>

© نویسندگان.



مقدمه

گونه *Artemisia chamaemelifolia* Vill. در فارسی به نام «درمنه بابونه‌ای» شناخته می‌شود، گیاهی بوته‌ای معطر به ارتفاع ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر، با گل‌های کوچک و زرد رنگ است (Mozaffarian, 2008). درمنه (*Artemisia*) بزرگترین جنس در قبیله Anthemideae و یکی از بزرگترین جنس‌ها در خانواده کاسنی (Asteraceae) به‌شمار می‌رود. گونه‌های درمنه، گیاهانی علفی مقاوم چندساله هستند که عمدتاً در زیستگاه‌های خشک یا نیمه‌خشک رشد می‌کنند. تعداد گونه‌های این جنس در دنیا، حدود ۵۰۰ گونه تخمین زده شد که به طور عمده در مناطق معتدل آسیا، اروپا و آمریکای شمالی پراکنده شده‌اند (Rustaiyan and Masoudi, 2011). آسیا با ۱۷۴ مورد در اتحادیه جماهیر شوروی سابق (Poljakov, 1961)، ۱۵۰ مورد در چین (Hu, 1965)، ۵۰ مورد در ژاپن (Kitamura, 1939) و ۳۵ مورد در ایران (Rechinger, 1986) بیشترین تنوع را در گونه‌های درمنه دارد.

جنس درمنه شامل گیاهان دارویی مهمی است که به دلیل فعالیت‌های بیولوژیکی و تنوع شیمیایی ترکیبات آنها، بررسی فیتوشیمیایی این گونه‌ها بسیار مورد توجه بوده است. بیش از ۲۶۰ گونه درمنه از نظر اسانس‌های روغنی و دیگر متابولیت‌های ثانویه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. دسته ترکیبات مختلف از جمله سسکوئی ترپنوئیدها، دی ترپنوئیدها، فلاونوئیدها، کومارین‌ها، مشتقات ایزوپرنیل کوماریک‌اسید، کافئویل کوئینیک‌اسیدها، استرول‌ها، استیلن‌ها، فنوکسی کرومن و فنیل پروپن به عنوان اجزای اصلی در گونه‌های درمنه شناسایی شده‌اند (Rustaiyan and Masoudi, 2011). حضور این ترکیبات، گونه‌های *Artemisia* را به منبع مهمی از ترکیبات فعال زیستی با خواص حشره‌کشی، قارچ‌کشی، ضدباکتریایی، ضدانگل، ضد مالاریا، ضد التهاب،

ضد سرطان، آنتی‌هیپاتوتوکسیک و سیتوتوکسین تبدیل می‌کند (Yin et al., 2008; Rashid et al., 2013). (Taleghani et al., 2020; Naß and Efferth, 2018). یک ترکیب دارویی مهم که در این جنس یافت می‌شود، آرتیمیزینین، داروی ضد مالاریا استخراج شده از *A. annua* است (Wang et al., 2019). اسانس‌های گونه‌های درمنه غنی از مونوترپن‌ها و سسکوئی ترپن‌های اکسیژنه بوده و از تنوع شیمیایی بالایی برخوردارند. مواد موثره متنوع از جمله آرتیمیزینا کتون، آرتیمیزیل‌استات، سانتولینا‌الکل، سانتولینیل-استات، کریساتنیل‌استات، ۸-سیئول، لینالول، لاواندولول، لاوندولیل‌استات، وربنون، ترانس-وربنیل-استات، کامفور، آلفا-توجون، بتا-توجون، داونون، سیس-نرولیدول، اسپاتولنول و کاریوفیلن‌اکسید در گونه‌های مختلف درمنه به عنوان اجزای اصلی اسانس شناسایی شدند (Rustaiyan et al., 2000; Sefidkon et al., 2002; Ahmadi et al., 2002; Rustaiyan et al., 2007).

بررسی فیتوشیمیایی اسانس حاصل از اندام هوایی گل‌دار *A. chamaemelifolia* جمع‌آوری شده از منطقه نور مازندران توسط Morteza-Semnani و همکاران (۲۰۰۸) انجام گرفت. بازده اسانس به‌دست آمده ۰/۷۰٪ (حجمی/وزنی) گزارش شد. بر اساس آنالیز اسانس، ترکیبات اکسیژنه شامل ولگارون B (۳۸/۸٪)، سانتولینیل‌استات (۱۰/۵٪) و ۱۴-هیدروکسی-۹-پی-بتا-کاریوفیلن (۸/۴٪) به عنوان ترکیب‌های عمده اسانس شناسایی شدند. در تحقیق صورت گرفته توسط Masoudi و همکاران (۲۰۱۲)، تغییرات بازده اسانس و ترکیبات شیمیایی اندام‌های مختلف *A. chamaemelifolia* برداشت شده از منطقه کندوان مازندران مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. بازده اسانس حاصل از اندام هوایی، ساقه، برگ و گل *A. chamaemelifolia* به ترتیب ۱/۲٪، ۰/۵۰٪، ۱/۹٪ و

۲/۱٪ (وزنی / وزنی) بود. ۳۱ ترکیب در نمونه‌های اسانس شناسایی شد که ترکیبات عمده تعیین شده در چهار نمونه اسانس به ترتیب عبارت بودند از: متیل استات (۲۶/۵٪، ۲۲/۰٪، ۲۰/۵٪ و ۲۰/۵٪)، سیس-نرولیدول (۲۰/۸٪، ۲۶/۳٪، ۱۴/۷٪ و ۱۸/۱٪)، ۸،۱-سینئول (۱۳/۹٪، ۵/۱٪، ۱۱/۷٪ و ۱۲/۸٪)، یوموگی‌الکل (۶/۴٪، ۵/۱٪، ۱۰/۴٪ و ۹/۵٪)، آرتمیزیل استات (۳/۳٪) > ۰/۰۵٪، ۸/۳٪ و ۱۰/۴٪ و کامفور (۴/۶٪، ۴/۰٪، ۹/۰٪ و ۶/۸٪) (Masoudi et al., 2012).

در تحقیق Ghasemi Pirbalouti و همکاران (۲۰۱۳)، تغییرات کمی و کیفی اسانس، خواص ضدباکتریایی و آنتی‌اکسیدانی اسانس جمعیت‌های مختلف گونه *A. chamaemelifolia* جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های مختلف شمال ایران (گلستان، گیلان و مازندران) در دو مرحله مختلف فنولوژی، رویشی و ۵۰٪ گل‌دهی گیاه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاکی از این بود که شرایط محیطی همچون خاک و آب و هوای رویشگاه و زمان برداشت گیاه بر روی میزان تجمع اسانس و کیفیت مواد موثره گیاه اثرگذار است. با توجه به نتایج گزارش شده، بیشترین بازده اسانس (۱/۱٪ حجمی / وزنی) از جمعیت شاهکوه گلستان برداشت شده در مرحله ۵۰٪ گل‌دهی گیاه به دست آمد. در حالی که کمترین بازده اسانس (۰/۴۲-۰/۳۲٪) از جمعیت‌های مازندران در مرحله رویشی گیاه حاصل شد و با جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی در مرحله ۵۰٪ گل‌دهی، یک افزایش جزئی در بازده اسانس (۰/۷۳-۰/۶۳٪) مشاهده شد. میزان برخی ترکیبات عمده اسانس نظیر آرتمیزیا کتون، کریسانتون، کامفور و بورنیل استات در اسانس اندام هوایی نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری شده در مرحله قبل گل‌دهی بیشتر از ۵۰٪ گل‌دهی بود. در حالی که، بیشترین مقدار ترکیبات ۸،۱-سینئول، داونون و داونون

D در اسانس *A. chamaemelifolia* در مرحله ۵۰٪ گل‌دهی حاصل شد. نمونه‌های اسانس گیاه فعالیت بازدارندگی بالا بر روی رشد دو باکتری گرم مثبت (*Bacillus cereus* و *Listeria monocytogenes*) و دو باکتری گرم منفی (*Pseudomonas aeruginosa* و *Salmonella typhimurium*) نشان دادند. کمترین غلظت مهار رشد (MIC) و کمترین غلظت باکتری‌کشی (MBC) برای نمونه‌های اسانس به ترتیب ۱۲۵-۳۱ میکروگرم / میلی‌لیتر و ۵۰۰-۶۲ میکروگرم / میلی‌لیتر، گزارش شدند. در حالی که، فعالیت آنتی‌اکسیدانی ضعیف برای نمونه‌های اسانس مشاهده شد (Ghasemi Pirbalouti et al., 2013a).

آگاهی از تنوع جمعیتی پیش نیاز اصلی و اولین گام در برنامه‌های اصلاح نباتات و اهلی‌سازی است. جمعیت گیاهان بومی اغلب به عنوان ژرم پلاسما برای بهبود اصلاح نژاد و برنامه‌های اهلی کردن گیاهان مناسب هستند، چون ارجحیت زیست اقلیمی و فواصل جغرافیایی نقش عمده‌ای در تمایز گیاهان دارند (2009 Ghasemi Pirbalouti et al., ;Rahimmalek et al., 2013b). در ایران، گونه _____ به‌طور وحشی در چندین منطقه زیست اقلیمی گسترش یافته از مرطوب در شمال ایران تا نیمه‌خشک در شمال شرق ایران رشد می‌کند (Rechinger, 1963-1998). مطالعات نشان داده‌اند که برخی ویژگی‌های ژنتیکی گیاهان دارویی و معطر می‌تواند تحت تأثیر عوامل اکولوژیکی از جمله بارش، دما، رقابت گیاه و نوع خاک و همچنین زمان برداشت و عملیات پس از برداشت قرار گیرد (Figueiredo et al., 2008; Ghasemi Pirbalouti et al., 2013a). بنابراین انتظار می‌رود ترکیبات اسانس درمنه با عواملی همچون ژنتیک، کموتاژ، زمان برداشت، شرایط محیطی و منشا جغرافیایی؛ از جمله آب و هوا، توپوگرافی، ارتفاع و عوامل اداپیک تغییر کند. با توجه به تنوع زیاد ترکیبات

شیمیایی در پروفایل اسانس گونه‌های دارویی Artemisia در رویشگاه‌های مختلف کشور و همچنین تغییر ماهیت مواد موثره اسانس و خواص بیولوژیکی آنها تحت تاثیر تغییرات محیطی، هدف از انجام این تحقیق بررسی میزان اسانس و تنوع ترکیب‌های شیمیایی اسانس در چهار جمعیت گونه بومی *A. chamaemelifolia* از رویشگاه‌های طبیعی به منظور تعیین کموتایپ‌ها و انتخاب ژنوتیپ مناسب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری گیاه: اندام هوایی گیاه

A. chamaemelifolia در مرحله گل‌دهی کامل از چهار رویشگاه طبیعی آن در استان‌های قزوین، گیلان و مازندران جمع‌آوری شدند. برای هر یک از گیاهان، نمونه هرباریومی تهیه شد که در بخش گیاهشناسی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان (*) شناسایی و ثبت شدند. اطلاعات محل جمع‌آوری گیاهان مورد بررسی و کد هرباریومی آنها در جدول ۱ ارائه شد.

جدول ۱: اطلاعات رویشگاهی و کد هرباریوم جمعیت‌های *A. chamaemelifolia* مورد مطالعه

ردیف	کد هرباریوم	رویشگاه	تاریخ جمع‌آوری
۱	1922 (TARI)	قزوین، الموت، ارتفاع ۲۱۰۰ متر	تیر ۱۳۹۸
۲	4759*	گیلان، رودبار، ارتفاع ۲۱۵۰ متر	تیر ۱۳۹۸
۳	107029 (TARI)	مازندران، چالوس، ارتفاع ۲۷۸۷ متر	تیر ۱۳۹۸
۴	108466 (TARI)	مازندران، تنکابن، ارتفاع ۱۹۵۵ متر	مرداد ۱۳۹۸

مشخصات دستگاه‌های آنالیز اسانس

اسانس‌گیری: پس از خشک کردن سرشاخه‌های گل‌دار در سایه (دمای °C ۲۷)، نمونه‌های گیاهی به وسیله آسیاب پودر شدند. استخراج اسانس از گیاه به روش تقطیر با آب (نسبت ماده گیاهی به آب ۱:۱۰) و به‌وسیله دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت انجام گرفت. اسانس‌های روغنی به رنگ زرد روشن از نمونه‌های *A. chamaemelifolia* به دست آمدند که با سولفات سدیم آگیری شده و با ترازوی دیجیتالی دقیق، توزین شدند. سپس بازده اسانس بصورت درصد (وزنی/وزنی) بر اساس وزن گیاه خشک (رطوبت صفر) محاسبه و گزارش شد. اسانس‌های به‌دست آمده تا زمان تزریق به دستگاه‌های GC و GC/MS برای انجام آنالیز در ظرف‌های شیشه‌ای در بسته داخل یخچال (دمای °C ۵-۸) نگهداری شدند.

مشخصات دستگاه GC: گاز کروماتوگراف فوق سریع، ساخت کمپانی Thermo از کشور ایتالیا مدل Ultra Fast Module (UFM) با داده‌پرداز DB-5، Chrom-Card A/D، مجهز به ستون موئینه DB-5 (غیرقطبی) پر شده با سیلیکای گداخته از جنس ۵٪ دی‌فنیل و ۹۵٪ متیل‌پلی‌سیلوکسان، به طول ۱۰ متر، قطر ۰/۱ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۴ میکرومتر به کار گرفته شد. برنامه‌ریزی حرارتی ستون، از ۶۰ تا ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش دمای ۴۰ درجه در دقیقه و توقف در دمای نهایی به مدت ۳ دقیقه در نظر گرفته شد. دمای محل تزریق (Injector) ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد و نوع آشکارساز مورد استفاده FID با دمای ۲۹۰ سانتی‌گراد، گاز حامل هلیوم با فشار ۰/۵ میلی‌لیتر در دقیقه و نسبت شکاف ۱ به ۱۰۰۰ بود (Abbaszadeh et al., 2020).

مشخصات دستگاه GC/MS: شناسایی ترکیبات اسانس با دستگاه کروماتوگراف گازی Agilent 7890A متصل به طیف‌سنج جرمی 5975C Agilent از نوع چهار قطبی (ساخت آمریکا)، مجهز به ستون DB-5 (طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون) انجام شد. برنامه‌ریزی حرارتی ستون شامل افزایش درجه حرارت از ۶۰ تا ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت افزایش ۳ درجه سانتی‌گراد در دقیقه و سپس افزایش به ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه بود و در نهایت ۳ دقیقه در این دما نگه داشته شد. درجه حرارت محفظه تزریق ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد و دمای ترانسفرلین ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شده بود. گاز حامل به کار رفته، هلیوم با سرعت حرکت ۳۰/۶ سانتی‌متر بر ثانیه در طول ستون بود. زمان اسکن برابر یک ثانیه، انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و اسکن ناحیه جرمی از ۴۰ تا ۳۴۰ بود (Mahdi Navehsi et al., 2024).

شناسایی ترکیب‌های اسانس: به منظور ارزیابی کیفی نمونه‌های اسانس، آنها با دی‌کلرومتان با نسبت ۱:۱۰ رقیق شده و به دستگاه GC/MS تزریق و کروماتوگرام‌ها و طیف‌های جرمی اجزای اسانس به دست آمد. سپس با استفاده از شاخص بازدارداری، بررسی طیف‌های جرمی ترکیبات و مقایسه با ترکیب‌های استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه دستگاه طیف‌سنج جرمی (Adams, 2017)، اجزای اسانس شناسایی شدند و با کمک نتایج دستگاه GC، مورد آنالیز کمی قرار گرفتند. برای محاسبه شاخص بازدارداری از تزریق هیدروکربن‌های نرمال ۸ تا ۲۵ کربنه در شرایط برنامه‌ریزی حرارتی مشابه با تزریق اسانس استفاده گردید. تعیین درصد اجزای اسانس به کمک نرم افزار دستگاه GC و به روش نرمال کردن سطح و نادیده گرفتن ضرایب پاسخ

(Response factor) مربوط به ترکیبات انجام شد (Hadi et al., 2023; Solouki et al., 2023).

نتایج

بازده اسانس به دست آمده از اندام‌هوایی گل‌دار جمعیت‌های *A. chamaemelifolia* از رویشگاه‌های قزوین، گیلان، تنکابن و چالوس، به ترتیب ۰/۳۶، ۰/۴۶، ۱/۲ و ۰/۴ درصد تعیین شد (جدول ۲). نمونه‌های اسانس با استفاده از دستگاه‌های GC و GC-MS مورد آنالیز قرار گرفت. کروماتوگرام‌های GC نمونه‌های اسانس در شکل ۱ نشان داده شد. ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس‌ها به ترتیب افزایش شاخص بازدارداری آنها در ستون DB-5 دستگاه GC، در جدول ۲ مرتب شدند.

در اسانس جمعیت قزوین، ۲۷ ترکیب شناسایی شد که ۹۱/۲٪ از کل اسانس را تشکیل می‌دهد. در میان اجزای اسانس، مونوترپن اکسیژنه آرتیمیزیکتون (۳۴/۶٪)، ترکیب غالب اسانس بوده و مونوترپن‌های هیدروکربنی کامفن (۴/۶٪) و پارا-سیمن (۳/۸٪) و سسکویی‌ترپن‌های اکسیژنه muurola-4,10(14)-dien-1β-ol (۴/۳٪) و هگزا هیدرو فنانسیل استون (۳/۹٪) در مقادیر قابل توجه یافت شدند.

در اسانس جمعیت گیلان، ۲۲ ترکیب دربردارنده ۹۵/۴٪ میزان کل اسانس، شناسایی شد، بطوریکه دو ترکیب اکسیژن‌دار شامل مونوترپن ۸،۱-سینئول (۴۶/۰٪) و سسکویی‌ترین سیس-نرولیدول (۱۶/۷٪) در مجموع ۶۲/۷٪ از کل ترکیبات اسانس را تشکیل دادند. در این جمعیت، مونوترپن‌های اکسیژنه ترپین-۴-ال (۴/۶٪) و کامفور (۳/۲٪) نیز نسبتاً با مقدار بیشتر نسبت به سایر ترکیبات تعیین شدند.

در اسانس جمعیت تنکابن، ۲۰ ترکیب، حاوی ۹۵/۴٪ میزان کل اسانس، شناسایی شد و در بین آنها، ترکیب‌های اکسیژنه شامل ۸،۱-سینئول، (۲۸/۰٪)،

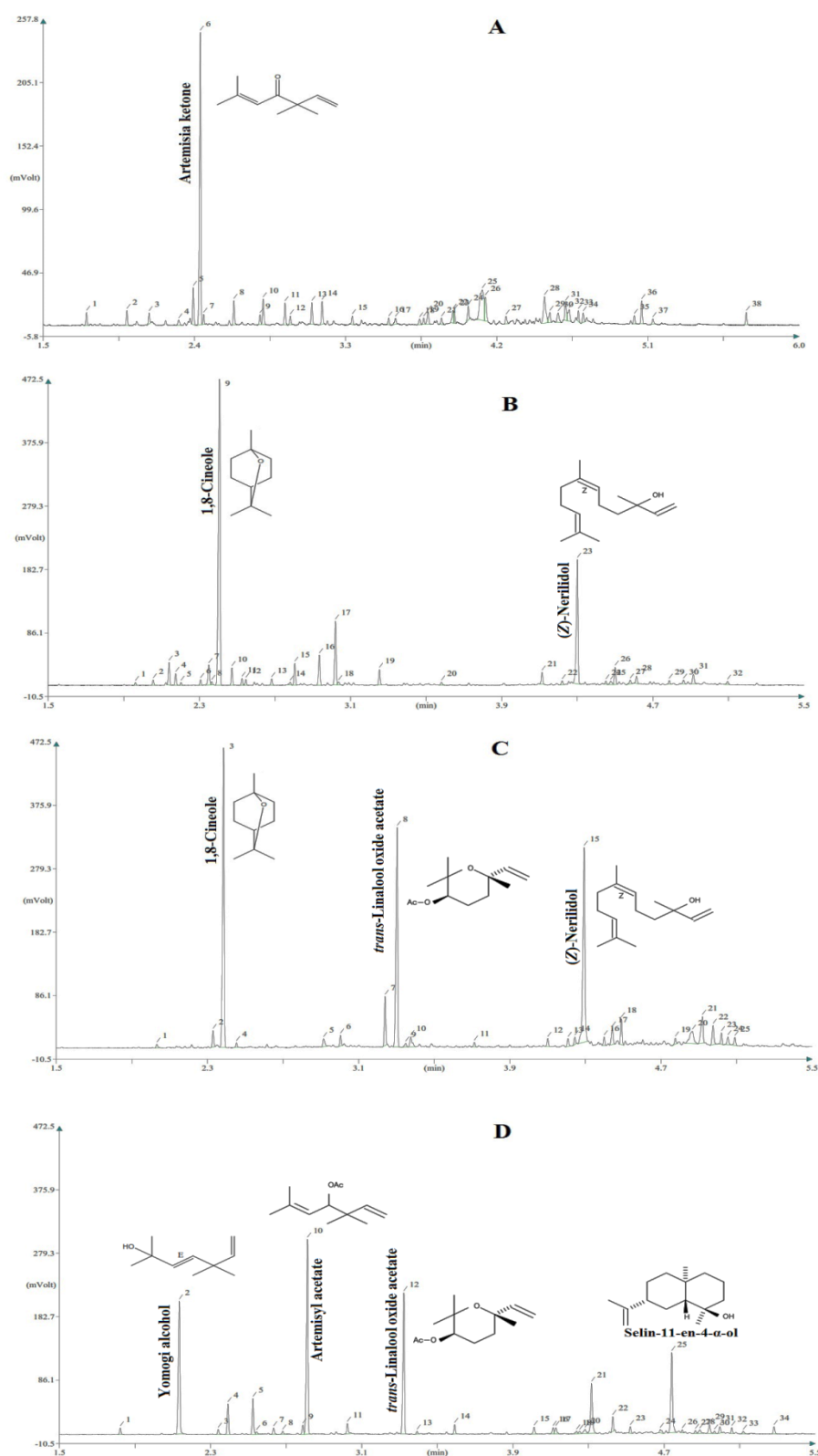
ترانس-لینالول اکسید استات (۲۱/۸٪) و سیس-نرولیدول (۲۲/۷٪) به عنوان اجزای عمده اسانس ثبت شدند. همچنین در این جمعیت، مونوترپن اکسیژنه سیس-کریسانتیل استات (۳/۹٪) و سسکویی ترپن های اکسیژنه هگزا هیدرو فوآرنسیل استون (۳/۴٪) و کورکومونول (۳٪) در مقادیر بالا شناسایی شدند.

در اسانس جمعیت مازندران- چالوس ۲۲ ترکیب، محتوی ۹۲٪ کل اسانس، شناسایی شد. در این جمعیت مونوترپن های اکسیژنه شامل آرتمیزیل استات (۲۳/۷٪)، ترانس- لینالول اکسید استات (۱۶/۷٪) و یوموگی الکل (۱۶/۳٪)، و ترکیبات سسکویی ترپن اکسیژنه selin-11-en-4- α -ol (۱۱/۰٪) و سیس-نرولیدول (۷/۰٪) به عنوان ترکیبات عمده و شاخص اسانس تعیین شدند.

اجزای اسانس در چهار دسته اصلی شامل مونوترپن هیدروکربنی، مونوترپن اکسیژنه، سسکویی ترپن هیدروکربنی و سسکویی ترپن اکسیژنه جای دارند. مونوترپن های اکسیژنه، دسته غالب ترکیبات اسانس در هر یک از جمعیت های *A. chamaemelifolia* را تشکیل می دهند که از رویشگاه قزوین، گیلان، مازندران-تنکابن و مازندران-

چالوس به ترتیب معادل ۶۷/۱ و ۵۷/۵، ۶۷/۲، ۶۰/۴، درصد تعیین شدند. دسته سسکویی ترپن های اکسیژنه جایگاه دوم در بین ترکیبات نمونه های اسانس را داشتند و میزان آنها در جمعیت های مورد مطالعه به ترتیب، ۱۲/۸، ۱۶/۷، ۳۵/۱ و ۲۰/۶ درصد می باشد. دسته ترکیبات مونوترپن هیدروکربنی در دو جمعیت قزوین (۸/۴٪) و گیلان (۹/۴٪) با فراوانی بیشتر نسبت به دو جمعیت مازندران یافت شدند. همچنین آلکان های زنجیر بلند تنها در جمعیت قزوین به میزان ۶٪ تعیین شدند ولی در سایر جمعیت ها مشاهده نشدند.

ترکیبات عمده شناسایی شده در اسانس جمعیت های *A. chamaemelifolia* شامل ۸،۱- سینثول، یوموگی الکل، آرتمیزیا کتون، آرتمیزیل استات و ترانس- لینالول اکسید استات از دسته مونوترپن های اکسیژنه، و سیس-نرولیدول و selin-11-en-4- α -ol از دسته سسکویی ترپن اکسیژنه می باشند. مقایسه میزان ترکیبات عمده و همچنین دسته ترکیبات تشکیل دهنده اسانس در جمعیت های مورد مطالعه *A. chamaemelifolia* در شکل های ۲ و ۳ نشان داده شد.



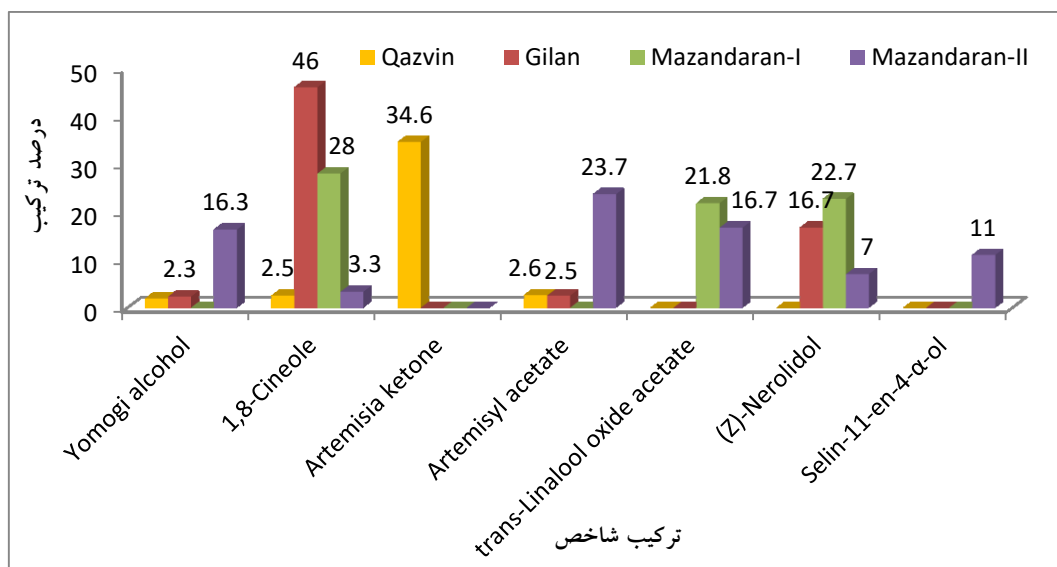
شکل ۱: کروماتوگرام GC اسانس *A. chamaemelifolia* از قزوین (A)، گیلان (B)، مازندران-تنکابن (C)، مازندران-چالوس (D)

جدول ۲: ترکیبات شناسایی شده در اسانس جمعیت‌های مورد مطالعه *A. chamaemelifolia*

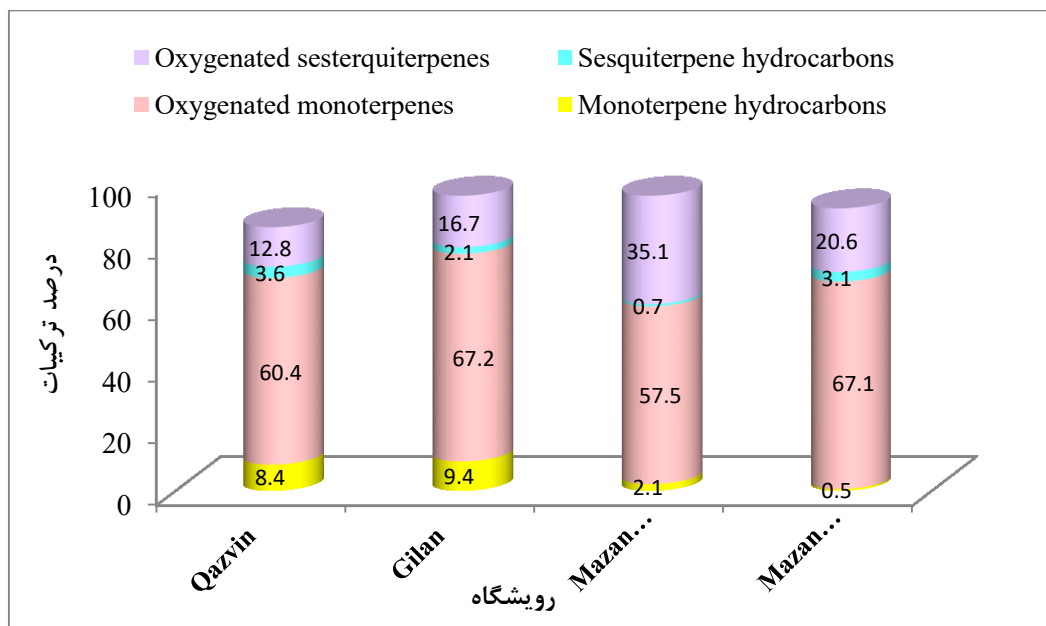
ردیف	ترکیب شیمیایی	شاخص بازداری	میزان (%)			
			قزوین	گیلان	مازندران - تنکابن	مازندران - چالوس
۱	α -pinene	۹۳۶	-	۰/۳	-	-
۲	camphene	۹۵۶	۴/۶	۰/۶	۰/۳	-
۳	β -pinene	۹۷۸	-	۲/۴	-	-
۴	dihydro-1,8-cineole	۹۹۱	-	۰/۷	-	-
۵	yomogi alcohol	۱۰۰۵	۱/۹	۲/۳	-	۱۶/۳
۶	α -terpinene	۱۰۱۵	-	۱/۲	-	-
۷	<i>p</i> -cymene	۱۰۲۰	۳/۸	۲/۳	۱/۴	۰/۵
۸	1,8-cineole	۱۰۳۴	۲/۵	۴۶/۰	۲۸/۰	۳/۳
۹	γ -terpinene	۱۰۶۳	-	۱/۹	۰/۴	-
۱۰	artemisia ketone	۱۰۶۵	۳۴/۶	-	-	-
۱۱	<i>trans</i> -arbusculone	۱۰۷۳	۱/۸	-	-	-
۱۲	<i>cis</i> -sabinene hydrate	۱۰۷۴	-	۰/۷	-	-
۱۳	artemisia alcohol	۱۰۸۱	-	۰/۷	-	۳/۹
۱۴	terpinolene	۱۰۸۵	-	۰/۷	-	-
۱۵	<i>trans</i> -sabinene hydrate	۱۰۹۷	-	۰/۹	-	-
۱۶	linalool	۱۱۰۰	۰/۸	-	-	۰/۳
۱۷	nonanal	۱۱۰۲	۱/۰	-	-	۰/۷
۱۸	<i>cis-p</i> -menth-2-en-1-ol	۱۱۲۰	-	۰/۴	-	-
۱۹	isophorone	۱۱۲۱	۱/۲	-	-	-
۲۰	chrysanthenone	۱۱۲۷	۱/۲	-	-	۰/۳
۲۱	camphor	۱۱۴۲	۲/۹	۳/۲	-	-
۲۲	eucarvone	۱۱۶۱	۲/۷	-	-	-
۲۳	<i>cis</i> -chrysanthenol	۱۱۶۰	۲/۷	-	۰/۹	-
۲۴	borneol	۱۱۶۵	۰/۸	۲/۷	۰/۳	۱/۰
۲۵	artemisyl acetate	۱۱۷۵	۲/۶	۲/۵	-	۲۳/۷
۲۶	terpinen-4-ol	۱۱۸۰	-	۴/۶	۰/۹	۱/۳
۲۷	nordavanone	۱۲۳۱	۳/۴	-	-	-
۲۸	<i>cis</i> -chrysanthenyl acetate	۱۲۷۰	-	۲/۲	۳/۹	-
۲۹	bornyl acetate	۱۲۸۷	۱/۳	۰/۳	-	-
۳۰	<i>trans</i> -linalool oxide acetate	۱۲۹۰	-	-	۲۱/۸	۱۶/۷
۳۱	thymol	۱۲۹۳	-	-	۰/۴	-
۳۲	carvacrol	۱۳۰۲	-	-	۱/۳	-
۳۳	<i>cis</i> -2,3-pinenediol	۱۳۲۵	-	-	-	۰/۳

ادامه جدول ۲: ترکیبات شناسایی شده در اسانس جمعیت‌های مورد مطالعه *A. chamaemelifolia*

ردیف	ترکیب شیمیایی	شاخص بازداری	میزان (%)			
			قزوین	گیلان	مازندران-تنکابن	مازندران-چالوس
۳۴	(E)-caryophyllene	۱۴۱۵	۲/۳	-	-	-
۳۵	germacrene D	۱۴۸۵	۱/۳	۲/۱	۰/۷	۰/۹
۳۶	valencene	۱۴۹۵	-	-	-	۰/۷
۳۷	indipone	۱۴۹۷	-	-	-	۰/۹
۳۸	silphiperfolan-6- α -ol	۱۵۱۰	-	-	۰/۷	۰/۴
۳۹	7-epi-silphiperfolan-6- β -ol	۱۵۲۰	-	-	۰/۷	۰/۳
۴۰	(Z)-nerolidol	۱۵۳۴	-	۱۶/۷	۲۲/۷	۷/۰
۴۱	α -calacorene	۱۵۴۰	-	-	-	۱/۵
۴۲	silphiperfolan-6- β -ol	۱۵۴۵	-	-	۰/۷	-
۴۳	silphiperfol-5-en-3-ol A	۱۵۵۷	-	-	۱/۷	-
۴۴	davan ether isomer	۱۵۶۹	۱/۴	-	-	-
۴۵	davan ether isomer	۱۵۷۴	۲/۲	-	-	-
۴۶	presilphiperfolan-8-ol	۱۵۸۴	-	-	۲/۲	۰/۷
۴۷	davan ether isomer	۱۶۰۱	۱/۰	-	-	-
۴۸	muurola-4,10(14)-dien-1 β -ol	۱۶۳۰	۴/۳	-	-	-
۴۹	selin-11-en-4- α -ol	۱۶۵۴	-	-	-	۱۱/۰
۵۰	curcumenol	۱۷۳۵	-	-	۳/۰	۰/۳
۵۱	n-octadecane	۱۸۰۰	۱/۲	-	-	-
۵۲	hexahydro farnesyl acetone	۱۸۴۵	۳/۹	-	۳/۴	-
۵۳	n-heneicosane	۲۱۰۰	۲/۲	-	-	-
۵۴	n-tricosane	۲۳۰۰	۱/۶	-	-	-
۵۵	جمع کل درصد ترکیبات	-	۹۱/۲	۹۵/۴	۹۵/۴	۹۲/۰
۵۶	درصد اسانس (وزنی/وزنی)	-	۰/۳۶	۰/۴۶	۱/۲	۰/۴
۵۷	دسته ترکیبات	-	-	-	-	-
۵۸	مونوترپن هیدروکربنی	-	۸/۴	۹/۴	۲/۱	۰/۵
۵۹	مونوترپن اکسیژنه	-	۶۰/۴	۶۷/۲	۵۷/۵	۶۷/۱
۶۰	سکویی ترپن هیدروکربنی	-	۳/۶	۲/۱	۰/۷	۳/۱
۶۱	سکویی ترپن اکسیژنه	-	۱۲/۸	۱۶/۷	۳۵/۱	۲۰/۶
۶۲	سایر	-	۶/۰	۰	۰	۰/۷



شکل ۲: مقایسه محتوی اجزای عمده اسانس در جمعیت‌های *A. chamaemelifolia* از قزوین، گیلان، تنکابن (I) و چالوس (II)



شکل ۳: مقایسه میزان دسته ترکیبات اسانس در جمعیت‌های *A. chamaemelifolia* از قزوین، گیلان، تنکابن (I) و چالوس (II)

بحث

مقایسه با جمعیت تنکابن (۱/۲٪)، اسانس به مقدار کمتر تولید کردند که این نتیجه می‌تواند به نوع ژنوتیپ گیاه و شرایط اکولوژیکی در رویشگاه تنکابن نسبت داده شود.

بر اساس نتایج آنالیز اسانس، ترکیبات شیمیایی متنوع از مونوترپن‌ها و سسکویی‌ترین‌ها در پروفایل اسانس جمعیت‌های *A. chamaemelifolia* تعیین

در این تحقیق، بازده اسانس جمعیت‌های *A. chamaemelifolia* در دامنه ۱/۲۰٪-۳۶٪ متغیر بود که بیشینه بازده اسانس در جمعیت تنکابن مشاهده شد. در واقع سه جمعیت قزوین (۳۶٪)، گیلان (۴۶٪) و مازندران-چالوس (۴٪) از لحاظ بازده اسانس، تفاوت چندانی با یکدیگر نداشتند ولی در

شدند. ترکیبات عمده شناسایی شده در اسانس جمعیت‌های *A. chamaemelifolia* مورد مطالعه عبارتند از: جمعیت قزوین: آرتمیزیا کتون (۳۴/۶٪)؛ جمعیت گیلان: ۸،۱-سینئول (۴۶/۰٪) و سیس-نرولیدول (۱۶/۷٪)؛ جمعیت مازندران-تنکابن: ۸،۱-سینئول (۲۸/۰٪)، سیس-نرولیدول (۲۲/۷٪) و ترانس-لینالول اکسید استات (۲۱/۸٪)؛ مازندران-چالوس: آرتمیزیل استات (۲۳/۷٪)، ترانس-لینالول اکسید استات (۱۶/۷٪)، یوموگی‌الکل (۱۶/۳٪)، selin-11-en-4- α -ol (۱۱/۰٪) و سیس-نرولیدول (۷/۰٪) (جدول ۲).

با توجه به اینکه ترکیبات عمده متفاوت در اسانس جمعیت‌های *A. chamaemelifolia* یافت شده است، بنابراین کموتایپ‌های مختلف برای آنها می‌توان در نظر گرفت. برای اکوتیپ‌های *A. chamaemelifolia*، چهار کموتایپ شامل کموتایپ آرتمیزیا کتون (جمعیت قزوین)، کموتایپ ۸،۱-سینئول / سیس-نرولیدول (جمعیت گیلان)، کموتایپ ۸،۱-سینئول / سیس-نرولیدول / ترانس-لینالول اکسید استات (جمعیت مازندران-تنکابن) و کموتایپ آرتمیزیل استات / ترانس-لینالول اکسید استات / یوموگی‌الکل (جمعیت مازندران-چالوس) تعیین می‌شود.

بطور کلی عوامل مختلف اثرگذار بر روی ترکیبات شیمیایی اسانس به فاکتورهای درون‌زا و برون‌زا تقسیم می‌شوند. عوامل درون‌زا به خصوصیات آناتومیکی و فیزیولوژیکی گیاهان و مسیرهای بیوسنتزی مواد فرار مرتبط بوده و ممکن است در اندام‌ها و سن مختلف گیاهان تغییر کند. عوامل برون‌زا یا تنظیم شده محیطی همچون نور، دما، میزان بارش، نوع خاک، ارتفاع و موقعیت جغرافیایی رویشگاه، در یک دوره طولانی، ممکن است بر برخی از ژن‌های مسئول تشکیل مواد فرار تأثیر بگذارد (Barra, 2009). بنابراین، تنوع شیمیایی اسانس در جمعیت‌های

A. chamaemelifolia بیانگر این است که علاوه بر ژنتیک، فاکتورهای محیطی نیز بر روی کمیت و کیفیت مواد موثره اسانس اثرگذار است. شرایط اقلیمی منطقه رویش گیاه با تأثیر بر میزان فتوسنتز، تنفس، و نیز خصوصیات رشدی و مورفولوژیکی گیاه می‌تواند روی تجمع اسانس و نیز اجزای آن تأثیر بگذارد (Mollaei et al., 2020). نتایج تحقیق حاضر با مطالعات Ghasemi Pirbalouti و همکاران (۲۰۱۳a) همخوانی دارد، که با بررسی فیتوشیمیایی اسانس جمعیت‌های *A. chamaemelifolia* جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های شمال ایران (گلستان، گیلان و مازندران) در دو مرحله فنولوژی رویشی و ۵۰٪ گل‌دهی گیاه، بیشترین بازده اسانس (۱/۱٪ حجمی / وزنی) از جمعیت شاهکوه گلستان در مرحله ۵۰٪ گل‌دهی گیاه به دست آمد. در حالی که کمترین بازده اسانس (۰/۴۲-۰/۳۲٪) از جمعیت‌های مازندران در مرحله رویشی گیاه حاصل شد و با برداشت این نمونه‌ها در مرحله ۵۰٪ گل‌دهی، یک افزایش جزیی در بازده اسانس (۰/۷۳-۰/۶۳٪) مشاهده شد. نتایج آنالیز اسانس نشان داد که ترکیبات اکسیژنه شامل ۸،۱-سینئول، آرتمیزیا کتون، کریسانتون، کامفور، بورنئول، ترپینن-۴-ال، بورنیل استات، داونون، داونون D، ویریدی‌فلورول و آلفا-بیسابولول بخش عمده اسانس را تشکیل دادند.

با توجه به نتایج جدول ۲، برخی ترکیب‌های اسانس تنها در یک اکوتیپ مشاهده شد و در سایر اکوتیپ‌ها یافت نشد، به عنوان مثال، آرتمیزیاکتون که به عنوان ترکیب اصلی در اکوتیپ قزوین شناسایی شد، در سایر اکوتیپ‌ها وجود ندارد. علاوه بر این، سسکویی‌ترپن‌های μ urola-4,10(14)-dien-1 β -ol (۴/۳٪)، ترانس-کاریوفیلین (۲/۳٪) و ایزومرهای داوان اتر (۴/۶٪) و همچنین آلکان‌های زنجیر بلند (۶٪) با مقادیر قابل توجه تنها در جمعیت قزوین تعیین شدند

گزارش شد. آرتمیزیا کتون در *Mirjalili A. persica* (et al., 2006) و کامفور در گونه‌های *A. diffusa* (Ahmadi and Mirza, 2001) و *A. aucheri* (Khorsand-Mohammadpoor et al., 2002) به عنوان ترکیب‌های اصلی اسانس شناسایی شدند.

ترکیبات اکسیژنه شامل آرتمیزیا کتون، ۸،۱-سینئول و یوموگی‌الکل از ترپنوئیدهای معطر می‌باشند که با داشتن خواص ضدباکتریایی، ضدقارچ و آنتی‌اکسیدانی به عنوان عوامل ضدمیکروبی، نگهدارنده و طعم‌دهنده در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی و بهداشتی مورد استفاده می‌باشند (Lopes-Lutz et al., 2008). آرتمیزیل استات و ترانس-لینالول اکسید استات جزو دسته ترپنوئیدهای استری معطر هستند که به عنوان عطر و طعم‌دهنده در فرآورده‌های غذایی، دارویی و آرایشی و بهداشتی به کار می‌روند. سیس-نرولیدول نیز یک ماده معطر است که در لوازم آرایشی، عطرها، شامپوها، صابون‌های توالت و سایر لوازم آرایشی و همچنین در محصولات غیرآرایشی مانند پاک‌کننده‌های خانگی و شوینده‌ها استفاده می‌شود (Lapczynski et al., 2008). با توجه به اینکه اکوتیپ‌های *A. chamaemelifolia* مورد مطالعه، دارای ترپنوئیدهای اکسیژنه زیست فعال و پرمصرف در صنایع مختلف می‌باشند، بنا براین، کشت و اهلی‌سازی این گیاهان دارویی ارزشمند در مناطق با آب و هوای سرد مرطوب، نیمه‌مرطوب و نیمه‌خشک کشور پیشنهاد می‌گردد. بدین ترتیب که در فاز بعدی تحقیق، ابتدا باید تنوع فیتوشیمیایی اسانس اکوتیپ‌های *A. chamaemelifolia* در حالت زراعی بررسی شود، سپس بر اساس سازگاری و عملکرد تولید گیاه در هکتار، بازده و کیفیت اسانس و نیاز صنایع داخلی و خارجی، کموتایپ مناسب انتخاب شده و در نهایت کشت وسیع آن توصیه شود.

ولی در سایر جمعیت‌ها مشاهده نشدند. حال آنکه ترکیب سیس-نرولیدول در جمعیت قزوین یافت نشد ولی در سایر جمعیت‌ها به عنوان یک ترکیب عمده شناسایی شد. همچنین، ترکیب‌های آلفا-پینن، بتا-پینن، ترپینولن، دی‌هیدرو-۸،۱-سینئول، ایزومرهای سابینن هیدرات و پارا-منت-۲-ان-۱-ال نیز تنها در اکوتیپ گیلان شناسایی شدند. این مشاهدات، تاثیر فاکتورهای مختلف محیطی بر روی تنوع فیتوشیمیایی پروفایل اسانس اکوتیپ‌های *A. chamaemelifolia* را تایید می‌کند.

در تحقیق حاضر، مونوترپن‌های اکسیژنه دسته غالب ترکیبات اسانس در هر یک از جمعیت‌های *A. chamaemelifolia* را تشکیل دادند و دسته سسکوئی‌ترین‌های اکسیژنه جایگاه دوم را در بین ترکیبات نمونه‌های اسانس نشان دادند. ترکیبات عمده شناسایی شده در اسانس جمعیت‌های *A. chamaemelifolia* شامل ۸،۱-سینئول، یوموگی‌الکل، آرتمیزیا کتون، آرتمیزیل استات و ترانس-لینالول اکسید استات در دسته مونوترپن‌های اکسیژنه و سیس-نرولیدول و selin-11-en-4- α -ol در دسته سسکوئی‌ترین اکسیژنه جای دارند. هم‌راستا با نتایج تحقیق حاضر، Masoudi و همکاران (۲۰۱۲) در اسانس اندام‌هوایی *A. chamaemelifolia* از رویشگاه کندوان-چالوس، ترکیبات اکسیژنه شامل سیس-نرولیدول، ۸،۱-سینئول، یوموگی‌الکل، کامفور و آرتمیزیل استات را به عنوان ترکیبات عمده اسانس گزارش کردند.

در تحقیقات قبلی، ۸،۱-سینئول به عنوان ترکیب اصلی اسانس در برخی گونه‌های درمنه همچون *A. gypsacea* (Rustaiyan et al., 2000)، *A. diffusa* (Ahmadi and Mirza, 2001)، *A. turcomanica* (Masoudi et al., 2012)، *A. scoparia* (Morteza-) و *A. Santolina* (Semnani and Akbarzadeh, 2005)

نتیجه‌گیری کلی

کمو تایپ آرتمیزیل استات / ترانس-لینالول اکسیداستات / یوموگی الکل (جمعیت مازندران-چالوس) مشخص شد. نمونه‌های اسانس *A. chamaemelifolia* به دلیل داشتن ترکیبات اکسیژنه معطر نظیر آرتمیزیاکتون، ۸،۱-سینئول، یوموگی الکل، آرتمیزیل استات، ترانس-لینالول اکسیداستات و سیس-نرولیدول با خواص بیولوژیکی منحصربفرد، می‌توانند کاربرد وسیعی در صنایع مختلف غذایی، دارویی، کشاورزی و آرایشی و بهداشتی داشته باشند.

به‌طور کلی، اسانس جمعیت‌های مورد مطالعه *A. chamaemelifolia* از تنوع ترکیبات شیمیایی زیادی برخوردار بودند. برای اکوتیپ‌های *A. chamaemelifolia*، چهار کمو تایپ شامل کمو تایپ آرتمیزیاکتون (جمعیت قزوین)، کمو تایپ ۸،۱-سینئول / سیس-نرولیدول (جمعیت گیلان)، کمو تایپ ۸،۱-سینئول / سیس-نرولیدول / ترانس-لینالول اکسیداستات (جمعیت مازندران-تنکابن) و

References

- Abbaszadeh, B., Layeghhaghighi, M., Azimi, R. and Hadi, N. (2020). Improving water use efficiency through drought stress and using salicylic acid for proper production of *Rosmarinus officinalis* L. *Industrial Crops & Products*. 144: 111893.
- Adams, R.P. (2017). Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography-Mass Spectroscopy, 4th Edition, Allured Publishing Corporation, Carol Stream, Illinois.
- Ahmadi, L. and Mirza, M. (2001). Chemical composition of essential oils from two Iranian species of Artemisia. *Journal of Essential Oil Research*. 13: 30-31.
- Ahmadi, L., Mirza, M. and Shahmir, F. (2002). The volatile constituents of *Artemisia marschaliana* sprengel and its secretory elements. *Flavour and Fragrance Journal*. 17: 141-143.
- Barra, A. (2009). Factors affecting chemical variability of essential oils: a review of recent developments. *Natural Product Communications*. 4(8): 1147-1154.
- Figueiredo, A.C., Barroso, J.G., Pedro, L.G. and Scheffer, J.J.C. (2008). Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*. 23: 213-226.
- Ghasemi Pirbalouti, A., Firoznezahad, M., Craker, L. and Akbarzadeh, M. (2013a). Essential oil compositions, antibacterial and antioxidant activities of various populations of *Artemisia chamaemelifolia* at two phenological stages. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 23: 861-869.
- Ghasemi Pirbalouti, A., Hossayni, I. and Shirmardi, H. (2013b). Essential oil variation, antioxidant and antibacterial activity of mountain fennel (*Zaravschanica membranacea* (Boiss.) M. Pimen.). *Industrial Crops & Products*. 50: 443-448.
- Hadi, N., Azimi, R., Yahyazadeh, M., Mackizadeh, M., Fekri Qomi, S. and Mohit, S. (2023). Comparison of essential oil compounds in *Matricaria chamomilla* L. wild populations with their cultivated equivalents. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*. 39(4): 638-654.
- Hu, S.Y. (1965). The Compositae of China. I. Q. J. Taiwan Mus. 18: 1-136.
- Khorsand-Mohammadpoor, S., Yari, M., Rustaiyan, A. and Masoudi, S. (2002). Chemical constituents of the essential oil of *Artemisia aucheri* Boiss. a species endemic to Iran. *Journal of Essential Oil Research*. 14: 122-123.
- Kitamura, S. (1939). A classification of Artemisia. *Acta Phytotax. Geobot.* 8: 62-66.
- Lapczynski, A., Letizia, C.S., and Api, A.M. 2008. Fragrance material review on *cis*-nerolidol. *Food and Chemical Toxicology*. 46: S245-S246.
- Lopes-Lutz, D., Alviano, D.S., Alviano, C.S. and Kolodziejczyk, P.P. (2008). Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of Artemisia essential oils. *Phytochemistry*. 69: 1732-1738.

- Mahdi Navehsi, F., Abdossi, V., Abbaszadeh, B., Azimi, R. and Dianat, M. (2024). Effect of gamma rays on the essential oil and biochemical characteristics of the *Satureja mutica* Fisch & C. A. Mey. Scientific Reports. 14: 7581.
- Masoudi, Sh., Rustaiyan, A. and Vahedi, M. (2012). Volatile oil constituents of different parts of *Artemisia chamaemelifolia* and the composition and antibacterial activity of the aerial parts of *A. turcomanica* from Iran. Natural Product communications. 7(11): 1519–1522.
- Mirjalili, B.F., Hakimi-Meybody, M.H., Mazloun-Ardakani, M., Rustaiyan, A., Ameri, N., Masoudi, S. and Bamoniri, A. (2006). Chemical composition of the essential oil from aerial parts, leaves, flowers and roots of *Artemisia persica* Boiss. from Iran. Journal of Essential Oil Research. 18: 544–547.
- Mollaei, S., Ebadi, M., Hazrati, S., Habibi, B., Gholami, F. and Sourestani, M.M. (2020). Essential oil variation and antioxidant capacity of *Mentha pulegium* populations and their relation to ecological factors. Biochemical Systematics and Ecology. 91: 104084.
- Morteza-Semnani, K. and Akbarzadeh, M. (2005). Essential oil composition of Iranian *Artemisia absinthium* L. and *Artemisia scoparia* Waldst. et Kit. Journal of Essential Oil Research. 17: 321–322.
- Morteza-Semnani, K., Saeedi, M. and Akbarzadeh, M. (2008). Essential oil composition of *Artemisia chamaemelifolia* Vill. Journal of Essential Oil Research. 20(5): 430–431.
- Mozaffarian, V. 2008. A dictionary of Iranian plant names: Latin-English-Persian: Farhang Mo'aser. Tehran, Iran, pp. 522.
- Naß, J. and Efferth, T. (2018). The activity of *Artemisia* spp. and their constituents against Trypanosomiasis. Phytomedicine. 47: 184–191.
- Poljakov, P.P. (1961). Systematic studies in the genus *Artemisia* L., vol. 11. Trudy Instituta Botaniki Akademii Nauk Kazakhskoy SSR, Alma Acta, pp. 134–177.
- Rahimmalek, M., Bahreininejad, B., Khorrami, M. and Tabatabaei, B.E.S. (2009). Genetic variability and geographic differentiation in *Thymus daenensis* subsp. *daenensis*, an endangered medicinal plant, as revealed by inter simple sequence repeat (ISSR) markers. Biochemical Genetics. 47: 831–842.
- Rashid, S., Rather, M.A., Shah, W.A. and Bhat, B.A. (2013). Chemical composition, antimicrobial, cytotoxic and antioxidant activities of the essential oil of *Artemisia indica* Willd. Food chemistry. 138: 693–700.
- Rechinger, K.H. (1986). *Artemisia*. In: Rechinger, K.H., Hedge, I.C. (Eds.), Flora Iranica. Compositae No. 158. Akademische Druck and Verlagsanstalt, Graz, Austria, p. 214.
- Rechinger, K.H. (1963-1998). Flora Iranica. Akademische Druck-U. Verlagsanstalt: Graz, Austria, p. 49, 13–15.
- Rustaiyan, A., Balalaei, S., Mohammadi, F., Masoudi, Sh. and Yari, M. (2000). Comparison of the volatile oils of *Artemisia santolina* Schrenk and *Artemisia gypsacea* Krasch., M. Pop. et Lincz. ex Poljak. from Iran. Journal of Essential Oil Research. 12: 330–332.
- Rustaiyan, A., Masoudi, Sh. and Kazemi, M. (2007). Volatile oils constituents from different parts of *Artemisia ciniformis* Krasch. Et M. Pop. ex Poljak and *Artemisia incana* (L.) Druce. from Iran. Journal of Essential Oil Research. 19: 548–551.
- Rustaiyan, A. and Masoudi, Sh. (2011). Chemical constituents and biological activities of Iranian *Artemisia* species. Phytochemistry Letters. 4: 440–447.
- Sefidkon, F., Jalili, A. and Mihaji, T. (2002). Essential oil composition of three *Artemisia* spp. from Iran. Flavour and Fragrance Journal. 17: 150–152.
- Solouki, A., Zare Mehrjerdi, M., Aliniaefard, S. and Azimi, R. (2023). Postharvest light and temperature elicitors improve chemical composition and level of essential oils in basil (*Ocimum basilicum* L.) through boosting antioxidant machinery. Postharvest Biology and Technology. 199: 112279.
- Taleghani, A., Emami, S.A. and Tayarani-Najaran, Z. (2020). *Artemisia* a promising plant for the treatment of cancer. Bioorganic & Medicinal Chemistry. 28(1): 115180.

- Yin, Y., Gong, F.Y., Wu, X.X., Sun, Y., Li, Y.H., Chen, T. and Xu, Q. (2008). Anti-inflammatory and immunosuppressive effect of flavones isolated from *Artemisia vestita*. *Journal of Ethnopharmacology*. 120: 1–6.
- Wang, J., Xu, C., Wong, Y.K., Li, Y., Liao, F., Jiang, T. and Tu, Y. (2019). Artemisinin, the magic drug discovered from traditional Chinese medicine. *Engineering*. 5(1): 32–39.