Eco-phytochemical
Journal of Medicinal Plants
Print ISSN: 2322-3235
Online ISSN: 2783-4697
Islamic Azad University
Gorgan Branch
Iranian Society
of Medical Plants

Evaluation of the physicochemical properties of total essential oil from *Rosa damascena* Miller in various regions of Iran

Kamkar Jaimand[1*], Razieh Azimi[1], Mohammad Bagher Rezaee[1], Fatemeh Sefidkon[1], Zahra Behrad[1], Somayeh Fekri Qomi[1], Mahshid Rahimifard[1], Mahdi Yahyazadeh[1], Najmeh Hadi[1], Shahrokh Karimi[2]

[1]Department of Medicinal Plants and Byproducts Research, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, E-mail: camcarjaimand@yahoo.com
[2]Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Article type:
Research article

Article history
Received: 21-11- 2023
Revised: 07-12-2023
Accepted: 14-12-2023

Keywords
Total Essential Oil
Geraniol
Citronellol
Rosa damascena Miller
Physicochemical Properties

Abstract

Rosa damascena Miller essential oil (EO) is a valuable and widely utilized product in the food, pharmaceutical, and cosmetic industries due to its pleasant aroma and unique biological properties. The quantity and quality of EO can be influenced by various factors, including genetic, environmental conditions, the timing of flower collection, harvesting and storage methods, and the extraction process. The absence of standardized indicators for rose EO has led to confusion in consumer industries when it comes to identifying the quality of EOs produced by different companies. To address this issue, the present study was conducted to determine the range of changes in the physicochemical properties of Iranian rose EO according to ISO standard methods. For this study, the EO obtained from the distillation of fresh rose flowers (referred to as the first oil) was blended with the redistilled rose water (known as the second oil). This mixture was then subjected to physical and chemical analysis to determine the characteristics of the total EO of rose. The findings indicated that the total EO appears as a liquid or semi-solid, is transparent, and has a color ranging from light yellow to green. It possesses a fresh rose scent and a natural taste, free from any unpleasant odors or flavors typically associated with decay, sourness, or mold. The minimum and maximum values determined for the physical and chemical properties of *Rosa damascena* EO are: relative density at 25 ºC: 0.820-0.872, refractive index at 25 ºC: 1.4520-1.4650, optical rotation at 25 ºC: (-7.0°) - (-1.5°), freezing point: 16-24 ºC, acid value: maximum 3.4, ester value: maximum 23.0, and average flash point: 85 ºC. The main compounds in the EO of *Rosa damascena* are citronellol (25-45%), geraniol (6-25%), nerol (1-12%), n-nonadecane (7-30%), n-henicosane (2-8%), nonadecene (1-5%), n-tricosane (0.1-5%), n-eicosane (0.1-3%).

Cite this article as: Jaimand, K., Azimi, R., Rezaee, M.B., Sefidkon, F., Behrad, Z., Fekri Qomi, S., Rahimifard, M., Yahyazadeh, M., Hadi, N., Karimi, Sh. (2023). Evaluation of the physicochemical properties of total essential oil from *Rosa damascena* Miller in various regions of Iran. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants.*, 12(3): 17-32

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی
شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۳۲۳۵
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۶۹۷
دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان
انجمن گیاهان دارویی ایران ثبت ۱۸۹۶۳

ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی اسانس تام گل محمدی (*Rosa damascena* Miller) از مناطق مختلف ایران

کامکار جای‌مند[1*]، راضیه عظیمی[1]، محمد باقر رضایی[1]، فاطمه سفیدکن[1]، زهرا بهراد[1]، سمیه فکری قمی[1]، مهشید رحیمی‌فرد[1]، مهدی یحیی‌زاده[1]، نجمه هادی[1]، شاهرخ کریمی[2]

[1] بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، تهران، ایران، رایانامه: camcarjaimand@yahoo.com

[2] موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، تهران، ایران

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۳۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۹/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۲۳

واژه‌های کلیدی:
اسانس تام
ژرانیول
سیترونلول
گل محمدی
ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

چکیده

اسانس گل محمدی به‌دلیل عطر و بوی خوش و خواص بیولوژیکی منحصربفرد، یک محصول مهم و پرمصرف در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی و بهداشتی است. فاکتورهای مختلف از جمله عوامل محیطی و ژنتیکی، زمان جمع‌آوری گل، شرایط برداشت و نگهداری و روش استخراج، بر کمیت و کیفیت اسانس اثرگذار است. بنابراین، نبود شاخص‌های استاندارد اسانس گل محمدی باعث سردرگمی صنایع مصرف‌کننده در تشخیص کیفیت اسانس‌های تولیدی و عرضه شده توسط شرکت‌های مختلف می‌شود. برای حل این مشکل، تحقیق حاضر با هدف تعیین دامنه تغییرات ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی اسانس تام گل محمدی ایران طبق روش‌های استاندارد ISO انجام گردید. بدین منظور اسانس به‌دست آمده از تقطیر گلهای تازه گل محمدی (اسانس اول) با حاصل تقطیر مجدد گلاب (اسانس دوم) مخلوط شده و به عنوان اسانس تام گل محمدی مورد بررسی فیزیکی و شیمیایی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل، وضعیت ظاهری اسانس تام گل محمدی به صورت مایع یا نیمه‌جامد و شفاف می‌باشد، به رنگ زرد روشن تا سبز مشاهده می‌شود، بوی گل محمدی تازه و مزه طبیعی بدون بو و مزه غیرطبیعی ناشی از گندیدگی، ترشیدگی و کپک‌زدگی احساس می‌شود. مقادیر کمینه و بیشینه تعیین شده برای ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اسانس گل محمدی عبارتند از: چگالی نسبی در ºC ۲۵: ۰/۸۷۲– ۰/۸۲۰، ضریب شکست در ºC ۲۵: ۱/٤٦٥٠– ۱/٤٥٢٠، چرخش نوری در ºC ۲۵: (°۱/۵–) – (°۷/۰–)، نقطه انجماد: ºC ۲٤ – ۱٦، عدد اسیدی: بیشینه ۳/٤، عدد استری: بیشینه ۲۳/۰ و میانگین نقطه اشتعال: ºC ۸۵. ترکیب‌های شاخص و عمده اسانس گل محمدی شامل سیترونلول (٤۵٪–۲۵٪)، ژرانیول (۲۵٪–٦٪)، نرول (۱۲٪–۱٪)، نوناداکتان (۳۰٪–۷٪)، هنی‌کوزان (۸٪–۲٪)، نوناداکن (۵٪–۱٪)، تری‌کوزان (۵٪–۰/۱٪) و ای‌کوزان (۳٪–۰/۱٪) می‌باشند.

استناد: جای‌مند، کامکار؛ عظیمی، راضیه؛ رضایی، محمد باقر؛ سفیدکن، فاطمه؛ بهراد، زهرا؛ فکری قمی، سمیه؛ رحیمی‌فرد، مهشید؛ یحیی‌زاده، مهدی؛ هادی، نجمه؛ کریمی، شاهرخ. (۱٤۰۳). ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی اسانس تام گل محمدی (*Rosa damascena* Miller) از مناطق مختلف ایران. *فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی*، ۱۲ (۳)، ۳۲-۱۷.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

گل محمدی با نام علمی (*Rosa damascena* Miller) گیاهی درختچه‌ای و متعلق به تیره Rosaceae می‌باشد. کشور ما سابقه طولانی در کشت و پرورش این گیاه داشته است. سازگاری گل محمدی به شرایط آب و هوایی ایران، وجود فرهنگ دیرینه تولید و مصرف، رونق و تقاضای بازارهای جهانی محصولات ایران و به تبع آن اشتغال‌زایی و ارزآوری از جمله مسائلی است که توجه خاص به این گیاه را می‌طلبد. گل محمدی صدها سال است که به صورت رویشی تکثیر شده است و تا به امروز، ویژگی‌های اولیه خود را حفظ کرده است. از سوی دیگر، همگنی فنوتیپی ناشی از تولید مثل رویشی مداوم، تولید اسانس گل محمدی با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مطابق با استانداردهای بین المللی (ISO 9842, 2023) را ممکن می‌سازد. از آنجا که صنایع غذایی، عطرسازی و آرایشی و بهداشتی، مصرف‌کنندگان اصلی اسانس گل محمدی، کاملاً بر حفظ و نگهداری کیفیت اسانس گل محمدی تولیدی اصرار دارند، بنابراین لازم است ارقام جدید بدون هیچ گونه تغییر قابل توجهی که فراتر از استاندارد تعیین محدودیت ویژگی‌های مولکول‌های رایحه گل باشد، اصلاح یابد. در واقع حفظ ترکیب و کیفیت اسانس گل محمدی تولیدی، پیش نیاز اصلی است که قبل از معرفی ارقام جدید گل محمدی تولیدکننده اسانس و تغییر در روش‌های کشت، فرآوری گل یا تقطیر اسانس باید در نظر گرفته شود.

فیتوشیمیایی اسانس گل محمدی: ترکیب اسانس گل محمدی بسیار پیچیده است و شامل بیش از ۲۷۵ ترکیب جزئی و تعداد کمی از ترکیبهای اصلی از جمله سیترونلول، ژرانیول، نرول، فنیل‌اتیل‌الکل، لینالول، فارنزول، اوژنول و متیل اوژنول است. اسانس گل محمدی مرغوب عمدتاً با داشتن درصد بالایی از الکل‌های معطر شامل سیترونلول، ژرانیول، نرول، لینالول و فنیل‌اتیل‌الکل مشخص می‌شود (Sefidkon et al., 2023). فنیل اتیل الکل جزء اصلی اسانس است، اما به دلیل حلالیت در آب معمولاً در آب‌های تقطیر از بین می‌رود مگر اینکه به صورت گلاب جمع‌آوری شود (Baser, 1992). سیترونلول نیز از اجزای اصلی اسانس گل محمدی است که کیفیت اسانس را تعیین می‌کند. مجموع درصد سیترونلول، نرول و ژرانیول که اجزای الکلی اسانس گل محمدی هستند در اسانس‌های مختلف گل محمدی از ٤٥ به ٧٢ درصد تغییر می‌کند. نسبت سیترونلول/ ژرانیول که برای ارزیابی کیفیت اسانس گل محمدی استفاده می‌شود، بین ۱/۱۰ تا ۳/۹۱ متغیر است (Lawrence, 1991).

ترکیب و کیفیت اسانس استخراج شده از گل محمدی بسته به عوامل مختلفی از جمله ژنوتیپ، شرایط محل رشد، نوع و بافت خاک، شرایط محیطی و آب و هوایی کشت، رطوبت هوا، شدت نور، عملیات زراعی (مانند کوددهی، آبیاری، برداشت)، نحوه برداشت گل، مدت زمان و دمای نگهداری گل و روش استخراج اسانس، متفاوت خواهد بود (Younis et al., 2007). اغلب ترکیب‌های اسانس گل محمدی تولید شده از یک مزرعه می‌تواند از سالی به سال دیگر بسته به شرایط آب و هوایی خاص و زمان جمع آوری گل‌ها متفاوت باشد. همچنین، کشت یک کلون گل محمدی که از طریق رویشی تکثیر شده است، در مکان‌های مختلف از یک منطقه جغرافیایی یکسان معمولا با تنوع کیفیت و کمیت اسانس همراه است (Alizadeh and Fattahi, 2021).

فرآیند تخمیر نه تنها میزان اسانس را کاهش می‌دهد، بلکه میزان سیترونلول را در مقابل ژرانیول افزایش می‌دهد. به عنوان مثال، در اثر تخمیر گل محمدی به مدت ٣٦ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در گونی، میزان سیترونلول از ۲۵/۳٪ به ٦٧/٩٪ افزایش داشته و مقدار ژرانیول از ٤٤/٧٪ به

۶/۷٪ کاهش یافت. به طور کلی ترجیح داده می‌شود که میزان سیترونلول به میزان مطلوب (۴۰-۳۰٪) در اسانس گل محمدی یافت شود. در نتیجه، می‌توان گلبرگ‌های گل محمدی که از ساعات اولیه روز و دوره‌های برداشت اولیه فصل گل‌دهی، جمع‌آوری می‌شوند، بدون انتظار تخمیر (غیر تخمیری یا تخمیر کوتاه‌مدت) برای دستیابی به کیفیت عملکرد اسانس بالا برای تقطیر به کار گرفته شوند (Gokturk Baydar and Baydar, 2005).

Citronellol یا دی‌هیدروژرانیول یک مونوترپنوئید غیرحلقوی با فرمول $C_{10}H_{20}O$ و جرم مولی ۱۵۶/۲۷ گرم بر مول، جزو ترکیب اصلی اسانس گل محمدی است. سیترونلول در عطرها و به عنوان رایحه در محصولات پاک‌کننده و خوشبوکننده استفاده می‌شود. سیترونلول در نقش ماده اولیه برای تولید اکسید رز مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین پیش‌ساز بسیاری از عطرهای تجاری مانند سیترونلیل‌استات، سیترونلیل اکسی‌استالدئید، سیترونلیل متیل‌استال و اتیل سیترونلیل‌اگزالات است (Lawless, 1995).

Geraniol یک مونوترپنوئید طبیعی با رایحه‌ای مطبوع شبیه گل محمدی است. فرمول: $C_{10}H_{18}O$، جرم مولی: ۱۵۴/۲۵ گرم بر مول، جزء اصلی اسانس گل محمدی است. به عنوان یک ماده مهم در بسیاری از اسانس‌ها شناخته می‌شود و به عنوان یک ترکیب معطر در محصولات آرایشی و بهداشتی و خانگی به صورت تجاری استفاده می‌شود. این ترکیب دارای اثرات ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی، محافظت‌کننده‌عصبی و ضدسرطانی است (**Geraniol**" *The Merck Index*).

Ionones، از واژه یونانی ἴον «بنفش»، مجموعه‌ای از مواد شیمیایی نزدیک به هم شامل ترکیبهای معروف به کتون‌های رز هستند که حاوی داماسکون‌ها و داماسکنون‌ها نیز می‌شود. آیونون‌ها ترکیبهای معطری هستند که در انواع اسانس‌ها از جمله اسانس گل محمدی یافت می‌شوند. بتا- آیونون علیرغم غلظت نسبتاً کم، یک عامل قابل توجهی در ایجاد عطر گل محمدی است و یک ماده شیمیایی معطر مهم مورد استفاده در عطرسازی است. آیونون‌ها از تجزیه کاروتنوئیدها به دست می‌آیند. ترکیب آلفا- آیونون و بتا- آیونون مشخصه رایحه بنفشه است و به همراه سایر اجزا در عطرسازی و طعم‌دهی برای بهبود رایحه آنها استفاده می‌شود (Kovats, 1987).

Methyl eugenol یک ترکیب شیمیایی معطر با فرمول $C_{11}H_{14}O_2$ و جرم مولی ۱۷۸/۲۳ گرم بر مول است که به عنوان فنیل پروپن، نوعی فنیل پروپانوئید طبقه‌بندی می‌شود. متیل اوژنول در اسانس تعدادی از گیاهان یافت می‌شود و در جذب گرده افشان‌ها نقش دارد. این ترکیب به دلیل احتمال اثرات جانبی منفی و آلرژیک آن بر سلامت انسان، بیش از غلظت خاصی در اسانس گل محمدی مطلوب نیست. سطح متیل اوژنول ممکن است در اسانس گل‌های تخمیر شده زیاد یا طولانی مدت بیش از ۲/۵٪ باشد (Gokturk Baydar and Baydar, 2005). به طور کلی، اثر سمی حاد اوژنول در پستانداران کم است و آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده، اوژنول را در دسته ۳ طبقه‌بندی کرده است. مقدار LD50 خوراکی > ۱۹۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن جوندگان است (Eugenol - an overview).

Rose oxide یک ترکیب آلی از دسته پیران (pyran) از مونوترپن‌های اکسیژنه است. این ترکیب دارای ایزومرهای سیس و ترانس است که هر کدام دارای (+)- و (−) استریوایزومر می‌باشد، اما فقط -(−) *cis* isomer (آستانه بو ۰/۵ ppb) مسئول رایحه گل رز معمولی (سبز گلی) است. اکسید رز یک ماده شیمیایی معطر با فرمول $C_{10}H_{18}O$ و جرم مولی ۱۵۴/۲۵ گرم بر مول است (Mohammadi Ziarani, 2020).

Damascones به خانواده‌ای از مواد شیمیایی معروف به رُز کتون تعلق دارند که شامل داماسکون‌ها و آیونون‌ها هستند. بطورکلی داماسکون‌ها دارای فرمول $C_{13}H_{20}O$ و جرم مولی ۱۹۲/۳ گرم بر مول می‌باشند. بتا-داماسکون علیرغم غلظت نسبتاً کم آن در ایجاد عطر گل محمدی نقش بسزایی دارد و یک ماده شیمیایی معطر مهم مورد استفاده در عطرسازی است. داماسکون‌ها از تخریب کاروتنوئیدها به دست می‌آیند (Baumes, 2002; Wirth, 2001). α-Damascone دارای بوی بسیار پیچیده‌ای از گل محمدی، سیب، انگور فرنگی سیاه و نعناع است. از آلفا-داماسکون معمولاً برای ایجاد جلوه‌های خاص استفاده می‌شود. نتایج عالی را می‌توان با نت‌های آلدهیدی، گلی، چوبی، گیاهی، مرکبات و میوه به دست آورد (What is α-Damascone).

با توجه به متفاوت بودن شرایط آب و هوایی، نوع خاک، ارتفاع رویشگاه، میزان بارندگی، دمای متوسط رشد گیاه و سایر موارد، طبیعی است که نمونه‌های اسانس با ترکیبهای شیمیایی و خواص متنوع در مناطق مختلف تولید شوند. نبود شاخص‌های استاندارد اسانس گل محمدی باعث سردرگمی صنایع مصرف‌کننده در تشخیص کیفیت اسانس‌های تولیدی و عرضه شده توسط شرکت‌های مختلف می‌شود. بنابراین در این راستا، تحقیق حاضر با هدف تعیین ویژگی‌های حسی (وضعیت ظاهری، رنگ، بو و مزه)، فیزیکی (چگالی‌نسبی در ۲۵ °C، ضریب شکست در ۲۵ °C، چرخش نوری در ۲۵ °C، نقطه انجماد و نقطه اشتعال) و شیمیایی (ارزش اسیدی، ارزش استری و پروفایل شیمیایی) و بررسی دامنه تغییرات خواص فیزیکوشیمیایی اسانس گل محمدی ایران از مناطق مختلف کشور انجام شده است.

ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی اسانس

چگالی نسبی اسانس: چگالی نسبی اسانس در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، نسبت جرم حجم معینی از اسانس در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به جرم حجم مساوی آب مقطر در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (این کمیت بدون بعد و نماد آن ρ است). چگالی مطلق یک اسانس در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، نسبت جرم حجم معینی از اسانس در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به همان حجم می‌باشد (این مقدار بر حسب گرم در میلی‌لیتر بیان می‌شود). چگالی استاندارد بیشتر اسانس‌ها بین ۷۰۰ تا ۹۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب (kg/m^3) است. طبق تعریف، چگالی آب ۱۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است. این بدان معنی است که بیشتر اسانس‌ها روی آب شناور می‌شوند، زیرا از نظر جرمی سبک‌تر می‌باشند. چگالی نسبی اسانس گل محمدی در دامنه ۰/۸۴۸ تا ۰/۸۸۰ در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد گزارش شد (ISO 9842, 2023).

ضریب شکست اسانس: ضریب شکست یک پارامتر نوری مهم برای تجزیه و تحلیل پرتوهای نوری است که از محیط مواد عبور می‌کنند. ضریب شکست هر اسانس یک عدد منحصربه‌فرد است که نحوه واکنش اسانس با نور و منحرف شدن نور را مشخص می‌کند. با اندازه‌گیری ضریب شکست می‌توان نحوه تغییر سرعت نور هنگام عبور از اسانس را آزمایش کرد. ضریب شکست نسبت سینوس زاویه تابش به سینوس زاویه شکست بوده، وقتی که یک پرتو نورانی با طول موج معین از هوا عبور کرده و وارد اسانس با دمای ثابت می‌شود.

$$n_D^t = \frac{Sini}{Sinr}$$

طول موج مشخص شده برابر با ۰/۳ ± ۵۸۹ نانومتر می‌باشد که مطابق با خط D_1 و D_2 طیف سدیم است.

n^t_D = ضریب شکست اسانس، در دمای ثابت t درجه اسانس هنگام گذراندن D سدیم از هوا به درون اسانس

i = زاویه تابش نور در هوا، r = زاویه شکست نور در اسانس، t = دمای معین ثابت

رفراکتومتر (Refractometer) دستگاهی است که برای اندازه‌گیری ضریب شکست یک ماده استفاده می‌شود. نکته قابل توجه اینکه باید اطمینان حاصل شود که دمای دستگاه اندازه‌گیری ضریب شکست به دمای ویژه برای خواندن ضریب شکست رسیده باشد. این دما نباید با دمای ویژه تعیین ضریب شکست در طی آزمون بیش از ۰/۲ °C اختلاف داشته باشد. دمای مبناء ۲۰ °C می‌باشد به جز اسانس‌هایی که در این دما مایع نیستند (مثل اسانس گل محمدی) و در این گونه موارد بسته به نقطه ذوب این اسانس‌ها باید دمای بین ۲۵ تا ۳۰ درجه‌سانتی‌گراد را به‌کار برد (استاندارد ملی ایران شمارهٔ ٦-۲۲۷٤). طبق استاندارد بین‌المللی، ضریب شکست اسانس گل محمدی بین ۱/٤٥۰ تا ۱/٤۷۰ در ۲۵ درجه سانتی‌گراد است (ISO 9842, 2023). تعیین ضریب شکست در اسانس‌ها بسیار مهم است، در واقع یک شاخص نشان دهنده احتمال بروز ترشیدگی در اسانس است. هر چه مقدار ضریب شکست اسانس بیشتر از مقدار واقعی باشد، احتمال فساد ناشی از اکسیداسیون بیشتر است.

چرخش نوری اسانس: الف – چرخش نوری یک اسانس α^t_D: زاویه‌ای است که در اثر عبور پرتوهای نورانی به طول موج ۰/۳ ± ۵۸۹ نانومتر (معادل با طول موج D سدیم)، از درون اسانس در سل با طول ۱۰۰ میلی‌متر در دمای مشخص به‌وجود می آید و برحسب میلی‌رادیان یا درجه بیان می‌شود.

ب – چرخش نوری یک اسانس در حلال (چرخش ویژه α): چرخش نوری α^t_D یک محلول اسانس از تقسیم جرم اسانس به واحد حجم بدست می‌آید. یادآوری: بر طبق قرارداد اندازه‌گیری چرخش نوری باید در دمای ۲۰ °C انجام گیرد، مگر اینکه در استاندارد ملی اسانس مربوطه دمای دیگری بیان شده باشد (استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵-۲۲۷٤). پلاریمتر (Polarimeter) یک ابزاری است که برای اندازه‌گیری زاویه چرخش ناشی از عبور نور پلاریزه از یک ماده فعال نوری استفاده می‌شود. طبق استاندارد بین‌المللی، چرخش نوری اسانس گل محمدی در محدوده (٦-) تا (۱/۸-) در ۲۵ درجه سانتی‌گراد است (ISO/CD 9842, 2023).

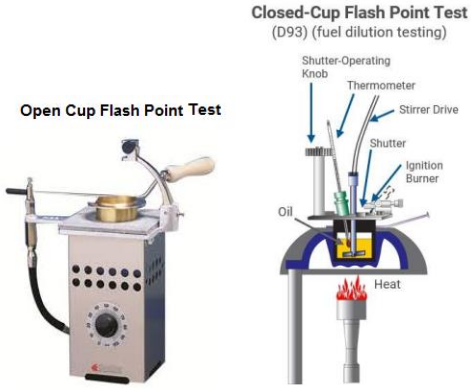
نقطه انجماد اسانس: اندازه‌گیری نقطه انجماد اسانس‌ها برای اسانس‌های طبیعی و مصنوعی کاربرد دارد. روش کار شامل سرد کردن آرام و تدریجی اسانس و مشاهده تغییرات دمایی در هنگام عبور اسانس از حالت مایع به حالت جامد می‌باشد (استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۳-۲۲۷٤). نقطه انجماد محلول‌ها همگی کمتر از حلال خالص است و نسبت مستقیمی با مولالیته حل‌شونده دارد. برای مقایسه نقطه انجماد، باید غلظت کل همه ذرات را زمانی که املاح حل شده است، بدانیم. باید توجه داشت که هرچه غلظت ذرات بیشتر باشد، نقطه انجماد کمتر خواهد بود.

ارزش اسیدی اسانس: ارزش اسیدی تعداد میلی‌گرم هیدرکسید پتاسیم لازم برای خنثی کردن اسیدهای آزاد موجود در یک گرم اسانس مورد آزمون را گویند (استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲-۲۲۷٤). این اندازه‌گیری برای تمام انواع اسانس‌ها بجز برای آنها که دارای مقادیر زیادی لاکتون می‌باشد، کاربرد دارد. اساس روش، خنثی کردن اسیدهای آزاد موجود در نمونه با محلول اتانولی هیدروکسید پتاسیم سنجیده می‌باشد. در صورتی که اسانس مورد آزمون حاوی فورمات‌های سینامیل cinnamyl formate، سیترونلیل citronellyl formate، ژرانیل geranil formate، ایزوآمیل isoamyl formate و لینالیل linalyl formate باشد، به دلیل فرار بودن آنها و تمایل به صابونی شدن در دمای محیط و در مجاورت قلیای قوی (قوی‌تر از ۰/۱ نرمال)،

آزمایش باید در دمای زیر صفر درجه سلسیوس (ظرف آب و یخ) و قلیای رقیق (باید از ۰/۱ نرمال رقیقتر باشد) انجام گیرد (Chemical Parameters of Essential Oil).

ارزش استری اسانس: ارزش استری تعداد میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم مورد نیاز برای واکنش با استرها در یک گرم چربی یا روغن است. تری‌گلیسیریدها (چربی‌ها و روغن‌ها) از مواد اولیه مهم در تهیه صابون هستند. سه معیار کیفیت عبارتند از ارزش اسیدی، ارزش صابونی‌سازی و ارزش استری (Chemical Parameters of Essential Oil). استرهای موجود در اسانس عبارتند از بورنیل‌استات، ژرانیل‌استات، اوژنول‌استات و لاوندولیل‌استات (Essential Oils Constituents). استرها ترکیبهای بسیار مطلوبی در اسانس‌ها هستند. تقریباً هر اسانس حاوی حداقل مقدار کمی استر است. آنها به طور کلی بی‌خطر، غیرسمی، دارای عطر دلپذیر و آرامش بخش، ضداسپاسم، ضدقارچ و متعادل کننده سیستم عصبی مرکزی هستند (What is Esters?). مقدار استاندارد استر چیست: مقدار استر تعداد میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم مورد نیاز برای صابونی کردن استرها در یک گرم از ماده است. اگر مقدار صابونی شدن و عدد اسیدی مشخص شده باشد، تفاوت بین این دو نشان‌دهنده مقدار استر است.

نقطه اشتعال اسانس: تقریباً همه اسانس‌ها دارای دمایی هستند که در آن اسانس شروع به بخار شدن می‌کند که به آن نقطه اشتعال گفته می‌شود. در واقع نقطه اشتعال پایین‌ترین دمایی است که در آن بخار بالای اسانس در صورت قرار گرفتن یک منبع احتراق از روی آن یا در معرض آن، به طور لحظه‌ای مشتعل می‌شود. داشتن نقطه اشتعال بالا برای اسانس نشان می‌دهد که در مواجهه با منابع حرارتی با دمای بالا، خطر آتش سوزی کمتری دارد. نقطه اشتعال عموماً برای تعیین روش‌های حمل و نقل مهم است. ماده‌ای با نقطه اشتعال بالا نسبت به ماده‌ای با نقطه اشتعال پایین، کمتر قابل اشتعال یا خطرناک است. بعکس ماده‌ای با دمای خود اشتعال پایین خطر آتش سوزی بیشتری نسبت به ماده‌ای با دمای خود اشتعال بالا دارد (Flash Points of Common Flammable Substances). نقطه اشتعال به طور تجربی با حرارت دادن مایع در یک ظرف (فنجان) و سپس وارد کردن شعله کوچک درست بالای سطح مایع تعیین می‌شود. دمایی که در آن اشتعال وجود دارد به عنوان نقطه اشتعال ثبت می‌شود (Flash Point - an overview). روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری نقطه اشتعال وجود دارد که می‌توان آنها را به دو دسته اصلی نقطه اشتعال ظرف باز و ظرف بسته تقسیم کرد (Open and Closed Cup Flash Point)



شکل ۱: اندازه‌گیری نقطه اشتعال مواد فرار با استفاده از سیستم بسته (الف) و سیستم باز (ب)

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری گل و تهیه اسانس: از مزارع گل محمدی در شش منطقه مختلف کشور (آذربایجان شرقی، ایستگاه تحقیقاتی البرز-کرج، ایستگاه تحقیقاتی همند آبسرد-دماوند، فیروزکوه، ملارد و همدان) گل تازه جمع‌آوری شد و در آزمایشگاه به روش تقطیر با آب اسانس‌گیری انجام شد. همچنین از شش شرکت در استان‌های مختلف (آذربایجان شرقی، تهران، شیراز، کرمان و کاشان (سنتی و صنعتی)) نمونه‌های اسانس تهیه گردید.

استخراج اسانس: در مقیاس نیمه‌صنعتی و صنعتی، از گلهای تازه گل محمدی *Rosa damascena* Miller به روش تقطیر با آب و بخار آب، اسانس اول گل محمدی استخراج می‌گردد. در مرحله بعد از تقطیر مجدد گلاب بدست آمده با سیستم Cohabitation، اسانس دوم گل محمدی حاصل می‌شود. از مخلوط این دو اسانس، اسانس تام گل محمدی تولید می‌شود.

نمونه‌برداری: نمونه‌برداری فرآورده طبق استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲۲۷٤، اسانس‌ها – نمونه‌برداری، انجام شد. کمینه حجم آزمایه باید ۲۵ mL باشد (با این حجم آزمایه می‌توان تمامی آزمون‌های بیان شده طبق استاندارد ملی ایران را حداقل یک‌بار انجام داد).

آماده‌سازی آزمایه: آماده‌سازی فرآورده طبق استاندارد ملی ایران شمارهٔ ٤۳۷۸، اسانس‌ها – آماده‌سازی اسانس، انجام شد.

روش‌های آزمون

آزمون وضعیت ظاهری: تمام آزمایه از لحاظ وضعیت ظاهری (مطابق با جدول ۱) به‌صورت حسی بررسی و نتیجه گزارش شد.

آزمون رنگ: تمام آزمایه از لحاظ رنگ (مطابق با جدول ۱) به‌صورت حسی بررسی و نتیجه گزارش شد.

آزمون بو و مزه: تمام آزمایه از لحاظ بو و مزه (مطابق با جدول ۱) به‌صورت حسی بررسی و نتیجه گزارش شد.

تعیین چگالی نسبی اسانس در دمای ۲۵ °C : چگالی نسبی اسانس گل محمدی با استفاده از پیکنومتر شیشه‌ای ۵ میلی‌لیتری (ISOLAB آلمان) در دمای ۲۵ °C تعیین شد (استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۹-۲۲۷٤).

تعیین ضریب شکست اسانس در دمای ۲۵ °C : ضریب شکست اسانس گل محمدی با استفاده از دستگاه رفراکتومتر (DR-A1,Abbe، Atago ژاپن) در دمای ۲۵ °C اندازه‌گیری شد (استاندارد ملی ایران شمارهٔ ٦-۲۲۷٤).

تعیین چرخش نوری اسانس در دمای ۲۵ °C : چرخش نوری اسانس گل محمدی به‌وسیله دستگاه پلاریمتر (Polax-2L، Atago ژاپن) در دمای ۲۵ °C تعیین شد (استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵-۲۲۷٤).

تعیین نقطه انجماد اسانس: اساس روش شامل سرد کردن آرام و تدریجی اسانس و مشاهده تغییرات دمایی در هنگام عبور اسانس از حالت مایع به حالت جامد می‌باشد (استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۳-۲۲۷٤).

تعیین ارزش اسیدی اسانس: روش آزمون اندازه‌گیری ارزش اسیدی اسانس گل محمدی به‌صورت تیتراسیون دستی و بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲-۲۲۷٤ انجام گرفت.

تعیین ارزش استری اسانس: روش آزمون ارزش استری اسانس گل محمدی بر طبق استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۳-۲۲۷٤ انجام شد.

تعیین نقطه اشتعال اسانس: نقطه اشتعال اسانس گل محمدی با استفاده از روش سیستم بسته (Grabner Instruments - MINIFLASH Flash Point Tester) تعیین شد.

مشخصات دستگاه‌های آنالیز اسانس

کروماتوگرافی گازی (GC): کروماتوگراف گازی با مدل Agilent 7890A مجهز به ستون موئین غیر قطبی از جنس سیلیسی با نام تجاری DB-5 (طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلیمتر، فازساکن: فنیل (۵٪)-متیل-پلی‌سیلوکسان و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون) مورد استفاده قرار گرفت. دمای محفظه تزریق ۲۶۰ °C و همچنین دمای آشکارساز ۲۶۰ °C تنظیم شد. برنامه‌ریزی حرارتی ستون شامل افزایش دما از ۶۰ تا ۲۲۰ °C با سرعت افزایش ۳ درجه سانتیگراد در دقیقه بوده و سپس افزایش به ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت افزایش ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه و نهایتا ۱۰ دقیقه در این دما نگه داشته شد. آشکارساز از نوع یونیزاسیون شعله‌ای (FID) به‌کار گرفته شد. گاز حامل شامل ازت با درجه خلوص ۹۹/۹۹۹ و سرعت جریان گاز حامل ۰/۷ میلی‌لیتر در دقیقه بود. حجم تزریق شده از نمونه اسانس ۰/۲ میکرولیتر (اسانس خالص) بود. نسبت شکاف، ۱ به ۱۰۰ در نظر گرفته شد (Solouki et al., 2023).

آنالیز اسانس روی ستون قطبی: ستون موئین قطبی با نام تجاری DB-WAX، طول ۶۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلیمتر، فازساکن: پلی‌اتیلن‌گلیکول، ضخامت لایه فاز ساکن: ۰/۲۵ میکرومتر، برنامه دمایی آون: ۶۰ درجه سانتی‌گراد تا ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت افزایش دما ۳ درجه سانتی‌گراد در دقیقه، دمای محل تزریق: ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، دمای آشکارساز: ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، نوع آشکارساز: یونیزاسیون شعله‌ای (FID)، نسبت هیدروژن به هوا: ۳۵ به ۳۵۰، گاز حامل: ازت با درجه خلوص ۹۹/۹۹۹، حجم تزریق شده: ۰/۲ میکرولیتر (اسانس خالص)، سرعت جریان گاز حامل: ۱/۵ میلی لیتر در دقیقه، نسبت شکاف: ۱ به ۱۰۰.

کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS): آنالیز نمونه با دستگاه کروماتوگراف گازی Agilent 7890A متصل به طیف سنج جرمی Agilent 5975C 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. برنامه ریزی حرارتی ستون عبارتند از افزایش درجه حرارت از ۶۰ تا ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت افزایش ۳ درجه سانتی‌گراد در دقیقه و سپس افزایش به ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت افزایش ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه و نهایتا ۵ دقیقه در این دما نگه داشته شد. درجه حرارت محفظه تزریق ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد و دمای ترانسفرلاین ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. گاز حامل هلیوم با درجه خلوص ۹۹/۹۹۹ بوده که با سرعت ۳۰/۶ سانتی‌متر بر ثانیه در طول ستون حرکت می‌کند. زمان اسکن برابر یک ثانیه، اسکن ناحیه جرمی از ۳۰ تا ۴۰۰، انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و نسبت شکاف ۱ به ۱۰۰ بود (Solouki et al., 2023; Mahdi Navehsi et al., 2024).

شناسایی ترکیب‌های اسانس: به منظور شناسایی ترکیب‌های اسانس، نمونه‌های اسانس با دی-کلرومتان با نسبت ۱:۱۰ رقیق شده و به دستگاه GC/MS تزریق و کروماتوگرام‌ها و طیف‌های جرمی مربوطه بدست آمد. سپس با استفاده از شاخص بازداری و بررسی طیف‌های جرمی اجزای اسانس و مقایسه با ترکیب‌های استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه دستگاه طیف‌سنج جرمی (Adams, 2017)، ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس‌ها شناسایی شدند و با استفاده از نتایج دستگاه GC، مورد آنالیز کمی قرار گرفتند. برای محاسبه اندیس‌های بازداری از تزریق هیدروکربن‌های نرمال ۸ تا ۲۸

کربنه درشرایط برنامه‌ریزی حرارتی (مشابه با تزریق نمونه) استفاده گردید. محاسبات کمی (تعیین درصد هر ترکیب) به کمک نرم افزار دستگاه GC و به روش نرمال کردن سطح و نادیده گرفتن ضرائب پاسخ (Response factor) مربوط به ترکیبات انجام شد (Sefidkon et al., 2023; Mahdi Navehsi et al., 2024).

نتایج

ویژگی‌های حسی، فیزیکی و شیمیایی اسانس گل محمدی: در این تحقیق، فاز آلی حاصل از تقطیر گلهای تازه گل محمدی (اسانس اول) با حاصل تقطیر مجدد گلاب (اسانس دوم) مخلوط شد و به عنوان اسانس تام گل محمدی مورد بررسی فیزیکی و شیمیایی قرار گرفته است. ویژگی‌های حسی، فیزیکی و شیمیایی اسانس تام گل محمدی ایران مطابق با استاندارد ملی ایران (شمارهٔ ۴۸۰۵) در جدول ۱ نشان داده شد.

وضعیت ظاهری اسانس تام گل محمدی به صورت مایع و یا نیمه‌جامد و شفاف می‌باشد، به رنگ زرد روشن تا سبز کمرنگ مشاهده می‌شود، بوی گل محمدی تازه و مزه طبیعی بدون بو و مزه غیرطبیعی ناشی از گندیدگی، ترشیدگی و کپک‌زدگی احساس می‌شود. مقادیر کمینه و بیشینه برای ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی اسانس گل محمدی شامل چگالی نسبی در ۲۵ °C: ۰/۸۷۲- ۰/۸۲۰، ضریب شکست در ۲۵ °C: ۱/۴۶۵۰- ۱/۴۵۲۰، چرخش نوری در ۲۵ °C: (۱/۵°-) - (۷/۰°-)، نقطه انجماد: ۲۴ °C - ۱۶، عدد اسیدی: بیشینه ۳/۴ و عدد استری: بیشینه ۲۳/۰، تعیین شده است.

کروماتوگرافی: ترکیب‌های اصلی تشکیل‌دهنده اسانس تام گل محمدی، هم‌چنین دامنه تغییرات مقادیر این اجزاء که با انتگرال‌گیری سطح زیر پیک تعیین می‌شود، در جدول ۲ نشان داده شد. شناسایی ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس با استفاده از شاخص بازداری محاسبه شده، بررسی طیف‌های جرمی ترکیبات و مقایسه با ترکیب‌های استاندارد و با کمک اطلاعات موجود در کتابخانه دستگاه طیف‌سنج جرمی (Adams, 2017) صورت پذیرفت.

همان‌طور که از نتایج جدول ۲ مشخص است، ترکیب‌های مونوترپن اکسیژنه شامل سیترونلول (۴۵٪-۲۵٪)، ژرانیول (۲۵٪-۶٪) و نرول (۱۲٪-۱٪)، و هیدروکربن‌های زنجیربلند شامل نونادکان (۳۰٪-۷٪)، نونادکن (۵٪-۱٪)، هنی‌کوزان (۸٪-۲٪) و تری‌کوزان (۵٪-۰/۱٪) به عنوان ترکیب‌های عمده و شاخص اسانس گل محمدی تعیین می‌شوند. نکته قابل ذکر این است که آنالیز کمی ترکیبات اسانس گل محمدی با استفاده از دستگاه GC (ستون غیرقطبی DB-5) و شناسایی ترکیبات با دستگاه GC/MS (ستون غیرقطبی DB-5) انجام شد. در ستون DB-5 دو ترکیب سیترونلول و نرول به دلیل قطبیت مشابه به صورت مخلوط در کروماتوگرام ظاهر شدند. در مرحله بعد با تزریق اسانس به دستگاه GC مجهز به ستون قطبی DB-WAX دو ترکیب از یکدیگر جدا شدند و درصد آنها مشخص گردید که نتایج در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

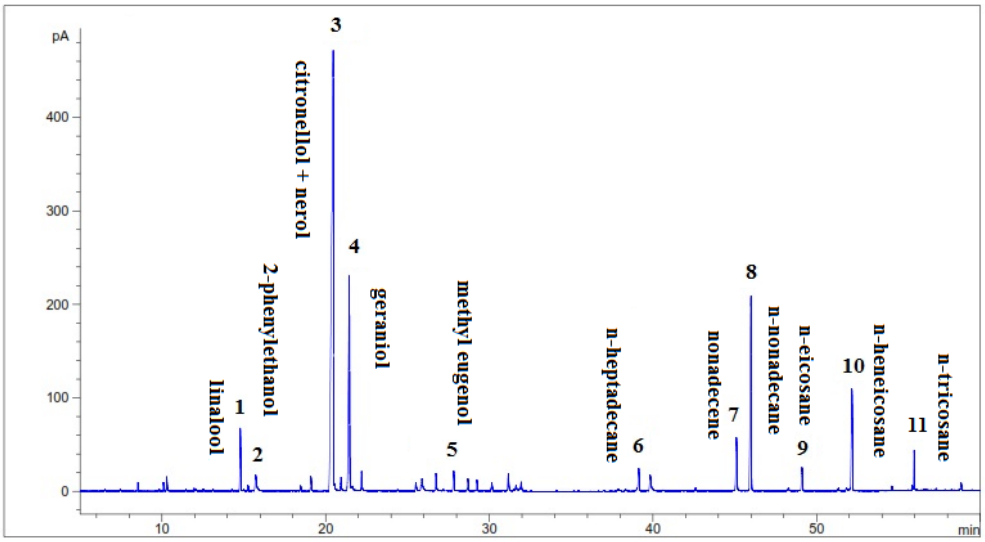
جدول ۱: ویژگی‌های حسی، فیزیکی و شیمیایی اسانس تام گل محمدی ایران

ردیف	ویژگی	مشخصات اسانس تام گل محمدی	روش آزمون
۱	وضعیت ظاهری	به صورت مایع یا نیمه جامد، شفاف	-
۲	رنگ	زرد روشن تا سبز کم‌رنگ	-
۳	بو و مزه	مزه طبیعی و بوی گل محمدی، بدون بو و مزه غیرطبیعی ناشی از گندیدگی، ترشیدگی و کپک‌زدگی	-
٤	چگالی نسبی در ۲۵ °C	۰/۸۲۰ – ۰/۸۷۲	استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۹-۲۲۷٤
۵	ضریب شکست در ۲۵ °C	۱/٤٥۲۰ – ۱/٤٦٥۰	استاندارد ملی ایران شمارهٔ ٦-۲۲۷٤
٦	چرخش نوری در ۲۵ °C	(-۷/۰°) – (-۱/۵°)	استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵-۲۲۷٤
۷	نقطه انجماد	۱٦ °C – ۲٤ °C	استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۳-۲۲۷٤
۸	عدد اسیدی	بیشینه ۳/٤	استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲-۲۲۷٤
۹	عدد استری	بیشینه ۲۳/۰	استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۳-۲۲۷٤

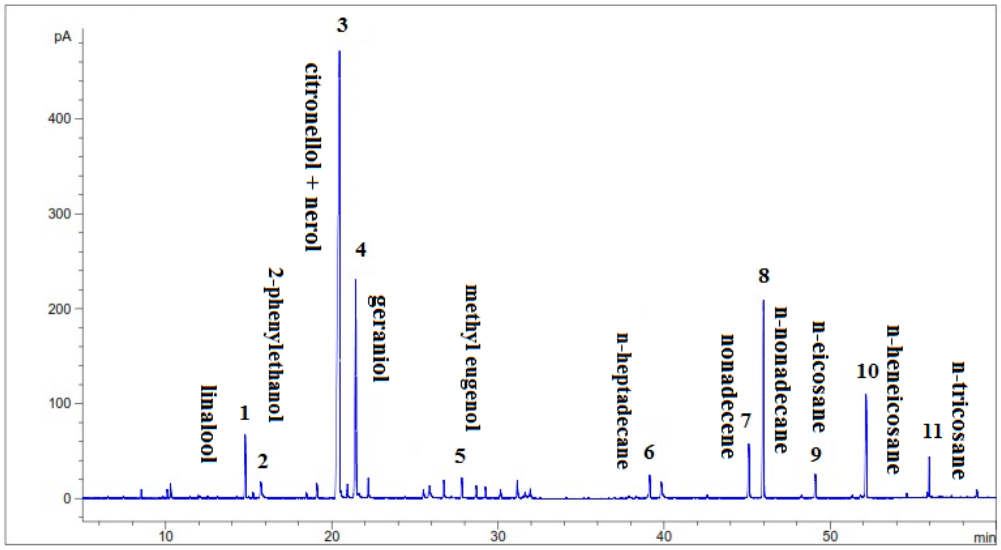
جدول ۲: ترکیب‌های عمده و شاخص تشکیل دهنده اسانس تام گل‌محمدی ایران

ردیف	نام فارسی اجزای تشکیل‌دهنده	نام لاتین اجزای تشکیل‌دهنده	کمینه (درصد)	بیشینه (درصد)
۱	لینالول	Linalool	[a] ND	۳٫۰
۲	فنیل‌اتیل‌الکل	Phenyl ethyl alcohol	۰٫۱	۳٫۰
۳	سیترونلول	Citronellol	۲۵٫۰	٤۵٫۰
٤	نرول	Nerol	۱٫۰	۱۲٫۰
۵	ژرانیول	Geraniol	٦٫۰	۲۵٫۰
٦	متیل اوژنول	Methyl eugenol	ND	۲٫۰
۷	نرمال- هپتادکان	n-Heptadecane	۰٫۵	٤٫۰
۸	(9Z)-نونادکن	(9Z)-Nonadecene	۱٫۰	۵٫۰
۹	نرمال- نونادکان	n-Nonadecane	۷٫۰	۳۰٫۰
۱۰	نرمال- ای‌کوزان	n-Eicosane	۰٫۱	۳٫۰
۱۱	نرمال- هنی‌کوزان	n-Heneicosane	۲٫۰	۸٫۰
۱۲	نرمال- تری‌کوزان	n-Tricosane	۰٫۱	۵٫۰

[a] ND = Not detected < 0/1%



شکل ۲: نمونه کروماتوگرام اسانس تام گل محمدی به‌دست آمده از یک ستون غیرقطبی DB-5



شکل ۳: نمونه کروماتوگرام اسانس تام گل محمدی به‌دست آمده از یک ستون قطبی DB-WAX

نقطه اشتعال اسانس گل‌محمدی: میانگین نقطه اشتعال اسانس تام گل‌محمدی ۸۵ درجه سلسیوس می‌باشد. یادآوری- این مقدار با استفاده از دستگاه ظرف بسته به‌دست آمده است.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی فیتوشیمیایی اسانس گل محمدی در ایران و کشورهای مختلف، پنج دسته ترکیب شیمیایی شامل ترکیبهای هیدروکربنی با زنجیره بلند اشباع و غیراشباع، مونوترپن‌های هیدروکربنی، مونوترپن‌های اکسیژن‌دار، سسکوئی‌ترپن های هیدروکربنی و سسکوئی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار در اسانس گل محمدی شناسایی شدند. از نظر کمی، این ترکیبهای شیمیایی در مقادیر متفاوتی در اکسشن‌های مختلف گل محمدی وجود دارند. ترکیب‌های رایج موجود در گل محمدی، سیترونلول، ژرانیول و نرول می‌باشد. همچنین، حضور لینالول، ۲-فنیل‌اتیل‌الکل، اوژنول، ژرانیل‌استات، آلفا-پینن و بتا-پینن نیز در اسانس گل محمدی گزارش شده است (Baser, 1992). علاوه بر این، هیدروکربن‌های زنجیربلند مانند هپتادکان، نونادکان، ای‌کوزان،

هنی‌کوزان، تری‌کوزان، پنتاکوزان و هپتاکوزان در اسانس گل محمدی وجود دارد که به اسانس ساختار مومی‌شکل می‌دهد. اسانس گل محمدی با کیفیت خوب باید دارای مقدار بیشتری مونوترپن‌های الکلی و مقدار کمتری از هیدروکربن‌ها باشد (Verma et al., 2011). بهترین زمان برداشت گل محمدی در ایران در اوایل بهار است که هوا از رطوبت بالایی برخوردار است و میزان بیشتر از ترکیبهای مونوترپن الکلی تولید می‌شود. روش استخراج نیز در تعیین کیفیت مواد موثره اسانس گل محمدی نقش مهمی را ایفا می‌کند. در این مطالعه، استخراج اسانس از گلبرگ‌های تازه گل محمدی به روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر در مقیاس آزمایشگاهی انجام گرفت که بازده اسانس حاصل در دامنه ۰/۰۱ تا ۰/۰۳ درصد متغیر بود. حال آنکه در مقیاس نیمه صنعتی و صنعتی، استخراج اسانس از گل محمدی به روش تقطیر با آب و بخار آب انجام می‌گیرد.

نسبت سیترونلول به ژرانیول شاخص مهم برای تعیین کیفیت رایحه گل محمدی است. اسانس‌هایی با نسبت سیترونلول به ژرانیول در محدوده ۴/۳-۲/۵ و ۱/۳۰-۱/۲۵ ترجیح داده می‌شوند (Dobreva et al., 2013). در منابع، نسبت سیترونلول به ژرانیول در اسانس گل محمدی ایران ۴/۳-۳/۳ (Mostafavi and Afzali, 2009)، بلغارستان ۳/۷ (Dobreva, et al., 2013)، ترکیه ۳/۷-۰/۵ (Bayder and Bayder, 2005; Erbas and Baydar, 2016)، پاکستان ۲/۴ (Khan and Rehman, 2005)، سوریه ۱/۰-۰/۸ (Alsemaan, et al., 2011)، عربستان سعودی ۲/۶-۰/۶ (Bazaid, et al., 2013; Halawani, 2014; Abdel-Hameed et al., 2016) و هند ۱/۸-۰/۹ (Verma et al., 2011)، گزارش شد. بنابراین، نسبت سیترونلول به ژرانیول برای گل محمدی ایرانی و بلغاری زیاد است.

شرایط آب و هوایی و خاک رویشگاه نقش مهمی در تعیین کیفیت اسانس تولیدی دارد. در این پژوهش میزان ترکیب‌های عمده و شاخص در اسانس اول گل محمدی برداشت شده از مناطق مختلف ایران به صورت زیر به دست آمد: آذربایجان شرقی: سیترونلول (۱۱/۰٪)، نونادکان (۱۱/۰٪)، هنی‌کوزان (۷/۷٪)، ژرانیول (۷/۵٪) و نرول (۴/۵٪)؛ البرز-کرج: نونادکان (۲۴/۴٪)، سیترونلول (۲۲/۲٪)، هنی‌کوزان (۱۲/۷٪)، ژرانیول (۹٪)، نرول (۵/۲٪) و نونادکن (۴/۸٪)؛ البرز-ملارد: سیترونلول (۳۹/۷٪)، نونادکان (۲۰/۸٪)، هنی‌کوزان (۱۲/۴٪)، نرول (۸/۸٪)، ژرانیول (۴/۹٪) و نونادکن (۳/۷٪)؛ تهران-دماوند: سیترونلول (۲۶/۱٪)، نونادکان (۲۶/۰٪)، هنی‌کوزان (۹/۵٪)، ژرانیال (۶/۶٪)، نرول (۶/۵٪)، ژرانیول (۶/۴٪) و نونادکن (۴/۲٪)؛ تهران-فیروزکوه: نونادکان (۳۴/۵٪)، هنی‌کوزان (۱۸/۶٪)، سیترونلول (۱۴/۸٪)، نونادکن (۷/۹٪)، نرول (۲/۱٪) و ژرانیول (۰/۹٪)؛ همدان: نونادکان (۲۵/۹٪)، هنی‌کوزان (۲۴/۸٪)، سیترونلول (۷/۰٪)، نونادکن (۳/۱٪) و نرول (۲/۰٪)، و کرمان: سیترونلول (۲۱/۱٪)، نونادکان (۱۸/۹٪)، هنی‌کوزان (۹/۳٪)، ژرانیول (۱۰/۶٪)، نرول (۵/۳٪) و نونادکن (۴/۴٪).

در ادامه، ویژگی‌های حسی و فیزیکوشیمیایی اسانس تام گل محمدی ایران با استاندارد جهانی (ISO/CD 9842, 2023) مورد مقایسه قرار گرفت و نتایج در جداول ۳ و ۴ نشان داده شد. خواص فیزیکی-شیمیایی اسانس گل محمدی ارائه شده توسط ISO جهانی در سه کشور حوزه مدیترانه‌ای ترکیه، مراکش و بلغارستان بررسی شد. بر اساس نتایج، غالب ویژگی‌های اسانس گل محمدی در استاندارد جهانی (ISO/CD 9842, 2023) مانند ویژگی‌های حسی و ظاهری و خصوصیات فیزیکی نظیر ضریب شکست، چرخش نوری و درجه انجماد و همچنین کمیت و کیفیت مواد موثره اسانس با استاندارد گل محمدی ایران (استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۴۸۰۵) مشابهت نزدیک دارد که این بیانگر توانایی رقابت اسانس گل محمدی ایران در بازارهای خارجی به دلیل کیفیت بالای آن می‌باشد.

جدول ۳: مقایسه ویژگی‌های ظاهری و فیزیکی استاندارد اسانس تام گل محمدی ایران با استاندارد جهانی

ویژگی	استاندارد ایران	استاندارد ISO/CD 9842, 2023	ISO test method
ظاهر	مایع یا نیمه‌جامد، شفاف	مایع، کم و بیش کریستال شده	—
رنگ	زرد روشن تا سبز کم‌رنگ	زرد روشن	—
بو	بوی گل محمدی تازه	بوی رز	—
چگالی نسبی در ۲۵ °C	۰/۸۲۰ – ۰/۸۷۲	۰/۸۴۸–۰/۸۸۰	ISO 279
ضریب شکست در ۲۵ °C	۱/۴۵۲۰ – ۱/۴۶۵۰	۱/۴۵۰–۱/۴۶۸	ISO 280
چرخش نوری در ۲۵ °C	(–۱/۵°) – (–۷/۰°)	(–۶°) - (–۱/۸°)	ISO 592
نقطه انجماد	۱۶ °C – ۲۴ °C	۱۶ – ۲۳/۵ °C	ISO 1041

جدول ٤: مقایسه ترکیب‌های شاخص اسانس تام گل محمدی ایران با استاندارد جهانی

ترکیب	ایران		مراکش		ترکیه		بلغارستان	
	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه
2-Phenylethanol	۳/۰	۰/۱	۳/۰	Nd	۳/۰	Nd	۳/۵	Nd
Citronellol	٤٥/۰	۲۵/۰	٤۷/۰	۳۰/۰	٤۹/۰	۳۰/۰	۳٤/۰	۲۰/۰
Nerol	۱۲/۰	۱/۰	۱۱/۰	۳/۰	۱۲/۰	۳/۰	۱۲/۰	۵/۰
Geraniol	۲۵/۰	٦/۰	۲۳/۰	٦/۰	۲۹/۰	٦/۰	۲۲/۰	۱٤/۰
Methyl eugenol	۲/۰	Nd	٦/۰	۱/۰	٦/۰	۱/۰	۳/۰	۰/۸
n-Heptadecane	٤/۰	۰/۵	٤/۰	۰/٦	۳/۰	۰/۸	۲/۵	۱/۰
(9Z)-Nonadecene	۵/۰	۱/۰	٤/۵	۱/۰	٤/۵	۱/۰	۳/۷	۲/۳
n-Nonadecane	۳۰/۰	۷/۰	۱٦/۰	۷/۰	٦/۰	۱٦/۰	۱۵/۰	۸/۰
n-Heneicosane	۸/۰	۲/۰	۵/۵	۲/۰	۵/۵	۲/۰	۵/۵	۳/۰

Nd: Not detected

نتیجه‌گیری

کمیت و کیفیت اسانس گل محمدی با تغییر بسیاری از عوامل مانند ارتفاع و شرایط اقلیمی رویشگاه، ترکیب خاک، تغییرات ژنتیکی، زمان جمع‌آوری گل، شرایط برداشت و نگهداری و روش استخراج اسانس، دستخوش تغییرات می‌شود. بنابراین تعیین دامنه تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اسانس گل محمدی از مناطق مختلف ایران برای آگاهی مصرف‌کنندگان بسیار حائز اهمیت می‌باشد. بر اساس یافته‌ها، اسانس تام گل‌محمدی (مخلوط اسانس اول و اسانس دوم) به صورت مایع و یا نیمه‌جامد، شفاف تا نیمه شفاف می‌باشد و به رنگ زرد روشن تا سبز مشاهده می‌شود، و بوی گل محمدی تازه و مزه طبیعی بدون بو و مزه غیرطبیعی ناشی از گندیدگی، ترشیدگی و کپک‌زدگی احساس می‌شود. مقادیر کمینه و بیشینه تعیین شده برای ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اسانس گل محمدی عبارتند از: چگالی نسبی در ۲۵ °C: ۰/۸۷۲– ۰/۸۲۰، ضریب شکست در ۲۵ °C: ۱/٤٦٥٠– ۱/٤٥٢٠، چرخش نوری در ۲۵ °C: (°۱/۵–) – (°۷/۰–)، نقطه انجماد: ۲٤ °C – ۱٦، عدد اسیدی: بیشینه ۳/٤، عدد استری: بیشینه ۲۳/۰ و میانگین نقطه اشتعال: ۸۵ °C. ترکیب‌های شاخص و عمده اسانس گل محمدی شامل سیترونلول (٤۵٪–۲۵٪)، ژرانیول (۲۵٪–٦٪)، نرول (۱۲٪–۱٪)، نونادکان (۳۰٪–۷٪)، هنی‌کوزان (۸٪–۲٪)، نونادکن (۵٪–۱٪)، تری‌کوزان (۵٪–۰/۱٪) و ای‌کوزان (۳٪–۰/۱٪) می‌باشند.

منابع

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲۲۷٤، اسانس‌ها – نمونه‌برداری

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲–۲۲۷٤، اسانس‌ها – ا ندازه‌گیری ارزش اسیدی

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۳–۲۲۷٤، اسانس‌ها – ا ندازه‌گیری ارزش استری

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵–۲۲۷٤، اسانس‌ها – اندازه‌گیری چرخش نوری – روش آزمون

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ٦–۲۲۷٤، اسانس‌ها – اندازه‌گیری ضریب شکست – روش آزمون

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۹–۲۲۷٤، اسانس‌ها – اندازه‌گیری چگالی نسبی در دمای ۲۰ درجه سلسیوس – روش آزمون

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۳–۲۲۷٤، اسانس‌ها – تعیین نقطه انجماد– روش آزمون

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ٤۳۷۸، اسانس‌ها – آماده‌سازی آزمایه

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۸٤۵۸ اسانس‌ها – قواعد کلی برای بسته‌بندی و شرایط گنجایه‌ها، نگه‌داری و نشانه‌گذاری

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱–۱٦۰۱۹، اسانس‌ها – راهنمای عمومی نمایه سازی کروماتوگرافی– قسمت ۱: آماده سازی نمایه کروماتوگرافی

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲–۱٦۰۱۹، اسانس‌ها – راهنمای عمومی نمایه سازی کروماتوگرافی– قسمت ۲: کاربرد نمایه کروماتوگرافی برای نمونه‌های اسانس

اسانس‌ها–روش عمومی تجزیه و شناسایی اجزاء توسط دستگاه گاز کراماتوگرافی با ستون موئی– ISIRI ٦۱۱۷

شناسایی ترکیبات اسانس با دستگاه ISO 15303 -GC-MS

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ٤۸۰۵، اسانس گل محمدی–ویژگی‌ها و روشهای آزمون

Abdel-Hameed, E.S., Bazaid, S.A., and Hagag, H.A. 2016. Chemical characterization of *Rosa damascena* Miller var. *trigintipetala* Dieck essential oil and its *in vitro* genotoxic and cytotoxic properties. Journal of Essential Oil Research. 28(2):121-129.

Adams, R.P. 2017. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography-Mass Spectroscopy, 4nd edn. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, Illinois.

Alizadeh, Z., and Fattahi, M. 2021. Essential oil, total phenolic, flavonoids, anthocyanins, carotenoids and antioxidant activity of cultivated Damask Rose (*Rosa damascena*) from Iran: With chemotyping approach concerning morphology and composition. Scientia Horticulturae. 288:110341.

Alsemaan, T., Albatal, N., Baydar, H., and Almaarri, K. 2011. Genetic diversity and qualitative variation of *Rosa damascena* in Syria. International Journal of Agricultural Research. 6(5):429-436.

Baser, K.H.C. 1992. Turkish rose oil. Perfumer & Flavorist. 17:45-52.

Baumes, R.L., Wirth, J., Sylvi, B., Gunata, Y., and Razungles, A. 2002. Biogeneration of C13-norisoprenoid compounds: experiments supportive for an apo-carotenoid pathway in grapevines. Analytica Chimica Acta. 458(1):3–14.

Bayder**,** H., and Bayder, N.G. 2005. The effects of harvest date, fermentation duration and Tween 20 treatment on essential oil content and composition of industrial oil rose (*Rose damascena* Mill.). Industrial Crops and Products. 21:251-255.

Bazaid, S.A., El-Amoudi, M.S., Ali, E.F., and Abdel-Hameed, E.S. 2013. Volatile oil studies of some aromatic plants in Taif region. Journal of Medicinal plants studies. 1(5):119-128.

Chemical Parameters of Essential Oil from Dang District, https://www.nepjol.info

Gokturk Baydar, N., and Baydar, H. 2005. Essential oil compositions of Turkish oil rose (*Rosa damascena* Mill.) products. 36th International Symposium on Essential Oils, 5-7, Budapest-Hungary.

Dobreva**,** A., Velcheva, A., Bardarov, V., and Bardarov, K. 2013. Chemical composition of different genotypes oil-bearing roses, Bulgarian Journal of Agricultural Science. 19(6):1213-1218.

Erbas, S., and Baydar, H. 2016. Variation in scent compounds of oil bearing Rose (*Rose damascena* Mill.) produced by headspace solid phase microextraction, hydrodistillation and solvent extraction. Records of Natural Products. 10(5):555-565.

Essential Oils Constituents - Abundant Health, https://www.abundanthealth4u.com

Eugenol - an overview | ScienceDirect Topics, https://www.sciencedirect.com

Flash Point - an overview | ScienceDirect Topics, https://www.sciencedirect.com

Flash Points of Common Flammable Substances, https://www.fireandsafetycentre.co.uk

Flash-Points, Information, https://plushfolly.com

Freezing Point Depression - Chemistry LibreTexts, https://chem.libretexts.org

Geraniol". The Merck Index (12th ed.).

Halawani, E.H. 2014. Antimicrobial activity of *Rosa damascena* petals extracts and chemical composition by gas chromatography- mass spectrometry (GC/MS) analysis. African Journal of Microbiology Research. 8(24):2359-2367.

ISO 9842:2023, Oil of rose (*Rosa x damascena* Miller). International Standards for Business, Government and Society. Available online: www.iso.org

Khan, M.A., and Rehman S.U. 2005. Extraction and analysis of essential oil of Rosa species. International Journal of Agriculture and Biology. 7:973-974.

Kovats, E.S. 1987. Composition of essential oils. Bulgarian oil of rose (*Rosa damascena* Mill.). Journal of Chromatography. 406:185-222.

Lawless, J. 1995. The Illustrated Encyclopedia of Essential Oils. ISBN 978-1-85230-661-8.

Lawrence, B.M. 1991. Progress in essantial oils: Rose oil and extracts. Perfumer & Flavorist 16: 43-77.

Mahdi Navehsi, F., Abdossi, V., Abbaszadeh, B., Azimi, R., and Dianat, M. 2024. Efect of gamma rays on the essential oil and biochemical characteristics of the *Satureja mutica* Fisch & C. A. Mey. Scientific Reports. 14:7581.

Mohammadi Ziarani, G., Mohajer, F., Mahboobeh Jamali, S., and Ale Ebrahim, N. 2020. Quantitative and qualitative bibliometric scope toward the synthesis of rose oxide as a natural product in perfumery. Current Organic Synthesis. 17(8):610–624.

Mostafavi, A., and Afzali, D. 2009. Chemical composition of the essential oils of *Rosa damascena* from two different locations of Iran. Chemistry of Natural Compounds. 45(1):110-113.

Open and Closed Cup Flash Point – What is the Difference? https://www.petro-online.com

Sefidkon, F., Samadi, V., Rahimifard, M., Azimi, R., and Taghizadeh, A. 2023. Production and processing of roses in Iran. Journal of Iran Nature. 8(3) 9-17.

Solouki, A., Zare Mehrjerdi, M., Aliniaeifard, 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.

Verma, R.S., Padalia, R.C., and Chauhan, A. 2011. Chemical investigation of the volatile components of shade-dried petals of Damask Rose (*Rosa damascena* Mill.). Archives of Biological Sciences. 63(4):1111-1115.

What is Esters? By Janet Scavarda - Lavender Association of Colorado, https://coloradolavender.org

What is α-Damascone? https://pellwall.com

Wirth, J., Guo, W., Baumes, R., and Günata, Z. 2001. Volatile compounds released by enzymatic hydrolysis of glycoconjugates of leaves and grape berries from *Vitis vinifera* Muscat of Alexandria and Shiraz cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 49 (6): 2917-2923.

Younis, A., Khan, M.A., Khan, A.A. and Riaz, M.A. 2007. Effect of different extraction methods on yield of essential oil from four *Rosa* species. Flouriculture and ornamental Biotechnology. 1:73-76.