

Comparison of quality and quantity of aromatic compounds from technique rose water distillation and steam distillation (*Rosa Damascena* Mill)

**Mohammad Emam Bakhsh¹, Masoud Azadbakht^{1*}, Vajihe Abbasi Qadi²,
Maryam Habibi Khaki¹**

¹ Sana Institute of Higher Education, Sari, Iran, Email: masoudazadbakht@mazums.ac.ir

² Department of Plant Breeding and Biotechnology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran,

Article type:

Research article

Abstract

Damask Rose (*Rosa damascena* Mill.) is a key species for the production of rose water and essential oil. This study aimed to extract rose water from fresh petals collected in the Varkan region of Kashan using two simultaneous methods: water distillation and steam distillation, along with essence extraction via a Clevenger device. The extracted samples were analyzed using gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS) to identify and compare volatile compounds. The analysis revealed 23 main volatile compounds in the essence, constituting 14.84%. The results of the rose water extraction showed no significant difference in yield between the two distillation methods. However, the qualitative analysis showed that the water distillation method yielded five volatile compounds, with phenylethyl alcohol (55.52%) and citronellol (38.55%) being the most abundant. In contrast, the steam distillation method identified 11 compounds, making up 95% of the total, with phenylethyl alcohol (42.16%) and citronellol (33.44%) as the most predominant. Notably, the steam distillation method produced 8% more volatile compounds than water distillation, resulting in rose water with a more pleasant aroma. The study concluded that oxygenated compounds like phenylethyl alcohol, citronellol, and geraniol were more concentrated in the rose water than in the essence, likely due to their solubility in water. Therefore, steam distillation is recommended as the superior method for improving the quality of rose water, potentially benefiting the economic viability of rose water producers.

Article history

Received: 2024/12/23

Revised: 2025/01/27

Accepted: 2025/05/02

Keywords

Rosewater
Rosa damascena Mill
Aromatic compounds
Water distillation
Steam distillation

Cite this article as: Bakhsh, M.E., Azadbakht, M., Abbasi Qadi, V., Habibi Khaki, M. (2025). Comparison of Quality and Quantity of Aromatic Compounds from Technique Rose Water Distillation and Steam Distillation (*Rosa Damascena* Mill.). *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, 13(1): 17-30.



©The author(s)

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

Doi: <https://sanad.iau.ir/en/Journal/ejmp/Article/1194291>

مقایسه کمی و کیفی ترکیبات فرار گلاب گل محمدی در روش تقطیر با آب و بخار آب

محمد امام بخش^۱، مسعود آزادبخت^{۱*}، وجیهه عباسی قادی^۲، مریم حبیبی خاکی^۱

^۱ موسسه آموزش عالی سنا، ساری، ایران رایانامه: masoudazadbakht@mazums.ac.ir

^۲ گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهان باغبانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

نوع مقاله:

چکیده

مقاله پژوهشی

گل محمدی یا *Rosa damascena* Mill از خانواده (Rosaceae) یکی از مهم‌ترین گونه‌های معطر رز برای تولید گلاب و اسانس است. در این پژوهش گلاب‌گیری با گلبگ‌های تازه جمع‌آوری شده از منطقه ورکان درکاشان با دو روش مختلف، شامل روش تقطیر با آب و تقطیر با بخار آب با دستگاهی به نام دیگ نی‌چه و اسانس‌گیری با دستگاه کلونجر انجام شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده اسانس و گلاب جهت شناسایی و مقایسه تعداد و درصد ترکیبات، با دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی GC/MS مورد سنجش قرار گرفت. در آنالیز اسانس، ۲۳ ترکیب مهم فرار شناسایی شد که ۸۴/۱٪ از ترکیبات اسانس را به خود اختصاص می‌دهند. میزان کمی گلاب استخراج شده در روش تقطیر با آب در مقایسه با روش تقطیر با بخار آب تفاوت چندانی نداشت اما به لحاظ کیفی از نمونه بدست آمده در روش تقطیر با آب مقدار فنیل اتیل الکل (۵۵/۵٪)، سیترونلول (۳۸/۶٪)، ژرانیول (۱٪)، اژنول (۲٪) و در روش تقطیر با بخار آب فنیل اتیل الکل (۴۲/۱٪)، سیترونلول (۳۳/۴٪)، ژرانیول (۵/۹٪)، اژنول (۳/۱٪) شناسایی شد. میزان ترکیبات فرار در روش تقطیر با بخار آب ۸ درصد در مقایسه با تقطیر با آب بیشتر بود و به همین دلیل گلاب استخراج شده از عطر و رایحه مطبوع تری برخوردار است. به طور کلی با مقایسه ترکیبات مهم و اصلی فرار موجود در گلاب و اسانس مشاهده گردید میزان ترکیبات اکسیژنه مانند فنیل اتیل الکل، سیترونلول، ژرانیول در گلاب بیشتر از اسانس بود که می‌تواند به دلیل حلالیت بالای این ترکیبات در فاز آبی گلاب باشد. بنابراین روش تقطیر با بخار آب در جهت افزایش و بهبود خصوصیات کیفی گلاب به عنوان روش برتر و مناسب استخراج معرفی و می‌تواند تاثیر بسزایی در اقتصاد تولید کنندگان گلاب داشته باشد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۳

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۴/۲/۱۲

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۲/۱۷

واژه‌های کلیدی:

گلاب

ترکیبات فرار

تقطیر آب

تقطیر با بخار آب

گل محمدی

استاد: امام بخش، محمد؛ آزادبخت، مسعود؛ عباسی قادی، وجیهه؛ حبیبی خاکی، مریم. (۱۴۰۴). مقایسه کمی و کیفی ترکیبات

فرار گلاب گل محمدی در روش تقطیر با آب و بخار آب. فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، ۱۳(۱)، ۳۰-۱۷.

مقدمه

از گذشته دور گل سرخ را ملکه‌ی گل‌ها و اسانس آن را ملکه‌ی عطرها می‌نامیدند. اگر چه تهیه گلاب را به زمان قدیم نسبت داده‌اند ولی تهیه اسانس رز مربوط به قرن اخیر است (Salehi sourmaghi, 2011). چنان که از وجود نسترن‌ها و گل‌های سرخ خودرو بر می‌آید، گل محمدی درختچه‌ای بومی سرزمین ایران است و گونه‌های کم و بیش متفاوت آن در همه جا می‌روید، بدین سبب پیشینه آشنایی مردم ایران با این گل، مربوط به زمان‌های بسیار دور است. نقل نام این گل در متون کهن و باورهای مردم و اعتقادات مربوط به آن و جایگاه آن در رسوم مختلف، از سابقه‌ی طولانی و به ویژه از جنبه‌های اعتقادی و آیینی حکایت دارد (Araghian, 1992). گل محمدی با نام علمی *Rosa damacena* Mill از خانواده (Rosaceae) از برجسته‌ترین رُزهای دنیای کهن و از محبوب‌ترین گیاهان در تاریخ باغبانی است و به دلیل رایحه فوق العاده خوشبوی آن در مناطق مختلف جهان و در فلات وسیع ایران براساس اوضاع اقلیمی و محیطی به صورت زینتی یا گلبرگ گل محمدی جهت گلاب‌گیری یا اسانس کشت می‌شود و در بیشتر پهنه‌های کوهستانی انواع گوناگون گل سرخ و نسترن به صورت خودرو دیده می‌شود (Ebrahim abadi, 2010). گل محمدی در آثار تاریخی کشورهای مختلف دنیا جایگاه ویژه‌ای داشته و ایرانیان از گذشته دور به ویژگی‌های خوراکی و درمانی گل سرخ پی برده و از آن استفاده می‌کردند. کانون اصلی گل محمدی و گیاهان معطر را سرزمین فارس و زادگاه و رویشگاه ابتدایی آن را کشور ایران می‌دانند (Ahmadi, 2005). گلاب مایع معطر، خوشبو و بی‌رنگ که از تقطیر گل‌های گل محمدی و بخار آب بدست می‌آید. ایران در صنعت گلاب‌گیری دارای شهرت جهانی بوده و از ادوار گذشته بیشترین

کارگاه‌های گلاب‌گیری در میمند و فیروزآباد فارس و کاشان بوده است. هنر گلاب‌گیری بر مبنای تقطیر و اولین بار توسط ایرانیان کشف و در قرن دهم میلادی از ایران توسط اعراب به اروپا منتقل و اسپانیایی‌ها نخستین کشوری بودند که گلاب‌گیری را فرا گرفتند (Ebrahim abadi, 2010). عطر گل محمدی ایران به علت شرایط مساعد و مناسب آب و هوایی از مرغوبیت خاصی در جهان برخوردار است و گلاب و عرقیات ایران، گل خشک گل محمدی، شیرینی گل قند و مربای گل محمدی به کشورهای مختلف صادر می‌گردد (Asadi, 2015). قسمت مایع اسانس گل سرخ (الثویتین) دارای ترکیبات ژرانیول و سیترونلول است این ترکیبات در گلاب هم وجود دارند (Azadbakht and Azadbakht, 2013). در پژوهشی (Manouchehri et al., 2015) ترکیبات مهم و اصلی گلاب و اسانس منطقه لایزنگان در داراب استان فارس انجام شد ترکیبات عمده گلاب فنیل اتیل الکل (۳۸٪)، سیترونلول (۳۲/۲٪)، اژنول (۱۳/۴٪) و ژرانیول (۶/۹٪) گزارش شد. در بررسی دیگر ترکیبات چند نمونه گلاب خریداری شده از بازار نیز فنیل اتیل الکل و سیترونلول به عنوان اجزای اصلی گلاب گزارش شدند. میزان این دو ترکیب مهم (۴۵،۱ - ۴۵،۸۵٪) و (۳۵،۷ - ۷،۴٪) به ترتیب برای فنیل اتیل الکل و سیترونلول بود (Mahbubifar et al., 2013). در بررسی دیگر که از استخراج مایع-مایع و GC/MS جهت تعیین ترکیبات گلاب به کار گرفته شد. بنزن اتانول (فنیل اتیل الکل)، ژرانیول و سیترونلول به ترتیب با میزان (۲۴/۸ - ۲۳/۷ - ۲۱) درصد به عنوان اجزای اصلی گلاب معرفی شدند. میزان ترکیب اژنول گلاب در این پژوهش ۵/۴٪ گزارش شد (Sereshti et al., 2008). در بررسی دیگر از ترکیبات گلاب کشور هند، فنیل اتیل الکل، ژرانیول و سیترونلول به عنوان ترکیبات اصلی گلاب جوانه،

غنچه و گل کامل دو رقم گل محمدی مورد استفاده، گزارش شد (Verma et al., 2013). میزان ترکیب فنیل اتیل الکل در اسانس نسبت به گلاب بسیار پایین است (۰/۳۴ در برابر ۳۸ درصد) میزان پایین این ترکیب در اسانس با یافته‌های دیگر پژوهشگران همخوانی دارد و دلیل آن قطبیت بالای این ترکیب و حل شدن آن در آب است (Verma et al., 2013; Yassa et al., 2009). میزان این ترکیب در نمونه اسانس‌های تجاری ایران، بلغارستان و ترکیه به ترتیب (۱/۶-۰/۵)٪، (۳/۴-۰/۳)٪ و (۲/۴-۱/۷)٪ فنیل اتیل الکل می‌باشد که نتایج حاضر با بررسی برخی از اسانس‌های تجاری گزارش شده در میزان فنیل اتیل الکل همخوانی دارد (Pellati et al., 2013). میزان ترکیبات مومی که جزء ترکیبات اصلی اسانس بوده در گلاب بسیار کم گزارش شده است. این نتیجه در تحقیقی که سه نمونه گلاب خریداری شده از بازارهای محلی شیراز بررسی شدند نیز مطابقت داشت. در آن پژوهش میزان ترکیبات مومی و سنگین اصلا و یا به میزان بسیار کم دیده شد (Mahbubifar et al., 2013). هم چنین در پژوهشی که از استخراج مایع-مایع GC/MS جهت تعیین ترکیبات گلاب استفاده شد نیز این ترکیبات اصلا گزارش نشدند (Sereshti et al., 2008). به طور کلی با مقایسه ترکیبات مهم و اصلی موجود در اسانس و گلاب مشاهده می‌گردد میزان ترکیبات اکسیژنه مانند فنیل اتیل الکل، سیترونلول و ژرانیول در گلاب بیشتر از اسانس است که می‌تواند به دلیل حلالیت بالای این ترکیبات در فاز آبی (گلاب) باشد (Mahbubifar et al., 2013). هیدروکربن‌ها که از عوامل کاهش کیفیت اسانس گل محمدی می‌باشند در اسانس حاصل از روش‌های مختلف به میزان قابل توجهی وجود داشتند در صورتی که در گلاب به میزان بسیار پایین یافت گردیدند. در پژوهش یاد شده ترکیب اصلی گلاب

نمونه‌های تجاری و آزمایشگاهی فنیل اتیل الکل (۴/۸-۰/۴۵)٪ بود در صورتی که این ترکیب در اسانس‌های حاصل از دو روش استخراج اصلا دیده نشد. هم چنین هیدروکربن‌های آلیفاتیک که به عنوان جزء اصلی اسانس بودند که در گلاب‌های مورد بررسی به میزان ناچیز یا اصلا یافت نشدند (Mahbubifar et al., 2013). در پژوهشی که از ۱۹ نمونه اسانس تجاری سه کشور ترکیه، بلغارستان و ایران بود سیترونلول (۵۵/۳-۲۸/۷)٪، ژرانیول (۲۷/۳-۱۳/۵)٪ و نونادکان (۱۸/۹-۲/۶)٪ ترکیبات اصلی اسانس‌های بلغارستان و ترکیه بودند. هر چند اسانس ایران دارای میزان بالایی هیدروکربن‌های آلیفاتیک بود (برای مثال نونادکان ۲۳/۲-۳/۷)٪، ولی نونادکان همراه با سیترونلول (۴۵/۹-۲۵/۲)٪ و ژرانیول (۲۸/۵-۸/۳)٪ به عنوان ترکیبات اصلی اسانس ایران نیز شناسایی شدند (Pellati et al., 2013).

از لحاظ گیاه‌شناسی گل محمدی (*Rosa damascena* Mill) از جمله گیاهان دولپه‌ای و گل‌دار، راسته سرخ سانان (*Rosales*)، خانواده گل‌سرخیان (*Rosaceae*)، زیر خانواده (*Rosoideae*) می‌باشد. گل سرخیان (*Rosaceae*) یکی از گسترده‌ترین خانواده‌های گیاهی است. تعداد گونه‌ها در جنس *Rosa* هنوز به طور کاملاً دقیق مشخص نیست، ولی در حال حاضر قریب به ۲۰۰۰ گونه و ۱۰۰۰ جنس و در طول قرن‌ها ارقام زیادی از تلاقی بین گونه‌ای و موتاسیون‌ها ایجاد شده است. در ایران تا به حال ۷۲ گونه برای این جنس ذکر شده است. حدود ۱۵۰ گونه از جنس *Rosa* در کلیه مناطق غیر حاره‌ای نیمکره شمالی به صورت خودرو می‌روید. گل محمدی گیاهی دائمی به ارتفاع تا ۱/۵ متر و گاهی مرتفع‌تر با ساقه‌های خاردار و پر انشعاب، تقریباً باریک و گل دهنده تیغ‌دار، به رنگ سبز متمایل به خاکستری و پوشیده از خارهای قهوه‌ای انبوه و متمایل به قرمز،

دارای برگ‌های مرکب، نوک تیز، روی برگ صاف و سبز رنگ و پشت آن سبز کم رنگ، دارای گل‌های دارای گلبرگ، چندتایی بسیار معطر، گل آذین دیهیم، گل‌ها ۳ تا ۹ گل با ۳۲ تا ۷۵ گلبرگ و گاهی بیشتر به شکل صورتی خوش رنگ و یکدست که گاهی نیز سرخ است و در اوایل صبح ظاهر می‌شود (Mozafarian, 2005). دوره گلدهی کوتاهی داشته و به طور معمول یک بار در سال گل داده و جزو گونه‌های هیبرید بوده و احتمال می‌رود این گونه از تلاقی دو گونه *Rosa moscata* و *Rosa galica* بوجود آمده باشد و تاکنون واریته‌ها و انواع گوناگونی برای آن نام برده‌اند (Mozafarian, 2005; Ghahreman, 1991). این گیاه بسیار مقام و اکثر شرایط آب و هوایی را تحمل می‌کند ولی اصولاً مناطق باز و آفتاب گیر با شب‌های نسبتاً خنک را ترجیح می‌دهد گونه ایرانی این گل در دنیا منحصر به فرد است میوه آن پس از ریزش گلبرگ‌ها، گوشتی گرد یا گرز بیضوی و به رنگ قرمز تند ظاهر می‌شود و از گل‌های آن گلاب و اسانس به عنوان مهم‌ترین محصول به روش سنتی و صنعتی استخراج و محصولات جانبی و فراآوری شده نظیر گل خشک، غنچه خشک، کانکریت رز، عصاره مطلق و عصاره غلیظ به صورت ارگانیک یا محصول سالم نیز تولید می‌شود (Mirbaha, 2003). برای فرآیند گلاب گیری در کاشان از ظروف مسی و دستگاهی به نام دیگ نی چه برای گلاب گیری استفاده می‌کنند فرآیند کلی گلاب گیری بدین ترتیب است که گل‌ها را درون یک دیگ مسی با آب سرد مخلوط کرده درب آن را با دو دیگ مسی دیگر کاملاً بسته تا منفذی نداشته باشد می‌ریزند و از دور دیگ دو نی چه به سمت بالا با ارتفاع ۱/۵ تا ۲ متر و با زاویه ۶۰-۴۵ درجه به سمت افق بیرون می‌آید محل اتصال نی چه‌ها و ظروف نیز توسط یک قطعه پلاستیکی آب بندی می‌گردد و در

کف نی چه از طرف داخل لوله دیگری رو به روی لوله نی چه قرار دارد و سر نی چه‌ها وارد پارچ جمع‌آوری گلاب که در داخل حوض آب سرد قرار دارد می‌شود تا در اثر خنکی آب، بخارات عطراگین زودتر به مایع تبدیل شود و ذرات جامد نیز به علت ارتفاع نی چه‌ها که به سمت بالا بوده وارد آن نشود (Vaziri, 1970).

مواد و روش

جمع‌آوری گل و استخراج گلاب: در اواسط دوره گل دهی، گل‌های تازه گل محمدی *Rosa damascena* Mill از گلستان ۴ ساله در روستای ورکان در ۶۵ کیلومتری غرب کاشان و در ارتفاع ۲۱۵۰ متر از سطح دریا در خرداد سال ۱۴۰۰ در ساعات اولیه صبح، هم زمان با طلوع خورشید جمع‌آوری شد و جهت عمل تقطیر و گلاب‌گیری همزمان با دو روش تقطیر با آب و بخارآب به شرح زیر انجام شد.

روش تقطیر با آب (Water Distillation): گلاب گیری در یکی از کارگاه‌های سنتی روستای ورکان با دستگاهی به نام دیگ نی چه با ظرفیت استخراج ۴۰ لیتر گلاب انتخاب و انجام شد. ابتدا مقدار ۲۰ کیلوگرم از گل‌های تازه جمع‌آوری شده در داخل دیگ مسی با ۳۰ لیتر آب سرد مخلوط شد و درب آن را با دو دیگ مسی دیگر کاملاً بسته شد تا منفذی نداشته باشند. محل اتصال نی چه‌ها و ظروف نیز توسط یک قطعه پلاستیکی آب بندی گردید و سر نی چه‌ها وارد پارچ جمع‌آوری گلاب که در داخل حوض آب سرد قرار گرفت تا در اثر خنکی آب بخارات عطراگین زودتر به مایع تبدیل شود. نی چه به سمت بالا بود تا ذرات جامد وارد آن نشود. گلاب گیری پس از ۴ ساعت و جمع‌آوری ۴۰ لیتر گلاب خاتمه یافت. در حین عمل گلاب‌گیری پارامترهایی از

قبیل میزان حرارت دیگ، فشار بخار، زمان انتظار گل قبل از تقطیر و سرعت تقطیر کنترل شد تا شرایط محیط انجام آزمایش برای مقایسه دو روش گلاب‌گیری یکسان باشد و در نهایت پس از اتمام مراحل پیش گفته یک ظرف نمونه از گلاب استخراج شده جهت ارسال به آزمایشگاه جداسازی گردید و به داخل شیشه استریل شده منتقل شد و به آزمایشگاه منتقل شد و در جای خنک و تاریک جهت انجام ادامه مراحل پژوهش نگهداری شد.

روش تقطیر با بخار آب (Steam Distillation): در این روش که همزمان انجام شد نیز مقدار ۳۰ لیتر آب سرد در داخل دیگ مسی ریخته شد و مقدار ۲۰ کیلوگرم از گل‌های تازه جمع‌آوری شده پس از به دست آوردن رطوبت مناسب بر روی صفحه متخلخل مسی که به فاصله ۱۵ سانتی‌متر از سطح آب و ۱۵ سانتی‌متر از بالای دیگ مسی قرار داده شد. آب و گل مجاور هم ولی در عین حال جدا از یکدیگر بودند گلاب‌گیری پس از ۴ ساعت و جمع‌آوری ۴۰ لیتر گلاب به پایان رسید و یک ظرف نمونه از گلاب استخراج شده برداشت شده و در ظرف استریل شده ریخته شد و به آزمایشگاه انتقال داده شد و در جای خنک و تاریک جهت ادامه فرآیند پژوهش نگهداری شد.

روش اسانس‌گیری: به منظور اسانس‌گیری از دستگاه کلونجر استفاده شد. این دستگاه به روش تقطیر برای استخراج اسانس از گیاهان دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این دستگاه ابتدا عمل تبخیر و سپس عمل میعان انجام شد. در ابتدای کار با کلونجر یک کیلوگرم از نمونه‌ی تازه گل محمدی به همراه مقدار کافی آب مقطر درون بالن ریخته شد و به مدت ۴ ساعت در دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شد پس از این مدت گرم‌کن خاموش بود، با باز کردن شیر کلونجر عرق که در سطح پایین دستگاه و اسانس

که در سطح بالایی قرار داشت از یکدیگر جدا گردید و سدیم سولفات بی آب بر روی آن اضافه شد، در این مرحله محلول حاصل را بلافاصله درون ظرف نگهداری اسانس که با ورقه‌های آلومینیومی پوشانده بود (جهت جلوگیری از نفوذ نور) ریخته شد و تا رسیدن به دستگاه GC/MS در محیط سرد یخچال ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای استخراج ترکیبات فرار از گلاب حاصله از گل محمدی روش استخراج مایع-مایع با استفاده از هگزان مورد استفاده قرار گرفت و گلاب برای تزریق به دستگاه GC/MS آماده بود و با انتقال مرحله شناسایی عناصر تشکیل دهنده آغاز شد.

استخراج ثانویه اسانس از گلاب، مایع-مایع: نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه، ابتدا با استفاده از حلال پترولیوم اتر (دمای جوش ۶۰-۴۰ درجه سانتیگراد) و استفاده از دستگاه شیشه‌ای استخراج مایع-مایع استخراج گردیدند. از هر نمونه به مقدار ۴۵۰ سی سی درون دستگاه استخراج مایع-مایع و ۳۰۰ سی سی حلال نیز درون بالن مربوطه ریخته شد. با حرارت دادن بالن توسط دستگاه شوف بالن در حدود ۴۰ درجه سانتی‌گراد، پترولیوم اتر شروع به تبخیر شدن کرده و پس از کندانسه شدن درون قیف داخلی دستگاه ریخته شد. بتدریج با افزایش وزن مخصوص، حلال از لابه لای فاز آبی گلاب شروع به عبور کرد و در حین عبور موجب مهاجرت ترکیبات فیتوشیمیایی از فاز آبی به فاز آلی در خود شد و مجدداً به بالن بازگشت. این فرآیند تا زمان اتمام کامل استخراج تکرار گردید. جهت استخراج کامل اسانس با دستگاه استخراج مایع-مایع، برای هر نمونه ۹۰۰ سی سی گلاب و مدت زمان ۶ ساعت استخراج انجام شد. پس از اتمام مدت زمان استخراج، هر نمونه بطور جداگانه بوسیله دستگاه تقطیر در خلأ چرخان تا رسیدن به حجم نهایی ۳ سی سی تغلیظ شد؛ سپس

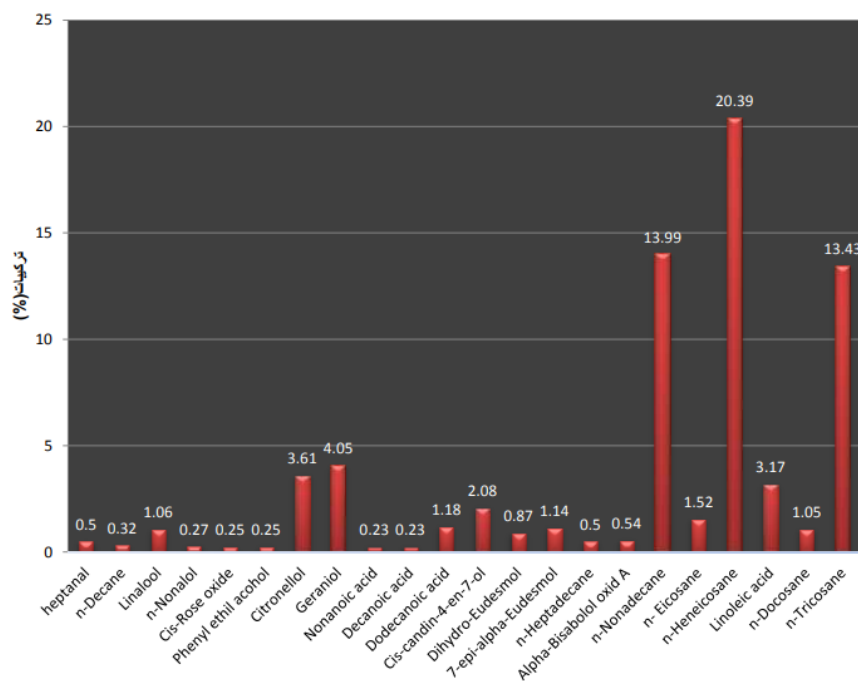
تزریق ۲۸۰ درجه سانتیگراد و دمای دتکتور ۳۰۰ درجه سانتیگراد تنظیم شد. نوع اینلنت دستگاه Split mode 1:50 و از Split/Splitless استفاده گردید. از گاز هلیوم با جریان ثابت ۱ میلی لیتر بر دقیقه به عنوان گاز حامل با درجه خلوص بالا استفاده گردید. انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و محدوده جرمی از ۶۰-۳۰ بود. از هر نمونه به میزان یک میکرولیتر اسانس خالص به دستگاه تزریق گردید.

نتایج

نتایج حاصل از شناسایی ترکیبات اسانس گل محمدی که با روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر صورت پذیرفت و در شکل ۱ آورده شده است. اسانس بدست آمده از استخراج به رنگ زرد کمرنگ با بوی معطر و قوی بوده است و در مجموع تعداد ۲۳ نوع ترکیب به میزان (۸۴/۱٪) مورد شناسایی قرار گرفت.

کلیه نمونه‌های بدست آمده با استفاده از سدیم سولفات بی آب خشک شدند و تا زمان انجام آنالیز در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. سپس نمونه‌ها پس از جمع آوری جهت شناسایی کمی و کیفی توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی به روش GC/MS به آزمایشگاه منتقل شد و مورد سنجش قرار گرفتند (Manoochchri et al., 2015).

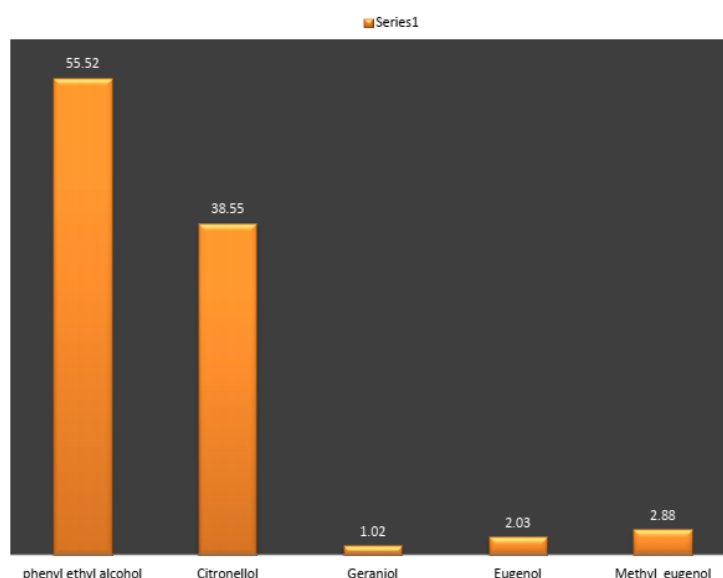
دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی GC/MAS: دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی مدل Agilent 7890A 5975C MSD با ستون HP-5 به طول ۳۰ متر، قطر ستون ۰/۲۵ میلی متر که ضخامت لایه فاز ساکن فنیل متیل سیلوکسان ۰/۲۵ میکرومتر می باشد، مورد استفاده قرار گرفت. برنامه ریزی حرارتی ستون از ۶۰ درجه سانتیگراد شروع شد و بتدریج با سرعت ۵ درجه در دقیقه افزایش یافته تا به دمای ۲۲۰ درجه سانتیگراد (به مدت ۱۰ دقیقه) رسید. درجه حرارت محفظه



شکل ۱: نمودار میله‌ای ترکیبات اسانس گل محمدی منطقه مورد مطالعه در ورکان

عمده ترین ترکیبات اصلی موجود در اسانس، فنیل اتیل الکل (۲۵٪)، سیترونلول (۰/۶٪)، ژرانیول (۰/۴٪) و بیشترین اجزاء ترکیبات مهم اسانس، ان هنی کوزان (۲۰/۳٪)، ان نونادکان (۰/۹٪)، ان تریکوزان (۱۳/۴٪) گزارش شد. اگر چه اسانس گل محمدی دارای ترکیبات پیچیده‌ای شامل بیش از ۳۰۰ نوع ترکیب مختلف و با ارزش می‌باشد؛ این اسانس بیشتر محتوی ترکیب فنیل اتیل الکل بوده و دیگر ترکیب‌های اصلی آن شامل الکل‌های ژرانیول، سیترونلول و ژرنول می‌باشند. فنیل اتیل الکل از مهم ترین مواد معطر مصرفی در عطرها و مواد آرایشی و صابون‌ها و صنایع طعم دهنده بشمار می‌رود این الکل‌ها در انواع عطرها کاربرد

دارند و در ترکیبات اسانس گل محمدی غیر قابل چشم پوشی هستند. لذا، تفاوت در خصوصیات ژنتیکی و شرایط محیطی می‌تواند باعث تفاوت‌هایی در اسانس شود. مهم ترین عوامل که تاثیر بسیار عمده‌ای بر کمیت و کیفیت مواد موثره آنها می‌گذارد عبارتند از: درجه حرارت، آبیاری، نور (تابش و مدت تابش)، ارتفاع از سطح دریا و خنکی هوا، خصوصیات خاک و موجودات پیرامون گیاه و مدیریت داشت گلستان‌ها است. نتایج به دست آمده از ترکیبات فرار جدا شده گلاب در روش تقطیر با آب دارای ۵ ترکیب فرار می‌باشد و به میزان (۱۰۰٪) از آن شناسایی و در (جدول ۱) و نمودار ترکیبات (شکل ۲) آورده شده است.



شکل ۲: نمودار ترکیبات فرار گلاب گل محمدی نمونه بدست آمده از روش تقطیر با آب منطقه ورکان

جدول ۱: ترکیبات فرار گلاب گل محمدی نمونه بدست آمده روش تقطیر با آب منطقه ورکان

ردیف	ترکیبات	درصد (%)	AI
۱	فنیل اتیل الکل	۵۵/۵۲	۱۱۰۶
۲	سیترونلول	۳۸/۵۵	۱۲۲۳
۳	ژرانیول	۱/۰۲	۱۲۴۹
۴	ایوژنول	۲/۰۳	۱۳۵۶
۵	متیل ایوژنول	۲/۸۸	۱۴۰۳
	مجموع	۱۰۰	-

ترکیبات عمده گلاب، در روش تقطیر با آب فنیل اتیل الکلیل (۵۵/۵۲٪)، سیترونلول (۳۸/۵۵٪)، ژرانیول (۱/۰۲٪)، اژنول (۰/۳۲٪) گزارش شد. از ترکیبات فرار جدا شده گلاب در روش تقطیر با بخار آب ۱۱ ترکیب فرار وجود داشت و به میزان (۹۵٪) از آن شناسایی شد و در جدول شماره دو آورده شد. نتایج حاصل از طیف GC/MASS نمونه بدست آمده

از روش تقطیر با بخار آب منطقه ورکان بصورت نمودار میله‌ای در شکل شماره (۳) نشان داده شده است. ترکیبات عمده گلاب در روش تقطیر با بخار آب، فنیل اتیل الکلیل (۴۲/۱٪)، سیترونلول (۳۳/۴٪)، ژرانیول (۵/۹٪)، اژنول (۳/۱٪) گزارش شد.

جدول ۲: ترکیبات فرار گلاب گل محمدی، نمونه بدست آمده از تقطیر با بخار آب مورد مطالعه منطقه ورکان

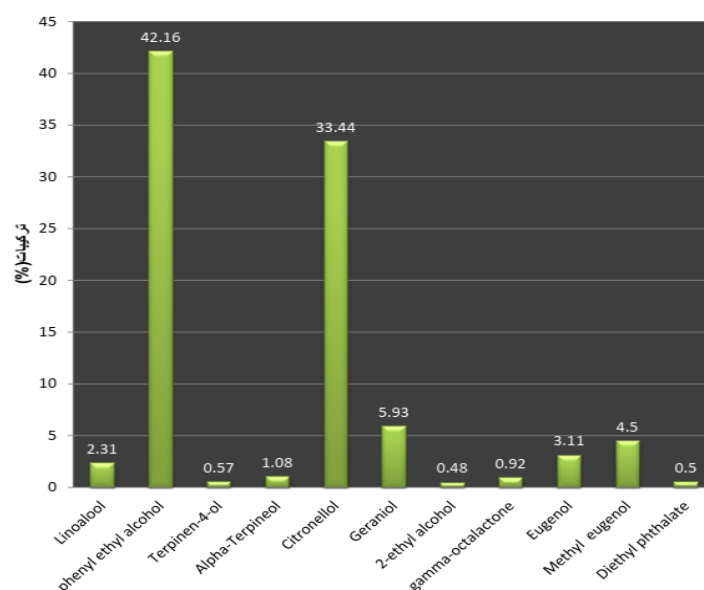
ردیف	ترکیبات	درصد(٪)	AI
۱	لینالول	۲/۳۱	۱۰۹۵
۲	فنیل اتیل الکلیل	۴۲/۱۶	۱۱۰۶
۳	ترپینن-۴-ئول	۰/۵۷	۱۱۴۷
۴	آلفا-ترپینئول	۱/۰۸	۱۱۸۶
۵	سیترونلول	۳۳/۴۴	۱۲۲۳
۶	ژرانیول	۵/۹۳	۱۲۴۹
۷	۲- فنیل اتیل استات	۰/۴۸	۱۲۵۴
۸	گاما- اکتالاکتون	۰/۹۲	۱۲۷۶
۹	ایوژنول	۳/۱۱	۱۳۵۶
۱۰	متیل ایوژنول	۴/۵	۱۴۰۳
۱۱	دی اتیل فتالات	۰/۵	۱۵۹۰
	مجموع	۹۵	-

گلستان‌های گل محمدی در مناطق باز و آفتاب گیر با شب‌های خنک باشد (Manoochehri et al., 2015). استفاده از روش‌های سنتی گلاب گیری با ظروف مسی و تجربه و مهارت گلاب گیری در نزد اهالی ورکان از گذشته دور و انتقال آن به نسل حاضر باعث شهرت و توجه مصرف کنندگان از محصولات این منطقه شده است. به طور کلی با مقایسه ترکیبات مهم و اصلی فرار موجود در گلاب و اسانس مشاهده گردید میزان ترکیبات اکسیژنه مانند فنیل اتیل الکلیل، سیترونلول، ژرانیول و اژنول در گلاب بیشتر از اسانس می‌باشد که این امر می‌تواند به دلیل حلالیت بالای این ترکیبات در فاز آبی گلاب باشد. مقایسه ترکیبات

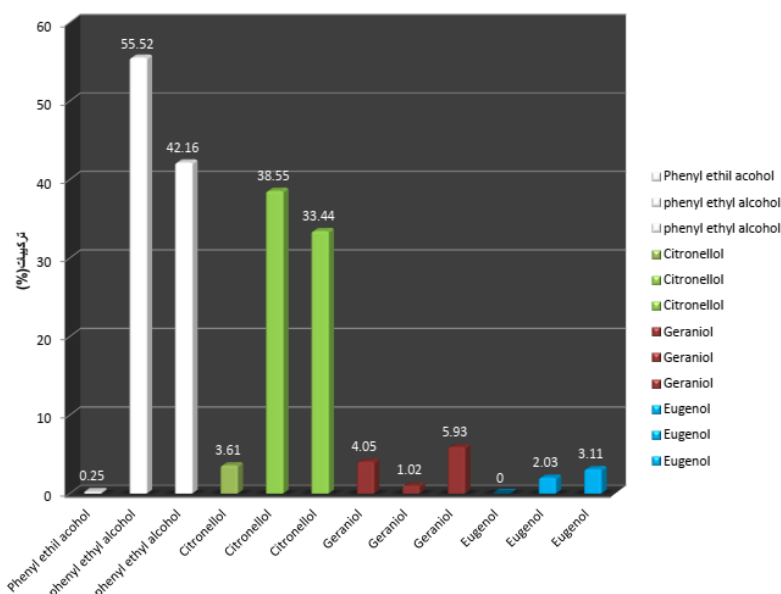
نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که میزان کمی گلاب استخراج شده در روش تقطیر با آب در مقایسه با روش تقطیر با بخار آب تفاوت چندانی نداشت اما به لحاظ کیفی میزان ترکیبات فرار در روش تقطیر با بخار آب به میزان (۸ درصد) بیشتر از روش تقطیر با آب بود و به همین دلیل گلاب استخراج شده در این روش از عطر و رایحه مطبوع تری برخوردار است. نتایج گزارش شده حاکی از میزان بالای ترکیبات فنیل اتیل الکلیل، سیترونلول، ژرانیول در گلاب منطقه مورد مطالعه ورکان در مقایسه با سایر مناطق کاشان را نشان می‌دهد که می‌تواند بدلیل شرایط آب هوایی و مناسب وجود

میلی گرم برلیتر و به عنوان گلاب درجه دو، و در روش تقطیر با بخار آب به میزان ۳۶۰ میلی گرم بر لیتر به عنوان گلاب درجه یک گزارش شده است. بنابراین روش تقطیر با بخار آب در جهت افزایش و بهبود خصوصیات کیفی به عنوان روش برتر و مناسب استخراج معرفی و می تواند تاثیر مطلوبی در اقتصاد تولیدکنندگان گلاب داشته باشد.

عمده اسانس و گلاب حاصل از استخراج به روش تقطیر با آب و بخار آب در شکل (۴) آمده است. طبق نظر مؤسسه تحقیقات و استاندارد ایران میزان ترکیبات اسانس در گلاب درجه یک ۴۰۰-۳۰۰ میلی گرم برلیتر و در گلاب درجه دو ۳۰۰-۲۰۰ میلی گرم برلیتر می باشد (Rusanov et al., 2011)، با توجه به نتایج بدست آمده در منطقه مورد مطالعه ورکان میزان ترکیبات فرار اسانس در روش تقطیر با آب ۲۶۰



شکل ۳: نمودار ترکیبات فرار گلاب گل محمدی، نمونه بدست آمده از تقطیر با بخار آب مورد مطالعه منطقه ورکان



شکل ۴: نمودار مقایسه ترکیبات عمده اسانس و گلاب حاصل از استخراج با روش تقطیر با آب و بخار آب

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از این واقعیت است که تفاوت چندانی از لحاظ کمی در گلاب استخراج شده با روش تقطیر با آب در مقایسه با روش بخار آب نداشت ولی مواردی از قبیل میزان مهارت در گلاب گیری، کنترل دمای دیگ، مناسب ترین زمان، سرعت تقطیر و فشار بخار و مدت زمانی که گل در انتظار تقطیر می ماند؛ تاثیر زیادی در میزان کمی و کیفی اسانس و گلاب دارد. به طور کلی تعداد ۲۳ نوع ترکیب اصلی و مهم معطر به میزان (۸۴/۱٪) از اسانس منطقه ورکان شناسایی شد، فنیل اتیل الکل، سیترونلول و ژرانیول از ترکیبات مهم معطر هستند که استفاده گسترده در صنایع عطر سازی، آرایشی و تهیه صابون ها و صنایع طعم دهنده دارند بدین جهت در ترکیب های اسانس گل محمدی غیر قابل چشم پوشی است این ترکیبات در اسانس منطقه مورد مطالعه نیز یافت شد، فنیل اتیل الکل (۲۵٪) سیترونلول (۶۱/۳٪)، ژرانیول (۴٪) و ترکیب شیمیایی نرول یافت نشد. بیشترین ترکیبات عمده اسانس، ان هنی کوزان (۲۰/۳٪)، ان نانودکان (۱۳/۹٪)، ان تریکوزان (۱۳/۴٪) گزارش شد. تحقیقات نشان داد که در روش های تقطیر به دلیل وجود مقدار زیاد آب در تماس با گل و قطبیت بالا و حلالیت زیاد فنیل اتیل الکل در آب این ترکیب نمی تواند وارد اسانس شود و در اسانس های حاصل از تقطیر جزء عمده ترکیب نانودکان می باشد که حدود ۵۰٪ از اسانس ها را تشکیل می دهند. نتایج حاضر با نتایج برخی از اسانس های تجاری بررسی شده در میزان فنیل اتیل الکل و نانودکان مطابقت دارد (Pellati et al., 2013). در اسانس ایران میزان بالایی از ترکیبات هیدروکربن دار آلیفاتیک وجود دارد مانند نانودکان ولی همراه با سیترونلول و ژرانیول به عنوان ترکیبات اصلی اسانس ایران معرفی شدند، ترکیبات آلیفاتیک حدود ۲۰٪ از اسانس را تشکیل می دهند و

۷۰٪ دیگر از اسانس ترکیبات آروماتیک می باشد. درصد ترکیبات مهم اکسیژن دار از قبیل فنیل اتیل الکل، سیترونلول و ژرانیول در اسانس گل محمدی ایران مشابه و در بعضی از موارد بیشتر از اسانس گل محمدی در کشورهای مطرح جهان از جمله هند است ولی میزان نرول در اسانس گل های ایرانی به مقدار چشمگیری کمتر از کشورهای مطرح جهان از جمله ترکیه و بلغارستان است که با پژوهش حاضر همسویی دارد (Karwya et al., 1983; Rao et al., 2000).

نتایج حاصل از این پژوهش که از استخراج مایع- مایع و GC/MS جهت ترکیبات گلاب استفاده شد در روش تقطیر با آب تعداد ۵ ترکیب به میزان (۱۰۰٪) و در روش تقطیر با بخار آب تعداد ۱۱ ترکیب به میزان (۹۵٪) شناسایی شد. در روش تقطیر با آب، فنیل اتیل الکل، ژرانیول و سیترونلول به ترتیب (۵۵/۵٪)، سیترونلول (۳۸/۵٪)، ژرانیول (۱٪) به عنوان اجزای اصلی گلاب معرفی شدند. میزان ترکیب اژنول گلاب در این پژوهش (۲٪) گزارش شد در روش تقطیر با بخار آب فنیل اتیل الکل (۴۲/۱٪)، سیترونلول (۳۳/۴٪)، ژرانیول (۵/۹٪) و اژنول (۳/۱٪) گزارش شد. همچنین در پژوهشی که ترکیبات گلاب هند بررسی شد فنیل اتیل الکل، ژرانیول و سیترونلول به عنوان ترکیبات اصلی گلاب جوانه، غنچه و گل کامل دو رقم گل محمدی مورد استفاده معرفی شد (Verma et al., 2013). در پژوهشی دیگر که از استخراج مایع- مایع و GC/MS جهت تعیین ترکیبات گلاب در مناطق مختلف ایران استفاده شد فنیل اتیل الکل، ژرانیول، سیترونلول و اژنول به ترتیب (۲۴/۸ - ۲۳/۷ - ۲۱) درصد گزارش شد (Sereshti et al., 2009). با توجه به تعداد و نوع ترکیبات شناسایی شده، خصوصیات ژنتیکی، شرایط آب و هوایی، نوع خاک، ارتفاع از سطح دریا، زمان برداشت گل و مدیریت

داشت گلستان‌های گل محمدی و روش مناسب استخراج بر میزان و نوع ترکیبات گلاب اثر گذار است و تاثیر هر یک از عوامل قابل بررسی است و با تحقیقات انجام شده توسط (bardikolai Mahmudi et al., 2018) همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طور کلی با توجه به نتایج گزارش شده میزان ترکیبات اصلی و مهم معطر استخراج در روش تقطیر با بخار آب به میزان ۸٪ بیشتر از روش تقطیر با بخار آب بود که باعث ایجاد بوی قوی و مطبوعی در گلاب می‌شود؛ بنابراین روش تقطیر با بخار آب را می‌توان در جهت افزایش و بهبود کیفی گلاب به عنوان روش برتر و مناسب استخراج معرفی نمود عواملی از قبیل کسب مجوزات کیفی و بهداشتی، عدم وجود بار میکروبی و pH اسیدی مناسب فاقد باکتری‌های بیماری‌زا، نوع بسته‌بندی گلاب، بازاریابی و معرفی مناسب محصولات گل محمدی در بازارهای هدف داخلی و صادرات می‌تواند تاثیر بسزایی در اقتصاد تولید کنندگان گلاب داشته باشد. از طرفی شناسایی ظرفیت‌های مناسب اراضی با توجه به توقع اندک این گیاه و مقاومت به خشکی و تحمل شرایط نامساعد محیطی و خاکی و همخوانی با سیاست و فرهنگ

کشاورزی و تولید در مناطق مرتفع و بالادست، نزدیکی به بازارهای مصرف کشورهای حوزه خلیج فارس و آسیای میانه و سهولت در امر تهیه فرآورده‌های مختلف از این محصول با قدرت ماندگاری بالا و تولید آن به صورت ارگانیک و سالم، می‌تواند بر توسعه پایدار این گیاه با ارزش و راهبردی بی‌افزاید. اما از آنجایی که تاکنون تحقیقات چندانی از محصولات فرعی و فرآورده‌های جانبی گل محمدی مانند استفاده از تفاله‌های باقیمانده از تقطیر به عنوان کود برای تقویت زمین در راستای تسهیل چرخه عناصر غذایی در خاک و مواد سوختنی و نیز استفاده از تفاله‌های خشک و پرس شده آن به عنوان ماده معطر (عنبر) در شومینه‌ها در جهت اشتغال‌زایی و تکمیل چرخه صنایع کوچک محلی و بومی انجام نشده است. لذا انجام تحقیقات بعدی در مناطق پرورش و گلاب‌گیری گل محمدی پیشنهاد می‌گردد. پیشنهاد دوم آنکه با توجه به اهمیت راهبردی و ارزش بالای اقتصادی گیاه گل محمدی و تحقیقات در جهت افزایش متابولیت‌های ثانویه در ترکیبات معطر این گیاه تحقیقات در خصوص استفاده از تیمارهای مختلف از کلرید سدیم و کربنات کلسیم در جهت افزایش اجزای اسانس برای تحقیقات بعدی پیشنهاد می‌گردد.

References

- Ahmadi, K. (2005). A look at the situation of damask rose flowers in Iran and the world. Agricultural and Natural Resources Engineering Magazine. 16(4): 17-19.
- Araghiyan, S. (1992), Ji Asana Collection of Pahlavi Texts of Khosrow Kuvatan and Ridgi, National Library of Iran Publications, Tehran.
- Asadi, A. (2015). Damask rose grow. Publications of the Agricultural Education and Extension Institute.
- Azadbakht, M., Azadbakht, M. (2013). Medicinal Botany (Classification based on APG). Arjomand Publications, Tehran. 2: 159.
- Azarnivand, H., Ghavam Arabani, M., Sefidkon, F., and Tavili, A. (2010). The effect of ecological characteristics on quality and quantity of the essential oils of *Achillea millefolium* L. subsp. *millefolium*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 25(4): 556- 571.
- Batooli, H., Safaei-Ghomi, J. (2012). Comparison of Essential Oil Composition of Flowers of Three *Rosa damascena* Mill. Genotypes from Kashan. Journal of Medicinal Plants. 11 (42):157-166.

- Ebrahim Abadi, A. (2010). Center for Coordination of Science and Industry of damask rose and Roses water. Kashan University. Rose essential oil (situation of rose and essential oil in Iran), Research Institute of Natural Essential Oils, Kashan University.
- Firouznia, G., Gharani, B., and Jasemi, E. (2019). The role of producing rose and rosewater on Kashan human settlement development. *Journal of Studies of Human Settlements Planning*. 14(2): 339-357.
- Ghahraman, A. (1991). *Flora of Iran*. Publications of the National Forest and Rangeland Research Institute and the University of Tehran. p 200.
- Jaimand, K., Rezaee, M.B., Tabaei Aghdai, S.R., Nadery Hajibagher Kandy, M., and Meshkizadeh, S. (2011). Determination of tannins in rose water, wastewater and petal residue of *Rosa damascena* Mill. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 27(2): 348-357.
- Kadouri, M., Jayamand, K., and Saber Amoli, S. (2009). Study of the performance of essential oil and its chemical compounds in *Rosa damascena* Mill. Accessions, National Conference of Medicinal Plants.
- Kafi, M., & Riazzi, Y. (2001). Growing of *Rosa damascena* Mill. and Production of *Rosa damascena* Mill. Cube Publications. p 154.
- Karimzadeh, H., and Hosseini, M. (2009). Planting and harvesting of *Rosa damascena* Mill. Agricultural extension and education of South Khorasan.
- Mahboubifar, M., Shahabipour, S., and Javidnia, K. (2014). Evaluation of the Valuable Oxygenated Components in Iranian Rose Water. *International Journal of ChemTech Research*. 6: 4782-4788.
- Mahmoudi Paredkalai, M. (2018). Study of the effect of ecological factors (height above sea level) on the quantity and quality of *Rosa damascena* Mill. essential oil. Master's thesis. Faculty of Agriculture, Shahed University of Tehran.
- Manoochehri, R. Saharkhiz, M.J., & Karami, A. (2015). Comparison of essential oil and rose water component of *Rosa damascena* Mill. The 9th Congress of Horticultural Sciences, Iran, Ahvaz.
- Mirbaha, F. (2003). Essential oil of the *Rosa damascena* Mill. Cube Publications. p 62.
- Mirza, M., and Najafpour Navaei, M. (2007). The effect of distillation method on extracted compounds from rose water. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 23(3): 375-381.
- Mozaffarian, V. (2005). *Trees and Shrubs of Iran*, Farhang Contemporary publisher. p 740.
- Omid Beigi, R. (2013). Production and Processing of Medicinal Plants. Beh Nashr Publications (Astan Quds Razavi), Mashhad. 4(2): 94-115.
- Omid Beigi, R. (2014). Production and Processing of Medicinal Plants. Beh Nashr Publications (Astan Quds Razavi), Mashhad. 1(8): 235-245.
- Pal, P. K. (2013). Evaluation, genetic diversity, recent development of distillation method, challenges and opportunities of *Rosa damascena*: A review. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 16: 1-10.
- Pellati, F., Orlandini, G., Leeuwen, K. A., Anesin, G., Bertelli, D, Paolini, M., Benvenuti, S., & Camin, F. (2013). Gas chromatography combined with mass spectrometry, flame ionization detection and elemental analyzer/isotope ratio mass spectrometry for characterizing and detecting the authenticity of commercial essential oils of *Rosa damascena* Mill. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 27: 591-602.
- Rahamani, A., Mirza, M., & Tabaei-Aghdai, S.R. (2013). Effects of different fertilizers (macro and micro elements) on quantity and quality of essential oil and other byproducts of *Rosa damascena* Mill. in Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 29(4): 747-759.
- Rao, B. R. R., Sadtry, K.P., Saleem, S.M., Rao, E.V.P., Syam asundra, K.V., & Ramesh, S. (2000). Volatile flower oils of three genotypes of rose scented geranium (*Pelargonium* sp.). *Flavour and Fragrance Journal*. 15(2):105-107.
- Rezaee, M. B., Jaimand, K., Tabaei-Aghdai, S.R., & Brazandeh, M. M. (2003). Comparative study of laboratory and industrial essential oils samples of *Rosa damascena* Mill. for

- quantitative and qualitative constituents from Kashan. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research. 19(1): 63-69.
- Rezaei, M. B., Osare, Jayamand, M. H., Tabaei Aghdai, R., & Harsijan, S., (2009). Investigating the determination of the amount of essential oil and compounds of roses in different growing conditions (the length of the flowering period of *Rosa damascena* Mill.). Research institute of Forests and Rangelands. p 20.
- Rusanov, K., Kovacheva, N., Rusanova, M., & Atanassov, I. (2011). Traditional *Rosa damascena* flower harvesting practices evaluated through GC/MS metabolite profiling of flower volatiles. Food Chemistry, 129, 1851-1859.
- Salehi Surmaghi, M. H. (2011). Herbal Medicine and Herbal Medicines. Nutrition World Publications. Tehran. 2(2): 267-273.
- Sefidkon, F. (2007). Chemistry and Industrial Preparation of Essential Oils, Zavash Publications, Tehran, p 254.
- Sefidkon, F. Akbari, Z. Osere, M., & Bakhshi Khaniki, G. H. (2006). Comparison of Quantity and Quality of Aromatic Compounds from *Rosa damascena* Mill. by Different Extraction Methods. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 22(4): 351-365.
- Sefidkon, F., Ahmadi, K., Meshkizadeh, S., & Bahmanzadegan, A. (2012). Comparison of Absolute and Concrete Contents and Compositions of Dried and Fresh Petals and Flower Buds of *Rosa Damascena* Mill. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology. 12 (4): 389-402.
- Sereshti, H., Karimi, M., & Samadi, S. (2009). Application of response surface method for optimization of dispersive liquid-liquid microextraction of water-soluble components of *Rosa damascena* Mill. essential oil. Journal of Chromatography. 12(16): 198-204.
- Shampur, T., Mohamadi, M., & Mostafavi, A. (2012). The effects of onion and salt treatments on essential oil content and composition of *Rosa damascena* Mill. Industrial Crops and Products. 37(3): 451-456.
- Vaziri, A. A. (1967). Geography of Kerman. Edited by Dr. Ebrahim Bastani Parizi. Bahman Press. Tehran.
- Verma, R. S., Padalia, R. C., Chauhan, A., Singh, A., & Yadav, A. K. (2011). Volatile constituents of essential oil and rose water of damask rose (*Rosa damascena* Mill) cultivars from North Indian hills. Natural product research. 25(17): 1577-1584.
- Yassa, N., Masoomi, F., Rankouhi, S. R., & Hadjiakinoondi, A. (2009). Chemical composition and antioxidant activity of the extract and essential oil of *Rosa damascena* from Iran, population of Guilan. DARU Journal of Pharmaceutical Sciences. 17(3): 175-180.