

Comparison of the Rosa damascena Mill's Essence Composition in Climate Change Conditions

ARTICLE INFO

Article Type

Original Research

Authors

Jalali Chimeh Z.S.¹ MA,
Gandomkar A.*¹ PhD,
Khodaghali M.² PhD,
Batooli H.³ PhD

How to cite this article

Jalali Chimeh Z.S, Gandomkar A, Khodaghali M, Batooli H. Comparison of the Rosa damascena Mill's Essence Composition in Climate Change Conditions. Geographical Researches Quarterly Journal.2019;34(1):37-46.

¹"Tourism Research Center" and "Department of Climatology", Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

² Department of Rangeland Research, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

³Department Of Botany Research, Research Institute of Forests and Rangelands Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

*Correspondence

Address: Tourism Research Center, Islamic Azad University, Najafabad, Esfahan, Iran
Phone: +98 (31) 42292112
Fax: +98 (31) 42291008
aagandomkar@gmail.com

Article History

Received: August 11, 2018
Accepted: January 21, 2019
ePublished: February 05, 2019

ABSTRACT

Aims & Backgrounds Climatic condition is one of the most important determinants of the qualitative properties of essential oils produced by Rosa damascena Mill and plays a decisive role in the quality of essential oil extracted from it. The main aim of this study was to investigate the comparison of the different compositions of the essential oils in the present conditions and under climate changing conditions.

Methodology In this regard, the data related to quantity features and Rosa damascena Mill essence composition value were sampled from 6 orchards and extracted in laboratory. Using the correlation analysis method, the correlation of each of these compounds with relevant climate factors was identified.

Findings Eight extracted compositions form more than 0.88 of sampled flowers essence and, generally, Citronellol, geraniol, and Nonadkan form the highest percent of essence. Of 8 important compositions of Rosa damascena Mill. essence, changes in Nonadkan, benzene ethanol, Geraniol, and methyl eugenol meaningfully are dependant on space changes in weather factors from March to June and especially April. Concentration of benzene ethanol and methyl eugenol in all sampled orchards in simulated climate 2050 has increased compared to 2014. While concentration of Nonadkan and Geraniol in 2050 was significantly decreased compared to 2014.

Conclusion In Barzak and Natanz orchards, the amount of essential oil production is negligible in 2050 compared to 2014, while in other orchards, the amount of essential oil production has been increasing in the 2050. Kashan, Neyasar, and Qamsrar will have the largest increase in essential oil production.

Keywords Rosa Damascena Mill; Climatic Condition; Climate Change; Essence

CITATION LINKS

[Aydinili M & Tutas M; 2003] Production of rose absolute from rose concrete; [Sefidkan F; 2007] Comparison of quantity and quality of aromatic compounds from Rosa damascena mill. By different extraction methods; [Ghahreman A & Atar F; 1996] Iranian color flora; [Hadjieva P, et al.; 1974] Composition and structure of lactones from rose flower wax; [Kaffi M & Riazi A; 2000] The flowering of Rosa damascena Mill and the production of rose water; [Kovats ESZ; 1987] Bulgarian oil of rose; [Lavid N, et al.; 2002] Methyl tranferases involved in the biosynthesis of volatile phenolic derivatives in Rose petals; [Mirbah ; 2003] Essential Oil of Rosa damascena Mill; [Mozaffarian A; 2015] Iranian trees and shrubs; [Rezaei MB, et al.; 2003] Comparison of laboratory and industrial samples of Rosa damascena Mill Essence Regarding quantity and quality of major compounds from Kashan region; [Shalit M, et al.; 2003] Volatile ester formation in roses, identification of an acetyl-coenzym, A. Geraniol/Citronellol, Acetyl tarsnferase in Developing Ros petals; [Atanasova T, et al.; 2016] Chemical composition of essential oil from Rosa Damascena mill. Growing in new region of Bulgari

مقایسه ترکیب اسانس گل محمدی در شرایط تغییر اقلیم

زهراسادات جلالی چیمه MA

"مرکز تحقیقات گردشگری" و "گروه آب و هواشناسی"، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

امیرگندمکار* PhD

"مرکز تحقیقات گردشگری" و "گروه آب و هواشناسی"، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

مرتضی خداحلی PhD

گروه تحقیقات مرتع، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

حسین بتولی PhD

گروه تحقیقات گیاه‌شناسی، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده

اهداف و زمینه‌ها: شرایط اقلیمی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده ویژگی‌های کیفی اسانس‌های حاصل از گل محمدی بوده و نقش تعیین‌کننده‌ای در کیفیت اسانس استخراج‌شده از آن دارد. هدف اساسی این پژوهش بررسی مقایسه میزان ترکیبات مختلف تشکیل‌دهنده اسانس گل محمدی در شرایط کنونی و در شرایط تغییر اقلیم بود.

روش‌شناسی: در این راستا داده‌های مربوط به ویژگی‌های کمی و مقادیر ترکیبات اسانس گل محمدی، از ۶ باغستان بخش شمالی استان اصفهان نمونه‌برداری و در آزمایشگاه استخراج شد. با به‌کارگیری روش تحلیل همبستگی، میزان همبستگی هرکدام از این ترکیبات با فاکتورهای آب‌وهوایی مرتبط شناسایی شد.

یافته‌ها: ۸ ترکیب استخراج‌شده از باغستان‌های مورد بررسی به صورت میانگین بیش از ۸۸٪ اسانس گل‌های نمونه‌برداری شده را تشکیل می‌دهند و سه ترکیب سیترونلول، ژرانیول و نونادکان بیشترین درصد اسانس باغستان‌ها را تشکیل می‌دهند. از میان ۸ ترکیب مهم اسانس گل محمدی، تغییرات چهار ترکیب نونادکان، بنزن‌اتانول، ژرانیول و متیل‌اوتونول به صورت معنی‌داری تابع تغییرات فضایی فاکتورهای آب و هوایی در ماه‌های فروردین تا خرداد و به ویژه اردیبهشت هستند. غلظت دو ترکیب بنزن‌اتانول و متیل‌اوتونول در اسانس گل محمدی در همه باغستان‌های نمونه‌برداری‌شده، در اقلیم شبیه‌سازی شده سال ۲۰۵۰، نسبت به سال ۲۰۱۴ افزایش داشته است. در حالی که غلظت دو ترکیب شیمیایی نونادکان و ژرانیول در اسانس گل محمدی باغستان‌ها در سال ۲۰۵۰، نسبت به سال ۲۰۱۴ کاهش معنی‌داری داشته است.

نتیجه‌گیری: در دو باغستان بزرگ و نظنز میزان تولید اسانس در سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۱۴، کاهش ناچیزی داشته است در حالی که در بقیه باغستان‌ها میزان تولید اسانس در سال ۲۰۵۰ روند افزایشی داشته است. باغستان‌های کاشان، نیاسر و قمصر بیشترین میزان افزایش تولید اسانس را خواهند داشت.

کلیدواژه‌ها: گل محمدی، شرایط اقلیمی، تغییر اقلیم، اسانس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۰۱

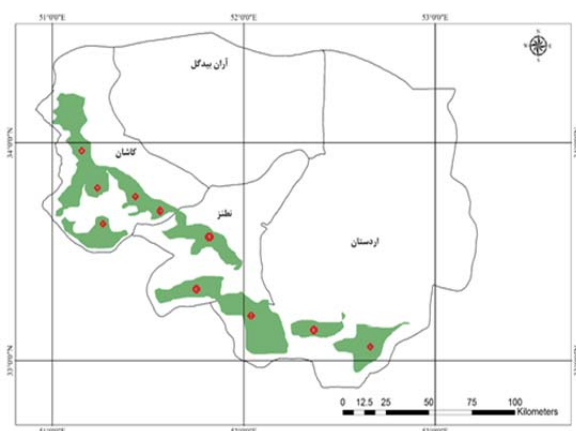
نویسنده مسئول: aagandomkar@gmail.com

مقدمه

گل محمدی یا گل رز (*Rosa damascene*) یک گیاه درختچه‌ای از خانواده رزها است. گل‌هایی صورتی رنگ، نیم‌پر، معطر که گاهی

نیز سرخ‌رنگ است و برگ‌های آن دارای ۵ تا ۷ برگچه تخم مرغی نیزه‌ای و دندان‌های کند و کمائی ساده است. مهم‌ترین گونه برای تولید عطر، گل سرخ است. از اسانس و آب حاصل از تقطیر آن (گلاب) به عنوان مواد معطر خوشبوکننده در صنایع عطرسازی، آرایشی، غذایی و نیز از اثرات درمانی آن در صنایع دارویی استفاده می‌شود. درختچه‌ای به ارتفاع ۲ متر ایستاده، بلند، تقریباً انبوه و پُر تیغ است. ساقه‌های آن متعدد با شاخه‌های تقریباً باریک با خارهای قلاب مانند، سرعصایی محکم، گاهی مخلوط با کرک‌هایی مویی ریش‌مانند، غده‌دار، سبز مات یا متمایل به زرد، ایستاده و تیغ‌دار هستند. برگ‌ها دارای دو جور تیغ و تیغ‌های عریض برگشته روبه پایین بوده، کاسبرگ‌ها برگشته و گلبرگ‌ها بسیار بزرگ هستند که این گونه را دورگی ثابت از دوگونه گالیکا (*Galica*) و موسکاتاک (*Moscatag*) می‌دانند [Mozafarian, 2005]. تقریباً ۴۰۰ گونه متعلق به این خانواده هستند اما تعداد کمی از آنها برای تولید روغن‌های ضروری (اسانس) مورد استفاده قرار می‌گیرند [Ghahraman, 1996]. این گیاه بسیار مقاوم بوده و اکثر شرایط آب و هوایی را به‌خوبی تحمل می‌کند ولی اصولاً مناطق باز و آفتابگیر با شب‌های نسبتاً خنک را ترجیح می‌دهد. گونه ایرانی این گل در دنیا منحصر به فرد است به گونه‌ای که براساس نظر کارشناسان زیست‌شناسی، گونه مذکور از ابتدا در ایران پرورش یافته سپس از این کشور در سایر نقاط جهان پخش شده است [Mirbaha, 2002]. اسانس گل سرخ محمدی، شامل مخلوط پیچیده‌ای بیش از ۱۰ ترکیب مختلف است. ترکیب بیشتری که از شکوفه‌های گل به‌دست می‌آید، فنیل اتیل‌الکل بوده و دیگر ترکیب‌های اصلی آن شامل الکل‌های ژرانیول، سیترونلول و نرول است. سیترونلول، نرول و ژرانیول از مهم‌ترین مواد فراری هستند که استفاده گسترده‌ای در صنایع عطرسازی، آرایشی و تهیه صابون‌ها دارند. فنیل اتیل‌الکل نیز یکی از مهم‌ترین مواد معطر مصرفی در عطرها، مواد آرایشی و صابون‌ها و صنایع طعم‌دهنده به‌شمار می‌رود. این الکل در همه انواع عطرها بکار می‌رود و در ترکیب‌های اسانس گل سرخ غیرقابل چشم‌پوشی است. پژوهش‌های مختلفی در مورد گل محمدی و فرآورده‌های آن صورت گرفته است که به طور خلاصه به برخی از آنها که ارتباط بیشتری با موضوع این پژوهش دارند، می‌پردازیم. از کارهای خارجی در این زمینه می‌توان به کار آتناسو و همکاران اشاره نمود که به بررسی و امکان‌سنجی ایجاد بیوم‌های جدید برای رشد و پرورش گل محمدی در بلغارستان اقدام نمودند. با بررسی و شبیه‌سازی شرایط اقلیمی سال ۲۰۵۰ تحت سناریوهای خوشبینانه و بدبینانه تغییر اقلیم نواحی مساعد و نامساعد کشت گیاه گل‌محمدی را در این کشور بررسی نمودند. همچنین با بررسی تاثیر شرایط اقلیم کنونی بر ویژگی‌های اسانس گل محمدی و ترکیبات مختلف آن، ویژگی‌های اسانس گل محمدی را در اقلیم شبیه‌سازی‌شده سال ۲۰۵۰ تخمین زدند. نتایج نشان می‌دهد که با روند گرم‌تر شدن عمومی اقلیم بلغارستان، پهنه‌های مساعد کشت

باغستان‌های قمصر، برزک، نیاسر، کامو، کاشان و نطنز است. این منطقه در محدوده طول شرقی ۲۱° ۵۱' تا ۳۰° ۵۲' دقیقه طول شرقی و در عرض شمالی ۲۰° ۳۳' تا ۳۴° ۳۲' قرار گرفته است. بخش اعظم مساحت رویشگاه‌های گل محمدی در نواحی پایکوهی منطقه مورد بررسی پراکنده شده است. همچنین مساحت منطقه ۱۲۲۰۰ هکتار است که بخش اعظم این باغستان‌ها در برزک و قمصر شهرستان کاشان قرار گرفته‌اند. در این پژوهش از ۱۰ توده گل محمدی در باغات سه شهرستان کاشان، نطنز و اردستان نمونه‌برداری میدانی انجام شد. ۵ توده از کل توده‌های گل محمدی مربوط به باغات شهرستان قمصر و کاشان در غرب منطقه مورد مطالعه، ۳ توده از کل توده‌های گل محمدی از باغات شهرستان نطنز و ۲ توده نیز از باغات گل محمدی شهرستان اردستان نمونه‌برداری شد (شکل ۱).



شکل ۱) توزیع فضایی باغستان‌های گل محمدی منطقه مورد مطالعه (مشخصه ارایه‌شده در این بخش، حدود نواحی را مشخص کرده است که در آن بخش‌ها، باغات پراکنده شده‌اند)

جمع‌آوری گیاه و استخراج اسانس و ترکیبات

یک گلستان از هر کدام از مناطق گزینش‌شده (کاشان، قمصر، نیاسر و نطنز-کامو/برزک) انتخاب شد. گلستان‌های منتخب ضرورتاً دارای گل‌هایی با سن تقریبی ۴ تا ۵ ساله بودند که از هر یک از گلستان‌ها، تعداد ۱۰ پایه انتخاب شد و اطلاعات مورد نیاز، جمع‌آوری شد. همچنین برای برداشت و نمونه‌گیری اسانس گل محمدی در هر مزرعه، زمان نمونه‌برداری از گل‌های چیده‌شده برای هر گلستان، در ۳ نوبت (اوائل، اواسط و اواخر دوره گل‌چینی) صورت پذیرفت. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده پس از انتقال به آزمایشگاه، به صورت تازه با دستگاه کلونجر و به روش تقطیر آب، اسانس‌گیری شدند. بازده اسانس به حسب درصد حجمی/وزنی برآورد شد. با افزودن سولفات سدیم به منظور حذف رطوبت، آگیری شد و تا زمان تزریق به دستگاه، در شیشه تیره و در یخچال نگهداری شد. مدت‌زمان اسانس‌گیری برای ژنوتیپ‌های مختلف، بین ۳ تا ۴ ساعت انتخاب شد.

شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس

برای شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس، از دستگاه‌های

این گیاه افزایش داشته و میزان تولید اسانس گیاه نیز افزایش نسبتاً کمی نسبت به گل‌های محمدی اقلیم کنونی نشان خواهد داد [Atanasova et al, 2016]. در پژوهش دیگری عطر گل‌های رز حاوی بیش از ۴۰۰ ترکیب فرار از جمله ترپن‌ها، استرها و مشتقات فنولیکی گزارش شده است. ۲-فنیل اتیل‌استات، ۳-هگزینیل استات، ژرانیل استات و ستیرونیل استات به عنوان استرهای فرار اصلی شناسایی شدند که به وسیله گل‌های معطر رز منتشر می‌شوند [Shalit et al, 2003]. در تجزیه عطر گل رز درجه یک بلغاری، به بخش‌های غیرقطبی، کمی قطبی و قطبی، اسیدها و فنول‌ها به عنوان مشتقات متوکسی و اتوکسی تجزیه شدند. اجزای خالص از بخش‌های تقطیر به وسیله کروماتوگرافی گازی تفکیک شدند. بعد بخش‌های تفکیک‌شده در مرحله غیرمتحرک در پلی‌اتیلن گلیکول مورد تفکیک بیشتر قرار گرفتند. در نتیجه ۱۲۷ آمیزه جدا و شناسایی شد که ۹۸٪ آنها اجزای فرار بودند. ترکیبی که به طور عمده مسئول بوی شیرینی بود، دی‌هیدروانیریون (۱٪) عطر است [Kovats et al, 1987]. در پژوهشی که در مورد ترکیب و ساختار لاکتون‌ها انجام شده است، هفت عضو سری‌های هم‌ساخت لاکتون‌ها در صمغ رز عطری بلغاری به وسیله اسپکترومتری جرمی جدا شد که لاکتون هیدروکسی‌هگزاکوزانیک اسید، عضو غالب بود [Hadjieva et al, 1974]. پژوهش در مورد متیل‌ترانسفراز درگیر در بیوسنتز مشتقات فرار فنولیک در گلبرگ‌های گل رز نشان می‌دهد که گل‌های رز، آرایش گوناگونی از ترکیب‌های فرار را تولید و پخش می‌کنند که مشخصه بوی منحصر به فرد آنهاست. یکی از مهم‌ترین ترکیب‌ها در مشتقات فرار گیاهی بسیاری از گونه‌های رز، مشتق فنولیک متوکسیل شده ۵،۳-دی‌متوکسی تولوئن است [Avid, 2002]. عصاره مطلق رز از کانکریت رز در دماهای منفی ۲، ۲۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از اتانول ۹۶٪ و ۸۰٪، به شکل محلول به دست آمده است. ترکیب شیمیایی عصاره مطلق به وسیله گازکروماتوگرافی (GC) و گازکروماتوگرافی جرمی (MS/GC) بررسی شده و بعد بعضی از خصوصیات آن، مانند ضریب شکست و حجم آن مورد بررسی قرار گرفتند. نتیجه حاکی از این بود که عصاره مطلق در بعضی موارد شامل فنیل اتیل‌الکل، ژرانیل، سیترونلول، نرول، اوژنول و متیل اوژنول، نونادکان و بنزیل‌الکل است. همچنین مشخص شده است که مقدار این مخلوط‌ها بیشتر وابسته به شرایط تولید عصاره مطلق و تبخیر الکل مصرف شده است [Aydinli et al, 2003]. هدف اساسی این پژوهش بررسی و مقایسه ترکیبات اسانس گل محمدی باغستان‌های نمونه‌برداری‌شده شمال استان اصفهان و بررسی تاثیر تغییرات آب و هوایی روی کمیت و کیفیت اسانس گل محمدی این باغستان‌ها است.

روش‌شناسی

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخش شمالی استان اصفهان شامل

گل محمدی (اسفند تا تیرماه) به صورت یک میانگین ۱۵ساله (۲۰۱۴-۲۰۰۰) آماده‌سازی شد.

یافته‌ها

برای تحلیل ارتباط بین میزان غلظت هرکدام از ترکیبات اسانس گل محمدی که از باغستان‌های مختلف نمونه‌برداری شد، با فاکتورهای اقلیمی در سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۰۰ (میانگین دوره آماری ۱۵ساله)، از تحلیل همبستگی فضایی پیرسون در سطح اطمینان ۰/۹۵ (p=۰/۰۵) در نرم‌افزار GIS استفاده شد که به صورت رابطه ۱ ارایه شده است:

رابطه (۱):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

تحلیل همبستگی فضایی مشخص می‌کند که توزیع فضایی غلظت هر کدام از ترکیبات شیمیایی اسانس گل محمدی با کدام فاکتورهای اقلیمی ارتباط معنی‌داری دارد؛ به عبارت دیگر فاکتورهای اقلیمی تاثیرگذار در تغییرات هرکدام از ترکیبات شیمیایی اسانس با استفاده از این آنالیز مشخص می‌شود. در نهایت بعد از مشخص‌سازی فاکتورهای اقلیمی‌شناختی که ارتباط معنی‌داری با توزیع فضایی هر ترکیب دارند، یک تابع حساسیت برای هر کدام از ترکیبات شیمیایی که شامل همه متغیرهای اقلیمی است که ارتباط معنی‌داری با توزیع فضایی آن داشتند، توسعه داده شد و با پیاده‌سازی آن در اقلیم شبیه‌سازی شده سال ۲۰۰۰ میزان تغییرات هرکدام از ترکیبات و به واسطه آن میزان تغییرات کمی و کیفی اسانس گل محمدی هر کدام از باغستان‌ها، شناسایی شد.

در اسانس گل‌های نمونه‌برداری شده از باغستان‌های قمصر، کاشان، نیاسر، کامو، برزک و و نطنز ۸ ترکیب اصلی شناسایی شد که در جدول ۱ ارایه شده است. این ترکیبات اصلی، شامل بنزن اتانول، سیترونلول، ژرانیول، اوژنول، متیل اوژنول، هپتادکان، نونادکان و هنیکوزان بود. مقادیر آنها برای هر کدام از باغستان‌های نمونه‌برداری شده، ارایه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در باغستان کاشان، این ۸ ترکیب شیمیایی ۸۷٪ کل اسانس این باغستان را تشکیل می‌دهند. در حالی که در باغستان‌های قمصر و نیاسر این ۸ ترکیب به ترتیب ۹۲/۳٪ و ۸۶/۵۵٪ کل اسانس گل‌های نمونه‌برداری شده را تشکیل می‌دهند. در باغستان‌های برزک، نطنز و کامو، این ۸ ترکیب به ترتیب ۹۳/۴٪، ۸۹/۱٪ و ۹۱/۱۱٪ کل اسانس استخراج شده از گل‌های نمونه‌برداری شده را تشکیل می‌دهند (نمودار ۱). همان‌طور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، ۸ ترکیب اصلی اسانس گل محمدی که در این پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفتند (بنزن اتانول، سیترونلول، ژرانیول، اوژنول، متیل اوژنول، هپتادکان، نونادکان و هنیکوزان)، در توده‌های نمونه‌برداری شده از

گاز کروماتوگرافی (GC) و گاز کروماتوگرافی متصل‌شده به طیف‌سنج جرمی (MS/GC) استفاده شد. شناسایی طیف‌ها به کمک محاسبه شاخص‌های بازداری کوئانس (RI) کد با تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C25-C7) تحت شرایط یکسان با تزریق اسانس‌ها صورت گرفت و با مقادیری که در منابع مختلف منتشر شده بود، مقایسه شد. بررسی طیف‌های جرمی نیز برای شناسایی ترکیب‌ها انجام گرفت و شناسایی‌های صورت گرفته، با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه‌های مختلف تایید شد. درصد نسبی هر کدام از ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس‌ها با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف کروماتوگرام به‌دست آمد و با مقادیری که در منابع مختلف با در نظر گرفتن اندیس کوئانس منتشر شده، مقایسه شد.

مشخصات دستگاه‌های مورد استفاده

گاز کروماتوگرافی

گاز کروماتوگرافی (GC) برای کروماتوگرافی گازی، دستگاه GC Thermoquest Trace Finnigan مجهز به شناساگر FID و ستون کاپیلاری 1-DB به طول ستون ۶۰متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر با گاز حامل نیتروژن مورد استفاده قرار گرفت. سرعت گاز حامل ۱/۱ میلی‌متر بر دقیقه و برنامه دمایی دستگاه به صورت زیر تنظیم شد. ابتدا دما از ۶۰درجه سانتی‌گراد به ۲۵۰درجه سانتی‌گراد با سرعت ۵درجه بر دقیقه افزایش یافت و سپس به مدت ۱۰دقیقه در ۲۵۰درجه سانتی‌گراد باقی ماند. دمای محل تزریق و شناساگر به ترتیب در ۲۸۰ و ۲۵۰درجه سانتی‌گراد تنظیم شد.

گاز کروماتوگرافی متصل‌شده به طیف‌سنج جرمی

برای طیف MS/GC از دستگاه گاز کروماتوگراف واریان MS-GC Thermoquest Trace Finnigan متصل‌شده به طیف‌سنج جرمی مجهز به شناساگر FID و ستون کاپیلاری 1-DB به طول ستون ۶۰متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر با گاز حامل نیتروژن مورد استفاده قرار گرفت. سرعت گاز حامل ۱/۱ میلی‌متر بر دقیقه و برنامه دمایی دستگاه به صورت زیر تنظیم شد. ابتدا دما از ۶۰درجه سانتی‌گراد به ۲۵۰درجه سانتی‌گراد با سرعت ۵درجه بر دقیقه افزایش یافت و سپس به مدت ۱۰دقیقه در ۲۵۰درجه سانتی‌گراد باقی‌ماند. دمای محل تزریق و شناساگر به ترتیب در ۲۵۰ و ۲۸۰درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. ضمن اینکه دمای خط انتقال ۲۵۰درجه سانتی‌گراد، ولتاژ یونی‌زاسیون ۷۰ الکترون ولت و جریان یونی‌زاسیون برابر ۱۵۰ میکروآمپر تنظیم شد.

داده‌های اقلیم‌شناسی

داده‌های اقلیم‌شناسی مورد استفاده در این پژوهش از سه ایستگاه هواشناسی کاشان، اردستان و نطنز، برای یک دوره آماری ۱۵ساله (۲۰۱۴-۲۰۰۰) به صورت ماهانه اخذ شد. داده‌های اقلیمی مورد استفاده شامل سه نوع دمای، میانگین، کمینه و بیشینه ماهانه بر حسب درجه سانتی‌گراد، مجموع بارش ماهانه بر حسب میلی‌متر و تابش بر حسب ژول بر سانتی‌متر مربع، برای ماه‌های دوره رشد گیاه

توده‌های نمونه برداری شده از باغات نیاسر و کاشان، این حدود ۸۶٪ حجم کل اسانس را تشکیل داده است.

باغات بزرگ و قمصر بیش از ۹۲٪ حجم اسانس استخراج شده از توده گل محمدی این باغات را تشکیل داده‌اند در حالی که در

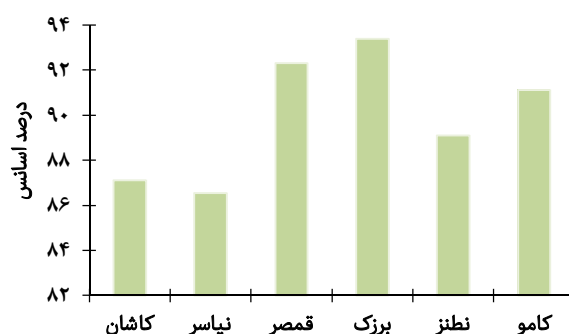
جدول ۱) مقایسه ترکیبات عمده تشکیل دهنده اسانس گل محمدی در ۶ باغستان نمونه

ردیف	ترکیب شیمیایی	شاخص بازداری	کاشان	نیاسر	قمصر	بزرگ	نطنز	کامو
۱	بنزن اتانول	۱۳۹۱	۰/۸۰	۳/۸	۳/۸	۲/۸۰	۲/۳۰	۶/۷۶
۲	سیترونلول	۱۹۶۹	۳۵/۷۶	۴۶/۴۸	۴۶/۱۹	۳۹/۷۴	۳۹/۱۰	۴۶/۷۵
۳	ژرانیول	۲۰۶۰	۲۶/۶۶	۱۲/۹۶	۲۲/۶۹	۱۸/۴۵	۱۰/۵۹	۱۴/۰۹
۴	اوژنول	۲۴۳۶	۰/۶۸	۰/۷۵	۱/۷۷	۱/۰۲	-	۱/۳۱
۵	متیل اوژنول	۲۵۹۲	۰/۹۵	۱/۶۰	۲/۳۵	۱/۷۳	۰/۹۶	۴/۹۷
۶	هپتادکان	۳۶۹۰	۱/۹۱	۱/۹۸	۱/۹۸	۲/۱۹	۳/۲۱	۰/۹۸
۷	نونادکان	۴۴۳۱	۱۲/۲۵	۱۲/۷۱	۱۲/۷۱	۱۵/۲۸	۱۶/۱۰	۹/۹۰
۸	هینیکوزان	۵۰۲۹	۴/۱۱	۴/۲۷	-	۵/۴۰	۵/۳۷	۶/۸۲
	مجموع	-	۸۷/۱۲	۸۶/۵۵	۹۲/۳	۹۳/۴	۸۹/۱	۹۱/۱۱

۱۲/۷۱ و ۱۲/۷۱٪ و برای ایستگاه کامو برابر با ۷/۹٪ بود در حالی که برای دو ایستگاه نطنز و بزرگ این مقدار به ترتیب برابر با ۱۶/۱۰ و ۱۵/۲۸ بوده است. در نمودار ۲ مقایسه ترکیب‌های عمده تشکیل دهنده اسانس گل محمدی در ۶ منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، بیشترین مواد تشکیل دهنده اسانس‌ها مربوط به سیترونلول و ژرانیول و سپس نونادکان است. درصد هرکدام از ۸ ترکیب اصلی در اسانس استخراج شده از توده‌های گل محمدی باغات نمونه برداری شده نیز در این نمودار ارائه شده است. بسته به اینکه درصد هرکدام از این ترکیبات در چه حدی باشد، خواص و ویژگی‌های اسانس استخراج شده متفاوت خواهد بود و کارکرد متفاوتی خواهد داشت.

شرایط اقلیمی منطقه

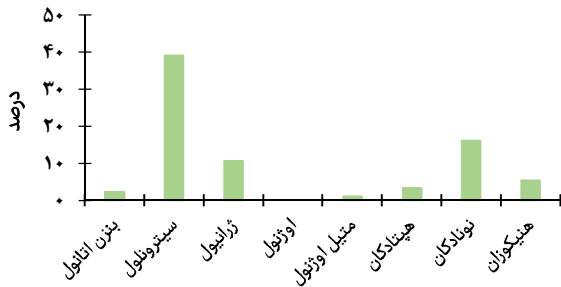
در جدول ۲ پارامترهای اقلیمی دمای حداقل، حداکثر و میانگین و بارش و رطوبت، برای منطقه مورد مطالعه در دو دوره آماری ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۴ دوره پایه و ۲۰۱۵ تا ۲۰۵۰ دوره شبیه‌سازی شده، ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، همه پارامترهای دمایی اعم از دمای کمینه، دمای بیشینه و دمای میانگین در سال ۲۰۵۰ نسبت به سال مبنا یعنی سال ۲۰۱۴، روند افزایشی داشته‌اند. بیشترین میزان افزایش مربوط به دمای حداکثر ماه اردیبهشت است که حدود ۱/۱ درجه سانتی‌گراد نسبت به دوره پایه افزایش داشته است. بارش نیز به عنوان یکی از مهم‌ترین عناصر اقلیمی همواره یکی از اصلی‌ترین شاخص‌ها یا نمایه‌هایی است که برای آشکارسازی تغییر اقلیم به آن استناد می‌شود. در این پژوهش مشاهده شد که میانگین فضایی بارش منطقه مورد بررسی، براساس خروجی مدل تغییر اقلیم اشاره شده، در سناریوی (بینابین) A1B، در ماه فروردین که بیشترین بارش منطقه نیز متعلق به همین ماه است، افزایشی و در سه ماه اردیبهشت، خرداد و تیر، کاهش یافته است. عنصر تابش نیز که یکی از مهم‌ترین مولفه‌ها در کمیت و کیفیت اسانس استخراج شده از گل محمدی است، در سال ۲۰۵۰ نسبت به دوره پایه افزایش داشته است. بیشترین این افزایش در ماه فروردین و سپس تیر بوده است.



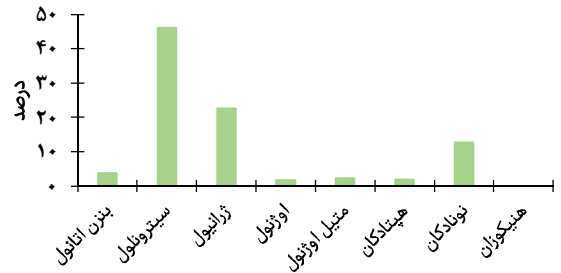
نمودار ۱) درصد اسانس باغستان‌های نمونه برداری شده حاوی ۸ عنصر اصلی

همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، در همه توده‌های گل محمدی نمونه برداری شده از باغات منطقه، عنصر سیترونلول بیشترین حجم اسانس استخراج شده از گل‌های این باغات را به خود اختصاص داده است. عنصر سیترونلول، ۳۵/۷۶٪ از کل اسانس استخراج شده از توده‌های گل محمدی نمونه برداری شده از باغات کاشان را تشکیل داده است در حالی که این میزان برای اسانس استخراج شده از توده‌های گل محمدی باغستان‌های نیاسر و قمصر به ترتیب ۲۶/۶۶٪ و ۱۲/۹۶٪ بوده است. ترکیب سیترونلول برای باغستان‌های نطنز، بزرگ و کامو به ترتیب ۳۹/۱۰، ۳۹/۷۴ و ۴۶/۷۵٪ از اسانس استخراج شده از گل‌های نمونه برداری شده از این باغستان‌ها را به خود اختصاص داده است. دومین ترکیبی که بعد از سیترونلول بیشترین میزان اسانس استخراج شده را به خود اختصاص داده است، عنصر ژرانیول است که براساس جدول ۱، مقادیر به دست آمده این عنصر در باغستان‌های کاشان، قمصر و بزرگ به ترتیب ۲۶/۶۶، ۲۶/۶۹ و ۱۸/۴۵٪ از اسانس استخراج شده در این باغستان‌ها است.

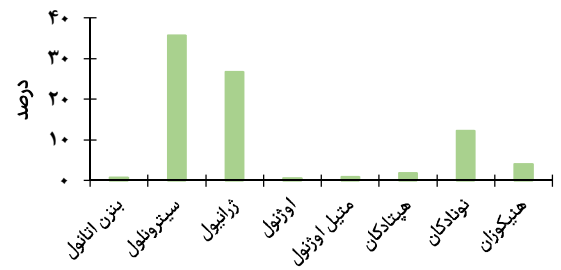
نونادکان سومین ترکیبی است که بعد از دو ترکیب سیترونلول و ژرانیول بیشترین مقدار اسانس استخراج شده را در باغستان‌های مورد بررسی به خود اختصاص داده است. به طوری که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، در باغستان‌های کاشان، نیاسر و قمصر مقدار این ترکیب از کل اسانس استخراج شده به ترتیب برابر با ۱۲/۲۵،



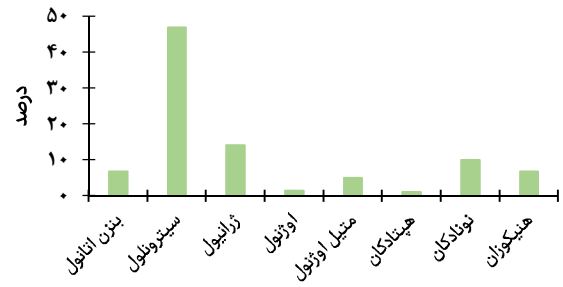
باغستان نظرن



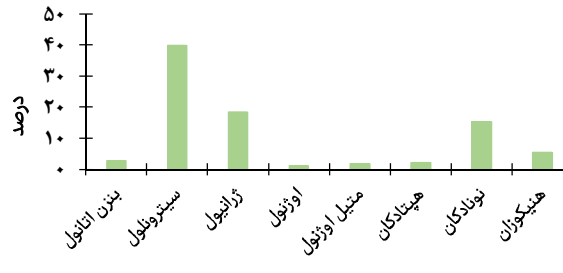
باغستان قمصر



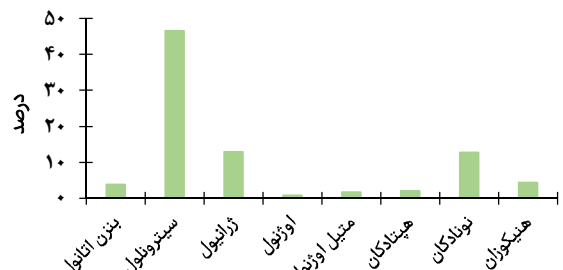
باغستان کاشان



باغستان کامو



باغستان بزرگ



باغستان نیاسر

نمودار ۲) درصد تشکیل دهنده ۸ ترکیب اصلی استخراج شده از باغستان‌های نمونه برداری شده

جدول ۲) مقایسه پارامترهای دمایی دو دوره پایه و دوره برآوردی مدل LARS-WG با در نظر گرفتن سناریو A1B

میزان تغییرات	میانگین فضای در سال ۲۰۵۰	میانگین فضای در سال ۲۰۱۴	ماه	
افزایش ۰/۴°C در میانگین فضای منطقه	۱۳/۴	۱۳	فروردین	دمای میانگین
افزایش ۰/۷°C در میانگین فضای منطقه	۱۷/۲	۱۶/۵	اردیبهشت	
افزایش ۰/۷°C در میانگین فضای منطقه	۲۴/۲	۲۳/۵	خرداد	
افزایش ۰/۴°C در میانگین فضای منطقه	۲۷/۹	۲۷/۵	تیر	
افزایش ۰/۹°C در میانگین فضای منطقه	۱۸/۹	۱۸	فروردین	دمای حداکثر
افزایش ۱/۱°C در میانگین فضای منطقه	۲۶/۶	۲۵/۵	اردیبهشت	
افزایش ۰/۷°C در میانگین فضای منطقه	۲/۳۴	۳۳/۵	خرداد	
افزایش ۰/۶۵°C در میانگین فضای منطقه	۳۶/۵	۳۵/۹	تیر	
افزایش ۰/۷°C در میانگین فضای منطقه	۶/۷	۶	فروردین	دمای حداقل
افزایش ۰/۶°C در میانگین فضای منطقه	۸/۲	۷/۶	اردیبهشت	
افزایش ۰/۹°C در میانگین فضای منطقه	۱۴/۲	۱۱/۳	خرداد	
افزایش ۰/۸°C در میانگین فضای منطقه	۱۷/۱	۱۶/۳	تیر	
افزایش ۰/۷ میلی‌متری در میانگین فضای منطقه	۱۹/۹	۱۹/۲	فروردین	بارش
کاهش ۰/۲ میلی‌متری در میانگین فضای منطقه	۱۴/۰۸	۱۴/۱	اردیبهشت	
کاهش ۰/۵ میلی‌متری در میانگین فضای منطقه	۷/۵	۸	خرداد	
کاهش ۰/۳ میلی‌متری در میانگین فضای منطقه	۰/۹	۱/۲	تیر	
افزایش ۰/۶ ژول بر متر مربع	۶/۶۱	۶/۰۱	فروردین	تابش بر حسب ژول بر سانتی-متر مربع
افزایش ۰/۳۲ ژول بر متر مربع	۷/۴۶	۷/۱۴	اردیبهشت	
ثابت مانده است	۸/۴۱	۸/۴۱	خرداد	
افزایش ۰/۴ ژول بر متر مربع	۱۰/۴	۱۰	تیر	

ترکیب شیمیایی در سطح باغستان‌های منطقه نشان داده است که به ترتیب برابر با ۳۷٪ و ۴۱٪ است. توزیع فضایی ترکیب بنزن اتانول در سطح باغستان‌های نمونه برداری شده، گویای آن بود که این ترکیب شیمیایی اسانس ارتباط بسیار معنی‌داری با پارامترهای حرارتی از قبیل دمای میانگین، حداقل و حداکثر داشته است. توزیع فضایی ترکیب شیمیایی اتانول در سطح باغستان‌های منطقه با دمای میانگین ماه فروردین تا خرداد همبستگی مستقیم و معنی‌داری داشته است که به ترتیب برابر با ۴۷٪، ۵۷٪ و ۴۹٪ بوده است. دمای حداقل ماه فروردین و اردیبهشت نیز به ترتیب با میزان همبستگی فضایی ۳۷٪ و ۴۲٪ ارتباط مستقیم و معنی‌داری با توزیع فضایی ترکیب شیمیایی اتانول داشته است. در مورد دمای حداکثر نیز ماتریس همبستگی گویای آن بود که این عنصر اقلیمی در سه ماه فروردین تا خرداد همبستگی فضایی معنی‌داری با توزیع فضایی غلظت اتانول در سطح باغستان‌های منطقه مورد مطالعه داشته است. توزیع فضایی ترکیب هنیکوزان در سطح باغستان‌های نمونه برداری شده، با عناصر حرارتی محیط ارتباط معکوسی نشان داده است. این ارتباط تنها برای میانگین دمای حداکثر ماه فروردین معنی‌دار و برابر با ۳۵٪- بوده است. میزان انرژی تابشی دریافتی و بارش ماه اردیبهشت نیز همبستگی معنی‌داری با توزیع فضایی این عنصر داشته است که به ترتیب برابر با ۴۵٪ و ۳۵٪ بود. در جدول ۳ کلیه متغیرهای اقلیمی که همبستگی معنی‌داری با توزیع فضایی غلظت هر یک از ترکیبات شیمیایی ۸ گانه اسانس گل محمدی داشته‌اند، ارائه شده است.

برآورد مدل در سال ۲۰۵۰

نتایج حاصل از توسعه مدل‌های تبیین‌کننده روابط توزیع فضایی ترکیبات شیمیایی اسانس گل محمدی برداشت شده از باغستان‌های منطقه مورد مطالعه با فاکتورهای اقلیمی که در بخش فوق ارائه شده است، نشان داد که از میان ترکیبات مهم اسانس گل محمدی که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت، چهار ترکیب نونادکان، بنزن اتانول، ژرانیول و متیل اوژنول به ترتیب با ضرایب تعیین ۵۶٪، ۷۵٪، ۷۸٪ و ۴۸٪، به صورت معنی‌داری تغییرات فضایی غلظت آنها تابع تغییرات فضایی فاکتورهای آب‌وهوایی در ماه‌های فروردین تا خرداد و به ویژه اردیبهشت است. تغییرات روند بلندمدت فاکتورهای آب‌وهوایی می‌تواند موجب تغییراتی در غلظت این ترکیبات شیمیایی در سطح باغستان‌های منطقه شود. بنابراین مدل‌های توسعه داده شده برای این ترکیبات شیمیایی، از آنجا که دارای ضریب تعیین معنی‌داری بوده‌اند، قابل استناد بوده و می‌توان از آنها برای برآورد میزان غلظت این ترکیبات در شرایط اقلیم شبیه‌سازی شده، استفاده نمود. اما مدل‌های توسعه داده شده برای سه ترکیب شیمیایی هنیکوزان، هپتادکان و سیترونلول، دارای ضریب تعیین معنی‌داری نبوده و مدل‌های توسعه داده شده برای آنها قابل اعتبار نبود و برآوردی که براساس آنها در اقلیم شبیه‌سازی شده

در ادامه برای شناسایی میزان ارتباط غلظت هرکدام از این ترکیبات شیمیایی استخراج شده از اسانس گل محمدی با فاکتورهای آب و هوایی از تحلیل همبستگی استفاده شد که نتایج به صورت جدول ۳ ارائه شده است. در مورد همبستگی فضایی عنصر اوژنول با عنصر اقلیمی تابش یا میزان انرژی تابشی دریافتی نیز مشاهده شد که میزان انرژی تابشی دریافتی ماه اردیبهشت، ارتباط فضایی معنی‌داری با توزیع فضایی این عنصر در سطح باغستان‌های منطقه دارد. دو فاکتور اقلیمی بارش و رطوبت نسبی در هیچ ماهی ارتباط معنی‌داری با توزیع فضایی ترکیب اوژنول نداشته‌اند. همبستگی متیل اوژنول با دمای میانگین ماه فروردین تا خرداد و دمای حداقل فروردین و اردیبهشت و نیز دمای حداکثر ماه فروردین و اردیبهشت مثبت و معنی‌دار است در حالی که با دمای سایر ماه‌ها همبستگی معنی‌داری از خود نشان نداد. میزان انرژی تابشی دریافتی ماه اردیبهشت و خرداد، ارتباط فضایی معنی‌داری با توزیع فضایی این عنصر در سطح باغستان‌های منطقه دارد. اما بارش و رطوبت نسبی ارتباط معکوسی با توزیع فضایی این عنصر اسانس در سطح باغستان‌های مورد بررسی نشان داده‌اند. توزیع فضایی ترکیب سیترونلول با عناصر حرارتی و رطوبتی محیط ارتباط معنی‌داری از خود نشان نداده است. توزیع فضایی ترکیب هپتادکان با عناصر حرارتی محیط ارتباط معکوسی نشان داده است. همان طور که مشاهده می‌شود، این ترکیب شیمیایی تنها با بارش و میزان انرژی تابشی دریافتی ماه اردیبهشت همبستگی معنی‌داری را از خود نشان داده است. توزیع فضایی ترکیب نونادکان عناصر حرارتی محیط از قبیل دمای حداقل و حداکثر ارتباط معکوسی از خود نشان داده است و با دمای میانگین ماه خرداد به صورت معنی‌داری دارای ارتباط معکوس است که برابر با ۴۸٪- بوده است. میزان همبستگی این عنصر با دمای حداقل ماه تیر نیز به صورت معکوس و معنی‌دار بوده است (۳۲٪-). توزیع فضایی این عنصر اسانس گل محمدی به صورت معنی‌داری، با توزیع فضایی عنصر دمای حداکثر ماه اردیبهشت ارتباط معکوسی برابر با ۳۵٪- نشان داده است که در سطح اطمینان ۹۵٪ معنی‌دار است. میزان همبستگی فضایی این عنصر نیز با بارش ماه اردیبهشت و میزان انرژی تابشی دریافتی ماه اردیبهشت و خرداد به ترتیب برابر با ۴۸٪، ۴۷٪ و ۳۵٪ است که هر سه این همبستگی‌ها در سطح اطمینان تعیین شده معنی‌دار هستند. توزیع فضایی ترکیب ژرانیول، با دمای میانگین ماه اردیبهشت، همبستگی معنی‌داری نشان داده است که برابر با ۴۱٪- است. همچنین توزیع فضایی این ترکیب با دمای حداقل ماه فروردین نیز معنی‌دار بوده که برابر با ۳۲٪- است، دمای حداکثر نیز در دو ماه فروردین و خرداد ارتباط معنی‌داری را با توزیع فضایی ترکیب ژرانیول نشان داده است که به ترتیب برابر با ۳۹٪- و ۴۵٪- است. میزان انرژی تابشی دریافتی نیز ارتباط مستقیم معنی‌داری را در دو ماه فروردین و اردیبهشت با میزان توزیع فضایی غلظت این

دوره پایه بوده است. برای آگاهی از اینکه آیا تفاوت معنی‌داری بین غلظت چهار ترکیب حساس به آب‌وهوا در اسانس گل محمدی باغستان‌های نمونه‌برداری شده در دو دوره پایه (۲۰۱۴) و دوره شبیه‌سازی شده (۲۰۵۰) وجود دارد یا خیر؟ از آزمون پارامتریک T مستقل دوطرفه در سطح اطمینان ۰/۹۵ استفاده شد (p=۰/۰۵). نتایج به صورت جدول ۴ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، با توجه به آماری Sig که و نیز دو آماره T آزمون و بحرانی در مورد همه ۴ ترکیب مورد بررسی تفاوتی که بین مقادیر غلظت این ترکیبات در اسانس گلستان‌های نمونه‌برداری شده می‌باشد، در سال ۲۰۵۰ به صورت معنی‌داری متفاوت از سال ۲۰۱۴ خواهد بود.

براساس میزان افزایش و کاهش پیش‌بینی‌شده در ۴ ترکیب اسانس گل محمدی که حساس به شرایط اقلیمی بوده‌اند؛ میزان تولید اسانس نیز برای سال ۲۰۵۰ در باغستان‌های مورد بررسی متفاوت از سال ۲۰۱۴ خواهد بود. در نمودار ۴ میزان تولید اسانس در هرکدام از باغستان‌ها ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، در دو باغستان بزرگ و نظنز میزان تولید اسانس در سال ۲۰۵۰ کاهش ناچیزی برابر با ۰/۲٪ و ۰/۴٪ داشته در حالی که در بقیه باغستان‌ها میزان تولید اسانس در سال ۲۰۵۰ روند افزایشی داشته است. باغستان‌های کاشان، نیاسر و قمصر بیشترین میزان افزایش تولید را داشته‌اند.

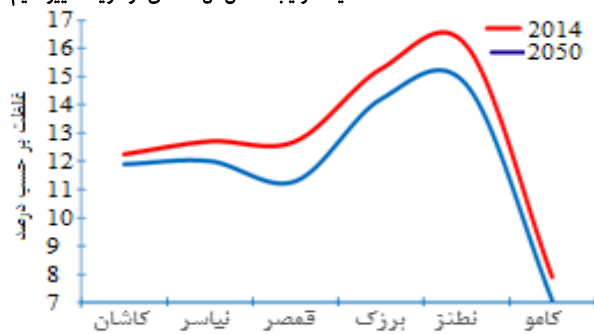
سال ۲۰۵۰ انجام می‌گیرد، قابل اعتبار و استناد نیست. نتایج پیاده‌سازی مدل‌ها برای اقلیم شبیه‌سازی شده سال ۲۰۵۰ در نمودار ۳ ارائه شده است که میزان غلظت ۴ ترکیب شیمیایی اسانس گل محمدی که حساسیت معنی‌داری به شرایط آب‌وهوایی داشتند، در دو دوره پایه یا دوره مشاهداتی (۲۰۱۴) و دوره شبیه‌سازی شده (۲۰۵۰) ارائه شده است. با توجه نمودار ۳ در همه باغستان‌های نمونه‌برداری شده، غلظت دو ترکیب نونادکان و ژرانیول، در اسانس گل محمدی در سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۱۴ کاهش داشته است. در حالی که غلظت دو ترکیب بنزن‌اتانول و متیل‌اوزنول در سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۱۴ افزایش داشته است. برای آگاهی از اینکه آیا تفاوت معنی‌داری بین غلظت ترکیب شیمیایی بنزن‌اتانول در اسانس گل محمدی باغستان‌های نمونه‌برداری شده در دو دوره مشاهداتی (۲۰۱۴) و دوره شبیه‌سازی شده (۲۰۵۰) وجود دارد یا خیر؟ از آزمون پارامتریک T مستقل دوطرفه در سطح اطمینان ۰/۹۵ استفاده شد (p=۰/۰۵). نتایج به صورت جدول ۴ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، با توجه به آماری Sig که برابر ۰/۱۴٪ می‌باشد و بسیار کمتر از ۰/۰۵٪ می‌باشد، و نیز با توجه به این که آماره T آزمون در محدوده T بحرانی یعنی $\pm 1/81$ قرار ندارد، لذا با اطمینان بالایی می‌توان گفت که میزان غلظت این ترکیب شیمیایی در اسانس گل محمدی همه باغستان‌ها، در سال ۲۰۵۰ متفاوت از

جدول ۳) عناصر اقلیمی و هم‌بستگی هر کدام از ترکیبات شیمیایی با آنها

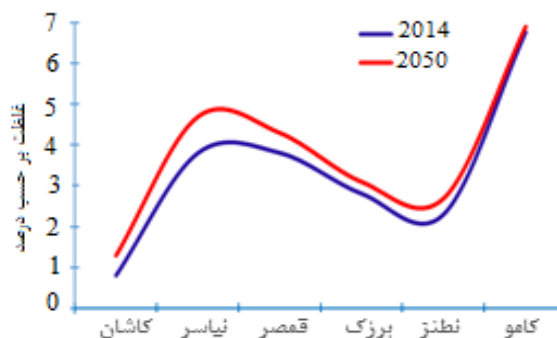
ترکیبات شیمیایی اسانس گل محمدی	فاکتورهای اقلیمی که همبستگی معنی‌داری با توزیع فضایی ترکیب شیمیایی از خود نشان داده‌اند
بنزن‌اتانول	دمای میانگین ماه فروردین، دمای میانگین ماه اردیبهشت، دمای میانگین ماه خرداد، دمای حداقل ماه فروردین، دمای حداقل ماه اردیبهشت، دمای حداکثر ماه فروردین، دمای حداکثر ماه اردیبهشت، دمای حداکثر ماه خرداد، میزان انرژی تابشی دریافتی ماه اردیبهشت، میزان انرژی تابشی دریافتی ماه خرداد
سیترونلول و نرول	-
ژرانیول	دمای میانگین ماه اردیبهشت، دمای حداقل ماه فروردین، دمای حداکثر ماه اردیبهشت، دمای حداکثر ماه اردیبهشت، میزان انرژی تابشی دریافتی ماه اردیبهشت
متیل‌اوزنول	دمای میانگین ماه اردیبهشت، دمای میانگین ماه خرداد، دمای حداقل ماه اردیبهشت، دمای حداکثر ماه فروردین، دمای حداکثر ماه اردیبهشت، میزان انرژی تابشی دریافتی ماه اردیبهشت، میزان انرژی تابشی دریافتی ماه خرداد
هپتادکان	بارش ماه اردیبهشت، میزان انرژی تابشی دریافتی ماه اردیبهشت
نونادکان	دمای میانگین ماه اردیبهشت، دمای حداقل ماه فروردین، دمای حداکثر ماه اردیبهشت، بارش ماه اردیبهشت، میزان انرژی تابشی دریافتی ماه اردیبهشت، میزان انرژی تابشی دریافتی ماه خرداد، رطوبت نسبی ماه اردیبهشت
هنیکوزان	دمای حداکثر ماه اردیبهشت، بارش ماه اردیبهشت، میزان انرژی تابشی دریافتی ماه اردیبهشت
اوزنول	دمای میانگین ماه اردیبهشت، دمای حداکثر ماه اردیبهشت، انرژی تابشی دریافتی ماه اردیبهشت

جدول ۴) آزمون t برای ارزیابی تفاوت غلظت ترکیب شیمیایی بنزن‌اتانول در دوره پایه و دوره شبیه‌سازی شده در سطح اطمینان ۰/۹۵ (p-value=۰/۰۵)

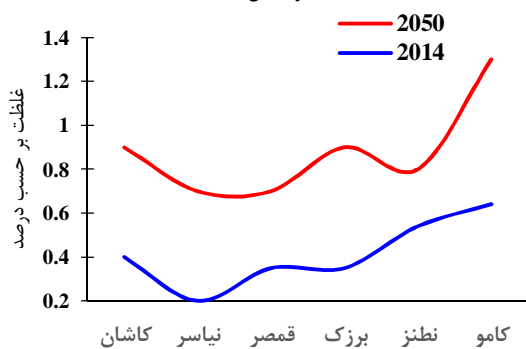
ماده شیمیایی	درجه آزادی	T آزمون	T بحرانی	Sig	تفسیر
بنزن‌اتانول	۵	۲/۵۴	۱/۸۱	۰/۰۱۴	تفاوت معنی‌داری بین غلظت بنزن‌اتانول در سال ۲۰۱۴ و ۲۰۵۰ در سطح باغستان‌های نمونه‌برداری شده مشاهده می‌شود.
نونادکان	۵	۱/۹۴	۱/۸۱	۰/۰۳۴	تفاوت معنی‌داری بین غلظت نونادکان در سال ۲۰۱۴ و ۲۰۵۰ در سطح باغستان‌های نمونه‌برداری شده مشاهده می‌شود.
ژرانیول	۵	۲/۱۴	۱/۸۱	۰/۰۱۲	تفاوت معنی‌داری بین غلظت ترکیب ژرانیول در سال ۲۰۱۴ و ۲۰۵۰ در سطح باغستان‌های نمونه‌برداری شده مشاهده می‌شود.
متیل‌اوزنول	۵	۲/۱۴	۱/۸۱	۰/۰۱۲	تفاوت معنی‌داری بین غلظت ترکیب متیل‌اوزنول در سال ۲۰۱۴ و ۲۰۵۰ در سطح باغستان‌های نمونه‌برداری شده مشاهده می‌شود.



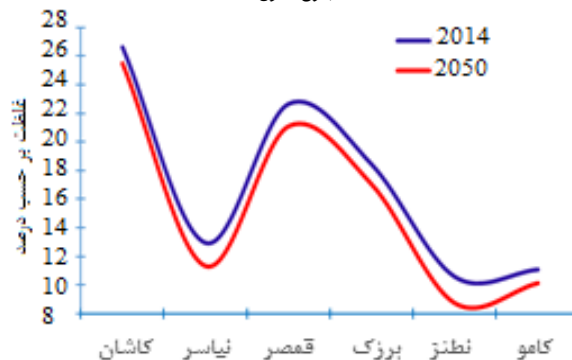
نونادکان



بنزن اتانول



متیل اوژنول

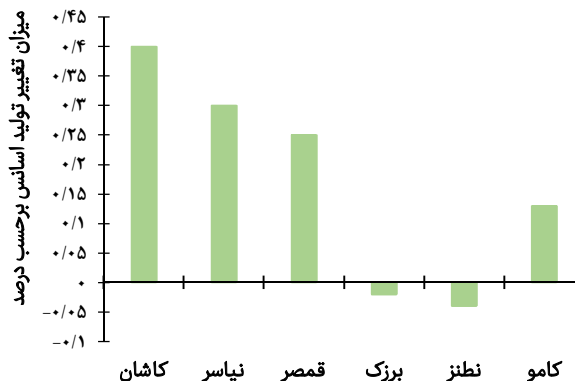


ژرانیول

نمودار ۳) مقادیر تغییرات غلظت ۴ ترکیب شیمیایی حساس به شرایط اقلیمی در سال ۲۰۱۴ و دوره شبیه‌سازی‌شده اقلیمی سال ۲۰۵۰ در سطح باغستان‌های نمونه- برداری‌شده

به صورت معنی‌داری تابع تغییرات فضایی فاکتورهای آب‌وهوایی در ماه‌های فروردین تا خرداد و به ویژه اردیبهشت بود. پیاده‌سازی مدل‌های توسعه‌داده‌شده برای ۴ ترکیب مذکور نشان داد که غلظت دو ترکیب بنزن اتانول و متیل اوژنول در اسانس گل محمدی در همه باغستان‌های نمونه‌برداری‌شده، در اقلیم شبیه‌سازی‌شده سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۱۴ افزایش داشته است. این نتیجه در پژوهش آتانسوا و همکاران [Atanasova et al, 2016] نیز مشاهده می‌شود. آنها تاثیر تغییر اقلیم را در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی گل محمدی در بلغارستان مورد بررسی قرار داده‌اند و مشاهده کردند که همزمان با توسعه بیوم‌های مساعد کشت این گیاه، در اسانس این گیاه نیز تغییراتی ایجاد می‌شود از جمله درصد ترکیبات اتانول و متیل اوژنول در اسانس این گیاه، افزایش یافته است. در حالی که غلظت دو ترکیب شیمیایی نونادکان و ژرانیول در اسانس گل محمدی باغستان‌ها در سال ۲۰۵۰، نسبت به سال ۲۰۱۴ کاهش معنی‌داری داشته است. مقایسه نتایج این کار با کار سفیدکن و همکاران [Sefidkan et al, 2007] نشان‌دهنده آن است که میزان دو ترکیب سیترونلول و ژرانیول در اسانس برخی نمونه‌ها بالاتر از سایر ترکیبات است که در پژوهش حاضر که تجزیه اسانس با روش تقطیر صورت گرفته بود نیز مشاهده شد که این دو ترکیب به علاوه نونادکان در همه نمونه‌ها، بالاترین میزان اسانس را به خود اختصاص داده‌اند.

تشکر و قدردانی: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.



نمودار ۴) میزان تغییرات تولید اسانس گل محمدی در باغستان‌های نمونه‌برداری‌شده در اقلیم شبیه‌سازی‌شده در سال ۲۰۵۰

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج بررسی و آنالیز اسانس گل محمدی باغستان‌های شمال استان اصفهان و تغییرپذیری اسانس از شرایط تغییر اقلیم در آینده، نشان‌دهنده آن بود که ۸ ترکیب استخراج‌شده از باغستان‌های مورد بررسی به صورت میانگین بیش از ۸۸٪ اسانس گل‌های نمونه‌برداری‌شده را تشکیل می‌دهند. به طور کلی سه ترکیب سیترونلول، ژرانیول و نونادکان بیشترین درصد اسانس باغستان‌ها را تشکیل می‌دهند. نتایج حاصل از مدل‌های برآوردگر بیانگر آن بود که از میان ۸ ترکیب مهم اسانس گل محمدی تغییرات چهار ترکیب نونادکان، بنزن اتانول، ژرانیول و متیل اوژنول

- Kaffi M, Riazi A (2000). The flowering of *Rosa damascena* Mill and the production of rose water. Tehran: Parchin publications. p. 98. [Persian]
- Kovats ESZ (1987). Bulgarian oil of rose. *Chromatography A*. 406(3):185-222.
- Lavid N, Wang J, Shalit M, Guterman I, et al (2002). Methyl tranferases involved in the biosynthesis of volatile phenolic derivatives in Rose petals. *Plant Physiology*. 129(2):1899-1907
- Mirbah F (2003). Essential Oil of *Rosa damascena* Mill. Tehran: Mukhab publications. [Persian]
- Mozaffarian A (2015). Iranian trees and shrubs. First edition. Tehran: Contemporary culture publication. p. 1444. [Persian]
- Rezaei MB, Jaimand K, Tabai Aqdai SR, Barazandeh MM (2003). Comparison of laboratory and industrial samples of *Rosa damascena* Mill Essence Regarding quantity and quality of major compounds from Kashan region. *Iranian Medicinal Plants and Herbs*. 19(1):63-72. [Persian]
- Shalit M, Guterman I, Volpin H, Bar E, Tamari T, Menda N, et al (2003). Volatile ester formation in roses, identification of an acetyl-coenzym, A. Geraniol/Citronellol, Acetyl tarsferase in Developing Ros petals. *Plant Physiology*. 131(4):1876-1888.
- Atanasova T, Kakalova M, Stefanof L, Maya P, Albena S, Stanka D, et al (2016). Chemical composition of essential oil from *Rosa Damascena* mill. Growing in new region of Bulgari. *Ukrainian Food Journal*. 5(3):492-498.

تأییدیه اخلاقی: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: زهراسادات جلالی چیمه (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه/نگارنده بحث (۲۵٪)؛ امیر گندمکار (نویسنده دوم)، پژوهشگر کمکی (۲۵٪)؛ مرتضی خداقلی (نویسنده سوم)، پژوهشگر کمکی/تحلیلگر آماری (۲۵٪)؛ حسین بتولی (نویسنده چهارم)، پژوهشگر کمکی/روش‌شناس/راهنمایی در بخش آزمایشگاهی و استخراج اسانس‌ها (۲۵٪)

منابع مالی: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

منابع

- Aydinili M, Tutas M (2003). Production of rose absolute from rose concrete. *Flavour and Fragrance Journal*. 18(1):26-31.
- Sefidkan F, Akbari Z, Assareh MH, Bakhshi Khaniki Gh (2007). Comparison of quantity and quality of aromatic compounds from *Rosa damascena* mill. By different extraction methods. *Medicinal and Aromatic Plants*. 22(4):351-365 [Persian]
- Ghahreman A, Atar F (1996). Iranian color flora, Tehran: Tehran University press. P; 1128. [Persian]
- Hadjieva P, Stoianova IB, Danieli B (1974). Composition and structure of lactones from rose flower wax. *Chemistry and Physics of Lipids*. 12(1):60-63.