تغییرات میزان و ترکیبات اسانس و خصوصیات موفوفیزیولوژیکی گل‌محمدی تحت تأثیر تیمارهای نانوکلات پتاسیم و آهن

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۵، شماره ۳، صفحات ۴۷-۳۵
(پاییز ۱۳۹۸)

میلاد حیدری[۱]، حسن نورافکن[۲]✉، ناصر نظری[۳]

۱ باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران
۲ گروه علوم باغبانی، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات ارگانیک، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران
۳ گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران
✉ hassannourafcan@gmail.com (مسؤول مکاتبات)

چکیده پژوهشی جهت بررسی اثر محلول‌پاشی نانوکلات آهن و پتاسیم بر کمیت و کیفیت اسانس و خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی گل‌محمدی در مزرعه تحقیقاتی گیاهان دارویی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۷ انجام گرفت. یک سال بعد از استقرار کامل گل‌محمدی و همزمان با شروع مرحله غنچه‌دهی، سه مرتبه با فواصل ۱۰ روزه با محلول‌های آبی ۰/۵، ۱ و ۱/۵ گرم بر لیتر نانوکلات آهن و پتاسیم محلول‌پاشی شدند. صفات مورد ارزیابی در این آزمایش شامل وزن تر و خشک برگ، وزن تر گل، طول و عرض برگ، شاخص کلروفیل برگ، قطر گل و نهنج، تعداد گلبرگ، ارتفاع بوته، کمیت و کیفیت اسانس بودند. کاربرد نانوکلات آهن باعث افزایش وزن تر و خشک برگ شد. همچنین بیش‌ترین درصد اسانس در تیمار نانوکلات پتاسیم ۱ گرم بر لیتر (۰/۲٪) و کمترین در نانوکلات پتاسیم ۱/۵ گرم بر لیتر (۰/۰۶٪) مشاهده شد. ۱۸ ترکیب در اسانس گل‌محمدی شناسایی شد که بالاترین درصد ترکیبات را سیترونلول، ژرانیول، تری‌کوزان، نونادکان و هنی‌کوزان تشکیل دادند. بیشترین مقدار سیترونلول (۲۷/۳۳٪) و ژرانیول (۱۴/۱۷٪) از گیاهان تیمار شده با نانو کلات پتاسیم ۱ گرم بر لیتر، بیشترین مقدار نونادکان (۳/۱۲٪) و تری کوزان (۲۱/۱۷٪) از گیاهان تیمار شده با نانوکلات آهن ۱/۵ گرم بر لیتر و بیشترین مقدار هنی‌کوزان (۲۱/۵۳٪) از تیمار شاهد به‌دست آمد. بنابراین برای داشتن بالاترین بازده اسانس و استخراج سیترونلول و ژرانیول که از مهم‌ترین ترکیبات اقتصادی گل محمدی می‌باشند از نانوکلات پتاسیم به مقدار ۱ گرم بر لیتر می‌توان استفاده کرد.

شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پژوهش: ۱۳۹۷

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۲/۰۵

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۷/۲۸

واژه‌های کلیدی

- تغذیه برگی
- فیتو شیمیایی
- کروماتوگرافی
- مواد معطر
- نانو ذره

این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY - NC - ND انتشار یافته است.

doi 10.22034/AEJ.2019.1875452.1108

مقدمه گل محمدی[1] از مهم‌ترین گونه‌های معطر خانواده گلسرخیان[2] می‌باشد که در ایران، ترکیه، بلغارستان، هند، مراکش و برخی کشورهای شمال آفریقا کشت می‌شود. ایران را به عنوان منشاء این گیاه می‌دانند.[۲۱] این گونه، درختچه‌ای است چندساله، با شاخه‌های منشعب، متراکم و خاردار که ارتفاع آن تا ۲/۵ متر می‌رسد. گل‌های این گیاه برای تولید اسانس و گلاب و در صنایع عطرسازی و مواد آروماتیک، آرایشی، بهداشتی، دارویی و غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.[۸] اسانس این گیاه یکی از مهم‌ترین و با ارزش‌ترین ترکیب‌ها در صنایع عطرسازی است که مهم‌ترین اجزای تشکیل دهنده آن سیترونلول[3]، ژرانیول[4]، تری‌کوزان[5]، اوژنول[6]، سیترال[7]، نرال[8] و فارنزول[9] می‌باشد.[۲۵] ژرانیول و سیترونلول اصلی‌ترین جزء بخش مایع اسانس گل‌محمدی بوده که از ترکیب‌های بسیار با ارزش آن بوده و در تعیین ارزش اقتصادی اسانس مؤثر هستند.[۲۶]

یکی از عوامل تهدید کننده سلامت محصولات کشاورزی استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی است. این مشکل علاوه بر این‌که حالت ناپایداری در کیفیت خاک و در تولید محصولات به وجود می‌آورد، موجب افزایش ترکیبات مضر و خطرناک برای سلامت افراد جامعه می‌شود.[۱۴] فناوری نانو به عنوان یک فناوری بین رشته‌ای و پیش‌تاز با رفع مشکلات و کمبودها در بسیاری از عرصه‌های علمی و صنعتی به خوبی جایگاه خود را در علوم کشاورزی و صنایع وابسته آن به اثبات رسانده است. فناوری نانو کاربردهای وسیعی در همه مراحل تولید، فرآوری، نگهداری، بسته‌بندی و انتقال تولیدات کشاورزی دارد.[۲۵] نانوکودها به کودهایی اطلاق می‌شود که اندازه عنصر به کار رفته در آن‌ها کمتر از ۱۰۰ نانومتر است. استفاده از نانوکودها افزون بر افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی، موجب کاهش سمیت، به حداقل رساندن تأثیرات منفی ناشی از مصرف بیش از حد کود و همچنین کاهش دفعات کاربرد کودها می‌شود.[۲۳] نانوکودها به صورت کامل جذب گیاه شده و به خوبی نیازها و کمبودهای غذایی را رفع می‌کنند. قابلیت حل‌پذیری زیاد در آب و کنترل‌پذیری بیشتر دارند.[۱]

نانوکلات آهن به علت پایداری مناسب و توان آزادسازی کنترلی، پایه کودی مطمئنی برای رهایش آهن می‌باشد. همچنین نانوکلات آهن دارای ترکیب منحصر به فرد و دارای ۹٪ آهن محلول در آب و pH آن در بازه ۳ الی ۱۱ می‌باشد. مزایای استفاده از نانوکلات آهن شامل افزایش متابولیسم گیاهان و جذب بیشتر و مؤثرتر عناصر و کودهای اصلی و همچنین رساندن هدفمند عناصر ریزمغذی به بافت‌های مشخص گیاهان می‌باشد.[۴] آهن برای ساخت کلروفیل ضروی است و در تثبیت نیتروژن و فتوسنتز نقش دارد، این عنصر برای ساخت پروتئین مورد نیاز است و یک جزء از هموپروتئین است.[۱۵] عنصر پتاسیم به عنوان عنصر کیفیت در گیاهان مطرح بوده و جزء عناصر ضروری پرمصرف گیاهان به شمار می‌رود و به دلایل مختلفی مثل نوع و میزان رس‌های خاک، مقدار ماده آلی، آب شویی و ... میزان پتاسیم قابل جذب در خاک برای رشد بهینه گیاهان کافی نمی‌باشد و نیاز به تأمین پتاسیم برای تولید انبوه ضروری به نظر می‌رسد.[۶] پتاسیم مناسب-ترین کاتیون یک ظرفیتی برای فعال کردن آنزیم‌های گیاهی است چون علاوه بر اینکه غلظت آن در سلول و مقدار آن در طبیعت

[1] *Rosa damascene* MILL.
[2] Rosaceae
[3] citronellol
[4] geraniol
[5] tricosane
[6] eugenol
[7] citral
[8] neral
[9] farnesol

زیاد است، این کاتیون تحرک فوق‌العاده‌ای در داخل گیاه دارد. پتاسیم نقش حیاتی در فتوسنتز دارد چون باعث افزایش مستقیم رشد و شاخص سطح برگ، جذب CO_2 و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی به خارج برگ می‌شود. فعالیت اخیر، نتیجه تشکیل ATP[1] بیشتر است که برای تجمع مواد فتوسنتزی در آوند آبکش لازم است.[۱]

محلول‌پاشی وقتی مورد توجه قرار می‌گیرد که رفع کمبود عناصر غذایی از راه ریشه امکان‌پذیر نباشد. بنابراین در شرایط مزرعه که فاکتورهای مختلف مؤثر در جذب عناصر غذایی بسیار متغیر هستند، محلول‌پاشی می‌تواند به عنوان یک روش سریع برای رفع کمبود با اهمیت باشد.[۷] پژوهش‌ها در این راستا روی گیاه ریحان مقدس[2] نشان داد که کاربرد نانوکلات آهن سبب افزایش قابل توجهی در مقدار اسانس و عملکرد اسانس این گیاه گردید.[۱۹] همچنین گزارش شده است که کاربرد نانوکلات آهن باعث افزایش مقدار اسانس و تغییر در ترکیبات اسانس گیاه نعناع شده است به‌طوری که مقدار منتول با کاربرد نانوکلات آهن به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد.[۳] در بررسی دیگری روی گیاه مرزه[3] مشخص شد که محلول-پاشی با نانوکلات آهن میزان کلرفیل را افزایش داد ولی کاربرد مقادیر بالاتر، باعث کاهش میزان کلروفیل شد.[۹] در پژوهش دیگری، محلول‌پاشی با نانوکلات پتاسیم، بر صفات تعداد پنجه بارور، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی گندم تأثیر معنی‌داری داشته است.[۱۲]

با توجه به اهمیت گل‌محمدی به عنوان یک گیاه دارویی ارزشمند، هدف از این مطالعه، یافتن مناسب‌ترین نوع کود و غلظت آن از بین کودهای نانوکلات آهن و پتاسیم بر برخی خصوصیات رشدی و کمیت و کیفیت اسانس گل‌محمدی بود.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر محلول‌پاشی نانوکلات آهن و پتاسیم بر برخی خصوصیات رشدی و کمیت و کیفیت اسانس گل‌محمدی، پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه سطح محلول‌پاشی نانوکلات آهن و پتاسیم (۰/۵، ۱و ۱/۵ گرم بر لیتر) و شاهد (بدون محلول‌پاشی) با سه تکرار در بهار سال ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی گیاهان دارویی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه اجرا شد. آبیاری به صورت قطره‌ای انجام شد. حذف علف‌های هرز به صورت دستی انجام و از هیچ گونه علف‌کشی استفاده نشد. یکسال پس از استقرار کامل گیاهان گل‌محمدی کاشته شده در مزرعه، اولین محلول‌پاشی همزمان با غنچه‌دهی و دو مرتبه نیز با فواصل ۱۰ روز انجام شد. نمونه‌برداری در کلیه تیمارها در مرحله گل-دهی با دست و قیچی باغبانی انجام شد.

صفاتی مانند شاخص محتوای کلروفیل برگ، وزن تر گل و برگ، وزن خشک برگ، تعداد گلبرگ، قطر نهنج و گل، طول و عرض برگ، ارتفاع بوته، درصد اسانس و ترکیبات تشکیل دهنده اسانس مورد ارزیابی قرار گرفتند. شاخص محتوای کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج دستی (مدل SPAD 502, Minolta, Japan) اندازه‌گیری شد. وزن تر و خشک گل و برگ با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم، قطر نهنج و گل با استفاده از دستگاه کولیس، ارتفاع بوته و طول و عرض برگ با استفاده از خط‌کش میلی‌متری اندازه-گیری شد. گل‌ها پس از خشک‌شدن در سایه، اسانس‌گیری شدند. نمونه‌ها به مدت ۳ ساعت به روش تقطیر با آب با طرح کلونجر اسانس‌گیری شدند. درصد اسانس به صورت حجمی بر حسب میلی‌لیتر میزان

[1] Adenosine triphosphate
[2] *Ocimum sanctum*
[3] *Satureja hortensis*

اسانس برای هر ۱۰۰ گرم از گیاه خشک شده محاسبه شد. اسانس گل‌محمدی در آزمایشگاه فیتوشیمی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور با استفاده از دستگاه کروماتوگراف گازی[1] (*GC*) و کروماتوگراف گازی متصل به طیف‌سنج جرمی[2] (*GC/MS*) مورد تجزیه قرار گرفت. دستگاه کروماتوگراف گازی الگوی Thermo-UFM (Ultra fast model) ساخت کشور ایتالیا و داده‌پرداز Chorm card A/D، ستون موئینه با نام تجاری *Ph-5* (غیر قطبی) ساخت شرکت Thermo به طول ۱۰ متر و قطر داخلی ۰/۱ میلی‌متر به ضخامت ۰/۴ میکرومتر بود که سطح داخلی آن با فاز ساکن از جنس Dimethylsiloxane, 5% پوشیده شد. برنامه اولیه ستون به این صورت بود که دمای اولیه ۶۰ درجه سلسیوس، شروع تا دمای نهایی ۲۸۵ درجه سلسیوس، در هر دقیقه ۸۰ درجه سلسیوس به آن افزوده می‌شود و بعد توقف در این دما به مدت ۳ دقیقه، نوع آشکارساز FID و درجه حرارت آن ۲۹۰ درجه سلسیوس، درجه حرارت محفظه تزریق ۲۸۰ درجه سلسیوس، نوع گاز حامل هلیوم و فشار ورودی آن به ستون برابر ۰/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع تنظیم شد. دستگاه کروماتوگراف گازی متصل به طیف سنج جرمی، الگوی Varian 3400 متصل به طیف سنج جرمی Saturn II، با سیستم تله یونی و با انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت، با ستون DB-5 که سطونی نیمه قطبی (به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون) است و فشار گاز سرستون ۳۵ پوند بر اینچ مربع، درجه حرارت ۴۰ تا ۲۵۰ درجه سلسیوس با سرعت افزایش ۴ درجه سلسیوس در دقیقه، درجه حرارت محفظه تزریق ۲۶۰ درجه سلسیوس و دمای ترانسفر لاین ۲۷۰ درجه سلسیوس تنظیم گردیده است، انجام شد. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۴ آنالیز و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال آماری ۵٪ انجام گرفت.

نتایج

وزن تر و خشک برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که وزن تر برگ در سطوح مختلف محلول‌پاشی نانوکلات آهن و نانوکلات پتاسیم تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ دارد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که غلظت‌های کم نانوکلات آهن موجب افزایش وزن تر و خشک برگ شده ولی مصرف نانوکلات پتاسیم تفاوت آماری معنی‌داری نداشت.

درصد اسانس

درصد اسانس گل‌محمدی (بر اساس میلی‌لیتر اسانس در ۱۰۰ گرم گل خشک)، در سطوح مختلف نانوکلات آهن و پتاسیم متفاوت بود (شکل ۱). بالاترین درصد اسانس (۰/۲٪) در تیمار ۱ گرم بر لیتر نانوکلات پتاسیم و پایین‌ترین مقدار آن (۰/۰۶٪) نیز در تیمار ۱/۵ گرم بر لیتر نانوکلات پتاسیم مشاهده شد.

[1] Gas chromatography (GC)

[2] Gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS)

جدول ۱) تجزیه واریانس اثر نانوکلات آهن و پاسیم بر خصوصیات رشدی گل محمدی

Table 1) Analysis of variance of the effect of nano-potasium and nano-iron chelated on growth characteristics of Damask rose

Source of variation	df	Plant height	Flower diameter	Flower fresh weight	Leaf lenght	Leaf width	Chlorophyll content	Leaf fresh weight	Leaf dry weight	Number of petals	Anthodia diameter
Block	2	158.74^{ns}	0.049^{ns}	156.397*	0.52^{ns}	1.386**	7.996^{ns}	0.56^{ns}	0.029^{ns}	215.656^{ns}	15.569^{ns}
Treatment	7	15.291^{ns}	0.1^{ns}	5.732^{ns}	0.028^{ns}	0.251^{ns}	29.942^{ns}	0.133*	0.034*	24^{ns}	0.048^{ns}
Error	14	86.011	0.19	18.108	0.186	0.123	157.163	0.043	0.011	74.585	0.007
CV (%)	-	12.65	6.84	17.18	13.28	24.36	8.93	19.67	20.01	14.32	13.91

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵٪ می‌باشد.

ns, ** and *; not significant and significant at 1 and 5%, respectively.

جدول ۲) اثر نانوکلات پتاسیم و آهن بر وزن تر و خشک برگ گل‌محمدی

Table 2) Effect of nano-potassium and nano-iron chelated on leaf fresh and dry weights of Damask rose

Treatments	Leaf fresh weights	Leaf dry weights
control	1.064^{b}	0.535^{b}
Nano-chelated iron 0.5 g/L	1.631^{a}	0.831^{a}
Nano-chelated iron 1 g/L	1.603^{a}	0.833^{a}
Nano-chelated iron 1.5 g/L	1.117^{b}	0.587^{b}
Nano-chelated potassium 0.5 g/L	1.401^{ab}	0.655^{ab}
Nano-chelated potassium 1 g/L	1.454^{ab}	0.736^{ab}
Nano-chelated potassium 1.5 g/L	1.222^{ab}	0.684^{ab}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک طبق آزمون حداقل اختلاف، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Values followed by the same letter within the same columns do not differ significantly at p =5%

تجزیه فیتوشیمیایی اسانس با کروماتوگراف گازی و کروماتوگراف گازی متصل به طیف سنج جرمی

در تمام تیمارهای اعمال شده ۱۸ ترکیب فرار از اسانس گل‌محمدی شناسایی شد که مقادیر ترکیبات شناسایی شده به همراه شاخص بازداری آن‌ها در جدول ۳ خلاصه شده است. بررسی اثر تیمارها بر ترکیباتی که بیشترین درصد را در اسانس گل‌محمدی داشتند (سیترونلول، ژرانیول، تری‌کوزان، نونادکان و هنی‌کوزان) نشان‌دهنده اثرهای متفاوت محلول‌پاشی نانوکلات آهن و پتاسیم بودند (شکل‌های ۸-۲).

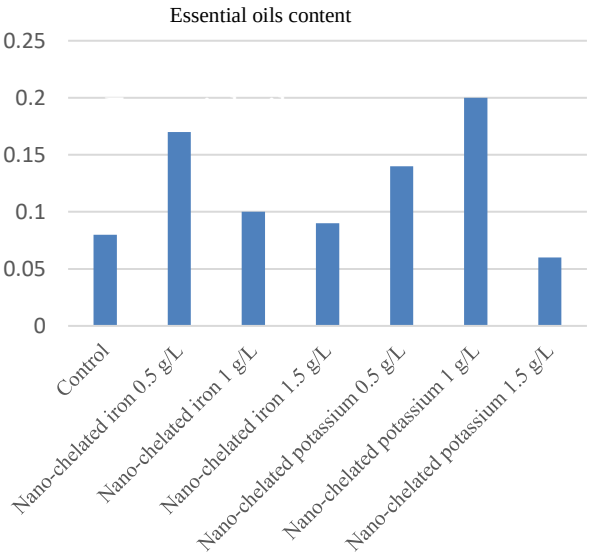
نتایج تجزیه فیتوشیمیایی تمام ترکیبات اسانس به دست آمده از گل‌محمدی نشان داد که نانوکلات پتاسیم ۰/۵ گرم بر لیتر در تعداد بیشتری از ترکیبات نقش مثبتی داشته است. مطالعه نتایج (جدول ۳) نشان داد که اثر نانوکلات پتاسیم در مقایسه با نانوکلات آهن در افزایش سیترونلول و ژرانیول بهتر بود، همچنین محلول‌پاشی در سطح سوم نانوکلات آهن باعث تأثیر منفی در مقدار این ترکیبات شده است به طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار سیترونلول به ترتیب در تیمار نانوکلات پتاسیم ۱ گرم بر لیتر (۲۷/۳۳٪) و نانوکلات آهن ۱/۵ گرم بر لیتر (۱۳٪/۴) همچنین بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار ژرانیول به ترتیب در تیمار نانوکلات پتاسیم ۱ گرم در لیتر (۱۴/۱۷٪) و نانوکلات آهن ۱/۵ گرم بر لیتر (۶/۸۲٪) مشاهده شد. محلول‌پاشی در سطوح بالاتر، باعث تأثیر مثبت در مقدار تری‌کوزران شد و با توجه به نتایج، بیش‌ترین مقدار تری‌کوزان (۲۱/۰۷٪) در تیمار نانوکلات آهن ۱/۵ گرم بر لیتر و کم‌ترین مقدار (۱۲/۸۳٪) در تیمار نانوکلات پتاسیم ۱ گرم بر لیتر می‌باشد.

جدول ۳) ترکیبات شناسایی شده اسانس گیاه گل‌محمدی توسط کروماتوگراف گازی متصل به طیف سنج جرمی

Table 3) Identified essential oil compositions of Damaske rose by Gas chromatography–mass spectrometry

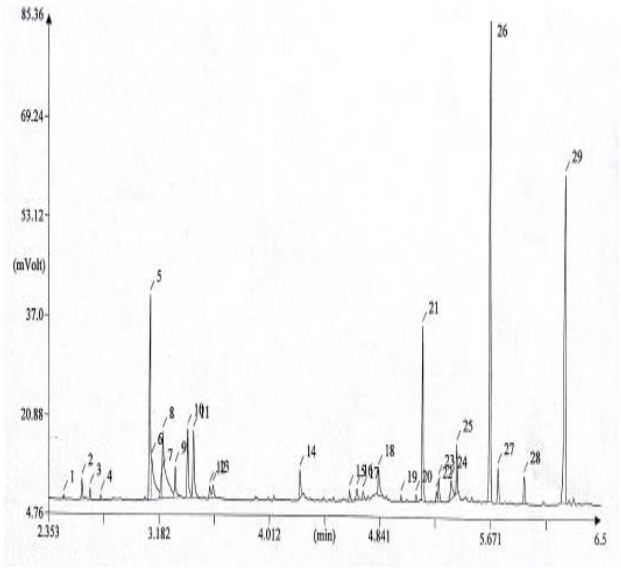
Compounds	Retention index	Control	Nano-chelated iron (g/L)			Nano-chelated potasium (g/L)		
			0.5	1	1.5	0.5	1	1.5
linalool	1050	0.85	1.26	1.48	0.77	1.21	1.43	1.33
phenyl ethyl alcohol	1112	0	0	0	0	0.23	0.3	0
cis-rose oxide	1125	0.43	0.82	0.99	0.46	0.87	0.89	0.72
trans-rose oxide	1140	0.21	0.37	0.48	0.22	0.43	0.41	0.33
α-terpineol	1160	0.16	0	0	0	0	0.28	0
citronellol	1246	14.52	22.76	23.68	13.4	22.93	27.33	21.1
neral	1266	1	1.09	1.04	0.74	1.39	1.6	1.23
geraniol	1271	8.38	11.66	10.49	6.82	10.21	14.17	9.53
geranial	1295	1.69	2.08	1.62	0.85	1.96	1.84	1.43
methyl geranate	1318	3.7	4.38	1.46	2.23	1.48	1.72	1.9
citronellyl acetate	1331	4.14	4.97	1.67	2.34	1.62	2.21	1.89
heptadecane	1360	0.67	1.12	0	1.42	1.32	2.19	1.88
β-bisabolene	1364	0.92	0.72	1.9	1.14	0.95	1.06	1.04
nonadecane	1565	1.45	1.2	2.34	3.12	2.64	2.28	2.27
eicosane	1900	7.06	6.13	5.79	7.1	6.69	5.21	5.23
heneicosane	2105	21.53	14.82	15.05	19.86	16.23	13.28	14.51
docosane	2129	1.66	1.22	1.37	1.8	1.38	1.13	1.55
tricosane	2304	21.07	12.98	17.16	21.17	15.97	12.83	18.86
total		89.44	87.58	86.52	83.44	87.52	90.16	84.8

محلول‌پاشی نانوکلات آهن و پتاسیم تأثیر جزئی بر مقدار نونادکان داشت که بیش‌ترین مقدار (۳/۱۲٪) در تیمار نانوکلات آهن ۱/۵ گرم بر لیتر و کم‌ترین مقدار (۱/۲٪) در تیمار نانوکلات آهن ۰/۵ گرم بر لیتر مشاهده شد. محلول‌پاشی تیمارها در تمامی سطوح به جز نانوکلات آهن ۱/۵ گرم بر لیتر بر میزان هنی‌کوزان اثر منفی داشت، بیش‌ترین مقدار هنی‌کوزان (۲۱/۵۳٪) در تیمار شاهد و کم‌ترین مقدار (۱۳/۲۸٪) در تیمار نانوکلات پتاسیم ۱ گرم بر لیتر مشاهده شد.



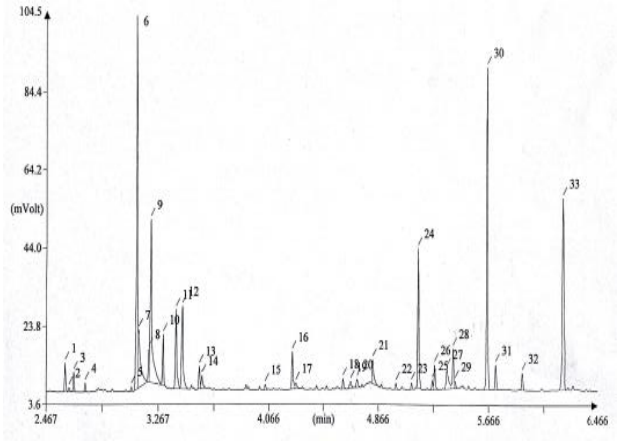
شکل ۱) درصد اسانس گل‌محمدی در تیمارهای مختلف کودی (میلی لیتر بر ۱۰۰ گرم گل خشک)

Figure 1) Essential oils content of Damask rose in different fertilizer treatments (ml/100 g of dry flowers)



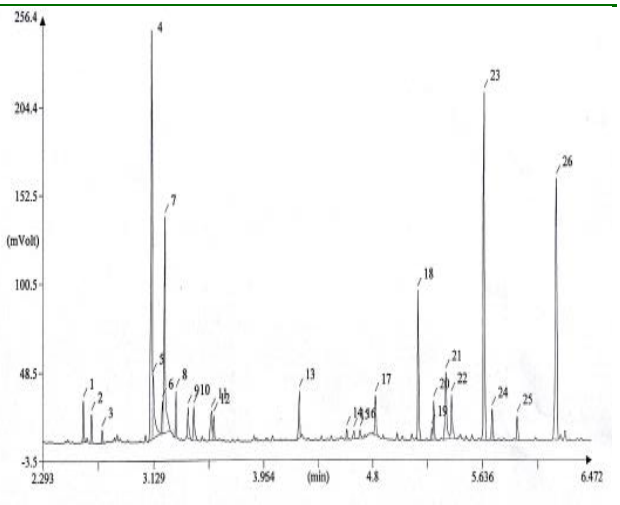
شکل ۲) کروماتوگرام اسانس شاهد

Figure 2) Chromatograms of essentil oils of control



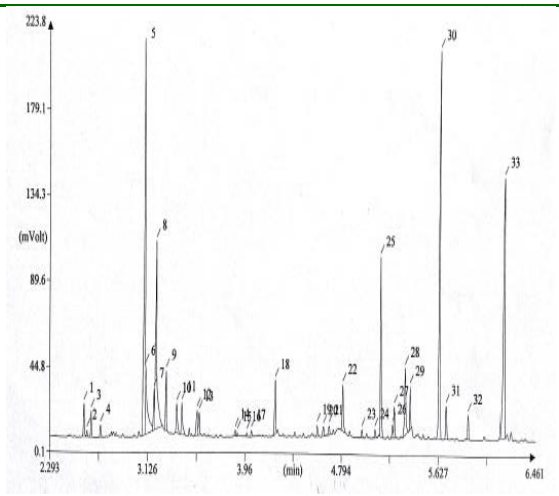
شکل ۳) کروماتوگرام اثر نانوکلات آهن ۰/۵ گرم بر لیتر

Figure 3) chromatograms of effect of nano-chelated iron (0.5 g/L)



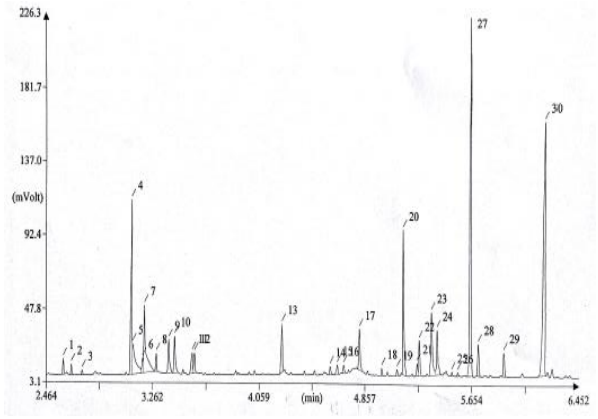
شکل ۴) کروماتوگرام اثر نانوکلات آهن ۱ گرم بر لیتر

Figure 4) chromatograms of effect of nano-chelated iron (1 g/L)



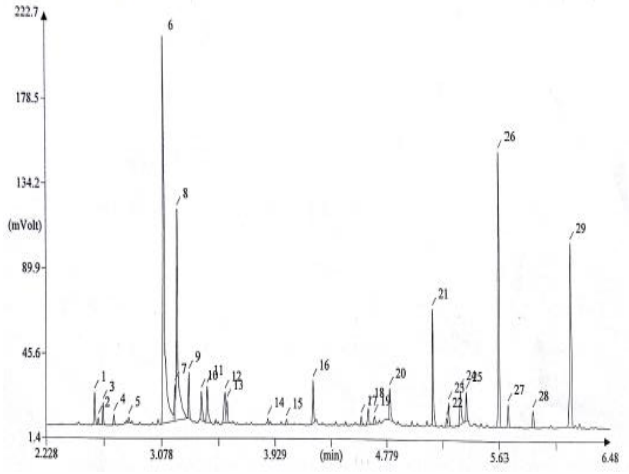
شکل ۶) کروماتوگرام اثر نانوکلات پتاسیم ۰/۵ گرم بر لیتر

Figure 6) chromatograms of effect of nano-chelated potassium (0.5 g/L)



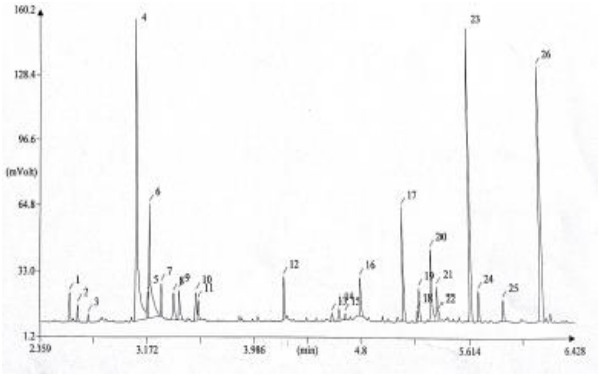
شکل ۵) کروماتوگرام اثر نانوکلات آهن ۱/۵ گرم بر لیتر

Figure 5) chromatograms of effect of nano-chelated iron (1.5 g/L)



شکل ۷) کروماتوگرام اثر نانوکلات پتاسیم ۱ گرم بر لیتر

Figure 7) chromatograms of effect of nano-chelated potassium (1 g/L)



شکل ۸) کروماتوگرام اثر نانوکلات پتاسیم ۱/۵ گرم بر لیتر

Figure 8) chromatograms of effect of nano-chelated potassium (1.5 g/L)

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد اعمال تیمارهای مختلف نانوکلات پتاسیم و آهن بر اکثر شاخص‌های رشد گیاه گل‌محمدی معنی‌دار نیست و تغییرات بارزی بین رشد گیاهان تیمار شده و شاهد مشاهده نشده است اما افزایش معنی‌داری در وزن تر و خشک برگ در سطوح پایین نانوکلات آهن نسبت به شاهد دیده شد. محلول‌پاشی نانوکلات آهن در بالاترین غلظت مصرفی، تأثیری بر سیستم فتوسنتزی گیاه و در نهایت در وزن تر و خشک برگ نداشته است. با توجه به نقش آهن در سیستم فتوسنتزی گیاه، محلول‌پاشی نانوکلات آهن در سطوح مناسب با افزایش دسترسی گیاه به آهن موجب بهبود فتوسنتز و ماده‌سازی در گیاه شده و در نتیجه وزن خشک و تر برگ را افزایش داده است. پژوهش‌های پیشین نشان داده است که آهن در سطوح بالاتر می‌تواند باعث واکنش فنتون[1] در سلول و به دنبال آن تجمع گونه‌های فعال اکسیژن و ایجاد تنش اکسیداتیو شود، تنش اکسیداتیو می‌تواند سبب تغییر در فعالیت آنزیم‌ها، آزاد شدن کلسیم از فضاهای سلولی، تخریب غشاء و کاهش رشد سلول گردد.[۲۲] محلول‌پاشی اکسید آهن به شکل نانوذرات در مقایسه با شکل معمول آن‌ها تأثیر مثبت بیش‌تری بر تجمع ماده خشک در گیاه ذرت نشان داد.[۱۰] همچنین نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش پیوندی و همکاران مبنی بر عدم مشاهده تفاوت رشدی بارز بین تیمار نانوکلات آهن و شاهد در گیاه مرزه همسو است.[۲۰]

درصد اسانس گل‌محمدی با مصرف ۰/۵ گرم بر لیتر نانوکلات آهن افزایش و سپس با افزایش غلظت کاهش یافته است که قبلاً نیز مطالعه پیوندی و همکاران در گیاه مرزنجوش نشان داد که افزایش آهن خاک باعث کاهش محتوای اسانس گیاه می‌شود.[۲۰] افزایش آهن ممکن است با کاهش کلروفیل و یا فتوسنتز همراه شده و بدین ترتیب از یک سو به کاهش رشد و از سوی دیگر به کاهش میزان فراهم شدن پیش‌سازهای ترکیبات فنلی مورد نیاز برای سنتز اسانس‌ها، منتهی گردد.[۲۲] مصرف نانوکلات پتاسیم نیز در سطح اول و دوم آن باعث افزایش ولی در سطح سوم باعث کاهش در مقدار اسانس شده است. در بررسی اثر سطوح مختلف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر درصد اسانس بابونه در کوبا این نتایج به‌دست آمده است که با افزایش مقادیر نیتروژن و فسفر درصد اسانس افزایش می‌یابد در حالی که افزایش پتاسیم موجب کاهش درصد اسانس می‌شود[۱۷] که نتایج پژوهش حاضر را تأیید می‌کند. این پژوهش نشان داد مصرف مقادیر بالای نانوکلات آهن و پتاسیم باعث کاهش مقدار اسانس به دست آمده از گل‌ها می‌شود که این موضوع اهمیت دقت در مصرف کودها را بیش از پش آشکار می‌کند که نه تنها کمبود آن‌ها می‌تواند مقدار اسانس به‌دست آمده را کاهش دهد بلکه مصرف بیش از اندازه آن‌ها نیز نمی‌تواند تضمین کننده بیش‌ترین تولید قابل دسترس باشد.

مواد مؤثره اگرچه اساساً با هدایت فرآیندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند ولی ساخت آن‌ها به طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند.[۱۱] بنابراین، وجود اختلاف در میانگین

[1] fenton

درصد اجزای اسانس و یکی بودن منشاء بوته‌های استفاده شده در کلیه تیمارها نشان می‌دهد که این ترکیبات تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار دارند. نتایج این پژوهش نشان داد که مهم‌ترین ترکیبات اسانس گل‌محمدی تری‌کوزان، هنی‌کوزان، سیترونلول، ژرانیول و نونادکان می‌باشد. ترکیبات عمده اسانس گل‌محمدی در سایر پژوهش‌ها به ترتیب تری‌کوزان، سیترونلول و نرول[۲۴]، نونادکان[۱۵]، لینالول، سیترونلول و ژرانیول[۲۱]، سیترونلول، ژرانیول، فیل‌اتیل‌الکل[۲۶] گزارش شده است. با بررسی نتایج این پژوهش و همچنین نتایج دیگر پژوهش‌گران می‌توان نتیجه گرفت که عوامل زیادی وجود دارند که سبب تغییر در کمیت و کیفیت اسانس می‌شوند که عناصر غذایی و تغذیه یکی از عوامل تغییر در مقدار ترکیبات اسانس می‌باشد. سیترونلول و ژرانیول به عنوان دو ترکیب مهم منوترپنی در اسانس رُز، به عنوان مهم‌ترین شاخص بررسی رایحه اسانس رُز برای استفاده در صنعت مورد توجه قرار می‌گیرند.[۱۸] از این رو، با دانستن رابطه بین تیمارهای مختلف و درصد هر یک از عناصر می‌توان اقدام به اعمال تیمارهای خاص با هدف به‌دست آوردن درصد بالایی از ترکیب خاص کرد. در پژوهش حاضر، آهن در سطح اول و دوم باعث افزایش، در سطح سوم باعث کاهش و نانوکلات پتاسیم در تمامی سطوح باعث افزایش سیترونلول و ژرانیول شده است. در پژوهشی مشابه روی گل‌محمدی مشاهده شد که اعمال تیمار نانوکلات آهن باعث تغییر در میزان سیترونلول، نونادکان، هنی‌کوزان و تری‌کوزان شده است[۱۵] که نتایج ما را تأیید می‌کند. در پژوهشی روی به‌لیمو نیز افزایش سطح نانوکلات آهن سبب کاهش ژرانیول شده که می‌تواند تأیید نتایج حاضر در مورد تأثیر نانوکلات آهن باشد.[۲۷] پتاسیم به عنوان یکی از عناصر پرمصرف در انجام واکنش‌های داخلی گیاه نقش کلیدی دارد تا حدی که به آن عنصر کیفیت می‌گویند.[۱۶] ممکن است پتاسیم به عنوان کوآنزیم برای آنزیم‌های مختلفی در مسیر بیوسنتز ترپنوئیدها نقش داشته باشند.[۱۳] در پژوهشی روی گل‌محمدی، پتاسیم به همراه ترکیبی از نیتروژن و فسفر باعث افزایش سیترونلول و ژرانیول به ترتیب به میزان ۳۹ و ۳۶٪ شده است[۲۱] که تأیید کننده پژوهش حاضر در مورد تأثیر نانوکلات پتاسیم بر افزایش مقدار سیترونلول و ژرانیول در گل‌محمدی می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی محلول‌پاشی نانوکلات آهن در سطوح ۰/۵ و ۱ گرم بر لیتر باعث افزایش وزن تر و خشک برگ نسبت به شاهد شد ولی در کل، اعمال تیمارهای کودی بر بیشتر صفات گل‌محمدی اثر چندانی نداشت. همچنین بیشترین مقدار اسانس گل‌محمدی در تیمار نانوکلات پتاسیم ۱ گرم بر لیتر و کمترین آن نیز در تیمار نانوکلات پتاسیم ۱/۵ گرم بر لیتر مشاهده شد. سیترونلول و ژرانیول مهم‌ترین ترکیب اقتصادی و دارویی اسانس گل‌محمدی بوده و نانوکلات پتاسیم در افزایش میزان سیترونلول و ژرانیول تأثیر بهتری نسبت به نانوکلات آهن از خود نشان داد و غلظت‌های مختلف نانوکلات پتاسیم سبب افزایش سیترونلول و ژرانیول گردید در حالی که نانوکلات آهن در غلظت بالا اثر منفی بر تولید آن‌ها در اسانس گل‌محمدی نشان داد. در برخی ترکیبات مهم دیگر نیز مانند هنی‌کوزان و تری‌کوزان تیمارهای کودی مختلف نه تنها باعث افزایش نشده بلکه با مصرف این تیمارها از مقدار آن‌ها کاسته شده است. بنابراین، محلول‌پاشی با انوکلات آهن و پتاسیم می‌تواند در راستای افزایش عملکرد کمی و کیفی اسانس گل‌محمدی گام برداشت.

References

1. Aghazadeh-Khalkhali D, Mehrafarin A, Abdossi V, Naghdi Badi H (2015) Mucilage and seed yield of psyllium (*Plantago psyllium* L.) in response to foliar application of nano iron and potassium chelate fertilizer. Journal of Medicinal Plants 56(4): 23-34. [In Persian]
2. Ardogan BC, Baydar H, Kaya S, Demirci M, Ozbasar D, Mum UE (2002) Antimicrobial activity and chemical composition of some essential oils. Archives of Pharmacal Research 25(6): 860-864.
3. Askary M, Talebi SM, Amini F, Dousti Balout Bangan A (2016) Effect of NaCl and iron oxide nanoparticles on (*Mentha piperita*) essential oil composition. Environmental and Experimental Biology 14(1): 27-32.
4. Azad H, Fakheri B, Mehdi Nejhad N, Parmoon G (2017) Response of different irrigation on nano iron chelated to chamomile (*Matricaria Chamomilla* L.) genotypes. Journal of Crop Ecophysiology 11(3): 565-548.
5. Baydar H, Baydar NG (2004) 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(2): 251-255.
6. Cakmak I (2005) The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 168(4): 521–530.
7. Cakmak I (2008) Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification. Plant soil 302(1): 1-17.
8. Daneshkhah M, Kafi M, Nikbakht A, Mirjalili MH (2007) Effects of different levels of nitrogen and potassium fertilizers on flower yield and essential oil cotent of *Rosa damascene* MILL. from Barzok of Kashan. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 8(2): 83-90. [In Persian]
9. Fathi-Amirkhiz K, Amini-Dehagi M, Heshmati S (2015) The effect of chelated iron on chlorophyll content, quantum efficiency of photosystem II and some biochemical traits of safflower in low irrigation condition. Iranian Journal of Field Crop Science 46(1): 137-145. [In Persian]
10. Fathi AR, Zahedi M (2014) Effect of foliar application of iron oxide nanoparticles on the growth and ionic content in two maize genotypes differing in soil salinity. Journal of Agricultural Research 12(1): 11-17.
11. Heidari F, Zehtab Salmasi S, Javanshir A, Aliari H (2008) Dadpoor M R. The effect of plant density on yield and production of essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.). Journal of Water and Soil Science 12(45): 501-510. [In Persian]
12. Jafarzadeh R, Jami Moeini M, Hokm Abadi MR (2013) Response of yield and yield components in wheat to soiland foliar application of nano potassium fertilizer. Journal of Crop Production Research 5(2): 189-197.
13. Kapoor R, Giri B, Mukeji KG (2004) Improved growth and essential oil yield and quality in (*Foeniculum vulgare* mill) on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresour Technol 93(3):307-311.
14. Koocheki A, Khajeh-Hosseini M (2008) Modern agriculture. SID Press: Mashhad. 704 p.
15. Layeghhaghighi M, Hassanpour Asil M, Abbaszadeh B (2016) Effect of nano chelated iron on essential oil percentage and essential oil compounds of (*Rosa damascena* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 32(1): 138-147. [In Persian with English abstract]
16. Malakuoti MJ (2000) General diagnosis method and essentiality of optimum fertilizers application. 5nd Ed. Tarbiat Modaress University Press 131p.
17. Meawad AA, Awad AE, Afify A (1984) The combined effect of Nfertilization and some growth regulators on chamomile plants. Journal of Acta Horticulture 144(16): 123-133.
18. Mirzaei M, Ahmadi N, Sefidkon F, Shojaeiyan A, Mazaheri A (2015) Evaluation of phytochemical profiling of damask rose (*Rosa damascena* Mill.) at various post-harvest incubation conditions and determination of the best hydro distillation time. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 31(4): 732-742. [In Persian]
19. Moghadam E, Mahmoodi Sourestani M, Farrokhian Firozi A, Ramazani Z, Eskandari F (2015) The effect of foliar application of iron chelate type on morphological traits and essential oil content of holy basil. Journal of Agricultural Corp Management 17(3): 595-606.
20. Peyvandi M, Mirza M, Kamali Jamakani Z (2011) The effect of nano fe chelate and fe chelate on the growth and activity of some antioxidant. New cellular and Molecular Biotechnology Journal 2(5): 25-32. [in Persian]
21. Rahmani A, Mirza M, Tabaei-Aghdai SR (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. [In Persian]

22. Rajabbeygi E, Ganati F, Sefidkon F (2008) The effect of iron on (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. Journal of Science University of Tehran 33(55):40-49. [In Persian]
23. Said-Al Ahl HAH, Abeer AM (2010) Effect of zinc and/or iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress. Ozean Applied Sciences 3(1): 97-111.
24. Sefidkon 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. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 22(4): 351-365. [in Persian]
25. Tousi P, Tajbakhsh M, Esfahani M (2014) Effect of spray application of Nano-Fe chelate, amino acid compounds and magnetic water on protein content and fatty acids composition of oil of soybean (*Glycine max*) in different harvest time. Iranian Journal of Crop Sciences 16(2): 125-136. [In Persian]
26. Yoosefi B, Ghasempoor HR, Yoosefi B, Tabaeii Aghdaie SR, Jaimand k (2016) Variations in chemical components of essential oils in 25 accessions of damask rose (*Rosa damascene* MILL.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 32(8): 98-114. [In Persian]
27. Zavar H (2017) Assessment of different concentrations of nano Fe-chelate and nano super micro perfect fertilizers on growth characteristics and yield of lemon verbena (*Lippia citriodora*). A thesis for the degree of Master of Science in horticultural science physiology and breeding of medicinal plant. Vali-e-Asr University of Rafsanjan 128 p.

Changes in essential oil content/composition and morpho-physiological traits of Damask rose affected by nano-potassium and nano-iron chelated

Agroecology Journal

Vol. 15, No. 3 (35-47)
(autumn 2019)

Milad Heydari[1] and Hassan Nourafcan[2]✉, Naser Nazari[3]

1 Young Researchers and Elite Club, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran
2 Department of Horticultural Sciences, Medicinal Plants and Organic products research Center, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran
3 Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran
✉ hassannourafcan@gmail.com **(corresponding author)**

Received: 25 April 2019 **Accepted:** 20 October 2019

Abstract To study the effect of nano-chelated iron and potassium foliar spraying on quality and quantity of damask rose essential oil and morpho-physiological characteristics, an experiment was conducted based on randomized complete block design in 2018 at Medicinal Plant Research Farm of Islamic Azad University, Miyaneh Branch. One year after the complete establishment of damask rose and during the blooming stage, plants were sprayed three times at intervals of 10 days by 0.5, 1 and 1.5 g/L nano chelated iron and potassium. The traits evaluated in this experiment were leaf fresh and dry weights, flower fresh weight, leaf length and width, chlorophyll content, flower and receptacle diameter, petal number, plant height, essential oil quantity and quality. Application of nano-chelated iron increased the leaf fresh and dry weights. The highest and the lowest percentages of essential oil were observed in nano-chelated potassium at 1 g/L (0.2%) and nano-chelated potassium at 1.5 g/L (0.06%), respectively. 18 combinations were identified in essential oil of damask rose and the highest components were determined in citronellol, geraniol, tricosane, nonadecane and henicosane. The citronellol (27.3%) and geraniol (14.17%) was obtained from nano-chelated potassium at 1 g/L and highest nonadecane (3.12%) and tricosane (21.17%) was obtained from nano-chelated iron at 1.5 g/L. The highest amount of henicosane (21.53%) was obtained in control treatment. Therefore, nano-chelated potassium at 1 g/L. can be used to give the highest essential oil yield and extraction of citronelol and geraniol, which are one of the most important economic compounds in damask rose.

Keywords

- Aromatic Ingredients
- Chromatography
- Leaf nutrition
- Nano particle
- Photochemical

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

10.22034/AEJ.2019.1875452.1108