

## تأثیر نانو کلات آهن بر کمیت و کیفیت اسانس گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.)

معصومه لایق حقیقی<sup>۱</sup>، معظم حسن پور اصیل<sup>۲</sup> و بهلول عباسزاده<sup>۳\*</sup>

۱- دانشجوی دکترا، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۲- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳- نویسنده مسئول، استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

پست الکترونیک: babaszadeh@rifr-ac.ir

تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۴

تاریخ اصلاح نهایی: فروردین ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۳

### چکیده

این آزمایش در سال ۹۲-۱۳۹۱ در مجتمع تحقیقاتی البرز- کرج (مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور) با استفاده از بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بر روی گل محمدی اجرا شد. تیمارها شامل کود نانو کلات آهن در ۶ سطح (صفر (شاهد)، ۱ بار محلول پاشی (۴ گرم بر بوته)، ۲ بار محلول پاشی (۸ گرم بر بوته)، ۳ بار محلول پاشی (۱۲ گرم بر بوته)، مصرف ۸ گرم بر بوته در خاک (۱ بار) و مصرف ۱۲ گرم بر بوته در خاک (۱ بار) بودند. محلول پاشی‌های نوبت اول همزمان با غنچه‌دهی، نوبت دوم و سوم به ترتیب ۱۰ و ۲۰ روز بعد انجام شد. مصرف در خاک نیز همزمان با غنچه‌دهی و همراه با آبیاری بود. نمونه‌ها به مدت ۳ ساعت با دستگاه کلونجر و به روش تقطیر با آب اسانس‌گیری شدند. درصد و نوع ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس مرحله اول اسانس‌گیری (اسانس گل‌های تازه) با استفاده از GC و GC/MS تعیین و شناسایی گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای اعمال شده بر درصد اسانس گل، درصد سیترونلول، نونادکان، هگزادکانول، ایکوزان، هنی‌کوزان، دوکوزان، تری‌کوزان و تتراکوزان گل تازه در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی‌دار داشت. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که درصد اسانس گل تازه در تیمار ۳ بار محلول پاشی با میانگین ۰/۰۷۱٪ بیشتر از ۱ بار محلول پاشی (۰/۰۶۱٪) و مصرف ۱۲ گرم بر بوته (۰/۰۵۱٪) و سایر تیمارها بود. ترکیب سیترونلول در تیمار ۱ بار محلول پاشی با میانگین ۶/۱۷٪ بیشترین و در تیمار شاهد با میانگین ۰/۳۶٪ کمترین مقدار بود. همچنین مشاهده شد که با مصرف ۱۲ گرم کلات آهن در خاک، بیشترین هنی‌کوزان با میانگین ۳۳/۷۷٪ بدست آمد. نتایج همبستگی درصد اسانس‌ها نشان داد که بین درصد اسانس گل تازه با ماندگاری اسانس در یخچال و نیز گل خشک شده در سایه رابطه مثبت معنی‌دار وجود داشت. همچنین مشاهده شد که سیترونلول با هگزادکانول ( $r = -0/82^*$ ) همبستگی منفی معنی‌دار داشت. نتایج نشان داد که با استفاده از روش مصرف کودها می‌توان در درصد اسانس و نوع ترکیب‌های اسانس گل محمدی تغییراتی بوجود آورد و تا حدودی نسبت به تولید گل با اهداف خاص اقدام کرد.

واژه‌های کلیدی: نونادکان، هگزادکانول، سیترونلول، محلول پاشی، نانو کلات آهن.

## مقدمه

گل محمدی با نام علمی *Rosa damascena* Mill. یکی از گونه‌های ارزشمند گیاهیست. سابقه کشت آن در بسیاری از کشورها از جمله ایران، آمریکا، انگلستان، بلغارستان، ترکیه، ژاپن و هند گزارش شده است. این گیاه به صورت خودرو در بسیاری از نقاط جهان پراکنش دارد (Babaei *et al.*, 2007)؛ (Babaei *et al.*, 2008). خاستگاه و رویشگاه آغازین گیاه گل محمدی، ایران و خاورمیانه می‌باشد (Chevallier, 1996). گل محمدی هنوز هم به صورت خودرو و وحشی در سوریه، مراکش و استرالیا رشد می‌کند (طبیعی عقدائی و همکاران، ۱۳۸۴). اسانس گل محمدی از باارزش‌ترین اسانس‌ها بوده، و در صنایع تولید عطر و ادکلن موارد مصرف فراوانی داشته و یکی از گران‌ترین اسانس‌های جهان است (بابایی، ۱۳۸۶). همچنین در فرآورده‌های بهداشتی-آرایشی (انواع کرم‌های آرایشی، لوسیون‌ها و صابون‌ها، شامپو، شیر پاک‌کن و حمام‌های زیبایی)، در صنایع غذایی (انواع شیرینی‌جات، نوشیدنی‌ها، پودینگ و ژله)، صنایع داروسازی و معطر کردن فضا کاربرد دارد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۷؛ نیکبخت و کافی، ۱۳۸۹). در عطر درمانی به عنوان یک مسکن ملایم ضدافسردگی و ضدالتهاب مورد استفاده قرار می‌گیرد (کافی و ریاضی، ۱۳۸۱). مهم‌ترین اجزاء تشکیل‌دهنده اسانس را سیترونلول، تری‌کوزان، اوژنول، سیترال، نرول و فارتزول تشکیل می‌دهد (Ardogan *et al.*, 2002). در بررسی ترکیب‌های اسانس گل محمدی کشت شده در کاشان، بیش از ۹۵ ترکیب ماکرو و میکرو وجود داشت که ۱۸ ترکیب اصلی بیش از ۹۵٪ از حجم اسانس را به خود اختصاص دادند (Loghmani-Khouzani *et al.*, 2007). طبق گزارش Sefidkon و همکاران (۲۰۰۷) اگرچه اسانس گل محمدی، مخلوط پیچیده‌ای از بیش از ۱۰ ترکیب مختلف می‌باشد، ترکیب بیشتری که از شکوفه‌های گل بدست می‌آید، فنیل اتیل الکل بوده و دیگر ترکیب‌های اصلی آن شامل الکل‌های تری‌کوزان، سیترونلول و نرول می‌باشد. همچنین مقدار و ترکیب اسانس گل محمدی تحت تأثیر تاریخ برداشت گل و زمان اسانس‌گیری قرار می‌گیرد (Baydar & Baydar, 2005). میزان

تری‌کوزان اسانس به ترتیب از گلبرگ‌های مرکزی به سمت گلبرگ‌های بیرونی و میزان سیترونلول به ترتیب از گلبرگ‌های بیرونی به سمت گلبرگ‌های مرکزی افزایش می‌یابد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۷). عنصر آهن برای ساخت کلروفیل ضروریست و در تثبیت نیتروژن، فتوسنتز و انتقال الکترون نقش دارد (Bennet, 1993). این عنصر برای ساخت پروتئین مورد نیاز است و یک جزء از هموپروتئین است. همچنین آهن جزئی از تعدادی از آنزیم‌هاست که به عنوان بخشی از سیتوکروم و هموگلوبین در سیستم‌های آنزیمی تنفس انجام وظیفه می‌کند (Bennet, 1993). خاک‌هایی که با کمبود آهن روبرو هستند دارای pH بالاتر از ۶ هستند (Fageria, 1990) و اغلب بافت سنی دارند، هرچند کمبود این عنصر در خاک‌هایی با بافت ریز نیز دیده شده است (Brown, 1961). در بیشتر خاک‌های آهکی کمبود آهن یک مشکل بالقوه است (Lucena & Chaney, 2007). عواملی که می‌توانند در کمبود آهن در گیاهان دخیل باشند شامل کمبود آهن در خاک، مصرف زیاد فسفر و آهک، مقدار زیاد فلزات سنگین مثل روی، مس و منگنز، درجه حرارت کم یا زیاد، مقدار زیاد نیتروژن به صورت نترات، تهویه ضعیف، نسبت‌های کاتیونی نامتوازن و آلودگی ریشه به نماتدها می‌باشد (Fageria, 1990). تحقیقات اخیر نشان می‌دهند که مقدار اندکی از عناصر غذایی به خصوص آهن، روی و منگنز که از طریق محلول‌پاشی به گیاهان داده می‌شوند، موجب افزایش معنی‌دار عملکرد گیاهان می‌گردند (Sarkar *et al.*, 2007). 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 و با اهمیت باشد (Cakmak, 2008). بنابراین محلول‌پاشی به عنوان یک روش نسبتاً جدید و بحث برانگیز تغذیه گیاهان می‌باشد و با کاربرد کودهای مایع بر روی برگ‌های گیاه انجام می‌شود که به طور مستقیم جذب بافت‌ها و اندام‌های گیاه می‌شود (Lanauskas *et al.*, 2006). طی بررسی تأثیر روی بر رشد، گلدهی و غلظت مواد شیمیایی گیاه مریم‌گلی ملاحظه شد که

گل محمدی از توده کاشان قرار داشت. قبل از اجرای آزمایش، نمونه‌های خاک مزرعه تا عمق ۷۰ سانتی‌متر برداشت و آنالیز شد (جدول ۱). آبیاری مزرعه به صورت قطره‌ای انجام شد. تیمارها شامل کود نانو کلات آهن در ۶ سطح (صفر (شاهد)، ۱ بار محلول‌پاشی (۴ گرم بر بوته)، ۲ بار محلول‌پاشی (۸ گرم بر بوته)، ۳ بار محلول‌پاشی (۱۲ گرم بر بوته)، مصرف ۸ گرم بر بوته در خاک (۱ بار) و مصرف ۱۲ گرم بر بوته در خاک (۱ بار) براساس نتایج Samadiyan-Sarbangholi و همکاران (۲۰۱۳) بود. محلول‌پاشی نوبت اول همزمان با غنچه‌دهی، نوبت دوم و سوم به ترتیب ۱۰ و ۲۰ روز بعد اعمال شد. مصرف در خاک نیز همزمان با غنچه‌دهی و همراه با آب آبیاری بود. به منظور تعیین میزان آب مورد استفاده برای محلول‌پاشی، یک روز قبل از محلول‌پاشی بوته‌های مورد نظر با آب محلول‌پاشی شدند و میزان آب مصرفی مشخص شد. نتایج (محلول‌پاشی ۳۰ بوته با آب قبل از اعمال تیمارها) نشان داد که برای محلول‌پاشی هر بوته ۲ لیتر آب نیاز است. بنابراین برای هر بوته ۲ لیتر آب و ۴ گرم کود نانو کلات آهن در نظر گرفته شد. در این تحقیق از گل‌های روز دهم، بیستم و سیام بعد از اولین مرحله محلول‌پاشی و مصرف تیمارهای خاکی، نمونه‌برداری گردید. نمونه‌ها به ۴ قسمت تقسیم گردید، یک قسمت از گل‌ها در همان روز اسانس‌گیری شد. قسمت دیگر نیز در سایه و با جریان هوا خشک گردید و پس از خشک شدن اقدام به اسانس‌گیری گردید. دو قسمت باقی‌مانده در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۱ و ۲ هفته نگهداری گردیده و در موعد مقرر از نمونه‌های تر اسانس‌گیری بعمل آمد. نمونه‌ها به مدت ۳ ساعت با دستگاه کلونجر و به روش تقطیر با آب اسانس‌گیری شدند. درصد اسانس براساس وزن خشک گل و برای هر تیمار میانگین ۳ نوبت برداشت در هر تکرار در نظر گرفته شد. درصد و نوع ترکیب‌های اسانس مرحله اول اسانس‌گیری (اسانس گل‌های تازه) با استفاده از GC و GC/MS تعیین گردید. محاسبات آماری مورد نیاز با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS انجام شد. برای تبدیل برخی از داده‌ها از تبدیل مناسب (جدری یا زاویه‌ای) استفاده شد و مقایسه میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گردید.

مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر روی تأثیر معنی‌داری بر صفات مربوط به گلدهی شامل تعداد گل، وزن تازه گل، ارتفاع بوته، تعداد برگ‌ها و ساقه‌های فرعی داشت (Nahed & Balba, 2007). محلول‌پاشی نعنای با غلظت‌های متفاوت از محلول کلرید روی (۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۳ و ۳/۵ پی‌پی‌ام) اثر معنی‌دار بر ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های فرعی، تعداد برگ و درصد اسانس داشت (Akhtar et al., 2009). تیمار محلول‌پاشی با عناصر کم‌مصرف (آهن و روی) باعث افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک، سطح برگ گیاه، درصد اسانس بوته و برگ گیاه دارویی نعنای فلفلی شد (Zehtab-Salmasi et al., 2008). طبق نتایج Heidari و همکاران (۲۰۰۸)، محلول‌پاشی نعنای فلفلی با عناصر ریزمغذی بیشترین عملکرد خشک و عملکرد اسانس را در واحد سطح تولید کرد. محلول‌پاشی گشنیز با روی و آهن در مراحل رشد رویشی، گلدهی و تشکیل میوه سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد انشعابات ساقه، وزن تر، درصد اسانس گیاه و عملکرد دانه شد (Said-Al Ahl & Omer, 2009). مصرف ۵۰ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک موجب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد خشک بوته و کاپیتول، و غلظت روی در اندام‌های هوایی بابونه آلمانی شد (Grejtovsky et al., 2006). مصرف آهن، روی، بر و منیزیم منجر به افزایش معنی‌دار تعداد چتر در بوته گشنیز شد و تعداد چتر در بوته بیشترین همبستگی را با عملکرد بذر داشت. علاوه بر این، مصرف عنصر روی بر افزایش عملکرد بذر، وزن خشک شاخه و برگ، ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی نسبت به شاهد معنی‌دار بود (رحیمی و همکاران، ۱۳۸۸).

به‌منظور افزایش دوره ماندگاری اسانس گل و همچنین تأثیر تیمارهای تغذیه با نانو کود کلات آهن بر ترکیب‌های اسانس گل محمدی این تحقیق انجام شد.

## مواد و روشها

این بررسی در مجتمع تحقیقاتی البرز (مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور) در سال ۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. این تحقیق با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاصله بوته‌ها از یکدیگر ۳ متر و در هر کرت ۳ پایه ۴ ساله

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی گل محمدی

| درصد<br>اشباع<br>(S.P) | هدایت الکتریکی<br>(EC) ds/m | Ph خاک | درصد<br>ازت کل | درصد ماده<br>آلی<br>(OM) | درصد کربن<br>آلی<br>(O.C) | آهن<br>(mg/kg) | روی<br>(mg/kg) | فسفر<br>(mg/kg) | پتاسیم<br>(mg/kg) | درصد<br>شن | درصد<br>لای | درصد<br>رس | بافت<br>خاک |
|------------------------|-----------------------------|--------|----------------|--------------------------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|------------|-------------|------------|-------------|
| ۳۵/۲۹                  | ۱/۰۲                        | ۷/۴۸   | ۰/۰۹           | ۲/۲۹                     | ۱/۳۳                      | ۲/۱۸           | ۰/۳۷           | ۸/۱۶            | ۳۶۷               | ۲۵/۵۱      | ۳۸/۷۸       | ۳۵/۷۱      | رسی         |

جدول ۲- تجزیه واریانس درصد اسانس گل تازه، گل‌های تر نگهداری شده در یخچال و گل خشک در گل محمدی تحت تیمارهای مختلف تغذیه (۱۳۹۲)

| میانگین مربعات (درصد اسانس) |               |                          |                             |                             |                     |               |
|-----------------------------|---------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|---------------|
| منابع<br>تغییرات            | درجه<br>آزادی | گل تازه<br>(زمان برداشت) | گل تر<br>(یک هفته در یخچال) | گل تر<br>(دو هفته در یخچال) | گل خشک<br>(در سایه) | میانگین<br>کل |
| تکرار                       | ۲             | ۰/۰۰۰۰۲ **               | ۰/۰۰۰۰۲ ns                  | ۰/۰۰۰۰۳ **                  | ۰/۰۰۰۰۰۷ ns         | ۰/۰۰۰۰۰۱ **   |
| تیمار                       | ۵             | ۰/۰۰۰۰۵ **               | ۰/۰۰۰۰۵ **                  | ۰/۰۰۰۰۴ **                  | ۰/۰۰۰۰۳ **          | ۰/۰۰۰۰۴ **    |
| خطا                         | ۱۰            | ۰/۰۰۰۰۰۰۷                | ۰/۰۰۰۰۰۱                    | ۰/۰۰۰۰۰۰۲۴                  | ۰/۰۰۰۰۰۰۷           | ۰/۰۰۰۰۰۰۱     |

ns و \*\*: به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس درصد برخی از ترکیب‌های اسانس گل محمدی تحت تیمارهای مختلف تغذیه (۱۳۹۲)

| میانگین مربعات   |               |             |            |             |          |             |          |           |             |
|------------------|---------------|-------------|------------|-------------|----------|-------------|----------|-----------|-------------|
| منابع<br>تغییرات | درجه<br>آزادی | citronellol | nonadecane | hexadecanol | eicosane | heneicosane | docosane | tricosane | tetracosane |
| تکرار            | ۲             | ۰/۱۲ ns     | ۱۹/۲۸ **   | ۰/۲۷ **     | ۰/۲۵ **  | ۳۱/۶ **     | ۰/۱۷ **  | ۱۲/۹۲ **  | ۰/۰۳ **     |
| تیمار            | ۵             | ۱۳/۹۳ **    | ۶/۹۳ **    | ۲/۰۷ **     | ۰/۳۸ **  | ۱۳/۵ **     | ۰/۰۳ **  | ۵/۳۷ **   | ۰/۲۷ **     |
| خطا              | ۱۰            | ۰/۰۸        | ۰/۳۵       | ۰/۰۰۹       | ۰/۰۰۲    | ۰/۸۳        | ۰/۰۰۲    | ۰/۲۱      | ۰/۰۰۲       |

\*: نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشد.

## نتایج

نتایج مقایسه میانگین تیمارها در جدول ۴ نشان می‌دهد که بیشترین درصد اسانس در گل تازه، گل تر نگهداری شده به مدت یک هفته در یخچال، دو هفته در یخچال، ماده خشک و همچنین میانگین کل در تیمار سه بار محلول‌پاشی به ترتیب با میانگین‌های ۰/۰۷۱، ۰/۰۷، ۰/۰۵۴، ۰/۰۵۳ و ۰/۰۶۲ درصد بود (جدول ۴). همچنین حداقل درصد اسانس در گل تازه (۰/۰۳۵٪)، گل تر نگهداری شده در یخچال به مدت ۱ هفته (۰/۰۳۱٪) و ۲ هفته (۰/۰۰۲٪) و نیز گل خشک شده در سایه (۰/۰۲۴٪) از تیمار شاهد بدست آمد.

نتایج تجزیه واریانس درصد اسانس‌ها نشان داد که تیمارهای اعمال شده بر درصد اسانس گل در سطح ۱٪ اثر معنی‌دار داشت (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس درصد ترکیب‌های اسانس نشان داد که تیمارهای اعمال شده بر درصد سیترونلول، هگزادکانول، نونادکان، ایکوزان، هنی‌کوزان، دوکوزان، تری‌کوزان و تتراکوزان گل تازه در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی‌دار داشت (جدول ۳).

جدول ۴- مقایسه میانگین درصد اسانس گل تازه، گل‌های تر نگهداری شده در یخچال و گل خشک در گل محمدی تحت تیمارهای

مختلف تغذیه (۱۳۹۲) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۵٪

| میانگین درصد اسانس |                  |   |   |                       |                   |
|--------------------|------------------|---|---|-----------------------|-------------------|
| میانگین کل         | گل خشک (در سایه) | گل تر (دو هفته بعد از نگهداری در یخچال) | گل تر (یک هفته بعد از نگهداری در یخچال) | گل تازه (زمان برداشت) |                   |
| ۰/۰۲۷ e            | ۰/۰۲۴ d          | ۰/۰۲ e                                  | ۰/۰۳۱ d                                 | ۰/۰۲۵ f               | شاهد              |
| ۰/۰۴۸ b            | ۰/۰۴۵ b          | ۰/۰۳۴ c                                 | ۰/۰۵۵ b                                 | ۰/۰۶ b                | ۱ بار محلول‌پاشی  |
| ۰/۰۳۳ d            | ۰/۰۳۲ c          | ۰/۰۲۴ d                                 | ۰/۰۳۶ d                                 | ۰/۰۴۱ e               | ۲ بار محلول‌پاشی  |
| ۰/۰۶۲ a            | ۰/۰۵۳ a          | ۰/۰۵۴ a                                 | ۰/۰۷ a                                  | ۰/۰۷۱ a               | ۳ بار محلول‌پاشی  |
| ۰/۰۴۲ c            | ۰/۰۴۱ b          | ۰/۰۴ b                                  | ۰/۰۴۳ c                                 | ۰/۰۴۶ d               | ۸ گرم کود در خاک  |
| ۰/۰۴۳ c            | ۰/۰۴ b           | ۰/۰۳۳ c                                 | ۰/۰۴۷ c                                 | ۰/۰۵۱ c               | ۱۲ گرم کود در خاک |

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست.

آهن مصرف شده در خاک به ترتیب با میانگین‌های ۵/۱۱٪ و ۵/۰۹٪ دارای بیشترین مقدار بود. مقایسه میانگین ترکیب‌های اسانس نشان داد که با مصرف ۱۲ گرم کود آهن در خاک بیشترین میزان هنی‌کوزان با میانگین ۳۳/۷۷٪ مشاهده شد و نیز دوکوزان در سه بار محلول‌پاشی و مصرف ۸ گرم کود آهن در خاک با میانگین ۰/۹۹٪ دارای بیشترین مقدار بود. همچنین بیشترین میزان دو ترکیب تری‌کوزان و تتراکوزان را تیمار سه بار محلول‌پاشی به ترتیب با میانگین‌های ۱۱/۲۵٪ و ۰/۸۷٪ داشت (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین تجزیه اسانس گل تازه نشان داد که ترکیب سیترونلول موجود در اسانس در تیمار یک‌بار محلول‌پاشی با میانگین ۶/۱۷٪ دارای بیشترین و در تیمار شاهد با میانگین ۰/۳۶٪ دارای کمترین مقدار بود. بیشترین مقدار نونادکان در تیمار دو بار محلول‌پاشی و شاهد به ترتیب با میانگین‌های ۴۲/۸۳٪ و ۴۳/۳۲٪ وجود داشت. بیشترین مقدار هگزادکانول در تیمار شاهد با میانگین ۶/۵۷٪ و کمترین مقدار آن در تیمار یک‌بار محلول‌پاشی (۴/۱۲٪) مشاهده شد. همچنین ایکوزان در تیمار دو بار محلول‌پاشی و ۱۲ گرم کود

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد برخی از ترکیب‌های اسانس گل محمدی تحت تیمارهای مختلف تغذیه (۱۳۹۲) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪

| میانگین درصد ترکیب‌ها |           |          |             |          |             |            |             | تیمارها / شاخص بازداری |
|-----------------------|-----------|----------|-------------|----------|-------------|------------|-------------|------------------------|
| tetracosane           | tricosane | docosane | heneicosane | eicosane | hexadecanol | nonadecane | Citronellol |                        |
| ۲۳۸۵                  | ۲۳۰۳      | ۲۲۰۰     | ۲۱۱۰        | ۲۰۰۶     | ۱۸۹۵        | ۱۹۱۳       | ۱۲۳۲        | شاهد                   |
| ۰/۰۲ e                | ۸/۰۴ d    | ۰/۸۲ b   | ۳۰/۱۲ b     | ۴/۹۳ b   | ۶/۵۷ a      | ۴۳/۳۲ a    | ۰/۲۶ d      | یک بار محلول پاشی      |
| ۰/۳۷ d                | ۷/۶۶ d    | ۰/۷۶ b   | ۳۱/۲۸ b     | ۴/۹۴ b   | ۴/۱۲ e      | ۴۰/۳۱ bc   | ۶/۱۷ a      | دو بار محلول پاشی      |
| ۰/۵ c                 | ۹/۴۶ bc   | ۰/۸۲ b   | ۳۱/۴۲ b     | ۵/۱۱ a   | ۵/۶۸ c      | ۴۲/۸۳ a    | ۰/۴۶ d      | سه بار محلول پاشی      |
| ۰/۸۷ a                | ۱۱/۲۵ a   | ۰/۹۹ a   | ۲۸/۴۵ c     | ۴/۴۴ c   | ۵/۷۴ c      | ۴۰/۸۳ b    | ۰/۳۶ c      | ۸ گرم در خاک           |
| ۰/۷۴ b                | ۱۰/۲۳ b   | ۰/۹۹ a   | ۲۸/۰۶ c     | ۴/۲۶ d   | ۶/۰۸ b      | ۴۰/۹۸ b    | ۲/۷۲ b      | ۱۲ گرم در خاک          |
| ۰/۴۱ cd               | ۸/۰۴ c    | ۰/۸ b    | ۳۳/۷۷ a     | ۵/۰۹ a   | ۵/۳۲ d      | ۳۹/۳۴ c    | ۲/۲۸ b      |                        |

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست.

همبستگی منفی معنی‌دار مشاهده شد.  $(r=-0/79^{**})$  و تتراکوزان  $(r=-0/49^*)$  همبستگی منفی معنی‌دار مشاهده شد. هنی‌کوزان با تری‌کوزان  $(r=-0/71^{**})$  و تتراکوزان  $(r=-0/49^*)$  همبستگی منفی معنی‌دار داشت. همبستگی مثبت معنی‌دار بین تری‌کوزان با تتراکوزان  $(r=0/74^{**})$  مشاهده شد (جدول ۶).

همبستگی منفی معنی‌دار بین ترکیب سترانلول با هگزادکانول  $(r=-0/82^{**})$  مشاهده شد. هگزادکانول با نونادکان  $(r=0/54^*)$  همبستگی مثبت معنی‌دار نشان داد. نونادکان با هنی‌کوزان  $(r=-0/61^{**})$  و دوکوزان  $(r=-0/6^{**})$  همبستگی منفی معنی‌دار داشت. بین ایکوزان با دوکوزان

جدول ۶- همبستگی ساده درصد ترکیب‌های اسانس گل محمدی تحت تیمارهای مختلف تغذیه (۱۳۹۲)

| tetracosane | tricosane | docosane | heneicosane | eicosane | hexadecanol | nonadecane | citronellol |             |
|-------------|-----------|----------|-------------|----------|-------------|------------|-------------|-------------|
|             |           |          |             |          |             |            | ۱           | citronellol |
|             |           |          |             |          |             |            | ۱           | hexadecanol |
|             |           |          |             |          | ۱           | ۰/۵۴ *     | ۰/۳۷ ns     | nonadecane  |
|             |           |          |             | ۱        | ۰/۳۹ ns     | -۰/۱۵ ns   | -۰/۰۱ ns    | Eicosane    |
|             |           |          | ۱           | ۰/۲۴ ns  | -۰/۶ **     | -۰/۴۳ ns   | ۰/۰۴ ns     | heneicosane |
|             |           |          |             | **       |             |            |             |             |
|             |           | ۱        | ۰/۲۲ ns     | -۰/۷۹    | -۰/۶۱ **    | ۰/۰۷ ns    | -۰/۱۸ ns    | docosane    |
|             | ۱         | -۰/۱۹ ns | -۰/۷۱ **    | -۰/۱ ns  | ۰/۳۹ ns     | ۰/۳۹ ns    | -۰/۲۳ ns    | tricosane   |
| ۱           | ۰/۷۴ **   | ۰/۲۵ ns  | -۰/۴۹ *     | -۰/۴۹ *  | -۰/۱۳ ns    | -۰/۰۱ ns   | ۰/۰۷ ns     | tetracosane |

ns. \* و \*\*: به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود همبستگی، همبستگی در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

## بحث

نتایج نشان داد که بین تیمارهای مختلف در صفت درصد اسانس اختلاف آماری وجود داشت و حداکثر اسانس از گل‌های تازه بدست آمد و با نگهداری گل در یخچال و نیز در گل‌های خشک شده از درصد اسانس کاسته شد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بهترین زمان اسانس‌گیری بلافاصله بعد از برداشت گل‌ها می‌باشد و در صورت عدم امکان می‌توان گل‌های تازه را حداکثر به مدت ۱ هفته در یخچال و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری کرد. لازم به یادآوری است که در این آزمایش، گل‌های نگهداری شده در حدود ۶۰۰ گرم و به مقدار مورد نیاز برای آزمایش بوده است و در صورت نگهداری گل‌ها با حجم بالا باید دقت بیشتری انجام شود. در آزمایش دیگر مشاهده شد که مقدار و ترکیب اسانس گل محمدی تحت تأثیر تاریخ برداشت گل و زمان اسانس‌گیری قرار می‌گیرد (Baydar & Baydar, 2005). مقایسه بین تیمارها نشان داد که بهترین تیمار کودی، ۳ بار محلول‌پاشی بود. در تیمارهای مصرف در خاک شاید دلیل اصلی عدم تأثیر کافی به دلیل جذب دیرتر کود مصرف شده در خاک نسبت به محلول‌پاشی باشد؛ بنابراین توصیه می‌شود که آزمایش‌های تکمیلی با تغییر تاریخ مصرف کودها و به‌خصوص زودتر از موعد غنچه‌دهی انجام شود تا بتوان علت عدم تأثیر مصرف در خاک را بیشتر مورد بررسی قرار داد. تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که مقدار اندکی از عناصر غذایی به‌خصوص آهن، روی و منگنز که به طریق محلول‌پاشی اعمال شده بودند، موجب افزایش معنی‌دار عملکرد گیاهان شدند (Sarkar *et al.*, 2007). بنابراین محلول‌پاشی می‌تواند به‌عنوان یک روش با اهمیت در تغذیه گیاهان باشد (Cakmak, 2008). همچنین عنوان شده است که محلول‌پاشی می‌تواند به‌عنوان یک روش پیچیده و بحث‌برانگیز در تغذیه گیاهان باشد، زیرا با کاربرد کودهای مایع بر روی برگ‌های گیاه، کود به‌طور مستقیم جذب بافت‌ها و اندام‌های گیاه می‌شود (Lanauskas *et al.*, 2006). طبق نتایج Heidari و همکاران (۲۰۰۸)، محلول‌پاشی نعنای فلفلی با عناصر ریزمغذی بیشترین

عملکرد خشک و عملکرد اسانس را در واحد سطح تولید کرد. محلول‌پاشی گشنیز با روی و آهن در مراحل رشد رویشی، گلدهی و تشکیل میوه سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد انشعابات ساقه، وزن‌تر، درصد اسانس گیاه و عملکرد دانه شد (Said-Al Ahl & Omer, 2009). مصرف ۵۰ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک موجب افزایش عملکرد خشک بوته، عملکرد گل و غلظت روی در اندام‌های هوایی بابونه آلمانی شد (Grejtovsky *et al.*, 2006). بنابراین در گل محمدی نیز می‌توان با محلول‌پاشی کلات آهن موجب افزایش درصد اسانس گیاه شد. شاید بتوان علت اصلی افزایش درصد اسانس به هنگام محلول‌پاشی نسبت به مصرف در خاک را دسترسی آسان‌تر غنچه‌ها و اندام‌های هوایی گیاه به کود کم تحرک آهن و نقش آن در فتوسنتز و کمک به جذب سایر عناصر دانست. وجود اختلاف در میانگین درصد ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس (اجزای اسانس) و یکی بودن منشأ بوته‌های استفاده شده در کلیه تیمارها، نشان می‌دهد که این ترکیب‌ها تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار دارند و با دانستن رابطه بین تیمارهای مختلف و درصد هر یک از ترکیب‌ها اقدام به اعمال تیمارهای خاص با هدف بدست آوردن درصد بالایی از ترکیب خاصی کرد. به‌عنوان مثال ترکیب سیترونلول در تیمار یک‌بار محلول‌پاشی بالاتر بود، به‌طوری که هگزادکانول و نونادکان در تیمار شاهد و نیز ترکیب‌های دیگر در تیمارهای مختلف متفاوت بودند (جدول ۵). هرچند نتایج این تحقیق به لحاظ تعداد و برخی ترکیب‌ها با نتایج تحقیقات Sefidkon و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت اما به لحاظ ترکیب‌های عمده اسانسی با نتایج نامبردگان تفاوت‌های زیادی وجود داشت، زیرا آنان بیان کردند که اگرچه اسانس گل محمدی مخلوط پیچیده‌ای با بیش از ۱۰ ترکیب مختلف می‌باشد، اما ترکیب‌های اصلی آن شامل تری‌کوزان، سیترونلول و نرول بود که در این تحقیق نونادکان ترکیب اصلی بود. نکته قابل توجه، پایین بودن درصد سیترونلول در این آزمایش بود که پایین بودن آن در کلیه تیمارها و به‌خصوص در تیمار شاهد می‌تواند

- گشنیز (*Coriandrum sativum* L.). پژوهش‌های تولید گیاهی، ۱۶(۴): ۱۵۶-۱۴۹.
- طبائی عقدائی، س.ر.، رضایی، م.ب. و جابمند، ک.، ۱۳۸۴. بررسی تنوع در میزان اسانس گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.) استان‌های مرکزی ایران. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۱(۱): ۳۵-۴۹.
- کافی، م. و ریاضی، ی.، ۱۳۸۱. پرورش گل محمدی و تولید گلاب. نشر تهران، ۹۶ صفحه.
- نیکبخت، ع. و کافی، م.، ۱۳۸۹. گل محمدی ایران. جهاد دانشگاهی واحد اصفهان، ۱۵۰ صفحه.
- Akhtar, N., Sarker. A.M., Akhter, H. and Katrun Nada, M., 2009. Effect of planting time and micronutrient as zinc chloride on the growth, yield and oil content of *Mentha piperita*. Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research, 44: 125-130.
- Ardogan, B.C., Baydar, H., Kaya, S., Demirci, M., Ozbasar, D. and Mum, U.E., 2002. Antimicrobial activity and chemical composition of some essential oils. Archives of Pharmacal Research, 25(6): 860-864.
- Babaei, A., Tobaie-Aghdaei, S.R., Khosh-Khui, M., Omidbaig, R., Naghavi, M.R., Esselink, G.D. and Smulders, M.J.M., 2007. Microsatellite analysis of Damask rose accessions from various regions in Iran reveals multiple genotypes. BMC plant Biology, 7: 12.
- Babaei, A., Tobaie-Aghdaei, S.R., Khosh Khui, M., Omidbaigi, R., Naghavi, M.R. and Assareh, M.H., 2008. *Rosa damascena* (Rosaceae) characters and their heritability analysis in Iran. Iranian Journal of Botany, 14(1): 75-80.
- Baydar, H. and Baydar, N.G., 2005. The effects of harvest date, fermentation duration and tween 20 treatment on essential oil content and composition of industrial oil of Damask rose (*Rosa damascena* Mill.). Industrial Crops and Products, 21(2): 251-255.
- Bennett, W.F., 1993. Nutrient Deficiencies and Toxicities in Crop Plants. The APS Press, The American Phytopathologica, 350p.
- Brown, J.C., 1961. Iron chlorosis in plants. Advances in Agronomy, 13: 329-369.
- Cakmak, I., 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification?. Plant Soil, 302: 1-17.
- Chevallier, A., 1996. The Encyclopedia of Medicinal Plants. Dorling Kindersely, London, 336p.

بیانگر این باشد که پایین بودن آن نمی‌تواند ناشی از مصرف کود نانو کلات آهن باشد و علل دیگری از جمله سن گیاه، کمبود یا بیشتر بودن سایر عناصر، شرایط جوی، وضعیت آبیاری و نیز زمان اسانس‌گیری، نوع دستگاه اسانس‌گیری، مدت زمان نگهداری در آزمایشگاه و حتی ساعت برداشت اسانس و روز برداشت گل از زمان شروع گلدهی و غیره می‌تواند دخیل باشد.

نتایج همبستگی صفات نشان داد که هر چقدر درصد اسانس گل تازه بالاتر باشد در گل‌های نگهداری شده در یخچال و نیز گل‌های خشک درصد اسانس بالاتر خواهد بود. نکته قابل توجه، وجود رابطه منفی بین سیترونلول (یکی از بهترین ترکیب‌های اسانس گل محمدی در صنعت) با سایر ترکیب‌هاست که حکایت از این دارد که افزایش درصد این ترکیب در گل محمدی با سختی‌های خاصی همراه بوده و نمی‌توان با افزایش درصد اسانس، براحتی درصد سیترونلول را افزایش داد. وجود رابطه منفی و مثبت بین ترکیب‌های مختلف نشان می‌دهد که در برنامه‌ریزی برای کارهای به‌زراعی و نیز اصلاحی باید این روابط شناسایی شوند تا با بهره‌جستن از این روابط در جهت تولید گیاهانی با ترکیب اسانس خاص اقدام کرد.

### منابع مورد استفاده

- احمدی، ک.، سفیدکن، ف. و عصاره، م.ح.، ۱۳۸۷. مقایسه کمی و کیفیت اسانس حاصل از گلبرگ و سایر اجزای گل (نهنج، کاسبرگ، مادگی، پرچم) در دو ژنوتیپ از گل محمدی. پژوهش و سازندگی (در منابع طبیعی)، ۷۹(۳): ۷۱-۶۲.
- بابایی، ع.، ۱۳۸۶. بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های مختلف گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.) ایران با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی و مولکولی. رساله دوره دکتری رشته علوم باغبانی (گرایش گلکاری)، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، ۸۰ صفحه.
- رحیمی، ع.، مشایخی، ک.، همتی، خ. و دردیی‌پور، ا.، ۱۳۸۸. اثر عناصر غذایی و اسید سالیسیلیک بر عملکرد بذر و اجزای عملکرد



- constituents of *Salvia farinacea* plants. Journal of Applied Sciences Research, 3(11): 1479-1489.
- Said-Al Ahl, H.A.H. and Omer, E.A. 2009. Effect of spraying with zinc and/or iron on growth and chemical composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) harvested at three stages of development. Journal of Medicinal Food Plants, 1(2): 30-46.
  - Samadiyan-Sarbangholi, V., Abbaszadeh, B., Lebaschy, M.H. and Tabaei-Aghdaei, S.R., 2013. Investigation the effect of iron chelate and NPK on yield of *Rosa damascena* for the first time in Iran. International Journal of Forest, Soil & Erosion, 3(3): 100-103.
  - Sarkar, D., Mandal, B. and Kundu, M.C., 2007. Increasing use efficiency of boron fertilizers by rescheduling the time and methods of application for crops in India. Plant and Soil, 301: 77-85.
  - Sefidkon, F., Akbari, Z., Assareh, M.H. and 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.
  - Zehtab-Salmasi, S., Heidari, F. and Alyari, H., 2008. Effect of microelements and plant density on biomass and essential oil production of peppermint (*Mentha piperita* L.). Plant Sciences Research, 1: 24-28.
  - Fageria, N.K., Baligar, V.C. and Wright, R.J., 1990. Iron nutrition of plants: An overview on the chemistry and physiology of its deficiency and toxicity. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 25(4): 553-570.
  - Grejtovsky, A., Markusova, K. and Eliasova, A., 2006. The response of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) plants to soil zinc supply. Plant, Soil and Environment, 52: 1-7.
  - Heidari, F., Zehtab Salmasi, S., Javanshir, A., Aliari, H. and Dadpoor, M.R., 2008. The effects of application microelements and plant density on yield and essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(1): 1-9.
  - Lanauskas, J., Uselis, N., Valisukaite, A. and Viskelis, P., 2006. Effect of foliar and soil applied fertilizers on strawberry healthiness, yield and berry quality. Agronomy Research, 4: 247-250.
  - Loghmani-Khouzani, H., Sabzi Fini, O. and Safari, J., 2007. Essential oil composition of *Rosa damascena* Mill. cultivated in central Iran. Scientica Iranica, 14(4): 316-319.
  - Lucena, J.J. and Chaney, R.L., 2007. Response of cucumber plants to low doses of different synthetic iron chelates in hydroponics. Journal of Plant Nutrition, 30: 795-809.
  - Nahed, G.A. and Balba, L.K., 2007. Influence of tyrosine and zinc on growth flowering and chemical

## Effect of nano chelated iron on essential oil percentage and essential oil compounds of *Rosa damascena* Mill.

M. Layeghhighi<sup>1</sup>, M. Hassanpour Asil<sup>2</sup> and B. Abbaszadeh<sup>3\*</sup>

1- Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

2- Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

3\*- Corresponding author, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, E-mail: babaszadeh@rifr-ac.ir

Received: June 2014

Revised: April 2015

Accepted: April 2015

### Abstract

This research was conducted on *Rosa damascena* Mill. in a randomized complete block design with three replications in the Alborz research station during 2012-2013. Treatments included nano chelated iron fertilizer at six levels: (0 (control), two times foliar spray (8g/plant), three times foliar spray (12g/plant), one time soil application (8g/plant), one time soil application (12 g/plant). The first foliar spray was done at blossoming stage. The second and third applications were 10 and 20 days after blossoming. Soil application was at blossoming stage accompanied by irrigation. The essential oil of samples was extracted by Clevenger and water distillation method for three hours. GC and GC/MS were used to determine the percentage and essential oil compounds of fresh flowers. According to the results of variance analysis, significant differences were found for the essential oil percentage, citronellol, icosane, octadecanol, Henicosane, Tricosane, Tetrosane, geraniol, and Tridane ( $p < 0.01$ ). Mean comparison of treatments indicated that the essential oil percentage of fresh flowers by three-times foliar spray (0.071%) was more than that of one time foliar spray (0.061%) and one time soil application (12 g/plant) (0.051%) and other treatments. The highest Citronellol was obtained in one-time foliar spray (1.17%) and the lowest in control treatment (0.36%). In addition, the highest tricosane (33.77%) was obtained from the use of 12g chelated iron in soil. The results of correlation analysis showed that there was a significant positive correlation between essential oil percentage of fresh flower and essential oil stability at refrigerator as well as dried flower at shadow. A significant negative correlation was also found between citronellol and ecosane. Results indicated that fertilizers could affect the percentage and compounds of essential oil in *Rosa damascene*.

**Keywords:** Nonadecane, hexadecanol, citronellol, foliar spray, nano chelated Iron.