

مقایسه اثر نانو کود و کود کلات آهن بر کمیت و کیفیت اسانس ریحان (*Ocimum basilicum L.*)

مریم پیوندی^{۱*}، هانیه پرنده^۲ و مهدی میرزا^۳

۱- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران-شمال، تهران

پست الکترونیک: m_peyvandi@iau-tnb.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران-شمال، تهران

۳- دانشیار، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۲

تاریخ اصلاح نهایی: آذر ۱۳۹۲

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۰

چکیده

ریحان (*Ocimum basilicum L.*) گیاهی علفی از تیره نعناعیان است. اسانس‌های ریحان در صنایع مختلف غذایی، دارویی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تحقیق حاضر تأثیر غلظت‌های مختلف نانو کود کلات آهن ($1, 3, 5 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) و کود کلات آهن ($1/5, 4/5, 7/5 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) بر کمیت و کیفیت اسانس این گیاه مورد بررسی و شناسایی قرار گرفت. آزمایش در مزرعه‌ای واقع در ساوه و در طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. پس از جمع‌آوری سرشاخه‌های گلدار گیاه ریحان اسانس آن به روش تقطیر با آب مورد استخراج قرار گرفت. سپس ترکیب‌های موجود در اسانس با استفاده از دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی (GC) و گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) جداسازی و شناسایی گردیدند. نتایج بدست آمده وجود ۱۶ ترکیب را در اسانس گیاه نشان داد. ترکیب‌های غالب اسانس به ترتیب شامل متیل کاپیکل (۳۷٪)، ژرانیال (۲۶٪)، نرال (۲۱٪) و کاریوفیلین اکسید (۳/۵٪) بود. در میان تیمارهای مختلف، تفاوت در میانگین مقدار ۱۰ ترکیب معنی‌دار بود. میانگین درصد اسانس در همه نمونه‌های تحت تیمار آهن و نانو آهن بیش از شاهد بود.

واژه‌های کلیدی: ریحان (*Ocimum basilicum L.*)، نعناعیان، اسانس، کود کلات آهن، نانو کود کلات آهن، متیل کاپیکل.

مقدمه

بین‌المللی و منطقه‌ای است. مصرف صحیح و مناسب انواع کود مهمترین و اساسی‌ترین راه حفظ و اصلاح شرایط حاصلخیزی خاک و افزایش عملکرد محصولات کشاورزی است. در این میان نقش عناصر غذایی کم مصرف غیر قابل انکار می‌باشد. البته کمبود عناصر غذایی کم مصرف در گیاهان و محصولات کشاورزی گسترش جهانی دارد (Taiz & Zeiger, 2010).

ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum L.* گیاهی از تیره نعناعیان است که به دلیل داشتن اسانس کاربردهای غذایی و دارویی دارد (Hassanpouraghdam et al., 2010). اطلاع از وضعیت عناصر غذایی خاص به‌عنوان یکی از مهمترین عوامل مؤثر در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و برنامه‌ریزی‌های اقتصادی سرلوحه برنامه‌های

مخلوطی از ذره‌ها با ابعادی بین ۱ تا ۱۰ نانومتر هستند. در این مقیاس خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی مواد با خواص تک تک اتم‌ها، مولکول‌ها یا خواص توده ماده کاملاً متفاوت است. در واقع علم نانو همه عرصه‌های دانش را تحت تأثیر قرار داده و علم کشاورزی نیز از این قاعده مستثنی نیست (Schaller & Klimov, 2004؛ Das et al., 2004).

تولید مواد جدید و کارا، پیشرفت در زمینه تولید محصولات جدید و طراحی روشهای نوین برای تولید و نگهداری غذای سالم و حفاظت زیست محیطی، از دیگر تغییرات ایجاد شده به وسیله فناوری نانو در کشاورزی خواهد بود. به همین منوال، پیشرفت‌های اخیر در زمینه علم مواد و علم شیمی، امکان تولید ذرات نانویی را فراهم کرده است که می‌تواند در حوزه‌های مختلف کشاورزی کاربرد گسترده‌ای داشته باشد (Johnson, 2006).

یکی از مهمترین کاربردهای فناوری نانو در زمینه‌ها و گرایش‌های مختلف کشاورزی در بخش آب و خاک، استفاده از نانو کودها (Nano fertilizers) برای تغذیه گیاهان می‌باشد (رضایی و همکاران ۱۳۸۸؛ پیوندی و همکاران، ۱۳۹۰).

نانو کمپلکس مصرفی در این پژوهش در بازه pH وسیع $3 < \text{pH} < 11$ دارای پایداری است، یعنی این نانو کود در اسیدی‌ترین یا قلیایی‌ترین محیط‌ها و خاک‌ها دارای پایداری است (پیوندی و همکاران، ۱۳۹۰).

با توجه به اهمیت دارویی ریحان و مصارف گسترده آن در صنایع مختلف، این تحقیق با هدف بررسی تغییرات کمی و کیفی اسانس گیاه ریحان و عملکرد گیاه در تیمارهای غلظت مختلف کود کلات آهن و نانو کود کلات آهن به اجرا در آمد.

مواد و روشها

بذرهای اصلاح شده ریحان از شرکت گیاه‌گستر اصفهان تهیه شد و در مزرعه‌ای واقع در شهرستان ساوه با مشخصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۲۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه طول شرقی

آهن یکی از عناصر ضروری، کم مصرف و غیرمتحرک می‌باشد. این عنصر در تقسیم‌بندی عناصر لازم برای رشد و نمو گیاهان براساس عملکرد بیوشیمیایی آنها جزء گروهی قرار می‌گیرد که نقش‌های مهمی در واکنش‌های ترافستی الکترون و تبادل انرژی دارند. این عنصر در واکنش‌های اکسایش و کاهش دخالت دارد (Taiz & Zeiger, 2010).

از مؤثرترین کودهای آهن می‌توان کلات‌های آهن را نام برد. کلات‌ها، ترکیب‌های پیچیده آلی و محلول می‌باشند که آهن در آنها از طریق تعدادی لیگاند نگهداری می‌شود. بنابراین این ترکیب آلی، آهن را نگهداری کرده و از رسوب آن در pH بالای خاک آهکی، جلوگیری می‌کند. چنین آهن محلولی می‌تواند جذب ریشه گیاه شده و نیاز گیاه را برآورده نماید. بنابر اطلاعات موجود، ثابت پایداری کلات‌های مختلف با آهن در خاک‌هایی با pH یکسان، متفاوت می‌باشد (Snaz et al., 1992).

کاربرد کلات آهن روش مؤثری در برطرف نمودن کمبود آهن می‌باشد. اثربخشی کلات آهن کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (Snaz et al., 1992). کود کلات آهن مصرفی که دارای کمپلکس منحصر به فردی است دارای ۹٪ آهن محلول در آب در بازه $3 < \text{pH} < 11$ می‌باشد. فناوری نانو به شکل گسترده‌ای همانند راهی برای ایجاد محصولاتی بهتر، سریع‌تر، ارزان‌تر و توانمندتر تعریف می‌شوند (پیوندی و همکاران، ۱۳۹۰). مصرف کودهای حاوی عناصر میکرو از جمله آهن سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه می‌شود که این موضوع در تحقیقات انجام شده بر روی کلزا، یونجه، ذرت علوفه‌ای، نیشکر، چغندر قند، لوبیا، ذرت، گندم دیم و... ذکر شده است (ساجدی و اردکانی، ۱۳۸۷).

به‌طور کلی فناوری نانو در زمره فناوری‌های جدیدی است که هنوز در مرحله آغازین رشد خود قرار دارد. تفاوت اصلی فناوری نانو با فناوری‌های دیگر در مقیاس مواد و ساختارهایی است که در این فناوری مورد استفاده قرار می‌گیرند. در حقیقت تفاوت این فناوری با فناوری‌های دیگر، وجود عناصر پایه به‌عنوان یک معیار مهم است. حوزه کاربرد نانوذره‌ها تنوع بسیار زیادی دارد. نانوپودرها

یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت ستون نیمه قطبی DB-5 (به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون) بود. فشار گاز سر ستون ۳۵ پوند بر اینچ مربع، درجه حرارت ۶۰ تا ۲۵۰ درجه سانتی گراد با سرعت افزایش ۳ درجه سانتی گراد در دقیقه، درجه حرارت محفظه تزریق ۲۶۰ درجه سانتی گراد و دمای ترانسفرلاین ۲۷۰ درجه سانتی گراد تنظیم گردید. شناسایی طیف‌ها به کمک شاخص‌های بازداری آنها و با تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C₇-C₂₅) تحت شرایط یکسان با تزریق اسانس‌ها و توسط برنامه کامپیوتری و به زبان بیسیک محاسبه شده، و مقایسه آنها با منابع مختلف (Shibamoto, 1987؛ Davis, 1990؛ Adams, 1995) و با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد و اطلاعات موجود در کتابخانه دستگاه GC/MS انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه آماری براساس نرم‌افزار SPSS ver.16 انجام گردید. آنالیز واریانس داده‌ها براساس برنامه ANOVA انجام شد. میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از آزمون دانکن ($p \leq 0/05$) گروه‌بندی شدند.

نتایج

بررسی شاخص‌های رشد

آنالیز واریانس نتایج نشان می‌دهد که در تیمارهای مختلف تفاوت در میانگین تعداد، وزن تر و خشک برگ‌ها در سطح ۰/۰۵ معنی دار است. به طوری که بیشترین میزان میانگین شاخص‌های رشد اندازه‌گیری شده در پژوهش حاضر در تمامی تیمارهای نانو کود کلات آهن با غلظت $nF_1 = 1 \text{ Kg. ha}^{-1}$ و تیمار کود کلات آهن با غلظت $F_3 = 7/5 \text{ Kg. ha}^{-1}$ مشاهده شده است. همچنین بعد از تیمار گروه شاهد کمترین مقدار در تیمارهای F_1 و F_2 بدست آمد (جدول ۱).

نصف‌النهار گرینویچ و ۳۵ درجه و ۱ دقیقه عرض شمالی و با ارتفاع ۹۶۰ متر از سطح دریا کشت شدند. کود کلات آهن در چهار سطح ($4/5, 7/5 \text{ Kg. ha}^{-1}$)، ($1/5, 0$) و نانو کود کلات آهن در چهار سطح (5 Kg. ha^{-1})، ۳، ۱، ۰) بکار برده شد. هر تیمار با ۴ تکرار انجام شد. آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی با کرت‌های ۳ مترمربعی طراحی گردید. برگ‌ها و سرشاخه‌های گلدار گیاه ریحان به منظور اسانس‌گیری، ۳ ماه پس از کشت، زمانی که ۵۰٪ کرت‌ها به گل رفته بودند در تیرماه ۱۳۸۹ جمع‌آوری شدند. اسانس‌ها به روش تقطیر با آب (دستگاه کلونجر) استخراج شد. هر بار ۷۰ گرم از گیاه خشک شده اسانس‌گیری گردید. مدت زمان اسانس‌گیری ۱۲۰ دقیقه بود و بازده اسانس بر حسب درصد وزن خشک محاسبه گردید.

روشهای شناسایی و اندازه‌گیری ترکیب‌های اسانس

کروماتوگرافی گازی (GC chromatography)

دستگاه کروماتوگراف گازی مدل Thermo-UFM (Ultra Fast Model)، ستون موئینه ph-5 (نیمه قطبی) به طول ۱۰ متر و قطر داخلی ۰/۱ میلی متر و ضخامت ۰/۴ میکرومتر است، که سطح داخلی آن با فاز ساکن از جنس phenyl dimethyl siloxane پوشیده شده است. برنامه حرارتی ستون از ۶۰ تا ۲۸۵ درجه سانتی گراد، با سرعت افزایش دمای ۸۰ درجه سانتی گراد در دقیقه بود. آشکارساز از نوع FID، گاز حامل هلیوم که فشار ورودی آن به ستون برابر ۰/۵ کیلوگرم بر سانتی مترمربع، دمای محفظه آشکارساز ۲۹۰ درجه سانتی گراد و درجه حرارت محفظه تزریق ۲۸۰ درجه سانتی گراد تنظیم شده بود.

کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS)

دستگاه کروماتوگراف گازی Varian 3400 متصل به طیف‌سنج جرمی Saturn II، سیستم تله‌یونی با انرژی

جدول ۱- میانگین‌های وزن تر، وزن خشک و تعداد برگ‌ها (bar=SE) در تیمارهای مختلف آهن و نانو آهن

تیمار	وزن تر برگ‌ها (g)	وزن خشک برگ‌ها (g)	تعداد برگ‌ها
C	۱/۳۲ b	۰/۲۰ cd	۱۶/۸۸ d
F ₁	۱/۳۳ b	۰/۱۷ d	۱۹/۱۳ cd
F ₂	۲/۲۵ a	۰/۲۴ bc	۲۱/۶۳ bcd
F ₃	۲/۵۸ a	۰/۲۸ ab	۲۶/۴۴ ab
nF ₁	۲/۷۱ a	۰/۳۱ a	۳۰/۵۰ a
nF ₂	۲/۱۵ a	۰/۲۳ bcd	۲۰/۲۵ cd
nF ₃	۲/۲۸ a	۰/۲۱ cd	۲۲/۳۸ bc

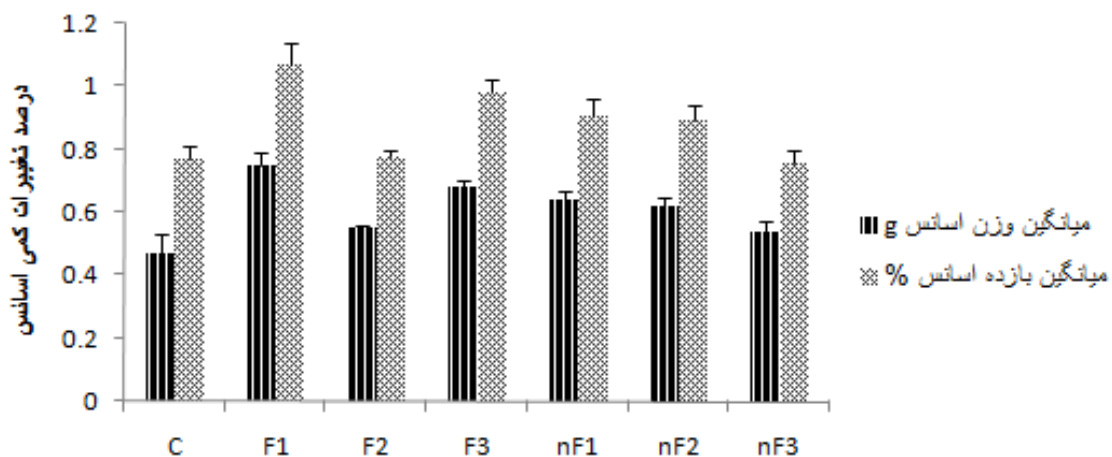
گروه‌بندی براساس آزمون دانکن می‌باشد ($p \leq 0.05$). حروف مشترک نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن تفاوت در بین میانگین‌هاست.

علامه اختصاری: C=control, F₁=1.5kg ha⁻¹, F₂=4.5kg ha⁻¹, F₃=7.5kg ha⁻¹, nF₁=1kg ha⁻¹, nF₂=3kg ha⁻¹, nF₃=5kg ha⁻¹

تغییرات کمی اسانس

بازده اسانس سرشاخه‌های گلدار ریحان نسبت به وزن خشک بین ۰/۷۶٪ تا ۱/۰۷٪ محاسبه گردید. تغییرات محتوای اسانس و بازده اسانس سرشاخه‌های گلدار گیاه ریحان در تیمارهای مختلف کود آهن و نانو کود آهن (در سطح ۰/۰۵) معنی‌دار است. به طوری که کمترین مقدار میانگین محتوای اسانس در تیمارهای گروه شاهد

(C=۰/۴۷g) و (nF₃=۰/۵۴g) nF₃ و کمترین بازده اسانس نیز در دو تیمار nF₃=۰/۷۶ و C=۰/۷۷ مشاهده شد. بیشترین میانگین محتوای اسانس در تیمارهای F₁=۰/۷۵g و F₃=۰/۶۸g و بیشترین بازده اسانس در تیمارهای F₃=۰/۹۸٪ و F₁=۱/۰۷٪. البته با افزایش غلظت نانو کود مصرفی مقدار اسانس و بازده اسانس کاهش یافت (شکل ۱).



شکل ۱- نمودار میانگین بازده (%) و وزن اسانس (g) در تیمارهای مختلف کود آهن و نانو کود آهن (Bar=SE)
(علامه اختصاری مشابه جدول ۱)

تغییرات کیفی اسانس

شناسایی ترکیب‌های متشکله با استفاده از طیف‌های بدست آمده از دستگاه آنالیز GC و GC/MS انجام شد. نتایج تجزیه کیفی با استفاده از دستگاه GC/MS نشان می‌دهد که اسانس گیاه ریحان رشد کرده در منطقه ساوه تحت تأثیر تیمارهای کودی اعمال شده، شامل ۱۶ ترکیب می‌باشد. این ترکیب‌ها از دسته منوترین‌های اکسیژن‌دار، منوترین‌های هیدروکربنه و سسکوئیدی‌ترین‌ها می‌باشند (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از بین ۱۶ ترکیب شناسایی شده، تفاوت در میانگین ۱۰ ترکیب در تیمارهای مختلف

معنی‌دار است. البته میانگین درصد غالب این ترکیب‌ها در تیمارهای نانو آهن و یا کود آهن با تراکم بالا، بیشتر از سایر تیمارها بود (جدول ۲).

با توجه به نتایج بدست آمده ترکیب غیرترینوئیدی متیل‌کاوکیل با میانگین کل ۳۷/۱ بالاترین مقدار را در تمامی ۷ تیمار ذکر شده دارد. ترکیب ترینوئیدی ژرانیال به میانگین کل ۲۶/۰، ترکیب نرال با میانگین کل ۲۱/۴ و ترکیب کاربوفیلن اکسید با میانگین ۳/۵ بعد از متیل‌کاوکیل بالاترین مقادیر را در تیمارهای بکار گرفته شده، دارند (شکل ۲).

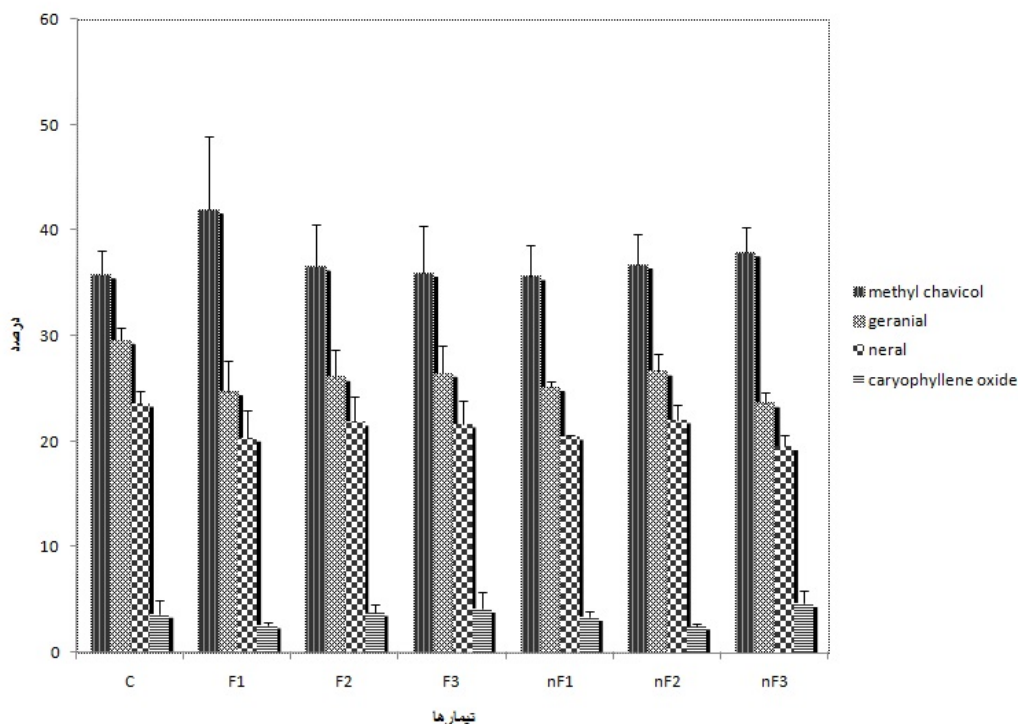
جدول ۲- درصد ترکیب‌های موجود در اسانس گیاه ریحان در تیمارهای مختلف

نام ترکیب	RI	C	F ₁	F ₂	F ₃	nF ₁	nF ₂	nF ₃
α-pinene	۹۴۳	۰/۱ b	۰/۱ b	۰/۱ b	۰/۱ b	۰/۱ b	۰/۱ b	۰/۲ a
1-octen-3-ol	۹۸۰	۰/۱ b	۰/۱ b	۰/۱ b	۰/۱ b	۰/۲ a	۰/۲ a	۰/۲ a
6-methyl-5-hepten-2-one	۹۸۷	۰/۶ ab	۰/۵ ab	۱/۲ a	۰/۶ bc	۰/۹ abc	۱/۰ ab	۱/۰ ab
methyl chavicol	۱۱۹۶	۳۵/۸ a	۴۲/۰ a	۳۷/۰ a	۳۶/۰ a	۳۶/۰ a	۳۷/۰ a	۳۷/۱ a
octanol acetate	۱۲۱۳	۰/۷ a	۰/۸ a	۱/۱ a	۰/۹ a	۱/۱ a	۱/۰ a	۱/۲ a
nerol	۱۲۳۰	۱/۵ c	۱/۷ bc	۲/۲ abc	۲/۰ abc	۲/۵ ab	۲/۲ abc	۲/۷ a
neral	۱۲۴۲	۲۳/۶ a	۲۰/۴ a	۲۱/۹ a	۲۱/۷ a	۲۰/۵ a	۲۲/۱ a	۱۹/۵ a
geraniol	۱۲۵۶	۰/۷ c	۱/۱ bc	۱/۵ abc	۰/۹ c	۱/۵ abc	۱/۹ ab	۲/۲ a
geranial	۱۲۷۲	۲۹/۶ a	۲۴/۷ a	۲۶/۱ a	۲۶/۵ a	۲۵/۱ a	۲۱/۶ a	۲۳/۶ a
E-caryophyllene	۱۴۲۴	۰/۶ b	۱/۵ ab	۱/۲ ab	۱/۸ ab	۲/۴ a	۱/۵ ab	۱/۹ a
α-trans-bergamotene	۱۴۴۰	۰/۷ c	۱/۲ ab	۱/۱ bc	۱/۳ ab	۱/۵ a	۰/۹ bc	۱/۵ a
α-humulene	۱۴۵۶	۰/۴ b	۰/۵ ab	۰/۵ ab	۰/۷ ab	۰/۸ a	۰/۶ ab	۰/۷ ab
germarene D	۱۴۸۳	۰/۲ b	۰/۵ ab	۰/۲ b	۰/۵ ab	۰/۸ a	۰/۴ ab	۰/۶ ab
germacrene B	۱۵۶۰	۰/۱ c	۲/۰ abc	۱/۶ bc	۲/۲ ab	۲/۷ a	۱/۷ abc	۲/۲ ab
caryophyllene oxide	۱۵۸۴	۳/۷ a	۲/۶ a	۳/۸ a	۴/۱ a	۳/۴ a	۲/۵ a	۴/۷ a
humulene epoxide II	۱۶۰۹	۰/۹ a	۰/۵ a	۱/۰ a	۰/۹ a	۰/۷ a	۰/۶ a	۱/۰ a

گروه‌بندی براساس آزمون دانکن ($p \leq 0.05$) می‌باشد.

حروف مشترک نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن تفاوت در بین میانگین‌هاست.

علائم اختصاری مشابه جدول ۱ می‌باشد.



شکل ۲- نمودار میانگین چهار ترکیب عمدۀ برگ گیاه ریحان در تیمارهای مختلف (Bar=SE)
(علائم اختصاری مشابه جدول ۱)

بحث

آهن را در تولید دانه‌های گیاه سویا نشان داده‌اند که با تحقیق حاضر مطابقت دارد.

تحقیقات محققان بر روی گیاهان مختلف از جمله ریحان نشان می‌دهد که مصرف عناصر غذایی کم مصرف از جمله آهن در شکل‌های مختلف سبب افزایش عملکرد گیاه می‌گردد (EI-Gendy et al., 2001).

رسیدن به غلظت مناسب کودهای مصرفی از جمله اهداف این تحقیق به‌شمار می‌رود. به طوری که مصرف ۷/۵ کیلوگرم در هکتار کود کلات آهن اثری برابر با مصرف ۳ کیلوگرم در هکتار نانوکود کلات آهن بر روی شاخص‌های رشد گیاه ریحان داشت.

با افزایش غلظت نانو کلات آهن در تیمارها مقدار و بازده اسانس در آنها کاهش یافت، در حالیکه این شاخص‌ها در بالاترین تراکم کود آهن افزایش معنی‌داری را نشان داد. در حالیکه مطالعات انجام شده بر روی *Origanum vulgare* جنس دیگری را از Lamiaceae

با توجه به نوظهور بودن فناوری نانو و روند رو به رشد تحقیقات در زمینه نانو کودها، گزارش‌های کمی درباره اثر نانو کودها در افزایش کمی و کیفی رشد گیاهان موجود می‌باشد (پیوندی و همکاران، ۱۳۹۰).

با مطالعه منابع موجود می‌توان گفت که تحقیق حاضر اولین گزارش در مورد تأثیر نانو کلات آهن بر میزان اسانس می‌باشد. بررسی‌های حاضر نشان داد که کود کلات آهن با غلظت $7/5 \text{ Kg.ha}^{-1}$ و نانو کود کلات آهن با غلظت 1 Kg.ha^{-1} سبب افزایش پارامترهای رشد در تحقیق حاضر شده‌است.

در بررسی رجب‌بیگی و همکاران (۱۳۸۶)، تغییر مرفولوژیکی بارزی بین رشد گیاهان تیمار شده با آهن و شاهد مشاهده نشد اما طول ساقه در تمامی گروه‌های تیمار شده، نسبت به گروه شاهد ۱/۵٪ کاهش یافت. Sheykhbaglou و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر مثبت نانو اکسید

- رضایی، ر.، حسینی، س.م.، شعبانعلی، ف.م.، ح. و صفا، ل.، ۱۳۸۸. شناسایی و تحلیل موانع توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی

ایران از دیدگاه محققان. سیاست علم و فناوری، ۲(۱): ۱۷-۲۰.

- Adams, R.P., 1995. Identification of Essential Oil Components By Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Allured Publishing Corporation, 456p.

- Chalchat, J.C. and Ozcan, M., 2008. Comparative essential oil composition of flower, leaves and stems of basil (*Ocimum basilicum* L.) used as herb. Food Chemistry, 110(2): 501-503.

- Das, R., Kiley, P.J., Segal, M., Norville, J., Yu, A.A., Wang, L., Trammell, S.A., Reddick, L.E., Kumar, R., Stellacci, F., Lebedev, N., Schnur, J., Bruce, B., Zhang, S. and Baldo, M., 2004. Integration of photosynthetic protein molecular complexes in solid-state electronic devices. Nano Letters, 4(6): 1079-1083.

- Davis, N.W., 1990. Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and Carbowax 20M phases. Journal of Chromatography A, 503: 1-24.

- El-Gendy, S.A., Hosni, A.M., Ahmed, S.S., Ömer, E.A. and Reham, M.S., 2001. Variation in herbage yield and oil composition of sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.) var. 'Grande Verde' grown organically in a newly reclaimed land in Egypt. Arab University Journal of Agricultural Science, 9: 915-933.

- Johnson, A., 2006. Agriculture and Nanotechnology. Website: <http://tahan.com/Charlie/nanosociety>.

- Hassanpouraghdam, M.B., Gohari, G.H.R., Tabatabaei, S.J. and Dadpour, M.R., 2010. Inflorescence and leaves essential oil composition of hydroponically grown *Ocimum basilicum* L. Journal of Serbian Chemical Society, 75(10): 1361-1368.

- Mazaherinia, S., Astarai, A.R., Fotovat, A. and Monshi, A., 2010. Nano iron oxide particles efficiency on Fe, Mn, Zn and Cu concentrations in wheat plant. World Applied Sciences Journal, 7(1): 36-40.

- Ozcan, M. and Chalchat, J.C., 2002. Essential oil composition of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum minimum* L. in Turkey. Czech journal of food sciences, 20(6): 223-228.

- Sajjadi, S.E., 2006. Analysis of the essential oils of two cultivated basil (*Ocimum basilicum* L.) from Iran. Daru, 14(3): 128-130.

- Schaller, R.D. and Klimov, V.I., 2004. High efficiency carrier multiplication in PbSe nanocrystals: implications for solar Energy conversion. Physical Review Letters, 92(18): 186601-1-186601-4.

نشان داده‌است که افزایش غلظت آهن در محیط سبب کاهش کل محتوای اسانس در این گیاه گردیده است (Yeritsyan & Economakis, 2002).

مطالعات انجام شده در گیاه گندم نشان می‌دهد که کاربرد نانو آهن در مقایسه با آهن تأثیر بیشتری بر افزایش میزان عناصری مانند مس و روی در گیاه داشته است (Mazaherinia et al., 2010).

رجب‌بیگی و همکاران (۱۳۸۶)، با بررسی تأثیر آهن بر محتوای اسانس ریحان اعلام کرده‌اند که درصد اسانس در گروه شاهد (۳۴/۱٪) بیشتر از گروه تیمار شده با آهن (۲۶/۲٪) می‌باشد و همواره ترکیب غالب متیل‌کاویکل می‌باشد، اما مقدار این ترکیب در گروه تیمار شده با آهن نسبت به گروه شاهد کاهش یافته‌است و پس از تیمار با آهن درصد نسبی متیل‌کاویکل کاهش یافته و تقریباً برابر با درصد نسبی ژرانیول و نرول شده‌است. در حالیکه در تحقیق حاضر میانگین درصد اسانس در همه تیمارهای آهن و نانو آهن بیش از شاهد بود.

ترکیب‌های غالب اسانس گیاه ریحان همواره متیل کاویکل، ژرانیال و نرول معرفی شده‌است (Telci et al., 2006؛ Ozcan & Chalchat, 2008؛ Chalchat & Ozcan, 2006؛ Sajjadi, Hassanpouraghdam et al., 2010؛ 2002؛ 2006). بنابراین تحقیق حاضر نیز نشان داد که سه ترکیب فوق ۸۴/۵٪ اسانس ریحان را به خود اختصاص داده‌اند.

منابع مورد استفاده

- پیوندی، م.، میرزا، م. و کمالی جامکانی، ز.، ۱۳۹۰. تأثیر نانو کود کلات آهن با کلات آهن بر رشد و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مرزه (*Satureja hortensis*). تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی - مولکولی پرند، ۲(۵): ۲۵-۳۲.
- ساجدی، ن. ع. و اردکانی، م. ر.، ۱۳۸۷. اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن، روی و آهن بر شاخص‌های فیزیولوژیک ذرت علوفه‌ای در استان مرکزی. پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۶(۱): ۹۹-۱۰۹.
- رجب‌بیگی، ا.، قناتی، ف. و سفیدکن، ف.، ۱۳۸۶. بررسی تأثیر آهن بر محتوای اسانس گیاه ریحان. علوم دانشگاه تهران، ۳۳(۴): ۴۹-۵۳.

- Taiz, L. And Zeiger, E., 2010. Plant Physiology. Sinauer Associates Inc, 782p.
- Telci, I., Bayram, E., Yilmaz, G. and Avci, B., 2006. Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). Biochemical Systematic and Ecology, 34(6): 489-497.
- Yeritsyan, N. and Economakis, C., 2002. Effect of nutrient solution's iron concentration on growth and essential oil content of oregano plants growth in solution culture. Acta Horticulturae, 576: 277-283.
- Sheykhbaglou, R., Sedghi, M., Tajbakhsh Shishevan, M. and Seyed Sharifi, R., 2010. Effects of nano-iron oxide particles on agronomic traits of soybean. Notulae Scientia Biologicae, 2(2): 112-113.
- Shibamoto, T., 1987. Retention indices in essential oil analysis: 259-274. In: Sandra, P. and Bicchi, C., (Eds.). Capillary Gas Chromatography in Essential Oil Analysis. Huethig, Verlag, New York, 435p.
- Snaz, M., Caverro, J. and Abadia, J., 1992. Iron chlorosis in the Ebro river basin Spain. Journal of Plant Nutrition, 15(10): 1971-1981.

Comparison of nano Fe and Fe chelate fertilizers on the quality and the quantity of *Ocimum basilicum* L. essential oil

M. Peyvandi^{1*}, H. Parandeh² and M. Mirza³

1*- Corresponding author, Department of Biology, Faculty of Biological Sciences, Islamic Azad University, Tehran-North Branch, Tehran, Iran, E-mail: m_peyvandi@iau-tnb.ac.ir

2- MSc. Student, Department of Biology, Faculty of Biology, Islamic Azad University, Tehran-North Branch, Tehran, Iran

3- Department of Medicinal Plants, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

Received: February 2012

Revised: November 2013

Accepted: November 2013

Abstract

Sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) belongs to the *Lamiaceae* family. Sweet basil essential oil is used in food, medicine, and hygiene industries. In this study, the effect of different concentrations of nano iron chelate fertilizer (1, 3, 5 Kg.ha⁻¹) and iron chelate fertilizer (1.5, 4.5, 7.5kg.ha⁻¹) on the quantity and quality of *O. basilicum* essential oil (EO) were investigated. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replications in a farm located in Saveh. After collecting the aerial parts of *O. basilicum*, the EO was extracted via water distillation method. Then, the EO was analyzed by GC and GC/MS. Sixteen components were identified in the EO of *O. basilicum*. The major components were methyl chavicol (37%), geranial (26%), neral (21%) and caryophyllene oxide (3.5%), respectively. Among different treatments, the means of 10 components showed significant differences. The mean of EO percentage in all samples, treated by Fe and nano Fe fertilizers, was more than that of control.

Keywords: *Ocimum basilicum* L., essential oil, nano iron chelate fertilizer, iron chelate fertilizer, methyl chavicol.