مقاله کوتاه

اثر کودهای نانو کلات (آهن و روی) و کود نیتروژن (زیستی و شیمیایی) بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی و عملکرد اسانس دو توده محلی گیاه دارویی *Ocimum basillicum* L.

سعید فتاحی سیاه کمری[۱]، حسین آروئی[۲]، مجید عزیزی ارانی[۳]، علی صالحی ساردویی[٤*]

[۱]کارشناس‌ارشد، گروه مهندسی باغبانی -گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

[۲]دانشیار، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

[۳]استاد، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

[٤]دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/٦/۱٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۲/۲۹

چکیده

گیاه ریحان (*Ocimum basillicum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان متعلق به خانواده نعناء است، پیکر رویشی آن حاوی اسانس (۰/۵ تا ۱/۵ درصد) است و در صنایع غذایی و عطرسازی مورداستفاده قرارگرفته است. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. فاکتورها شامل دو توده محلی ریحان (ورامین و قائن) و مقادیر مختلف عناصر کم‌مصرف و پرمصرف در ۹ سطح انجام شد. صفات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته، طول و عرض برگ، تعداد برگ، تعداد ساقه‌های جانبی، وزن خشک گیاه، محتوی کلروفیل و کاروتنوئید و میزان اسانس بود. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر انجام شد. کلروفیل و کارتنوئید به‌صورت اسپکتروفتومتری آنالیز گردید. نتایج نشان داد که اکثر صفات مورد ارزیابی در این پژوهش تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت. بیشترین میزان وزن خشک (۷۷/٦٦ گرم در مترمربع) متعلق به توده ورامین به همراه مصرف نانو کلات روی به مقدار (۱/۵ کیلوگرم در هکتار) بود. بیشترین میزان کلروفیل a (٦/۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر) به توده محلی قائن همراه با کاربرد ٦۰ کیلوگرم در هکتار اوره بود. توده محلی ورامین با ۰/۹۳ درصد اسانس برتری قابل‌توجهی نسبت به توده محلی قائن داشت. بین تیمارها و غلظت‌های به‌کار رفته، در صفات مورد اندازه‌گیری مشاهده گردید. همچنین به نظر می‌رسد کاربرد کودهای نانو و کود زیستی نیتروکسین می‌تواند گام مؤثری در جهت بهبود عملکرد و کیفیت محصول و جایگزینی مناسب برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی باشند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، ریحان، رنگدانه‌های فتوسنتزی، نانوکلات.

*نویسنده مسئول: alisalehisardoei@gau.ac.ir

مقدمه

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گیاهی علفی و یک‌ساله از خانواده نعنائیان می‌باشد. منشأ گیاه ریحان هند و ایران گزارش‌شده است. جنس اوسیموم[1] شامل گونه‌های متعددی است که یکی از مهم‌ترین آن‌ها (*Ocimum basilicum* L.) می‌باشد. از ریحان به‌عنوان گیاهی دارویی، ادویه‌ای و همچنین به‌عنوان سبزی تازه استفاده می‌شود (Fallahi et al., 2016). مواد مؤثره پیکر رویشی این گیاه اشتهاآور است و برای معالجه‌ی نفخ شکم و کمک به هضم غذا استفاده می‌شود. از این گیاه برای معالجه‌ی برخی ناراحتی‌های قلبی و همچنین برای مداوای بزرگ شدن طحال می‌توان استفاده کرد. از اسانس آن در صنایع آرایشی و بهداشتی نیز استفاده می‌شود. ترکیبات عمده اسانس ریحان شامل متیل سینامات[2]، ۱، ۸- سینئول[3]، اوژنول[4]، اویسمن[5]، متیلاوژنول[6]، لینالول[7] و متیل کاویکول[8] می‌باشد (Panahinia et al., 2016).

کاربرد صحیح عناصر غذایی در طول مراحل رشد گیاهان دارویی، نه‌تنها نقش اساسی در افزایش عملکرد آن‌ها دارد بلکه در کمیت و کیفیت مواد مؤثره محصول تولیدشده نیز مؤثر می‌باشد. استفاده بیش‌ازحد از کودهای شیمیایی مشکلات متعددی از قبیل تغییر ساختمان خاک، کاهش نفوذ پذیری خاک، آلودگی آب‌های زیرزمینی، تجمع نیترات و سمیت عناصر سنگین را در پی دارد (Omidbaigi, 2010; Panahinia1 et al., 2016). کودهای زیستی، ریز موجودات باکتریایی و قارچی هستند که علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر خاک، با تولید مقادیر چشمگیری هورمون‌های محرک رشد، بر رشد و نمو، عملکرد گیاهان زراعی و همچنین ویژگی‌های خاک تاثیر می‌گذارند (Hashemi Fadaki et al., 2018). در پژوهشی اعلام کردند که بذور ریحان تلقیح شده با باکتری آزوسپیریلوم دارای وزن تر و خشک شاخساره، ارتفاع و تعداد شاخه جانبی بیشتری نسبت به گیاهان شاهد بودند (Raei et al., 2015). استفاده از کودهای زیستی به‌منظور بهبود تولید کمی و کیفی گیاهان دارویی، ازجمله بابونه شیرازی (Dehghani Meshkani et al., 2011)، چای ترش (Hashemi Fadaki et al., 2018) و درمنه (Kapoor et al., 2007) در منابع متعددی گزارش‌شده است.

استفاده از فناوری نانو در کلیه عرصه‌ها از جمله کشاورزی در حال گسترش می‌باشد. کاربرد نانو کودها به‌عنوان جایگزین کودهای مرسوم، عناصر غذایی به‌تدریج و به‌صورت کنترل شده در خاک آزاد می‌شود (Naderi and daneshe shahraki, 2013). نگرانی‌های مربوط به کارایی کم کودهای مرسوم (حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد) و گزینه‌های مدیریتی کم برای بهبود آن، ضرورت کاربرد نانو فناوری برای تحقیقات و توسعه کودها را آشکار می‌کند (Derosa et al., 2010). از جمله مزایای استفاده از نانو کودها می‌توان به افزایش راندمان و کیفیت منابع غذایی به‌واسطه سرعت جذب بالا، کاهش قابل‌توجه آلودگی خاکی، ذخایر آبی و محصولات غذایی به‌واسطه کاهش آبشویی کودها، عدم اتلاف کودها توسط آبشویی و جذب کامل کود توسط گیاه به دلیل رهاسازی عناصر غذایی کود با سرعت مطلوب در تمام طول فصل رشد اشاره کرد (Liu & Lal, 2015).

ترکیبات آهن بهترین راه‌حل برای برطرف کردن کلروز آهن در همه خاک‌ها و به‌خصوص خاک‌های قلیایی بوده و می‌توانند شدیدترین مشکلات تغذیه‌ای

1. Ocimum
2. Methyl cinamat
3. 1,8- Cineol
4. Eugenol
5. Ocimen
6. Methyl eugenol
7. Linalol
8. Methyl cavicol

گیاهان را علاج نمایند و از آنجا که دامنه محدودی بین اثرات سمیت و کمبود آهن در گیاهان وجود دارد، بنابراین توجه به نوع کود آهن و میزان مصرف آن ضروری می‌باشد (Pardakhti et al., 2006; Bayati et al., 2015). در گیاه دارویی بابونه محلول‌پاشی همزمان آهن و روی سبب افزایش کیفیت و کمیت عملکرد گیاه گردید (Nasiri et al., 2010). در آزمایشی گزارش گردید که محلول‌پاشی سولفات آهن و روی موجب افزایش قابل‌توجه میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی، فنل‌ها و عملکرد اسانس در گیاه شوید شد (Miransari et al., 2014).

با توجه به بررسی منابع صورت گرفته به نظر می‌رسد که تابه‌حال مطالعه جامعی در رابطه با تأثیر کودهای آهن و روی به شکل نانو کلات و منابع مختلف کود نیتروژن (زیستی و شیمیایی) بر عملکرد و برخی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و کیفی گیاه دارویی ریحان صورت نگرفته است. بنابراین این پژوهش باهدف بررسی اثر کودهای نانو کلات (آهن و روی) و منابع مختلف کود نیتروژن (زیستی و شیمیایی) بر عملکرد، خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و عملکرد اسانس گیاه دارویی ریحان انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق طی سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. بذر توده های محلی ریحان (ورامین و قائن) از مرکز ملی ذخایر ژنتیک و زیستی واقع در کرج تهیه گردید. فاکتور اول شامل دو توده محلی ریحان (ورامین و قائن) و فاکتور دوم: مقادیر مختلف عناصر کم‌مصرف و پرمصرف در ۹ سطح شامل: تیمار شاهد (عدم کاربرد عناصر پرمصرف و کم‌مصرف)، نانو کلات آهن ۱/۵ کیلوگرم در هکتار، نانو کلات آهن ۳ کیلوگرم در هکتار، نانو کلات روی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار، نانو کلات روی ۳ کیلوگرم در هکتار، کود زیستی نیتروکسین ۱/۵ کیلوگرم در هکتار، کود زیستی نیتروکسین ۳ کیلوگرم در هکتار، کود شیمیایی اوره ۶۰ کیلوگرم در هکتار و کود شیمیایی اوره ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بود. نانو کلات روی و آهن ۱۲٪ از شرکت خضراء تهیه گردید. کود زیستی نیتروکسین که از شرکت زیست‌فناوری مهر آسیا تهیه شد حاوی باکتری‌های *Azetobacter* sp و *Azospirillum* sp بود. در هر میلی‌لیتر کود زیستی مورداستفاده 10^8 باکتری زنده و فعال از هرگونه وجود داشت. برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در شش نقطه به‌طور تصادفی برداشت شد و ویژگی‌های آن به شرح جدول ۱ تعیین شد. یک روز قبل از اجرای عملیات کاشت، عملیات کود دهی انجام گردید. مصرف کودهای شیمیایی شامل N و P بر اساس نتایج آزمون خاک انجام گردید. منابع کودهای شیمیایی فسفر و نیتروژن به ترتیب سوپر فسفات تریپل و اوره بود. کود فسفره قبل از کاشت به میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار به‌طور یکنواخت در کل مزرعه توزیع و کود نیتروژنه فقط در تیمارهای موردنظر استفاده گردید. عملیات تهیه بستر بذر، شامل شخم، دیسک و ماله‌کشی بود. کشت بذرها به‌صورت مستقیم در ۲۵ اردیبهشت‌ماه بافاصله ردیف‌های کاشت ۳۰ سانتی‌متر و فواصل بوته‌ها روی ردیف ۶ سانتی‌متر به‌صورت دستی انجام گردید. با توجه به انحلال‌پذیری کود اوره و جلوگیری از نشت آن به کرت مجاور نیم متر فاصله بین دو کرت در نظر گرفته شد. محلول‌پاشی ۳ بار در طی فصل رشد

ریحان انجام گرفت به‌طوری‌که اولین محلول‌پاشی پس از استقرار کامل گیاهان صورت گرفت و مراحل بعدی محلول‌پاشی با فاصله ۳ هفته از همدیگر تا زمان گلدهی انجام شد. فاکتورهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در مرحله گلدهی اندازه‌گیری شدند.

صفات اندازه‌گیری شده در شهریورماه که شامل ارتفاع بوته، طول و عرض برگ، تعداد برگ، تعداد ساقه‌های جانبی، محتوی کلروفیل و کاروتنوئید، وزن خشک گیاه و میزان اسانس بود. برداشت گیاه ریحان در مرحله اوایل گلدهی انجام شد، بدین‌صورت که در هر کرت، نمونه‌گیری از دو ردیف وسط و پس از حذف اثرات حاشیه‌ای انجام گرفت و اندام‌های هوایی از نزدیکی سطح زمین قطع و جهت اندازه‌گیری وزن تر و خشک به آزمایشگاه منتقل شدند. برای تعیین خصوصیات مورفولوژیکی گیاه ریحان ۱۰ بوته به‌طور تصادفی ازهر واحد آزمایشی انتخاب و اندازه‌گیری شد. سپس میانگین مشاهدات برای صفات مورد نظر جهت تجزیه آماری مورداستفاده قرار گرفت.

عمل استخراج اسانس از سر شاخه و گلدار خشک گیاه توده‌های ریحان و توسط دستگاه اسانس‌گیر و سپس بر حسب وزن خشک گیاه، درصد اسانس تعیین شد. اندازه‌گیری محتوی کلروفیل و کاروتنوئید به روش آرنون (۱۹٦۷) انجام شد و براساس روابط زیر محاسبه گردید (۲).

رابطه (۱):

$$\text{Chlorophyll a} = (19.3 \times A663 - 0.86 \times A645)\ V/100W$$

رابطه (۲):

$$\text{Chlorophyll b} = (19.3 \times A645 - 3.6 \times A663)\ V/100W$$

رابطه (۳):

$$\text{Carotenoides} = 100(A470) - 3.27(\text{mg chl. a}) - 104(\text{mg chl. b})/227$$

در روابط بالا V معادل حجم محلول صاف‌شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ)، W معادل وزن تر نمونه برحسب گرم و A جذب نور در طول‌موج‌های ٦٦۳، ٦٤٥ و ٤۷۰ نانومتر است.

داده‌ها و خطاهای آزمایشی ازنظر توزیع نرمال و هم-چنین تیمارهای آزمایشی برای همسانی واریانس‌ها با استفاده از نرم‌افزار ver. 14 Minitab مورد آزمون قرار گرفتند. برای تجزیه واریانس آنووای داده‌ها از نرم‌افزار SAS ver. 9 و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan) در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد. نمودارها توسط نرم‌افزار Excel و میله‌های خطا آزمایشی (Error Bars) بر اساس SD رسم گردید.

جدول ۱: نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	بافت خاک Soil texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر (میلی‌گرم بر گرم) P (mg/g)	پتاسیم (میلی‌گرم بر گرم) K (mg/g)	آهن (میلی‌گرم بر گرم) Fe (mg/g)	روی (میلی‌گرم بر گرم) Zn (mg/g)
۰-۳۰ cm	سیلتی لومی Silt Loam	۷/٤٦	۱/٤٥	۰/۰۸۸	۱۰	۳٤٥	۱/٥	۱

نتایج

ارتفاع گیاه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای کودی و همچنین اثر متقابل توده محلی × کود بر صفت ارتفاع بوته معنی‌دار بود، اما ازلحاظ ارتفاع بوته بین دو توده محلی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر متقابل تیمارهای توده محلی × کود نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۹۷/٦٦ سانتی‌متر) متعلق

به توده محلی قائن و کاربرد نانو کلات روی به میزان ۱/۵ کیلوگرم در هکتار بود، اگرچه ازلحاظ ارتفاع بوته با توده محلی ورامین و کاربرد ٦٠ کیلوگرم در هکتار اوره اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۱).

طول و عرض برگ: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای کودی و همچنین اثر متقابل توده محلی × کود بر صفات طول و عرض برگ معنی‌دار بود اما بین دو توده محلی ازلحاظ طول برگ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر متقابل توده محلی × کود نشان داد که مصرف کودهای نیتروژنی طول و عرض برگ را در هر دو توده محلی افزایش داد به‌طوری‌که بیشترین مقادیر طول (٦/٥ سانتی‌متر) و عرض برگ (۳/٦۳ سانتی‌متر) به توده محلی ورامین همراه با کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار اختصاص یافت، هرچند ازلحاظ طول و عرض برگ با توده محلی ورامین همراه با کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار نیتروکسین اختلاف معنی‌داری نداشت که نشان‌دهنده نقش مؤثر باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در فراهم کردن نیتروژن موردنیاز گیاه ریحان می‌باشد (شکل-های ۲ و ۳).

تعداد برگ: نتایج نشان داد که تمامی تیمارهای آزمایشی و همچنین اثرات متقابل آن‌ها بر تعداد برگ در بوته معنی‌دار نگردید (جدول ۲).

تعداد شاخه جانبی: بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان دهند معنی‌دار نبودن اثر تیمارهای کودی، توده محلی و اثرات متقابل آن‌ها بر تعداد شاخه جانبی بود (جدول ۲).

رنگدانه‌های فتوسنتزی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای کودی و همچنین اثر متقابل توده محلی × کود بر کلروفیل a معنی‌دار بود اما هیچ‌کدام از اثرات ساده و متقابل تیمارهای آزمایش بر کلروفیل b و کاروتنوئید معنی‌دار نگردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر متقابل توده محلی × کود نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a (٦/٥ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) متعلق به توده محلی قائن به همراه کاربرد ٦٠ کیلوگرم در هکتار اوره بود و کمترین میزان این صفت به توده محلی ورامین و عدم کود دهی (شاهد) اختصاص یافت (شکل ٤).

وزن خشک ریحان: بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر تیمار کود و همچنین اثر متقابل توده محلی × کود بر وزن خشک ریحان معنی‌دار گردید اما بین دو توده محلی ازلحاظ وزن خشک ریحان اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بررسی نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل توده محلی × کود نشان داد که توده محلی ورامین به همراه نانو کلات روی به مقدار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین مقدار وزن خشک (۷۷/٦ گرم در مترمربع) بود (شکل ٥).

درصد اسانس: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای کودی و توده محلی بر درصد اسانس معنی‌دار بود، اما اثر متقابل توده محلی × کود بر درصد اسانس ریحان معنی‌دار نگردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بین دو توده محلی موردبررسی، توده محلی ورامین دارای بیشترین درصد اسانس (۰/۹۳ درصد) بود (شکل ٦). در بین تیمارهای کودی نیز بیشترین درصد اسانس (۱/۰۹ درصد) به تیمار ۳ کیلوگرم در هکتار نیتروکسین اختصاص یافت (شکل ۷).

جدول ۲: تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش

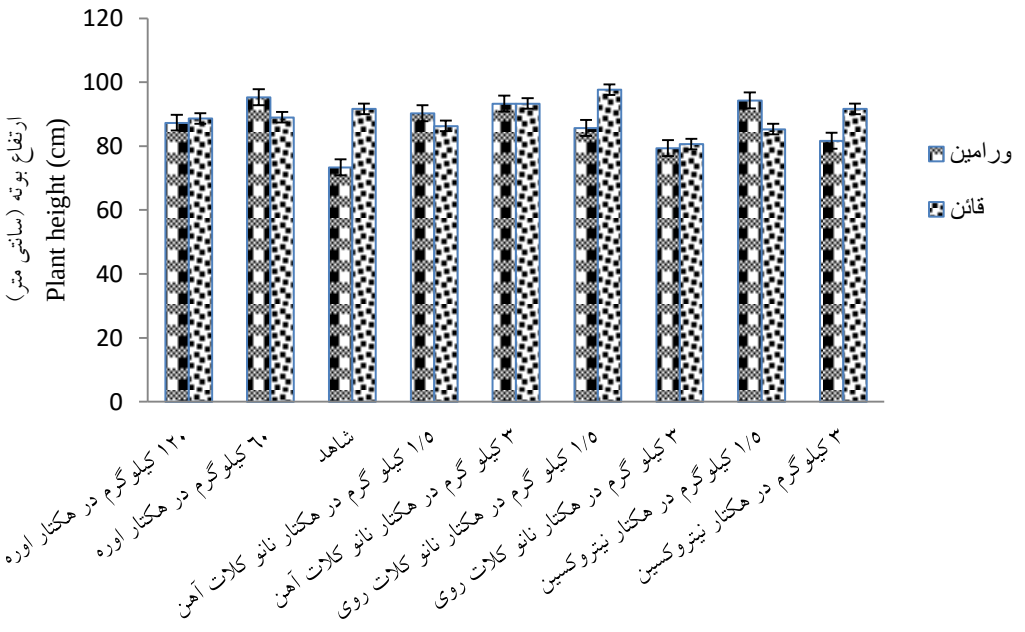
منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (d.f)	ارتفاع بوته Plant height	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	تعداد برگ Number of leaves	تعداد ساقه جانبی Number of branches
توده محلی (Landraces)	۱	۹۳/۳۵ ns	۲٤ ns	۱/٦۷**	۱۰۹۳/۵ns	۰/٦٦ns
کود (Fertilizer)	۸	۹۵۲/۳۳ *	۱۹/۱**	۰/٤۵*	۲۲۸٤/٦۷ns	۰/٦۳ns
توده×کود (Landrace× Fertilizer)	۸	۹۸۷/۸۱**	۸۷*	۰/٤۸*	۵۹۲٤/۸۷ns	۳/۹۱ns
خطای آزمایشی (Error)	۳٤	۹۸/۰۸	۲۳	۰/۱۲۳	۵٤۳۷/۳۷	۲/۵۳

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌دار شدن در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

ادامه جدول ۲: تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش

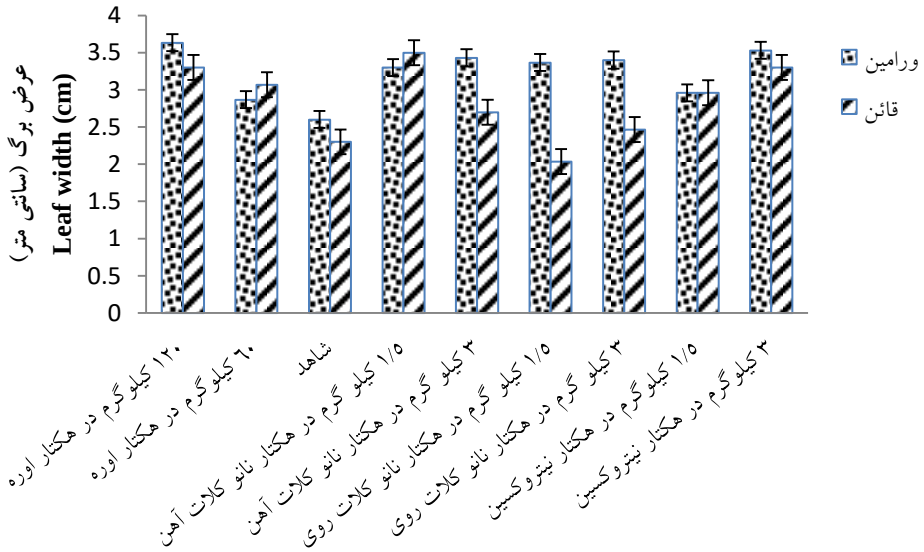
منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (d.f)	کلروفیل a Chlorophylla	کلروفیل b Chlorophyllb	کارتنوئید Carotenoid	وزن خشک Dry weight	درصد اسانس Essential oil
توده محلی (Landraces)	۱	۰/٦۵ ns	۰/۰۱٤ns	۰/۳۲ns	۵٦/۰۲ns	۰/۳۳*
کود (Fertilizer)	۸	۲/۹۸*	۰/۸ns	۰/۳۱ns	۷۰۰/٤۱**	۰/۱٦*
توده×کود (Landrace× Fertilizer)	۸	۳/۸٦*	۰/٦۹ns	۰/۵٤ns	۱۱۳۰/۳۵**	۰/۰۱٦ns
خطای آزمایشی (Error)	۳٤	۲/۰۵	۰/۸۹	۰/۲۵	۳۰۱/۹۹	۰/۰۷۲

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌دار شدن در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

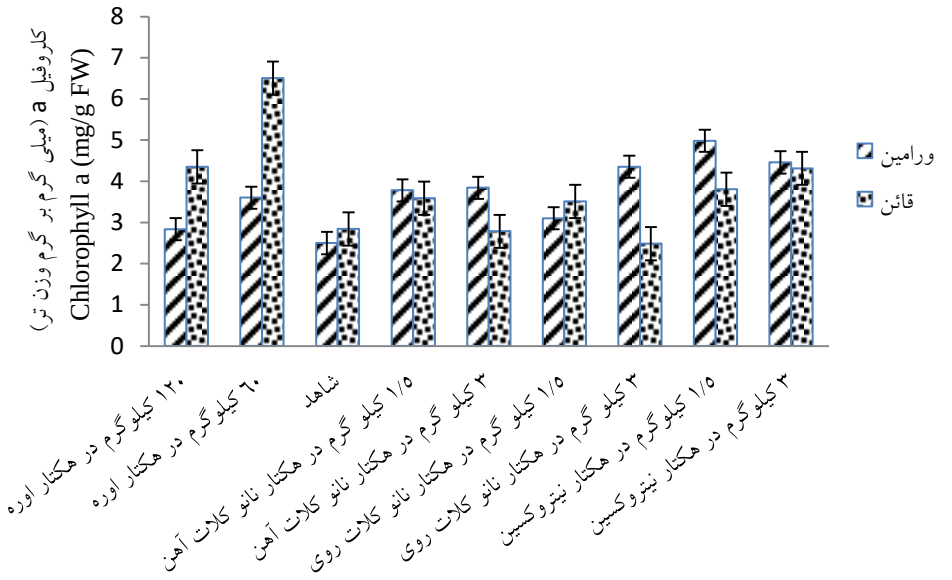


شکل ۱: واکنش ارتفاع بوته توده‌های ریحان به تیمارهای مختلف کودی

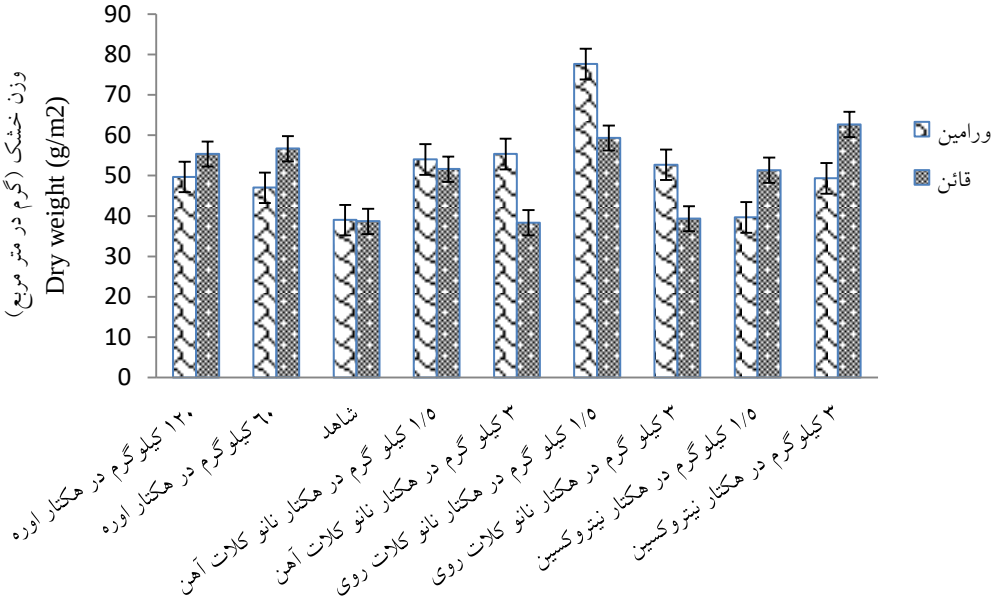
شکل ۲: واکنش طول برگ توده‌های ریحان به تیمارهای مختلف کودی



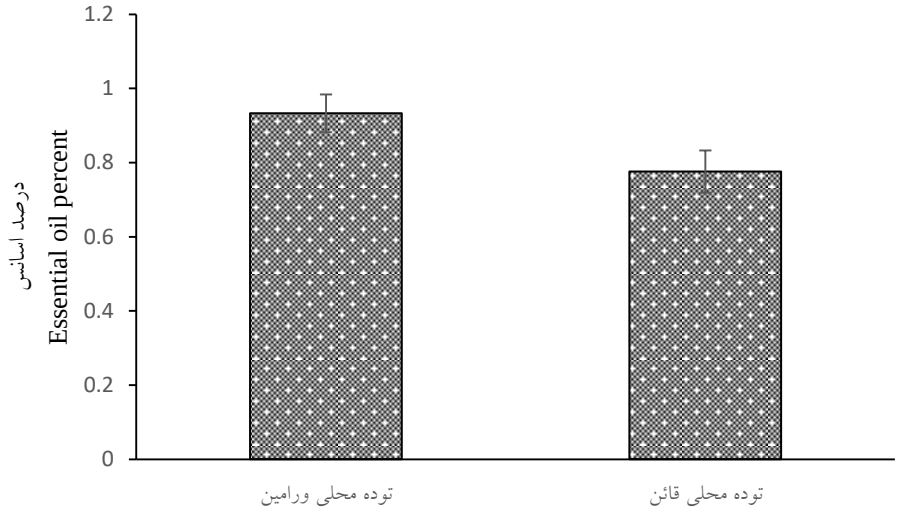
شکل ۳: واکنش عرض برگ توده‌های ریحان به تیمارهای مختلف کودی



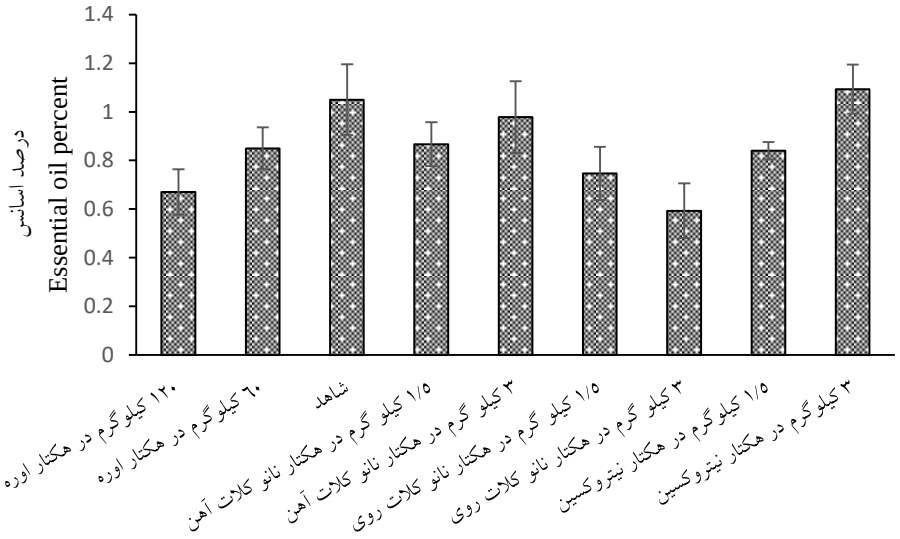
شکل ٤: واکنش کلروفیل a توده‌های ریحان به تیمارهای مختلف کودی



شکل ٥: واکنش وزن خشک توده‌های ریحان به تیمارهای مختلف کودی



شکل ٦: درصد اسانس در توده‌های محلی ریحان



شکل ۷: واکنش درصد اسانس ریحان به تیمارهای مختلف کودی

بحث

با توجه به نتایج این آزمایش، بیشترین ارتفاع بوته (۹۷/٦٦ سانتی‌متر) متعلق به توده محلی قائن و کاربرد نانو کلات روی به میزان ۱/۵ کیلوگرم در هکتار بود اگرچه ازلحاظ ارتفاع بوته با توده محلی ورامین و کاربرد ٦۰ کیلوگرم در هکتار اوره اختلاف معنی‌داری نداشت. روی یکی از عناصر کم‌مصرف ضروری است که در ساختمان بسیاری از آنزیم‌ها جزء کلیدی و به‌عنوان کوفاکتور عمل می‌نماید. روی عنصری مهم در فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم‌کننده‌های رشد محسوب می‌گردد. روی در بسیاری از مسیرهای بیوشیمیایی مرتبط با متابولیسم کربوهیدرات‌ها، پروتئین، متابولیسم اکسین و حفظ یکپارچگی غشای سلولی مؤثر است (Asgari Lajayer et al,. 2015). طبق گزارش کومار و همکاران (Kumar et al., 2010)، مصرف خاکی عناصر روی و گوگرد در گیاه نعناع، به‌دلیل بهبود فعالیت‌های آنزیمی مختلف و سنتز بیشتر پروتئین‌ها،

منجر به افزایش رشد و عملکرد پیکر رویشی شد. در پژوهشی گزارش کردند که ارتفاع گیاه دارویی نعناع و بابونه آلمانی تحت تأثیر محلول‌پاشی عناصر روی و آهن قرار گرفت و با افزایش این عناصر به‌طور تدریجی ارتفاع گیاه افزایش یافت به‌طوری‌که تیمارهای ترکیبی این عناصر بیشترین تأثیر را در افزایش ارتفاع داشتند (Preeti pande et al., 2007; Nasiri et al., 2013). در آزمایشی دیگر بر روی ریحان گزارش گردید که کاربرد کودهای نیتروژنی باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته شدند (Panahinia et al., 2016). با توجه به این‌که نیتروژن نقش اساسی در ساختمان کلروفیل دارد و از طرفی مهم‌ترین عنصر در سنتز پروتئین می‌باشد و افزایش آن در شرایط مطلوب تا حد مشخصی موجب افزایش میزان پروتئین می‌گردد. می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش پروتئین‌ها گیاه به توسعه رشد رویشی می‌پردازد که درنتیجه آن افزایش مواد فتوسنتزی را به دنبال دارد (Panahinia et al., 2016).

اثر افزایشی کود نیتروژن بر طول و عرض برگ به نقش نیتروژن در متابولیسم گیاه مربوط می‌شود، زیرا نیاز گیاه به منبع نیتروژن را تأمین می‌کند موجب افزایش فرآورده‌های فتوسنتزی و درنتیجه افزایش رشد رویشی از قبیل تعداد و سطح برگ می‌شود (Omidbaigi, 2008; Panahinia et al., 2016). تأثیر نیتروژن برافزایش رشد رویشی ازجمله سطح و تعداد برگ در اثر تغییر تعادل هورمون‌های گیاهی در بخش‌های رویشی ایجاد می‌شود. مصرف نیتروژن با کاهش نسبت اسیدآبسیزیک بر جیبرلین باعث افزایش رشد رویشی گیاه می‌گردد (Marshner, 2012). نتایج تحقیق دیگر نشان داده است که کاربرد نیتروژن بر سطح برگ در گیاه ریحان معنی‌دار می‌باشد (Bakhshande et al., 2014).

در پژوهشی اثر مثبت نیتروژن در دسترس گیاه را بر تشکیل کلروپلاست طی رشد برگ و همچنین در افزایش محتوای کلروفیل برگ گزارش کردند. تا حدود ۷۵٪ نیتروژن برگ در کلروپلاست یافت می‌شود و بیشترین میزان آن به‌تنهایی در ساختار آنزیم ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز (روبیسکو) است (Singh et al., 2016).

بهبود صفات رشدی گیاه درنتیجه کاربرد عناصر کم‌مصرف ازجمله آهن و روی ممکن است به دلیل افزایش شدت فتوسنتز و فعالیت‌هایی باشد که منجر به افزایش تقسیم سلول و طویل شدن آن‌ها می‌شود (Yassen et al., 2010). عنصر روی به‌عنوان اجزای فلزی آنزیم‌های مختلف عمل می‌کند و همچنین به عنوان یک کوفاکتور عملکردی، ساختاری و تنظیمی در ارتباط با متابولیسم ساکارید، فتوسنتز و ساخت پروتئین نقش دارد ازاین‌رو نقش عنصر روی در افزایش عملکرد محصولات قابل‌توجه می‌باشد (Yassen et al., 2010). بر اساس گزارش غفران مقصود و همکاران (Ghofran Maghsud et al., 2014) نیز محلول‌پاشی سولفات روی در مرحله غنچه‌دهی گیاه گلرنگ منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه وزن خشک شد. به‌طور کلی می‌توان گفت که عنصر روی به دلیل نقش مهمی که در متابولیسم پروتئین‌ها و آنزیم‌ها و همچنین رنگدانه‌های فتوسنتزی دارد می‌تواند باعث افزایش توان فتوسنتزی و تولید محصول شود، اما این عنصر نیز همانند سایر عناصر اگر بیش از حد مورد نیاز در دسترس گیاه باشد، ممکن است باعث ایجاد سمیت در رشد و فرایندهای گیاه شود. با توجه به کمبود شدید خاک‌های کشور از نظر روی، مصرف این عنصر به صورت کود اهمیت زیادی در افزایش عملکرد و کیفیت محصولات دارد (Moradi Telavat et al., 2015). همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌گردد

توده محلی قائن نسبت به توده ورامین پاسخ بهتری به منابع مختلف کود نیتروژن (زیستی و شیمیایی) داد و بالعکس اثر محلول‌پاشی عناصر روی و آهن بر وزن خشک توده محلی ورامین بیشتر بود و منجر به افزایش عملکرد قابل‌ملاحظه‌ای در این توده گردید. در تحقیقی اعلام کردند که بذور ریحان تلقیح شده با باکتری آزوسپیریلوم دارای وزن تر و خشک شاخساره بیشتری نسبت به گیاهان شاهد بودند (Raei et al., 2015). افزایش عملکرد ریحان در تیمار کود زیستی نیتروکسین نسبت به تیمار شاهد را می‌توان به نقش ازتوباکتر و آزوسپیریلوم در تثبیت نیتروژن و تولید مواد محرک رشد مانند جیبرلین و ایندول استیک اسید توسط آن‌ها نسبت داد (Mahfouz and Sharaf-Eldin, 2007). در آزمایشی که به‌صورت جداگانه روی گیاه گوجه‌فرنگی و لوبیا صورت گرفت، مشخص شد که کود زیستی باعث عملکرد و جذب عناصر غذایی بالاتری بودند (Nemati and Golchin, 2015; Parsa-Motlagh et al, 2011).

همان‌طور که در شکل ۷ مشاهده می‌گردد درصد اسانس گیاه ریحان با مصرف کود شیمیایی نیتروژن یک رابطه معکوس دارد. بیشترین درصد اسانس (۱/۰۹ درصد) به تیمار ۳ کیلوگرم در هکتار نیتروکسین اختصاص یافت. به نظر می‌رسد دلیل برتری تیمار شاهد نسبت به تیمارهای کود شیمیایی نیتروژن و محلول‌پاشی نانو کلات روی و آهن، می‌تواند مربوط به موضوع افزایش متابولیت‌های ثانویه در شرایط نامساعد محیطی و کمبود عناصر غذایی باشد. در این راستا گزارش کردند که میزان اسانس گیاه ریحان در شرایط عدم کود دهی بیشتر از تیمار کود شیمیایی نیتروژن بود (Tahami-Zarandi et al., 2010). ویسانی و همکاران (visani et al., 2013) در تحقیق خود گزارش کردند که بیشترین میزان اسانس ریحان از تیمار نیتروکسین به‌همراه فسفاته بارور۲ حاصل شد. همچنین در بررسی تاثیر کود بیولوژیک نیتروکسین بر روی نعناع فلفلی، افزایش درصد اسانس را گزارش کردند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (Kheiry et al., 2017).

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به اینکه توده محلی ورامین از لحاظ از لحاظ درصد اسانس و عملکرد بیولوژیکی برتری قابل‌توجهی نسبت به توده محلی قائن داشت بنابراین به‌عنوان توده محلی برتر در شرایط آب و هوایی مشهد توصیه می‌گردد. مصرف برگی عناصر ریزمغذی مانند آهن و روی یکی از روش های مدیریتی جهت دستیابی به عملکرد بالا در تولید گیاهان است. کاربرد کود زیستی نیتروکسین و همچنین نانو کلات آهن و روی از لحاظ درصد اسانس در مقایسه با تیمار کود شیمیایی اوره از برتری محسوسی برخوردار بودند و با توجه به اینکه تولید اسانس در زمینه تولید گیاهان دارویی از اهمیت بالایی برخوردار است، بنابراین می‌توان با جایگزینی کود زیستی نیتروکسین بجای کود شیمیایی اوره و همچنین مصرف آهن و روی در کنار یکدیگر موجب افزایش عملکرد کمی و کیفی در گیاه ریحان شد.

References

1. Bakhshande Larimi, S., Shakiba M., Dabbagh Mohammadinasab, A. and Moghaddam Vahed, M. 2014. Changes in nitrogen and chlorophyll density and leaf area of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) affected by biofertilizer and nitrogen application. International Journal of Bioscience, 5(9): 256-265.
2. Bayati, F., Ayne Band, A. and Fateh, E. 2015. Effect of Nano Fertilizer Values and Times on Yield and Yield Components of *Brassica napus* L.

Iranian Journal of Field Crops Research, 12(4): 805-812.
3. Dehghani Meshkani, M.R., Naghdi Badi, H.A., Darzi, M.T., Mehr Afarin, A., Reza zade, Sh.A. and Kad Khoda, Z. 2011. The Effect of Biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of shirazian babooneh (*Matricaria recutita* L.). Journal of Medicinal Plants, 10(38): 35-48.
4. Derosa, M.C., Monreal, C., Schnitzer, M., Walsh, R. and Sultan, Y. 2010. Nanotechnologyin fertilizers. Nat Nanotechnol. 5: 2.91-104.
5. Fallahi, A., Hassani, A. and Sefidkon, F. 2016. Effect of foliar application of different zinc sources on yield and phytochemical characteristics of basil (*Ocimum basilicum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32 (5): 744-757.
6. Ghofrani-Maghsud, S., Mobasser, H.R. and Fanaei, H.R. 2014. Effect of foliar application and time foliarapplication microelements (Zn, Fe, Mn) on safflower. J. Nov. Appl. Sci, 3(4): 396-399.
7. Hashemi Fadaki, S.E., Fakheri, B.A., Mahdinezhad, N. and Mohammadpour Vashvae, R. 2018. Effects of nano and nano bio-fertilizer on physiological, biochemical characteristics and yield of roselle (*Hibisicus sabdariffa* L.) under drought stress. Journal of Agricultural Crops Production, 20 (1): 46-65.
8. Kapoor, R., Chaudhary, V. and Bhatnagar, A.K. 2007. Effects of Arbuscular mycorrhiza and phosphorus application on Artemisinin concentration in *Artemisia annua* L. Mycrrhiza, 17(7): 581- 587.
9. Kheiry, A., Babakhani, R., Sanikhani, M. and Razavi, F. 2017. Effects of nitroxine and thiobacillus biofertilizers on morphological and phytochemical properties of *Mentha pipertita* L. Journal of Plant Ecophysiology, 10 (33): 35-42.
10. Kumar, A., Patro, H.K. and Anand, K., 2010. Effect of zinc and sulphur on herb, oil yield and quality of menthol mint (*Mentha arvensis* L.) var. Kosi. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 2(4): 642-648.
11. Liu, R. and Lal, R. 2015. Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. Science of the Total Environment. 514: 131-139.
12. Mahfouz, S.A. and Sharaf-Eldin, M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics, 21: 361-366.
13. Marschner H. 2012. Mineral Nutrition of Higher Plants, Third Edition, Academic Press, London.
14. Miransari, H., Mehrafarin, A. and Naghdibadi, H.A. 2014. Morphophysiological and phytochemical responses of Dill to (*Anethum graveolens* L.) foliar application of ferrous sulfate and zinc sulfate. Quarterly J. Med. Plants, 14(2): 15-30. (In Persian).
15. Moradi Telavat, M.R., Roshan, F. and Siadat, S.A. 2015. Effect of foliar application of zinc sulfate on minerals contenet, seed and oil yields of two safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.). Iranian Journal of Crop Sciences, 17(2): 153-164. (In Persian).
16. Nasiri, Y., Zehtab Salmasi, S., Nasrullah Zadeh, S., Ghassemi Gholezani, K., Najafi, N. and Javanmard, A. 2013. Evaluation of foliar spray of ferrous sulfate and zinc sulfate on yield and nutrients concentration of aerial parts in German Chamomile. Journal of Agricultural Science and Sustainnable Production, 23 (3): 106-115.
17. Nasiri, Y., Zehtab-Salmasi, S., Nasrullahzadeh, S., Najafi, N. and Ghassemi-Golezani, K. 2010. Effects of foliar application of micronutrients (Fe and Zn) on flower yield and essential oil of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). J. Med. Plants Res, 17(4): 1733-1737.
18. Nemati, A. and Golchin, A. 2015. Effects of biological fertilizers on yield and concentrations of micronutrients in organs of tomato under cadmium stress. Journal of Soil Management and Sustainable Production, 5(3): 45-63.
19. Naderi, A. and Daneshe Shhahraki, O. 2013. Application of Nanotechnology to

Optimize the Formation of Chemical Fertilizers. Nanotechnology Monthly, 4(20): 22-165.

20. Omidbaigi, R. 2008. Production and Processing of Medicinal Plants (Volume 3). Astan Ghods Razavi Publication, Mashhad, 397p. (In Persian).
21. Omidbaigi, R. 2010. Approaches to Production and Processing of Medicinal plants. Beh Nashr Press, 347p. (In Persian).
22. Panahinia, M., Sanikhani, M. and Kheiri, A. 2016. Morphological Characteristics and essential oil production of sweet basil (*ocimum basilicum* L.) under application of nitrogen and iron. Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production, 26(4): 158-166.
23. Pardakhti, A., Nazran, M.H., Hokmabadi, H. and Ashiani, M. 2006. The role of green space in reducing air pollution and the effect of new fertilizer Khazra iron chelate in increasing the efficiency of plants and stylized air.In First Environmental Engineering Conference. University of Tehran. (In Persian).
24. Parsa-Motlagh, B., Mahmoodi, S., Sayyari-Zahan, M.H., and Naghizadeh, M. 2011. Effect of mycorrhizal fungi and phosphorus fertilizer on concentration of leaf nutrients and photosynthetic pigments of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under salinity stress condition. Agroecology, 3(2): 233-244. (In Persian)
25. Preeti pande, M., Anwar, S.C., Yadov, V. and Patra, D. 2007. Optimal level of iron and zinc in relation to its influence on herb yield and protection of essential oil in menthol mint. Communication in Soil Science and Plant Analysis, 38: 561-578.
26. Raei, Y., Kordi, S., Ghanbari, F., Shayan, A.A., Shahkarami, G. and Fatahi, S. 2015. The effect of *Azospirilium* bacteria and salicylic acid effects on drought stress tolerance in *Ocimum basilicum* L. Medicinal plant. Advances in Bioresearch, 6(6): 44-53.
27. Singh, M., Khan, M.M.A. and Naeem, M. 2016. Effect of nitrogen on growth, nutrient assimilation, essential oil content, yield and quality attributes in *Zingiber officinale* Rose. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 15: 171-178.
28. Tahami-Zarandi, S.M.K., Rezavani Moghadam, P. and Jahan, M. 2010. Effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential percentage of basil (*Osimum basilicum* L.). Journal of Agroecology, 2(1): 63-74.
29. Wesani, M., Rahimzadeh Khoi, F. and Sohrabi, U. 2013. The effect of biological fertilizers on morphological, physiological, and essential oil of basil Herb. Iranian Journal of Medicinal Plants and Herbs Research, 28(1): 73-87.
30. Yassen, A., Abou El-Nour, E.A.A. and Shedeed, S. 2010. Response of Wheat to foliar spray with urea and Micronutrients. Journal of American Science, 6 (9): 14-22.

Effect of nano chelates (iron and zinc) and nitrogen (biofertilizer and chemical fertilizer) on some morphophysiological characteristics and essential oil yield of two Basil populations

Fatahi-Siahkamari, S.[1], Arouei, H.[2], Azizi Arani, M.[3], Salehi Sardoei, A.[4*]

[1]M.Sc, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

[2]Associate professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

[3] Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

[4]PhD candidate, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 2018-9-5; Accepted: 2019-5-19

Abstract

Basil **(***Ocimum basillicum* L.) belonging to the Lamiaceae familyis an important herbal medicinal plant that essential oils from the aerial parts of the plant have been used in food industry as an antibacterial agent and perfumery. This study was conducted in 2014 at the research farm of Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. The treatments were arranged a factorial experiment based on randomized complete blocks design with three replications. The experimental treatments were two basil populations including Varam in and Qaen and different amounts of macro and micro-elements in nine levels. The traits in this study included plant height, leaf length, leaf width, dry weight, number of leaves, number of sub branches, Chlorophyll a and b, Carotenoid and essential oil. The results revealed that the majority of these traits affected by experimental treatments.The result of mean comparisons were showed that the highest dry weight (77.66 g/m2) belonged toVaram in population by application of nano- zinc chelate fertilizer at 1.5 kg/h. Based on the results, the highest chlorophyll a (6.5 g/mg FW) was obtained in Qaen population using urea fertilizer at 60kg/ha. The Varam in population with 0.93 percent essential oil had a significant superiority to the Qaen population with an average of 0.77%V/W essential oil. In addition, application of nitrox in fertilizer at 3 kg/ha had the highest amount of essential oil (1. 09%). The Varam in population with 0.93% essential oil was better than Qaen population. Application of nitroxin bio fertilizer at 3 kg/ha also had the highest essential oil (1. 09%). The results of the present study showed that different treatments concentrations had different results on the measurement traits. It seems that application of nano chelate fertilizer and nitroxin bio fertilizer can be effectively used to improve soil, environment and human health and serve as a good substitute of chemical fertilizers.

***Keywords*:** Basil populationes, Chemical Compounds, Dry Weight, Photosynthetic Pigments, Nano Chelate, Nitroxin.