

بررسی اثر محلول پاشی نانو کلات روی و سولفات روی بر خصوصیات مرفولوژیکی گیاه دارویی ریحان مقدس (*Ocimum sanctum*)

زهره مقیمی پور، محمد محمودی سورستانی^{۲*}، ناصر عالم زاده انصاری^۳ و زهرا رضانی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- نویسنده مسوول: استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز (f_mahmoodi2000@yahoo.com)

۳- دانشیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۴- دانشیار گروه شیمی داوربی دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی جندی شاپور اهواز

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۲۰

چکیده

ریحان مقدس گیاهی بوته‌ای و چندساله از خانواده نعنائیان می‌باشد. از بخش‌های هوایی این گیاه در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی-بهداشتی و عطر سازی استفاده می‌شود. برگ‌های این گیاه حاوی ۰/۵-۱/۵ درصد اسانس است و ترکیبات اصلی اسانس آن اوژنول، متیل اوژنول، کارواکرول، استراگول و اکالیپتول می‌باشد. به منظور ارزیابی تاثیر محلول پاشی عنصر روی بر خصوصیات مرفولوژیکی ریحان مقدس، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل محلول پاشی با نانوکلات روی (۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ گرم در لیتر) و سولفات روی (۱ و ۱/۵ گرم در لیتر) بود. محلول پاشی در مرحله ۶ یا ۸ برگی انجام و در فواصل زمانی ۱۵ روزه تا مرحله گلدهی کامل تکرار گردید. در مرحله تمام گل، صفات مرفولوژیکی شامل ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد برگ، اندازه برگ (طول و عرض)، سطح برگ، قطر ساقه، طول گل آذین اصلی، تعداد گل آذین، وزن تر و خشک برگ، ساقه و اندام‌هوایی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که اثر محلول پاشی کودهای روی بر تمامی صفات مرفولوژیکی اندازه‌گیری شده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار صفات مذکور به ترتیب در تیمارهای محلول پاشی با غلظت ۱/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی و شاهد مشاهده شد. در مجموع با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای ۱ و ۱/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی، جهت افزایش صفات مرفولوژیکی گیاه دارویی ریحان مقدس، محلول پاشی با غلظت ۱ گرم در لیتر نانو کلات روی پیشنهاد می‌گردد.

کلید واژه‌ها: ریحان مقدس، تعداد برگ، سطح برگ، سولفات روی، نانو کلات روی

مقدمه

ریحان مقدس^۱ که در هندوستان به نام تولسی^۲ شناخته می‌شود به عنوان "ملکه گیاهان" مادر گیاهان دارویی موجود در طبیعت شناخته شده است (سینگ و همکاران^۳، ۲۰۱۱). ریحان مقدس گیاهی چندساله و بوته‌ای از خانواده نعنائیان است که دارای شاخه‌هایی چهارگوش، برگ‌های ریز و بسیار معطر به رنگ سبز

در حال حاضر یک سوم داروهای مورد استفاده بشر را داروهای با منشأ گیاهی تشکیل می‌دهند. نیاز روز افزون کارخانه‌های داروسازی به ماده اولیه و لزوم حفظ منابع طبیعی گیاهی، اهمیت مطالعه بر کشت و فرآوری گیاهان دارویی و معطر را دو چندان نموده است (گوهری و همکاران، ۱۳۹۲). گیاهان دارویی از هزاران سال پیش به منظور پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها به کار گرفته می‌شوند که از آن میان، گیاه دارویی

1- Holy Basil (*Ocimum sanctum*)

2- Tulsi

3- Singh et al.

روشن و گل‌هایی متمایل به رنگ ارغوانی می‌باشد. این گیاه بومی مناطق گرمسیری آسیا و کشورهای همچون بنگلادش، هند و تایلند است. جنس اوسیموم شامل ۳۰ گونه است که از آن میان، اسانس گونه سانکتوم گران‌تر از اسانس دیگر گیاهان این جنس بوده و به دلیل کاربردهای فراوان این گیاه در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی-بهداشتی و عطر سازی کشت و توسعه آن در سرتاسر جهان رو به گسترش می‌باشد (پوجاناپیمول^۱، ۲۰۰۴). پیکر رویشی این گیاه حاوی ۰/۵-۱/۵ درصد اسانس است (نهاک و همکاران^۲، ۲۰۱۱) و ترکیب غالب اسانس آن شامل اوژنول (۴۰-۷۰٪)، متیل‌اوژنول (۲۰/۴٪)، کارواکرول (۳/۲٪)، کاریوفیلین (۱/۷٪) (پوجاناپیمول، ۲۰۰۴) استراگول، لینالول، اکالیپتول و متیل‌کاوایکول می‌باشد (سینگ و همکاران، ۲۰۱۱). عصاره و مواد موثره پیکر رویشی این گیاه در درمان بسیاری از امراض از جمله دیابت در نتیجه افزایش ترشح انسولین، بیماری‌های قلبی، ورم مفاصل، مالاریا، عفونت‌های روده‌ای، پوستی و تنفسی موثر می‌باشد (سینگ و همکاران، ۲۰۱۱).

بسیاری از خصوصیات مرفولوژیکی، فیزیولوژیکی و فیتوشیمیایی گیاهان دارویی تحت تأثیر عوامل ژنتیکی قرار دارند ولی عوامل محیطی شامل شرایط اقلیمی و همچنین عناصر غذایی در دسترس گیاه، می‌توانند بر این خصوصیات مؤثر واقع شوند. وجود عناصر غذایی کافی در خاک، نقش عمده‌ای در عملکرد گیاه ریحان دارد (ویسانی و همکاران، ۱۳۹۱). روی تنها عنصری است که به عنوان فعال‌کننده و کوفاکتور در هر ۶ گروه آنزیمی نقش دارد. این عنصر همچنین جهت تولید کلروفیل، بیوستز اکسین و انجام عمل گرده‌افشانی ضروری است. کمبود روی در خاک‌های ایران به دلایل متعدد مانند خاک‌های شور، آهکی، اسیدی، خاک‌های شنی با مقادیر کم ماده آلی، حضور بی‌کربنات فراوان در آب-

های آبیاری، مصرف فراوان و بیش از نیاز کودهای فسفاته و نهایتاً عدم رواج مصرف کودهای محتوی روی عمومیت دارد. از علائم کمبود عنصر روی، کوتاه ماندن رشد طولی به علت کاهش فاصله میان‌گره‌ها و کاهش بسیار زیاد در اندازه برگ است، این نشانه‌ها با زردی برگ‌های جوان همراه است (خلدبرین و اسلام‌زاده، ۱۳۸۴). مصرف متعادل کودها به ویژه کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف مانند روی موجب افزایش صفات مورفولوژیکی، سطح فتوسنتز کننده گیاه و افزایش تولید در واحد سطح می‌گردد (ویسانی و همکاران، ۱۳۹۱). تغذیه گیاه به روش محلول‌پاشی راه‌حلی مناسب جهت تأمین عناصر غذایی کم‌مصرف مانند روی برای گیاه است، زیرا در این روش عنصر به طور مستقیم وارد اندام هوایی شده و مشکل تبدیل به مواد معدنی غیر محلول در خاک و کم شدن قابلیت دسترسی آن وجود ندارد (برودی و همکاران^۳، ۲۰۰۷). در مواردی بسیار گزارش شده است که کاربرد محلول‌پاشی کودهای حاوی روی (کلاته و یا سولفات) می‌تواند خصوصیات کمی و کیفی گیاهان دارویی مانند ریحان^۴ (سعیدال‌اهل و محمود^۵، ۲۰۱۰)، نعنا فلفلی^۶، رزماری^۷، مریم‌گلی آبی^۸ (ناهد و بلبا^۹، ۲۰۰۷) را افزایش دهد. یکی از مهم‌ترین کاربردهای فناوری نانو، استفاده از نانو کودها برای تغذیه گیاهان می‌باشد (رضایی و همکاران، ۱۳۸۸). نانو ذرات اتم‌ها یا مولکول‌هایی با ابعادی بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر هستند. کاهش سایز ذرات سبب افزایش سطح مخصوص هر ذره کود، افزایش انرژی سطحی و فعالیت سطحی بیش‌تر در مقایسه با ذرات معمولی می‌شود (ما و همکاران^{۱۰}، ۲۰۱۲). با محلول‌پاشی نانو ذرات اکسید

3- Broadley *et al.*4- *Ocimum basilicum*

5- Said Al-Ahl & Mahmoud

6- *Mentha piperita*7- *Rosmarinus officinalis*8- *Salvia farinacea*

9- Nahed & Balbaa

10- Ma *et al.*

1- Pojjanapimol

2- Nahak *et al.*

واحد آزمایشی چهار پشته به طول ۲ متر قرار داده شد. قبل از کاشت بذور به منظور تامین عناصر ماکرو مورد نیاز گیاه، میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود کامل با خاک مزرعه مخلوط شد (امیدبگی، ۱۳۸۵). در اسفند ماه بذور ریحان مقدس با فواصل ۱۵ سانتی متری روی ردیف و ۴۰ سانتی متری بین ردیف در زمین اصلی کشت گردید. در طول فصل رشد، مراقبت‌های زراعی لازم از جمله وجین، مبارزه با علف‌های هرز و آبیاری زمین به صورت منظم انجام گرفت. هنگامی که گیاهچه‌ها به مرحله ۶ یا ۸ برگی رسیدند و از لحاظ استقرار در زمین کاملاً تثبیت شدند، اقدام به محلول‌پاشی گیاهان با نانو کلات روی (حاوی ۱۲ درصد روی) و سولفات روی شد و این کار در فواصل زمانی ۱۵ روزه تا مرحله گلدهی کامل تکرار گردید (سعید ال‌اهل و محمود، ۲۰۱۰). محلول‌پاشی در ساعات اولیه صبح انجام و پس از آن نسبت به آبیاری مزرعه به روش جوی و پشته اقدام گردید. جهت اندازه‌گیری صفات مرفولوژیکی، در مرحله گلدهی کامل ۱۲ بوته از هر تیمار انتخاب و ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های فرعی، سطح برگ، اندازه برگ (طول و عرض)، تعداد برگ، قطر ساقه، تعداد گل‌آذین، طول گل‌آذین اصلی، وزن تر و خشک برگ، ساقه و اندام‌هوایی اندازه‌گیری شدند. ارتفاع گیاه، طول گل‌آذین اصلی، طول و عرض برگ‌های جوان و بالغ توسعه یافته از گره سوم با استفاده از خط کش و قطر ساقه به وسیله کولیس اندازه‌گیری گردید. همچنین پس از شمارش شاخه‌های فرعی، تعداد گل‌آذین و تعداد برگ‌های هر بوته، برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ استفاده شد. وزن تر ساقه، برگ‌ها و اندام‌هوایی گیاه نیز به طور جداگانه اندازه‌گیری، سپس به منظور تعیین وزن خشک ساقه، برگ‌ها و اندام‌هوایی، نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده و مجدداً وزن شدند (گوهری و همکاران، ۱۳۹۲). داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس میانگین

روی رشد و بیوماس گیاهان گوجه فرنگی^۱ (پانوار و همکاران^۲، ۲۰۱۲) و بادام زمینی^۳ (پراساد و سودهاکار^۴، ۲۰۱۲) افزایش یافته است. با توجه به نقش و اهمیت گیاهان دارویی در صنایع مختلف، نکته مهم در تولید این گیاهان، افزایش تولید بیوماس آن‌ها با کاربرد نهاده‌های کودی به روش و غلظت مناسب است. این تحقیق با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی روی به فرم‌های نانوکلات و سولفات روی با غلظت‌های مختلف، بر خصوصیات مرفولوژیکی گیاه دارویی ریحان مقدس انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تاثیر محلول‌پاشی نانو کلات روی و سولفات روی بر خصوصیات مرفولوژیکی گیاه دارویی ریحان مقدس آزمایشی طی سال زراعی ۹۱-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز با محدوده جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی، ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی و با ۲۲/۵ متر ارتفاع از سطح دریا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار طراحی و اجرا گردید. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از کاربرد محلول‌پاشی نانو کلات روی با غلظت صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ گرم در لیتر و کاربرد محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت ۱ و ۱/۵ گرم در لیتر. بدین منظور پس از شخم، دیسک‌زنی و تسطیح کامل قطعه زمین آزمایشی و قبل از کاشت گیاه، نمونه مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی متری خاک به طور تصادفی تهیه گردید و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها اندازه‌گیری شد. جدول ۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش را نشان می‌دهد. پس از ایجاد پشته در سرتاسر زمین توسط فاروئر، زمین مورد نظر به سه بلوک که هر کدام شش واحد آزمایشی را در بر داشت تقسیم گردید، در هر

1- *Lycopersicum esculentum*

2- Panwar et al.

3- *Arachis hypogaea*

4- Prasad & Sudhakar

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری)

بافت خاک	پهاش	هدایت الکتریکی	کربن آلی	ازت کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	آهن	روی	منگنز	مس
		(دسی زیمنس بر متر)	(%)	(%)	(میلی گرم در کیلوگرم)					
لومی	۷/۸۵	۷/۰	۰/۹۳	۰/۰۳	۳۴	۳۵۵	۱/۸	۱/۶	۲/۶	۰/۶

داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شد و همبستگی آن‌ها نیز با نرم افزار SPSS تعیین گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان

داد که ارتفاع گیاه تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها دلالت بر این امر دارد که بیش‌ترین ارتفاع گیاه (۳۹/۰۳ سانتی‌متر) در تیمار محلول‌پاشی نانو کلات روی با غلظت ۱/۵ گرم در لیتر بدست آمد و اختلاف میان این تیمار و سایر تیمارها معنی‌دار گردید. بعد از تیمار مذکور، به ترتیب تیمار نانو کلات روی با غلظت ۱ گرم در لیتر، تیمار ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی و تیمار ۰/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی قرار دارند که آن‌ها نیز افزایش معنی‌داری را در صفت ارتفاع گیاه ایجاد نمودند. بین تیمار ۱ گرم در لیتر نانو کلات روی و تیمار ۱/۵ در لیتر سولفات روی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. کم‌ترین ارتفاع گیاه (۲۲/۴۸ سانتی‌متر) در تیمار شاهد مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمار ۱ گرم در لیتر سولفات روی وجود نداشت (جدول ۳). تاثیر مثبت عنصر روی بر ارتفاع گیاهان دارویی در موارد متعددی توسط محققین گزارش شده است. به عنوان مثال سعید اهل و محمود^۱ (۲۰۱۰) ارتفاع گیاه ریحان را با محلول پاشی ۲۵۰ میلی-گرم در لیتر کلات روی ۱۶ درصد در فواصل زمانی ۱۵ روزه، حدود ۱۰ سانتی‌متر افزایش دادند. کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی ارتفاع گیاه ژرانیوم^۲

(حسنا و همکاران^۳، ۲۰۱۰)، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر روی ارتفاع گیاهانی مانند جعفری^۴، پروانش^۵ و مریم‌گلی آبی (ناهد و بلبا، ۲۰۰۷) و همچنین کاربرد ۶ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی ارتفاع زیره سبز^۶ (رستگار و محمودآبادی، ۱۳۸۹) را افزایش داده است. طارف و همکاران^۷ (۱۹۹۴) گزارش کردند که محلول‌پاشی گیاه دارویی رزماری با ۵۰ میلی‌گرم در لیتر روی، تاثیر مثبت و معنی‌داری بر ارتفاع این گیاه داشته است. روزامی فرد و همکاران^۸ (۲۰۱۲) اظهار داشتند که افزایش ارتفاع گیاه نتیجه افزایش تقسیم و طول‌شدگی سلولی در اثر کاربرد روی می‌باشد. علاوه بر آن روی یکی از فاکتورهای مهم تاثیرگذار در فعالیت آنزیم تریپتوفان سنتتاز می‌باشد و با توجه به این که اسید آمینه تریپتوفان به عنوان پیش‌ماده تولید اکسین عمل می‌کند، لذا با افزایش تولید اکسین، تشدید چیرگی رأسی و متعاقب آن افزایش رشد طولی شاخساره‌ها دور از انتظار نخواهد بود (نصیری و همکاران^۹، ۲۰۱۰).

قطر ساقه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر

محلول‌پاشی روی بر صفت قطر ساقه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). بیش‌ترین قطر ساقه (۳/۴۴ میلی‌متر) در تیمار محلول‌پاشی ۱/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی مشاهده شد. تفاوت معنی‌داری میان این تیمار و سایر تیمارهای نانو کلات روی (۱/۵ و ۱ گرم در لیتر) مشاهده نشد ولی اختلاف آن با تیمار ۱/۵ گرم در

3- Hasnaa et al.

4- *Petroselinum crispum*

5- *Cartharanthus roseus*

6- *Cuminum cyminum*

7- Tarraf et al.

8- Rosramifard et al.

9- Nasiri et al.

1- Said Al-Ahl & Mahmoud

2- *Geranium sp*

گزارش نمودند که با محلول‌پاشی عنصر روی (۴ در هزار) تعداد شاخه‌های فرعی گیاه آنیسون افزایش می‌یابد. در بررسی دیگر با کاربرد کلات روی تعداد شاخه‌های فرعی گیاه ریحان نسبت به شاهد افزایش یافته است (سعیدالاهل و محمود، ۲۰۱۰). همچنین محلول‌پاشی روی تعداد شاخه‌های فرعی گیاهان مریم‌گلی آبی، جعفری، پروانش و رزماری را افزایش داده است (ناهد و بلبا، ۲۰۰۷). لازم به ذکر است که تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه مریم‌گلی آبی نسبت به شاهد تقریباً دو برابر افزایش یافته است. طارف و همکاران (۱۹۹۴) گزارش نموده‌اند که محلول‌پاشی گیاه دارویی رزماری با روی تاثیر مثبت و معنی‌داری بر تعداد شاخه‌های فرعی این گیاه داشته است. مصرف عنصر روی میزان کلروفیل و فعالیت فتوسنتزی گیاه را افزایش می‌دهد و سبب توسعه پوشش گیاهی و افزایش شاخه، برگ و عملکرد گیاه می‌شود (پیرزاد و همکاران، ۱۳۹۲). همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد میان صفات ارتفاع گیاه، قطر ساقه اصلی، تعداد برگ، اندازه و سطح برگ با تعداد شاخه‌های فرعی وجود دارد که تاثیر مثبت توسعه پوشش گیاهی بر عملکرد رویشی گیاه را تأیید می‌نماید (جدول ۴).

سطح، اندازه و تعداد برگ: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطح برگ، اندازه برگ (طول و عرض) و تعداد برگ تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفت (جدول ۲) و مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از آن است که بیش‌ترین سطح برگ (۴۴۶/۸۸ سانتی‌متر مربع) در تیمار محلول‌پاشی نانو کلات روی با غلظت ۱/۵ گرم در لیتر بدست آمد. این درحالیست که این تیمار با تیمارهای ۱ گرم در لیتر نانو کلات روی و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین سطح برگ (۱۲۲/۲۲ سانتی‌متر مربع) در گیاهان شاهد مشاهده شد و بین تیمار شاهد، تیمار ۰/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی و تیمار ۱ گرم در لیتر سولفات روی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین بیش‌ترین طول (۴۹

لیتر سولفات روی معنی‌دار گردید. کم‌ترین قطر ساقه (۲/۰۷ میلی‌متر) در تیمار شاهد مشاهده شد که با تیمار ۱ گرم در لیتر سولفات روی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). نتایج بدست آمده در این تحقیق با یافته‌های پیرزاد و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت داشت. آن‌ها بیش‌ترین قطر ساقه (۵/۶ سانتی‌متر) گیاه آنیسون^۱ با کاربرد محلول‌پاشی روی با غلظت ۶ در هزار گزارش کردند. همچنین کاربرد ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر روی قطر ساقه گیاه دارویی مریم‌گلی آبی را افزایش داده است (ناهد و بلبا، ۲۰۰۷). بهبود شرایط تغذیه‌ای و نقش مثبت روی در سنتز کلروفیل، فتوسنتز و عملکرد فتوسنتزهای نوری می‌تواند در افزایش شاخص‌های رشد از قبیل قطر ساقه موثر باشد (پیرزاد و همکاران، ۱۳۹۲). همان‌گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌گردد میان صفات تعداد برگ، اندازه و سطح برگ با صفت قطر ساقه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. به عبارت دیگر با افزایش اندام فتوسنتز کننده صفت قطر ساقه نیز افزایش یافته است.

تعداد شاخه‌های فرعی: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر محلول‌پاشی روی بر تعداد شاخه‌های فرعی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید. بیش‌ترین تعداد شاخه‌های فرعی (۱۴/۵۰) در تیمار محلول‌پاشی ۱/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی بدست آمد. این تیمار اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای نانو کلات روی (۰/۵ و ۱ گرم در لیتر) و تیمار ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی نداشت. همچنین کم‌ترین تعداد شاخه فرعی (۳/۶۶) نیز در تیمار شاهد مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۱ گرم در لیتر سولفات روی نداشت (جدول ۳). افزایش تقریباً پنج برابری شاخه‌های فرعی گیاه ریحان مقدس با محلول‌پاشی روی با نتایج بررسی‌های محققان بر سایر گیاهان دارویی مطابقت دارد. به عنوان مثال پیرزاد و همکاران (۱۳۹۲)

خلدبرین و اسلامزاده (۱۳۸۴) متوقف شدن رشد و ریزبرگی را به دلیل اختلال در تولید اکسین به ویژه ایندول استیک اسید می‌داند. ایندول استیک اسید باعث افزایش در انبساط‌پذیری دیواره سلول (نرم‌شوندگی) می‌شود و از این طریق سبب افزایش سطح برگ می‌گردد. برگ‌ها مهم‌ترین اندام فتوسنتزکننده هستند و عناصر غذایی کافی و متعادل سبب افزایش سطح برگ و افزایش فتوسنتز می‌شود (نیاکان و همکاران، ۱۳۸۳).

همان‌گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌گردد همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفات ارتفاع گیاه و تعداد شاخه‌های فرعی با تعداد برگ، اندازه و سطح برگ در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. بنابراین در تیمارهای محلول‌پاشی با عنصر روی با افزایش ارتفاع گیاه و تعداد شاخه‌های جانبی، سطح برگ، اندازه و تعداد برگ افزایش یافته است.

تعداد گل‌آذین و طول گل‌آذین اصلی:

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محلول‌پاشی روی بر تعداد گل‌آذین و طول گل‌آذین اصلی اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد دارد (جدول ۲) و مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین تعداد گل‌آذین (۱۲/۴۱) در گیاهان تیمار شده با ۱/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی بدست آمد. تیمار مذکور با تیمار ۱ گرم در لیتر نانو کلات روی اختلاف معنی‌داری نداشت ولی اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار شد. تیمار ۰/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی با شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. کم‌ترین تعداد گل‌آذین (۳/۷۵) در تیمار شاهد مشاهده گردید و اختلاف آن با تیمار ۱ گرم در لیتر سولفات روی معنی‌دار نشد. همچنین بیش‌ترین طول گل‌آذین اصلی (۱۰۵/۲۵) میلی‌متر) نیز در تیمار نانو کلات روی با غلظت ۱/۵ گرم در لیتر بدست آمد و با تیمار ۱ گرم در لیتر نانو کلات روی و تیمار ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین طول گل‌آذین (۶۰ میلی‌متر) در تیمار شاهد ثبت گردید. اختلاف بین تیمارهای ۰/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی و ۱ گرم در لیتر

میلی‌متر) و عرض (۳۱/۳۳ میلی‌متر) برگ در تیمار ۱/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی مشاهده شد. تیمار مذکور با تیمار ۱ گرم در لیتر نانو کلات روی و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی در صفت طول و عرض برگ اختلاف معنی‌داری داشت. همچنین بین تیمارهای ۱ گرم در لیتر نانو کلات روی و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی از نظر صفت طول و عرض برگ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. صفات مذکور در تیمار ۰/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت. کم‌ترین طول (۲۶/۶۶ میلی‌متر) و عرض (۱۸/۶۶ میلی‌متر) برگ در تیمار شاهد مشاهده شد که اختلاف آن با تیمار ۱ گرم در لیتر سولفات روی در صفت طول برگ معنی‌دار نشد. بیش‌ترین (۲۶۰/۸۳) و کم‌ترین (۷۶/۳۳) تعداد برگ به ترتیب در تیمارهای ۱/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی و شاهد ثبت گردید. به جزء تیمار شاهد و سولفات روی با غلظت ۱ گرم در لیتر، سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با تیمار ۱/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی نداشتند. همچنین تیمار ۱ گرم در لیتر سولفات روی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). در تحقیقات انجام گرفته، تعداد برگ در گیاهان گل‌مریم^۱ و زنبق^۲ (خلیفه و همکاران، ۲۰۱۱) با کاربرد سولفات روی افزایش یافته است. خالد^۴ (۱۹۹۶) نشان داد که عناصر ریزمغذی مانند آهن، منگنز و روی، تعداد برگ و مقدار اسانس گیاهان دارویی آنیسون، گشنیز^۵ و رازیانه^۶ را افزایش داده است. حیدری و همکاران (۱۳۸۷) بیان کردند که کاربرد عناصر ریز-مغذی مانند روی ضمن گسترش سطح برگ، تعداد غدد مترشحه اسانس در برگ را افزایش می‌دهد، که به تبع آن میزان اسانس در گیاه افزایش می‌یابد.

1- *Polianthes tuberosa*

2- *Iris sp*

3- Khalifa et al.

4- Khalid

5- *Coriandrium sativum*

6- *Foeniculum vulgar*

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که وزن تر و خشک برگ، ساقه و اندام‌هوایی گیاه ریحان مقدس تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از آن است که بیش‌ترین وزن تر برگ (۱۷/۴۵)، ساقه (۸/۶۳) و اندام‌هوایی (۳۰/۴۳ گرم) در تیمار ۱/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی بدست آمد. کم‌ترین مقادیر صفات مذکور (به ترتیب ۴/۹۱، ۲/۲۶ و ۸/۲۴ گرم) در گیاهان شاهد مشاهده شد. در صفت وزن تر برگ و اندام‌هوایی، بین تیمار ۱/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی با تیمارهای ۱ گرم در لیتر نانو کلات روی و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین از نظر صفات مذکور بین تیمار شاهد و تیمارهای ۰/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی و ۱ گرم در لیتر سولفات روی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. این روند در وزن تر ساقه نیز مشاهده شد ولی در این صفت اختلاف بین تیمار ۰/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی با تیمارهای ۱ گرم در لیتر سولفات روی و شاهد معنی‌دار گردید. بیش‌ترین وزن خشک برگ، ساقه و اندام‌هوایی در تیمار ۱/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی (به ترتیب با مقادیر ۳/۴۲، ۱/۷۰ و ۶/۱۵ گرم) بدست آمد. کم‌ترین میزان صفات مذکور در گیاهان شاهد (به ترتیب ۰/۵۷، ۰/۴۷، ۱/۲۶ گرم) مشاهده شد. در صفت وزن خشک برگ و اندام‌هوایی بین تیمار ۱/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی با تیمارهای ۱ گرم در لیتر نانو کلات و ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. علاوه بر آن، بین تیمارهای ۰/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی و ۱ گرم در لیتر سولفات روی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. روند مذکور برای وزن خشک برگ و اندام‌هوایی در وزن خشک ساقه نیز مشاهده شد ولی در این صفت بین تیمار ۰/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی با ۱/۵ گرم در لیتر سولفات روی اختلاف معنی‌دار نشد. تحقیقات انجام گرفته بر تاثیر مثبت محلول‌پاشی روی بر وزن تر و خشک گیاهان دارویی حکایت می‌کند، به عنوان مثال براساس گزارش

سولفات روی معنی‌دار نشد ولی هر دو تیمار مذکور با شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳). نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج نصیری و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت. آن‌ها گزارش کردند که کاربرد توأم سولفات آهن و روی موجب افزایش ۴۶ درصد عملکرد گل بابونه آلمانی^۱ می‌شود و دلیل آن افزایش تعداد و اندازه گل است. نتایج مشابهی در گیاهان دارویی ریحان و گشنیز گزارش شده است (سعید‌ال‌اهل و محمود، ۲۰۱۰). رستگار و محمودآبادی (۱۳۸۹) در آزمایشی با کاربرد سولفات روی افزایش تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و عملکرد دانه را در گیاه زیره سبز مشاهده نمودند. همچنین با کاربرد محلول‌پاشی روی، بیش‌ترین طول گل‌آذین و تعداد گل‌آذین و وزن تر و خشک گل‌آذین در گیاه دارویی مریم‌گلی آبی بدست آمد به صورتی که طول گل‌آذین اصلی از ۲۵ سانتی‌متر در تیمار شاهد، به ۳۲ سانتی‌متر افزایش یافت (ناهد و بلبا، ۲۰۰۷). نقش روی در تولید اندام‌های زایشی بسیار مهم است، در گیاهان مبتلا به کمبود روی، گلدهی و تولید بذر به شدت کاهش می‌یابد و دلیل آن افزایش آبسزیک اسید است (رشید و همکاران^۲، ۲۰۰۰). علاوه بر این، عنصر روی در حرکت آسمیلات‌ها به سمت بخش زایشی و انتقال آب و مواد غذایی به بخش هوایی نقش دارد. همچنین عنصر روی در عمل گرده‌افشانی، جوانه‌زنی دانه گرده و لقاح نقش دارد (خلدبرین و اسلام‌زاده، ۱۳۸۴). در گیاهان دارویی که پیکر رویشی آن‌ها در مرحله تمام گل برداشت می‌شود، به نظر می‌رسد با افزایش طول و تعداد گل‌آذین به طور غیر مستقیم میزان اسانس گیاه تحت تاثیر قرار گیرد (تونسر و همکاران^۳، ۲۰۱۰) و از این جهت تغذیه گیاه با عنصر روی اهمیت دارد.

وزن تر و خشک برگ، ساقه، و اندام‌هوایی:

- 1- *Matricaria chamomilla*
- 2- Rashid *et al.*
- 3- Toncer *et al.*

نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده، محلول پاشی عنصر روی بر گیاه دارویی ریحان مقدس می تواند سبب افزایش صفات مورفولوژیکی این گیاه گردد. برگ به عنوان اصلی ترین اندام گیاهی جهت انجام عمل فتوسنتز و تولید آسمیلات در گیاه، از نقش مهمی برخوردار است. با افزایش تعداد برگ و سطح آن، گیاه می تواند از نور به حد کافی جهت ساخت مواد غذایی بهره گرفته و میزان فتوسنتز افزایش پیدا کند. بنابراین برتری تیمار کود شیمیایی روی در خاک آزمایشی که هدایت الکتریکی بالایی نیز داشت، می تواند به دلیل تأمین عنصر ریزمغذی روی مورد نیاز گیاه و تاثیر آن بر رشد برگ ها و نهایتاً رشد رویشی گیاه باشد (ویسانی و همکاران، ۱۳۹۱). ضمن آنکه وجود همبستگی مثبت و معنی داری میان صفات تعداد برگ، اندازه و سطح برگ با تمامی صفات مورفولوژی اندازه گیری شده رویشی و زایشی گیاه دارویی ریحان مقدس، خود تأییدی بر این مدعاست. تاثیر مثبت نانو کلات روی نسبت به سولفات روی می تواند به دلیل، اندازه کوچک تر این نانو ذرات و ویژگی های منحصر به فرد آن مانند افزایش سطح مخصوص هر ذره کود، افزایش انرژی سطحی و فعالیت سطحی بیش تر در مقایسه با ذرات معمولی باشد (ما و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین به دلیل حلالیت و قابلیت فراهمی بیش تر و رهایش تدریجی ذرات نانو نسبت به کود معمولی، این مواد به آسانی در دسترس گیاه قرار گرفته و می تواند نیاز گیاه را به عناصر ریزمغذی تأمین نماید (بیاتی، ۱۳۹۱). در مجموع، بیش ترین مقادیر صفات مورفولوژیکی اندازه گیری شده در تیمار ۱/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی ثبت گردید ولی با توجه عدم وجود اختلاف معنی دار با تیمار ۱ گرم در لیتر نانو کلات روی از نظر صفات وزن تر و خشک برگ، ساقه و اندام هوایی (پیکر رویشی)، جهت افزایش عملکرد پیکر رویشی ریحان مقدس محلول پاشی با غلظت ۱ گرم در لیتر نانو کلات روی پیشنهاد می گردد.

سعید الاهل و محمود (۲۰۱۰) محلول پاشی کلات روی در شرایط تنش شوری موجب تعدیل اثر شوری و افزایش وزن تر و خشک برگ و ساقه گیاه گردیده است. در تحقیق دیگری، محلول پاشی نعنای فلفلی با سولفات روی سبب افزایش وزن خشک گیاه شده است (حیدری و همکاران، ۱۳۸۷). کاربرد روی وزن تر و خشک گیاهان جعفری، پروانش و مریم گلی آبی را افزایش داده است (ناهد و بلبا، ۲۰۰۷). طارف و همکاران (۱۹۹۴) گزارش نموده اند که محلول پاشی گیاه دارویی رزماری با روی تاثیر مثبت و معنی داری بر عملکرد تر و خشک این گیاه داشته است. بیاتی (۱۳۹۱) افزایش عملکرد ماده خشک با مصرف عنصر ریزمغذی همچون روی را به دلایل مختلفی از جمله افزایش بیوسنتز اکسین در حضور عنصر روی، افزایش آنزیم کربونیک انهدراز که در همه بافت های فتوسنتزی حضور دارد و برای بیوسنتز کلروفیل مورد نیاز است، بهبود عملکرد فتوسنتزهای نوری، افزایش فعالیت فسفونول پیرووات کربوکسیلاز و ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز، کاهش تجمع سدیم در بافت های گیاهی و افزایش جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی مرتبط می داند. تمامی عوامل مذکور در افزایش شاخص های رشد از قبیل تعداد و اندازه برگ، ارتفاع گیاه و تعداد شاخه های جانبی موثر می باشد، و از این طریق عملکرد ماده خشک افزایش می یابد. همبستگی مثبت و معنی داری بین صفات رویشی و زایشی اندازه گیری شده گیاه با وزن تر و خشک اندام هوایی وجود داشت. به عنوان مثال، بین صفات وزن تر برگ و وزن تر اندام هوایی همبستگی مثبت و معنی داری (r= ۰/۹۹) مشاهده شد. همچنین بین صفت وزن تر برگ با سطح برگ همبستگی مثبت و معنی داری (r= ۰/۹۹) وجود داشت. علاوه بر آن بین وزن خشک اندام هوایی گیاه با صفات سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ساقه همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۴)..

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مرفولوژیکی گیاه دارویی ریحان مقدس (*Ocimum sanctum*)

میانگین مربعات																
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	قطر ساقه اصلی	تعداد شاخه‌های فرعی	سطح برگ	طول برگ	عرض برگ	تعداد برگ	تعداد گل آذین	طول گل آذین اصلی	وزن برگ	وزن تر	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک اندام هوایی
بلوک	۲	۳/۲۴ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۲/۲۶ ^{ns}	۶۶۳/۲۷ ^{ns}	۰/۷۲ ^{ns}	۲/۰۰ ^{ns}	۳۴۵/۰۴ ^{ns}	۰/۱۲ ^{ns}	۸۵/۴۶ ^{ns}	۱/۳۳ ^{ns}	۰/۵۹ ^{ns}	۲/۶۱ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}
تیمار	۵	۱۲۶/۷ ^{**}	۱/۰۵ ^{**}	۶۳/۸۵ ^{**}	۶۵۳۵۶/۲ ^{**}	۲۷۶/۳ ^{**}	۸۵/۵ ^{**}	۲۱۲۳۱/۲ ^{**}	۴۵/۹ ^{**}	۹۸۳/۴ ^{**}	۱۰۲/۲ ^{**}	۲۳/۵ ^{**}	۲۹۸/۷۸ ^{**}	۴/۷ ^{**}	۰/۸۵ ^{**}	۱۳/۳۸ ^{**}
خطا	۱۰	۰/۹۴	۰/۱۰	۳/۹۶	۵۴۲۰/۵۶	۰/۸۵	۰/۸۰	۱۶۹۱/۴۹	۰/۴۶	۴۱/۶۲	۸/۹۵	۱/۷۷	۲۴/۱۵	۰/۳۴	۰/۰۸	۱/۰۰
CV(%)		۳/۲۱	۱۱/۳۴	۱۹/۰۶	۲۴/۵۹	۲/۴۵	۳/۵۰	۲۲/۲۸	۸/۴۷	۷/۴۹	۲۵/۴۴	۲۳/۶۲	۲۴/۲۳	۲۵/۷۸	۲۵/۹۱	۲۴/۹۴

ns و ** به ترتیب عدم تفاوت معنی دار و معنی داری در سطح احتمال ۱٪.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات مرفولوژیکی گیاه دارویی ریحان مقدس (*Ocimum sanctum*)

تیمارهای محلول پاشی روی (گرم بر لیتر)	ارتفاع گیاه (سانیمتر)	قطر ساقه اصلی (میلی متر)	تعداد شاخه‌های فرعی	سطح برگ (سانتی متر مکعب)	طول برگ (میلی متر)	عرض برگ (میلی متر)	تعداد برگ	تعداد گل آذین	طول گل آذین اصلی (میلی متر)	وزن برگ (گرم)	وزن تر (گرم)	وزن تر اندام هوایی (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)
شاهد	۲۲/۴۸ ^e	۲/۰۷ ^d	۳/۶۶ ^b	۱۲۲/۲۲ ^b	۲۶/۶۶ ^d	۱۸/۶۶ ^e	۷۶/۳۳ ^b	۳/۷۵ ^d	۶۰/۰۰ ^c	۴/۹۱ ^b	۲/۲۶ ^c	۸/۲۴ ^b	۰/۴۷ ^c	۰/۵۷ ^b	۱/۲۶ ^b
۱ سولفات	۲۳/۷۹ ^e	۲/۲۹ ^{cd}	۶/۰۰ ^b	۱۵۱/۲۰ ^b	۲۸/۰۰ ^d	۲۰/۶۶ ^d	۸۸/۵۰ ^b	۴/۴۱ ^{cd}	۷۲/۲۵ ^b	۶/۰۶ ^b	۲/۴۹ ^c	۹/۱۹ ^b	۰/۵۴ ^c	۱/۲۹ ^b	۲/۱۸ ^b
۱/۵ سولفات	۳۳/۰۲ ^c	۲/۷۶ ^{cb}	۱۳/۶۶ ^a	۴۱۷/۲۱ ^a	۴۴/۰۰ ^b	۲۹/۳۳ ^b	۲۴۸/۰۰ ^a	۱۰/۲۵ ^b	۱۰۰/۵۰ ^a	۱۶/۲۷ ^a	۶/۹۳ ^{ab}	۲۷/۰۹ ^a	۱/۳۲ ^{ab}	۳/۲۷ ^a	۵/۴۴ ^a
۰/۵ نانو کلات	۲۸/۴۷ ^d	۳/۲۱ ^{ab}	۱۰/۶۶ ^a	۲۳۳/۹۸ ^b	۳۳/۳۳ ^c	۲۳/۳۳ ^c	۱۸۱/۵۰ ^a	۵/۵۸ ^c	۷۹/۹۱ ^b	۸/۷۰ ^b	۵/۲۲ ^b	۱۶/۶۳ ^b	۰/۹۸ ^{cb}	۱/۶۵ ^b	۳/۱۱ ^b
۱ نانو کلات	۳۴/۸۵ ^b	۳/۴۳ ^a	۱۴/۱۶ ^a	۴۲۴/۵۵ ^a	۴۵/۳۳ ^b	۲۹/۶۶ ^b	۲۵۲/۳۳ ^a	۱۱/۹۱ ^a	۹۸/۵۰ ^a	۱۷/۱۳ ^a	۸/۳۰ ^a	۲۹/۳۷ ^a	۱/۶۵ ^a	۳/۴۱ ^a	۶/۰۱ ^a
۱/۵ نانو کلات	۳۹/۰۳ ^a	۳/۴۴ ^a	۱۴/۵۰ ^a	۴۴۶/۸۸ ^a	۴۹/۰۰ ^a	۳۱/۳۳ ^a	۲۶۰/۸۳ ^a	۱۲/۴۱ ^a	۱۰۵/۲۵ ^a	۱۷/۴۵ ^a	۸/۶۳ ^a	۳۰/۴۳ ^a	۱/۷۰ ^a	۳/۴۲ ^a	۶/۱۵ ^a

در هر ستون کلیه میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح ۰/۰۱ ندارند.

جدول ۴- جدول همبستگی برخی صفات مورد مطالعه گیاه دارویی ریحان مقدس (*Ocimum sanctum*)

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱ ارتفاع گیاه															
۲ تعداد برگ	۰/۸۷**														
۳ تعداد شاخه‌های فرعی	۰/۸۶**	۰/۹۸**													
۴ سطح برگ	۰/۸۸**	۰/۹۸**	۰/۹۵**												
۵ وزن تر برگ	۰/۸۷**	۰/۹۶**	۰/۹۴**	۰/۹۹**											
۶ وزن خشک برگ	۰/۸۷**	۰/۹۶**	۰/۹۴**	۰/۹۹**	۰/۹۹**										
۷ وزن تر ساقه	۰/۸۹**	۰/۹۷**	۰/۹۵**	۰/۹۷**	۰/۹۶**	۰/۹۶**	۱								
۸ وزن خشک ساقه	۰/۸۸**	۰/۹۶**	۰/۹۴**	۰/۹۶**	۰/۹۶**	۰/۹۶**	۰/۹۶**	۱							
۹ طول ساقه اصلی	۰/۹۹**	۰/۸۳**	۰/۸۲**	۰/۸۴**	۰/۸۳**	۰/۸۳**	۰/۸۷**	۰/۸۵**							
۱۰ قطر ساقه اصلی	۰/۸۵**	۰/۹۷**	۰/۹۷**	۰/۹۷**	۰/۹۶**	۰/۹۷**	۰/۹۷**	۰/۸۱**							
۱۱ تعداد گل آذین	۰/۹۴**	۰/۹۱**	۰/۸۹**	۰/۹۴**	۰/۹۴**	۰/۹۴**	۰/۹۳**	۰/۹۲**	۰/۹۳**	۱					
۱۲ طول گل آذین اصلی	۰/۹۳**	۰/۸۸**	۰/۹۰**	۰/۹۰**	۰/۹۱**	۰/۹۱**	۰/۸۸**	۰/۸۷**	۰/۸۸**	۰/۸۷**	۱				
۱۳ طول برگ	۰/۹۷**	۰/۸۸**	۰/۸۸**	۰/۸۸**	۰/۸۹**	۰/۸۹**	۰/۸۹**	۰/۸۷**	۰/۹۶**	۰/۸۷**	۰/۹۷**	۱			
۱۴ عرض برگ	۰/۹۶**	۰/۸۹**	۰/۸۹**	۰/۹۱**	۰/۹۰**	۰/۹۱**	۰/۸۹**	۰/۸۸**	۰/۹۳**	۰/۸۷**	۰/۹۵**	۰/۹۲**	۱		
۱۵ وزن تر اندام هوایی	۰/۸۹**	۰/۹۸**	۰/۹۵**	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۰/۹۸**	۰/۹۸**	۰/۹۸**	۰/۸۶**	۰/۹۸**	۰/۹۵**	۰/۹۰**	۰/۹۰**	۱	
۱۶ وزن خشک اندام هوایی	۰/۸۹**	۰/۹۷**	۰/۹۵**	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۰/۹۷**	۰/۹۸**	۰/۸۵**	۰/۹۷**	۰/۹۵**	۰/۹۱**	۰/۹۰**	۰/۹۱**	۰/۹۹**

** معنی دار در سطح ۱٪.

شاهد، مشاهده نشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی بر روی گیاه دارویی ریحان مقدس اثر سطوح بالاتر از کودهای محتوی روی بررسی گردد.

در این آزمایش، غلظت ۱/۵ گرم در لیتر نانو کلات روی سبب ایجاد سمیت روی در گیاه نشده است زیرا در هیچ صفتی کاهش مقادیر اندازه‌گیری شده نسبت به

منابع

۱. امیدبیگی، ر. ۱۳۸۵. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم، چاپ چهارم، انتشارات آستان قدس رضوی، صص: ۹۹-۱۰۶.
۲. بیاتی، ز. ۱۳۹۱. بررسی مقادیر و زمان‌های کاربرد کود آهن نانو بر عملکرد و اجزاء عملکرد کلزا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۴۷ ص.
۳. پیرزاد، ع. ر.، طوسی، پ. و درویش‌زاده، ر. ۱۳۹۲. اثر محلول‌پاشی عناصر آهن و روی بر صفات گیاهی و میزان اسانس آنیسون. مجله علوم زراعی ایران، ۱۵ (۱): ۱۲-۲۳.
۴. حیدری، ف.، زهتاب‌سلماسی، س.، جوانشیر، ع.، آلیاری، ه. و دادپور، م. ر. ۱۳۸۷. تاثیر نحوه مصرف ریز مغذی‌ها و تراکم بوته بر عملکرد و اسانس نعناع فلفلی (*Mentha piperita*)، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۴ (۱): ۱-۹.
۵. خلدبرین، ب. و اسلام‌زاده، ط. ۱۳۸۴. تغذیه معدنی گیاهان عالی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز، صص: ۴۹۵-۴۹۹.
۶. رستگار، ا. و محمودآبادی، ح. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر عنصر روی بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم زیره محلی. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، ۲۸-۲۷ بهمن‌ماه، دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان، اصفهان، ایران، صص: ۱-۵.
۷. رضایی، ر.، حسینی، س. م.، شعبانعلی‌فمی، ح. و صفا، ل. ۱۳۸۸. شناسایی و تحلیل موانع توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی از دیدگاه محققین. فصلنامه علمی پژوهشی سیاست علم و فناوری، ۲ (۱): ۱۷-۲۶.
۸. گوهری، غ.، حسن‌پورآقدم، م. ب.، دادپور، م. و شیردل، م. ۱۳۹۲. تأثیر محلول‌پاشی سطوح مختلف روی بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط تنش شوری. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۴ (۱۵): ۱-۹.
۹. نیاکان، م.، خاوری‌نژاد، ر. و رضایی، م. ب. ۱۳۸۳. اثر نسبت‌های مختلف سه کود P، N و K بر صفات رویشی نعناع. تحقیقات و گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۰: ۱۳۱-۱۴۸.
۱۰. ویسانی، و.، رحیم‌زاده، س. و سهرابی، ی. ۱۳۹۱. تاثیر کودهای بیولوژیک بر صفات مرفولوژیک، فیزیولوژیک و میزان اسانس گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۸ (۱): ۷۳-۸۷.

11. Broadley, M.R., White, P.J., Hammond, J.P., Zelko, I., and Lux, A. 2007. Zinc in plants. *New Phytologist*, 173: 677-702.
12. Hasnaa, S., Ayad, F., and Abdalla, M.S.A. 2010. Effect of putrescine and zinc on vegetative growth, photosynthetic pigments, lipid peroxidation and essential oil content of Geranium. *World Journal of Agricultural Science*, 6(5): 601-608.
13. Khalid, Kh.A. 1996. Effect of fertilization on the growth, yield and chemical composition of some medicinal Umbelleferous plant. MSc. thesis, Faculty Agriculture Al-Azhar University, Cairo, pp: 14-29.
14. Khalifa, R.K.M., Shaaban, S.H.A., and Rawia, A. 2011. Effect of foliar application of zinc sulfate and boric acid on growth, yield and chemical constituents of Iris plants. *Ozean Journal of Applied Sciences*, 4(2): 1-16.
15. Ma, X., Lee, J.G., Deng, Y., and Kolmakov, A. 2012. Interactions between engineered nanoparticles and plants: Phytotoxicity, uptake and accumulation. *Science of the Total Environment*, 408: 3053–3061.
16. Nahak, G., Pattanaik, P.K., and Sahu, R. 2011. Antibacterial evaluation of ethanolic extracts of four *Ocimum* species against *E.coli* and *Salmonella abaeetuba*. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*, 2(4): 1236-1242.
17. Nahed, G., and Balbaa, L.K. 2007. Influence of tyrosine and zinc on growth, flowering and chemical constituents of *Salvia farinacea* plants. *Journal Application Science*, 3(11): 1479-1489.
18. 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*). *Journal Medicinal Plants Research*, 4(17): 1733-1737.
19. Panwar, J., Jain, N., and Bharaya, A. 2012. Positive effect of zinc oxide nano particles on tomato plants. 3th International Conference on Environmental Research and Technology, 30 May- 1 June, Malaysia, pp: 1-6.
20. Pojjanapimol, S. 2004. Characterization of aroma impact compounds in fresh, heated and dried Holy Basil (*Ocimum sanctum*) Leaves. PhD thesis, Kasetsart University, pp: 12-30.
21. Prasad, T., and Sudhakar, P. 2012. Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of Peanut (*Arachis hypogaea*). *Journal of Plant Nutrition*, 35: 905–927.
22. Rashid, A., Kausar, M.A., Hussain, F., and Tahir, M. 2000. Managing Zn deficiency in transplanted flooded rice by nursery enrichment. *Trinidad Tropical Agriculture*, 77: 156-162.

23. Rosrami fard, S., Khourgami, A., Rafee, M., and Nasrollahi, H. 2012. Study the effect of zinc spraying and plant density on seed yield and morphological characteristics of Green gram. *Annals of Biological Research*, 3(8):4166-4171.
24. Said Al-Ahl, H., and Mahmoud, A. 2010. Effect of zinc and iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum*) under salt stress. *Ozean Journal of Applied Sciences*, 3(1): 97-111.
25. Singh, V., Amdekar, S., and Verma, O. 2011. *Ocimum sanctum* bio-pharmacological activities. *Webmedcentral Pharmacology*, 1(10): 1-7.
26. Tarraf, Sh., El-Sayed, A.A., and Ibrahim, M.E. 1994. Effect of some micronutrients on *Rosmarinus affinalis*. *Journal Physiological Science*, 18(1): 201-208.
27. Toncer, O., Karaman, S., and Diraz, E. 2010. An annual variation in essential oil composition of *Origanum syriacum* from Southeast Anatolia of Turkey. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(11): 1059-1064.