

اثر سطوح نانو کلات روی و هیومیک بر رشد و عملکرد مرزه

زهرا نجفی وفا^{۱*}، علیرضا سیروس مهر^۲، مریم زارع^۳

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۲- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اصلاح گیاهان باغی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۰۸ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۹/۱۰

چکیده

مرزه گیاهی از خانواده نعناع و از گیاهان دارویی ارزشمندی است که در صنایع داروسازی، غذایی، آرایشی و بهداشتی کاربرد فراوان دارد. به منظور بررسی اثر محلول پاشی اسید هیومیک و کود نانوی روی مرزه، آزمایشی گلخانه‌ای در دانشگاه زابل در سال ۱۳۹۲ به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل اسیدهیومیک، در چهار سطح: صفر: H_1 ، H_2 : ۰/۵، H_3 : ۱ و H_4 : ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر و کود نانو کلات روی نیز شامل چهار سطح: صفر: N_1 ، N_2 : ۵۰، N_3 : ۱۰۰ و N_4 : ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود. نتایج نشان داد بیشترین مقدار طول ساقه، پهنای برگ، وزن تر بوته، عدد کلروفیل‌متر، کلروفیل a، کلروفیل کل، کارتنوئید و مقدار اسانس به تیمار تلفیقی کود نانو کلات روی و اسیدهیومیک (N_4H_4) تعلق داشت. با کاربرد کود نانو کلات روی و اسیدهیومیک بر طول ساقه، پهنای برگ، وزن تر بوته، عدد کلروفیل‌متر، کلروفیل a، کارتنوئید و مقدار اسانس نسبت به استفاده مجزا از این کودها افزایش می‌یابد. اثر تیمار کودی نانو روی مقدار طول ساقه، پهنای برگ، وزن تر بوته، عدد کلروفیل‌متر، کلروفیل a، کارتنوئید و مقدار اسانس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد؛ اما اثر متقابل تیمار کود نانو کلات روی و اسیدهیومیک روی وزن تر بوته در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. تیمار شاهد (N_1H_1) در بین تیمارها تأثیر کمتری را بر میزان شاخص سطح برگ، پهنای برگ، کلروفیل a و اسانس داشت. در تیمار تلفیق سطح چهارم اسید هیومیک و سطح چهارم نانو روی، بیشترین میزان عملکرد مرزه حاصل شد.

واژگان کلیدی: اسانس، صفات فیزیولوژیکی، کلروفیل، نانو کود روی

مقدمه

مرزه (*Satureja hortensis* L.)، گیاهی از تیره نعناع (Lamiaceae) به عنوان مطبوع ترین ادویه ها معرفی شده است. این گیاه سرشار از روغن های فرار است که ماده اصلی آن کارواکرول بوده و دارای اثرات درمانی ضد تشنجی و ضد نفخ است (Safaiikhoram et al., 2008). علاوه بر مصارف دارویی فراوان، به واسطه مواد معطر موجود در گیاه جهت مصارف غذایی، تهیه نوشیدنی ها، مصارف صنعتی در تولید لوازم بهداشتی و نیز به واسطه خواص ضد باکتریایی و ضد قارچی همواره مورد توجه قرار گرفته است (Baher et al., 2002).

فن آوری نانو به تدریج در حال گذر از مرحله ی آزمایشگاهی به مرحله ی عملیاتی و کاربردی است و این امر منجر به حضور محسوس ترین فناوری در بخش کشاورزی خواهد گردید (Baruah and Dutta, 2009). در این راستا استفاده از نانو کودها به منظور کنترل دقیق آزادسازی عناصر غذایی می تواند گامی مؤثر در جهت دستیابی به کشاورزی پایدار و سازگار با محیط زیست باشد (Cui et al., 2006). با به کارگیری نانو کودها به عنوان جایگزین کودهای مرسوم، عناصر غذایی کود، به تدریج و به صورت کنترل شده در خاک آزاد می شوند و در نتیجه از بروز پدیده ی مردابی شدن آب های ساکن و همچنین آلودگی آب آشامیدنی، جلوگیری به عمل خواهد آمد. در حقیقت، فن آوری نانو فرصت های جدیدی را به منظور افزایش راندمان مصرف عناصر غذایی و به حداقل رساندن هزینه های حفاظت از محیط زیست، گشوده است (Liu et al., 2006).

مواد هیومیکی باعث افزایش جذب مواد غذایی از جمله نیتروژن می شود. افزایش این عنصر موجب

افزایش کلروفیل و فتوسنتز گیاه شده و از این طریق رشد گیاهان را افزایش می دهد. با توجه به نقش کلیدی عنصر روی در سنتز تریپتوفان که پیش نیاز هورمون اکسین می باشد و همچنین از طرف دیگر اسید هیومیک حاوی عناصر ریزمغذی می باشد که تأثیر خود را از این طریق توسعه برگ می گذارد و باعث افزایش پهنای برگ می شود (Khayyat et al., 2007). اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه می شود (Delfine et al., 2005). استفاده از اسید هیومیک باعث افزودن مواد آلی به خاک هایی با کمبود مواد آلی، افزایش قدرت ریشه، بهبود جوانه زنی بذر سالم، افزایش سنتز کلروفیل، تحریک کننده هورمون ها و آنزیم های گیاهی می شود و همچنین برای گیاهان، حیوانات و انسان بی خطر می باشد (Daii and Sardari, 2010). اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش عملکرد در گیاهان می شود (Nardi et al., 2002). کاربرد اسید هیومیک به میزان ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک موجب افزایش طول هیپوکوتیل، قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک، میزان عناصر غذایی و عملکرد گیاه فلفل شد (Turkmen et al., 2005). همچنین در آزمایش گلخانه ای با کاربرد ۱۰۰ میلی گرم اسید هیومیک، وزن تر و خشک گیاه به طور معنی داری افزایش یافت (Mishra and Srirastara, 1988). مصرف عناصر ریزمغذی آهن و روی فعالیت فتوسنتزی گیاه را افزایش می دهد و باعث توسعه پوشش گیاهی و افزایش شاخ و برگ می شود (Kochaki and Banayan, 1995). کمبود روی سبب

که میزان کلروفیل، در غلظت ۴۰ میکرومولار روی، افزایش و در سایر غلظت‌های روی، نسبت به شاهد، کاهش داشت. هدف از این تحقیق، بررسی اثر سطوح مختلف اسید هیومیک و کود نانو کلات روی به صورت منفرد و ترکیبی بر روی گیاه دارویی مرزه به منظور تعیین بهترین تیمار کودی و تأثیر آن بر تغییرات اسانس و برخی دیگر از خصوصیات مورفولوژیکی این گیاه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه دانشگاه زابل، در سال ۱۳۹۲ به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. قبل از کاشت، نمونه‌های خاک را به آزمایشگاه منتقل و تجزیه شیمیایی و فیزیکی انجام گرفت. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آمده است.

اختلال در متابولیسم بافت سلولی می‌شود و مسئول خسارت به کلروفیل، اسید نوکلئیک و اسید استیک می‌باشد، بنابراین مانع از رشد گیاه می‌شود (Sajedi and Ardakani, 2008). محققان به این نتیجه رسیدند که شاید کمبود روی باعث جلوگیری از فعالیت تعدادی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌شود که در نتیجه باعث صدمات اکسیداتیو به مولکول‌های پروتئین، کلروفیل و اسید نوکلئیک می‌شود (Cakmak, 2000). افزایش عملکرد زیستی با مصرف عناصر ریزمغذی علل مختلفی می‌تواند داشته باشد که از آن جمله می‌توان به افزایش فعالیت فتوسنتزی، افزایش تعداد شاخه فرعی، افزایش تعداد دانه در بوته و در کل افزایش ماده خشک در بوته اشاره نمود (Asad and Rafique, 2000). زارع ده آبادی و همکاران (Zare Dehabadi *et al.*, 2007) با ارزیابی اثر محلول‌پاشی غلظت‌های صفر، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میکرومولار روی در گیاه نعنای گزارش کردند

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک مورد استفاده در گلدان‌ها

Table 1- Soil analysis of applied in pots

عمق نمونه- برداری Samplin g depth (cm)	بافت خاک Soil texture	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	هدایت الکتریکی EC dS/m	کربن آلی O.C (%)	نیترژن Nitro gen (%)	روی قابل جذب Absorbable zinc (mg/kg)	فسفر قابل جذب Absorbable phosphorus (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب Absorbable potassium (mg/kg)	
0-10	Sandy loam	8	39	53	3.40	7.20	2.88	0.288	1.78	74.26	150

کاشت بذر در گلدان‌هایی با قطر ۲۰ سانتی‌متر انجام شد. هر گلدان شامل خاک و کود پوسیده دامی به نسبت ۱:۱ بود. شرایط دمایی گلخانه مطابق با شرایط دمایی استاندارد 26 ± 2 درجه سانتی‌گراد و به مدت ۱۸ ساعت روشنایی و ۷ ساعت تاریکی تنظیم شد. تیمارهای آزمایش شامل اسیدهیومیک، در چهار سطح: صفر: H_1 ، H_2 : ۰/۵، H_3 : ۱ و H_4 : ۱/۵ میلی‌گرم بر

لیتر و کود نانو کلات روی نیز شامل چهار سطح: صفر: N_1 ، N_2 : ۵۰، N_3 : ۱۰۰ و N_4 : ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود. کود نانو روی از شرکت صدور احرار شرق و اسید هیومیک از شرکت کشاورزی هامون تهیه و استفاده گردید. همزمان با مصرف خاکی، حداقل ۲ مرحله محلول‌پاشی، یک‌بار در مرحله ۴ برگی و بار دیگر قبل از گلدهی انجام شد. پس از پر کردن

ده دقیقه سانتریفیوژ کرده و مقدار کلروفیل a در طیف جذبی ۶۶۳/۲ نانومتر و مقدار کلروفیل b در ۶۴۶/۸ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت و به کمک فرمول لیچنتالر بر اساس میلی گرم در گرم کلروفیل در برگ تازه محاسبه شدند (Lichtenthaler, 1994).

$$Ca=12.25 A663.2-2.79 A646.8$$

$$Cb=21.50 A646.8-5.1 A663.2$$

$$Ct=Ca+Cb$$

عمل استخراج اسانس از گیاه مرزه توسط دستگاه کلونجر و به روش تقطیر با آب و به مدت سه ساعت در آزمایشگاه تحقیقات دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل انجام شد. سپس مقدار اسانس برحسب میلی لیتر تعیین شد. بدین منظور از هر گلدان یک نمونه ۲۰ گرمی از سرشاخه و برگ که پودر شده بودند را همراه با ۶۰۰ میلی لیتر آب مقطر درون بالن ۱۰۰۰ سی سی قرار داده و به مدت سه ساعت حرارت داده شدند، برای جمع آوری اسانس، شیر دستگاه را باز کرده تا آب خارج شده و سپس اسانس جمع آوری شده را داخل بطری های کوچک که از قبل با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ وزن شده بودند جمع آوری شد. پس از آبیگری اسانس ها با سولفات سدیم این بطری های اسانس را با ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۱ وزن کرده و وزن اسانس در ۲۰ گرم سر شاخه و برگ محاسبه شد (Arazmjo *et al.*, 2010). تجزیه آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام گرفت و آنالیز واریانس داده ها بر اساس برنامه ANOVA انجام شد. مقایسه شاخص های اندازه گیری شده با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد گروه بندی شدند.

گلدان ها (در هر گلدان ۵ کیلوگرم خاک) و آماده سازی آن ها تعداد ۲۵ عدد بذر مرزه در هر گلدان کاشته شد. پس از جوانه زنی در مرحله چهار برگی تنک کردن صورت گرفت. دومین مرحله تنک کردن، ۱۱ روز پس از مرحله اول تنک کردن صورت گرفت. به طوری که در هر گلدان ۷-۵ بوته باقی ماند. در مرحله قبل از گلدهی، تعداد ۴ بوته از هر گلدان به صورت تصادفی از طوقه تا انتهای بلندترین سرشاخه با کمک خط کش میلی متری اندازه گیری و میانگین آن ها به عنوان طول ساقه برای هر گلدان لحاظ گردید. برای پهنای برگ ۳ بوته از هر گلدان را انتخاب کرده و پهنای برگ هر سه بوته را اندازه گیری کرده و میانگین آن ها را به عنوان پهنای برگ هر تیمار در هر تکرار یادداشت گردید. از هر گلدان ۳ بوته به طور تصادفی انتخاب و آن ها را قطع نموده و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و وزن تر آن ها با کمک ترازوی حساس دیجیتالی با دقت یک هزارم اندازه گیری و میانگین گیری گردید که به عنوان شاخص وزن تر بوته در نظر گرفته شد و بعد از خشک شدن در دمای معمولی اتاق به آزمایشگاه منتقل شده و وزن آن ها به عنوان شاخص وزن خشک بوته مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای اندازه گیری محتوای کلروفیل از دستگاه کلروفیل فلورومتر مدل Hansatech Handy PEA استفاده شد و بدین منظور در مرحله قبل از گلدهی کامل پس از انتخاب ۳ برگ سالم از سه بوته که در بالاترین قسمت بوته و در اندازه حداکثر خود بودند، عدد کلروفیل متر را قرائت و میانگین قرائت ها برای هر تیمار در نظر گرفته شد. در این تحقیق برای اندازه گیری و محاسبه رنگدانه های فتوسنتزی ۰/۱ گرم از برگ های جوان به همراه ۱۰ میلی لیتر استون ۸۰ درصد در هاون ریز و کوبیده شد و نمونه ها را در سرعت ۱۶۰۰ دور در دقیقه به مدت

نتایج و بحث

طول ساقه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات کود اسید هیومیک و کود نانوکلات روی به صورت مجزا و اثر متقابل کود تجارتي حاوی اسید هیومیک و کود نانوکلات روی بر میزان طول ساقه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). کاربرد 200 mg L^{-1} کود نانوکلات روی به همراه $1/5 \text{ mg L}^{-1}$ اسید هیومیک (N_4H_4)، با میانگین $29/7500$ سانتی‌متر بیشترین طول ساقه و تیمار عدم مصرف اسید هیومیک و کود نانوکلات روی (N_1H_1) با میانگین $10/75$ کمترین طول ساقه را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). اسید هیومیک نقش مهمی در خاک، نگهداری رطوبت، دسترسی بهتر مواد مغذی و ایجاد رشد بهتر در گیاهان دارد و اسید هیومیک باعث تحریک رشد گیاهان به وسیله جذب عناصر ماکرو و میکرو، فعال‌سازی آنزیم‌ها، تغییر در نفوذپذیری غشاء و سنتز پروتئین می‌شود (Ulukan, 2008). اسید هیومیک مکانیسم‌هایی برای رشد طولی گیاهان دارند، یکی از این مکانیسم‌ها به اثر مستقیم این ترکیبات و وجود ترکیبات شبه هورمونی از جمله ترکیبات اکسینی و شبه اکسینی مربوط می‌شود که می‌توانند رشد سلول‌ها را تحت تأثیر قرار دهند (Atiyeh et al., 2002). همچنین این مواد دارای ترکیبات شبه جیبرلینی هستند که می‌توانند روی رشد سلول‌ها اثر بگذارد (Nardi et al., 2002). اسید هیومیک از طریق افزایش در محتوای نیتروژن سبب افزایش رشد و ارتفاع بوته می‌شود (Ayas and Gulser, 2005). تحقیقات نشان داد که مصرف برگی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز با افزودن بر ارتفاع ساقه، موجب افزایش عملکرد

ماده خشک در ذرت می‌شود (Whitty and Chambliss, 2005). ملکوتی و طهرانی (Malekoti and Tehrani, 1999)، بیان نمودند که کمبود روی به علت تأثیر سوء بر بیوسنتز اکسین می‌تواند باعث کاهش ارتفاع ساقه و عملکرد گیاه شود. افزایش عملکرد ماده خشک با مصرف سه نوع کود ریزمغذی علت‌های مختلفی می‌تواند داشته باشد که از آن جمله می‌توان به افزایش بیوسنتز اکسین در حضور عنصر روی (Sharafi et al., 2000)، افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فعالیت فسفوانول پیرووات کربوکسیلاز و ریبلاز بی فسفات کربوکسیلاز، کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیاهی و افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی اشاره کرد (Marchner, 1995). در واقع نانو کودها به‌منظور رهاسازی تدریجی محتویات خود به گونه‌ای غذایی که زمان آزادسازی آنها با نیاز غذایی محصول منطبق باشد، طراحی و ساخته شده‌اند (Naderi and Danesh Shahraki, 2011).

پهنای برگ

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تمام تیمار به‌تنهایی در یک گروه قرار گرفت و تمام تیمارها اختلاف معنی‌داری با هم دارند و بیشترین پهنای برگ با میانگین 4 میلی‌متر با کاربرد 200 mg L^{-1} کود نانو کلات روی به دست آمد و تیمار عدم مصرف کود نانو کلات روی (N_1H_1) با میانگین $1/1$ میلی‌متر کمترین پهنای برگ را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در واقع عنصر روی در سنتز تریپتوفان که پیش‌نیاز اکسین است نقش دارد و از اثرات مهم اکسین طویل شدن سلول می‌باشد که در نتیجه آن سبب بزرگ شدن اندام‌ها می‌گردد (Ghaderi et al., 2003). کاربرد کمپوست با محلول‌پاشی اسید هیومیک، روی

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس حاکی از آن است که اثر تکرار و تیمار در سطح یک درصد بر اسید هیومیک و کود نانوکلات روی تأثیر معنی داری بر روی وزن خشک بوته داشت (جدول ۲).

نتایج نشان داد که بیشترین وزن خشک بوته مربوط به تیمارهای تلفیقی کود نانوکلات روی و اسید هیومیک می باشد و کمترین وزن خشک بوته مربوط به تیمار شاهد بوده است. کود آلی اسید هیومیک باعث بهبود وضعیت فتوسنتز در گیاه می شود و قابل ذکر است عوامل ذکر شده باعث افزایش وزن خشک گیاه و افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه می شود و همچنین ماده آلی اسید هیومیک باعث افزایش ماده خشک گیاه می شود (Hemantaranjan and Gray, 1998). با توجه به مطلب ذکر شده تیمار تلفیقی کود نانوکلات روی و اسید هیومیک که عناصر ریزمغذی در این تیمار نسبت به بقیه بیشتر بوده تأثیر گذاری آن هم به همان میزان بیشتر بوده که با نتایج تحقیقات گلین (Glyn, 2002) با کاربرد سطوح متفاوتی از ریزمغذی ها بر روی وزن تر گیاه ترخون، سبزواری و خزاعی (Sabzevari and Khazai, 2009) با استفاده از غلظت ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک روی وزن تر گندم و همچنین با نتایج دارسون و گیونک (Dursun and Guvenc, 2000) که با کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش وزن تر و خشک گوجه فرنگی و بادمجان گردید، مطابقت دارد. صالح راستین (Saleh Rastin, 2001) گزارش کرد که دو منبع روی سولفاتی و کلاتی وزن خشک باقلا را افزایش داد؛ اما روی سولفاتی به طور معنی داری در افزایش وزن خشک مؤثرتر بوده است. با توجه به نقش روی در فعالیت آنزیم ها و سنتز پروتئین این مطلب قابل توجیه می باشد. روی یکی از ضروری ترین عناصر ریزمغذی

چای ترش سبب افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه در بوته، وزن تر و خشک برگ و شاخه در بوته، تعداد میوه، وزن تر و خشک کاسبرگ ها، عملکرد بذر در بوته و مقدار کل آنتوسیانین گردید (Ahmad et al., 2011).

وزن تر بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل مصرف کود نانو کلات روی و اسید هیومیک بر وزن تر بوته گیاه دارویی مرزه، در سطح احتمال پنج درصد معنی دار گردید (جدول ۲). با مشاهده نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها در جدول (۳) مشخص گردید، اثر متقابل مصرف کود نانوکلات روی و اسید هیومیک، بر وزن تر بوته گیاه دارویی مرزه در گروه های آماری متفاوت قرار گرفتند، به طوری که تیمار (N₄H₄) و (N₃H₄) به ترتیب با میانگین ۸۴/۷۵۰ و ۷۹/۵۰۰ وزن تر بوته، بیشترین و تیمار عدم مصرف کود نانوکلات روی و اسید هیومیک به (N₁H₁) با میانگین ۲۶ و تیمار (N₁H₂) کمترین وزن تر بوته را با میانگین ۲۲/۷۵۰ گرم به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در کاربرد تلفیقی کود نانو کلات روی و اسید هیومیک در این رابطه نشان دهنده اثر فزاینده قوی تر کود نانوکلات روی نسبت به اسید هیومیک بر وزن تر بوته مرتبط بود.

وزن خشک بوته

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) حاکی از آن است که با کاربرد اسید هیومیک به صورت مجزا بر میزان وزن خشک بوته تفاوت آماری معنی داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد، طبق نتایج حاصل از جدول ۲، با اعمال کود نانوکلات روی به صورت مجزا بر میزان وزن خشک بوته تفاوت آماری معنی داری در سطح یک درصد مشاهده شد.

نانو لایه‌های کنشی در طراحی و ساخت کودهای شیمیایی جدید، منجر به افزایش قابل ملاحظه‌ای کارایی مصرف عناصر غذایی و متعاقباً عملکرد محصول خواهد شد (De Rosa et al., 2010).

می‌باشد که در بسیاری از اعمال بیولوژیک نقش دارد. روی باعث ثبات غشای پلاسمایی سلول‌ها شده و هم‌چنین کوفاکتور بسیاری از آنزیم‌های آنتی اکسیداتیو می‌باشد. گزارش شده که استفاده از

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرات مصرف کود نانو کلات روی و اسیدهیومیک بر صفات مورد بررسی گیاه مرزه

Table 2- Analysis of variance of Nano Zn chelated and humic acid on studied characteristics in savory

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات Mean squares								
		طول ساقه Stem diameter (mm)	پهنای برگ Leaf width (mm)	وزن تر بوته plant fresh weight (gr)	وزن خشک بوته plant dry weight (gr)	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	کلروفیل a Chlorop hylla (mg/gr)	کلروفیل b Chlorop hyll b (mg/gr)	کارنوئید Caroten oid (mg/m)	اسانس Essential oil content (ml/20gfw)
اسید هیومیک Humic acid	3	266.10**	6.48**	1535.01**	39.32**	45.56**	0.0535**	0.0487**	0.0755**	1.77**
کود نانو روی Nano Zn	3	444.02**	11.49*	6415.64**	177/92**	12.59**	0.0799**	0.1148**	0.2409**	1.94**
کود نانو روی × اسید هیومیک Nano Zn × Humic acid	3	17.89**	0.339**	147.25*	4.49 ^{ns}	8.28**	0.0005**	0.0006 ^{ns}	0.0057**	0.05**
خطا Error	48	0.5729	0.0019	52.93	2.57	0.0112	0.00004	0.0006	0.0009	0.0073
ضریب تغییرات (CV)%		3.73	1.15	13.11	14.37	1.39	1.13	8.06	5.46	6.284
ضریب تنوع (R-Square)		0.988	0.988	0.908	0.849	0.999	0.995	0.948	0.958	0.971

*، ** and ^{ns}: Significant ($\alpha=5\%$), highly significant ($\alpha=1\%$) and non-significant, respectively (n.s) و غیر معنی‌دار ($\alpha=1\%$) و بسیار معنی‌دار ($\alpha=5\%$), معنی‌دار (n.s)

سبزی یا محتوی سبزی برگ‌ها هست. در مقایسه با روش‌های تخریبی، استفاده از این ابزار، سبب صرفه‌جویی در وقت، فضا و منابع می‌شود (Netto et al., 2005). در تحقیقاتی توسط سالمن و همکاران (Salmen et al., 2005) که با مصرف مواد هیومیکی این تأثیر مهم را بر فرآیندهای بیولوژیکی مانند فتوسنتز و مقدار کلروفیل کل شاهد بودند و همچنین تیجدا و گنزالس (Tejada and Gonzales, 2003) در مارچوبه بیشترین مقدار کلروفیل را در گیاهان اسپری شده با اسید هیومیک مشاهده کردند، که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. میزان فتوسنتز و همچنین کلروفیل برگ در اثر کمبود روی کاهش

شاخص کلروفیل‌متر، کلروفیل a، b و کارنوئیدها شاخص کلروفیل‌متر: مصرف کود نانو کلات روی و اسید هیومیک و برهمکنش تیمار کود کلات روی و اسید هیومیک بر میزان کلروفیل در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های برهمکنش کود نانو کلات روی و اسید هیومیک بر غلظت کلروفیل برگ نشان داد که بیشترین میزان عدد کلروفیل ۱۴/۰۶۲ از کاربرد همزمان تیمار ۲۰۰ mg L⁻¹ کود نانو کلات روی به همراه مصرف ۱/۵ mg L⁻¹ اسیدهیومیک (N₄H₄) مشاهده شد. این مقدار در تیمار شاهد (N₁H₁) ۱/۴۰۸ بود (جدول ۳). کلروفیل متر یک وسیله ساده، ابزار تشخیص‌دهنده

یافته است. کاهش فعالیت کربنیک آنهیدراز نیز باعث کاهش فتوسنتز می‌شود (Wang et al, 2009).

جدول ۳- اثرات متقابل اسیدهیومیک و نانو روی بر برخی صفات ارزیابی شده در مرزه

Table 3- Interaction nano Zn chelated and humic acid on some on studied characteristics in savory

تیمار Treatment	طول ساقه Stem diameter (mm)	پهنای برگ Leaf width (mm)	وزن تر بوته Plant fresh weight (gr)	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	کلروفیل a Chlorophyll a (mg/gr)	کارتنوئید Carotenoid (mg/gr)	اسانس Essential oil content (mlit/20gfw)
H ₁ N ₁	10.75 ^k	1.1 ^k	26 ^{hg}	1.40 ^l	0.412 ^l	0.277 ⁱ	0.625 ^h
H ₁ N ₂	13.75 ^{hi}	1.5 ⁱ	37.25 ^f	4.36 ^j	0.475 ^j	0.359 ^g	0.850 ^g
H ₁ N ₃	14.75 ^h	2.5 ^g	42 ^{f-d}	8.45 ^e	0.520 ^h	0.555 ^e	1.125 ^f
H ₁ N ₄	21.25 ^e	3 ^f	64.25 ^c	8.75 ^d	0.575 ^f	0.622 ^{cd}	1.340 ^e
H ₂ N ₁	12 ^j	1.3 ^j	22.75 ^h	3.95 ^j	0.427 ^k	0.345 ^h	0.750 ^g
H ₂ N ₂	16.50 ^g	3 ^f	50.75 ^{de}	6.31 ^h	0.487 ⁱ	0.540 ^e	1.290 ^e
H ₂ N ₃	23.50 ^d	3.5 ^d	68.75 ^{bc}	8.83 ^d	0.545 ^g	0.627 ^{b-d}	1.390 ^{de}
H ₂ N ₄	25.25 ^c	3.7 ^c	73.75 ^a	7.33 ^f	0.587 ^e	0.660 ^{a-c}	1.525 ^c
H ₃ N ₁	13 ^{ij}	2 ^h	34.50 ^{fg}	5.65 ⁱ	0.472 ^j	0.462 ^f	1.025 ^f
H ₃ N ₂	23 ^d	3.22 ^e	51.25 ^{de}	6.72 ^g	0.517 ^h	0.605 ^d	1.350 ^e
H ₃ N ₃	25.25 ^c	3.7 ^c	74.25 ^{a-c}	8.73 ^d	0.605 ^d	0.660 ^{a-c}	1.550 ^c
H ₃ N ₄	26.75 ^b	3.8 ^b	83.25 ^a	14.06 ^a	0.645 ^c	0.672 ^{ab}	1.800 ^b
H ₄ N ₁	19.25 ^f	2.5 ^g	41.50 ^{ef}	5.73 ⁱ	0.550 ^g	0.460 ^f	1.300 ^e
H ₄ N ₂	21 ^e	3.67 ^c	53 ^d	8.86 ^d	0.585 ^e	0.635 ^{b-d}	1.475 ^{cd}
H ₄ N ₃	28.75 ^a	3.85 ^b	79.50 ^{ab}	10.30 ^c	0.675 ^b	0.675 ^{ab}	2.150 ^a
H ₄ N ₄	29.75 ^a	4 ^a	84.75 ^a	12.05 ^b	0.685 ^a	0.685 ^a	2.177 ^a

H₁, H₂, H₃, H₄ به ترتیب معادل صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ سی سی اسیدهیومیک و N₁, N₂, N₃, N₄ به ترتیب معادل صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم نانو

H₁: Control (0 without using humic acid), H₂: (humic acid 0/5 mg L⁻¹), H₃: (humic acid ۱ mg L⁻¹), H₄: (humic acid 1/5 mg L⁻¹), N₁: control (0 without using nano ze chelated fertilizer), N₂: 50 mg L⁻¹ nano ze chelated fertilizer, N₃: 100 mg L⁻¹ nano ze chelated fertilizer, N₄: 200 mg L⁻¹ nano ze chelated fertilizer

کلروفیل a

روی، بر میزان کلروفیل a افزوده شد. گسترش مصرف کودهای آلی باعث افزایش میزان کلروفیل شده است. این کودها با تأمین نیازهای غذایی موجودات ذره‌بینی خاک، باعث افزایش آن‌ها شده و در نتیجه به کاهش pH خاک می‌انجامد و بر میزان جذب عناصر میکرو (از جمله Fe، Mn و Mg) که در سنتز کلروفیل نقش مهمی ایفا می‌کنند، می‌افزایند و سرانجام سبب می‌شوند که سنتز کلروفیل افزایش یابد (Sanchohi, 2007). از طرفی کاربرد آهن باعث افزایش محتوای کلروفیل و شدت فتوسنتز در برگ‌ها، افزایش تجمع ماده خشک در گیاه و بهبود انتقال مواد

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثرات کود نانو کلات روی و اسید هیومیک و اثر متقابل مصرف کود نانو کلات روی و اسید هیومیک بر کلروفیل a مرزه معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های کلروفیل a برای اثر متقابل و مصرف کود نانو کلات روی و اسید هیومیک نشان داد که (N₄H₄)، با میانگین ۰/۶۸۷ بیشترین و (N₁H₁) با میانگین ۰/۴۱۲ کمترین کلروفیل a را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). به‌طور کلی، در سطوح مختلف اسید هیومیک، با افزایش کاربرد کود نانو کلات

دارد. از طرف دیگر اسید هیومیک حاوی عناصر ریزمغذی می‌باشد و اثر مثبت خود را به دلیل دارا بودن این عناصر نشان می‌دهد که با نتایج آزمایشی که توسط کمری شاه‌ملکی و همکاران (Kamari Shamolki et al., 2012) انجام شد، مطابقت دارد. بر اساس گزارشات مشخص شد که اسید هیومیک بیش از اسید فولیک و هیومیک بر فعالیت کلروفیل b اثر می‌گذارد (Yang et al., 2004). به‌طور کلی نانو کودها در مقایسه با کودهای متداول شیمیایی، راندمان مصرف بالاتری دارند و می‌توانند به‌صورت مطلوب در نقطه مناسبی از ناحیه رشد، عناصر غذایی خود را آزاد کنند که این عمل اثر معنی‌داری را در خصوصیات رشدی گیاهان ایجاد می‌کند (Mazaherinia et al., 2010).

کارتنوئید

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات کود اسید هیومیک و کود نانوکلات روی و اثر متقابل کود اسید هیومیک و کود نانوکلات روی بر میزان کارتنوئید معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های کارتنوئید برای اثر متقابل مصرف اسید هیومیک و کود نانوکلات روی نشان داد که (N_4H_4) ، با میانگین $0/685$ بیشترین و تیمار (N_1H_1) با میانگین $0/277$ کمترین میزان کارتنوئید را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). راتن و شینترز (Rauthan and Schnitzer, 1981) بیان نمود که اسید هیومیک سبب افزایش جذب آهن، روی، مس و منگنز توسط خیار رشد یافته در محلول هوگلند شد که این افزایش جذب آهن و منگنز را می‌توان دلیل مناسبی برای افزایش غلظت کلروفیل برگ دانست. اسید هیومیک با قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسب‌تر در اختیار گیاه توانسته است، میزان ساخت

فتوسنتزی از اندام‌های رویشی به اندام‌های زایشی می‌شود (Nasef et al., 2006). یافته‌های این تحقیق با نتایج به دست آمده توسط بایوردی و همکاران (Bayburdi et al., 2007) مطابقت دارد. عنصر روی می‌تواند اثر مطلوبی بر فعالیت‌های فتوسنتزی برگ‌ها داشته باشد و باعث انتقال بهتر مواد فتوسنتزی می‌شود (Oosterhuis et al., 1991). اسید هیومیک حاوی عناصر ریزمغذی می‌باشد و تأثیر بیشتر و مثبتی بر میزان کلروفیل a دارد، به طوری که کرکورت و همکاران (Karakurt et al., 2008) گزارش کردند، که در گیاه فلفل، بوسیله محلول پاشی با 21 میلی‌لیتر بر لیتر با اسید هیومیک مقدار کلروفیل به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است و همچنین داوودی فرد و همکاران (Davoodifard et al., 2012) با کاربرد اسید هیومیک بر روی گیاه گندم به این نتیجه رسیدند که میزان کلروفیل تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد داشت، که دلیل آن افزایش توانایی گیاه در جذب بیشتر عناصر مختلف می‌باشد.

کلروفیل b

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) با کاربرد اسید هیومیک بر میزان کلروفیل b تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. طبق جدول ۲، با اعمال کود نانوکلات روی به‌صورت مجزا بر میزان کلروفیل b تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر اثرات کود نانوکلات روی و اسید هیومیک به‌صورت مجزا در کلروفیل b معنی‌دار گردید (جدول ۲). خلیلی محله و رشیدی (Khalili Mahale and Rashidi, 2008) گزارش کردند که مصرف ریز مغذی‌ها باعث افزایش میزان کلروفیل در گیاه ذرت شد که با نتایج فوق مطابقت

اسید هیومیک با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز دارد در افزایش عملکرد و کیفیت محصول نقش دارد (Sharif *et al.*, 2002). این نتایج در مورد گوجه‌فرنگی (Adani *et al.*, 1998) نیز تأیید شده است. نتایج تحقیقات حیدری و همکاران (Heidari *et al.*, 2008) با محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی نشان داد که میزان اسانس و عملکرد اسانس نعنای فلفلی افزایش یافت. با توجه به اینکه تحقیقات معدودی در رابطه با بررسی تأثیر نانو کودها به ویژه نانو کودهای روی بر عملکرد محصولات زراعی انجام شده است، نتایج این بررسی نشان داد که مصرف کود نانوی روی و اسید هیومیک بر عملکرد گیاه دارویی مرزه تأثیر معنی‌داری داشته است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد سیستم‌های کود دهی به کار رفته با تأثیر بر (طول ساقه، پهنای برگ، وزن تر بوته، شاخص کلروفیل-متر، کلروفیل a، کارتنوئید و مقدار اسانس) در مقایسه با شاهد باعث افزایش معنی‌دار عملکرد گردید که از میان تیمارهای کودی، سیستم کود دهی تلفیقی دارای اثر بیشتری بود؛ و مقدار اسانس نیز تحت تأثیر عامل کود قرار گرفت؛ به طوری که بیشترین مقادیر عددی این صفات نیز در تیمار کاربرد توأم کودها حاصل شده و مقایسه کاربرد جداگانه کود نانو کلات روی و کود تجارتي حاوی اسید هیومیک در این رابطه نشان‌دهنده اثر فزاینده قوی‌تر کود نانو کلات روی نسبت به کود اسید هیومیک کامل بر صفات مرتبط با اسانس مرزه بود. بالاترین مقدار اسانس (۲/۱۷۷ بر حسب میلی‌لیتر) در تیمار کود دهی تلفیقی (N4H4) و کمترین آن (۰/۶۲۵ بر حسب میلی‌لیتر) در تیمار (N₁H₁) عدم

رنگیزه‌ها را افزایش داده و انتقال مواد فتوسنتزی را در گیاه تسهیل تر نماید. عنصر روی در تشکیل کلروفیل و متابولیسم پایه نقش دارد (Emami, 2005). سعید نژاد و رضوانی (Saeid Nejad and Rezvani, 2011) گزارش دادند که با محلول‌پاشی اسید هیومیک، میزان کلروفیل برگ ذرت افزایش یافت.

مقدار اسانس

در جدول تجزیه واریانس، اثر متقابل کود نانو کلات روی و اسید هیومیک در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد اسانس اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). با توجه به بررسی نتایج حاصل از انجام مقایسه میانگین‌ها مشاهده شد که اثرات متقابل تیمارهای مختلف مصرف کود نانو کلات روی و اسید هیومیک در سطوح آماری جداگانه قرار داشتند، به طوری که تیمار (N4H4) و تیمار (N3H4) به ترتیب با میانگین ۲/۱۷۷ و ۲/۱۵۰ (بر حسب میلی‌لیتر اسانس)، بیشترین میزان اسانس در گلدان و در مقابل تیمار-های عدم مصرف کود نانو کلات روی و اسید هیومیک (N1H1) با میانگین (۰/۶۲۵ بر حسب میلی‌لیتر) کمترین میزان اسانس در گلدان را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). به طور کلی نتایج نشان می‌دهد که با مصرف کود نانو کلات روی به میزان مناسب به همراه مقدار کافی اسید هیومیک می‌توان به میزان اسانس بیشتری در گیاه مرزه دست یافت. گزارش شده است که محلول‌پاشی توأم آهن و روی موجب افزایش عملکرد اسانس و رشد گیاه تحت تنش شوری نسبت به تیمار شاهد در گیاه ریحان شد (Said *et al.*, 2010). نتایج تحقیقات اختر و همکاران (Akhtar *et al.*, 2009) نشان داد که محلول‌پاشی روی به میزان ۳ در هزار باعث افزایش ۲/۲۸ درصدی اسانس نعنای نسبت به گیاهان شاهد شد.

خمیری و دوستان گرامی دکتر سارا نجفی قافلستانی، مهندس سارا عبدخانی و مهندس مژگان سنجری که همکاری و مساعدت لازم را مبذول داشته‌اند، نهایت تشکر و قدردانی می‌شود.

کود نتیجه شد. این مطلب در تأیید با مطالب عنوان شده در بررسی اثرات کود بر عملکرد اسانس است.
سپاسگزاری:
 از اساتید گرانقدر دکتر احمد قنبری، دکتر عیسی

References:

- Adani, F., Genevi, P. and Zocchi, G.** 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, 21, pp: 561-575.
- Ahmad, Y.M., Shahlabi, E.A. and Shnan, N.T.** 2011. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of roselle plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). *African Journal of Biotechnology*, 10(11), pp: 1988-1996.
- Akhtar, N., Abdul Matin Sarker, 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*. *Soil Science Journal*, 44(1), pp: 125-130.
- Arazmjo, E., Heidari, M. and Ghanbari, A.** 2010. Effect of water stress and type of fertilizer on yield and quality of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 12 (2), pp: 100-111. (In Persian)
- Arnon, A.N.** 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23, pp: 112-121.
- Asad, A. and Rafique, R.** 2000. Effect of zinc, copper, iron, manganese and boron on the yield and yield components of wheat in Tehsil Peshawar. *Pakistan Journal of Biological Science*, 3 (10), pp: 1615-1620.
- Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A. and Metzger, J.D.** 2002. The influence of humic acids derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*, 84(1), pp: 7-14.
- Ayas, H. and Gulser, F.** 2005. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. *Journal of Biological Sciences*, 5 (6), pp: 801-804.
- Baher, Z.F., Mirza, M., Ghorbanli, M. and Rezaii, M.B.** 2002. The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. *Flavour and Fragrance Journal*, 17, pp: 257-277.
- Baruah, S. and Dutta, J.** 2009. Nanotechnology applications in pollution sensing and degradation in agriculture (a review). *Environmental Chemistry Letters*, 7 (3), pp: 191-204.
- Bayburdi, A., Pasban Eslam, B. and Zargaripour, P.** 2007. Study the effects of sulfur and on the different varieties of canola in western Azerbaijan. *Natural Resources and agriculture research center in Tabriz*, 22 PP. (In Persian)
- Cakmak, I.** 2000. Tansley Review No. 111. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Phytologist*, pp: 185-205.
- Cui, H., Sun, C., Liu, Q., Jiang, J. and GU, W.** 2006. Applications of nanotechnology in agrochemical formulation, Perspectives, Challenges and Strategies. P. 1-6. Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture. *Chinese Academy of Agricultural Sciences*. Beijing, China.
- Daii, M.A. and Sardari Mehrabadi, M.** 2010. Humic acid and its role in stable agriculture. "The First Set of Articles Sustainable Agriculture and Production of Safe Products". November, 19-20,

2010, *Agriculture and Natural Resources Research Center in Isfahan*, 214 PP. (In Persian)

Davoodifard, M., Habibi, D. and Davoodifard, F. 2012. Effects of salinity stress on membrane stability, chlorophyll content and yield components of wheat inoculated with plant growth promoting bacteria and humic acid. *Journal of Agriculture and Plant Breeding*, 8(2), pp: 71-86. (In Persian)

Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E. and Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for Sustainable Agriculture*, 25, pp: 183-191.

DeRosaDerosa, M.R., Monreal, C., Schnitzer, M., Walsh, R. and Sultan, Y. 2010. Nanotechnology in fertilizers. *Nature Nanotechnology*, 5, pp: 91-92.

Dursun, A. and Guvenc, I. 2000. Effects of different levels of humic acid on seedling growth of tomato and egg plant, *ISHS Acta Horticulturae*, 491pp.

Emami, A. 2005. The effect of foliar absorption of macro and micro elements on the growth and yield of potato crop. M.Sc. Thesis. Agriculture, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, of Khorasgan. (In Persian)

Ghaderi, N., Vezvaei, A., Talaei, A. and Babalar, M. 2003. Effect of boron and zinc foliar spraying as well as concentrations of these elements on some leaf and fruit characteristics of almond. *Iranian Journal Agriculture Science*, 1(34), pp: 127-135. (In Persian)

Glyn, M.F. 2002. Mineral nutrition, production and artemisin content in *Artemisia annual*. *Journal Acta Horticulturae*, 426, pp: 721-728.

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), pp: 1-9. (In Persian)

Hemantaranjan, A. and Gray, O.K. 1998. Iron and Zinc zinc nutrition of corn in an calcareous soil. *Journal Journal of plant Plant Nutrition*, 18(10), pp: 2271-2261.

Kamari Shamolki, S., Pavast, GH. and Ghasemnejad, M. 2012. The effect of humic acid on and vegetative traits yield of tomato varieties Isabella. *Journal of Horticultural Science*, 4(26), pp: 358-363. (In Persian)

Karakurt, y., Unlu, H. and pademPadem, H. 2008. The influence of foliar and soil fertilization of humic acids on yield and quality of pepper. *Section B-Plant Soil Science Journal of Acta Agriculturae Scandinavica*, pp: 1-5.

Khalili mahale, J. and Rashidi, M. 2008. Effect of foliar application of micro nutrients on quantitative and qualitative characteristics of 704 silage corn in khoy. *Journal of Seed and Plant*, 24(2), pp: 281-293. (In Persian)

Khayyat, M., Tafazoli, E., Eshghi, S. and Rajaei, S. 2007. Effect of nitrogen, boron, potassium and zinc spary on yield and fruit quality of data plum. *American-Eurasian Journal of Agriculturae and Environmen Science*, 2(3), pp: 289-296.

Kochaki, A. and Banayan, M. 1995. Physiology of yield of crops (translated). Jahad University Mashhad. PP: 285. (In Persian)

Lichtenthaler, K.H. 1994. Chlorophyll and carotenoids pigments of photosynthetic biomembrances. *Methods in Enzymology*. 148, pp: 350-382.

Liu, X., Feng, Z., Zhang, S., Zhang, J., Xiao, Q. and Wang, Y. 2006. Preparation and testing of cementing nano-subnano composites of slower controlled release of fertilizers. *Scientia Agricultura Sinica*, 39, pp: 1598-1604.

Malekoti, M.J. and Tehrani, M. 1999. The role of micronutrients help increase yield and improve the quality of agricultural products, Tarbiat Modarres University, published Eblagh, PP: 229. (In Persian)

Marschner, H. 1995. "Mineral nutrition of higher plants." 2nd Academic Press. Ltd. London, Pp:

245.

Mazaherinia, S., Astarai, A.R., Fotovat, A. and Monshi, A. 2010. Effect of iron oxides (Ordinary and Nano) and municipal solid waste compost (MSWC) coated sulfur on wheat (*Triticum aestivum* L.) plant iron concentration and growth, *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(5), pp: 855-861. (In Persian)

Mishra, B. and Srivastava, L.L. 1988. Physiological properties of has isolated form major soil associations of bihar, *Soil Sciences*, 36, pp: 1-89.

Naderi, M.R. and Danesh Shahraki, A. 2011. Application of nanotechnology in chemical fertilizer formulation optimization. *Monthly Nanotechnology*, 4, pp: 20-32. (In Persian)

Nardi, S., Pizzeghello, Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34, pp: 1527-1536.

Nasef, M.A., Badran, N.M. and Abdel-Hamide, A.F. 2006. Response of peanut to foliar spray with iron and or rhizobium inoculation. *Journal of Applied Sciences Research*, 2(12), pp: 1330-1337.

Netto, A.T., Campostrini, E., Gonçalves de Oliveira, J. and Bressan-Smith, R.E. 2005. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae*, 104, pp: 199-209.

Oosterhuis, D., Hake, K. and Burmester, C. 1991. Foliar feeding cotton. *Cotton physiology, Today 2* (July), 1-7 cotton council of America.

Rauthan, B.S. and Schnitzer, M. 1981. Effects of soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant Soil*, 63, pp: 491-495.

Sabzevari, S. and Khazai, H. 2009. The effect of spraying different levels of humic acid on growth characteristics and yield components vanguard wheat. *Agroecology journal*, 1(2), pp: 53-65. (In Persian)

Saeid Nejad, A.H. and Rezvani, M.P. 2011: Evaluation of compost, vermicompost and cattle manure application on yield, yield components and essential oil percent in cumin (*Cuminum cyminum*). *Journal. Horticulture. Sciences*, 24(2), pp: 142-148.

Safaiikhoram, M., Jafarniya, S. and Khosroshahi, S. 2008. The world's most important medicinal plants (translated). *Agricultural Training Complex SbzIran*, 442PP. (In Persian)

Said-Al Ahl, H.A.H. and Abeer, A.M. 2010. Effect of zinc and / or iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress. *Journal of Applied Sciences*, 3(1), pp: 97-111.

Sajedi, N.A. and Ardakani M.R. 2008. The effect of N, Zn and Fe fertilizer on physiological indexes of forage maize in Markazi, Iran. *Iran Agronomy Researches Journal*, 6(1), pp: 99-109.

Saleh Rastin, N. 2001. Biological fertilizer and their role in agriculture in the order to achieve sustainable agriculture. Proceedings of the need to produce biological fertilizer industry in the country. Tehran, *Soil and Water Research Institute*, 1-45. (In Persian)

Salmen, S.R., Abou Hussein, S.D., Abdel-Mawgoud, A.M.R. and El-Nemr, M.A. 2005. Fruit yield and quality of Watermelon as affected by hybrids and humic acid application. *Journal of Applied Scienced Research*, 1, pp: 51-58.

Sancholi, N. 2007. The effect of the ratio of manure and chemical mixture on soil characteristics, yield and corn single cross 704. M.Sc. Thesis. Agriculture. Faculty of Agriculture. University of Zabol. (In Persian)

Sharafi, S., Tajbakhsh, M., Majidi, A., Pourmirza, A. and Malekoti, M.J. 2000. Effects of iron and zinc in the yield, protein and nutritional balance in two varieties of corn. *Journal of Water and Soil*, 12(11), pp: 85-94. (In Persian)

Sharif, M., Khattak, R.A. and Sarir, M.S. 2002. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33,

pp: 3567-3580.

Tejada, M. and Gonzales, L. 2003. Influence of foliar fertilization with amino acids and humic acids on productivity and quality of asparagus. *Journal of Biological Agriculture*, 21, pp: 227-291.

Turkmen, O., Demir, S., Sensoy, S. and Dursun, A. 2005. Effect of arbuscular mycorrhizal fungus and humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. *Journal of Biological Sciences*, 5(5), pp: 565-574.

Ulukan, H. 2008. Effect of soil applied humic acid at different sowing times on some yield components in wheat (*Triticum* spp.) hybrids. *International Journal of Botany*, 4(2), pp: 164-175.

Vankhadeh, S. 1999. Response of Sunflower to Applied applied Zn, Fe, P, N. *ness. s.zz*: 1-143. 144.

Wang, H., Liu, R.L. and Jin, J.Y. 2009. Effects of zinc and soil moisture on photosynthetic rate and chlorophyll fluorescence parameters of maize. *Biologia Plantarum*, 53 (1), pp: 191-194.

Whitty, E.N. and Chambliss, C.G. 2005. Fertilization of field and forage crops. Nevada State University Publication, 21pp.

Yang, C.M., Ming, C.W., Lu, Y.F., Chang, I.F. and Chou, C.H. 2004. Humic substances affect the activity of chlorophylls. *Journal of Chemical Ecology*, 30:5, pp: 1057-1058.

Zare Dehabadi, S., Asrar, Z. and Mehrabani, M. 2007. Effect of zinc on growth and some physiological and biochemical parameters of spearmint (*Mentha spicata* L.). *Iranian Journal of Biology*, 20(3), pp: 230-241. (In Persian)

Effect of humic acid and nano chelate zinc on growth and yield of Savory

Zahra Najafi Vafa^{1*}, Ali Reza Sirousmehr², Maryam Zare³

1- M.Sc. Graduated of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol

2- Academic Board of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol

3- M.Sc. Graduated of Breeding of Garden Plants, Faculty of Agriculture, University of Zabol

Received: 2015/08/30

Accepted: 2015/12/01

Abstract

Savory is a plant of the family Labiatae and as a medicinal plant is very important in pharmaceuticals, food, cosmetics and health. In order to investigate the effect of zinc nano chelated fertilizers foliar application and humic acid on savory, an experiment was arranged on randomized design (CRD) in four replications during 2013 in the research greenhouse of the University of Zabol. The treatments were humic acid concentrations in four levels. The treatments were humic acid concentrations in four levels ($H_1:0$, $H_2:0/5$, $H_3:1$, and $H_4:1/5$ mg L⁻¹) and nano ze chelated fertilizer in four levels ($N_1:0$, $N_2:50$, $N_3:100$, and $N_4:200$ mg L⁻¹). Results showed that the application of nano zinc chelated and humic acid fertilizers increases leaf area index, and leaf width so that maximum of the characters was obtained for Stem diameter, leaf width, leaf area index, plant fresh weight, Chlorophyll content (SPAD value), Chlorophyll (a), and carotenoid and Essential oil content. With the interaction treatment nano zinc and humic (N4H4), the use of nano zinc chelated and humic acid, stem diameter, leaf width, leaf area index, plant fresh weight, Chlorophyll content, Chlorophyll (a), carotenoid and Essential oil content have increased, compared with the individual application of these fertilizers. The effect of fertilizer treatments on stem diameter, leaf width, leaf area index, plant fresh weight, Chlorophyll content, Chlorophyll (a), carotenoid and Essential oil content were significant at 1% probability but the interaction of humic acid and nano ze chelated fertilizer had significant effects in 5% probability level on plant fresh weight. Plants sown at non-fertilized plots (N1H1) had less impact on stem diameter, leaf width, leaf area index, plant fresh weight, Chlorophyll content (SPAD value), Chlorophyll (a), carotenoid and Essential oil content. In the modulation treatment at four levels of humic acid and four levels of nano zinc, the highest yield of savory was obtained.

Key words: Chlorophyll, Essential oil content, Physiological traits. Nano zinc fertilizers

*Corresponding Author Email: zahra_najafivafa@yahoo.com