

اثر محلول پاشی روی و اسید هیومیک بر فیزیولوژی رشد و اجزای اسانس گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis*)

نگار غفاری^۱ و پژمان مرادی (نویسنده مسئول)^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران،

ghaffari_negar@yahoo.com

۲* - استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران، Pjmoradi@gmail.com

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۶

Effect of foliar application of zinc and Humic acid on the growth physiology and the essential oil component of *Melissa officinalis*

Negar Ghaffari¹ and Pezhman Moradi^{2*}

1- MS.c student, Department of Horticulture, Agriculture college, Saveh Branch, Islamic Azad University, Saveh, Iran, ghaffari_negar@yahoo.com

2* - Assistant Professor, Department of Horticulture, Agriculture college, Saveh Branch, Islamic Azad University, Saveh, Iran, Pjmoradi@gmail.com

*Corresponding author: Pezhman Moradi

Received: September 2017

Accepted: November 2017

Abstract

The medicinal plants are full of secondary metabolites which are the main source of active substances in plenty of drugs. Essential oils are one of the most important ingredients in medicinal plants. Although effective materials are essentially made by guiding genetic processes, their producing significantly influenced by environmental factors. In order to study the effect of foliar application of zinc sulfate and humic acid on the growth physiology and the quality of essential oil of *Melissa officinalis*, an experiment was carried out in a randomized complete blocks design with 3 replications in the research farm of Islamic Azad University Saveh branch. The first factor was zinc sulfate at three levels: 0, 0.5 and 1 g / litter and the second factor was the humic acid content of three levels: 0, 3 and 5 g / litter. The data obtained from the analysis of variance showed that Zn sulfate on shoot length and number of branches at 5% probability level and on leaf length, leaf width, shoot weight and dry weight, dry matter, essential oil percentage, essential oil yield Essential components have a significant effect on the level of 1% probability but it didn't have a significant effect on the leaf length and leaf width. Also, the interaction of zinc sulfate with humic acid had significant effect on shoot fresh and dry weight, dry matter, essential oil yield, Linanol percentage at 1% probability level and essential oil percentage at 5% probability level But it did not significantly affect on shoots length, number of shoots, leaf length and width and citronella and citral percentage. Based on the results, the highest traits were measured in a treatment of 0.5 g / L zinc sulfate and 5 g / L humic acid.

Keywords: Active substances, Medicinal plants, Micro Elements, Organic fertilizer, Yield.

فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی
سال ۱۳۹۶، دوره ۱۲، شماره ۳، صص ۱۴-۵

چکیده

گیاهان دارویی مخازن غنی از متابولیت‌های ثانویه یعنی مخازن مواد مؤثره اساسی بسیاری از داروها می‌باشند. اسانس‌ها یکی از مهمترین مواد مؤثره موجود در گیاهان دارویی می‌باشد. اگرچه مواد مؤثره اساساً با هدایت فرآیندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند، اما سنتز آن به‌طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. بدین منظور تحقیقی جهت بررسی سولفات روی و اسید هیومیک به صورت محلول‌پاشی بر گیاه بادرنجبویه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه انجام شد. فاکتور اول سولفات روی در سه سطح صفر، ۰/۵ و ۱ گرم در لیتر و فاکتور دوم مقادیر اسید هیومیک شامل سه سطح صفر، ۳ و ۵ گرم در لیتر بود. اطلاعات به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس نشان داد که سولفات روی، بر طول شاخساره و تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال پنج درصد و بر طول برگ، عرض برگ، وزن‌تر و خشک شاخساره، عملکرد خشک، درصد اسانس، عملکرد اسانس در سطح احتمال یک درصد به‌طور معنی‌دار تأثیر دارد و اسید هیومیک بر روی وزن‌تر و خشک شاخساره، عملکرد خشک، عملکرد اسانس، عملکرد اسانس و اجزای اسانس در سطح احتمال یک درصد تأثیر دارد، اما بر طول برگ و عرض برگ تأثیر معنی‌داری نداشت. همچنین اثر متقابل سولفات روی با اسید هیومیک بر وزن‌تر و خشک شاخساره، عملکرد خشک، عملکرد اسانس، درصد لینالول در سطح احتمال یک درصد و بر درصد اسانس در سطح احتمال پنج درصد به‌طور معنی‌داری تأثیر دارد، ولی در طول شاخساره، تعداد شاخساره، طول و عرض برگ، درصد سیترونال و درصد سیترال تأثیر معنی‌داری مشاهده نگردید. بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین صفات اندازه‌گیری در تیمار ۰/۵ گرم در لیتر سولفات روی و ۵ گرم در لیتر اسید هیومیک حاصل گردید.

کلمات کلیدی: کود آلی، گیاهان دارویی، عملکرد، عناصر ریز مغذی، مواد مؤثره.

فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی
سال ۱۳۹۶، دوره ۱۲، شماره ۳، صص ۱۴-۵

مقدمه و کلیات

برگی است و در این روش عناصر مورد نیاز گیاه به سرعت و با کارایی نسبتاً بالایی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. روی در فعال‌سازی تعداد زیادی آنزیم گیاهی می‌باشد (ملکوتی و داودی، ۱۳۸۲). کمبود این عنصر در خاک‌های قلیایی و با آهن فراوان و مقدار مواد آلی اندک، شایع است متأسفانه اکثر خاک‌های کشور از کمبود این عنصر رنج می‌برند. پویایی روی در گیاه کم است. روی از عناصر کم مصرفی می‌باشد که در بسیاری از کارهای آنزیمی گیاه نقش تسریع کننده، فعال کننده و یا ساختاری بازی می‌کند و در ساخته شدن و تجزیه پروتئین‌ها شرکت دارد. گیاهان دارای کمبود روی از نظر ساخت هورمون‌ها به ویژه اکسین دچار مشکل می‌شوند (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۷۸). در محلول پاشی آهن و روی بر گیاه انیسون مشخص شد که آهن و روی موجب افزایش عملکرد دانه، میزان کلروفیل و عملکرد اسانس انیسون شد (پیرزاد، طوسی و درویش زاده، ۱۳۹۲). با بررسی تغذیه روی بر رشد و خواص آنتی‌اکسیدانی رزماری مشخص شد که کاربرد روی موجب افزایش غلظت ترکیب‌های فنلی به میزان ۲ درصد، فعالیت پالایندگی رادیکال DPPH به میزان ۴ درصد و ظرفیت کاهش آهن رزماری به میزان ۳ درصد شده بود (حجازی‌مهریزی و همکاران، ۱۳۹۰). یکی از کودهای با اهمیت در بخش مصرف در گیاهان اسید هیومیک می‌باشد. اسید هیومیک، یک پلیمر طبیعی است که دارای موضع‌های H^+ مربوط به عامل‌های اسید کربوکسیل بنزوئیک و فنلی است (سردشتی و محمدیان‌مقدم، ۱۳۸۶). مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و کیفیت محصولات کشاورزی دارند. همچنین اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم

گیاهان منبع مهمی برای داروها به شمار رفته و نقش کلیدی در سلامتی مردم جهان دارند و در سال‌های اخیر روش‌های پیشرفته‌ای در اختیار تولید کنندگان گیاهان دارویی قرار گرفته است که می‌توان از طریق آن‌ها نیازهای بازارهای جهانی در قرن آینده را فراهم نمود (Constabel, 1990). تیره نعناعیان یکی از بزرگترین تیره‌های گیاهی بوده که گیاهان آن از دیر باز به عنوان سبزی و یا گیاه دارویی مورد استفاده قرار می‌گرفته است (بخشی‌خانیک و همکاران، ۱۳۸۹). بادرنجبویه یا بادرنگبویه با نام علمی *Melissa officinalis* و نام لاتین *Lemon balam* گیاهی معطر، علفی و دارویی متعلق به این تیره است. گیاهانی علفی، معطر، پایا، دارای ساقه چهارگوش کم و بیش پوشیده از کرک‌هایی غده‌ای یا ساده هستند (قهرمان، ۱۳۷۳). در طب سنتی ایران از بادرنجبویه در درمان افسردگی و کاهش انرژی استفاده می‌گردید (Emamghoreishi and Talebianpour, 2009). از رایج‌ترین خواص درمانی بادرنجبویه می‌توان به آرام بخشی، آنتی‌اکسیدانی، ضداسپاسم، ضدنفخ، ضدباکتری، ضدویروس، ضدالتهایب و درمان اختلالات معده، میگرن، دندان درد، گوش درد، سر درد، فشار خون بالا، روماتیسم، دردهای عصبی و سفتی گردن و تسکین تب ناشی از سرماخوردگی اشاره کرد (Yosofi et al., 2012; Ondrejovic et al., 2011). بیش از یکصد ماده شیمیایی در گیاه بادرنجبویه شناسایی شده است. مواد شیمیایی گیاهی از جمله لینالول (سنبلی معطر)، سیترال و سیترونال کمک به عطر و بوی بادرنجبویه می‌کنند (Patora and Klimek, 2002). یکی از روش‌های تامین نیاز غذایی گیاهان به عناصر معدنی، تغذیه

پس از پیاده کردن نقشه طرح، تعداد ۲۷ کرت به ابعاد ۲×۲ برای کشت آماده گردید. سپس اقدام به کاشت نشاء بادرنجبویه با فاصله ۳۰ سانتیمتر روی ردیف و ۵۰ سانتیمتر بین ردیف گردید. در ابتدای رشد هر ۷ روز یکبار عملیات علف‌زنی انجام شد. آبیاری نیز هر ۳ روز یکبار انجام گرفت. محلول پاشی بوته‌های بادرنجبویه برای تیمارهای متفاوت در طی فصل رشد انجام گرفت. محلول پاشی اولیه ۳۰ روز بعد از کاشت و دو محلول پاشی بعدی هر کدام با فاصله ۱۵ روز بعد انجام شد. پس از گلدهی گیاهان اقدام به برداشت و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شد.

صفات اندازه‌گیری شده در این تحقیق عبارتند از طول شاخساره، تعداد شاخه فرعی، طول برگ، عرض برگ که با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. وزن تر شاخساره با استفاده از ترازوی دیجیتالی و وزن خشک شاخساره هر بوته پس از خشک شدن در آون ۴۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت و با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. اسانس سرشاخه-های خشک گیاه با استفاده از کلونجر استخراج شد. بدین منظور پس از خرد شدن اندام‌های خشک گیاه با استفاده از دستگاه کلونجر و به روش تقطیر با آب به مدت ۴ ساعت نمونه‌ها اسانس‌گیری شدند و اسانس به دست آمده با استفاده از سولفات سدیم خشک رطوبت زدایی گردید و سپس درصد اسانس محاسبه شد. عملکرد اسانس بر اساس درصد اسانس و وزن خشک کرت محاسبه و بر اساس هکتار محاسبه شد. از اجزاء اسانس درصد لینالول، درصد سیترونال، درصد سیترال به روش کروماتوگرافی محاسبه شد. جهت تجزیه نمونه‌های اسانس و اندازه‌گیری دقیق ترکیبات موجود در آن از دستگاه کروماتوگرافی گازی استفاده شد. بدین منظور از

روبیسکو سبب افزایش فتوسنتزی گیاه می‌شود، همچنین اثرهای تسریع کننده مواد هیومیک بر رشد گیاهان به میزان زیادی به دلیل افزایش جذب عناصر است (Delfine et al., 2005). با بررسی اثر اسید هیومیک بر روی رشد رویشی گونه *Festuca arundinacea* گزارش شد که سطوح مختلف هیومیک اسید در صفت‌های سطح برگ، تعداد برگ، وزن تر برگ، ساقه، ریشه و بخش هوایی، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه، طول ریشه، نسبت بخش هوایی به ریشه، کلروفیل a و کلروفیل کل در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (رهی و همکاران، ۱۳۹۱). پوزشسی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی اثر محلول پاشی روی و اسید هیومیک بر عملکرد، اجزاء عملکرد و غلظت عناصر در انگور رقم پیکانی نشان داد که محلول پاشی توسط تیمارها توانست عملکرد را به طور معنی‌داری افزایش دهد. با توجه به اهمیت دارویی و اقتصادی در این تحقیق با کاربرد روی و اسید هیومیک هدف افزایش عملکرد رویشی، درصد اسانس و اجزای آن است.

فرآیند پژوهش

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف روی و اسید هیومیک بر عملکرد کیفی و کمی گیاه بادرنجبویه در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه اجرا گردید. این بررسی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول سولفات روی در سه سطح صفر (شاهد)، ۰/۵ و ۱ گرم در لیتر و فاکتور دوم اسید هیومیک در سه سطح صفر (شاهد)، ۳ و ۵ گرم در لیتر بود. در ابتدا نمونه خاک تهیه و ویژگی‌های کیفی آن اندازه‌گیری شد که در جدول ۱ آمده است. زمین پس از شخم و دیسک، تسطیح شده و

دستگاه گاز کروماتوگراف مدل Hewlett-Packard 6890 دارای انجکتور Splitless و ستون موئینه به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فیلم ۲۵ میلی‌متر مدل (Agilent/J and W) DB-WAX (Scientific, Folsom, CA, USA) استفاده شد. دتکتور آن از نوع یونیز و اشعه آن با حرارت ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که در آن گاز هیدروژن و هوا با سرعت ۴۰ میلی‌لیتر بر دقیقه عبور داده می‌شود. دمای اولیه در ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ دقیقه نگه داشته شد و سپس با تغییرات ۱۰ درجه در دقیقه به ۱۴۰ درجه رسید و پس از ۱ دقیقه با تغییرات ۴ درجه در دقیقه به ۱۹۰ درجه رسید و به مدت ۲ دقیقه نگه‌داشته شد و سپس با تغییرات ۲ درجه در دقیقه به ۲۱۰ درجه رسید. از هلیوم فوق‌خالص با سرعت عبور ۱ میلی‌لیتر در دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده شد. پیک‌های خروجی بر اساس زمان بازداری با نمونه‌های استاندارد مقایسه و تعیین هویت شد و بر اساس سطح زیرمنحنی تعیین غلظت گردیدند (Yang et al., 2005). برای انجام تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS، جهت مقایسه میانگین‌ها، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اسید هیومیک بر طول و تعداد شاخساره، وزن‌تر و خشک، عملکرد خشک، درصد و عملکرد اسانس، درصد لینالول، سیترال و سیترونال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و تیمار روی بر طول شاخساره و تعداد شاخه فرعی در بوته در سطح احتمال پنج درصد بر طول و عرض برگ، وزن‌تر و خشک بوته،

عملکرد خشک، درصد و عملکرد اسانس، درصد لینالول، سیترال و سیترونال و در سطح احتمال ۱ درصد اثرات معنی‌دار داشت. اثر متقابل روی با اسید هیومیک بر درصد اسانس در سطح احتمال ۵ درصد و بر وزن‌تر و خشک و عملکرد خشک، عملکرد اسانس، درصد لینالول، سیترال و سیترونال در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی‌دار داشت. نتایج مقایسه میانگین طول شاخساره تحت تأثیر سولفات روی و اسید هیومیک (جدول ۳) نشان می‌دهد که بیشترین طول شاخساره در تیمار محلول‌پاشی ۰/۵ گرم در لیتر سولفات روی همراه با ۵ گرم در لیتر اسید هیومیک به میزان ۴۴/۷۷ سانتی‌متر و کمترین طول شاخساره به میزان ۲۸/۱۵ سانتی‌متر در تیمار شاهد به دست آمده است. ارتباط میان افزایش در شاخص‌های رشد گیاه با میزان عنصر روی را از یک سو می‌توان به نقش این عنصر در بیوسنتز اکسین به عنوان یک هورمون محرک رشد در گیاه نسبت داد، زیرا روی به احتمال زیاد به عنوان کوفاکتور بسیاری از آنزیم‌ها در بیوسنتز اسید آمینه تریپتوفان به ایندول استیک اسید نقش دارد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۲). اکسین محرک طویل شدن سلول‌ها در ساقه و کولتوپتیل می‌باشد بر اساس تئوری رشد اسیدی، این هورمون از طریق انتقال پروتئین‌ها به دیواره، کاهش pH در غشای سلول‌ها و تغییر در کلسیم سیتوزولی سبب افزایش انعطاف‌پذیری دیواره سلول‌ها و تحریک رشد می‌شود. از طرفی اکسین ممکن است ساختن و رسوب مواد پلی‌ساکاریدی و پروتئینی مورد نیاز برای ظرفیت نرم شوندگی دیواره را افزایش دهد (Heidari et al., 2008). بنابراین افزایش روی در حد مناسب سبب افزایش اکسین در گیاه و در نتیجه تحریک رشد گیاه می‌شود. لذا در این تحقیق کاربرد

روی به تنهایی و در کاربرد با اسید هیومیک موجب رشد رویشی و افزایش ارتفاع گردید. نتایج این تحقیق با نتایج طباطبائیان (۱۳۹۰) و *Tavallali et al.* (2009) مطابقت داشت. با بررسی نتایج حاصل در صفت تعداد شاخه فرعی (جدول ۳) مشخص شد بیشترین تعداد شاخه فرعی با کاربرد روی ۰/۵ گرم در لیتر به همراه ۵ گرم در لیتر اسید هیومیک به میزان ۳۶/۳ عدد بدست آمد و کمترین میزان در تیمار شاهد بود. در این تیمار صفات طول برگ، وزن تر و خشک شاخساره و عملکرد خشک شاخساره در بالاترین میزان و به ترتیب ۷/۵ سانتیمتر، ۳۷۴/۳ گرم، ۲۹/۷ گرم و ۱۴۸۵/۴ کیلوگرم در هکتار بود. در صفت‌های ذکر شده تیمار شاهد کمترین میزان را به خود اختصاص داد. هم افزایش جذب عناصر از خاک از فواید محلول پاشی عناصر ریز مغذی است. محلول پاشی سبب ترشح مواد قندی و سایر مواد از ریشه به محلول خاک می‌گردد. ترشح این مواد سبب بهبود فعالیت میکروبی در ریزوسفر شده و قابلیت جذب عناصر غذایی را افزایش می‌دهد (پوزشی و همکاران، ۱۳۹۰). کاهش غلظت برخی عناصر بر اثر افزایش عملکرد و وقوع اثر رقت پس از محلول پاشی با عناصری مانند آهن، روی و منگنز در آزمایشات دیگری نیز گزارش شده است (پهلوان‌راد و همکاران ۱۳۸۷). روی همانند سایر عناصر معدنی در واکنش‌های فتوسنتزی و رشد گیاهان نقش بسزایی دارند. روی در یک دامنه وسیعی از فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیولوژیکی تأثیر دارد و غلظت نامناسب آن سبب وارد آمدن صدمات قابل توجهی به گیاه می‌شود (Khan et al., 2008). از طرف دیگر روی در ساخت کلروفیل، ایندول استیک اسید و پروتئین، پایداری پروتئین و غشای سلولی نقش اساسی دارد،

لذا تغذیه مناسب می‌تواند نقش مؤثری در افزایش عملکرد و صفات مربوط به آن ایفا نماید (Tavallali et al., 2009). این فلز همچنین از طریق دخالت در متابولیسم نیتروژن، نشاسته و چربی‌ها در گیاه و تأمین بیشتر به عنوان یک عنصر ضروری برای رشد و نمو گیاهان فرآیند رشد را در آنها تسریع می‌نماید (ملکوئی و همکاران، ۱۳۸۳). در تحقیقی (Marschner, 1995) فعالیت‌های شبه جیبرلینی اسید هیومیک را گزارش کرد که این امر موجب طویل شدن برگ‌ها می‌شود که در ادامه افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه را موجب شده و در نهایت افزایش تجمع بیشتر بیوماس نسبت به شاهد را باعث می‌شود. همچنین افزایش ۴۶ درصد جیبرلین با کاربرد اسید هیومیک در اندام‌های هوایی گیاه گندم طی دو فصل رشدی گزارش شده است (Abou-Aly and Mady, 2009). در بررسی بین تیمارهای مختلف بر صفات بیوشیمیایی مرتبط با اسانس و اجزای اسانس تقریباً نتایج مشابهی با نتایج قبل بدست آمد. بطوری که بالاترین میزان درصد اسانس در تیمار ۰/۵ گرم در لیتر سولفات روی و ۵ گرم در لیتر اسید هیومیک به میزان ۰/۵۵ درصد مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت. در این صفت کمترین میزان درصد اسانس در تیمار شاهد یعنی عدم مصرف روی و اسید هیومیک بدست آمد. با بررسی نتایج مشاهده می‌شود که با افزایش غلظت اسید هیومیک درصد اسانس در این گیاه افزایش می‌یابد در حالی که روند افزایش در تیمار سولفات روی بسیار کندتر است. در عملکرد اسانس افزایش چشمگیری مشاهده شد بطوری که از ۱/۷۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد به ۸/۱۷ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. در بررسی اجزای

اسانس نیز مشخص گردید در تیمار ۰/۵ گرم در لیتر سولفات روی و ۵ گرم در لیتر اسید هیومیک بیشترین میزان لینالول، سیترونال و سیترال بدست آمد. هرچند در دو ترکیب سیترونال و سیترال نتایج بدست آمده با تیمار سولفات روی ۱ گرم در لیتر و اسید هیومیک ۵ گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری نداشت. آنچه که از نتایج فوق حاصل می‌شود این است که افزایش میزان کود مصرفی از یک حد خاصی، موجب کاهش بازده اسانس و عملکرد اسانس در این گیاه می‌شود. علت این امر احتمالاً ناشی از تحریک تولید مواد اولیه در تیمارهای مربوط به مقادیر بالای مصرف کود در خاک و تأثیر سوختگی برگ‌ها در اثر محلول‌پاشی باشد و این مسأله ممکن است بیان‌کننده محدودیت بادرنجبویه در استفاده از کود سولفات روی جهت افزایش درصد و عملکرد اسانس باشد. از آن جایی که عملکرد اسانس به درصد اسانس و عملکرد بیولوژیکی و به ویژه به میزان برگ تولید شده وابسته است بنابراین هرگونه کاهش در درصد اسانس و عملکرد بیولوژیکی منجر به کاهش عملکرد اسانس خواهد شد (پیرزاد و همکاران، ۱۳۹۲). در تحقیق یزدانی چم‌حیری و همکاران (۱۳۹۳) در محلول‌پاشی زیره سبز با آهن و روی در شرایط تنش، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین افزایش مربوط به محلول‌پاشی با عنصر روی بود که در مقایسه با شاهد، درصد اسانس ۳۱ درصد و عملکرد اسانس ۲۸ درصد افزایش داشت و کمترین میزان آن با عدم محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی به دست آمد. همچنین در اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روی گیاه نعنای فلفلی، میزان اسانس برگ و عملکرد اسانس افزایش یافت (Heidari et al., 2008).

نتیجه‌گیری کلی

در پژوهش حاضر مشخص شد که سولفات روی و اسید هیومیک برای افزایش رشد بادرنجبویه مفید واقع می‌گردد. سولفات روی و اسید هیومیک باعث افزایش رویشی و صفات مرتبط با اسانس گردید و در این بین سطح ۰/۵ گرم در لیتر سولفات روی و ۵ گرم در لیتر اسید هیومیک تأثیر بیشتری عملکرد کمی و کیفی داشت.

2008) که نتایج فوق با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. اسید هیومیک یک ماده آلی کاملاً طبیعی است که از تجزیه نهایی مواد ارگانیک در خاک توسط قارچهای میکروسکوپی بدست می‌آید. در واقع این ماده عصاره هوموس است که هوموس خود عصاره کمپوست محسوب می‌شود که موجب بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک می‌گردد. استفاده از اسید هیومیک صفات اندازه‌گیری شده را تحت تأثیر قرار داد و موجب بهبود این صفات گردید. همچنین در هنگام استفاده از اسید هیومیک افزایش رشد ریشه مشاهده شده که فراهمی آب و افزایش جذب عناصر می‌شود (Azin Pour, 2010). از طرف دیگر به نظر می‌رسد. اثر مواد هیومیکی بر رشد و تولید متابولیت‌های ثانویه رامی‌توان به نقش هیومیک اسید در افزایش سرعت فتوسنتز، تنفس، سنتز نوکلئیک اسیدها و جذب یون‌ها در برگ‌ها و محتوی مواد غذایی نسبت داد (Pinton et al., 1999). یافته‌های این تحقیق با نتایج سایر گزارشات در گیاهان دیگر تطابق داشت (Stevenson and He, 2008; Ulukan, 1994).

جدول ۱- ویژگی های کیفی خاک مزرعه

Table 1: Qualitative properties of farm soil

| بافت | EC(Ds/m) | pH | کربن آلی (%) | نیتروژن کل (%) | فسفر (mg/kg) | پتاسیم (mg/kg) | روی (mg/kg) |
|----------|----------|-----|--------------|----------------|--------------|----------------|-------------|
| لومی شنی | ۵/۲ | ۷/۵ | ۰/۱۹ | ۰/۰۲۳ | ۴/۵ | ۱۸۰ | ۰/۸ |

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر محلول پاشی سولفات روی و اسید هیومیک بر عملکرد کمی و کیفی بادرنجبویه

Table 2: Analysis of variance the effect of application of zinc and Humic acid on quantitative and qualitative yield of *Melissa officinalis*

| منابع تغییرات | درجه آزادی | طول شاخساره | تعداد شاخه فرعی | طول برگ | عرض برگ | وزن شاخساره | وزن خشک شاخساره | عملکرد خشک |
|-----------------|------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------|-----------------|-------------|
| بلوک | ۲ | ۲۸/۸۲** | ۱ ^{ns} | ۰/۶۸ ^{ns} | ۰/۳۹ ^{ns} | ۳۱۵۵/۵۸** | ۱۹/۸۸** | ۴۹۶۹۱/۱** |
| سولفات روی (a) | ۲ | ۲۰/۵۹* | ۳۷* | ۴/۹۹** | ۱/۴۲** | ۲۲۲۰/۱۳۳** | ۱۳۹/۸۴** | ۳۴۹۶۰۵/۲۷** |
| اسید هیومیک (b) | ۲ | ۳۵۱/۳۱** | ۵۷۶** | ۰/۰۰۱ ^{ns} | ۰/۰۳ ^{ns} | ۲۹۳۴/۰۳** | ۱۸/۴۸** | ۴۶۲۰۲/۲۵** |
| a*b | ۴ | ۴/۶۲ ^{ns} | ۱۲/۳۳ ^{ns} | ۰/۰۹ ^{ns} | ۰/۰۱ ^{ns} | ۱۸۱۶/۴۴** | ۱۱/۴۴** | ۲۸۶۰۳/۶۲** |
| خطا | ۱۶ | ۳/۶۷ | ۶/۹۲ | ۰/۲۲ | ۰/۲۱ | ۳۶۶/۵۶ | ۲/۳۱ | ۵۷۷۲/۲۷ |
| CV% | | ۵/۳۸ | ۱۱/۱۱ | ۷/۴۶ | ۱۰/۵۴ | ۶/۶۷ | ۶/۶۷ | ۶/۶۷ |

**، *، ns به ترتیب، معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی دار

**، *، ns, respectively, significant at 1% and 5% and no significant

ادامه جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر محلول پاشی سولفات روی و اسید هیومیک بر عملکرد کمی و کیفی بادرنجبویه

Continuation Table 2: Analysis of variance the effect of application of zinc and Humic acid on quantitative and qualitative yield of *Melissa officinalis*

| منابع تغییرات | درجه آزادی | درصد اسانس | عملکرد اسانس | لینالول | سیترونال | سیترال |
|-----------------|------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| بلوک | ۲ | ۰/۰۴ ^{ns} | ۷۹/۸۱* | ۰/۰۳ ^{ns} | ۲/۴ ^{ns} | ۰/۰۳ ^{ns} |
| سولفات روی (a) | ۲ | ۱/۷۱** | ۱۸۰۹/۱۷** | ۳/۰۷** | ۲۵/۷۱** | ۱۱/۰۱** |
| اسید هیومیک (b) | ۲ | ۳/۶** | ۱۰۲۴/۱۷** | ۶/۱۵** | ۷۱/۲۱** | ۱۲/۹۷** |
| a*b | ۴ | ۰/۱۵* | ۱۸۸/۵۳** | ۰/۱۸** | ۱/۳۱ ^{ns} | ۰/۱۴ ^{ns} |
| خطا | ۱۶ | ۰/۰۴ | ۱۶/۶۴ | ۰/۰۱ | ۰/۸۲ | ۰/۱۹ |
| CV% | | ۴/۲۴ | ۷/۶۶ | ۱/۹۲ | ۵/۲۵ | ۵/۹۳ |

**، *، ns به ترتیب، معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی دار

**، *، ns, respectively, significant at 1% and 5% and no significant

جدول ۳- مقایسه میانگین های اثر محلول پاشی سولفات روی و اسید هیومیک بر عملکرد کمی و کیفی بادرنجبویه

Table 3: Comparison of the average effect of application of zinc and Humic acid on quantitative and qualitative yield of *Melissa officinalis*

| عملکرد خشک (کیلوگرم در هکتار) | وزن خشک (گرم) | شاخساره (گرم) | وزن شاخساره (گرم) | عرض برگ (سانتی متر) | طول برگ (سانتی متر) | تعداد شاخه فرعی | شاخساره (سانتی متر) | اسید هیومیک (گرم در لیتر) | سولفات روی (گرم در لیتر) |
|-------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|
| ۸۳۸/۶۲ ^c | ۱۶/۷۷ ^c | ۲۱۱/۳۳ ^c | ۳/۹۳ ^a | ۵/۶ ^d | ۱۶ ^d | ۲۸/۱۵ ^c | ۰ | ۰ | |
| ۹۴۱/۱۴ ^{de} | ۱۸/۸۲ ^{de} | ۲۳۷/۱۷ ^{de} | ۴/۰۳ ^a | ۵/۵۷ ^d | ۲۲/۶۷ ^c | ۳۴/۳۸ ^{cd} | ۳ | ۰ | |
| ۱۰۴۳/۶۵ ^{cd} | ۲۰/۸۷ ^{cd} | ۲۶۳ ^{cd} | ۴/۱۳ ^a | ۵/۵۳ ^d | ۲۹/۳۳ ^b | ۴۰/۶ ^{ab} | ۵ | ۰ | |
| ۱۱۸۵/۱۹ ^{bc} | ۲۳/۸ ^{bc} | ۲۹۶/۶۷ ^{bc} | ۴/۸ ^a | ۶/۸۷ ^{abc} | ۱۵/۶۷ ^d | ۲۹/۷۷ ^c | ۰ | ۰/۵ | |
| ۱۳۳۵/۳۳ ^{ab} | ۲۶/۷۱ ^{ab} | ۳۳۶/۵ ^{ab} | ۴/۷۸ ^a | ۷/۰۵ ^{ab} | ۲۶ ^{bc} | ۳۷/۲۷ ^{bc} | ۳ | ۰/۵ | |
| ۱۴۸۵/۴۵ ^a | ۲۹/۷۱ ^a | ۳۷۴/۳۳ ^a | ۴/۷۷ ^a | ۷/۵۳ ^a | ۳۶/۳۳ ^a | ۴۴/۷۷ ^a | ۵ | ۰/۵ | |
| ۱۱۷۷/۲۵ ^{bc} | ۲۳/۵۵ ^{bc} | ۲۹۶/۶۷ ^{bc} | ۴/۱ ^a | ۶/۳۷ ^{abcd} | ۱۵/۳۳ ^d | ۳۰/۰۳ ^{de} | ۰ | ۱ | |
| ۱۱۳۹/۵۵ ^c | ۲۲/۷۹ ^c | ۲۸۷/۱۷ ^c | ۴/۱۸ ^a | ۶/۲ ^{bcd} | ۲۲/۳۳ ^c | ۳۵/۰۵ ^c | ۳ | ۱ | |
| ۱۱۰۱/۸۵ ^{cd} | ۲۲/۰۴ ^{cd} | ۲۷۷/۶۷ ^{cd} | ۴/۲۷ ^a | ۶/۰۳ ^{cd} | ۲۹/۳۳ ^b | ۴۰/۰۷ ^b | ۵ | ۱ | |

میانگین های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

Averages with the same letters According to the Duncan test, 5% difference was not significant

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین های اثر محلول پاشی سولفات روی و اسید هیومیک بر عملکرد کمی و کیفی بادرنجبویه

Continuation Table 3: Comparison of the average the effect of application of zinc and Humic acid on quantitative and qualitative yield of *Melissa officinalis*

| درصد | درصد | درصد | عملکرد اسانس | درصد | اسید هیومیک | سولفات روی |
|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------|---------------|
| درصد | درصد | درصد | (کیلوگرم در هکتار) | اسانس | (گرم در لیتر) | (گرم در لیتر) |
| ۴/۶۴ ^f | ۱۲/۵۷ ^d | ۴/۱۶ ^f | ۱/۷۶ ^e | ۰/۲۱ ^e | ۰ | ۰ |
| ۶/۰۵ ^e | ۱۵/۳۴ ^c | ۴/۷۹ ^e | ۳/۰۱ ^d | ۰/۳۲ ^d | ۳ | ۰ |
| ۷/۴۷ ^{cd} | ۱۸/۱۱ ^b | ۵/۴۲ ^e | ۴/۵۹ ^e | ۰/۴۴ ^{bc} | ۵ | ۰ |
| ۶/۹۳ ^d | ۱۴/۶۸ ^c | ۴/۶۱ ^e | ۳/۹۱ ^e | ۰/۳۳ ^d | ۰ | ۰/۵ |
| ۸/۱۵ ^{bc} | ۱۸/۱۷ ^b | ۵/۷۱ ^b | ۶/۴۱ ^b | ۰/۴۸ ^b | ۳ | ۰/۵ |
| ۹/۳۶ ^a | ۲۱/۶۷ ^a | ۶/۸۴ ^a | ۸/۱۷ ^a | ۰/۵۵ ^a | ۵ | ۰/۵ |
| ۶/۷۵ ^{de} | ۱۶/۱۸ ^c | ۵/۱۳ ^d | ۴/۵۹ ^e | ۰/۳۹ ^d | ۰ | ۱ |
| ۷/۷۳ ^c | ۱۸/۳۶ ^b | ۵/۸۸ ^b | ۴/۶۷ ^c | ۰/۴۱ ^c | ۳ | ۱ |
| ۸/۸ ^{ab} | ۲۰/۵۳ ^a | ۶/۶۴ ^a | ۵/۲۹ ^e | ۰/۴۸ ^b | ۵ | ۱ |

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Averages with the same letters According to the Duncan test, 5% difference was not significant

۱۳۹۱. اثر اسید هیومیک بر روی رشد رویشی گونه

Festuca arundinacea. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. جلد ۱۹، شماره ۴. ص ۷۳۶-۷۲۲.

۷. سردشتی، ع.، و محمدیان‌مقدم، س. ۱۳۸۶. تعیین ظرفیت تبدیلی کاتیونی اسید هیومیک استخراج شده از خاک جنگلی نهار خوران گرگان، نسبت به یون‌های Pb^{2+} ، Cd^{2+} و Ni^{2+} به روش ناپیوسته ظرفی در محیط آبی. نشر شیمی و مهندسی شیمی ایران. شماره ۳. ص ۹.

۸. طباطبائیان، ج. ۱۳۹۰. تاثیر محلول‌پاشی سولفات روی و تنش رطوبتی بر عملکرد دانه ارقام گندم. مجله پژوهش در علوم زراعی. سال ۳، شماره ۱۱. ص ۳۸-۲۵.

۹. قهرمان، ا. ۱۳۷۳. کروموفیت‌های ایران (سیستماتیک گیاهی). جلد سوم. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. ۷۴۳ صفحه.

۱۰. ملکوتی، م. ج.، و تهرانی، م. م. ۱۳۷۸. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی (عناصر خرد با تاثیر کلان)، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۱۱. ملکوتی، م. ج.، و داودی، م. ح. ۱۳۸۲. روی در کشاورزی عنصری فراموش شده در چرخه گیاه دام و انسان. معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی. انتشارات سینا، تهران، ایران.

۱۲. یزدانی چم‌حیدری، ی. ر.، مرودی، م.، و اصغری‌پور، م. ۱۳۹۳. مطالعه تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز تحت تاثیر محلول‌پاشی آهن و روی. مجله تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی. دوره اول. شمار

منابع

- بخشی‌خانیک، غ.، سفیدکن، ف.، و دهقان، ز. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر برخی از شرایط رویشگاهی بر کمیت و کیفیت اسانس کاکوتی کوهی. داروهای گیاهی، شماره ۱. ۲۰-۱۱.
- پوزشی، ر.، ذبیحی، ح. ر.، رضانی‌مقدم، م. ر.، رجب‌زاده، م.، و مختاری، آ. ۱۳۹۰. اثر محلول‌پاشی روی، اسید هیومیک و اسید استیک بر عملکرد، اجزاء عملکرد و غلظت عناصر در انگور رقم پیکانی. نشریه علوم باغبانی. جلد ۲۵، شماره ۳. ص ۳۶۰-۳۵۱.
- پهلوان‌راد، م. ر.، کیخا، غ. ع.، و ناروئی‌راد، م. ر. ۱۳۸۷. تأثیر کاربرد روی، آهن و منگنز بر عملکرد، اجزای عملکرد، غلظت و جذب عناصر غذایی در دانه گندم. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۷۹. صفحات ۱ تا ۱۳.
- پیرزاده، ع.، طوسی، پ.، و درویش‌زاده، ر. ۱۳۹۲. اثر محلول‌پاشی عناصر آهن و روی بر صفات گیاهی و میزان اسانس آنیسون. مجله علوم زراعی ایران. جلد پانزدهم، شماره ۱. ص ۲۳-۱۲.
- حجازی‌مهریزی، م.، شریعتمداری، ح.، خوشگفتارمنش، ا. ح.، و معطر، ف. ۱۳۹۰. تاثیر شوری و تغذیه روی بر رشد و خواص آنتی‌اکسیدانی رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) در یک خاک آهکی. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۷، شماره ۱. ص ۳۵-۲۵.
- رهی، ع. ر.، میرزایی‌ندوشن، ح.، دانایی، م.، و عزیز، ف.

- 30(4): 385-393.
22. Patora J, Klimek B. 2002. Flavonoids from lemon balm (*Melissa officinalis* L., Lamiaceae). *Acta Pol Pharm.* 59(2): 139-143.
23. Pinton R., Cesco S., Lacoletting G., Astolfi S., and Varanini Z. 1999. Modulation of NO_3^- uptake by water-extractable Humic substances: involvement of root plasma membrane H^+ ATPase. *Plant and soil*, 215:155-161.
24. Stevenson, F. J. and He, X. T. 1994. Nitrogen in humic substances in soil and Crop Sciences: Selected Readings. Eds. P. Maccarthy, C. E. Clapp, R. L. Malcolm and P. R. Bloom. American society of Agronomy, Madison, W. I. pp: 91-109.
25. Tavallali, V., Rahemi, M., Maftoun, M., Panahi, B., Karimi, S., Ramezani, A. and Vaezpour, M. 2009. Zinc influence and salt stress on photosynthesis, water relations, and carbonic anhydrase activity in pistachio. *Scientia Horticulturae*, 123(2): 272-279.
26. Ulukan, H. 2008. Humic Acid Application into field crops cultivation. *Ksu Journal of science and Engineering*. 11(2): 110-128.
27. Yang, Y. C., Lee, H. S., Lee, S. H., Clark, J. M. and Ahn, Y. J. 2005. Ovicidal and adulticidal activities of *Cinnamomum zeylanicum* bark essential oil compounds and related compounds against *Pediculus humanus capitis* (Anoplura: Pediculidae). *International Journal for Parasitology*. 35 (14): 1595-1600.
28. Yosofi, M., Hojjati, M. R., Moshtaghi, E., Rahimiyan, R., Dawodiyani-Dehkordi, A. and Rafieian Kopaei, M. 2011. The effect of hydro-alcoholic extract of *Melissa officinalis* on learning and spatial memory in Balb/c mice. *J Shahrekord Univ Med Sci*. 3(4): 51-59.
13. Abou-Aly, H.E., and Mady, M.A. 2009. Complemented effect of humic acid and biofertilizers on wheat (*Triticum aestivum* L.) productivity. *Annals of Agric. Sci., Moshtohor*. 47(1): 1-12.
14. Azin Pour, K. 2010. Investigate the use of different strains of Azoto bacter, Humic acid composition of micronutrients Berrer some physiological traits in wheat. Master's thesis, Department of Agriculture, Department of Agriculture - Natural Resources Karaj Azad.
15. Constabel, F. 1990. Medicinal plant biotechnology. *Planta Med.* 56: 421-425.
16. 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. *Agron. Sustain.* 25: 183-191.
17. Emamghoreishi, M. and Talebianpour, M. S. 2009. Antidepressant effect of *Melissa officinalis* in the forced swimming test. *DARU*. 17(1): 42-47.
18. 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 J. Med. Aromatic Plants*, 24, 1-9.
19. Khan, M. A., Fuller, M. P. and Baloch, F. S. 2008. Effect of soil applied zinc sulphate on wheat (*Triticum aestivum* L.) grown on a calcareous soil in Pakistan. *Cereal Research Communications*. 36(4): 571-582.
20. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Ed., Academic Press, New York, USA.
21. Ondrejovic, M., Kraic, F. H., Vicova, Z. B. and Silhar, S. 2012. Optimisation of antioxidant extraction from Lemon Balm (*Melissa officinalis*). *Czech J Food Sci.*