اثر اسید هیومیک و کلات آهن بر عملکرد کمی و کیفی گیاه مرزه

محمود خلیلی [۱] و پژمان مرادی (نویسنده مسئول) [۲*]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران، Htchtc191@yahoo.com

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

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۶

Effect of Humic acid and iron chelate on quality and quantity yelid of *Satureia hortensis* L.

Mahmoud Khalili[1] and Pezhman Moradi (Corresponding author)[2*]

1- MS.c student, Department of Horticulture, Agriculture college, Saveh Branch, Islamic Azad University, Saveh, Iran, Htchtc191@yahoo.com

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

Received: July 2017 Accepted: August 2017

چکیده

به منظور مطالعه بررسی اثر اسید هیومیک و کلات آهن بر عملکرد کمی و کیفی گیاه مرزه، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. فاکتورهای اعمال شده شامل اسید هیومیک در سطوح عدم مصرف (شاهد)، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و همچنین کلات آهن در سطوح عدم مصرف (شاهد)، ۱، ۲ و ۴ گرم در لیتر بود. صفات اندازه گیری شده ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، تعداد شاخه فرعی، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، درصد اسانس، درصد کارواکرول و درصد گاما ترپینن بود. اسید هیومیک موجب افزایش ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، درصد اسانس و درصد گاما ترپینن شد، همچنین بیشترین تأثیر مثبت در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک مشاهده گردید. کلات آهن باعث افزایش ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، تعداد برگ، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، درصد اسانس و کارواکرول شد، به طور کلی بیشترین تأثیر مثبت در تیمار ۴ گرم در لیتر کلات آهن به دست آمد. می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که کاربرد اسید هیومیک همراه با کلات آهن به خصوص در ترکیب ۳۰۰ میلی-گرم در لیتر اسید هیومیک با ۴ گرم در لیتر کلات آهن موجب بهبود عملکرد کمی و کیفی مرزه شد. همچنین اثر متقابل اسید هیومیک همراه با آهن تأثیر معنی‌داری روی درصد اسانس نداشت.

کلمات کلیدی: عناصر ریز مغذی، کارواکرول، کود آلی، گیاه دارویی، وزن خشک.

Abstract

In order to study the effect of Humic Acid and Iron Chelate on the quality and quantity of *Satureja hortensis* was carried out in a factorial test based on a completely randomized design with 3 replication in 2015-2016. The treatments of this experiment consisted of Humic Acid in levels of non-use (Control), 150,300, 500 mg / L and Iron Chelate was in levels of non-use (Control), 1, 2,4 g / L. The measured traits were Plant height, plant dry weight, number of branches, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and the percentage of essential oil, carvacrol and γ-terpinene. Humic acid increased plant height, plant dry weight, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, essential oil content and the percentage of γ-terpinene. Moreover, the highest positive impact was observed on treatment with 300 mg per liter of Humic Acid. Iron Chelated increased plant height, plant dry weight, number of leaves, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and percentage of essential oil and carvacrol. In general the most positive effect was in 4 grams per liter treatment of iron. To conclude, the application of humic acid with chelated iron, especially in combination of 300 mg per liter of humic acid with 4 grams per liter of iron improve quality and quantity of *Saturejahortensis* Also, The interaction of humic acid with iron did not had significant effect on percentage of essential oil.

Keywords: Carvacrol, Dry Weight, Medicinal Plant, Micro Element, Organic Fertilizer

مقدمه و کلیات

مرزه (*Satureia hortensis*) گیاه علفی و یکساله از خانواده Labiatae می‌باشد که امروزه در اغلب دنیا کشت و کار می‌شود. گونه‌های جنس Satureja به دلیل اینکه میزان اسانس بالایی دارند دارای اهمیت اقتصادی و پزشکی فراوان می‌باشند (Satil and Kaya, 2007). برخی از گونه‌های این جنس به دلیل استفاده در صنایع غذایی و آرایشی دارای اهمیت اقتصادی زیادی هستند (Skocibusic *et al*., 2006). یکی از کودهای با اهمیت در بخش کشاورزی اسید هیومیک می‌باشد. اسید هیومیک پلیمر طبیعی است که دارای موضع‌های H^+ مربوط به عامل-های اسید کربوکسیل بنزوئیک و فنلی است (سردشتی و محمدیان‌مقدم، ۱۳۸۶). اسید هیومیک می‌تواند به طور مستقیم اثرهای مثبتی بر رشد گیاه بگذارد. رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط اسید هیومیک تحریک می‌شود، ولی اثر آن بر ریشه برجسته‌تر است، حجم ریشه را افزایش داده و باعث اثر بخشی بهتر سیستم ریشه می‌گردد. اسید هیومیک جذب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر را توسط گیاه افزایش می‌دهد. اثرهای تسریع کننده مواد هیومیک بر رشد گیاهان به میزان زیادی به دلیل افزایش جذب عناصر است (Delfine *et al*., 2005). در گل همیشه بهار سطح و تعداد برگ، وزن خشک اندام‌های هوایی، وزن خشک ریشه و فنول کل به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد تحت تأثیر محلول پاشی اسید هیومیک قرار گرفتند (نظری دلجو و ویردی زاده، ۱۳۹۳). مصرف اسید هیومیک در گیاه دارویی زنیان موجب افزایش وزن هزار دانه، تعداد چتر، تعداد شاخه جانبی، درصد اسانس و عمکلرد اسانس شد (برغمدی و نجفی، ۱۳۹۴). مصرف اسید هیومیک باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع، تعداد گل و برگ در گیاه گل همیشه بهار شد (Mohammadipour *et al*., 2012). اسید هیومیک موجب افزایش کلروفیل، کارتنوئید، کربوهیدرات و کاهش پرولین در چای ترش گردید (سنجری میجانی و همکاران، ۱۳۹۴). آهن یکی از مهمترین عناصر کم مصرف برای رشد گیاه می‌باشد، هرچند که به مقدار کم مورد نیاز گیاه می‌باشد ولی نقش برجسته‌ای در رشد و نمو گیاهان بر عهده دارد، از جمله نقش آن‌ها در فعالیت‌های آنزیمی، رشد، تمایز سلولی، تشکیل گل، میوه و کیفیت محصولات را می‌توان ذکر کرد (Marschner, 1995). مشاهده شده است که مصرف کود ریزمغذی آهن موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد انیسون شد (ناطقی و همکاران، ۱۳۹۴). محلول‌پاشی کلات آهن باعث افزایش کلروفیل، کارتنوئید و آنتوسیانین گلرنگ گردید (فتحی امیرخیز و همکاران، ۱۳۹۴). مصرف عناصر کم مصرف از جمله آهن باعث افزایش عملکرد گل بابونه آلمانی نسبت به تیمار شاهد شده که این خود سبب افزایش عملکرد اسانس می‌گردد (Nasiri *et al*., 2013). نتایج بیشتر تحقیقات انجام شده در ارتباط با تأثیر عناصر ریزمغذی آهن بر محتوای اسانس گیاهان دارویی مختلف، حکایت از تأثیر مثبت این عناصر بر افزایش محتوای اسانس داشته است (Said-Al Ahl & Omer 2009). با بررسی تأثیر عنصر آهن بر گیاه زنیان گزارش شد که مصرف این عنصر سبب افزایش ترکیبات آروماتیک و میزان اسانس در این گیاه می‌شود (Abd El-Wahab, 2008). از این رو هدف از این تحقیق بررسی نقش کود آهن و اسید هیومیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه مرزه می‌باشد.

فرآیند پژوهش

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در ۳ تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اراک در سال ۱۳۹۵-۱۳۹۴ صورت پذیرفت. فاکتورهای اعمال شده شامل اسید هیومیک در سطوح عدم مصرف (شاهد)، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و همچنین کلات آهن در سطوح عدم مصرف (شاهد)، ۱، ۲ و ۴ گرم در لیتر بود. بذور مورد نیاز از مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور تهیه گردید. بذور به مدت ۵ دقیقه با محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد ضدعفونی گردید و ۳ مرتبه با آب مقطر آبشویی شد. قبل از کاشت نمونه برداری از خاک از عمق ۳۰ – ۰ سانتیمتری انجام و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد (جدول-۱). سپس عملیات آماده سازی زمین شامل شخم و دیسک انجام گرفت. سپس اقدام به ایجاد فارو جهت (خطوط کشت) و در نهایت نقشه طرح در زمین پیاده شد. ابعاد کرت‌ها ۱/۵×۱/۵ بود و بین کرت‌ها ۰/۵ متر فاصله در نظر گرفته شد. کاشت گیاهان به صورت بذر پاشی با دست بوده و پس از سبز شدن تنک کردن صورت گرفت، به نحوی که فاصله بوته‌ها از هم ۲۵ سانتی-متر بود. پس از چهار برگی شدن بوته‌ها نوبت اول محلول‌پاشی، نوبت دوم محلول‌پاشی در مرحله ساقه-دهی و نوبت سوم با فاصله ۱۵ روز از مرحله دوم انجام شد. به منظور جلوگیری از پاشیده شدن محلول‌ها به کرت‌های مجاور در زمان محلول‌پاشی هر کرت محصور شد. پس از شروع گلدهی برداشت گیاهان انجام گرفت. برای اندازه گیری وزن خشک بوته بوته‌ها پس از برداشت به مدت ۴۸ ساعت در آون ۴۰ درجه سلسیوس قرار گرفته و سپس توزین گردیدند. برای سنجش غلظت کلروفیل، ۰/۲ گرم نمونه برگی در استون ۸۰ درصد عصاره‌گیری شد. جذب نوری کلروفیل a و b به ترتیب در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر خوانده شد و با استفاده از فرمول مربوطه غلظت کلروفیل کل به دست آمد (Arnon, 1949).

کلروفیل a (mg/l): $(12.25*A_{663}) - (2.79*A_{645})$

کلروفیل b (mg/l): $(21.21*A_{645}) - (5*A_{663})$

برای محاسبه درصد اسانس اندام خشک گیاه، از دستگاه کلونجر استفاده شد. بدین منظور پس از خرد شدن اندام‌های خشک گیاه با استفاده از دستگاه کلنوجر 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. جهت تجزیه نمونه‌های اسانس و اندازه‌گیری دقیق ترکیبات موجود در آن از دستگاه کروماتوگرافی گازی استفاده شد. بدین منظور از 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 مدلDB-WAX (Agilent/J and W 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

جدول ۱: نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 1: Results of physical and chemical analysis of farm soil

بافت خاک	شن (٪)	رس (٪)	لای (٪)	منگنز (mg/kg)	آهن (mg/kg)	سدیم (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	فسفر (mg/kg)	کربن (٪)	نیتروژن (٪)	EC (ds/m)	pH
لومی-شنی	۴۰	۳۳	۲۷	۷/۵۴	۲/۲۳	۳۸/۶۵	۱۸۳/۲۴	۹/۰۲	۰/۶۴	۰/۰۴۳	۱/۲۳	۷/۲

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 نگه داشته شد.

سپس با تغییرات ۲ درجه در دقیقه به ۲۱۰ درجه رسید. از هلیم فوق خالص 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 (Young-Cheol *et al.*, 2005). پس از پایان آزمایشات، آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد انجام شد.

نتایج وبحث

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر اسید هیومیک و کلات آهن در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود، ولی در اثر متقابل اسید هیومیک با کلات آهن تأثیر معنی-داری مشاهده نگردید. با کاربرد اسید هیومیک ارتفاع بوته نسبت به شاهد افزایش یافت، به طوری که بیشترین ارتفاع بوته به میزان ۵۳/۵۷ سانتی‌متر در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک حاصل شد (جدول ۳). کاربرد کلات آهن موجب افزایش ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد شد، به طوری که بیشترین ارتفاع بوته (۵۳/۱۸ سانتی‌متر) را تیمار ۲ گرم در لیتر کلات آهن دارا بود که با تیمار ۱ گرم در لیتر کلات آهن (۵۰/۹۱ سانتی‌متر) در یک گروه آماری قرار داشت (جدول ۴). نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین ارتفاع بوته نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در تیمار مصرف ۲ و ۴ گرم در لیتر کلات آهن در شرایط مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک به مقدار ۵۷/۴۸ و ۵۵/۶۳ سانتی‌متر بود (جدول ۵).

تعداد شاخه فرعی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای اسید هیومیک و سطوح کلات آهن وجود داشت. همچنین اثر متقابل اسید هیومیک با کلات آهن بر تعداد شاخه فرعی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت (جدول ۲). اسید هیومیک موجب افزایش تعداد شاخه فرعی شد، اما سطوح ۱۵۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). کلات آهن نیز موجب افزایش تعداد شاخه فرعی نسبت به شاهد شد، به نحوی که بیشترین تعداد شاخه از تیمار ۱، ۲ و ۴ گرم در لیتر کلات آهن به دست آمد (جدول ۴). مقایسه میانگین تعداد شاخه فرعی تحت اثر اسید هیومیک و کلات آهن نشان داد بیشترین تعداد شاخه فرعی به میزان ۲۵/۱۹ و ۲۵/۴۹ شاخه به ترتیب در ۲ و ۴ گرم در لیتر کلات آهن در حضور ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و همچنین به میزان ۲۴/۹۹ شاخه در شرایط مصرف ۱ گرم در لیتر کلات‌آهن در کنار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک حاصل شد (جدول ۵).

وزن خشک بوته: بر اساس نتایج تجزیه واریانس در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری در کاربرد اسید هیومیک و کلات آهن وجود داشت. همچنین مشاهده شد اثر متقابل اسید هیومیک با کلات آهن اثر معنی‌داری بر وزن خشک نداشت (جدول ۲). بیشترین وزن خشک بوته به میزان ۱۶/۲۸ گرم مربوط به تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بود و کمترین وزن خشک بوته به مقدار ۱۳/۶۶ گرم در تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۳). با

کاربرد کلات آهن وزن خشک بوته نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد، به گونه‌ای که بیشترین وزن خشک بوته به مقدار ۱۶/۳۱ گرم را تیمار ۲ گرم در لیتر کلات آهن و کمترین وزن خشک بوته به مقدار ۱۳/۵۲ گرم را تیمار شاهد دارا بود (جدول ۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین وزن خشک بوته تحت تأثیر اثر اسید هیومیک با کلات آهن مشخص شد که بیشترین وزن خشک بوته به میزان ۱۶/۷۵ و ۱۷/۵۲ گرم به ترتیب در کاربرد ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک همراه با ۲ گرم در لیتر کلات آهن حاصل شد (جدول ۵).

کلروفیل a: نتایج تجزیه واریانس بیانگر این مطلب بود که تیمارهای اسید هیومیک و کلات آهن در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر کلروفیل a داشت. همچنین بر اساس نتایج اثر متقابل اسید هیومیک با کلات آهن بر روی کلروفیل a در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). اسید هیومیک موجب افزایش کلروفیل a شد، بیشترین کلروفیل a را تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک به میزان ۰/۳۶ میلی‌گرم در گرم وزن تر به خود اختصاص داد (جدول ۳). کاربرد کلات آهن با افزایش کلروفیل a نسبت به شاهد همراه بود و بیشترین کلروفیل a به میزان ۰/۳۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر در تیمار ۴ گرم در لیتر کلات آهن حاصل شد (جدول ۴). نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین کلروفیل a تحت اثر متقابل اسید هیومیک با کلات آهن (جدول ۵) نشان داد که بیشترین کلروفیل a به مقدار ۰/۴۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر مربوط به تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک همراه با ۲ گرم در لیتر کلات آهن بود.

کلروفیل b: نتایج حاصل شده از تجزیه واریانس مشخص کرد که در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری در اثر اسید هیومیک و کلات آهن وجود داشت. همچنین نتایج بیانگر این بود که اثر متقابل اسید هیومیک با کلات آهن روی کلروفیل b معنی‌دار نبود (جدول ۲). با کاربرد اسید هیومیک، شاهد افزایش کلروفیل b بودیم، به طوری که بیشترین کلروفیل b به میزان ۰/۲۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک حاصل شد (جدول ۳). همانطور که از نتایج مقایسه میانگین کلروفیل b تحت تأثیر فاکتور کلات آهن (جدول ۴) مشهود است کلات آهن سبب افزایش کلروفیل b نسبت به شاهد شد، همینطور بیشترین کلروفیل b به مقدار ۰/۲۱ و ۰/۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر در تیمارهای ۲ و ۴ گرم در لیتر کلات آهن به دست آمد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین کلروفیل b تحت تأثیر اثر متقابل اسید هیومیک و کلات آهن (جدول ۵) مشخص شد که بیشترین کلروفیل b به مقدار ۰/۲۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر مربوط به تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک در حضور ۲ گرم در لیتر کلات آهن بود که با تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک در حضور ۲ گرم در لیتر کلات آهن در یک گروه آماری واقع شد.

کلروفیل کل: بر اساس نتایج حاصل شده از تجزیه واریانس اثر اسید هیومیک و کلات آهن در سطح احتمال یک درصد روی کلروفیل کل معنی‌دار بود. همین طور در اثر متقابل اسید هیومیک با کلات آهن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد مشاهده شد (جدول ۲). با مصرف اسید هیومیک، به کلروفیل کل افزوده شد، به طوری‌که بیشترین کلروفیل کل به مقدار ۰/۵۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک مشاهده گردید

(جدول ۳). با مصرف کلات آهن کلروفیل کل نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. بیشترین کلروفیل کل به مقدار ۰/۵۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر در تیمار ۴ گرم در لیتر کلات آهن حاصل شد (جدول ۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین کلروفیل کل تحت تأثیر اثر متقابل اسید هیومیک و کلات آهن (جدول ۵) مشخص شد که بیشترین کلروفیل کل به میزان ۰/۶۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر را تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک در حضور کاربرد ۲ گرم در لیتر کلات آهن دارا بود.

درصد اسانس: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اسید هیومیک و کلات آهن در سطح احتمال یک درصد بر درصد اسانس معنی‌دار شد، ولی در اثر متقابل اسید هیومیک با کلات آهن تأثیر معنی‌داری بر درصد اسانس مشاهده نگردید (جدول ۲). با کاربرد اسید هیومیک درصد اسانس افزایش نشان داد، نتایج حاکی از آن بود که بیشترین درصد اسانس به میزان ۱/۹۳ درصد مربوط به تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بود (جدول ۳). با اعمال کلات آهن درصد اسانس نسبت به شاهد افزایش یافت، به نحوی که بیشترین درصد اسانس یه مقدار ۱/۸۳ و ۱/۹۲ درصد به ترتیب مربوط به تیمارهای ۱ و ۴ گرم در لیتر کلات آهن بود (جدول ۴). نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین درصد اسانس تحت اثر متقابل اسید هیومیک با کلات آهن (جدول ۵) نشان داد که بین تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی‌دار وجود نداشت.

درصد کارواکرول: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، کلات آهن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر درصد کارواکرول داشت. ولی در اثر ساده اسید هیومیک و اثر متقابل اسید هیومیک با کلات آهن تأثیر معنی‌داری از نظر درصد کارواکرول مشاهده نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین درصد کارواکرول تحت تأثیر اسید هیومیک (جدول ۳) نشان داد که بین تیمارهای اعمال شده تفاوت معنی‌داری از نظر آماری وجود نداشت. نتایج (جدول ۴) بیانگر این بود که بیشترین درصد کارواکرول به مقدار ۴۰/۰۶ درصد مربوط به تیمار ۴ گرم در لیتر کلات آهن و کمترین درصد کارواکرول به مقدار ۳۴/۲۹ درصد مربوط به تیمار شاهد بود. مقایسه میانگین درصد کارواکرول تحت اثر متقابل اسید هیومیک با کلات آهن (جدول ۵) نشان داد که بیشترین درصد کارواکرول به مقدار ۴۲/۳۹ درصد مربوط به کاربرد ۴ گرم در لیتر کلات آهن در عدم مصرف اسید هیومیک بود.

درصد گاما ترپینن: نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن بود که اسید هیومیک در سطح احتمال یک درصد بر روی درصد گاما ترپینن به طور معنی‌داری تأثیر داشت، اما اثرکلات آهن و اثر متقابل اسید هیومیک با کلات آهن روی درصد گاما ترپینن معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج حاصل شده (جدول ۳) بیانگر این بود که در شرایط حضور اسید هیومیک درصد گاما ترپینن نسبت به شاهد افزایش یافت، بیشترین درصد گاما ترپینن به میزان ۳۱/۱۶ و ۳۱/۲۴ درصد به ترتیب در تیمار ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک به دست آمد. نتایج (جدول ۴) مبین این بود که سطوح مختلف کلات آهن تأثیر معنی‌داری روی درصد گاما ترپینن نداشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین درصد گاما ترپینن تحت اثر متقابل اسید هیومیک با کلات آهن (جدول ۵) حاکی از آن بود که بین تیمارهای اعمال شده اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری وجود نداشت.

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس تأثیر اسید هیومیک و کلات آهن بر عملکرد کمی و کیفی گیاه مرزه

Table 2: The results of analysis of variance of the effects of humic acid and iron chelate on quantitative and qualitative yield of *Satureia hortensis* L.

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	وزن خشک بوته	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	درصد اسانس	درصد کارواکرول	درصد گاما ترپینن
بلوک	۲	۶۳/۹۳^{ns}	۲/۰۹^{ns}	۹/۷۲^{ns}	۰/۰۰۹**	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۹*	۰/۹۵**	۴۳/۱۷^{ns}	۵۱۶/۳۷**
اسید هیومیک (a)	۳	۱۳۵/۹۸**	۶۶/۱۶**	۱۳/۸۵*	۰/۰۳**	۰/۰۰۵*	۰/۰۶**	۰/۱۵*	۱۳/۹۸^{ns}	۱۶۲/۴۵**
کلات آهن (b)	۳	۱۴۹/۹۴**	۷۰/۹۲**	۱۴/۲۲*	۰/۰۱**	۰/۰۰۵*	۰/۰۳**	۰/۱۷*	۹۳/۲۸*	۱۶/۹۹^{ns}
a*b	۹	۲۳/۴۸^{ns}	۲۱/۰۶*	۳/۵۳^{ns}	۰/۰۰۳*	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۵*	۰/۰۲^{ns}	۲۲/۴۸^{ns}	۱۴/۸۲^{ns}
خطا	۳۰	۴۳/۳۲	۹/۳	۴/۱۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۵	۲۳/۳۴	۱۳/۶۱
CV%		۱۳/۳۵	۱۵/۲۵	۱۳/۶۲	۱۰/۴۳	۱۶/۸۳	۹/۱۱	۱۱/۷۸	۱۳/۰۷	۱۳/۱۵

* و** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد ns: عدم تأثیر معنی‌دار

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های اثر اسید هیومیک عملکرد کمی و کیفی گیاه مرزه

Table 3: Comparison of Means of the Effect of Humic Acid on Quantitative and Qualitative Function of of *Satureia hortensis* L.

اسید هیومیک (mg/L)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه فرعی	وزن خشک بوته (g)	کلروفیل a (mg/g FW)	کلروفیل b (mg/g FW)	کلروفیل کل (mg/g FW)	درصد اسانس	درصد کارواکرول	درصد گاماترپینن
۰	۴۵/۳۳^{b}	۱۶/۵۵^{b}	۱۳/۶۶^{b}	۰/۲۵^{d}	۰/۱۷^{b}	۰/۴۱^{c}	۱/۶۶^{b}	۳۵/۹^{a}	۲۴/۲۱^{b}
۱۵۰	۴۹/۱۲^{ab}	۲۱/۸۳^{a}	۱۵/۰۱^{ab}	۰/۲۸^{c}	۰/۱۹^{ab}	۰/۴۷^{b}	۱/۹۳^{a}	۳۷/۱۶^{a}	۲۵/۶۱^{b}
۳۰۰	۵۳/۵۷^{a}	۲۰/۹۱^{a}	۱۶/۲۸^{a}	۰/۳۶^{a}	۰/۲۱^{a}	۰/۵۸^{a}	۱/۸۱^{ab}	۳۶/۳۸^{a}	۳۱/۱۶^{a}
۵۰۰	۴۹/۲^{ab}	۲۰/۶۷^{a}	۱۵/۱۳^{ab}	۰/۳۲^{b}	۰/۱۸^{ab}	۰/۵^{b}	۱/۸^{ab}	۳۸/۳۷^{a}	۳۱/۲۴^{a}

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

جدول ۴: مقایسه میانگین‌های اثر کلات آهن عملکرد کمی و کیفی گیاه مرزه

Table 4: Comparison of Means of the Effect of iron chelate on Quantitative and Qualitative Function of of *Satureia hortensis* L.

کلات آهن (g/L)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه فرعی	وزن خشک بوته (g)	کلروفیل a (mg/g FW)	کلروفیل b (mg/g FW)	کلروفیل کل (mg/g FW)	درصد اسانس	درصد کارواکرول	درصد گاماترپینن
۰	۴۵^{b}	۱۶/۳۶^{b}	۱۳/۵۲^{b}	۰/۲۶^{c}	۰/۱۶^{b}	۰/۴۳^{c}	۱/۶۴^{b}	۳۴/۲۹^{c}	۲۶/۳۲^{a}
۱	۵۰/۹۱^{a}	۲۱/۳۷^{a}	۱۵/۱۵^{ab}	۰/۳۱^{ab}	۰/۱۸^{ab}	۰/۴۹^{b}	۱/۸۳^{a}	۳۴/۹۳^{bc}	۲۸/۷۷^{a}
۲	۵۳/۱۸^{a}	۲۱/۳۳^{a}	۱۶/۱۳^{a}	۰/۳^{b}	۰/۲۱^{a}	۰/۵۱^{ab}	۱/۸۱^{ab}	۳۸/۵۳^{ab}	۲۸/۲۵^{a}
۴	۴۸/۱۳^{ab}	۲۰/۸۹^{a}	۱۵/۲۶^{ab}	۰/۳۴^{a}	۰/۲^{a}	۰/۵۴^{a}	۱/۹۲^{a}	۴۰/۰۶^{a}	۲۸/۸۹^{a}

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

جدول ۵: مقایسه میانگین‌های اثر اسید هیومیک و کلات آهن بر عملکرد کمی و کیفی گیاه مرزه

Table 5: Comparison of Means of the Effect of Humic Acid and iron chelate on Quantitative and Qualitative Function of of *Satureia hortensis* L.

اسید هیومیک (mg/L)	کلات آهن (g/L)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه فرعی	وزن خشک بوته (g)	کلروفیل a (mg/g FW)	کلروفیل b (mg/g FW)	کلروفیل کل (mg/g FW)	درصد اسانس	درصد کارواکرول	درصد گاماترپینن
۰	۰	۴۰/۵۸^{c}	۱۴/۵۴^{e}	۱۱/۸۶^{c}	۰/۲^{f}	۰/۱۴^{c}	۰/۳۴^{g}	۱/۵۴^{a}	۳۳/۳۴^{ab}	۲۲/۰۴^{a}
۰	۱	۴۵/۹۲^{abc}	۱۸/۵^{bcde}	۱۳/۹۲^{abc}	۰/۲۲^{ef}	۰/۱۵^{bc}	۰/۳۷^{fg}	۱/۵۶^{a}	۳۴/۱۱^{ab}	۲۴/۸۲^{a}
۰	۲	۴۹/۸۴^{abc}	۱۶/۳۵^{e}	۱۳/۷۳^{abc}	۰/۲۵^{def}	۰/۱۸^{abc}	۰/۴۳^{ef}	۱/۶۷^{a}	۳۳/۷۷^{ab}	۲۷/۵۴^{a}
۰	۴	۴۵^{abc}	۱۶/۸^{e}	۱۵/۱۲^{abc}	۰/۳۱^{bcd}	۰/۲^{abc}	۰/۵۱^{bcde}	۱/۸۷^{a}	۴۲/۳۹^{a}	۲۲/۴۴^{a}
۱۵۰	۰	۴۲/۱۳^{bc}	۱۷/۲۳^{de}	۱۳/۹۷^{abc}	۰/۲۲^{ef}	۰/۱۵^{bc}	۰/۳۷^{fg}	۱/۷۷^{a}	۳۲/۶۵^{ab}	۲۲/۶۸^{a}
۱۵۰	۱	۵۴/۲۵^{ab}	۱۹/۴۱^{bcde}	۱۴/۱۳^{abc}	۰/۳۱^{bcd}	۰/۱۷^{abc}	۰/۴۷^{de}	۱/۹۴^{a}	۳۶/۸۵^{ab}	۲۶/۴۲^{a}
۱۵۰	۲	۵۳/۸۳^{ab}	۲۵/۱۹^{a}	۱۶/۵۳^{ab}	۰/۲۶^{cdef}	۰/۲۳^{a}	۰/۵^{bcde}	۱/۹۱^{a}	۳۸/۵۸^{ab}	۲۳/۷۹^{a}
۱۵۰	۴	۴۶/۲۸^{abc}	۲۵/۴۹^{a}	۱۵/۴۱^{abc}	۰/۳۲^{bcd}	۰/۲۱^{abc}	۰/۵۳^{bcd}	۲/۰۸^{a}	۴۰/۵۵^{ab}	۲۹/۵۲^{a}
۳۰۰	۰	۴۷/۸۷^{abc}	۱۶/۱۶۱^{e}	۱۵/۹^{abc}	۰/۳۲^{bcd}	۰/۱۹^{abc}	۰/۵۲^{bcde}	۱/۵۶^{a}	۳۳/۹۳^{ab}	۳۰/۹۹^{a}
۳۰۰	۱	۵۳/۲۹^{abc}	۲۴/۹۹^{a}	۱۶/۵۲^{ab}	۰/۳۶^{ab}	۰/۲۲^{ab}	۰/۵۸^{ab}	۱/۸۹^{a}	۳۱/۲۳^{b}	۳۲/۹۶^{a}
۳۰۰	۲	۵۷/۴۸^{a}	۲۳/۸۶^{ab}	۱۶/۷۵^{a}	۰/۴۱^{a}	۰/۲۳^{a}	۰/۶۴^{a}	۱/۸۸^{a}	۴۱/۰۴^{ab}	۲۸/۹^{a}
۳۰۰	۴	۵۵/۶۳^{a}	۱۸/۱۹^{cde}	۱۵/۹۵^{abc}	۰/۳۶^{ab}	۰/۲۲^{ab}	۰/۵۷^{abc}	۱/۹۲^{a}	۳۹/۳^{ab}	۳۱/۸^{a}
۵۰۰	۰	۴۹/۴۲^{abc}	۱۷/۰۵^{de}	۱۲/۳۵^{bc}	۰/۳۱^{bcd}	۰/۱۷^{abc}	۰/۴۸^{de}	۱/۶۸^{a}	۳۷/۲۴^{ab}	۲۹/۵۷^{a}
۵۰۰	۱	۵۰/۲^{abc}	۲۲/۵۹^{abcd}	۱۶/۰۵^{ab}	۰/۳۴^{abc}	۰/۱۸^{abc}	۰/۵۲^{bcde}	۱/۹۲^{a}	۳۷/۵۳^{ab}	۳۰/۸۷^{a}
۵۰۰	۲	۵۱/۵۷^{abc}	۱۹/۹۳^{abcde}	۱۷/۵۲^{a}	۰/۲۸^{bcde}	۰/۲^{abc}	۰/۴۸^{cde}	۱/۷۸^{a}	۴۰/۷۱^{ab}	۳۲/۷۵^{a}
۵۰۰	۴	۴۶^{abc}	۲۳/۰۹^{abc}	۱۴/۵۸^{abc}	۰/۳۵^{ab}	۰/۱۸^{abc}	۰/۵۳^{bcd}	۱/۸۲^{a}	۳۸/۰۱^{ab}	۳۱/۷۸^{a}

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

نتایج حاضر نشان داد که کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش ارتفاع بوته شد. اسید هیومیک با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، ظرفیت نگهداری آب در خاک و هم چنین ایفای نقش، روی نفوذپذیری غشاء به عنوان ناقل پروتئین، فعال کردن تنفس، چرخه کربس، فتوسنتز و تولید آمینواسید و آدنوزینتری فسفات باعث افزایش رشد گیاهان می‌شود (Sidari *et al*., 2008). بر اساس نتایج مصرف اسید هیومیک با افزایش ارتفاع بوته و وزن خشک بوته همراه بود. به نظر می‌رسد که اسید هیومیک احتمالاً از طریق بهبود فرآیندهای فیزیولوژیکی دخیل در جذب آب توسط ریشه در فراهمی آب قابل دسترس برای گیاه نقش داشته و در نتیجه وزن خشک بوته افزایش یافت (Canellas *et al*., 2002). همچنین به نظر می‌رسد استفاده از اسید هیومیک سبب افزایش تهویه خاک، جذب عناصر غذائی، افزایش تقسیم سلولی، افزایش فتوسنتز و رشد گیاه و بطور کلی سبب افزایش وزن خشک گیاه می‌شود (Delfine *et al*., 2005). نتایج به دست آمده حاکی از آن بود که مصرف اسید هیومیک باعث افزایش کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل شد. اسید هیومیک از طریق قدرت کلات کنندگی عناصر غذایی و با کاهش تبخیر و تعرق و در نتیجه قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسب‌تر در اختیار گیاه می‌تواند ساخت رنگیزه‌ها را افزایش دهد و انتقال مواد فتوسنتزی را راحت‌تر کند (ناسوتی میاندوآب و همکاران، ۱۳۸۹). مشخص گردید که کاربرد اسید هیومیک سبب افزایش درصد اسانس و گاما ترپینن شد. اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه (Delfine *et al*., 2005) و در نتیجه تولید فرآورده‌های فتوسنتزی می‌شود و چون اسانس‌ها از گروه شیمیایی ترپن‌ها بوده و به این دلیل که کربوهیدراتها و استیل کوآنزیم آ به عنوان پیش ماده مناسب در سنتز اسانس و به ویژه منوترپن‌ها مطرح هست، فتوسنتز و تولید فرآورده‌های فتوسنتزی ارتباط مستقیمی با تولید اسانس دارد (Niakan *et al*., 2005). به طور کلی، افزایش ارتفاع به واسطه کود آهن مربوط به تأثیر این عنصر در فتوسنتز است که سبب افزایش ساخت کلروفیل در برگ‌ها می‌شود و در نتیجه، فتوسنتز افزایش می‌یابد و مواد فتوسنتزی بیشتری به نقاط مختلف گیاه از جمله ساقه‌ها وارد می‌شود و در نهایت ارتفاع بوته افزایش پیدا می‌کند (نصیری و همکاران، ۱۳۹۲). عنصر آهن با افزایش میزان کلروفیل و در نتیجه افزایش فتوسنتز گیاه موجب رشد بیشتر اندام هوایی گیاه می‌شود (Rahmani *et al*., 2013). افزایش وزن بوته در اثر مصرف کود آهن به دلیل افزایش غلظت کلروفیل است و مصرف کود آهن با افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه سبب توسعه پوشش گیاهی و افزایش شاخ و برگ می‌شود (Singh and Jat, 2002). نتایج حاصل شده مبین آن بود که با مصرف کلات آهن تعداد شاخه فرعی افزایش یافت. افزایش تعداد شاخه‌های فرعی گیاه در اثر مصرف کود آهن (Nazari *et al*., 2012) به دلیل تأثیر عنصر آهن بر مقدار کلروفیل برگ و غلظت اسید ایندول استیک است. اطلاعات به دست آمده بیانگر آن بود که با مصرف کلات آهن کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل افزایش پیدا کرد. افزایش مقدار کلروفیل مشاهده شده در این آزمایش احتمالاً به دلیل تأثیر کلات آهن بر پیش سازهای سنتز کلروفیل است، زیرا آهن جزء متابولیک آنزیم کاپروپورفینوژن اکسیداز است (Chereskin & Castelfrance, 1982) و این آنزیم در بیوسنتز آلفا آمینو لینوولنیک که پیش‌ساز کلروفیل است تأثیر دارد

(Marschner, 1995). مصرف آهن در گیاه، سبب افزایش توان فتوسنتزی و افزایش پیش‌سازهای ترکیبات فنولی مورد نیاز برای سنتز اسانس‌ها و در نتیجه افزایش تولید اسانس می‌شود (Dubey *et al*., 2003).

نتیجه‌گیری کلی

پژوهش حاضر ثابت کرد که اسید هیومیک و کلات آهن باعث بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاه مرزه شده و بهترین عملکرد اسیدهیومیک مربوط به تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر و کلات آهن مربوط به تیمار ۴ گرم در لیتر می‌باشد.

منابع

۱. برغمدی، ک.، نجفی، ش. ۱۳۹۴. تأثیر سطوح مختلف نیتروکسین و اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های کمی و اسانس گیاه دارویی زنیان. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۹ (۳): ۳۴۱-۳۳۲.

۲. سردشتی، ع.، محمدیان‌مقدم، س. ۱۳۸۶. تعیین ظرفیت تبادلی کاتیونی هیومیک اسید 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.

۳. سنجری میجانی، م.، سیروس‌مهر، ع.، فاخری، ب. ۱۳۹۴. اثر تنش خشکی و اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک چای ترش. به‌زراعی کشاورزی. ۱۷ (۲): ۴۱۳-۴۰۳.

۴. فتحی امیرخیر، ک.، امینی دقی، م.، حشمتی، س. ۱۳۹۴. بررسی اثر کلات آهن بر محتوای کلروفیل، کارایی کوانتومی فتوسیستم II و برخی صفات بیوشیمیایی در گلرنگ در شرایط کم آبیاری. علوم گیاهان زراعی. ۴۶ (۱): ۱۴۵-۱۳۷.

۵. ناسوتی میاندوآب، ر.، سماوات، س.، تهرانی، م. م. ۱۳۸۹. خواص اسید هیومیک بر گیاه و خاک. کشاورزی و غذا. ۱۰۱: ۵۵-۵۳.

۶. ناطقی، ش.، پیرزاد، ع.، درویش زاده، ر. ۱۳۹۴. تأثیر کودهای ریزمغذی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد انیسون. علوم باغبانی (علوم و صنایع غذایی). ۲۹ (۱): ۴۶-۳۷.

۷. نصیری، ی.، زهتاب سلماسی، س.، نصراله‌زاده، س. ر.، قاسمی گلغذانی، ک.، نجفی، ن.، جوانمرد، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی اثر محلول‌پاشی سولفات آهن و روی بر عملکرد گل بابونه و غلظت عناصر غذایی در بخش هوایی بابونه آلمانی. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۳ (۳): ۱۱۵-۱۰۵.

۸. نظری دلجو، م. ج.، ویردی‌زاده، ن. ۱۳۹۳. بهبود خصوصیات رشد و نموی، عملکرد و کیفیت پس از برداشت گل همیشه بهار تحت تأثیر محلول‌پاشی اسید هیومیک. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵ (۲): ۲۶۸-۲۶۰.

9. Abd El-Wahab, M.A., 2008. Effect of some trace elements on growth, yield and chemical constituents of *Trachyspermum ammi* L. (Ajowan) plants under Sinai conditions. Journal of Agriculture Biology, 4(6): 717-724.
10. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphennoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 4: 1-150.
11. Canellas L.P., Facanha A.Q., Olivares F.L. and Facanha A.R. 2002. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H+-ATPase activity in maize roots. Plant Physiology, 130: 1951-1957.
12. Chereskin, B. M. & Castelfrance, P. A. 1982. Effects of iron and oxygen on chlorophyll biosynthesis II. Observation on the biosynthetic pathway in isolatedetio-chloroplasts. *Plant Physiology*, 68, 112-116.
13. Delfine S., Tognetti R., Desiderio E., and Alvino A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids ongrowth and yield of durum wheat. Agronomy for Sustainable development, 25: 183-191.
14. Dubey VS, Bhalla R and Lithra R. 2003. Sucrose mobilization in relation to essential oil biogenesis during palmarosa (*Cymbopogon martini* Roxb. WATS. Var. motia) inflorescence development. Boisciences. 28(4): 479-487.

15. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition. Academic Press. Boston. US.
16. Mohammadipour E., Golchin A., Mohammadi J., Negahdar N. and Zarchini M. 2012. Effect of humic acid on yield and quality of marigold (*Calendula officinalis* L.). Annals of Biological Resarch, 3: 5095-5098.
17. Nasiri, Y., Zehtab-Salmasi, S., Nasrullahzadeh, S., Ghassemigholezani, K., Najafi, N. and Javanmard, A., 2013. Evaluation of foliar spray of ferrous sulfate and zinc sulfate on yield and nutrients concentration of aerial parts in german chamomile. Journal Sustainable Agriculture and Production Science, 23(3): 105-115.
18. Nazari M, Mehrafarin A, Naghdi Badi H and Khalighi-sigaroodi F. 2012. Morphological traits of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) as influenced by foliar application of methanol and nano-iron chelate fertilizers. Scholars Research Library. Annals of Biological Research. 3(12): 5511-5514.
19. Niakan M., Khavarinejad R., Rezaei M.B. 2005. Effect of three ratios of fertilizer N, P, K on fresh weight, dry weight, leaf area and the essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.) of Medicinal and Aromatic Plants Research. 21 (2): 148-131. (In Persian).
20. Rahmani, A., Mirza, M. and Tabaei Aghdai, S.R., 2013. Effects of different fertilizers (macro and micro element) on quantity and quality of essential oil and other byproducts of *Rosa damascena* Mill. In Iran. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29(4): 747-759.
21. Said-Al Ahl, H. and Omer, E., 2009. Effect of spraying with zinc and/ or iron on growth and chemical composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) harvested at three stages of development. Journal Medicinal Food Plants, 1(2): 30-46.
22. Satil, F. and Kaya, A., 2007. Leaf anatomy and hairs of Turkish *satureja* L. (Lamiaceae). Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, 49(1): 67-76.
23. Sidari M., Ronzello G., Vecchio G., and Muscolo A. 2008. Influence of slope aspects on soil chemical and biochemical properties in a *Pinus laricio* forest ecosystem of Aspromonte (Southern Italy). European Journal of Soil Biology. 44(4): 364-372.
24. Singh S and Jat NL. 2002. Effect of phosphorus and zinc fertilization on growth and yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Agricultural Research.23(4): 734-736.
25. Skocibusic, M., Bezic, N., and Dunkic, V., 2006. Phytochemical composition and antimicrobial activities of the Essential oils from *satureja subspcata* Vis. Growing in Croatia. Food Chemistry, 96:20-28.
26. Young-Cheol, Y., Hoi-Seon, L., Si Hyeock Lee, J., Marshall, C. and Young-Joon, A. 2005. Ovicidal and adulticidal activities of Cinnamomum zeylanicum bark essential oil compounds and related compounds against Pediculus humanus capitis (Anoplura: Pediculicidae). International Journal for Parasitology 35 (2005) 1595–1600.