Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 48, No 3, Autumn 2017 (487-502)
DOI: 10.22059/ijhs.2017.139777.913

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۶ (ص ۵۰۲-۴۸۷)

تأثیر نوع محیط کشت و اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های مهم رویشی نهال پرتقال والنسیا با پایهٔ نارنج

محمد حسینی چنارستان علیا[۱]، مهدی حسینی فرهی[۲*] و عبدالحسین ابوطالبی[۳]
۱ و ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم، جهرم، ایران
۲. استادیار، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۱۰/۱٤ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/٦)

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر بسترهای مختلف کشت و اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های مهم رویشی و میزان جذب عنصرهای کانی فسفر و پتاسیم در برگ نهال پرتقال والنسیا پیوندشده روی پایهٔ نارنج بود. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شهرستان باشت استان کهگیلویه و بویراحمد اجرا شد. عامل اول اسید هیومیک در غلظت‌های ۰، ۲/۵ ، ۵ و ۷/۵ گرم در لیتر و عامل دوم هفت نوع بستر کاشت شامل: ۱- خاک زراعی، ۲- زئولیت، ۳- خاک‌برگ، ٤- خاک زراعی+ زئولیت (۵۰-۵۰)، ۵- خاک زراعی+ ورمی‌کمپوست (۵۰-۵۰)، ٦- خاک+ خاک‌برگ (۵۰-۵۰) و ۷- خاک زراعی+ ورمی‌کمپوست + زئولیت (۳۳-۳۳-۳۳) بود. بنابر نتایج، کاربرد اسید هیومیک، بستر کاشت و برهمکنش این دو بر همهٔ صفات مورد بررسی نهال پرتقال والنسیا در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. بیشترین و کمترین ارتفاع نهال به میزان ۸۱ و ۵۰ سانتی‌متر به ترتیب در نهال‌های کاشته‌شده در بستر کاشت ورمی‌کمپوست + زئولیت+ خاک زراعی و ۵ گرم در لیتر اسید هیومیک و نهال‌های کاشته‌شده در خاک بدون کاربرد اسید هیومیک مشاهده شد. بیشترین شمار برگ (۹۷ عدد)، وزن تر و خشک برگ و ریشه، پتاسیم و فسفر برگ در نهال‌های تیمارشده با ۷/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک و بستر کشت خاک+ زئولیت+ ورمی‌کمپوست به دست آمد. به‌طورکلی بنا بر نتایج این پژوهش، می‌توان کاربرد ۵ تا ۷/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک و بستر کشت ترکیبی خاک زراعی+ زئولیت+ ورمی‌کمپوست را به‌منظور بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی نهال پیوندی پرتقال والنسیا روی پایهٔ نارنج را پیشنهاد کرد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع نهال، پتاسیم برگ، زئولیت، فسفر، ورمی‌کمپوست.

Effect of diffrent media culture and humic acid on some important vegetative properties of orange seedling cv. Valencia (*Citrus sinensis*) using sour orange (*C. aurantium*) rootstock

Mohammad Hosseini Chenarestanolya[1], Mehdi Hosseini Farahi[2*] and AbdolhoseinAboutalebi[3]
1, 3. M. Sc. Student and Associate Professor, Department of Horticultural Science, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom Branch, Iran
2. Assistant Proffesor, Young Researchers and Elite Club, Yasouj Branch, Islamic Azad University, Yasouj, Iran
(Received: Jan. 4, 2016 - Accepted: Apr. 25, 2016)

ABSTRACT

The aim of this study was to investige the effect of different media cultures and humic Acid (HA) on some vegetative properties and absorption of Phosphorus (P) and Potassium (K) contents in leaf of orange seedling (*Citrus sinensis*) cv. Valencia grafted on sour orange (*C. aurantium*) rootstock. A factorial experiment was carried out based on randomized complete block design with three replications. The first factor was HA concenterations of 0, 2.5, 5 and 7.5 gl^{-1} and second factor was formed by seven different combinations of media culture including 1- soil, 2- zeolite, 3- leaf mold, 4- soil + zeolite, 5- soil + vermicompost 6- Soil+ leaf mold 7- soil + vermicompost + zeolite. Results showed that effect of HA, media culture and their interaction on all of the investigated traits of Valencia orange were significant ($P<0.01$). The highest and the lowest seedling hight (81 and 50 cm) obtained in plants cultured in soil+vermicompost+ zeolite and 5 gl^{-1} HA and in soil and without HA, respectively. The highest number of leaves (97), fresh and dry weight of leaf and root, P and K contents obtained in plants cultured in soil+vermicompost+ zeolite mixture and 5 gl^{-1} HA. Therefore, application of 5 to 7.5 gl^{-1} HA and use of soil+zeolite+vermicompost mixture is recommended as media culture in order to improvement of quality and quantity of seedling of Valencia orange.

Keywords: Phosphorus, potassium, seedling height, vermicompost, zeolite.

* Corresponding author E-mail: m.h.farahi@iauyasooj.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

ترکیب‌های هوموسی به‌صورت غیرمستقیم با فراهم آوردن عنصرهای کانی پرمصرف و کم‌مصرف برای رشد ریشه، بهبود ساختار خاک، افزایش نفوذپذیری بستر به آب‌وهوا، افزایش جمعیت میکروبی خاک و ریزجانداران (میکروارگانیسم‌های) سودمند، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و توانایی بافر کردن pH بستر یا محلول غذایی، فراهم کردن بعضی مواد خاص برای ریشهٔ گیاه مانند نوکلئیک اسیدها، استامیدها و فراهم آوردن هیومیک و فولویک اسیدها به‌عنوان ناقلان عنصرهای کم‌مصرف و دیگر عامل‌های رشد، افزایش جذب عنصرهای غذایی و افزایش مقاومت گیاه به خشکی، حاصل‌خیزی خاک را افزایش می‌دهند (Hayes & Clap, 2001; Liu & Cooper, 2000; Sharif *et al*., 2002; Chen & Aviad, 1990).

کاربرد اسید هیومیک جذب برخی از عنصرهای پرمصرف و کم‌مصرف، از جمله پتاسیم و روی را در درختان سیب افزایش داد (Fallahi *et al*., 2006). در پژوهشی کاربرد اسید هیومیک در خاک سبب افزایش غلظت عنصرهای پرمصرف و کم‌مصرف در گوجه‌فرنگی شد (Turkmen *et al*., 2005). بیشترین عملکرد پیاز با کاربرد ۲۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار گزارش شد (Sangeetha *et al*., 2006).

زئولیت‌ها بلور (کریستال)های آلومینوسیلیکاته هیدراته هستند. این ماده به‌واسطهٔ خاصیت فیزیکی و شیمیایی خود و تأثیری که از نظر تعادل بار الکتریکی در سطح خود دارد، در تبادل‌های یونی خاک نقش ایفا می‌کند و می‌تواند به‌صورت مؤثری یون‌های مورد نیاز گیاه را نگهداری یا آزادسازی کند. این ویژگی زئولیت، همچنین به‌واسطهٔ جذب یون‌ها می‌تواند باعث کاهش شوری آب شود (Dwairi, 1998). در نتایج پژوهشی Ranjbar chobeh *et al*. (2004) روی گیاه توتون گزارش کرد، تأثیر زئولیت بر درصد مادهٔ آلی، درصد نیتروژن کل و پتاسیم قابل‌جذب، معنی‌دار و بر ظرفیت تبادل کاتیونی و فسفر قابل‌جذب معنی‌دار نیست. افزایش معنی‌دار پتاسیم قابل‌دسترس خاک پس از برداشت برنج با کاربرد زئولیت در خاک گزارش شده است (Rahimi & Kavoosi, 2003). در نتایج پژوهشی دیگر کاربرد زئولیت موجب افزایش معنی‌دار پتاسیم، فسفر و نیتروژن در دانه، کاه و کلش و همچنین افزایش عملکرد گندم شد (Faeznia, 2004). افزایش وزن خشک، ارتفاع بوته، تاریخ گلدهی و درصد اسانس گیاه دارویی بادرشبی با کاربرد زئولیت توسط Gholizadeh *et al*. (2006) گزارش شده است.

افزایش شمار برگ، شاخص سطح برگ، طول، قطر، شمار ریشه، وزن‌تر غده، وزن‌تر و خشک اندام‌های هوایی و افزایش رشد و بهبود عملکرد تربچه با استفاده از زئولیت نیز گزارش شده است (Khoshbakht *et al*., 2007). در پژوهشی استفاده از زئولیت به‌صورت مخلوط با خاک سبب افزایش سطح برگ، وزن‌تر و خشک‌ریشه، میزان سبزینه (کلروفیل)، طول، قطر، وزن‌تر و خشک ساقهٔ گل‌دهنده و طول گلچهٔ گل نرگس شیراز شد (Khoshkhoie *et al*., 2007). در پژوهشی نیز کاربرد مقادیر مختلف زئولیت و نیتروژن بر شمار ساقه در بوته، ارتفاع بلندترین ساقهٔ اصلی، وزن خشک اندام‌های هوایی، وزن کل غده در بوته، وزن غده و عملکرد غدهٔ سیب‌زمینی رقم آگریا در منطقهٔ اراک مؤثر گزارش شده بود (Madani *et al*., 2009).

افزون بر زئولیت، امروزه از اصلاح‌کننده‌های آلی مانند ورمی‌کمپوست به‌عنوان بستر کشت استفاده می‌شود. کاربرد ورمی‌کمپوست در بستر کشت می‌تواند ضمن بهبود دانه‌بندی، تخلل، نفوذپذیری و تهویهٔ محیط کشت، به نگهداری آب و مواد غذایی کمک کند. ورمی‌کمپوست با داشتن تنوع زیستی میکروبی گسترده و فعال به منزلهٔ یک اصلاح‌کنندهٔ مهم خاک به کار گرفته می‌شود (Arancon *et al*., 2004). در پژوهشی دیگر کاربرد ورمی‌کمپوست باعث بهبود کمیت و کیفیت میوهٔ پرتقال در مقایسه با بدون کاربرد ورمی‌کمپوست شد به‌طوری‌که افزودن ۱۰ کیلوگرم ورمی‌کمپوست در محیط کشت به‌طور معنی‌داری شمار میوه، وزن میوه و عملکرد پرتقال را افزایش داد (Makode, 2015). بهبود وضعیت فیزیکی خاک در نتیجهٔ کاربرد ورمی‌کمپوست و کود دامی در خاک توسط Mirzaei Talarposhti *et al*. (2009) گزارش شده است.

افزایش وزن گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی با افزودن ۱۰ تا ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست به بستر کشت پیت

Archive of SID

www.SID.ir

توسط (Atiyeh *et al*., 2000b) گزارش شده است. افزایش ویژگی‌های کمی و اسانس در گیاه دارویی رازیانه (Darzi, *et al*., 2006) و در گل جعفری (Hidlago *et al*., 2006) با کاربرد ورمی‌کمپوست در محیط کشت گزارش شده است. این محققان اثر مثبت ورمی‌کمپوست را بر رشد گیاه، ناشی از افزایش فعالیت‌های زیستی (بیولوژی) توسط ریزجانداران در بستر کشت و تولید مواد مؤثر رشد شامل تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و هیومیک اسیدها بیان کردند. کاربرد سه تن ورمی‌کمپوست در هر هکتار در زراعت نخود، باعث افزایش چشمگیر شمار غلاف در بوته، عملکرد زیست‌توده (بیوماس) و عملکرد دانه در مقایسه با شاهد شد (Jat & Ahlawat, 2004). همچنین، کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش کمیت و کیفیت اسانس، عملکرد اسانس و عملکرد زیست‌تودهٔ گیاه ریحان نسبت به تیمار شاهد شد (Anwar *et al*., 2005). تأثیر مثبت ورمی‌کمپوست بر صفات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی توسط (Chamani, *et al*., 2008; Samavat & Malakuti, 2005)، افزایش جذب فسفر در اسفناج توسط Peyvast *et al*. (2008)، افزایش وزن تر و خشک ساقهٔ گل زینتی فیکوس توسط Mahboub Khomami (2008) گزارش شده است. افزایش وزن ریشه، ساقه و سطح برگ گل همیشه‌بهار فرانسوی با اضافه کردن ورمی‌کمپوست به خاک گزارش شد (Bachman & Metzger, 2008). در آزمایشی بیشترین قطر ساقه، اندازهٔ گل، وزن تر و خشک ساقهٔ گل همیشه‌بهار در بستر ۶۰ درصد ورمی‌کمپوست به همراه ۳۰ درصد شن و۱۰ درصد خاک به دست آمد (Shadanpour *et al*., 2011). در نتایج پژوهشی بیشترین میزان زیست‌توده و عملکرد توت‌فرنگی در محیط کشت حاوی ۲۵ درصد ورمی‌کمپوست گزارش شد (Ameir *et al*., 2011).

بررسی‌های مختلفی درزمینهٔ ارزیابی تأثیر محیط کشت‌های متفاوت به‌صورت جداگانه و ترکیبی روی ویژگی‌های کمی و کیفی برخی محصولات زراعی و باغی انجام شده است ولی تأثیر این محیط کشت‌ها روی تولید نهال پرتقال والنسیا به‌ندرت انجام گرفته است. بنابراین این پژوهش کاربردی با هدف بررسی تأثیر مقایسهٔ هفت نوع بستر مختلف کشت و کاربرد اسید هیومیک بر بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی نهال پیوندی پرتقال والنسیا روی پایهٔ نارنج بود.

مواد و روش‌ها

محل اجرای پژوهش

این پژوهش در سال ۱۳۹۲ به‌منظور بررسی تأثیر بسترهای مختلف کشت و اسید هیومیک بر ویژگی‌های کمی و کیفی نهال پرتقال والنسیا پیوندشده روی پایهٔ نارنج در شهرستان باشت استان کهگیلویه و بویراحمد در موقعیت جغرافیایی، ۳۰ درجه و ۱۸ دقیقهٔ طول شرقی و ۵۱ درجه و ۱۳ دقیقهٔ عرض شمالی از نصف‌النهار گرینویچ در ارتفاع ۷۳۱ متر از سطح دریا، صورت گرفت.

طرح آزمایشی و تیمارهای مورد استفاده

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. عامل اول اسید هیومیک در غلظت‌های ۰، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ گرم در لیتر و عامل دوم هفت نوع بستر کاشت به‌صورت حجمی شامل ۱- خاک زراعی (۱۰۰٪)، ۲- زئولیت (۱۰۰٪)، ۳- خاک-برگ (۱۰۰٪)، ۴- خاک زراعی+ زئولیت (۵۰-۵۰٪)، ۵- خاک زراعی+ ورمی‌کمپوست (۵۰-۵۰٪)، ۶- خاک+ خاک‌برگ (۵۰-۵۰٪)، ۷- ورمی‌کمپوست+ زئولیت+ خاک زراعی (۳۳-۳۳-۳۳٪) بود. اسید هیومیک مورد استفاده در این پژوهش هیومکس پودری قابل‌حل در آب ۹۵ دبلیو اس جی[1] ساخت شرکت جی اچ بیوتک[2] آمریکا حاوی۸۰ درصد هیومیک اسید، ۱۵درصد فولیک اسید و ۱۲درصد پتاسیم بود. اسید هیومیک در یک دورهٔ چهار ماهه پس از کاشت در چهار نوبت (هر ۳۰ روز یک‌بار) در غلظت‌های قیدشده به‌صورت کاربرد خاکی و در هر مرتبه به میزان ۱ لیتر محلول استفاده شد. ورمی‌کمپوست و خاک‌برگ از شرکت پی تی ران (ساخت کشور سریلانکا) و زئولیت از شرکت گلبار شیمی دانهٔ محلات خریداری شد. ویژگی‌های شیمیایی ورمی‌کومپوست در جدول ۱ نشان داده شده است.

1. Humax 95 wsg
2. Jh biotech

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. برخی ویژگی‌های شیمیایی ورمی‌کمپوست
Table 1. Some chemical properties of vermicompost

P %	N %	K %	O.M[1] %	O.C[2] %	EC (ds/m)	pH
2.12	2.21	1.03	31.21	18.14	3.02	8.26

1. Organic matter
2. Organic carbon

نحوهٔ انجام آزمایش

در آغاز نهال‌های پیوندی یک‌سالهٔ پرتقال والنسیا روی پایهٔ نارنج که دارای بیشترین همسانی از نظر ارتفاع، قطر ساقه، شمار برگ و ...، از واحد گلخانه‌ای تولید نهال حسینی (تکثیرکننده و تولیدکنندهٔ نهال مرکبات در گچساران) خریداری و در گلدان‌های ۷ کیلویی حاوی بسترهای مختلف کشت شد. تغذیه و آبیاری نهال‌ها بنا بر عرف رایج نهالستان به‌صورت منظم (هر سه روز یک‌بار) و عملیات داشت در طول دورهٔ رشد انجام شد. عملیات وجین علف‌های هرز و سم‌پاشی با سم آبامکتین برای مبارزه با مینوز برگی انجام گرفت. همهٔ نهال‌ها شرایط نوری، رطوبتی و دمایی یکسان داشتند. پس از گذشت ۱۵۰، روز یادداشت‌برداری صفات مورد نظر انجام شد.

صفات مورد اندازه‌گیری

ارتفاع نهال با متر پارچه‌ای (برحسب سانتی‌متر)، قطر نهال با کولیس دیجیتال (برحسب میلی‌متر)، شاخص سبزینگی برگ توسط یک دستگاه سبزینه‌سنج مدل CL-01 ساخت شرکت Hansatech انگلستان، شمار برگ با شمارش برگ‌های موجود در هر نهال، وزن تر و خشک برگ و ریشه با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری میزان فسفر و پتاسیم برگ

برای این منظور نمونه‌هایی از برگ نهال‌های تیمارشده (برگ‌های بالغ توسعه‌یافتهٔ قسمت میانی) گردآوری و به آزمایشگاه انتقال داده شد. نمونه‌ها پس از شستشو با آب مقطر در آون با دمای ۷۰ درجهٔ سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت نگه‌داشته و سپس با آسیاب برقی به‌صورت پودر درآورده شدند. پس از تهیهٔ خاکستر از مواد گیاهی در دمای ۵۰۰ درجهٔ سلسیوس و عصاره گیری با اسیدکلریدریک ۲ نرمال و آب دو بار تقطیر فسفر با طیف‌سنج نوری یا اسپکتروفتومتر (UV-120-02, Shimadzo, Japan) و پتاسیم با استفاده از دستگاه نورسنج شعله‌ای یا فلیم فتومتر (Sherwood 410, UK) اندازه‌گیری شد (Aboutalebi *et al*., 2007).

محاسبه‌های آماری

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۸ تیمار و سه تکرار (۸۴ گلدان) انجام شد. تجزیهٔ آماری داده‌ها با نرم‌افزار MSTATC و مقایسهٔ میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد انجام شد. شکل‌ها با نرم‌افزار Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

صفات رویشی

نتایج تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان داد، کاربرد بسترهای کاشت، اسید هیومیک و برهمکنش این دو بر ارتفاع و قطر شاخه، وزن تر و خشک برگ نهال پرتقال والنسیا در سطح احتمال ۱درصد معنی‌داری بود (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج تجزیهٔ واریانس تأثیر بسترهای کشت و اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های کمی نهال پرتقال والنسیا
Table 2. Analysis of variance of media culture and humic acid effect on some quantitative properties of orange seedling cv. Valencia

Source of Variation	df	Plant height	Stem diameter	Leaf Number	Leaf fresh weight	Leaf dry weight
Replication	2	12.23^{ns}	0.26^{ns}	34.82^{ns}	0.001^{ns}	0.001^{ns}
Humic Acid (HA)	3	659.31^{**}	7.30^{**}	1346.44^{**}	0.17^{**}	0.08^{**}
Media Culture (MC)	6	609.98^{**}	5.50^{**}	3710.91^{**}	0.18^{**}	0.08^{**}
HA*MC	18	74.47^{**}	0.59^{**}	99.01^{**}	0.02^{**}	0.01^{**}
Error	54	21.78	0.28	37.55	0.01	0.01
CV (%)		7.57	6.68	9.41	2.33	4.50

ns عدم معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱درصد.

ns: Non significant, *, **: Significant at the 5 and 1% probability levels, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج ارائه‌شده در جدول ۳ بیان می‌کند، کاربرد بسترهای ترکیبی نتایج بهتری را در مقایسه با بسترهای تکی نشان می‌دهد. بیشترین ارتفاع نهال به میزان ۸۱ سانتی‌متر در گیاهان کاشته‌شده در بستر ترکیبی خاک + زئولیت + ورمی‌کمپوست و کاربرد ۵ گرم در لیتر اسید هیومیک در مقایسه با دیگر تیمارها به دست آمد. گیاهان کاشته‌شده در بستر خاک و بدون کاربرد اسید هیومیک کمترین میزان ارتفاع نهال را به میزان ۵۱ سانتی‌متر نشان دادند. در این پژوهش قطر نهال که یکی از فراسنجه‌های کیفی نهال است تحت تأثیر بسترهای مختلف کشت و اسید هیومیک قرار گرفت. بیشترین قطر نهال به میزان ۹/۸ میلی‌متر در گیاهان کاشته‌شده در بستر ترکیبی خاک + زئولیت + ورمی‌کمپوست و کاربرد ۵ گرم در لیتر اسید هیومیک در مقایسه با دیگر تیمارها به دست آمد. گیاهان کاشته شده در بستر زئولیت بدون کاربرد اسید هیومیک کمترین میزان قطر نهال را نشان دادند. همچنین وزن تر و خشک برگ تحت تأثیر بسترهای مختلف کشت و اسید هیومیک قرار گرفت. بیشترین میزان وزن تر و خشک برگ به ترتیب به میزان ۱/۱۱ و ۰/۶ گرم در نهال‌های کاشته شده در بستر ترکیبی خاک + زئولیت + ورمی‌کمپوست و کاربرد ۷/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک در مقایسه با دیگر تیمارها به دست آمد. گیاهان کاشته شده در بستر خاک بدون کاربرد اسید هیومیک کمترین میزان وزن تر و خشک برگ را به ترتیب به میزان ۰/۴ و ۰/۱۸گرم نشان دادند (جدول ۳).

نتایج این پژوهش گویای تأثیر معنی‌دار بسترهای مختلف کشت بر شاخص‌های رشدی نهال پرتقال والنسیا بود، به‌طوری‌که بیشترین میزان ارتفاع و قطر شاخه، وزن تر و خشک برگ نهال پرتقال والنسیا در بستر کشت خاک + زئولیت + ورمی‌کمپوست به دست آمد. به نظر می‌رسد این مسئله به دلیل ایجاد شرایط تهویه‌ای و رژیم رطوبتی مناسب‌تر (بهبود ساختار فیزیکی بستر) و نیز دسترسی آسان‌تر به مواد تغذیه‌ای (بهبود ساختار شیمیایی بستر) باشد (Shibu *et al.*, 2006). در واقع افزودن مواد آلی به بستر، مانند عملکرد هورمون‌های گیاهی، سبب تحریک گیاه در جذب عنصرهای غذایی و سوخت‌وساز (متابولیسم) آن در گیاه و افزایش رشد گیاه می‌شود (Tichy & Phuongm, 1975).

علت افزایش ارتفاع نهال پرتقال والنسیا به دلیل تحریک تولید موادی همسان به اکسین توسط ورمی‌کمپوست است (Tomati & Galli, 1995). ازآنجایی‌که اسیدآمینهٔ تریپتوفان پیش‌مادهٔ ساخت (سنتز) ایندول استیک اسید است و وجود عنصر روی در ساختمان این اسیدآمینه ضروری است بنابراین ورمی‌کمپوست با تأثیر بر ساخت هورمون‌ها به‌ویژه اکسین باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شود (Scott, 1988). ورمی‌کمپوست با توجه به داشتن میزانی عنصرهای غذایی از جمله فسفر، پتاسیم، کلسیم سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی و ساختمان خاک و بهبود جذب عنصرهای کانی و افزایش عملکرد می‌شود (Atiyeh *et al.*, 2000). در تأیید این مطلب محققان دیگری در بررسی روی کمپوست‌های آلی، افزایش رشد را منتج از بهبود عنصرهای تغذیه‌ای و افزایش فعالیت سوخت‌وساز گیاه یاد کرده‌اند. از میان آن‌ها می‌توان به گزارش (Román *et al.*, 2003) با بررسی روی گونه‌های *Picea sitchensis* و *Pinus halepensis*، (Khasa *et al.*, 2005) روی *Pistacia lentiscus*، نهال‌های سوزنی‌برگ کانتینری، (Tsakaldimi, 2006) روی نهال‌های *Pinus halepensis*، (Mohammadi *et al.*, 2015) روی نشاء عروسک پشت‌پرده *Physalis peruviana* L. و (Ostos *et al.*, 2008) روی نهال‌های *Pistacia lentiscus* اشاره کرد.

در این پژوهش اسید هیومیک سبب افزایش معنی‌داری در فراسنجه‌های رویشی نهال پرتقال والنسیا شد. این بهبود فراسنجه‌های رشدی نهال پرتقال والنسیا احتمال دارد به این دلیل باشد که اسید هیومیک توانسته از راه بهبود ویژگی‌های بستر، گسترش شبکهٔ ریشه و افزایش فراهمی عنصرهای غذایی را موجب شود. هیومیک اسید از راه گسترش شبکهٔ ریشه، افزایش نفوذپذیری غشای یاخته، افزایش ظرفیت جذب عنصرهای غذایی در ریشه و در نهایت

Archive of SID

www.SID.ir

بهبود انتقال و جذب عنصرهای غذایی باعث افزایش جذب عنصرهای غذایی و غلظت آن در اندام‌های هوایی گیاه می‌شود (Chen & Aviad, 1990; Sharif *et al*., 2002). در نتایج پژوهشی دیگر Dastyaran & Hosseini Farahi (2015) گزارش کردند، بیشترین میزان وزن تر، وزن خشک، ارتفاع و قطر غنچه گل، ارتفاع شاخهٔ گل‌دهنده، سطح برگ و غلظت سبزینهٔ (کلروفیل) برگ گل رز در گیاهان تیمارشده با اسیدهیومیک و اسیدهیومیک+ پوترسین مشاهده شد. افزایش در عملکرد و جذب عنصرهای غذایی به دنبال کاربرد اسید هیومیک، در گیاه ذرت توسط Pinton (1999)، Eyheraguibel *et al*. (2008) و Rahmaniasl *et al*. (2014) نیز گزارش شده است.

افزایش رشد اندام‌های هوایی و زمینی گیاهان در بسترهای کشت حاوی ورمی‌کمپوست به دلیل افزایش فعالیت مواد شبه هورمونی از جمله اکسین، سیتوکنین، جیبرلین و ویتامین ب ۱۲ توسط برخی پژوهشگران گزارش شده است (Edwards & Burrows, 1988; Tomati *et al*., 1987; Krishnamoorthy & Vajranabhaian, 1986). همچنین برخی پژوهشگران تأثیر مثبت ورمی‌کمپوست در افزایش ویژگی‌های رویشی گیاه را به دلیل افزایش جذب مواد مغذی کانی به‌وسیلهٔ گیاهان نسبت داده‌اند (Archana *et al*., 2009).

در نتایج پژوهشی بیشترین میزان فراسنجه‌های رویشی در گل‌های آهار کاشته شده در بستر ورمی‌کمپوست در مقایسه با دیگر تیمارها مشاهده شد ولی کاربرد زئولیت باعث کاهش میزان فراسنجه‌های رویشی مورد بررسی نسبت به شاهد شد. به‌طوری‌که کمترین میزان فراسنجه‌های رویشی مربوط به تیمار زئولیت بود (Amjazi & Hamidpour, 2012). افزایش سطح برگ، وزن تر و خشک ریشه و اندام‌های هوایی گیاه عروسک پشت پرده با کاربرد محیط کشت کوکوپیت+ پرلیت ترکیب‌شده با ۲۰درصد ورمی‌کومپوست توسط Mohammadi *et al*. (2015) گزارش شده است.

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین اثر محیط کشت و اسید هیومیک بر ویژگی‌های رویشی نهال پرتقال والنسیا

Table 3. Mean comparisons of the effect of media culture and humic acid on vegetative properties of orange seedling cv Valencia

Treatment		Vegetative properties				
Media Culture	Humic acid (g.l)	Seedling height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf fresh weight (g)	Leaf dry weight (gr)	No of leaves
Soil (S)	0	50^{l}	7.37^{e-j}	0.41^{l}	0.18^{j}	68^{g-h}
	2.5	52^{j-l}	8^{c-h}	0.54^{i-k}	0.22^{g-j}	71.6^{e-h}
	5	74^{a-d}	8.32^{c-f}	0.57^{h-k}	0.24^{f-j}	82.3^{b-f}
	7.5	70.33^{b-f}	8.02^{c-g}	0.6^{g-j}	0.27^{e-i}	85^{a-c}
Zeolite (Z)	0	50.33^{l}	6.07^{k}	0.53^{jk}	0.21^{h-j}	33^{m}
	2.5	55.33^{g-l}	7.81^{d-i}	0.61^{g-i}	0.25^{f-j}	45.3^{i-m}
	5	51.33^{kl}	6.76^{h-k}	0.61^{g-i}	0.25^{f-j}	40^{i-m}
	7.5	51.67^{kl}	6.71^{i-k}	0.58^{g-k}	0.24^{f-j}	34^{m}
Leaf mold (L)	0	52.67^{l-l}	7.3^{f-j}	0.51^{k}	0.27^{e-i}	41.7^{i-m}
	2.5	54.33^{g-l}	8.2^{c-g}	0.62^{f-h}	0.31^{d-f}	49.3^{k-l}
	5	65^{d-g}	8.08^{c-g}	0.73^{de}	0.34^{c-e}	63^{h-i}
	7.5	53.33^{h-l}	8.38^{c-f}	0.74^{d}	0.4^{c}	51^{j-i}
Soil+Zeolite (SZ)	0	51^{kl}	6.2^{jk}	0.66^{e-g}	0.21^{h-j}	46.6^{i-m}
	2.5	58.33^{g-l}	8.04^{c-g}	0.85^{c}	0.4^{c}	61^{h-k}
	5	60.33^{f-l}	7.24^{f-k}	0.74^{d}	0.26^{f-j}	67.3^{gh}
	7.5	63.33^{e-i}	6.95^{g-k}	0.72^{de}	0.25^{f-j}	52.6^{l-i}
Soil+Vermicompost (SV)	0	55.67^{g-l}	7.37^{e-j}	0.73^{de}	0.3^{d-g}	46^{i-m}
	2.5	61^{f-l}	8.44^{b-f}	0.84^{c}	0.42^{c}	69.3^{f-h}
	5	75.67^{a-c}	9.58^{ab}	0.86^{c}	0.52^{b}	78.3^{c-g}
	7.5	64.33^{d-h}	7.76^{d-i}	0.97^{b}	0.55^{ab}	65.3^{g-i}
Soil+ Leaf mold (SL)	0	60^{f-l}	7.9^{c-i}	0.52^{k}	0.2^{ij}	71.3^{e-h}
	2.5	65.33^{c-g}	9.13^{a-c}	0.6^{g-j}	0.25^{f-j}	86.3^{a-d}
	5	72.33^{a-e}	8.77^{a-d}	0.7^{de}	0.37^{cd}	92.6^{ab}
	7.5	61.67^{e-k}	8.42^{b-f}	0.85^{c}	0.42^{c}	78.2^{c-g}
Soil+Zeolite+Vermicompost (SZV)	0	63^{e-j}	7.5^{d-i}	0.69^{d-f}	0.29^{e-h}	73^{d-h}
	2.5	76.67^{ab}	8.6^{b-e}	0.76^{d}	0.34^{c-e}	82.3^{b-f}
	5	81^{a}	9.79^{a}	0.83^{c}	0.4^{c}	91^{a-c}
	7.5	76.33^{ab}	8.28^{c-f}	1.11^{a}	0.6^{a}	97.6^{a}

در هر ستون اعداد دارای حرف‌های مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the 0.01 (DMRT test).

Archive of SID

www.SID.ir

بنابر نتایج به‌دست‌آمده کاربرد بسترهای کاشت، اسید هیومیک و برهمکنش این دو بر شمار برگ پرتقال والنسیا در سطح احتمال ۱درصد معنی‌داری بود (جدول۳). گیاهان کاشته شده در بستر خاک + زئولیت + ورمی‌کمپوست و کاربرد ۵ تا ۷/۵گرم در لیتر اسید هیومیک بیشترین شمار برگ را به میزان ۹۷/۶ عدد در مقایسه با دیگر تیمارها تولید کرد. همچنین گیاهان کاشته شده در بستر زئولیت و بدون کاربرد اسید هیومیک کمترین شمار برگ را به میزان ۳۴ عدد تولید کردند (جدول ۳). در بررسی تأثیر محلول‌پاشی اسید هیومیک بر گیاهان فلفل و بادمجان (Padem *et al*., 1999) به این نتیجه رسیدند، اسید هیومیک باعث افزایش شمار برگ می‌شود. اسید هیومیک دسترسی بیشتر به عنصرهای غذایی را برای گیاه فراهم می‌کند و در نتیجه موجب افزایش شمار برگ در اندام‌های هوایی می‌شود (Jones *et al*., 2004). در پژوهشی دیگر کاربرد میزان ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید هیومیک به خاک موجب افزایش طول هیپوکوتیل، قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک، میزان عنصرهای غذایی و عملکرد گیاه فلفل شد (Turkmen *et al*., 2005).

برخی پژوهشگران (Arancon *et al*., 2007) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، هیومیک، فولویک و دیگر اسیدهای آلی استخراج‌شده از ورمی کمپوست یا تولیدشده توسط ریزجانداران می‌تواند موجب تحریک رشد گیاهان شود. افزایش شمار برگ گوجه‌فرنگی با کاربرد ورمی‌کمپوست توسط (Azarmi *et al*., 2009) گزارش شده است. در پژوهشی بیشترین عملکرد اندام‌های هوایی اسفناج با کاربرد ۱۰درصد وزنی ورمی‌کمپوست توسط (Sheikhi & Ronaghi, 2013) گزارش شد. نتایج بررسی‌های برخی تحقیقات از افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی، وزن خشک ریشه، شمار گل، شمار برگ، قطر گل و ارتفاع نهایی گل اطلسی با کاربرد زئولیت و ورمی‌کمپوست حکایت دارد (Hamidpour *et al*., 2013).

شاخص سبزینگی برگ

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد، کاربرد بسترهای کاشت، اسید هیومیک و برهمکنش این دو بر شاخص سبزینگی برگ پرتقال والنسیا در سطح احتمال ۱درصد معنی‌داری بود (جدول ۴). نتایج ارائه‌شده در شکل ۱ نشان می‌دهد، کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش شاخص سبزینگی برگ پرتقال والنسیا شد. گیاهان کاشته شده در بستر خاک + زئولیت + ورمی‌کمپوست و همچنین خاک + ورمی‌کمپوست و کاربرد ۷/۵گرم در لیتر اسید هیومیک بیشترین شاخص سبزینگی برگ را در مقایسه با دیگر تیمارها نشان دادند. همچنین کمترین میزان شاخص سبزینگی برگ در گیاهان کاشته شده در بستر خاک و بدون کاربرد اسید هیومیک به دست آمد. افزایش میزان سبزینهٔ برگ با کاربرد اسید هیومیک در گل رز (Dastyaran & Hosseini Farahi, 2015)، توت‌فرنگی (Hosseini Farahi *et al*., 2015)، فلفل (Karakurt *et al*., 2008) و انگور (Mohamadinea *et al*., 2015) گزارش شده است.

افزایش میزان سبزینه در گیاهان کاشته شده در بستر کشت حاوی ورمی‌کمپوست به دلیل افزایش جذب نیتروژن است (Joshi *et al*., 2015; Taleshi *et al*., 2011). افزایش سبزینهٔ a، سبزینهٔ کل و کاروتنوئید در برگ گیاه دارویی استویا با افزودن ۲۰درصد ورمی‌کمپوست به محیط کشت گزارش شده است (Yosefi Shiadeh *et al*., 2015). همچنین افزایش میزان سبزینهٔa و b در گیاه *Andrographis paniculata* (Vijaya *et al*., 2008)، گوجه‌فرنگی (Azarmi *et al*. 2009)، و گل لیلیوم (Mirakalaei *et al*., 2013) با کاربرد ورمی‌کمپوست در نتایج بررسی‌های دیگر گزارش شده است.

در پژوهشی کاربرد اسید هیومیک به‌صورت خاکی در غلظت ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر و محلول‌پاشی در غلظت ۴۵ میلی‌گرم در لیتر برای افزایش رشد، غلظت عنصرهای غذایی، میزان سبزینه و افزایش عملکرد گیاه نخود در خاک‌های آهکی توصیه شده است (Khan *et al*., 2013) که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

وزن تر و خشک ریشه

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد، کاربرد بسترهای مختلف کاشت، اسید هیومیک و برهمکنش این دو بر وزن تر و

Archive of SID

www.SID.ir

خشک ریشه پرتقال والنسیا در سطح احتمال ۱درصد معنی‌داری بود (جدول ۴). در این پژوهش کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش وزن تر و خشک ریشه شد. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان می‌دهد، گیاهان کاشته شده در بستر خاک+ زئولیت+ ورمی‌کمپوست و کاربرد ۷/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک بیشترین میزان وزن تر ریشه را در مقایسه با دیگر تیمارها نشان داد. همچنین کمترین وزن تر و خشک ریشه به ترتیب در گیاهان کاشته شده در بستر خاک و زئولیت بدون کاربرد اسید هیومیک به دست آمد (شکل‌های ۲ و ۳).

افزایش وزن خشک ریشه و ساقه ذرت و گندم با کاربرد اسید هیومیک توسط Sharif *et al.* (2002) و Delfine *et al.* (2005) گزارش شده است. در نتایج یک آزمایش مزرعه‌ای پژوهشگران گزارش کردند، اسید هیومیک متوسط عملکرد گوجه‌فرنگی و پنبه را به ترتیب به میزان ۱۰ و ۱۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داد و همچنین در رقم‌های مختلف انگور افزایش عملکرد از ۳ تا ۷۰ درصد نسبت به شاهد گزارش شد (Brown *et al.*, 1993). نتایج دیگر تحقیقات نشان داد، سرعت نورساخت (فتوسنتز) و میزان زیست‌تودهٔ ریشه در گیاه بنت گراس به‌طور معنی‌داری با افزایش غلظت اسید هیومیک افزایش یافت. نتایج این پژوهش با همهٔ نتایج یادشده همخوانی دارد. در نتایج پژوهشی دیگر، رشد بهتر گیاهان و افزایش عملکرد برگ گیاه دارویی استویا با افزودن ۲۰درصد ورمی‌کمپوست به محیط کشت گزارش شده است (Yosefi Shiadeh *et al.*, 2015).

افزایش جوانه‌زنی بذر، طول ساقه، شمار برگ، سطح برگ، وزن خشک برگ، طول ریشه، شمار ریشه، عملکرد کل، شمار میوه در بوته، میزان عنصرهای پرمصرف و کم‌مصرف، درصد کربوهیدرات‌ها، درصد پروتئین و کیفیت میوه و بذر با کاربرد ورمی‌کمپوست گزارش شده است (Joshi *et al.*, 2015). همچنین افزایش وزن تر و خشک ریشه و اندام‌های هوایی گیاه عروسک پشت‌پرده با کاربرد ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست به محیط کشت پرلایت و کوکوپیت توسط (Mohammadi *et al.*, 2015) گزارش شده است.

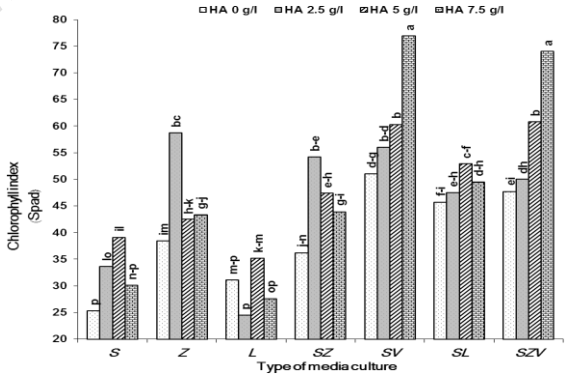
جدول ۴. تجزیهٔ واریانس تأثیر اسید هیومیک و بسترهای مختلف کشت بر ویژگی‌های کیفی و میزان جذب عنصرهای کانی برگ نهال پرتقال والنسیا

Table 4. Analysis variance of humic acid and media culture on qualitative properties and mineral absorption in the leaf of orange cv. Valencia

Source of Variation	df	Chlorophyll index (SPAD)	Root fresh weight	Root dry weight	Potassium content	Phosphorus content
Replication	2	13.53^{ns}	0.04^{ns}	0.06^{ns}	0.001^{ns}	0.001^{ns}
Humic Acid (HA)	3	425.58^{**}	963.78^{**}	301.80^{**}	0.56^{**}	1.99^{**}
Media Culture (MC)	6	1692.91^{**}	437.72^{**}	223.54^{**}	0.58^{**}	1.26^{**}
HA*MC	18	164.12^{**}	136.83^{**}	41.88^{**}	0.04^{**}	1.31^{**}
Error	54	11.05	0.21	0.12	0.02	0.01
CV (%)		7.25	0.71	1.31	3.54	4.31

ns عدم معنی‌داری، * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱درصد.

ns: Non significant, *, **: Significant at the 5 and 1% probability levels, respectively.

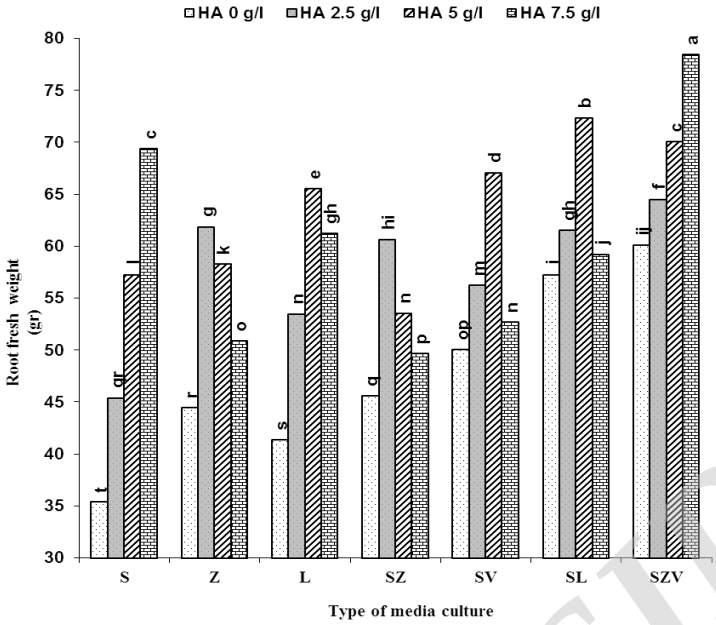


شکل ۱. برهمکنش بستر کاشت و اسید هیومیک بر شاخص سبزینگی برگ نهال پرتقال والنسیا. ستون‌های دارای حرف‌های یکسان اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۱درصد ندارند.

Figure 1. Interaction of media culture and humic acid on chlorophyll index of orange seedling cv Valencia. Column with the same letters are not significantly different at 1% probability level.S=Soil. Z=Zeolite. L=Leafmold. SZ=Soil + Zeolite. SV= Soil+ Vermicompost. SL=Soil+Leafmold. SZV=Soil+ Zeolite+Vermicompost.

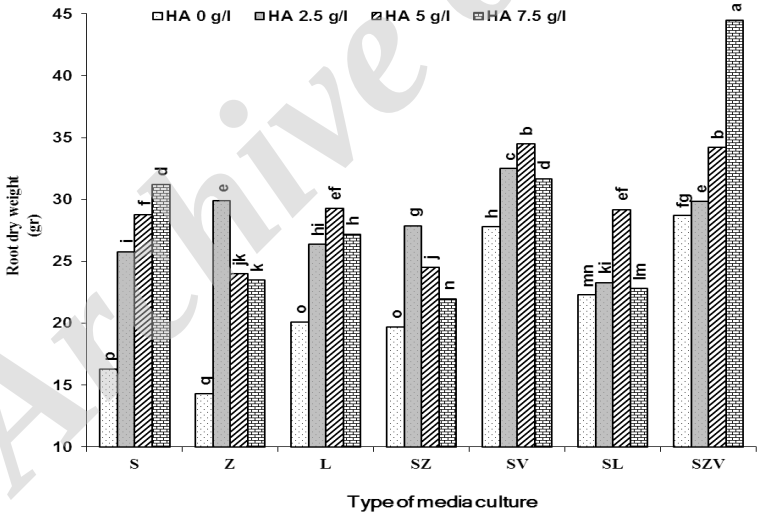
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲. برهمکنش بستر کاشت و اسید هیومیک بر وزن تر ریشهٔ نهال پرتقال والنسیا. ستون‌های دارای حرف‌های یکسان اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۱درصد ندارند.

Figure 2. Interaction of media culture and humic acid on root fresh weight of orange seedling cv Valencia. Column with the same letters are not significantly different at 1% probability level.S=Soil. Z=Zeolite. L=Leafmold. SZ=Soil + Zeolite. SV= Soil+ Vermicompost. SL=Soil+Leafmold. SZV=Soil+ Zeolite+Vermicompost



شکل ۳. برهمکنش بستر کاشت و اسید هیومیک بر وزن خشک ریشهٔ نهال پرتقال والنسیا. ستون‌های دارای حرف‌های یکسان اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۱درصد ندارند.

Figure 3. Interaction of media culture and humic acid on root dry weight of orange seedling cv. Valencia. Column with the same letters are not significantly different at 1% probability level.S=Soil. Z=Zeolite. L=Leafmold. SZ=Soil + Zeolite. SV= Soil+ Vermicompost. SL=Soil+Leafmold. SZV=Soil+ Zeolite+Vermicompost

میزان پتاسیم و فسفر برگ

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد، کاربرد بسترهای مختلف کاشت، اسید هیومیک و برهمکنش این دو بر میزان جذب فسفر و پتاسیم برگ پرتقال والنسیا در سطح احتمال ۱درصد معنی‌داری بود (جدول ۴). با افزایش غلظت اسید هیومیک میزان جذب این دو عنصر در برگ افزایش معنی‌داری را نشان داد. همچنین بسترهای مختلف کشت نیز تأثیر معنی‌داری

Archive of SID

www.SID.ir

بر میزان جذب این دو عنصر نشان دادند. گیاهان کاشته شده در بستر خاک + زئولیت + ورمی‌کمپوست و کاربرد ۷/۵گرم در لیتر اسید هیومیک بیشترین میزان فسفر و پتاسیم برگ را در مقایسه با دیگر تیمارها نشان دادند. همچنین گیاهان کاشته شده در بستر زئولیت تنها و خاک تنها بدون کاربرد هیومیک اسید کمترین میزان فسفر و پتاسیم برگ را نشان دادند (شکل‌های ۴ و ۵).

کاربرد مواد آلی ورمی‌کمپوست و کود دامی در بستر کشت می‌تواند ضمن بهبود دانه‌بندی، تخلخل، نفوذپذیری و تهویهٔ محیط کشت به نگهداری مواد غذایی کمک کند. برخی پژوهشگران افزایش جذب عنصرهای کانی در محیط کشت حاوی ورمی‌کمپوست را به دلیل افزایش فراهمی عنصرهای غذایی و افزایش رشد گیاه گزارش کرده‌اند (Hamidpour *et al*., 2013). محیط کشت ورمی‌کمپوست می‌تواند فسفر را به فرم قابل دسترس برای گیاه تبدیل کند (Rienecke & Vilijoen, 1990). ورمی‌کمپوست جذب فسفر را از راه افزایش انحلال فسفر به‌واسطهٔ فعال‌سازی ریزجانداران یا ترشح اسیدهای آلی مانند اسیدسیتریک، اسیدگلوتامیک، اسیداگزالیک، اسیدلاکتیک، اسیدمالیک، فوماریک اسید و یا تحریک فسفاتاز افزایش می‌دهد (Atiyeh *et al*., 2000a; Busato *et al*., 2012). ورمی‌کمپوست باعث معرفی ریزجانداران در محیط فراریشهٔ (ریزوسفر) گیاهان می‌شود که منجر به بیشتر در دسترس بودن نیتروژن و پتاسیم به‌وسیلهٔ تثبیت زیستی (بیولوژیکی) نیتروژن و حل شدن زیستی فسفر می‌شود (Mycin *et al*., 2010). ورمی‌کمپوست با میزان بالای ترکیب‌های شبه هورمونی باعث فعال شدن ریزجانداران و آنزیم‌ها می‌شود و تا حد زیادی در افزایش باروری شیمیایی خاک‌های تخریب‌شده به‌وسیلهٔ کشت متراکم، آلودگی و عامل‌های محیطی مشارکت می‌کند (Perucci, 1992). ورمی‌کمپوست باعث بهبود محیط خاک شده و منجر به جذب بهتر پتاسیم می‌شود (Mycin *et al*., 2010). حل شدن مواد غذایی و میکروبی تولیدشده در ورمی‌کمپوست می‌تواند جذب عنصرهای غذایی از برگ و خاک را افزایش دهد (Xu *et al*., 2007; Ingham, 2005). همچنین Bachman & Metzger (2008) افزایش رشد گل همیشه‌بهار را به دلیل بیشتر بودن فراهمی عنصرهای غذایی مانند ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیوم و همچنین عنصرهای کم‌مصرف در بسترهای حاوی ورمی‌کمپوست گزارش کرده‌اند.

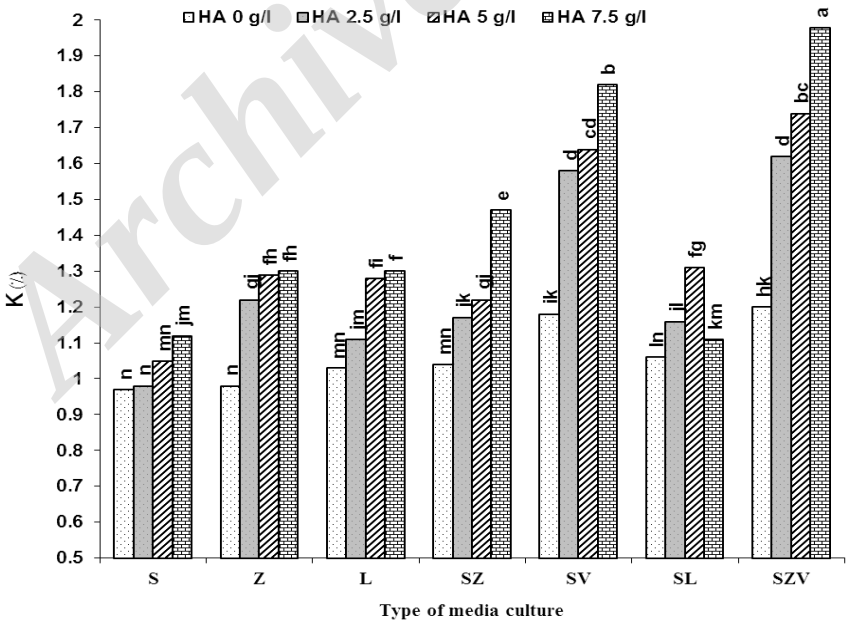
در پژوهشی کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، سدیم، منگنز و منیزیم در اندام‌های هوایی اسفناج (Sheikhi & Ronaghi, 2013) و گل شمعدانی (Chand *et al*., 2011)، پتاسیم و فسفر در گل جعفری آفریقایی (Paul & Bhattacharya, 2012)، و نیتروژن، فسفر، کلسیم، آهن، روی، مس و منگنز در دانهال پسته (Nadi *et al*., 2011) و نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز در گوجه‌فرنگی (Rasouli-Sadaghiani *et al*., 2016; Hu & Barker, 2004) شد. همچنین افزایش جذب عنصرهای کانی با کاربرد ورمی‌کمپوست در محیط کشت در گیاه کلم *Brassica rapa*, cv Bonsai (Pant *et al*., 2009)، گیاه شمعدانی (Chand *et al*., 2011) و بادام‌زمینی (Mycin *et al*., 2010) نیز گزارش شده است. در این زمینه (Peyvast *et al*., 2008) در نتایج بررسی‌های خود بیان کردند، با افزایش سطح ورمی‌کمپوست، میزان فسفر برگ افزایش معنی‌داری پیدا کرد. همچنین نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش (Mamizadeh *et al*., 2011) روی سویا نشان داده است، اثر متقابل سه عامل کود گوگرد، ورمی‌کمپوست و باکتری تیوباسیلوس روی فسفر قابل جذب خاک معنی‌دار است. در نتایج پژوهشی (Khoshkhoie *et al*., 2007) گزارش دادند، استفاده از زئولیت موجب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، کاهش آبشویی، افزایش نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم گل جعفری شد. افزایش جذب عنصرهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم و همچنین افزایش درصد اسانس و عملکرد اسانس گیاه دارویی بابونه با کاربرد کودهای زیستی، آلی و زئولیت گزارش شده است (Salehi *et al*., 2011). افزایش غلظت عنصرهای نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم و کلسیم در گل اطلسی با کاربرد زئولیت و

Archive of SID

www.SID.ir

ورمی‌کمپوست توسط (Hamidpour *et al*., 2013) گزارش شد که یافته‌های این پژوهش را تائید می‌کند.

از اثر مستقیم و غیرمستقیم مواد هیومیکی می‌توان به ساخت پروتئین، فعالیت شبه هورمونی گیاه، تحریک نورساختی، تغییر فعالیت آنزیم‌ها، حل کردن و جذب عنصرهای کم‌مصرف و پرمصرف، کاهش سطوح فعال عنصرهای سمی و افزایش جمعیت میکروبی خاک اشاره کرد. همچنین مواد هیومیکی به‌عنوان یک جمع‌کنندهٔ خوب عنصرهای سمی معرفی شده است (Sinha & Bhattacharyya, 2011). نتایج برخی بررسی‌های گذشته نشان می‌دهد، اسیدهیومیک می‌تواند به‌عنوان یک تنظیم‌کنندهٔ رشد برای تنظیم سطوح هورمون، بهبود رشد گیاه و افزایش مقاومت به تنش‌ها استفاده شود (Cimrin *et al*., 2010). اسیدهیومیک تأثیر سودمندی روی خاک و گیاه دارد و با کلات کردن عنصرهای ضروری سبب افزایش جذب آن‌ها شده و باروری خاک و عملکرد گیاهان را افزایش می‌دهد (Liu & Cooper, 2000). اسید هیومیک با اسیدی کردن خاک سبب آسانگری در انحلال فسفر و پتاسیم شده و میزان دسترسی به عنصرهای غذایی را افزایش می‌دهد. افزایش شبکهٔ ریشه‌ها و محیط ریشه سبب جذب بهتر برخی عنصرها مانند پتاسیم یا فسفر می‌شود (Sanchez–Sanchez *et al*., 2002). به نظر می‌رسد فعال شدن پمپ پرتون غشاء پاسخ اولیهٔ اسید هیومیک در جذب عنصرهای غذایی باشد (Pinton *et al*., 1999). افزایش جذب عنصرهای کانی گیاه نعناع در کشت توأم با پرورش ماهی یا آبزی‌پروری (آکواپونیک) توسط Roosta *et al*. (2016) گزارش شده است. در یک آزمایش کاربرد مواد هیومیکی رشد ساقه و انباشتگی پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن را در برگ‌های زیتون افزایش داد (Fernandez–Escobar *et al*., 1996). همچنین بیشترین درصد پتاسیم برگ لوبیا در کاربرد محلول‌پاشی اسید هیومیک با غلظت ۱ درصد به دست آمد (Nasoti Miandoab *et al*., 2011). افزایش جذب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر در کاربرد اسید هیومیک توسط Nejadzamanravari *et al*. (2013) نیز گزارش شده است.

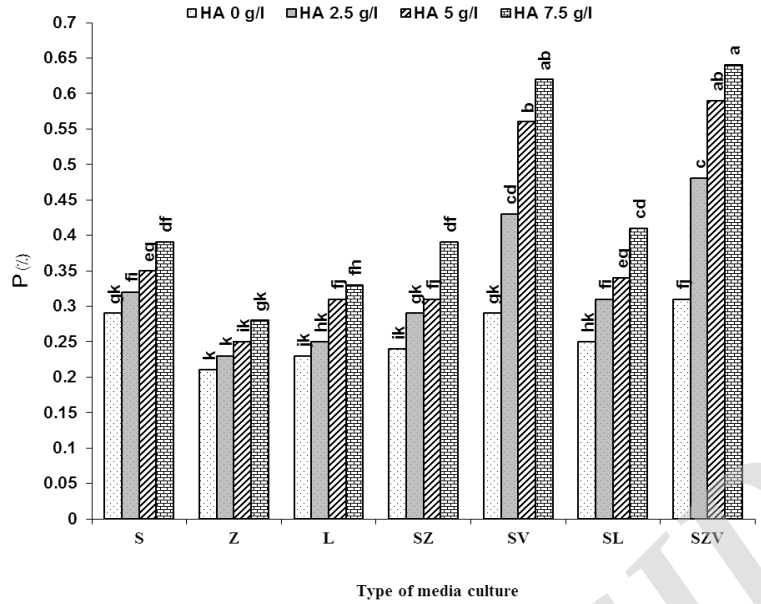


شکل ۴. برهمکنش بستر کاشت و اسید هیومیک بر میزان پتاسیم برگ نهال پرتقال والنسیا. ستون‌های دارای حرف‌های یکسان اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۱درصد ندارند.

Figure 4. Interaction of media culture and humic acid on K concentration of orange seedling cv. Valencia. Column with the same letters are not significantly different at 1% probability level.S=Soil. Z=Zeolite. L=Leafmold. SZ=Soil + Zeolite. SV= Soil+ Vermicompost. SL=Soil+Leafmold. SZV=Soil+ Zeolite+Vermicompost

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵. برهمکنش بستر کاشت و اسید هیومیک بر میزان فسفر برگ نهال پرتقال والنسیا. ستون‌های دارای حرف‌های یکسان اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۱درصد ندارند.

Figure 5. Interaction of media culture and humic acid on P concentration of orange seedling cv. Valencia. Column with the same letters are not significantly different at at 1% probability level.S=Soil. Z=Zeolite. L=Leafmold. SZ=Soil + Zeolite. SV= Soil+ Vermicompost. SL=Soil+Leafmold. SZV=Soil+ Zeolite+Vermicompost

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش نشان داد، کاربرد بستر کشت ترکیبی خاک+زئولیت+ورمی‌کمپوست به دلیل بهبود محیط فراریشهٔ ریشه، افزایش فعالیت ریزجانداران و جذب بهتر عنصرهای غذایی باعث افزایش کیفیت نهال‌های پرتقال در مقایسه با دیگر محیط کشت‌ها شد. همچنین کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش جذب عنصرهای کانی و افزایش فراسنجه‌های رویشی نهال پرتقال می‌شود و به‌طورکلی بهترین کیفیت نهال پرتقال در کاربرد ۵ تا ۷/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک و بستر کشت ترکیبی خاک+ زئولیت+ ورمی‌کمپوست به دست آمد.

REFERENCES

1. Aboutalebi, A., Tafazoly, E., Kholdebarin, B. & Karimian, N. (2007). Effect of Salinity on Concetration and Distribution of Potassium, Sodium and Chloride Ions in Sweet Lime Scion on Five Rootstocks. *Journal of Water and Soil Science*, 11(1), 69-78
2. Ameir, A., Tehanifar, A., Shoor, M. & Davarinejad, G. H. (2011). Effect of cultivars and growing medium on growth charactreritics strawberry in soilless culture system. In: Proceedings of *7th Iranian Horticultural Science Congress*, 5-8 Sep., Technical University of Isfahan, Iran. pp. 1904-1906. (in Farsi)
3. Amjazi, H. & Hamidpour, M. (2012). Effects of phosphorus, vermicompost and natural zeolite on quantitative and qualitative characteristics of Zinnia elegans. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 3(10), 79-87. (in Farsi)
4. Anwar, M., Patra, D. D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A. A. & Khanuja, S. P. S. (2005). Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36(13), 1737-1746.
5. Arancon, N. Q., Edwards, C., Dick, R. & Dick, L. (2007). Vermicompost Tea Production and plant growth impacts. *Biocycle*, 48, 51-52.
6. Arancon, N.Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C. & Metzger, J. D. (2004). Influences of vermi composts on field strawberries. *Bioresource Technology*, 93(2), 145-153.
7. Atiyeh, R. M., Arancon, N. Q., Edwards, C. A. & Metzger, J. D. (2000b). Influence of earthworm-processed pig manureon the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology*, 75, 175-180.

Archive of SID

www.SID.ir

8. Atiyeh, R. M., Subler, S., Edwards, C. A., Bachman, G., Metzger, J. D. & Shuster, W. (2000a). Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia Journal of Soil Ecology*, 44(5), 579-590.
9. Azarmi, R., Giglou, M. T. & Taleshmikail, R. D. (2009). Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field. *African Journal of Biotechnology*, 7(14), 2397-2401.
10. Bachman, C. R. & Metzger, J. D. (2008). Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended withvermicompost. *Bioresource Technology*, 99, 3155-3161.
11. Brown, P. H., Cakmak, I. & Zhrang, Q. (1993). Form and function of zinc in plants, PP: 93-106. In: A.D.Robson (ed). *Zinc in soils and plants*. Kluwer Academic publisher, Dordrect, the Netherland.
12. Busato, J. G., Lima, L. S., Aguiar, N. O., Canellas, L. P. & Olivares, F. L. (2012). Changes in labile phosphorus forms during maturation of vermicompost enriched with phosphorus-solubilizing and diazotrophic bacteria. *Bioresource Technology*, 110, 390-395.
13. Chamani, E., Joyce, D. C. & Reyhanytabar, A. (2008). Vermicompost effects on the growth andflowering of Petunia hybrid 'Dream Neon Rose'. *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environment Science*, 3(3), 506-512.
14. Chand, S., Pandey, A., Anwar, M. & Patra, D. D. (2011). Influence of integrated supply of vermicompost, biofertilizer and inorganic fertilizer on productivity and quality of rose scented geranium (*Pelargonium species*). *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 2(3), 375-382.
15. Chen, Y. & Aviad, T. (1990). Effects of humic substances on plant growth. PP. 161-186. In: MacCarthy *et al*. (Eds.), *Humic Substances in Soil and Crop Science*: Selected Readings. SSSA and ASA, Madison, WI, USA.
16. Cimrin, K. M., Türkmen, O., Turan, M. & Tuncer, B. (2010). Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedlings. *African Journal of Biotechnology*, 9: 5845‑5851.
17. Darzi, M. T., Ghalavand, A., Rejali, F. & Sefidkon, F. (2006). Effect of biofertilizers application on yield and yield components in Fennl (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22(4), 276-292. (in Farsi)
18. Dastyaran, M. & Hosseini Farahi, M. (2015). Effects of humic acid and puterscine on vegetative properties and vase life of rose in soilless culture system. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 5(20), 241-250. (in Farsi)
19. Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E. & Alvino, A. (2005). Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy Sustainable*, 25, 183-191.
20. Dwairi, I. M. (1998). Evaluation of Jordanian zeolite tuff as a controlled slow-releasefertilizer for NH_4. *Environmental Geology*, 34, 1-3.
21. Edwards, C. A. & Burrows, I. (1988). The potential of earthworm composts as plant growth media. PP. 211–219. In: Edwards, C.A. and E.F. Neuhauser (Eds.), *Earthworms in Waste and Environmental Management*, SPB Academic Publ. Co., The Hague, The Netherlands.
22. Eyheraguibel, B., Silvestre, J. & Morard, P. (2008). Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. *Bioresource Technology*, 99, 4206-4212.
23. Faeznia, F. (2004). *Effect of organic compost (Mulch mixed with soil) on soil fertility and wheat growth*. Msc. Thesis. Faculty of Agricultural Science University, Gorgan, Iran. (in Farsi)
24. Fallahi, E., Fallahi, B. & Seyedbagheri, M. M. (2006). Influuence of humic substances and nitrogen on yield, fruit quality, and leaf mineral elements of 'Early Spur Rome' apple. *Journal of Plant Nutrition*, 29, 1819-1833.
25. Fernandez–Escobar, R., Benlloch, M., Barranco, D., Duenas, A. & GuterrezGanan, J. A. (1996). Responseof olive trees to foliar application of humic substance extracted from leonardite. *Scintia Horticulturae*, 66, 191-200.
26. Gholizadeh, A., Esfahan, M. & Azizi, M. (2006). The study on the effect of different levels of zeolit and water stress on charactristics and quality of moldavian. Balm. *Pajouhesh & Sazandegi*, 73, 96-102. (in Farsi)
27. Hamidpour, M., Fathi, S. & Roosta, H. (2013).Effects of zeolite and vermicompost on growth characteristics and concentration of some nutrients in Petunia hybrida. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 4(13), 95-103. (in Farsi)
28. Hayes, M. & Clap, C. E. (2001). Humic substances: consideration of composition, aspect of structure and environment influences, *Soil Science*, 166, 723-737.
29. Hidlago, P. R., Matta, F. B. & Harkess, R. L. (2006). Physical and chemical properties of substratescontaining earthworm castings and effects on marigold growth, *Hort Science*, 41, 1474-1476.
30. Hosseini Farahi, M., Ameri Fahliani, R. & Yosefi, F. (2015). Effects of humic acid and fertilizer containing calcium and boron (Calboron) on vegetative and reproductive properties of strawberry in soil-less culture system. *Journal of Plant Ecophysiology*. 7(21), 235-250. (in Farsi)

Archive of SID

www.SID.ir

31. Hu, Y. & Barker, A. V. (2004). Effects of composts and their combinations with other materials on nutrient accumulation in tomato leaves. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 35, 2809-2823.
32. Ingham, E. (2005). *The compost tea brewing manual; latest methods and research*. Soil Foodweb Incorporated. Fifth Edition, Corvallis, Oregon, 91 page.
33. Jat, R. S. & Ahlawat, I. P. S. (2004). Effect of vermicompost, biofertilizer and phosphorus on growth, yield and nutrient uptake by gram (*Cicera arietinum*) and their residual effect on fodder maize (*Zea mays*), *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 74(7), 359-361.
34. Jones, C. A., Jacobsen, J. S. & Mugaas, A. (2004). E*ffect of humic acid phosphorus availability andspring wheat yield*. Fertilizer Facts, No.32, Extension service, Montana State University, USA.
35. Joshi, R., Singh, J. & Pal Vig, A. (2015). Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 14(1), 137-159.
36. Karakurt. Y., Unlu, H. & Padem, H. (2008). The influence of foliar and soil fertilization humic acid on yield and quality of pepper. *Journal of Plant & Soil Science*, 59(3), 233- 237.
37. Khan, A., Gurmani, R., Urman, A., Muhammad, F., Khan Hussain, Z., Ehsan Akhtar, M. & Khan, S. (2013). Effect of humic acid on the growth, yield, nutrient composition, photosynthetic pigment and total sugar contents of peas (*Pisum Sativum* L.). *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 35(1), 206-211.
38. Khasa, D. P., Fung, M. & Logan, B. (2005). Early growth response of container- grown selected woody borealseedlings in amended composite tailings and tailings sand. *Bioresource Technology*, 96, 857-864.
39. Khoshbakht, D., Shakeri, F., Modares, P. & Baninasb, F. (2007). Effect of zeolite application on improvement of growth and yield of radish. In: Proceedings of *5th Iranian Horticultural Science Congress*, 3-6 Sep., Karaj, Iran. (in Farsi)
40. Khoshkhoie, M., Eshghi, S., Farahmand, H. & Nazari, F. (2007). Application of different ratios of natural zeolite and etephone on Shiraz Narcius (*Narcissus tazetta*). In: Proceedings of *5th Iranian Horticultural Science Congress*, 3-6 Sep., Karaj, Iran. (in Farsi)
41. Krishnamoorthy, R.V. & Vajranabhaian, S. N. (1986). Biological activity of earthworm casts. An assessment of plant growth promotes or levels in the casts. *Proceedings of Indian Academy of Sciences (Animal Science)*, 95(3), 341-351.
42. Liu, C. & Cooper, R. J. (2000). Humic substances influence creeping bentgrass growth, *Golf Course Management*, pp. 49-53.
43. Madani, H., Hossedinkhani, A. & Sajedi, N. A. (2009). Study the effects of potassium sulfate and zeolite on potato yield and its components in Arak. *Journal of New Finding in Agriculture*, 4, 379-390. (in Farsi)
44. MahboubKhomami, A. (2008). The effects of kind and rate of vermicompost in pot medium on the growth of Ficus bengamina. *Seed and Plant*, 24(2), 333-346. (in Farsi)
45. Makode, P. M. (2015). Effect of vermicompost on the growth of Indian orange, *Citrus reticulatus* with reference to its quality and quantity. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 8(2), 217-220.
46. Mamizadeh, Z., Shahsavani, S. H., Gharenjebic, S. H. & Gholami, A. (2011). Investigation the effect of different ration of sulphor, vermicompost, *Bacilius bactria* on to increase the absorption of phosphorus in the soil. In: Proceedings of *1st National Congress on Science and New Technolog*, 10-11 Sep., Zanjan University, Iran. (in Farsi)
47. Mirakalaei, S. M. M., Ardebill, Z. O. & Mostafavi, M. (2013). The effects of different organic fertilizers on the growth of lilies (*Lillium longiflorum*). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 4(1), 181-186.
48. Mirzaei Talarposhti, R., Cambozia, J., Sabahi, H. & Damghani, A. (2009). Effect of organic fertilizers application on physical and chemical properties of soil and crop yield and dry matter of tomato. *Iranian Journal of Agronomy Researchers*, 1, 257-267. (in Farsi)
49. Mohamadinea, G., Hosseini Farahi, M. & Dastyaran, M. (2015). Comparison of Humic acid soil drench and foliar application on fruit set, yield and quantitative and qualitative properties of grape cv Askari. *Agricultural Communications*, 3(2), 21-27.
50. Mohammadi, H, Tabrizi, L. & Salehi, R. (2015). Effect of different ratio of vermicompost in growth media on seedling development of gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *Iranian Journal of Horticultural Science*, 45(4), 383-390. (in Farsi)
51. Mycin, T. R., Lenin, M., Selvakumar, G. & Thangadurai, R. (2010). Growth and nutrient content variation of groundnut *Arachis hypogaea* L. under vermicompost application. *Journal of Expremental Science*, 1(8), 12-16.
52. Nadi, M., Golchin, A., Mozafari, V. Saeidi, T. & Sedaghati, E. (2011). The Effects of different vermicomposts on the growth and chemical composition of the pistachio seedlings. *Journal of Research in Agricultural Science*, 7(1), 59-69.

Archive of SID

www.SID.ir

53. Nasoti Miandoab, R., Samavat, S. & Tehrani, M. M. (2011). The effect of humic acid liquid fertilizer on the concentration of potassium in the aerial beans. In: Proceedings of *1st National Congress on Science and New Technolog*, 10-11 Sep., Zanjan University, Iran. (in Farsi)
54. Nejadzamanravari, N., Ladanmoghadam, A. & Orfaghi ardabili, Z. (2013). Effects of humic acid and vermicompost on the macro elements in *Polianthes tuberosa*var.thepreal. In: Proceedings of *1st National symposium on Agricultural and Sustainable Natural Resource*, 21 Dec., Institute of Mehra Arvand, Tehran, Iran. (in Farsi)
55. Ostos, J. C., Lopez-Garrido, R., Murillo, J. M. & Lopez, R. (2008). Substitution of peat for municipal soild waste- andsewage sludge-based composts in nursery growing media: Effect on growth and nutrition of the native shrub *Pistacia lentiscus* L.. *Bioresource Technology*, 99, 1793-1800.
56. Padem, H., Ocal, A. & Alan, R. (1999). Effect of humic acid added to foliar fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and pepper seedlings, *ISHS Acta Horticulturae*, 491, 241-246.
57. Pant, A. P., Radovich, T. J. K., Hue, N. V., Talcott, S. T. & Krenek, K. A. (2009). Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertilizer. *Journal of Science Food Agriculture*, 89(14), 2383-2392.
58. Paul, S. & Bhattacharya, S. S. (2012). Vermicomposted water hyacinth enhances growth and yield of marigold by improving nutrient availability in soils of north bank plain of Assam. *Research & Reviews: Journal of Agricultural Science & Technology*, 2(1), 36-46.
59. Perucci, P. (1992). Enzymes activity and microbial biomass in field soil amended with municipal refuse. *Biology and Fertility of Soils*, 14, 54-60.
60. Peyvast, G. H., Olfati, J. A., Madani, S. & Forghani, A. (2008). Effect of Vermicompost on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6(1), 110-113. (in Farsi)
61. Pinton, R., Cesco, S., Iacolettig, G., Astolfi, S. & 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.
62. Rahimi, M. & Kavoosi, M. (2003). Effect of zeolite on rice yield. In: Proceedings of 8th *Iranian Soil Science Congress*, 1-3 Sep., Guilan University, Rasht, Iran. (in Farsi)
63. Rahmaniasl, M., Khorasani, R. & Fotovat, A. (2014). Effects of humic acid and nitrogen on corn yield under water stress conditions. In: Proceedings of *2th National Congress on Medicinal Plants and Sustinable Agricultural*, 21 Aug., University of Shahid Mofateh Hamadan. (in Farsi)
64. Ranjbar chobeh, M., Esfahani, M., Kavoosi, M. & Yazdan, M. R. (2004). Effect of irrigation and the use of natural zeolite on the yield and quality of tobacco Cooker 347. *Buliten of Agricultural Researchs*, 1(2), 71-84. (in Farsi)
65. Rasouli-Sadaghiani, M., Moradi, N. & Hamzenejhad, R. (2016). The effect of type and ratio of vermicompost on selected growth indices and nutrients content of tomato at greenhouse conditions. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 6(24), 115-128. (In Farsi)
66. Rienecke, A. J. & Vilijoen, S. A. (1990). The influence of feeding patterns on growth and reproduction of the vermicomposting earthworm *Eisenia fetida* (Oligochaeta). *Biology and Fertility of Soils*, 10(3), 184-187.
67. Román, R. C., Fortún, De. Sá., GarcíaLópez, M. E. & Almendros, G. (2003). Successful soil remediation and reforestationof a calcic regosol amended with composted urban waste, *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 17, 297-311.
68. Roosta, H., Hosseinkhan, I. M. & Vakili Shahrbabaki, M. (2016). Effects of foliar application of nano-fertile fertilizer containing humic acid on growth, yield and nutrient concentration of mint (*Mentha sativa*) in aquaponic system. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 6(24), 1-10. (in Farsi)
69. Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F. & Asgharzade, A. (2011). The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(2), 88-201. (in Farsi)
70. Samavat, S. & Malakuti, M. (2005). Important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions, *Water and Soil Researchers Technical Issue*, 463, 1-13. (in Farsi)
71. Sanchez–Sanchez, A., Sanchez–Anderu, J., Juarez, M., Jorda, J. & Bermudez, D. (2002). Humicsubstances and Amino acid improve effectiveness of Chelate FeEDDHA in Lemons trees. *Journal of Plant Nutrition*, 25(11), 2433-2442.
72. Sangeetha, M., Singaram, P. & Uma Devi, R. (2006). Effect of lignite humic acid and fertilizer on yield of onion and nutrient availability. In: Proceedings of *18th World Congress of Soil Science*, 9-15 Jul., Philadelphia, Pennsylvania, USA.

Archive of SID

www.SID.ir

73. Scott, M. A. (1988). The use of worm-digested animal wastes as a supplement to peat in loamless composts for hardy nursery stocks. PP. 221-229. In: Edwards, C.A. and E. Neuhauser (Eds.), *Earthworm in Waste and Environmental Management*, SPB Academic Press, The Netherlands.
74. Shadanpour, F., MohammadiTorkashvand, A. & HashemiMajd, K. (2011). The effect of cow manure vermicompost as the planting medium on the growth of Marigold, *Annals of Biological Research*, 2 (6), 109- 115. (in Farsi)
75. Sharif, M., Khattak, R. A. & Sarir, M. S. (2002). Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. *Communication in Soil Science and Plant Analaysis*, 33, 3567-3580.
76. Sheikhi, J. & Ronaghi, A. (2013). Effect of salinity and vermicompost application on nutrients concentration and yield of spinach cv. Virofly in a calcareous soil. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*. 4(13), 81-93. (in Farsi)
77. Shibu, M. E., Leffelaar, P. A., Van Keulen, H. & Aggarwal, P. K. (2006). Quantitative description of soil organic matter dynamics-A review of approaches with reference to rice-based cropping systems, *Geoderma*, 137, 1-18.
78. Sinha, B. & Bhattacharyya, K. (2011). Retention and release isotherm of arsenic in arsenic–humic/fulvic equilibrium study. *Biology* and *Fertility* of *Soils*, 47, 815-822.
79. Taleshi, K., Shokoh-far, A., Rafiee, M., Noormahamadi, G. & Sakinejhad, T. (2011) Effect of vermicompost and nitrogen levels on yield and yield component of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under late season drought stress. *International Journal of Agronomy & Plant Production*, 2(1), 15-22. Tichy, V. & Phuong, H. K. (1975). On the character of biological effect of humic acids. *Humus Planta*, 6, 379-382.
80. Tomati, U. & Galli. E. (1995). Earthworms, soil fertility and plant productivity. *Acta Zoologica Fennica*, 196, 11-14. 38.
81. Trautmann, N. M. & Krasny, M. E. (1997). Composting in the classroom. Available at: http://cwwi.css.cornell.edu/chapter 1.pdf
82. Tomati, U., Grappelli, A. & Galli, E. (1987). The presence of growth regulators in earthworm-worked wastes. In: Bonvicini Paglioi, A.M., Omodeo, P. (Eds.), On Earthworms. In: Proceedings of *International Symposium on Earthworms.* Selected Symposia and Monographs. Unione Zoologica Italiana, 2, Mucchi, Modena, pp. 423435.
83. Tsakaldimi, M. (2006). Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) core and rice hulls as components of container media for growing (*Pinus halepensis* M.) seedlings. *Bioresource Technology*, 97, 1631-1639.
84. Turkmen, O., Demir, S., Sensoy, S. & Dursun, A. (2005). Effect of arbuscularmycorrhizal fungus and humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. *Journal of Biological Science*, 5, 568-574.
85. Vijaya, D., Padmadevi, S. N., Vasanda, S., Meerabhai, R. S. & Chellapandi, P. (2008) Vermicompost induced changes in growth and development of *Lilium Asiatic* hybrid var. Navona. *Journal of Organic System*, 3(2), 51-56.
86. Xu, H. L., Wang, X. & Wang, J. (2001). Effect of a microbial inoculant on stomatal response of *maize leaves*. *Journal of Crop Production*, 3(1), 235-243.
87. Yosefi Shiadeh, S., Chalavi, V. & Zangi, S. (2015). The effect of different levels of vermicompost and photoperiod on greenhouse production of medicinal plant stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 6(21), 31-39.

Archive of SID

www.SID.ir