نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲، ص. ۳۹۳-۳۸۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 27, No. 4, Winter 2014, P. 383-393
ISSN: 2008 - 4730

تاثیر ورمی‌کمپوست بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی

پروانه ابریشم‌چی[1*] - علی گنجعلی[2] - عبداله بیک خورمیزی[3] - امیر آوان[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۴/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۱۹

چکیده

دو آزمایش جداگانه، با هدف بررسی تاثیر ورمی‌کمپوست و عصاره آبی حاصل از آن بر صفات مربوط به جوانه‌زنی و رشد رویشی ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی انجام شد. در آزمایش اول عصاره ورمی‌کمپوست با غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۵، ۷/۵، ۱۰ و ۱۰۰ درصد (حجمی-حجمی) به همراه شاهد (آب مقطر) بر جوانه‌زنی دو رقم گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر روز شمارش شد و برداشت از نمونه‌ها پس از یک هفته صورت گرفت. سپس درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه تعیین شدند. در آزمایش دوم نسبت‌های حجمی مختلف ورمی‌کمپوست: ماسه (شامل: ۱۰۰:۰؛ ۹۰:۱۰؛ ۸۰:۲۰؛ ۶۰:۴۰؛ ۴۰:۶۰؛ ۲۰:۸۰ و ۱۰۰: ۰)، بر رشد گیاهچه‌ای ارقام گوجه-فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. بذرها در گلدان‌های پلاستیکی کاشته و نمونه‌برداری از گیاهچه‌ها ۲۲ روز پس از کاشت انجام شد. هر دو آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. نتایج حاصل از آزمایش‌ها نشان داد که عصاره ورمی‌کمپوست نتوانست رشد رویشی ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی را بهبود بخشد، اما کاربرد نسبت‌های حجمی ورمی کمپوست، تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه، سطح و وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، سطح، قطر و وزن خشک ریشه‌ها و میزان عناصر پتاسیم، کلسیم و فسفر برگ گوجه‌فرنگی داشت. نتایج مؤید این بود که کاربرد نسبت‌های پایین ورمی‌کمپوست، اثرات بیشتری بر رشد گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی دارد، به طوری که بیشترین تاثیر ورمی‌کمپوست در نسبت‌های ۲۰ و ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست به ترتیب برای ارقام سوپراوربینا و موبیل ثبت شد. در این آزمایش نسبت‌های بالای ورمی‌کمپوست تاثیر منفی بر رشد گیاچه‌های گوجه‌فرنگی داشت.

واژه‌های کلیدی: رشد رویشی، جوانه‌زنی، گوجه‌فرنگی، ورمی‌کمپوست

مقدمه

در دهه‌های اخیر، مصرف مواد شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب اُفت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک‌ها گردیده است (۳۴). ورمی‌کمپوست نوعی کمپوست است که طی یک فرایند غیر حرارتی به وسیله کرم تولید می‌شود (۲۴). این کود آلی حاوی میکروأُرگانیسم‌های هوازی مفید مانند ازتوباکترها و عاری از باکتری‌های غیر هوازی، قارچ‌ها و میکروأُرگانیسم‌های پاتوژن می‌باشد. وجود خلل و فرج فراوان در این کمپوست، ظرفیت تهویه، زه‌کشی و نگه‌داری آب را در آن تقویت کرده است (۷). همچنین ورمی‌کمپوست دارای هومات‌ها می باشند که دارای اثرات مشابه هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند و وجود آنان همراه با مواد آلی در ورمی‌کمپوست، رشد گیاه را بهتر از تغذیه گیاه با کودهای معدنی تحریک می‌کند (۸ و ۲۷). بالا بودن میزان عناصر غذایی مثل نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم در مقایسه با سایر کودهای آلی و به علاوه دارا بودن عناصر میکرو مانند آهن، روی، مس و منگنز از دیگر مزایای ورمی‌کمپوست می‌باشد (۹). تولید و استفاده از عصاره ورمی‌کمپوست نیز در سال‌های اخیر گسترش یافته است (۱۴). عصاره ورمی‌کمپوست دارای ویژگی‌های میکروبی و شیمیایی سودمند ورمی‌کمپوست جامد است. روش‌های مختلفی برای تولید عصاره ورمی‌کمپوست وجود دارد. در همه روش‌ها در طول عصاره‌گیری، مواد مغذی معدنی محلول، میکروأُرگانیسم‌های مفید، هومیک اسیدها، فولویک اسیدها، هورمون‌ها و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی از ورمی‌کمپوست وارد عصاره می‌شوند. احتمالاً این مواد عامل مهمی برای رشد بهتر گیاهان می‌باشند (۱۶).

تحقیقات متعددی در مورد تاثیر ورمی‌کمپوست بر بهبود عملکرد، رشد، تولید محصول و حتی مقاومت گیاهان به تنش‌های زیستی و

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشیاران و کارشناس ارشد فیزیولوژی گیاهی گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: Email: abrisham@Ferdowsi.um.ac.ir)
۴- دانشجوی دکتری ژنتیک، گروه انکولوژی پزشکی، مرکز پزشکی دانشگاه آمستردام VU، آمستردام، هلند

غیر زیستی انجام شده است. برای مثال آرچانا و همکاران (۴)، نشان دادند که عصاره ورمی‌کمپوست، عملکرد، عناصر معدنی غذایی و کارتنوئدها را در گیاه کلم راپا[1]، به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. سوبلر و همکاران (۳۸)، با جایگزینی ۱۰ و۲۰ درصد حجمی ورمی-کمپوست با محیط کشت، بهبود رشد و جوانه‌زنی گیاهان اطلسی[2]، فلفل[3]، کلم تکمه‌ای[4]، همیشه‌بهار[5]، و گوجه‌فرنگی[6] را گزارش کردند. بررسی‌های آرگوئلو و همکاران (۵) نیز نشان دهنده‌ی افزایش قابل توجه عملکرد گیاه سیر[7] در اثر مصرف ورمی‌کمپوست بوده است. در تحقیق دیگری روی گیاه نخود[8]، مشخص شد که مصرف سه تن در هکتار ورمی‌کمپوست، عملکرد بیولوژیک را در مقایسه با شاهد به طور چشم‌گیری افزایش می‌دهد (۲۰).

از آنجا که گوجه‌فرنگی از مهمترین و پر مصرف‌ترین سبزیجات مورد استفاده انسان به شمار می‌آید و امروزه کشت گلخانه‌ای آن بسیار رایج شده است، بررسی تاثیر ورمی‌کمپوست و عصاره تهیه شده از این کود، بر افزایش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های دو رقم مختلف گوجه‌فرنگی (موبیل و سوپراوربینا) انجام شد. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در جهت تولید نشاهای قوی‌تر با رشد بهتر و نهایتاً در بهبود کمی و کیفی محصول مفید واقع شود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر ورمی‌کمپوست و عصاره تهیه شده از آن بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی، دو آزمایش جداگانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد، انجام شد. برای تهیه عصاره ورمی‌کمپوست، ۱۰۰ حجم ورمی‌کمپوست با ۴۰۰ سی‌سی آب مقطر مخلوط و ۲۴ ساعت در شیکر گذاشته شد (۱۶). محلول حاصله به وسیله پارچه تنظیف صاف و سپس با اضافه کردن آب مقطر به محلول حاصله، غلظت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست شامل: ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۵، ۷/۵، ۱۰ و۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست تهیه شد. در آزمایش اول، تاثیر عصاره‌های ورمی‌کمپوست به همراه شاهد (آب مقطر)، بر جوانه‌زنی دو رقم موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. هر پتری دیش که در کف آن کاغذ صافی استریل تعبیه شده بود به عنوان واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. به هر واحد آزمایشی، پنج سی‌سی از غلظت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست اضافه شد. در ادامه این مرحله، در هر پتری دیش ۲۰ عدد بذر گذاشته شد. اطراف پتری دیش‌ها با پارافیلم بسته و در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و تاریکی قرار گرفتند. تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر روز شمارش و برداشت نمونه‌ها پس از یک هفته انجام شد. پس از برداشت، ریشه‌چه و ساقه‌چه از بذر جدا شدند و طول آن‌ها به وسیله خط‌کش اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین وزن خشک اندام‌های فوق، ساقه‌چه و ریشه‌چه در آون ۷۰ درجه به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و وزن خشک آن‌ها با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. درصد جوانه‌زنی از درصد نسبت تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر بار شمارش بر تعداد کل بذرها، طبق معادله ۱ محاسبه شد.

$$GP\% = \sum ni/N \cdot 100 \quad (۱)$$

$GP\%$= درصد جوانه‌زنی

n_i= تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز i ام (در آزمایش فوق، در روز هفتم)

N= تعداد کل بذرهای کشت شده

زمان طی شده تا اینکه درصد تجمعی جو انه‌زنی برای هر ژنوتیپ در هر تیمار به ۵۰ درصد رسید (D_{50}) ثبت شد. سپس سرعت جوانه-زنی (R_{50}) از معادله ۲ محاسبه شد (۲۹).

$$R50 = 1/D50 \quad (۲)$$

در آزمایش دوم تاثیر نسبت‌های حجمی مختلف ورمی-کمپوست:ماسه شامل: ۰:۱۰۰؛ ۱۰:۹۰؛ ۲۰:۸۰؛ ۴۰:۶۰؛ ۶۰:۴۰؛ ۸۰:۲۰ و ۱۰۰: ۰، بر رشد گیاهچه‌ای رقم‌های موبیل و سوپراوربینای گوجه-فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای لازم از طریق جایگزینی درصدهای حجمی ورمی‌کمپوست با ماسه در بستر کشت شاهد تهیه شدند. بذرها در دو ناحیه از گلدان‌های پلاستیکی کاشته شدند و گلدان‌ها در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۶۵ درصد، ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند و با محلول غذایی هوگلند آبیاری شدند. پس از سپری شدن ۲۲ روز از زمان کاشت، گیاهان برداشت و پس از آن بخش هوایی و ریشه گیاه از یکدیگر تفکیک شدند. سپس ارتفاع گیاه به وسیله خط‌کش، سطح برگ‌ها به وسیله دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ[9] و صفات مربوط به ریشه مانند طول، سطح و قطر ریشه پس از رنگ آمیزی با پرمنگنات منیزیوم و خارج کردن آب سطح ریشه، به وسیله دستگاه اندازه‌گیری ریشه[10] اندازه‌گیری شدند. به منظور تعیین میزان عناصر کلسیم و پتاسیم موجود در بافت برگ، از روش نورسنجی شعله‌ای[11] استفاده شد (۱۲). برای اندازه‌گیری میزان فسفر بافت برگ از روش رنگ-سنجی استفاده شد و جذب آن در طول موج ۷۳۰ نانومتر خوانده شد. با استفاده از منحنی استاندارد، غلظت نهایی هر کاتیون در عصاره حاصل از بافت برگ تعیین و مقدار آن‌ها بر حسب گرم در صد گرم وزن خشک بافت محاسبه شد.

1- pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group)
2- *Petunia hybrida* L.
3- *Capsicum annum* L.
4- *Brassica oleracea*
5- *Calendula officinalis* L.
6- *Lycopersicum esculentom* L.
7- *Allium sativum*
8- *Cicer arietinum* L.
9- Leaf Area Meter .
10- Root Analyser
11- Flame photometry

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار Mstst-C انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل سطح معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال خطای ۵ درصد ($p\leq0.05$) استفاده شد. تجزیه‌ی شیمیایی ورمی‌کمپوست مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است.

نتایج و بحث

تاثیر عصاره ورمی‌کمپوست بر صفات جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی تا غلظت ۱۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند ولی در غلظت ۱۰۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری کاهش نشان دادند. همچنین غلظت‌های مختلف عصاره ورمی-کمپوست تاثیر معنی‌داری بر طول و وزن خشک ساقه‌چه گیاه گوجه-فرنگی نداشتند. طول و وزن خشک ریشه‌چه در غلظت‌های ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌دار و در غلظت ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست، کاهش معنی‌دار نشان دادند. سایر غلظت‌های ورمی‌کمپوست نیز تفاوت معنی داری با شاهد نداشتند (جدول ۲).

وارمن و آنگلوپز (۴۰)، کاهش جوانه‌زنی را در گونه‌های تربچه[1] و همیشه‌بهار تحت تاثیر عصاره ورمی‌کمپوست گزارش کردند. این محققان بیان داشتند که پوسته سخت سطحی در خاک‌های محتوی مقادیر زیاد ورمی‌کمپوست، ممکن است نفوذ آب را محدود کند و متعاقب آن با ایجاد شرایط بی‌هوازی در بستر، منجر به تولید مواد فیتوتوکسیک شود. بررسی‌های متعدد تاثیر بازدارنده یا به تاخیرانداز ورمی‌کمپوست بر جوانه‌زنی را به واکنش‌های فیتوتوکسیک مرتبط دانسته‌اند (۲۱ و ۳۹). این مشاهدات در تضاد با نتایج زالر (۴۱) است که تاثیر تحریکی ورمی‌کمپوست بر جوانه‌زنی ارقام گوجه‌فرنگی[2] را نشان داد. کلینگ و همکاران (۲۳)، گزارش کردند که عصاره ورمی-کمپوست رشد ریشه را در گیاه کلزا[3] افزایش داده است. این محققان بیان داشتند که تنظیم‌کننده‌ها یا هورمون‌های جدا شده از ورمی-کمپوست ممکن است تاثیر مثبتی بر بهبود رشد ریشه و گیاه داشته باشد. از طرفی آرچانا و همکاران (۴) افزایش ارتفاع و وزن خشک گیاه کلم راپا را در پاسخ به عصاره ورمی‌کمپوست گزارش کردند که با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد. احتمالاً الگوی‌های متفاوت جذب مواد معدنی در گیاهان مختلف می‌تواند علت واکنش‌های متفاوت گیاهان باشد (۳۷). به طور کلّی نتایج این تحقیق مؤید این است که عصاره ورمی‌کمپوست اثر بهبود دهنده معنی‌داری بر جوانه‌زنی ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی نداشت (به استثنای تحریک رشد ریشه‌چه در غلظت‌های میانه)، لذا کاربرد آن برای تحریک جوانه‌زنی در این ارقام توصیه نمی‌شود.

تاثیر ورمی‌کمپوست بر رشد رویشی و میزان عناصر معدنی

تاثیر ورمی‌کمپوست بر بخش هوایی

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ورمی‌کمپوست تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع، سطح برگ، وزن خشک ساقه و برگ گیاه گوجه‌فرنگی دارد (جدول ۳). در رقم سوپراوربینا استفاده از ۱۰ و ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست به صورت معنی‌داری این صفات را بهبود بخشید و بین این دو سطح از ورمی-کمپوست تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. با این حال تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست تاثیر بهتری نشان داد. در رقم موبیل کلیه نسبت‌های ورمی‌کمپوست بر ارتفاع گیاه تاثیر افزاینده معنی‌داری نسبت به شاهد داشتند و نسبت به یکدیگر تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. سطح برگ، وزن خشک ساقه و برگ گیاه نیز در تیمار با ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری افزایش داشتند. در بین این سطوح ورمی‌کمپوست از نظر وزن خشک ساقه و برگ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ولی سطح برگ در تیمار ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست به صورت معنی‌داری نسبت به سایر سطوح افزایش یافت. بیشترین مقدار این صفات در این رقم، هنگام استفاده از ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست بدست آمد (نمودارهای ۱، ۲، ۳ و ۴).

در تحقیقات دیگر نیز افزایش ارتفاع گیاه تربچه و گل همیشه‌بهار (۴۰)، گوجه‌فرنگی، بادنجان[4] و بامیه[5] (۱۵)، تحت تاثیر ورمی‌کمپوست گزارش شده است. فراوانی مواد مغذی به ویژه ازت در ورمی‌کمپوست موجب تحریک رشد گیاه می‌شود (۳۷). بر اساس بررسی آرانکون و همکاران (۳) حضور اسیدهای آلی نظیر اسید هومیک و اسید فولویک در ورمی‌کمپوست، اثر محرک بر رشد دارد. به عقیده موسکولو و همکاران (۲۷)، تحریک تولید مواد اکسین مانند در گیاه هنگام مصرف ورمی‌کمپوست، علت افزایش ارتفاع گیاهان می‌باشد. نتایج مشابه آزمایش حاضر، در مورد افزایش سطح برگ با استفاده از ورمی-کمپوست برای گیاهان خیار[6] (۳۶) و توت فرنگی[7] (۲) گزارش شده است.

1- *Raphanus sativus* L.
2- *Lycopersicon esculentum* L.
3- *Brassica napus* L.
4- *Solanum melongena* L.
5- *Abelmoschus esculentus* L.
6- *Cucumis sativus* L.
7- *Fragaria xananassa* Duch.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست

نمونه	N (%)	Na (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)
ورمی کمپوست	۱/۶۸۵	۱/۳۶	۰/۲۷۲	۲۲۳۰۷	۶۵۱۹	۲۱۸/۸۹	۴۳۹/۹

جدول ۲- مقایسه میانگین داده‌های حاصل از تاثیر عصاره ورمی‌کمپوست بر صفات مربوط به جوانه‌زنی در ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی

عصاره آبی ورمی کمپوست (%v/v)	طول ساقه‌چه (cm)	وزن خشک ساقه‌چه (mg)	طول ریشه‌چه (mm)	وزن خشک ریشه‌چه (mg)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (day^{-1})
۰	۷/۴۲۵a	۰/۰۰۷۳ab	۸۱/۶۳cd	۰/۰۰۷۷cd	۶۸/۷۵ab	۰/۰۲۴۷ab
۰/۵	۸/۲۰۰a	۰/۰۰۷۳ab	۷۷/۰۵d	۰/۰۰۷۰de	۸۰/۰۰a	۰/۰۲۸۱a
۱	۷/۶۰۰a	۰/۰۰۷۲ab	۸۳/۳۵cd	۰/۰۰۸۲bc	۷۳/۷۵ab	۰/۰۲۷۶a
۱/۵	۷/۵۲۵a	۰/۰۰۷۳ab	۷۸/۷۸d	۰/۰۰۷۲de	۶۸/۷۵ab	۰/۰۲۳۳b
۲	۷/۵۲۵a	۰/۰۰۷۴ab	۸۳/۸۲cd	۰/۰۰۷۰de	۷۱/۲۵ab	۰/۰۲۴۸ab
۲/۵	۸/۱۰۰a	۰/۰۰۷۷a	۹۰/۹۷bc	۰/۰۰۸۰bc	۶۶/۲۵b	۰/۰۲۲۸b
۵	۸/۱۵۰a	۰/۰۰۷۴ab	۱۰۲/۷۰a	۰/۰۰۸۹b	۶۳/۷۵b	۰/۰۲۳۵b
۷/۵	۸/۸۷۵a	۰/۰۰۷۴ab	۹۸/۶۵ab	۰/۰۰۸۸b	۶۷/۵۰ab	۰/۰۲۴۸ab
۱۰	۸/۶۸۴a	۰/۰۰۷۳ab	۱۰۵/۷۰a	۰/۰۲۲۰a	۶۶/۲۵b	۰/۰۲۳۶b
۱۰۰	۸/۴۸۴a	۰/۰۰۶۸ bc	۵۸/۳۸e	۰/۰۰۶۷e	۳۵/۰۰c	۰/۰۱۸۴c

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون حداقل سطح معنی‌داری (LSD)، در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین داده‌های حاصل از تاثیر ورمی‌کمپوست بر رشد و میزان برخی عناصر معدنی در ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی

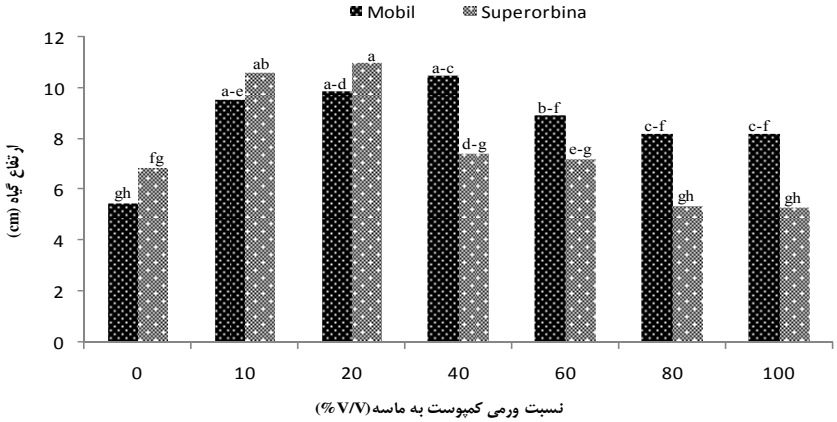
نسبت ورمی-کمپوست به ماسه (%v/v)	ارتفاع گیاه (cm)	سطح برگ (mm^2)	وزن خشک ساقه (mg)	وزن خشک برگ (mg)	مجموع طول ریشه‌ها (mm)	مجموع سطح ریشه‌ها (mm^2)	میانگین قطر ریشه‌ها (mm)	وزن خشک ریشه (mg)	میزان پتاسیم در برگ (g/100g Leaf D W^1)	میزان کلسیم در برگ (g/100g Leaf D W^1)	میزان فسفر در برگ (g/100g Leaf D W^1)
۰	۷/۵bc	۲۸/۱۰c	۰/۰۶۸c	۰/۱۱۸d	۴۰۰۱abc	۲۱۰۲c	۰/۴۶۰c	۰/۰۴۵bc	۴/۱۴۵c	۳/۸۰۰ab	۱/۶۹۷c
۱۰	۸/۵ab	۶۱/۵۶b	۰/۱۰۵a	۰/۲۲۳abc	۲۹۰۳bc	۲۲۵۱bc	۰/۷۵۰a	۰/۰۷۶ab	۴/۹۴۰bc	۴/۱۷۰a	۱/۸۶۴bc
۲۰	۱۰/۰a	۶۱/۴۱b	۰/۱۰۹a	۰/۲۴۰ab	۳۲۱۴bc	۲۰۳۱c	۰/۶۳۰b	۰/۰۷۳ab	۵/۱۵۵b	۳/۶۴۶bc	۲/۲۶۱a
۴۰	۱۰/۰a	۷۹/۹۲a	۰/۱۲۴a	۰/۲۹۶a	۵۹۹۶a	۳۹۷۹a	۰/۶۲۵b	۰/۰۹۶a	۶/۳۴۱a	۳/۴۴۴bcd	۲/۲۳۹a
۶۰	۸/۷ab	۶۶/۱۱ab	۰/۱۰۰ab	۰/۲۴۱ab	۵۵۲۲ab	۳۱۵۰ab	۰/۶۲۳b	۰/۰۸۸a	۶/۸۲۷a	۳/۴۳۳bcd	۲/۲۱۳a
۸۰	۶/۳cd	۳۹/۶۰c	۰/۰۷۰bc	۰/۱۴۲cd	۴۴۹۱abc	۲۲۴۷bc	۰/۴۹۸c	۰/۰۵۰bc	۷/۱۳۷a	۳/۱۴۳d	۲/۲۳۷ab
۱۰۰	۵/۵d	۳۳/۲۳c	۰/۰۳۴d	۰/۱۲۲d	۲۷۷۶c	۱۷۶۸c	۰/۴۰۱c	۰/۰۲۶c	۷/۱۶۲a	۳/۱۷۴d	۲/۴۵۶ab

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون حداقل سطح معنی‌داری (LSD)، در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

ام سجیننس و همکاران (۲۵) ، افزایش سطح برگ ریحان[1] را در حضور ورمی‌کمپوست، به بهبود خواص فیزیکی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و فعالیت میکروارگانیسم‌ها نسبت دادند. به نظر آرانکون و همکاران (۱)، افزایش سطح برگ فلفل در حضور ورمی‌کمپوست به افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها در خاک و توانایی آنان در تولید تنظیم‌کننده رشد گیاهی مرتبط می‌شود. ادواردز (۱۳) با مخلوط کردن هومات‌های استخراج شده از ورمی‌کمپوست کود خوک، به محیط بدون خاک مترو میکس ۳۶۰، افزایش طور معنی‌داری را در ارتفاع و سطح برگ نشاهای گوجه‌فرنگی گزارش کردند. در تحقیقات دیگر نیز افزایش وزن خشک گیاه توت‌فرنگی(۲)، اطلسی، همیشه‌بهار، فلفل و

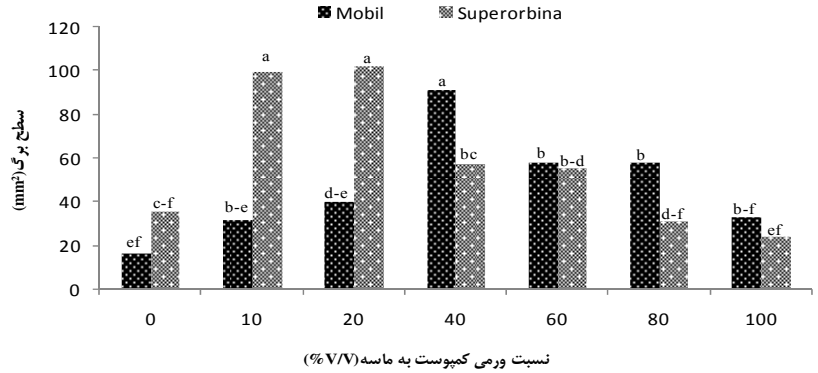
1- *Ocimum basilicum* L.

گوجه‌فرنگی (۳۸) به دنبال کاربرد ورمی‌کمپوست گزارش شده است. افزایش وزن خشک گیاه می تواند در ارتباط با تغییر در شرایط فیزیکی، شیمیایی، خصوصیات میکروبی و زیستی محیط تحت تاثیر ورمی‌کمپوست باشد (۶). بنابراین ورمی‌کمپوست با توجه به ساختار ویژه و هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و همچنین مواد مغذی فراوان موجود در خود، می تواند رشد و متعاقب آن بیوماس گیاه را افزایش دهد.



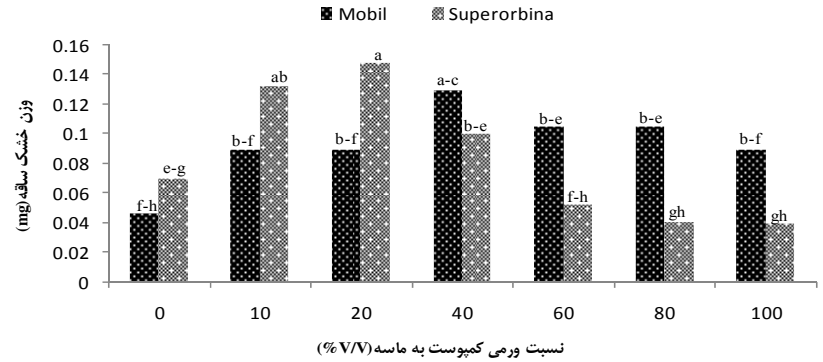
نمودار ۱- تاثیر ورمی‌کمپوست بر ارتفاع گیاه در ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی

(ستون‌های دارای حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند)



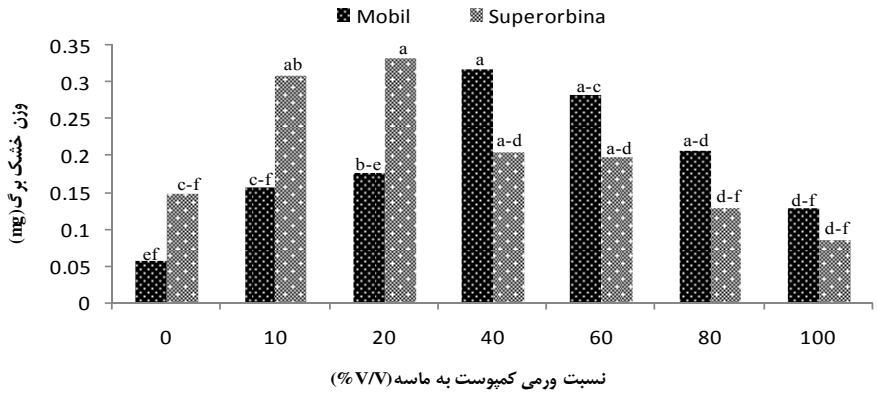
نمودار ۲- تاثیر ورمی‌کمپوست بر سطح برگ ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی

(ستون‌های دارای حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند)



نمودار ۳- تاثیر ورمی‌کمپوست بر وزن خشک ساقه ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی

(ستون‌های دارای حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند)



نمودار ٤- تاثیر ورمی‌کمپوست بر وزن خشک برگ ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی

(ستون‌های دارای حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند)

تاثیر ورمی‌کمپوست بر صفات ریشه

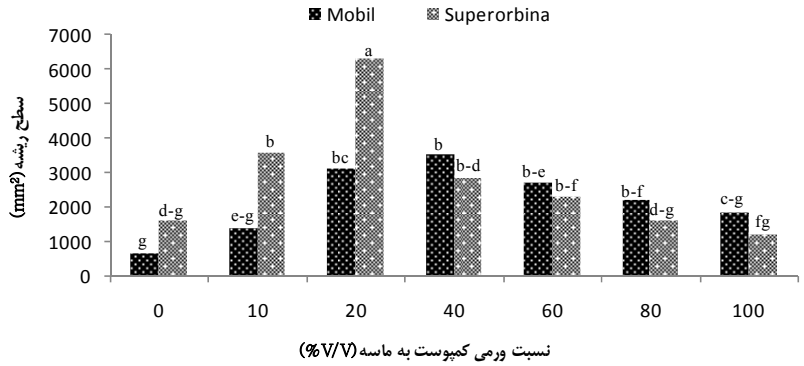
نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ورمی‌کمپوست تاثیر معنی‌داری بر سطح، قطر و وزن خشک ریشه گیاه گوجه‌فرنگی دارد ولی تاثیر آن بر طول ریشه‌ها معنی‌داری نیست (جدول ۳). در رقم سوپراوربینا استفاده از ۱۰ و ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست به صورت معنی‌داری سطح، قطر و وزن خشک ریشه را بهبود بخشید. در بین این سطوح ورمی‌کمپوست، صفات ریشه در تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست افزایش بیشتری نشان دادند که تنها در مورد سطح ریشه معنی‌دار بود. در رقم موبیل سطح ریشه در نسبت‌های ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد ورمی‌کمپوست، قطر ریشه در کلیه نسبت‌های ورمی‌کمپوست و وزن خشک ریشه نیز به استثنای ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست درتمام نسبت‌های ورمی‌کمپوست، نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشتند. در این رقم در بین این سطوح ورمی‌کمپوست، صفات ریشه در تیمار ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست افزایش بیشتری نشان دادند که تنها در مورد قطر ریشه معنی‌دار بود (نمودارهای ۵، ۶ و ۷). در مورد تاثیر ورمی‌کمپوست بر طول ریشه گزارش‌های مختلفی وجود دارد که نتایج آن تا حدی متفاوت هستند برای مثال طبق گزارش سمیران و همکاران (۳۷) در سال ۲۰۱۰، طول ریشه گیاه لوبیا[1] در حضور ورمی‌کمپوست افزایش یافت در حالی که تغییر این صفت در ذرت[2] روند خاصی را نشان نداد. به عقیده این محققان، وجود الگوی‌های متفاوت برای جذب مواد معدنی در گیاهان مختلف، احتمالاً دلیل اصلی پاسخ متفاوت گیاهان به غلظت‌های مختلف ورمی‌کمپوست می باشد. افزایش در میزان جذب مواد غذایی همراه با افزایش در تجمع همزیست‌های میکروبی، هنگام استفاده از ورمی‌کمپوست برای غلات و گیاهان زینتی، اعلام شده است (۲۲). به نظر آتیه و همکاران (۱۰)، فعالیت قابل توجه میکروارگانیسم‌های موجود در ورمی‌کمپوست که سبب تبدیل نیتروژن آمونیومی به نیترات می‌شوند که می‌تواند منجر به افزایش قطر گیاه شود.

پریتما و گارج (۳۰)، افزایش بیوماس ریشه گل همیشه بهار را در حضور ورمی‌کمپوست گزارش کردند. در این راستا می توان گفت احتمالاً ورمی کمپوست به دلیل وجود میکروارگانیسم‌ها از جمله میکوریزا و نقش این میکروارگانیسم در افزایش هدایت هیدرولیکی آب در ریشه‌های گیاه، باعث افزایش سطح، قطر و در نتیجه وزن خشک ریشه می‌شود. همچنین ورمی‌کمپوست باعث افزایش فتوسنتز و رشد بخش هوایی شده و متعاقب آن می تواند بر روی رشد ریشه تاثیر مثبتی بگذارد.

تاثیر ورمی‌کمپوست بر میزان پتاسیم، فسفر و کلسیم در برگ

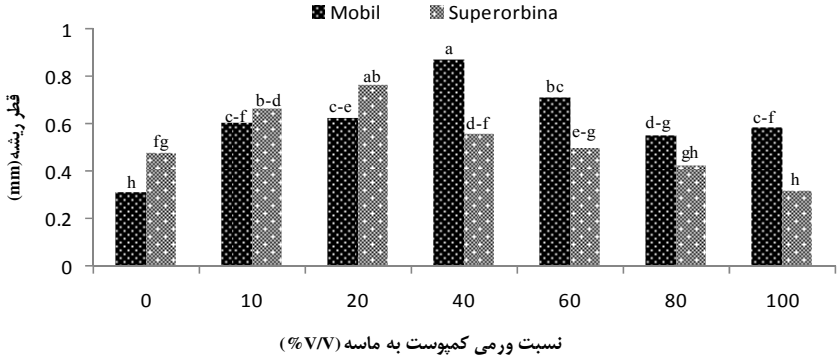
نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ورمی‌کمپوست تاثیر معنی‌داری بر میزان پتاسیم، فسفر و کلسیم در برگ گیاه گوجه‌فرنگی دارد (جدول ۳). در هر دو رقم مورد بررسی، در حضور تمامی نسبت‌های ورمی‌کمپوست، میزان پتاسیم و فسفر در برگ نسبت به شاهد افزایش داشت که در رقم سوپراوربینا میزان پتاسیم در کلیه نسبت‌های به جز ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست و میزان فسفر در نسبت‌های ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ورمی‌کمپوست معنی‌دار بود. در رقم موبیل در حضور نسبت‌های ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست برای میزان پتاسیم و در حضور تمامی نسبت‌ها به جز ۱۰ درصد برای میزان فسفر معنی‌دار بود. در هر دو رقم، بین این نسبت‌های ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (نمودار ۸ و ۹).

1- *Phaseolus vulgaris* L.
2- *Zea mays* L.



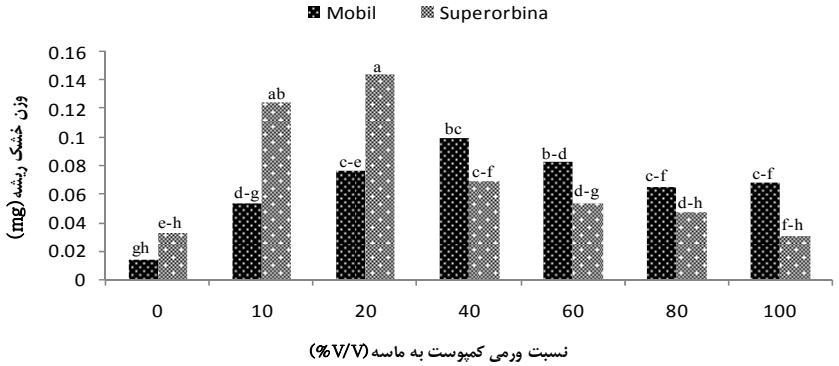
نمودار ۵- تاثیر ورمی‌کمپوست بر سطح ریشه ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی

(ستون‌های دارای حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند)



نمودار ٦- تاثیر ورمی‌کمپوست بر قطر ریشه ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی

(ستون‌های دارای حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند)

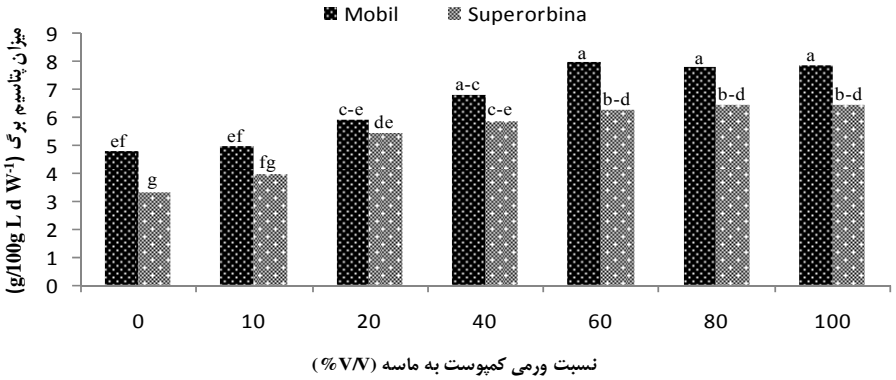


نمودار ۷- تاثیر ورمی‌کمپوست بر وزن خشک ریشه ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی

(ستون‌های دارای حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند)

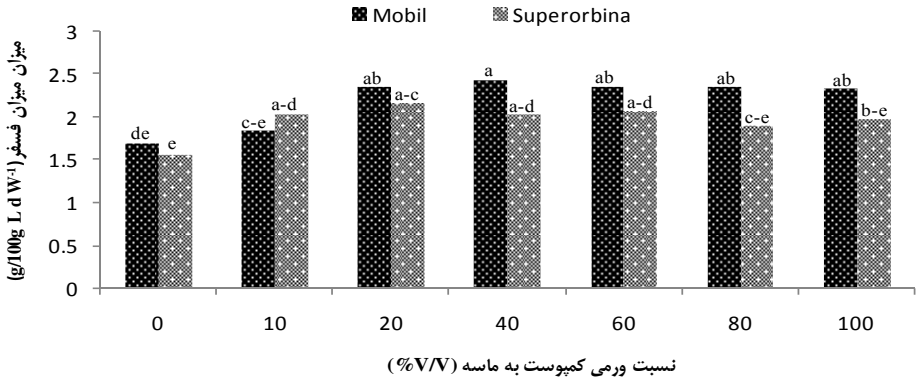
در رقم سوپراوربینا میزان کلسیم در برگ در نسبت‌های ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت و در نسبت‌های ۸۰ و۱۰۰ درصد، به صورت معنی‌داری کاهش نشان داد. در رقم موبیل میزان کلسیم در حضور تمامی نسبت‌های ورمی-کمپوست نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری را نشان داد. بین این نسبت‌های ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (نمودار ۱۰).

زالر (۴۱)، افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم را در میوه گوجه‌فرنگی گزارش کرد. به نظر این محقق، بهبود فعالیت میکروبی، وجود تنظیم-کننده‌های رشد گیاهی و افزایش جذب عناصر معدنی نظیر پتاسیم در تیمار حاوی ورمی‌کمپوست دلایل عمده افزایش غلظت پتاسیم در مقایسه با شاهد است. هو و اشمیدهالتر (۱۸) بیان کردند که با کاهش محتوای آب خاک، تحرّک پتاسیم کاهش و قابلیت دسترسی پتاسیم برای ریشه‌های گیاه کاهش می‌یابد. همچنین تثبیت پتاسیم در خاک‌های خشک بیشتر از خاک‌های مرطوب است (۳۱). بنابراین از آنجا که ورمی‌کمپوست دارای ساختار متخلخل است، ظرفیت نگهداری آب را افزایش داده و در این شرایط جذب پتاسیم بهبود می-یابد. بررسی‌ها نشان می‌دهند که هورمون سیتوکنین باعث افزایش جذب پتاسیم می‌شوند (۱۹) و ورمی‌کمپوست نیز غنی از هورمون‌های رشد گیاهی از جمله سیتوکینین است. باسکر و همکاران (۱۱) در سال ۱۹۹۳ نیز نشان دادند که پتاسیم ورمی‌کمپوست ۳-۲ برابر بیشتر از پتاسیم خاک است. بنابراین احتمالاً ورمی‌کمپوست با توجه به ویژگی-های ساختاری و وجود هورمون‌های گیاهی و مقادیر بالای پتاسیم موجود در خود، شرایط را برای جذب بیشتر پتاسیم توسط ریشه گیاه مهیا می‌کند.



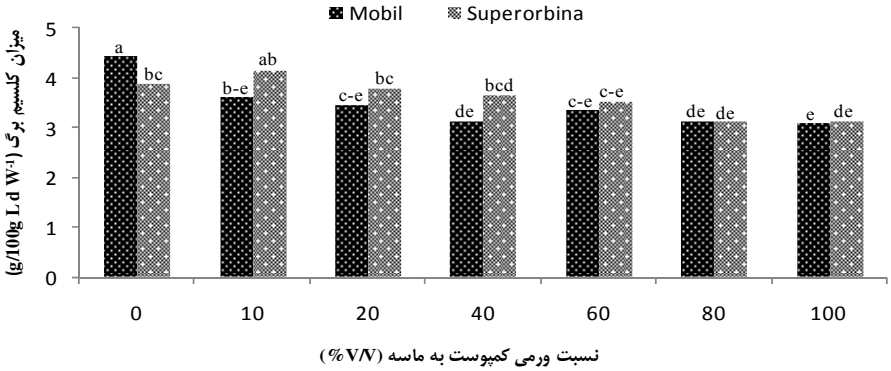
نمودار ۸- تاثیر ورمی‌کمپوست میزان پتاسیم در برگ ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی

(ستون‌های دارای حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند)



نمودار ۹- تاثیر ورمی‌کمپوست بر میزان فسفر در برگ ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی

(ستون‌های دارای حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند)



نمودار ۱۰- تاثیر ورمی‌کمپوست بر میزان کلسیم برگ ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی

(ستون‌های دارای حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند)

به طور مشابه با آزمایش حاضر، بررسی‌ها نشان داده است که مصرف ورمی‌کمپوست، غلظت فسفر را در بخش هوایی گیاهان شبدر قرمز[1] و خیار (۳۵) و دانه بادام‌زمینی[2](۲۶) به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش داده است. افزایش ورمی‌کمپوست به خاک، باعث افزایش فسفر خاک می‌شود (۳۳). همچنین ورمی‌کمپوست فسفر را به فرم قابل دسترس برای گیاه تبدیل می‌کند (۳۲). پاترسون (۲۸) گزارش کرد که میکروارگانسم‌های محلول‌کننده فسفر، فسفر غیر قابل حرکت را به اشکال متحرک آن تبدیل می‌کنند. لذا احتمالاً ورمی-کمپوست به دلیل دارا بودن فسفر و تبدیل آن به فرم‌های قابل دسترس برای گیاه و همچنین وجود میکروارگانیسم‌های مختلف موجود در خود، باعث افزایش جذب فسفر در گیاه گوجه‌فرنگی شده است. کاهش میزان کلسیم برگ گوجه‌فرنگی در حضور ورمی-کمپوست، شاید به دلیل حرکت این عنصر از برگ‌ها به ریشه باشد، چرا که احتمالاً ورمی‌کمپوست و به ویژه نسبت‌های بالای آن، به دلیل غلظت‌های بالای نمک محلول، باعث تغییر پتانسیل اسمزی اطراف ریشه شده و کلسیم با تجمع در ریشه به عنوان محافظت کننده اسمزی عمل می‌کند.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که عصاره تهیه شده از ورمی-کمپوست، اثر مثبتی بر صفات مربوط به جوانه‌زنی ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی نداشت، اما استفاده از نسبت‌های ورمی-کمپوست، رشد گیاهچه‌ای این دو رقم را به صورت معنی‌داری بهبود بخشید. بهبود رشد گیاهچه‌ها احتمالاً به ساختار متخلخل ورمی-کمپوست و ظرفیت نگهداری بالای آب، دارا بودن عناصر ماکرو و میکرو فراوان، میکروارگانیسم‌های مفید و هورمون‌ها و تنظیم‌کننده-های رشد گیاهی موجود در این کود مربوط می‌شود. نتایج نشان داد که نسبت‌های کم ورمی‌کمپوست تاثیر بهتری بر رشد ارقام گوجه-فرنگی داشت به طوری که بیشترین تاثیر ورمی‌کمپوست به ترتیب در نسبت‌های ۲۰ و ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست برای ارقام سوپراوربینا و موبیل مشاهده شد. نسبت‌های بالای ورمی‌کمپوست (۸۰ و ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست) تاثیر منفی بر رشد گیاهچه‌ای گوجه‌فرنگی داشت. فدریکو و همکاران (۱۷) نیز با کاربرد ورمی‌کمپوست، افزایش معنی‌داری در ارتفاع و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی را مشاهده کردند. آتیه و همکاران (۶)، افزایش وزن نشاء گوجه‌فرنگی در غلظت‌های کم ورمی‌کمپوست را به دلیل تغییر در شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و زیستی محیط کشت اعلام نمودند. آن‌ها همچنین کاهش رشد و عملکرد گیاه در اثر ترکیب محیط کشت با نسبت‌های بالای ورمی‌کمپوست را به دلیل افزایش غلظت نمک محلول، سمّیت ناشی از افزایش غلظت عناصر سنگین و یا حضور ترکیبات سمی برای گیاه ذکر کردند.

منابع

1- Arancon N.Q., Edvards C.A., Bierman P., Welch C. and Metzger J.D. 2004. Effect of vermicompost produced from food wasters on the growth and yield of greenhouse peppers. Bioresource Technology, 93:139-143.
2- Arancon N.Q., Edwards C.A., Bierman P., Welch C. and Metzger J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field

1- *Trifolium pretense*
2- *Arachis hypogaea* L.

strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology, 93:145–153.
3- Arancon N., Edwards C., Dick R. and Dick L. 2007. Vermicompost Tea Production and plant growth impacts. Biocycle, 51-52.
4- Archana P.P., Theodore J.K.R., Ngyuen V.H., Stephen T.T. and Kristen A.K. 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 the Science of Food and Agriculture, 89:2383-2392.
5- Arguello J.A., Ledesma A., Nunez S.B., Rodriguez C.H. and Goldfarb M.D.D., 2006. Vermicompost effects on bulbing dynamics, nonstructural effects on bulbing dynamics, nonstructural paraguayo garlic bulbs. Horticulture Science, 41:589-592.
6- Atiyeh R.M., Arancon N.Q., Edwards C.A. and Metzger J.D. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of green house tomatoes. Bioresource Technology, 75:175-180.
7- Atiyeh R.M., Arancon N.Q., Edwards C.A. and Metzger J.D. 2001. The influence of earthworm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology, 81:103-108.
8- Atiyeh R.M., Arancon N.Q., Edwards C.A. and Metzger J.D. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technology, 84: 7-14.
9- Atiyeh R.M., Edwards C.A., Subler S. and Metzger J.D. 2000. Earthworm processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. Compost Science and Utilization, 8: 215-223.
10- Atiyeh R.M., Edwards C.A., Subler S. and Metzger J.D., 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. Bioresource Technology, 78:11-20.
11- Basker A., Macgregor A.N. and Kirkman J.H. 1993. Exchangeable potassium and other cations in non-ingested soil and casts of two species of pasture earthworms. Soil Biology and Biochemistry, 25: 1673-1677.
12- Chapman H.D. and Pratt P.F. 1982. Method of Analysis for Soil, Plants and Water, Division of Agricultural Sciences, University of California, California.
13- Edwards C.A. 2004. Earthworm Ecology. CRC PRESS, NewYork.
14- Edwards C., Arancon, N. and Emerson, E., Pulliam, R., 2007. Suppressing plant parasitic nematods and arteropod pests with vermicompost teas. Biocycle, 38-39.
15- Gajalakshmi S. and Abbasi S.A. 2002. Effect of the application of water hyacinth compost/vermicompost on the growth and flowering of Crassandra undulaefolia, and on several vegetables. Bioresource Technology, 85:197-199.
16- Greytak S., Edwards C. and Arancon N. 2006. Effects Of vermicompost teas On plant growth and disease. retrieved august 19, 2006, from. http://www.wormdigest.org/content/view/311/2/.
17- Federico A.G., Borraz J.S., Molina J.A.M., Nafate C.C., Archila M.A., Llaven M.A.O., Rosales R.R. and Dendooven L. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*) . Bioresource Technology, 98:2781-2786.
18- Hu Y. and Schmidhalter U. 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. Journal of Plant Nutrition, 168:541-549.
19- Ilan I. 1971. Evidence for hormonal regulation of the selectivity of ion uptake by plant cells. Physiologia Plantarum, 25:230–233.
20- Jat R.S. and Ahlawat I.P.S. 2006. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize sequence. Journal of Sustainable Agriculture, 28:41-54.
21- Jimenez E.I. and Garcia V.P. 1989. Evaluation of city refuse compost maturity: a review. Biological Wastes. 27:114–115.
22- Kale R.D., Mallesh B.C., Bano K. and Bagyaraj D.J. 1992. Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial populations in a paddy field. Soil Biology and Biochemistry, 24:1317.1320.
23- Keeling A.A., McCallum K.R. and Beckwith C.P. 2003. Mature green waste compost enhances growth and nitrogen uptake in wheat (*Triticum aestivum* L.) and oilseed rape (*Brassicanapus* L.) through the action of water-extractable factors. Bioresource Technology, 90: 127–132.
24- Krishnamoorthy R.V. and Vajranabhaiah S.N. 1986. Biological activity of earthworm casts: an assessment of plant growth promotor levels in the casts. Proceeding of the India Acrlemy of Sciences (Animal Science), 95:341-351.
25- Mcginnis M., Cookt A., Bilderback T. and Lorcheider M. 2003. Organic fertilization for basil trancplant production. Acta Horticulturae, 491:213-218.
26- Mohanty S., Paikaray N.K. and Rajan A.R. 2006. Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogea* L.) corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique. Geoderma, 133: 225-230.
27- Muscolo A., Bovalo F., Gionfriddo F. and Nardi F. 1999. Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. Soil Biology and Biochemistry, 31:1303-1311.

28- Paterson E. 2003 Importance of rhizodeposition in the coupling of plant and microbial productivity. European Journal of Soil Science, 54:741-750.
29- Piper E.L., Boote K.J., Jones J.W. and Grimm S.S. 1996. Comparison of two phenology models for predicting flowering and maturity date of soybean. Crop Sciences, 36:1606-1614.
30- Pritam S.V.K. and Garg C.P.K. 2010. Growth and yield response of marigold to potting media containing vermicompost produced from different wastes. Environmentalist, 30:123–130.
31- Raschke K. 1975. Stomatal action. Annual Review of Plant Physiology, 26:309-340.
32- Reinecke A.J., Viljoen S.A. and Saayman R.J. 1992. The suitability of *Eudrilus eugeniae*, *perionyx excavatus* and *Eisenia fetida* (Oligochaeta) for vermicomposting in southern africa in terms of their temperature requirements. Soil Biology and Biochemistry, 24:1295-1307.
33- Renato Y., Ferreira M.E., Cruz M.C. and Barbosa J.C. 2003. Organic matter fractions and soil fertility under the influence of liming, vermicompost and cattle manure. Scientia Agricola, 60:59-63.
34- Sharma A.K. 2002. A handbook of organic farming. Agrobios, India. 627 pp.
35- Sainz M.J., Taboada-Castro M.T. and Vilarino A. 1998. Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. Plant and Soil, 205:85-92.
36- Sallaku G., Babaj I., Kaciu S. and Balliu A. 2009. The influence of vermicompost on plant growth characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings under saline conditions. Journal of Food, Agriculture and Environment(JFAE), 7:869-872.
37- Samiran R., Kusum A., Biman K.D. and Ayyanadar A. 2010. Effect of organic amendments of soil on growth and productivity of three common crops *viz. Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* and *Abelmoschus* esculentus. Applied Soil Ecology, 45:78-84.
38- Subler S., Edwards C. and Metzger J. 1998. Comparing vermicomposts and composts. Biocycle, 39:63-66.
39- Warman P.R. 1999. Evaluation of seed germination and growth tests for assessing compost maturity. Compost Science and Utilization, 7:33-37.
40- Warman P.R. and Anglopez M.J. 2010. Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium. Bioresource Technology, 101:4479–4483.
41- Zaller J.G. 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. Scientia Horticulturae, 112:191-199.