



تاثیر ورمی کمپوست بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای ارقام مویبل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی

پروانه ابریشم‌چی^{۱*} - علی گنجعلی^۲ - عبدالله بیک خورمیزی^۳ - امیر آوان^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۴/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۱۹

چکیده

دو آزمایش جداگانه، با هدف بررسی تاثیر ورمی کمپوست و عصاره آبی حاصل از آن بر صفات مربوط به جوانه‌زنی و رشد رویشی ارقام مویبل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی انجام شد. در آزمایش اول عصاره ورمی کمپوست با غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ 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 ساقچه‌چه و ریشه‌چه تعیین شدند. در آزمایش دوم نسبت‌های حجمی مختلف ورمی کمپوست: ماسه (شامل: ۱۰۰:۰؛ ۹۰:۱۰؛ ۸۰:۲۰؛ ۶۰:۴۰؛ ۴۰:۶۰؛ ۲۰:۸۰ و ۱۰:۹۰)، 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 ورمی کمپوست نتوانست رشد رویشی ارقام مویبل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی را بهبود بخشد، اما کاربرد نسبت‌های حجمی ورمی کمپوست، تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه، سطح و وزن خشک برگ، وزن خشک ساقچه، سطح، قطر و وزن خشک ریشه‌ها و میزان عناصر پتاسیم، کلسیم و فسفر برگ گوجه‌فرنگی داشت. نتایج مؤید این بود که کاربرد نسبت‌های پایین ورمی کمپوست، اثرات بیشتری بر رشد گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی دارد، به طوری که بیشترین تاثیر ورمی کمپوست در نسبت‌های ۲۰ و ۴۰ درصد ورمی کمپوست به ترتیب برای ارقام سوپراوربینا و مویبل ثبت شد. در این آزمایش نسبت‌های بالای ورمی کمپوست تاثیر منفی بر رشد گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی داشت.

واژه‌های کلیدی: رشد رویشی، جوانه‌زنی، گوجه‌فرنگی، ورمی کمپوست

مقدمه

هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند و وجود آنان همراه با مواد آلی در ورمی کمپوست، 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 ورمی کمپوست می‌باشد (۹). تولید و استفاده از عصاره ورمی کمپوست نیز در سال‌های اخیر گسترش یافته است (۱۴). عصاره ورمی کمپوست دارای ویژگی‌های میکروبی و شیمیایی سودمند ورمی کمپوست جامد است. روش‌های مختلفی برای تولید عصاره ورمی کمپوست وجود دارد. در همه روش‌ها در طول عصاره‌گیری، مواد مغذی معدنی محلول، میکروارگانسیم‌های مفید، هومیک اسیدها، فولویک اسیدها، هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی از ورمی کمپوست وارد عصاره می‌شوند. احتمالاً این مواد عامل مهمی برای رشد بهتر گیاهان می‌باشند (۱۶).

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

در دهه‌های اخیر، مصرف مواد شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک‌ها گردیده است (۳۴). ورمی کمپوست نوعی کمپوست است که طی یک فرایند غیر حرارتی به وسیله کرم تولید می‌شود (۲۴). این کود آلی حاوی میکروارگانسیم‌های هوازی مفید مانند ازتوباکترها و عاری از باکتری‌های غیر هوازی، قارچ‌ها و میکروارگانسیم‌های پاتوژن می‌باشد. وجود خلل و فرج فراوان در این کمپوست، ظرفیت تهویه، زه‌کشی و نگه‌داری آب را در آن تقویت کرده است (۷). همچنین ورمی کمپوست دارای هومات‌ها می‌باشند که دارای اثرات مشابه

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشیاران و کارشناس ارشد فیزیولوژی گیاهی گروه زیست‌شناسی، 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

شد. اطراف پتری دیش‌ها با پارافیلیم بسته و در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و تاریکی قرار گرفتند. تعداد بذره‌های 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 بذره‌های جوانه‌زده در هر بار شمارش بر تعداد کل بذرها، طبق معادله ۱ محاسبه شد.

$$GP\% = \sum n_i / N \cdot 100 \quad (1)$$

$GP\%$ = درصد جوانه‌زنی

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

N = تعداد کل بذره‌های کشت شده

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

$$R_{50} = 1 / D_{50} \quad (2)$$

در آزمایش دوم تاثیر نسبت‌های حجمی مختلف ورمی-کمپوست: ماسه شامل: ۱۰۰:۰؛ ۹۰:۱۰؛ ۸۰:۲۰؛ ۴۰:۶۰؛ ۶۰:۴۰؛ ۸۰:۲۰؛ ۴۰:۶۰؛ ۲۰:۸۰؛ ۱۰۰:۰ کمپوست: ماسه شامل: ۱۰۰:۰؛ ۹۰:۱۰؛ ۸۰:۲۰؛ ۴۰:۶۰؛ ۶۰:۴۰؛ ۸۰:۲۰؛ ۴۰:۶۰؛ ۲۰:۸۰؛ ۱۰۰:۰ و ۱۰۰:۰، بر رشد گیاهچه‌های رقم‌های موبیل و سوپراوربینای گوجه-فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای لازم از طریق جایگزینی درصد‌های حجمی ورمی کمپوست 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 بخش‌هایی و ریشه گیاه از یکدیگر تفکیک شدند. سپس ارتفاع گیاه به وسیله خط‌کش، سطح برگ‌ها به وسیله دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ^۹ و صفات مربوط به ریشه مانند طول، سطح و قطر ریشه پس از رنگ آمیزی با پرمنگنات منیزیم و خارج کردن آب سطح ریشه، به وسیله دستگاه اندازه‌گیری ریشه^{۱۰} اندازه‌گیری شدند. به منظور تعیین میزان عناصر کلسیم و پتاسیم موجود در بافت برگ، از روش نورسنجی شعله‌ای^{۱۱} 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.

غیر زیستی انجام شده است. برای مثال آرچانا و همکاران (۴)، نشان دادند که عصاره ورمی کمپوست، عملکرد، عناصر معدنی غذایی و کارتونندها را در گیاه کلم راپا^۱، به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. سوپلر و همکاران (۳۸)، با جایگزینی ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی ورمی-کمپوست با محیط کشت، بهبود رشد و جوانه‌زنی گیاهان اطلسی^۲، فلفل^۳، کلم تکمه‌ای^۴، همیشه‌بهار^۵ و گوجه‌فرنگی^۶ را گزارش کردند. بررسی‌های آرگونلو و همکاران (۵) نیز نشان دهنده‌ی افزایش قابل توجه عملکرد گیاه سیر^۷ در اثر مصرف ورمی کمپوست بوده است. در تحقیق دیگری روی گیاه نخود^۸، مشخص شد که مصرف سه تن در هکتار ورمی کمپوست، 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 ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست، ۱۰۰ حجم ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست شامل: ۰/۵، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۵، ۷/۵، ۱۰ و ۱۰۰ درصد ورمی کمپوست تهیه شد. در آزمایش اول، تاثیر عصاره‌های ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست اضافه شد. در ادامه این مرحله، در هر پتری دیش ۲۰ عدد بذر گذاشته

- 1- pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group)
- 2- *Petunia hybrida* L.
- 3- *Capsicum annuum* 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

عصاره ورمی کمپوست اثر بهبود دهنده معنی‌داری بر جوانه‌زنی ارقام مویبل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی نداشت (به استثنای تحریک رشد ریشه‌چه در غلظت‌های میانه)، لذا کاربرد آن برای تحریک جوانه‌زنی در این ارقام توصیه نمی‌شود.

تاثیر ورمی کمپوست بر رشد رویشی و میزان عناصر معدنی تاثیر ورمی کمپوست بر بخش هوایی

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست تاثیر بهتری نشان داد. در رقم مویبل کلیه نسبت‌های ورمی کمپوست بر ارتفاع گیاه تاثیر افزایش‌دهنده 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 ورمی کمپوست نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری افزایش داشتند. در بین این سطوح ورمی کمپوست از نظر وزن خشک ساقه و برگ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ولی سطح برگ در تیمار ۴۰ درصد ورمی کمپوست به صورت معنی‌داری نسبت به سایر سطوح افزایش یافت. بیشترین مقدار این صفات در این رقم، هنگام استفاده از ۴۰ درصد ورمی کمپوست بدست آمد (نمودارهای ۱، ۲، ۳ و ۴).

در تحقیقات دیگر نیز افزایش ارتفاع گیاه تربچه و گل همیشه‌بهار (۴۰)، گوجه‌فرنگی، بادنجان^۴ و بامیه^۵ (۱۵)، تحت تاثیر ورمی کمپوست گزارش شده است. فراوانی مواد مغذی به ویژه ازت در ورمی کمپوست موجب تحریک رشد گیاه می‌شود (۳۷). بر اساس بررسی آرانکون و همکاران (۳) حضور اسیدهای آلی نظیر اسید هومیک و اسید فولویک در ورمی کمپوست، اثر محرک بر رشد دارد. به عقیده موسکولو و همکاران (۲۷)، تحریک تولید مواد اکسین مانند در گیاه هنگام مصرف ورمی کمپوست، علت افزایش ارتفاع گیاهان می‌باشد. نتایج مشابه آزمایش حاضر، در مورد افزایش سطح برگ با استفاده از ورمی-کمپوست برای گیاهان خیار^۶ (۳۶) و توت فرنگی^۷ (۲) گزارش شده است.

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 ($p \leq 0.05$) استفاده شد. تجزیه‌ی شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است.

نتایج و بحث

تاثیر عصاره ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند ولی در غلظت ۱۰۰ درصد عصاره ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌دار و در غلظت ۱۰۰ درصد ورمی کمپوست، کاهش معنی‌دار نشان دادند. سایر غلظت‌های ورمی کمپوست نیز تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند (جدول ۲).

وارمن و آنگلوپز (۴۰)، کاهش جوانه‌زنی را در گونه‌های تربچه^۱ و همیشه‌بهار تحت تاثیر عصاره ورمی کمپوست گزارش کردند. این محققان بیان داشتند که پوسته سخت سطحی در خاک‌های محتوی مقادیر زیاد ورمی کمپوست، ممکن است نفوذ آب را محدود کند و متعاقب آن با ایجاد شرایط بی‌هوایی در بستر، منجر به تولید مواد فیتوتوکسیک شود. بررسی‌های متعدد تاثیر بازدارنده یا به تاخیرانداز ورمی کمپوست بر جوانه‌زنی را به واکنش‌های فیتوتوکسیک مرتبط دانسته‌اند (۲۱ و ۳۹). این مشاهدات در تضاد با نتایج زالر (۴۱) است که تاثیر تحریکی ورمی کمپوست بر جوانه‌زنی ارقام گوجه‌فرنگی^۲ را نشان داد. کلینگ و همکاران (۲۳)، گزارش کردند که عصاره ورمی-کمپوست رشد ریشه را در گیاه کلزا^۳ 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 ورمی کمپوست 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 کلی نتایج این تحقیق مؤید این است که

4- *Solanum melongena* L.
5- *Abelmoschus esculentus* L.
6- *Cucumis sativus* L.
7- *Fragaria xananassa* Duch.

1- *Raphanus sativus* L.
2- *Lycopersicon esculentum* L.
3- *Brassica napus* L.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست

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

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

سرعت جوانه‌زنی (day ⁻¹)	وزن خشک ریشه‌چه (mg)	طول ریشه‌چه (mm)	وزن خشک ساقه‌چه (mg)	طول ساقه‌چه (cm)	عصاره آبی ورمی کمپوست (%v/v)
۰/۰۲۴۷ab	۶۸/۷۵ab	۰/۰۰۷۷cd	۸۱/۶۳cd	۷/۴۲۵a	۰
۰/۰۲۸۱a	۸۰/۰۰a	۰/۰۰۷۰de	۷۷/۰۵d	۸/۲۰۰a	۰/۵
۰/۰۲۷۶a	۷۳/۷۵ab	۰/۰۰۸۲bc	۸۳/۳۵cd	۷/۶۰۰a	۱
۰/۰۲۳۲b	۶۸/۷۵ab	۰/۰۰۷۲de	۷۸/۷۸d	۷/۵۲۵a	۱/۵
۰/۰۲۴۸ab	۷۱/۲۵ab	۰/۰۰۷۰de	۸۳/۸۲cd	۷/۵۲۵a	۲
۰/۰۲۲۸b	۶۶/۲۵b	۰/۰۰۸۰bc	۹۰/۹۷bc	۸/۱۰۰a	۲/۵
۰/۰۲۳۵b	۶۳/۷۵b	۰/۰۰۸۹b	۱۰۲/۷۰a	۸/۱۵۰a	۵
۰/۰۲۴۸ab	۶۷/۵۰ab	۰/۰۰۸۸b	۹۸/۶۵ab	۸/۸۷۵a	۷/۵
۰/۰۲۳۶b	۶۶/۲۵b	۰/۰۲۲۰a	۱۰۵/۷۰a	۸/۶۸۴a	۱۰
۰/۰۱۸۴c	۳۵/۰۰c	۰/۰۰۶۷e	۵۸/۳۸e	۸/۴۸۴a	۱۰۰

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 ورمی کمپوست بر رشد و میزان برخی عناصر معدنی در ارقام موپیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی

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

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.

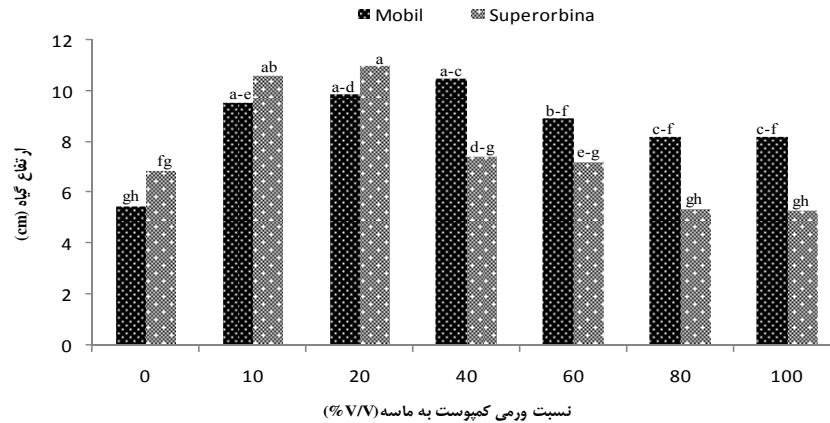
افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها در خاک و توانایی آنان در تولید تنظیم‌کننده رشد گیاهی مرتبط می‌شود. ادواردز (۱۳) با مخلوط کردن هومات‌های استخراج شده از ورمی کمپوست کود خوک، به محیط بدون خاک مترو میکس ۳۶۰، افزایش طور معنی‌داری را در ارتفاع و سطح برگ نشاهای گوجه‌فرنگی گزارش کردند. در تحقیقات دیگر نیز افزایش وزن خشک گیاه توت‌فرنگی (۲)، اطلسی، همیشه‌بهار، فلفل و

ام سجننس و همکاران (۲۵)، افزایش سطح برگ ریحان^۱ را در حضور ورمی کمپوست، به بهبود خواص فیزیکی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و فعالیت میکروارگانیسم‌ها نسبت دادند. به نظر آرانگون و همکاران (۱)، افزایش سطح برگ فلفل در حضور ورمی کمپوست به

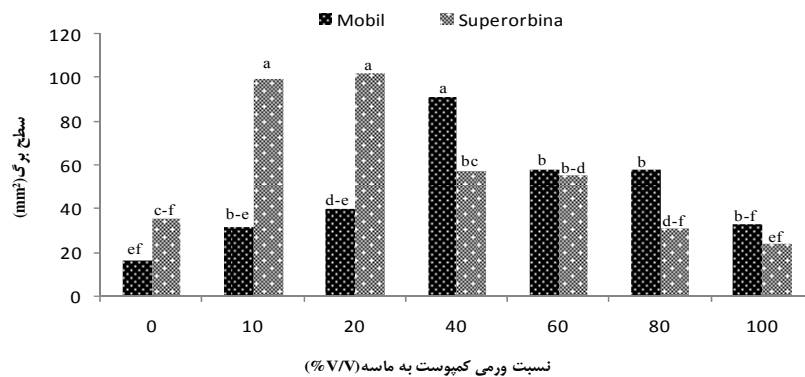
1- *Ocimum basilicum* L.

ویژه و هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و همچنین مواد مغذی فراوان موجود در خود، می‌تواند رشد و متعاقب آن بیوماس گیاه را افزایش دهد.

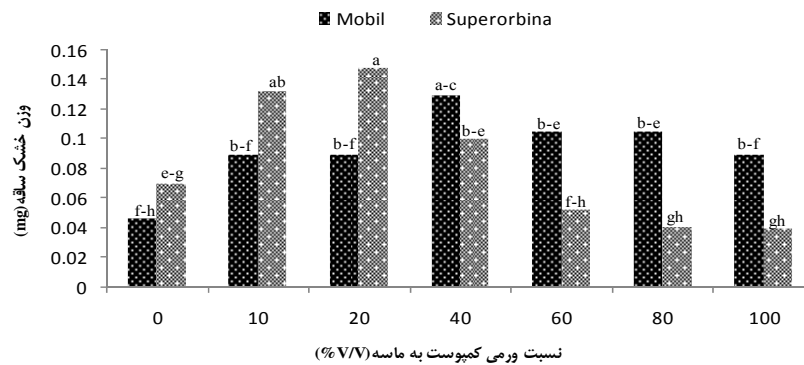
گوجه‌فرنگی (۳۸) به دنبال کاربرد ورمی کمپوست گزارش شده است. افزایش وزن خشک گیاه می‌تواند در ارتباط با تغییر در شرایط فیزیکی، شیمیایی، خصوصیات میکروبی و زیستی محیط تحت تأثیر ورمی کمپوست باشد (۶). بنابراین ورمی کمپوست با توجه به ساختار



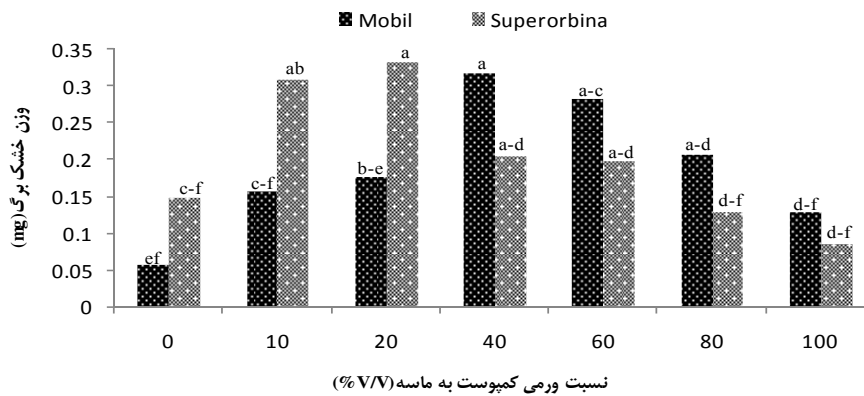
نمودار ۱- تأثیر ورمی کمپوست بر ارتفاع گیاه در ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی (ستون‌های دارای حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند)



نمودار ۲- تأثیر ورمی کمپوست 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- تأثیر ورمی کمپوست 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 ۴- تأثیر ورمی کمپوست 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)

تأثیر ورمی کمپوست بر صفات ریشه

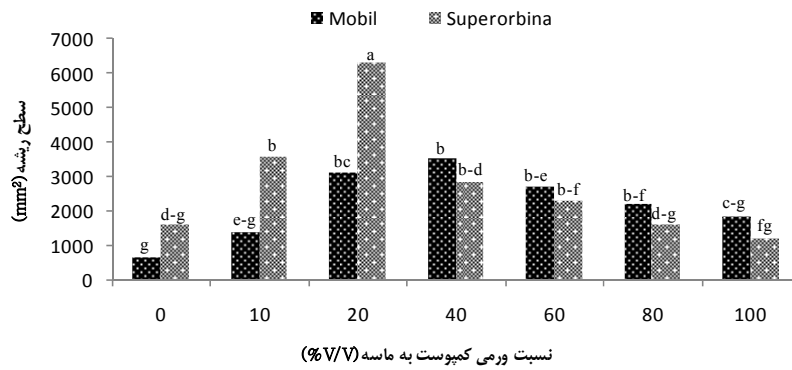
نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ورمی کمپوست تأثیر معنی‌داری بر سطح، قطر و وزن خشک ریشه گیاه گوجه‌فرنگی دارد ولی تأثیر آن بر طول ریشه‌ها معنی‌داری نیست (جدول ۳). در رقم سوپراوربینا استفاده از ۱۰ و ۲۰ درصد ورمی کمپوست به صورت معنی‌داری سطح، قطر و وزن خشک ریشه را بهبود بخشید. در بین این سطوح ورمی کمپوست، صفات ریشه در تیمار ۲۰ درصد ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست، قطر ریشه در کلیه نسبت‌های ورمی کمپوست و وزن خشک ریشه نیز به استثنای ۱۰ درصد ورمی کمپوست در تمام نسبت‌های ورمی کمپوست، نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشتند. در این رقم در بین این سطوح ورمی کمپوست، صفات ریشه در تیمار ۴۰ درصد ورمی کمپوست افزایش بیشتری نشان دادند که تنها در مورد قطر ریشه معنی‌دار بود (نمودارهای ۵، ۶ و ۷). در مورد تأثیر ورمی کمپوست 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^۱ در حضور ورمی کمپوست افزایش یافت در حالی که تغییر این صفت در ذرت^۲ 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 ورمی کمپوست می‌باشد. افزایش در میزان جذب مواد غذایی همراه با افزایش در تجمع همزیست‌های میکروبی، هنگام استفاده از

ورمی کمپوست برای غلات و گیاهان زینتی، اعلام شده است (۲۲). به نظر آیه و همکاران (۱۰)، فعالیت قابل توجه میکروارگانیسم‌های موجود در ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست گزارش کردند. در این راستا می‌توان 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 ورمی کمپوست باعث افزایش فتوسنتز و رشد بخش هوایی شده و متعاقب آن می‌تواند بر روی رشد ریشه تأثیر مثبتی بگذارد.

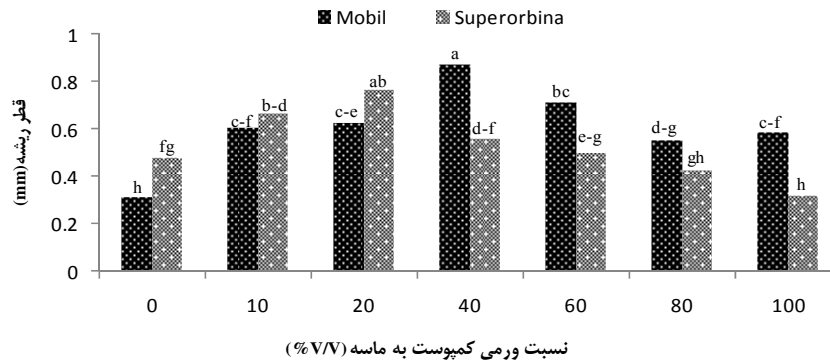
تأثیر ورمی کمپوست بر میزان پتاسیم، فسفر و کلسیم در برگ

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

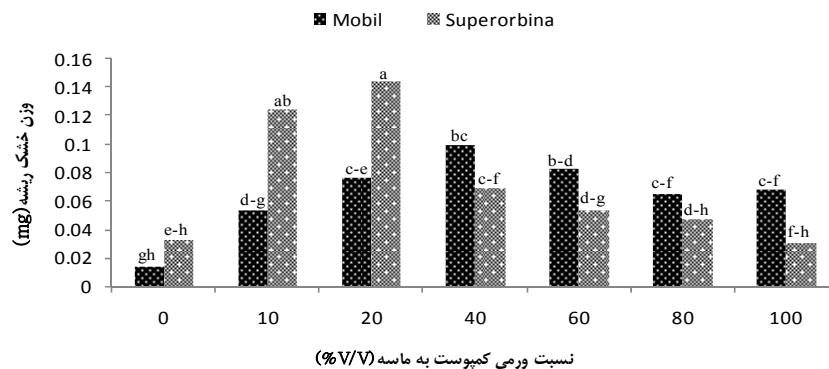
1- *Phaseolus vulgaris* L.
2- *Zea mays* L.



نمودار ۵- تاثیر ورمی کمپوست بر سطح ریشه ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی (ستون‌های دارای حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند)



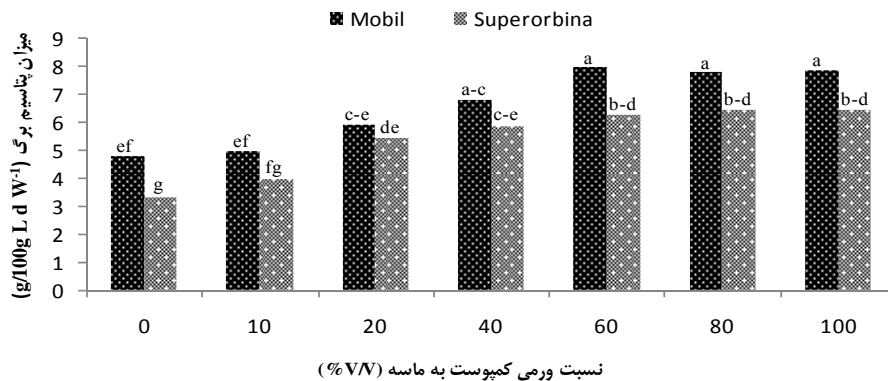
نمودار ۶- تاثیر ورمی کمپوست بر قطر ریشه ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی (ستون‌های دارای حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند)



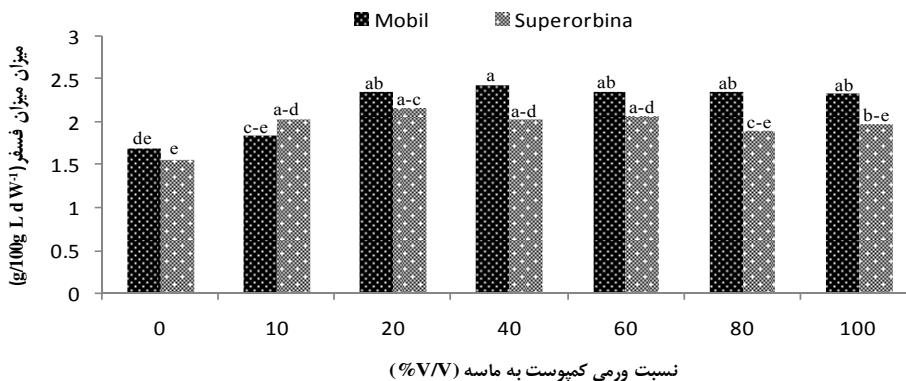
نمودار ۷- تاثیر ورمی کمپوست بر وزن خشک ریشه ارقام موبیل و سوپراوربینای گوجه‌فرنگی (ستون‌های دارای حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند)

برای ریشه‌های گیاه کاهش می‌یابد. همچنین تثبیت پتاسیم در خاک‌های خشک بیشتر از خاک‌های مرطوب است (۳۱). بنابراین از آنجا که ورمی کمپوست دارای ساختار متخلخل است، ظرفیت نگهداری آب را افزایش داده و در این شرایط جذب پتاسیم بهبود می‌یابد. بررسی‌ها نشان می‌دهند که هورمون سیتوکینین باعث افزایش جذب پتاسیم می‌شوند (۱۹) و ورمی کمپوست نیز غنی از هورمون‌های رشد گیاهی از جمله سیتوکینین است. باسکر و همکاران (۱۱) در سال ۱۹۹۳ نیز نشان دادند که پتاسیم ورمی کمپوست ۲-۳ برابر بیشتر از پتاسیم خاک است. بنابراین احتمالاً ورمی کمپوست با توجه به ویژگی‌های ساختاری و وجود هورمون‌های گیاهی و مقادیر بالای پتاسیم موجود در خود، شرایط را برای جذب بیشتر پتاسیم توسط ریشه گیاه مهیا می‌کند.

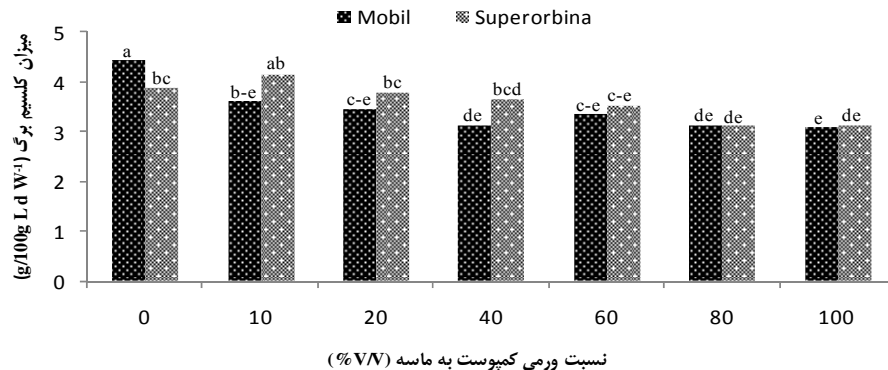
در رقم سوپراوربینا میزان کلسیم در برگ در نسبت‌های ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ورمی کمپوست تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت و در نسبت‌های ۸۰ و ۱۰۰ درصد، به صورت معنی‌داری کاهش نشان داد. در رقم موبیل میزان کلسیم در حضور تمامی نسبت‌های ورمی کمپوست نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری را نشان داد. بین این نسبت‌های ورمی کمپوست 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 تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و افزایش جذب عناصر معدنی نظیر پتاسیم در تیمار حاوی ورمی کمپوست دلایل عمده افزایش غلظت پتاسیم در مقایسه با شاهد است. هو و اشمیده‌التر (۱۸) بیان کردند که با کاهش محتوای آب خاک، تحرک پتاسیم کاهش و قابلیت دسترسی پتاسیم



نمودار ۸- تاثیر ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست 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)

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، میکروارگانسیم‌های مفید و هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی موجود در این کود مربوط می‌شود. نتایج نشان داد که نسبت‌های کم ورمی کمپوست تاثیر بهتری بر رشد ارقام گوجه‌فرنگی داشت به طوری که بیشترین تاثیر ورمی کمپوست به ترتیب در نسبت‌های ۲۰ و ۴۰ درصد ورمی کمپوست برای ارقام سوپراوربینا و موبیل مشاهده شد. نسبت‌های بالای ورمی کمپوست (۸۰ و ۱۰۰ درصد ورمی کمپوست) تاثیر منفی بر رشد گیاهچه‌ای گوجه‌فرنگی داشت. فدریکو و همکاران (۱۷) نیز با کاربرد ورمی کمپوست، افزایش معنی‌داری در ارتفاع و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی را مشاهده کردند. آتیه و همکاران (۶)، افزایش وزن نشاء گوجه‌فرنگی در غلظت‌های کم ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست را به دلیل افزایش غلظت نمک محلول، سمیت ناشی از افزایش غلظت عناصر سنگین و یا حضور ترکیبات سمی برای گیاه ذکر کردند.

به طور مشابه با آزمایش حاضر، بررسی‌ها نشان داده است که مصرف ورمی کمپوست، غلظت فسفر را در بخش هوایی گیاهان شبدر قرمز و خیار (۳۵) و دانه بادام‌زمینی (۲۶) به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش داده است. افزایش ورمی کمپوست به خاک، باعث افزایش فسفر خاک می‌شود (۳۳). همچنین ورمی کمپوست فسفر را به فرم قابل دسترس برای گیاه تبدیل می‌کند (۳۲). پاترسون (۲۸) گزارش کرد که میکروارگانسیم‌های 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 میکروارگانسیم‌های 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 ورمی کمپوست 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 محافظت‌کننده 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

منابع

- 1- Arancon N.Q., Edwards 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

- 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 paraguay 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 arthropod 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.worndigest.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., Malleash 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 (*Brassicinapus* 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 Aclremy of Sciences (Animal Science)*, 95:341-351.
 - 25- Meginnis M., Cookt A., Bilderback T. and Lorcheider M. 2003. Organic fertilization for basil tranplant 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.