اثر وابسته به غلظت ورمی‌کمپوست و عصاره آن بر جوانه‌زنی بذر و رشد رویشی سیاهدانه

ریحانه عموآقایی* و مریم بقایی

شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۲۲

چکیده

در این پژوهش آزمایش اول برای ارزیابی تأثیر غلظت‌های مختلف (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و۱۰۰ درصد حجمی) عصاره ورمی-کمپوست روی برخی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد دانه‌رست سیاهدانه در پتری‌دیش انجام شد. در آزمایش دوم اثر جایگزینی ورمی‌کمپوست جامد با ۴ سطح (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ درصد) بر روی شاخص‌های ظهور و رشد رویشی گیاه در یک آزمایش گلدانی بررسی شد. نتایج نشان داد که رقت‌های ۲۰ و ۴۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست ظرفیت جوانه‌زنی، ارزش پیک جوانه‌زنی، میانگین روزانه و ارزش جوانه‌زنی را بالا برد و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و بنیه طولی دانه‌رست را افزایش داد. تیمار ۲۵ و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست جامد نیز شاخص‌های ظهور، طول، وزن تر و خشک ریشه و بخش هوایی و میزان کلروفیل a، b، کل و کارتنوئید گیاهان سه ماهه را نسبت به شاهد در حد معنی‌داری بالا برد؛ اما غلظت‌های بالای ورمی‌کمپوست و عصاره آن این پارامترها را کاهش داد. بنابراین اثر ورمی‌کمپوست روی جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه وابسته به غلظت است.

واژه‌های کلیدی: سیاهدانه، رشد، ظهور دانه‌رست، ورمی‌کمپوست

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۳۳۰۲۹۲۹۰ ، پست‌الکترونیکی: rayhanehamooaghaie@yahoo.com

مقدمه

سیاهدانه با نام علمی *Nigella sativa* گیاهی دو لپه علفی و یکساله از تیره آلاله است که دانه‌ها و اسانس آن در صنایع دارویی و غذایی کاربرد دارد و روغن دانه‌های آن در سطح صنعت و در تولید بسیاری از ترکیبات اولئوشیمیایی استفاده می‌شود. سیاهدانه از قدیم در طب سنتی در درمان بسیاری از اختلالات و بیماری‌ها استفاده شده است و اسانس آن برای طیف وسیعی از اثرات ضد قارچی و باکتریایی به‌کار می‌رود (۹ و ۲۸).

نیازهای کودی ازجمله مهمترین عواملی هستند که بر تولید گیاهان دارویی تأثیرگذار می‌باشند. رشد و میزان مواد مؤثره گیاهان دارویی ممکن است به طور مثبت یا منفی به کودها پاسخ دهند، که دریافتن این موضوع مستلزم انجام مطالعات دقیق تغذیه‌ای می‌باشد. امروزه تأکید زیادی در سراسر دنیا بر کشاورزی پایدار وجود دارد که ارکان آن مبتنی بر افزایش کیفیت و پایداری عملکرد گیاه در کنار کمترین زیان‌های زیست محیطی است. اما کاربرد زیاد کودهای شیمیایی، باعث اثرات منفی از قبیل شستشوی خاک، حساسیت به حمله بیماری‌ها، تخریب ارگانیسم‌های کوچک مطلوب و در نهایت موجب آسیب جبران‌ناپذیر به سیستم خاک و تخریب ساختار آن خواهد شد. بعکس، تغذیه محصولات با مواد ارگانیک و آلی باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌شود (۱۰، ۱۴، ۲۱ و ۲۵). در طی تلاش برای دستیابی به کشاورزی پایدار، تکنولوژی جدیدی پدیدار شده است که در طی آن طیف وسیعی از بقایای زاید کشاورزی، خانگی و صنعتی بوسیله فعالیت گونه‌های خاصی از کرم‌های

خاکی موسوم به کمپوسترها به محصول با ارزشی بنام ورمی‌کمپوست تبدیل می‌شوند. این تکنولوژی، هم مشکل تجمع مواد زاید را حل می‌کند و هم یک کود مغذی و ارزان و مناسب را از نظر زیست محیطی فراهم می‌آورد. ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک کود ارگانیک، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را بهبود می‌دهد و به‌دلیل ساختار ریز و سطح بزرگتر ذرات آن دسترسی گیاه به آب و مواد معدنی را افزایش می‌دهد (۲، ۷، ۲۱، ۲۵ و۳۰). همچنین مواد فنولی موجود در ورمی‌کمپوست در مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا و گیاهخوران اثر مثبت داشته (۱۲، ۱۶ و ۱۸) و اجزاء هیومیک موجود در آن، اثرات مشابه هورمون بر روی گیاهان دارد و منجر به تحریک کلی رشد و عملکرد محصولات مختلف می‌شود (۴).

گزارش‌های زیادی دلالت بر آن دارد که اشکال مختلف ورمی‌کمپوست اعم از مایع یا جامد اثرات مفیدی بر محصولات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای دارد و موجب تحریک جوانه‌زنی دانه (۴)، تحریک رشد (۲۲)، مقاوم‌سازی در برابر عوامل بیماری‌زا (۱۲) و افزایش عملکرد گیاهان دارویی، صنعتی و زراعی (۷، ۸، ۲۱ و ۲۳) می‌شود.

آگاهی از اثرات سوء زیست محیطی و هزینه زیاد اقتصادی مصرف کودهای شیمیایی باعث توجه بیشتری به مزایای تغذیه ارگانیک گیاهان با کاربرد کمپوست و ورمی‌کمپوست شده است (۱۰ و ۳۰). کودهای شیمیایی کیفیت گیاهان دارویی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بنابراین به نظر می‌رسد که تغذیه با ورمی‌کمپوست برای آنها مناسب‌تر باشد. ازجمله گیاهان دارویی مهم و جدید سیاهدانه می‌باشد که همچنان در کشور به روش سنتی کشت می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که کاربرد کودهای زیستی بر روی سیاهدانه منجر به افزایش محصول دانه در گیاه می‌شود (۲۹). همچنین گزارش شده است که تغذیه گیاه سیاهدانه با کود کمپوست منجر به افزایش معنی‌دار رشد و نمو گیاه می‌گردد (۱). با توجه به تحقیقات اندک و عدم وجود اطلاعات مستند و جامع در خصوص واکنش‌های رشدی این گیاه به ورمی‌کمپوست، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر ورمی‌کمپوست بر جوانه‌زنی و رشد رویشی سیاهدانه طراحی گردیده است.

مواد و روشها

بررسی جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست در پتری‌دیش: بذرهای مورد استفاده از شهر لردگان، منطقه فلارد تهیه شدند. ورمی‌کمپوست مورد استفاده از شرکت سروش سبز تهیه شد که مشخصات کیفی آن در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- ترکیب ورمی‌کمپوست استفاده‌شده در آزمایش

هدایت الکتریکی* E.C. ds/m	اسیدیته کل اشباع PH. Of past	درصد مواد خنثی شونده T.N.V. %	کربن آلی O.C %	ازت کل Total N %	فسفر کل P205 %	پتاسیم کل K2O %	مس Cu mg/kg	روی Zn mg/kg	منگنز Mn. mg/kg	آهن Fe. mg/kg
۳/۱۵	۸/۰۴	۱۱	۳۲/۱۶	۳/۶	۰/۲۵	۱/۰۸	۱۰/۶۳	۷۸/۶۸	۲۸/۵۴	۵۶/۱۷

هدایت الکتریکی در عصاره ۱ به ۵ اندازه‌گیری شده است.

برای تهیه عصاره ورمی‌کمپوست، ۳۰۰ گرم ورمی‌کمپوست جامد در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب به مدت ۵ روز خیسانده شد. در روز ششم عصاره ورمی‌کمپوست در چندین مرحله صاف و عصاره خالص تهیه شد. با افزودن آب از این عصاره رقت‌های ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد حجمی تهیه شد.

کلیه پتری‌ها و کاغذ صافی قبل از شروع آزمایش اتوکلاو شدند، همچنین بذرها در شرایط تاریکی در محلول ۱/

مولار وایتکس ضد عفونی گردیدند. در هر پتری ۲۵ بذر قرار داده شد و پتری‌ها در شرایط تاریکی در دمای روزانه ۲۵ درجه سانتیگراد و رطوبت ۴۰ درصد قرار داده شدند. پتری‌ها با محلول‌های فوق آبیاری شدند. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. میزان جوانه‌زنی بذرها روزانه یادداشت شد. در پایان درصد جوانه‌زنی نهایی به عنوان ظرفیت جوانه‌زنی در نظر گرفته شد. همچنین ارزش جوانه‌زنی(Peak value=PV) به‌عنوان حداکثر درصد جوانه‌زنی تجمعی تقسیم بر تعداد روزهای لازم برای رسیدن به این درصد جوانه‌زنی محاسبه شد. میانگین جوانه‌زنی روزانه (MDG) از تقسیم تعداد بذرهای جوانه زده به کل روزهای آزمایش بدست آمد و در نهایت ارزش جوانه‌زنی (GV =germination value) از حاصلضرب PV در MDG محاسبه شد (۲۶). در پایان طول ساقه و ریشه اندازه‌گیری شد و نسبت ریشه به ساقه بدست آمد. همچنین بنیه طولی مطابق فرمول زیر محاسبه شد (۶):

بنیه طولی دانه‌رست = طول کل دانه‌رست (مجموع طول ریشه و ساقه) × درصد جوانه‌زنی نهایی

بررسی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در گلخانه: آزمایش با طرح کاملا تصادفی با ۴ سطح ورمی‌کمپوست جامد (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ درصد) و در ۵ تکرار انجام شد و درصد ظهور، رشد گیاهچه و میزان رنگیزه‌ها اندازه‌گیری شد.

$$\text{ایندکس ظهور } EI = \frac{\text{تعداد دانه‌رست ظهورکرده در روز اول}}{\text{اولین روز شمارش}} + \cdots + \frac{\text{تعداد دانه‌رست ظهورکرده در روز آخر}}{\text{آخرین روز شمارش}}$$

که در آن n: تعداد دانه‌های جوانه زده جدید در روز D و D : روزهای پس از کاشت و ∑n همان ظهور نهایی است.

ضریب ظهور و میزان ظهور از فرمول‌های زیر محاسبه - گردید:

$$\text{Emergence coeffication} = \frac{\text{درصد ظهور نهایی}}{MET}$$

بذرهای کوچک سیاهدانه به تعداد ۱۰۰ عدد در گلدان‌های حاوی خاک (شاهد) و یا خاکی که حاوی۲۵، ۵۰، ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست بود کاملا در زیر خاک کاشته شدند، به‌طوری که در مرحله جوانه‌زنی اولیه هیچ تماسی با نور نداشته باشند. در گلدان شاهد هیچ ورمی‌کمپوستی اضافه نشد. گلدان‌ها در شرایط گلخانه، با طول روز ۱۴ و طول شب ۱۰ ساعت و دمای روز و شب به‌ترتیب ۲۸ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد قرار داده شدند و تعداد نشاهای ظهور کرده هر روز در آنها یادداشت شد تا زمانی که تقریبا در همه گلدان‌ها میزان ظهور (جوانه‌زنی) نشا ثابت شد که این دوره آزمایش ظهور نشا، حدود بیست روز طول کشید. از روی نتایج بدست‌آمده شاخص‌های زیر محاسبه شدند.

میزان ظهور نهایی، تعداد نشاهای ظاهر شده در هر گلدان در روز بیستم از کاشت را نشان می‌داد که بر حسب درصد ظهور بیان گردید. انرژی ظهور به صورت کل دانه‌رست-های ظهور کرده در روز هشتم پس از کاشت نسبت به کل دانه‌های کاشته شده محاسبه شد. ایندکس ظهور و میانگین زمان ظهور از فرمول‌های زیر محاسبه گردید (۶):

$$MET = \frac{\sum Dn}{\sum n}$$

$$\text{Rate of emergence (RE)} = \sum_{i=0}^{n} \left(\frac{Ni}{Di}\right)$$

که Ni تعداد نشاهای ظهور کرده در فاصله دو شمارش و Di روز شمارش می‌باشد.

بنیه وزنی نشا به صورت زیر محاسبه شد (۶):

بنیه بر مبنای وزن تر نشا = وزن تر کل نشا (مجموع وزن تر ریشه و ساقه) × درصد ظهور نهایی

بنیه بر مبنای وزن خشک نشا = وزن خشک کل نشا (مجموع وزن خشک ریشه و ساقه) × درصد ظهور نهایی

اثر ورمی‌کمپوست بر پارامترهای رشد و رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاهچه سه ماهه سیاهدانه: پس از آن که بذرها مطابق شرح قبلی کاشته و نشاها ظاهر شدند، تعداد گیاهان در هر گلدان به ۳۰ عدد کاهش داده شد. برای این منظور سعی شد تا نشاهای یکنواخت و همسان در گلدان‌ها باقی بماند. در پایان ماه سوم برگ‌ها جدا شده و میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئید بر حسب میکروگرم در گرم وزن تر اندازه‌گیری شد. ابتدا ۰/۱ گرم از برگ‌های تازه سرشاخه‌های سیاهدانه با استون ۸۰ درصد در هاون چینی ساییده شدند. مخلوط به‌دست آمده با کمک کاغذ صافی صاف گردید و با استون ۸۰ درصد به حجم ۱۵ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس جذب محلول‌ها با اسپکتروفتومتر (مدل UNICAM 5625 UV/VIS Spectrometer) در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر خوانده شدند. از استون ۸۰ درصد به‌عنوان محلول بلانک استفاده شد. با کمک فرمول‌های زیر کلروفیل a، b و کلروفیل کل و کاروتنوئید (شامل کاروتن و گزانتوفیل‌ها) برحسب میکروگرم در گرم بافت گیاهی محاسبه گردید. اندازه‌گیری کلروفیل با روش Arnon (۱۹۴۶) و کاروتنوئید با روش Litchenthaler (۱۹۸۷) انجام شد (۵، ۲۰).

$$chl.a = \frac{(12.7 \times A663) - (2.69 \times A645) \times V}{W \times 1000}$$

$$chl.b = \frac{(22.9 \times A645) - (4.93 \times A663) \times V}{W \times 1000}$$

$$Total\ chl. = \frac{(20.2 \times A645) + (8.02 \times A663) \times V}{W \times 1000}$$

$$Car. = (1000\ A470 - 1.82\ chl.a - 85.02\ chl.b)/198$$

همچنین در پایان ماه سوم بعد از کاشت (که رشد رویشی کامل شد و مرحله گلدهی شروع شد) طول و بعد بلافاصله وزن تر ریشه و بخش هوایی با ترازو اندازه‌گیری شد. آنگاه به مدت ۲۴ ساعت در پاکت‌های کاغذی در آون در دمای ۷۰-۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و بعد وزن خشک ریشه و بخش هوایی نیز به‌دست آمد. در پایان داده‌های بدست آمده توسط نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین داده‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج

نتایج جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست در پتری‌دیش: جدول ۲ اثر رقت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست سیاهدانه را نشان می‌دهد. بیشترین ظرفیت جوانه‌زنی، ارزش پیک جوانه‌زنی، میانگین روزانه جوانه‌زنی و ارزش جوانه‌زنی در رقت ۴۰ درصد حجمی ورمی‌کمپوست بدست آمد. وجود مقادیر بیشتر عصاره ورمی‌کمپوست در مرحله آبنوشی شاخص‌های فوق را کاهش داد، به‌طوری‌که اغلب شاخص‌های ظهور در ۶۰ درصد با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت و در غلظت ۸۰ و ۱۰۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست در حد معنی‌داری کمتر از شاهد بود. همچنین بیشترین طول ریشه و ساقه دانه‌رست و میزان بنیه طولی دانه‌رست در رقت ۴۰ درصد بدست آمد و در غلظت‌های بیشتر در حد معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت. در تیمار ۸۰ و ۱۰۰ درصد عصاره، طول ریشه ۴۸/۵ و ۵۷/۳۵ و طول ساقه ۲۷/۴۱ و ۳۰/۶۴ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت و نسبت ریشه به ساقه نیز در حد معنی‌داری کاهش یافت.

نتایج ظهور و رشد گیاهچه در گلخانه

اثر ورمی‌کمپوست بر ظهور گیاهچه سیاهدانه : آنالیز

واریانس داده‌های مربوط به شاخص‌های ظهور (جدول۳) نشان داد که اثر تیمار ورمی‌کمپوست بر همه شاخص‌های ظهور در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است.

جدول ۲- اثر رقت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد دانه‌رست‌های سیاهدانه

درصد عصاره	ظرفیت جوانه‌زنی ٪	ارزش پیک جوانه‌زنی	میانگین روزانه جوانه‌زنی تعداد / روز	ارزش جوانه‌زنی	بنیه بر مبنای طول نشا	طول ریشه (سانتی‌متر)	طول ساقه (سانتی‌متر)	نسبت طول ریشه به ساقه
۰	۹۰/ ۷۱bc	۲/۶۸bc	۱/۵b	۴/۰۲b	۶۱۶/۸۲c	۳/۲۸b	۳/۲۵b	۱/۰۱b
۲۰	۹۲/۸۲b	۳/۱۸b	۱/۶ac	۵/۰۸b	۶۵۹/۲۳b	۳/۶a	۳/۵a	۱/۰۲b
۴۰	۹۶/۲۸a	۵/۰۰a	۱/۸a	۹/۰a	۶۷۸/۷۷a	۳/۹a	۳/۶۵a	۱/۰۹a
۶۰	۸۹/۲۸bc	۳/۰۱b	۱/۴bc	۴/۲۱b	۴۵۸/۵۴d	۲/۴۵c	۲/۶۵c	/۹۲c
۸۰	۸۷/۱۴c	۱/۹۰cd	۱/۱۲d	۲/۱۹c	۳۴۰/۷۱e	۱/۷۵d	۲/۱۶ d	/۸۱d
۱۰۰	۸۱d	۱/۱۲d	۰/۷۲e	۰/۸۱d	۲۷۷/۹f	۱/۵d	۱/۹۵d	/۷۶e

مقادیر میانگین حاصل از ۵ تکرار هستند. مقایسه میانگین توسط آزمون دانکن انجام‌شده و حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تفاوت مقادیر در سطح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۳- آنالیز واریانس (مقادیر مربع‌میانگین) داده‌های حاصل از اثر ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های‌ظهور گیاهچه سیاهدانه

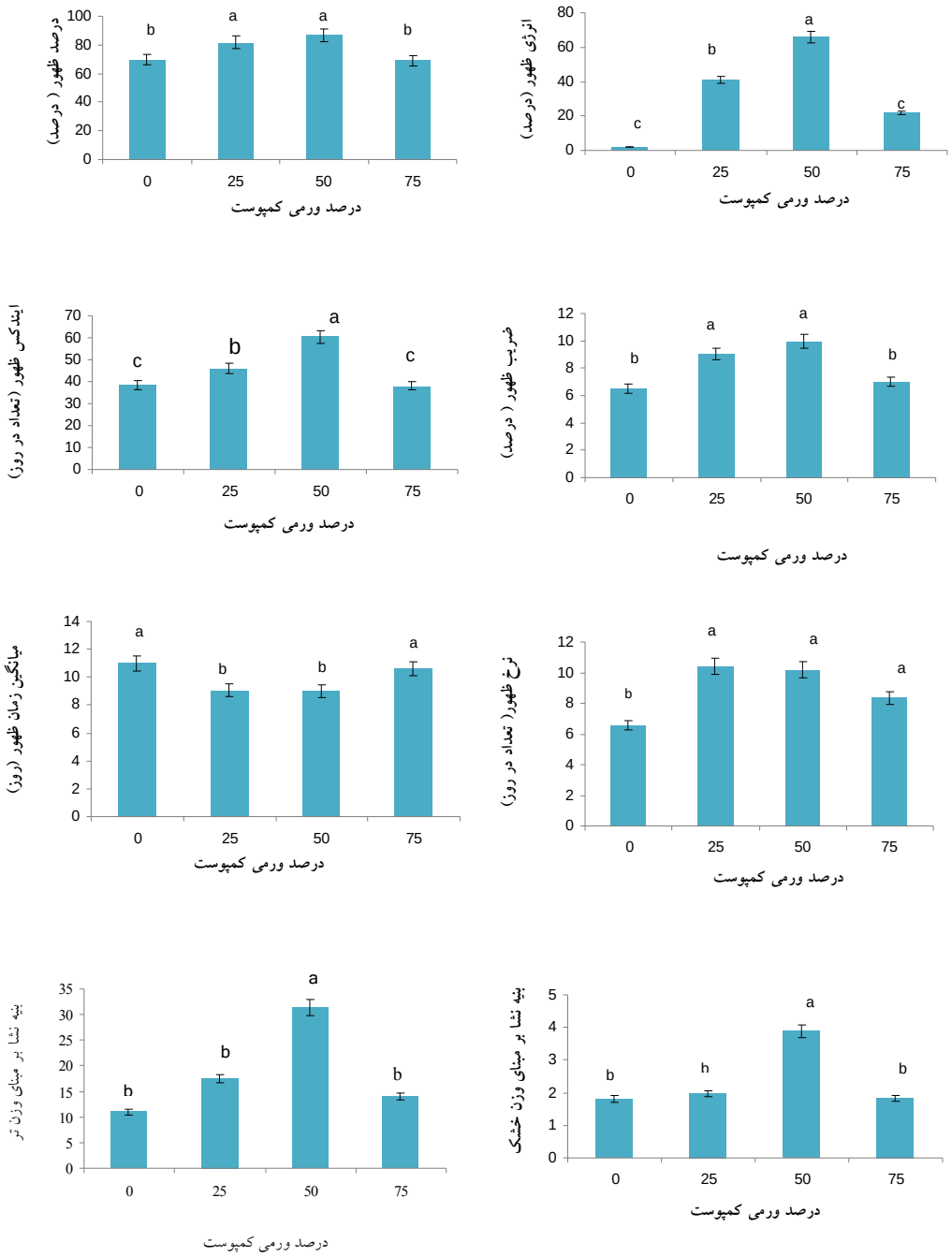
منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد ظهور	انرژی ظهور	میزان ظهور	میانگین زمان ظهور	ضریب ظهور	ایندکس ظهور	بنیه بر وزن تر	مبنای‌بنیه بر مبنای وزن خشک
تیمار ورمی‌کمپوست	۳	۲۹۹/۰۶**	۴۳۴۲/۱۸**	۱۷/۴۷۸**	۴/۹۵۱**	۱۲/۳۱۸**	۹۹۹/۷۰۶**	۵/۱**	۴۰۴/۸۴**
خطا	۱۶	۴۵/۶	۵۰/۶۵۰	۲/۸۹۸	۰/۰۷۶۷	/۶۱۷۴	۵۰/۵۰۷	/۶۶	۳۳/۷۷

**: در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است.

بررسی سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های ظهور نشان داد که بیشترین میزان انرژی ظهور، ایندکس ظهور، ضریب ظهور، میزان ظهور و درصد ظهور نهایی در تیمار ۲۵ و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست بدست آمده است و در تیمار ۷۵ درصد میزان این شاخص‌ها کاهش یافت و به حد شاهد و یا کمتر از آن رسید. همچنین کمترین میانگین زمان ظهور در تیمار ۲۵ و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست و بیشترین میانگین زمان ظهور در شاهد و پس از آن در تیمار ۷۵ درصد بدست آمده است (شکل ۱). همچنین بیشترین بنیه وزنی نیز در ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست و کمترین آن در ۷۵ درصد بدست آمد که البته با بنیه وزنی ۲۵ درصد ورمی‌کمپوست و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت.

اثر ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های رشد رویشی گیاه سیاهدانه: آنالیز واریانس داده‌های مربوط به شاخص‌های رشد گیاه سه ماهه سیاهدانه (جدول ۴) نشان داد که اثر تیمار ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های طول، وزن تر و

خشک ریشه و بخش هوایی و محتوای کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدهای برگ گیاه سیاهدانه معنی‌دار است.

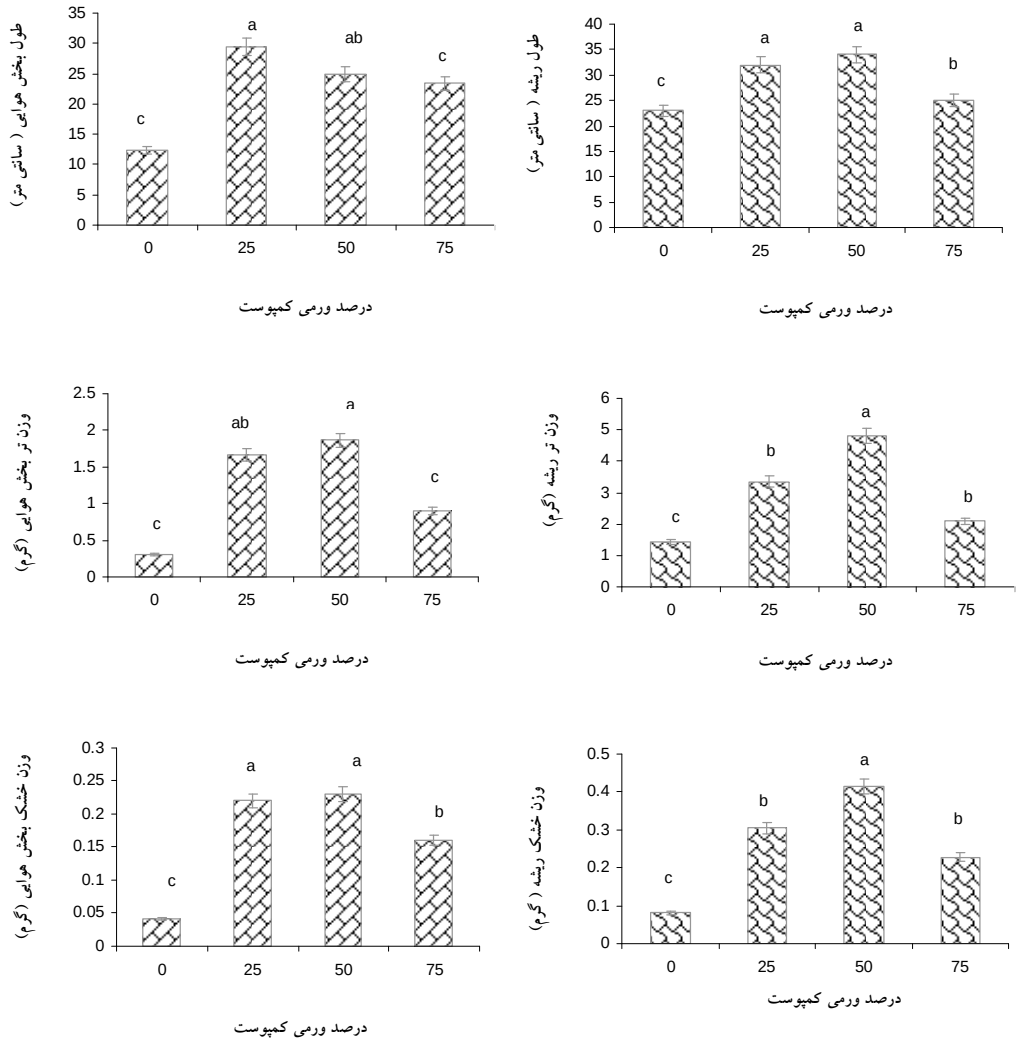


شکل۱- اثر مقادیر ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های ظهور و بنیه گیاهچه ۲۰ روزه سیاهدانه- مقادیر میانگین حاصل از ۵ تکرار هستند. مقایسه میانگین توسط آزمون دانکن انجام‌شده و حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تفاوت مقادیر در سطح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۴- آنالیز واریانس (مربع میانگین) داده‌های آزمایش اثر ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های رشد و رنگیزه‌های برگ سیاهدانه

منبع تغییرات	درجه آزادی	طول ساقه	وزن تر بخش هوائی	وزن خشک بخش هوائی	طول ریشه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئید
تیمار ورمی‌کمپوست	۳	۲۶۴/۵۳**	۲/۵۹**	۰/۰۴۲۶*	۵۰/۳۲*	۱/۴۷۹**	۰/۰۰۳۴**	۰/۳۴**	۰/۰۳۴۹**	۰/۷۲۹**	۰/۰۱۱۳**
خطا	۱۶	۱۱/۰۹	۰/۲۰۳	۰/۰۰۵۴	۱۳/۰۳	۰/۱۰۵۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۶۷	۰/۰۳۲۶	۰/۰۰۰۲۳

**: در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. *: در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است.

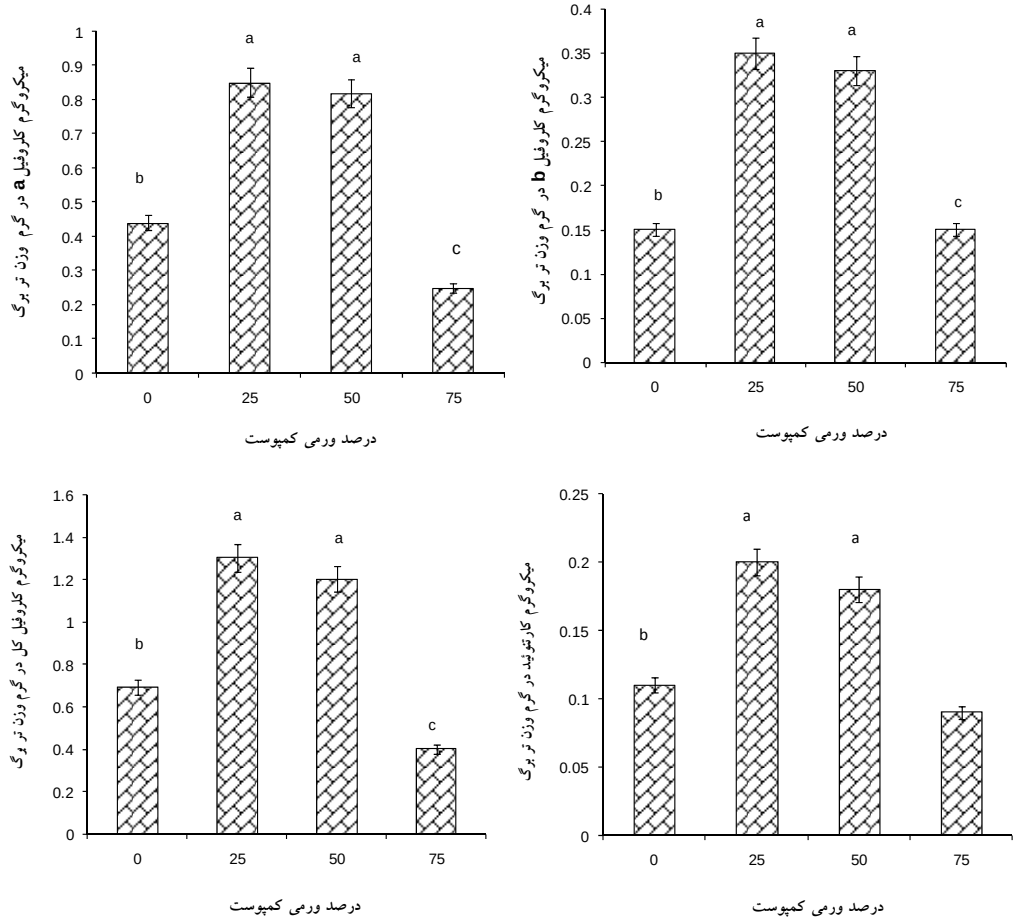


شکل ۲- اثر مقادیر ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های رشد گیاهچه سیاهدانه - مقادیر میانگین حاصل از ۵ تکرار هستند. مقایسه میانگین توسط آزمون - دانکن انجام‌شده و حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تفاوت مقادیر در سطح احتمال ۵ درصد است.

بررسی سطوح مختلف ورمی‌کمپوست نشان داد که اختلاف شاخص‌های رشد در درصدهای مختلف ورمی‌کمپوست کاملا معنی‌دار بود. مقایسه میانگین شاخص‌های طول، وزن تر و خشک ریشه و بخش‌هوایی (شکل۲) نشان داد که میزان این شاخص‌ها در تیمار ۵۰ و ۲۵ درصد ورمی‌کمپوست در حد معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بوده است. تیمار ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست طول، وزن‌تر و خشک بخش‌هوایی را نسبت به شاهد به‌ترتیب به

میزان ۵۰/۷۲، ۸۳/۴۲ و ۸۱/۷۳ و طول، وزن تر و خشک ریشه را نسبت به شاهد به‌ترتیب به میزان ۷۹/۲، ۷۹ و ۸۱/۷۳ افزایش داده است. طول، وزن‌تر و خشک ریشه و بخش‌هوایی در تیمار ۷۵ درصد نسبت به ۲۵ و ۵۰ درصد کاهش یافت اما همواره بالاتر یا در حد تیمار شاهد بود.

میزان کلروفیل a، b و کل و کاروتنوئیدها در تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست در حد معنی‌داری بالاتر از شاهد ولی در تیمار ۷۵٪ در حد شاهد و یا کمتر از آن بود (شکل ۳). تیمار ۷۵ درصد میزان کلروفیل a، b و کل و کاروتنوئیدها را به‌ترتیب ۴۳،۰/۱۸، ۴۲/۰۲ و ۱۸/۱۸ درصد نسبت به شاهد کاهش داد.



شکل ۳- اثر مقادیر ورمی‌کمپوست بر مقادیر کلروفیل a، b و کل و کاروتنوئیدها در برگ سیاهدانه مقادیر میانگین حاصل از ۴ تکرار هستند. مقایسه میانگین توسط آزمون دانکن انجام شده و حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تفاوت مقادیر در سطح احتمال ۵ درصد است.

بحث

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که نسبت‌های مناسب ورمی‌کمپوست بنیه بذر و دانه‌رست را تقویت می‌کند، به‌طوری‌که تعداد بیشتری بذر جوانه می‌زند و گیاهچه‌های قوی‌تر با سرعت و یکنواختی بیشتر در مدت زمان کمتری در سطح خاک ظاهر می‌شوند. این اثر بسیار با ارزش می-باشد، چون تحقیقات نشان می‌دهد که همبستگی مثبتی بین بنیه بذر و سرعت و یکنواختی ظهور و حتی عملکرد مزرعه‌ای گیاهان وجود دارد.

نکته شایان توجه در این آزمایش آن است که بذر مورد استفاده در این پژوهش بنیه ضعیفی داشته است، به‌طوری‌که بذرها در خاک در تیمار شاهد تا حدود ۱۰ روز پس از کاشت در حد معنی‌داری جوانه نزدند و انرژی ظهور که نشان‌دهنده درصد ظهور در روز هشتم تعریف شده در تیمار شاهد کمتر از ۵ درصد بوده است اما کاربرد ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست در آزمایش گلخانه‌ای این انرژی ظهور را به ۶۶ درصد در روز هشتم رسانده و بنیه نشا بر مبنای وزن تر و خشک را بیشتر از صد درصد نسبت به شاهد افزایش داده است. بنابر این مقادیر مناسب ورمی‌کمپوست قادر است ضعف بنیه بذرها را تا حدودی جبران نماید.

اثرات مثبت ورمی‌کمپوست یا عصاره آن بر جوانه‌زنی بذر تربچه (۱۶) و گوجه‌فرنگی (۳ و ۲۳) نیز گزارش شده است. ورمی‌کمپوست ظرفیت نگهداری آب را در خاک بالا می‌برد (۲ و ۳۰) و با توجه به اینکه فرایند جوانه‌زنی وابسته به دسترسی به میزان زیاد آب در خاک است، احتمالا این خاصیت یکی از علت‌های تقویت جوانه‌زنی توسط ورمی‌کمپوست است، اما چون همین خاصیت در آزمایش اول نیز مشاهده شده است و در آن آزمایش ذرات جامدی که در جذب آب نقش دارند حضور نداشته‌اند، می‌توان احتمال داد که عوامل دیگری که می‌توانند به‌عنوان محرک‌های جوانه‌زنی عمل کنند در عصاره ورمی‌کمپوست وجود دارند که از آن جمله می‌توان به وجود هورمونهای رشد در ورمی‌کمپوست اشاره کرد. پژوهش‌های دیگر حضور تنظیم‌کننده‌های رشد ازجمله اکسین، سیتوکینین و جیبرلین را در ورمی‌کمپوست گزارش کرده‌اند (۲۲).

داده‌های مربوط به شاخص‌های رشد در هر دو آزمایش (جدول ۲ و شکل۲) نشان داد که ورمی‌کمپوست رشد دانه‌رست و گیاهان سه ماهه و همچنین محتوای رنگیزه‌های آنها (شکل۳) را در حد معنی‌داری افزایش داده است. اثرات مثبت ورمی‌کمپوست بر افزایش رشد کلم (۱۵)، افزایش رشد و تجمع ماده خشک در گوجه‌فرنگی (۲۳) و افزایش محتوای کلروفیل و کاروتنوئیدهای برگ در ویگنا و کدوی چینی (۱۱ و ۲۴) نیز گزارش شده است. اثرات مثبت تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست و یا ۴۰ درصد عصاره آن بر جوانه‌زنی و رشد گیاه و محتوای رنگیزه‌های آن احتمالا ناشی از اثرات خوب ورمی‌کمپوست در تقویت خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش دسترسی به آب و مواد غذایی و همچنین مرتبط با وجود مواد فعال بیولوژیکی ناشی از کنش متقابل میکروارگانیسم‌ها و کرم‌های خاکی (در حین فرآوری ورمی‌کمپوست) مانند برخی هورمون‌های گیاهی در ورمی‌کمپوست است (۱۳و۲۲). همچنین نتایج نشان داد که کاربرد غلظت‌های مناسب ورمی‌کمپوست، منجر به افزایش نسبت ریشه به ساقه می‌شود. بنابراین ورمی‌کمپوست علاوه بر نقش مستقیم در تغذیه گیاه با توسعه سیستم ریشه‌ای نیز به جذب بیشتر عناصر غذایی کمک می‌کند. احتمالا افزایش دسترسی به عناصر غذایی موجب افزایش میزان رنگیزه‌ها و فتوسنتز شده و در نتیجه افزایش تثبیت کربن، رشد و نمو گیاه و محصول افزایش می‌یابد.

معمولا حداکثر تحریک رشد گونه‌های محصولات مختلف در ۱۰-۴۰ درصد (۵۰ درصد) از جانشینی با ورمی‌کمپوست گزارش شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. با وجود همه نتایج مثبت بدست آمده از تیمار ورمی‌کمپوست، Chiluvuru و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست محتوای کلروفیل کل در ویگنا و سنتلا (*Centella asiatica*) را افزایش داد ولی میزان کلروفیل در تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست نسبت به ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست کمتر بود (۱۱). Gutiérrez-Miceli و همکاران (۲۰۱۱) بهترین درصد جوانه‌زنی را در ۱۰ درصد و بیشترین رشد ریشه و ساقه تربچه را در ۱۵-۱۰ درصد ورمی کمپوست گزارش کردند. در مقابل Jeslkha (۲۰۱۳) بهترین درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چند گیاه دارویی و صنعتی را در نسبت‌های ۵۰ و

۷۵ درصد ورمی‌کمپوست گزارش نمود (۱۸). احتمالا اختلاف در پاسخ‌ها مربوط به نوع گونه گیاهی و یا منشأ ضایعات مورد استفاده برای تولید ورمی‌کمپوست بوده است (۲۱).

به هر حال نتایج هر دو آزمایش ما نشان داد که مقادیر بالای ورمی‌کمپوست اثر کمتر و یا منفی بر روی جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه و محتوای رنگیزه‌های برگ سیاهدانه داشته است. Ievinsh (۲۰۱۱) نیز گزارش کرده که کاربرد مقادیر بیش از ۱۰-۲۰ درصد ورمی‌کمپوست جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه بسیاری از گیاهان ازجمله نخود، لوبیا، کدوی چینی، تربچه و ... را به شدت ممانعت کرده است (۲۰). همچنین نتایج ما نشان داد که کاربرد غلظت‌های بالای ورمی‌کمپوست، نسبت ریشه به ساقه را کاهش داد اما غلظت‌های پایین ورمی‌کمپوست منجر به افزایش نسبت ریشه به ساقه شد که این مشابه با گزارش Lazcano و همکاران (۲۰۰۹) است (۲۲). احتمالا ورمی‌کمپوست با تأمین عناصر غذایی و افزایش کلروفیل و در نتیجه بهبود فتوسنتز و یا به‌دلیل برخورداری از برخی هورمون‌های رشد گیاهی نظیر اکسین و سیتوکینین رشد گیاه را افزایش می-دهد اما غلظت‌های زیاد آن بدلیل ایجاد تنش اسمزی در محیط و یا نسبت‌های زیاد هورمون‌هایی نظیر اکسین که در غلظت‌های بالا بازدارنده رشد گیاه هستند، اثرات منفی بر جوانه‌زنی و رشد گیاه دارد. از سوی دیگر گزارش شده که ورمی‌کمپوست حاوی بسیاری از اسیدهای فنلی (مانند اسید گالیک و اسید کلروژنیک) است که موجب مقاوم-سازی گیاهان در برابر عوامل بیماری‌زا می‌شود (۱۲). نشان داده شده است که ترکیبات فنلی در غلظت کم تا متوسط (10^{-5} - 10^{-3}مولار) اثر محرک و در غلظت زیاد (10^{-2} مولار) اثر ممانعت کننده بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهان دارند (۲۷). بنابراین ترکیبات فنلی موجود در ورمی‌کمپوست کاندید مناسبی برای توجیه اثرات تحریک کننده یا بازدارنده ورمی‌کمپوست در غلظت‌های مختلف روی جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه سیاهدانه هستند که باید در آینده اثر آنها بیشتر بررسی شود.

در مجموع نتایج این پژوهش و سایر تحقیقات بیانگر آن است که اثر ورمی‌کمپوست یا عصاره آن وابسته به میزان غلظت است و باید با آزمایش‌های مقدماتی میزان مناسب آن برای هر گیاه را تعیین کرد. اما در کل بهتر است از کاربرد مقادیر خیلی زیاد آن در مزارع خودداری شود. از این رو در کشت سیاهدانه به نظر می‌رسد چون در اغلب صفات ۲۵ و ۵۰ .....؟ اثر یکسانی داشتند کاربرد مقادیر کمتر از ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست مفید باشد اما برای توصیه عملی این مقادیر باید در سطح مزرعه‌ای نیز آزمایش شوند.

منابع

۱. اکبرنژاد، ف.، آستارایی، ع.، فتوت، ا.، نصیری محلاتی، م. (۱۳۸۹). اثر کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد۸، ۷۶۷- ۷۷۱.

۲. علیخانی، ح.ع.، یخچالی، ب.، محمدی، ل. (۱۳۹۰). مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کمپوست معمولی و ورمی-کمپوست. مجله زیست شناسی ایران. جلد ۲۴، ۹۲۵-۹۳۴.

۳. نقیبی، م.، صدر آبادی حقیقی، ر.، ناظران، ه.، سیاره، آ. (۱۳۹۰). بررسی اثر عصاره ورمی‌کمپوست روی جوانه‌زنی سه رقم گوجه فرنگی. مجموعه مقالات دومین همایش ملی علوم و تکنولوزی بذر. ص ۱۷۲. ۴-۵.

4. Arancon N.Q. Edwards C.A. Lee S. and Byrne R.(2006). Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. European Journal Soil Biology. 42: 65–69.

5. Arnon D.I. (1946). Copper enzyme in isolated choloroplast 1-Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24: 1-15.

6. Association of Official Seed Analysis (AOSA). (1983). Seed vigor testing handbook. Contribution No. 32 to the handbook on Seed Testing. Association of Official Seed Analysis, Spring Field.

7. 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.

8. Barik T. and Gulati J.M.L. (2009). Use of vermicompost in field crops and cropping systems. Agricultural Review. 30: 48-55.

9. Burits M. Bucar F. (2000). Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. Phytother. Research. 14: 323-328.

10. Chen J. (2006). The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofetilizer for crop growth and soil fertility. Journal Plant Nutrition. 16 – 20.

11. Chiluvuru N. Tartte V. and Chandra M. (2009). Plant bioassay for assessing the effects of vermicompost on growth and yield of and two important medicinal plants. J. D. S. A. 4: 160-164.

12. Dionne´ R.J., Tweddell H.A., Avis T.J. (2012). Effect of non-aerated compost teas on damping-off pathogens of tomato. Canadian Journal Plant Pathology. 34(1):51–57

13. Fritz J.I., Franke-Whittle I.H., Haindl S., Insam H., Braun R. (2012). Microbiological community analysis of vermicompost tea and its influence on the growth of vegetables and cereals. Canadian Journal Microbiology 58:836–847

14. Gopinath K.A., Saha S., Mina B.L., Pande H., Kundu S., Gupta H.S. (2008). Influence of organic amendments on growth, yield and quality of wheat and on soil properties during transition to organic production. Nutr Cycl Agroecosyst 82:51–60

15. Getnet M. and Raja N. (2013). Impact of Vermicompost on Growth and Development of Cabbage, *Brassica oleracea* Linn. and their Sucking Pest, *Brevicoryne brassicae* Linn. (*Homoptera: Aphididae).* Research Journal of Environmental and Earth Sciences 5(3): 104-112

16. F.A. Gutiérrez-Miceli, M.A. Oliva-Llaven, P.M Nazar, B. Ruiz-Sesma, J.D. Alvarez-Solís, L. Dendooven. (2011) Optimization of vermicompost and worm-bed leachate for the organic cultivation of radish. Journal of Plant Nutrition. 34: 1642-1653

17. Ievinsh G. (2011). Vermicompost treatment differentially affects seed germination, seedling growth and physiological status of vegetable crop species. Plant Growth Regulation. 65:169–181.

18. Jeslkha M. (2013). Growth of medicinal and economical plant in vermicompost for sustainable development. Reseach Journal of Animal, Veterinary and Fishery science 1(3):1-6

19. Lazcano C. Arnold J. Tato A. Zaller J.G. and Domínguez J. (2009). Compost and vermicompost as nursery pot components:effects on tomato plant growth and morphology. Spanish Journal of Agricultural Research. 7: 944-951.

20. Lichtenthaler H. (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods of Enzymology. 148: 350-382.

21. Mehta N., Karnwal A. (2013). Solid waste management with the help of vermicomposting and its applications in crop improvement. Journal of Biuology and Earth Science. 3: B8-B16

22. 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. Biol. Biochem., 31: 1303-1311.

23. Najar I.A. and Khan A.B. (2013). Effect of Vermicompost on growth and productivity of tomato (*Lycopersicon esculentum)* under field conditions Acta Biologica Malaysiana 2(1): 12-21

24. Pant A.P. Radovich T.J.K. Hue N.V. Talcott S.T. and 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 Science of Food Agriculture 89: 2383-2392.

25. Quaik S., Hakimi Ibrahim M. (2013). A Review on Potential of vermicomposting deried liquid in agricultural use. International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 3 (3). 158-165

26. Ranai M.A. and De Santana D.G. (2006). How and why it measure the germination process. Revista Brasileira de Botanica. 29:1-11.

27. Reigosa M.J. Souto X.C. and Gonza´lez L. (1999). Effect of phenolic compounds on the germination of six weed species. Plant Growth Regulation. 28: 83–88.

28. Sharma N.K. Ahirwar D. Jhade D. and Gupta S. (2009). Medicinal and phamacological potential of *Nigella sativa*: A Review. Ethnobotanical Review. 13: 946-55.

29. Valadabadi S. A. and Farahani H. A.(2011). Investigation of biofertilizers influence on quantity and quality characteristics in *Nigella sativa* L. Journal Horticulture and Forestry. 3(3): 88-92.

30. Yadav A. and Garg V.K. (2011) Recycling of organic wastes by employing *Eisenia fetida*. Bioresource Technology 102(3): 2874–288

Dose-dependent effect of vermicompost and its extract on seed germination and vegetative growth of *Nigella sativa*

Amooaghaei R. and Baghaei M.

Biology Dept., Faculty of Science, Shahrekord University, Shahrekord, I.R. of Iran

Abstract

In this study the first experiment was performed in order to evaluate effects of different concentrations (20, 40, 60, 80, 100 %(v/v)) of vermicompost extract on some indices of seed germination and seedling growth of *Nigella sativa* in petri dishes. In the second experiment the effect of solid vermicompost substitution with 4 levels (0, 25, 50, 75 %(v/v)) on the emergence and vegetative growth of the plant was investigated in a pot experiment. Results showed that 20 and 40 %(v/v) concentrations of vermicompost extract increased germination capacity, germination value, germination max value and length of root, shoot and vigor index. Also 25 and 50% substitutions of solid vermicompost increased emergence indices, length, dry and fresh weight of root and aerial parts, contents of a, b and total chlorophylls and carotenoid in 3-month old plants significantly as compared to the control. But high concentrations of vermicompost and its extract decreased these parameters. Thus, the effect of vermicompost on seed germination and vegetative growth of the plant is dependent on its concentration.

Key words: *Nigella sativa*, Growth, Seedling emergence, Vermicompost