اثر عصاره ورمی‌کمپوست و ورمی‌کمپوست جامد بر ظهور و پارامترهای رشد گیاه اسفرزه (*Plantago psyllium*)

فاطمه مردانی[۱*] و ریحانه عموآقایی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۸/۲۹)

چکیده

در این پژوهش، ابتدا آزمایشی جهت بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد) روی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد دانه‌رست اسفرزه در ظروف پتری انجام شد. در آزمایش دوم، اثر ورمی‌کمپوست جامد در چهار سطح (صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد حجمی) روی شاخص‌های ظهور و رشد گیاهچه در یک آزمایش گلدانی در گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش اول نشان داد که ۲۰ و ۴۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست سبب افزایش ظرفیت جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و بنیه طولی اسفرزه شد و میانگین زمان ظهور و زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه‌زنی را کاهش داد. در آزمایش دوم، تیمار با ۲۵٪ ورمی‌کمپوست جامد باعث افزایش شاخص‌های ظهور گیاهچه (انرژی، نرخ، شاخص و ضریب ظهور) و بنیه وزنی‌تر گردید و میانگین زمان ظهور را کاهش داد. از طرفی، ۲۵ و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست جامد باعث افزایش معنی‌دار کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید گیاهچه‌های سه‌ماهه و شاخص‌های رشد گیاهچه‌های سه‌ماهه نسبت به شاهد شد. غلظت‌های زیاد ورمی‌کمپوست جامد و یا عصاره آن موجب کاهش این پارامترها گردید. از نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که اثر ورمی‌کمپوست بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه اسفرزه وابسته به غلظت آن می‌باشد.

واژه‌های کلیدی:شاخص جوانه‌زنی، شاخص‌های ظهور، کاروتنوئید

مقدمه

اسفرزه با نام علمی *Plantago psyllium* گیاهی یک‌ساله، راست، کوچک و کرک‌دار با برگ‌های متقابل است. دانه‌های این گیاه بیضوی کشیده، قهوه‌ای متمایل به سیاه، درخشان و براق می‌باشد (۱). امروزه، علاوه بر مصارف سنتی، عرصه‌های جدیدی در زمینه صنعت و پزشکی برای اسفرزه باز شده و کشت آن در برخی نقاط جهان به صورتی وسیع و تخصصی انجام می‌شود (۱۰). پوست دانه اسفرزه اغلب در کاهش کلسترول پلاسما، همراه با رژیم چربی کم و نیز در کاهش سطح قند خون در افراد دیابتی مؤثر است (۳). دانه‌های اسفرزه برای درمان اوره خون، سرفه، فشار خون بالا، کاهش گرمای بدن، تولید ادرار در موارد ادم (خیز)، بهبود عملکرد دستگاه ادراری و درد در هنگام ادرار، رفع یبوست، سوزاک، تب، سوء عملکرد دستگاه گوارش، آب مروارید، قرمزی، تورم، حساسیت به نور و همچنین رفع اختلالات ریه (با ایجاد خلط و عطسه) و نیز گیاه کامل برای مسمومیت و باز شدن قلب استفاده می‌شود (۲۰).

در دهه های اخیر، تولید در کشاورزی متکی به مصرف

۱. گروه زیست شناسی، دانشگاه شهرکرد

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: fmardany14@yahoo.com

ترکیبات شیمیایی، به‌منظورکسب عملکرد زیاد، بوده که علاوه بر ایجاد مشکلات عمده و آلودگی محیط زیست، این مواد مانع بزرگی در دست‌یابی به تولید پایدار می‌باشند (۳۷). به همین جهت، سیستم‌های کشاورزی اُرگانیک می‌توانند به‌عنوان جایگزینی برای سیستم‌های رایج کشاورزی جهت تولید پایدار در نظر گرفته شوند. لذا، بسیاری از کشورهای تولید کننده داروهای گیاهی، ترکیبات گیاهی را که از طریق کشت ارگانیک یا بیودینامیک تولید شده باشند، ترجیح می‌دهند (۱۵).

طی تلاش برای دست‌یابی به کشاورزی پایدار، فناوری جدیدی پدیدار شده که در آن دامنه وسیعی از بقایای زاید کشاورزی، خانگی و صنعتی می‌تواند به‌وسیله فعالیت کرم‌های خاکی به محصول با ارزشی به نام ورمی‌کمپوست تبدیل شود، که امروزه استفاده از آن به عنوان یک کود آلی در کشاورزی در حال افزایش است (۱۳). استفاده از این کود، به علت داشتن خصوصیاتی مانند تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری زیاد عناصر معدنی و آزاد سازی تدریجی آنها و نیز ظرفیت قابل توجه نگهداری آب، در کشاورزی پایدار جهت بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی بسیار متداول می‌باشد (۸). همچنین، باعث بهبود مقاومت گیاهان به بیماری‌ها و آفات می‌شود (۲۴). تعویض قسمتی از خاک زمین با مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست با منشاهای متفاوت، افزایش قابل توجه جوانه‌زنی، رشد و گل‌دهی در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای در گیاهان زینتی و سبزی‌ها از قبیل گل جعفری، گوجه‌فرنگی (۹) و فلفل (۵) را سبب شد. همچنین، در غلظت ۷۵٪ در گیاه *Impatiens walleranna*، پارامترهای رشد شامل سطح برگ، ارتفاع بوته و وزن‌تر و خشک هوایی و اندام‌های زیرزمینی افزایش یافت (۶). در مطالعه‌ای، بهترین نتایج در رشد و مورفولوژی گیاه گوجه‌فرنگی در بیشترین میزان ورمی‌کمپوست (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) به دست آمد (۱۹).

علاوه بر مزایای فیزیکی و شیمیایی، کاربرد ورمی‌کمپوست به طور مطلوب بر اسیدیته خاک، جمعیت میکروبی و فعالیت آنزیمی خاک تأثیر دارد (۲۳) و با فعالیت شبه هورمونی موجب افزایش تعداد ریشه و در نتیجه بهبود جذب مواد غذایی و رشد و نمو گیاه می‌شود (۲). افزایش رشد گیاه به تعدیل ساختار خاک، دسترسی به آب، افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی میکرو و ماکرو، تحریک فعالیت میکروبی، افزایش فعالیت آنزیم‌های مهم یا تولید سوبستراهای آغاز کننده رشد گیاه بستگی داشته که با تغییر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبیولوژیک در محیط رشد گیاه در نتیجهٔ به کارگیری ورمی‌کمپوست حاصل می‌شود (۳۲)، به طوری که تیمار با اسیدهای هومیک مشتق شده از ورمی‌کمپوست، رشد گوجه‌فرنگی و خیار را افزایش داد (۸).

بنابراین، با توجه به مزایای استفاده از ورمی‌کمپوست و نیز اهمیت گیاه دارویی اسفرزه، این پژوهش به‌منظور بررسی اثر ورمی‌کمپوست بر ظهور و رشد اولیه گیاه اسفرزه طراحی و اجرا گردیده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب دو آزمایش انجام شد. آزمایش اول در ظروف پتری در طرحی کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. آزمایش دوم در گلدان، در محیط گلخانه، در طرحی کاملاً تصادفی و با ۵ تکرار بررسی شد. جزئیات این آزمایش‌ها به شرح زیر می‌باشد.

بررسی جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست در پتری دیش

بذرهای مورد استفاده در این پژوهش از استان اصفهان، شهرک امید، شرکت کشاورزی گیاه گستر تهیه شدند و ورمی‌کمپوست مورد استفاده از شرکت سروش سبز تهیه و توسط آزمایشگاه تحقیقاتی آب و خاک شهرکرد آزمایش شد که مشخصات کیفی آن در جدول ۱ آمده است.

طی آزمایش اول و به منظور تهیه عصاره ورمی‌کمپوست، ۳۰۰ گرم ورمی‌کمپوست جامد در یک لیتر آب به مدت ۵ روز

جدول ۱. خواص و ترکیب عناصر در ورمی‌کمپوست استفاده شده در آزمایش

هدایت الکتریکی (dS/m)	pH	مواد خنثی شونده (٪)	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر کل (٪)	پتاسیم کل (٪)	مس (mg/kg)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	آهن (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.

خیسانده شد. در روز ششم، عصاره ورمی‌کمپوست در چندین مرحله صاف شد و عصاره خالص تهیه گردید. با افزودن آب به این عصاره، غلظت‌های ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد حجمی تهیه شد.

کلیه ظروف پتری و کاغذ صافی قبل از شروع آزمایش اتوکلاو شدند و همچنین بذرها با محلول ۰/۱ مولار وایتکس ضدعفونی شدند. در هر پتری، ۴۰ عدد بذر کوچک اسفرزه قرار داده شد و در دمای روزانه ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت ۵۰٪ قرار گرفتند و پتری‌ها با محلول‌های فوق آبیاری شدند. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تعداد بذرهای جوانه‌زده روزانه شمارش گردید. پس از ۲۰ روز، میزان جوانه‌زنی نهایی شمارش گردید. ظرفیت جوانه‌زنی (Germination capacity) از رابطه ۱ محاسبه شد (۱۷):

$$GC = ۱۰۰(n / N) \qquad [۱]$$

که n تعداد بذرهای جوانه‌زده و N تعداد کل بذرهای زنده و قادر به جوانه‌زنی می‌باشد.

میانگین زمان جوانه‌زنی (Mean germination time) از رابطه ۲ محاسبه شد:

$$MGT(days) = (N۱\times T۱ + (N۲ - N۱) \times T۲ + (N۳ - N۲)\times T۳ + .../ n \qquad [۲]$$

که N۱, N۲, ... تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز اول، دوم و ... ، T۱، T۲ و ... روزهای شمارش و n مجموع شمارش کلی است.

زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه‌زنی (T۵۰) از رابطه ۳ به‌دست آورده شد:

$$T_{۵۰} = [(t_۲ - t_۱)\times ۵۰\% + (p_۲t_۱ - p_۱t_۲)] / (p_۲ - p_۱) \qquad [۳]$$

که t۱ زمانی است که درصد جوانه‌زنی کمتر از ۵۰٪ بوده، t۲ زمانی که درصد جوانه‌زنی بیش از ۵۰٪ بوده و p۱ و p۲ درصد جوانه‌زنی در زمان‌های t۱ و t۲ می‌باشند.

شاخص جوانه‌زنی از رابطه ۴ به‌دست آورده شد:

$$\text{Germination Index} = \sum Ni / ti \qquad [۴]$$

که Ni تعداد بذر جوانه زده در روز ti است.

همچنین، دانه رست‌های حاصل از هر تیمار در همان شرایط رشد کردند و پس از ۱۲ روز، طول ریشه و ساقه دانه‌رست برای هر تیمار اندازه‌گیری شد. در پایان، بنیه طولی از حاصلضرب طول کل دانه‌رست (مجموع طول ریشه و ساقه) × درصد جوانه‌زنی نهایی محاسبه شد.

بررسی ظهور و رشد گیاهچه در گلخانه

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار سطح حجمی ورمی‌کمپوست جامد (صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد) و در ۵ تکرار انجام شد و درصد ظهور در گیاهچه ۲۰ روزه و رشد و میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاهان سه‌ماهه اندازه‌گیری شد. بذرهای کوچک اسفرزه به تعداد ۱۰۰ عدد در گلدان‌های حاوی خاک بدون ورمی‌کمپوست (شاهد) و نیز خاک‌هایی که حاوی ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست بودند کاشته شدند. گلدان‌ها در شرایط گلخانه، با طول روز ۱۲ ساعت، طول شب ۱۲ ساعت، دمای روز و شب به ترتیب ۲۸ و ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۰٪ قرار داده شدند و هر دو روز یک بار آبیاری شدند. تعداد نشاهای ظهور کرده هر روز در گلدان‌ها یادداشت شد، تا زمانی که تقریباً در همه آنها میزان ظهور نشاها ثابت شد. این دوره آزمایش ظهور نشا حدود ۲۰ روز طول کشید. از روی نتایج

به دست آمده مقادیر شاخص ظهور، میانگین زمان ظهور، ضریب ظهور، نرخ ظهور و بنیه وزنی نشا محاسبه شدند. میزان ظهور نهایی، تعداد نشاهای ظاهر شده در هر گلدان در روز بیستم از کاشت را نشان می‌داد. انرژی ظهور به صورت درصد کل دانه رست‌های ظهور کرده در روز چهارم پس از کاشت نسبت به کل دانه‌های کاشته شده محاسبه شد (۳۴). شاخص ظهور از فرمول ۵ محاسبه گردید (۳۳):

$$\text{شاخص ظهور} = \frac{\text{تعداد دانه رست ظهور درکرده روز اول}}{\text{اولین روز شمارش}} + \frac{\text{تعداد ظهور دانه رست ظهور کرده در آخرین روز}}{\text{آخرین روز شمارش}} \qquad [۵]$$

میانگین زمان ظهور از رابطه ۶ محاسبه شد (۱۴):

$$MET = \frac{\sum Dn}{\sum n} \qquad [۶]$$

که n تعداد دانه‌های جدیداً جوانه زده در روز D، D روزهای پس از کاشت و $\sum n$ همان ظهور نهایی است.

ضریب ظهور از نسبت درصد ظهور نهایی (FE) به میانگین زمان ظهور در هر تیمار به‌دست آمد (۱۷):

$$\text{Emergence coefficient} = \frac{FE}{MET} \qquad [۷]$$

نرخ ظهور از فرمول ۸ محاسبه گردید (۲۲):

$$\text{Rate of emergence} = RE = \sum_{i=0}^{n} \left(\frac{Ni}{Di}\right) \qquad [۸]$$

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

بنیه وزنی نشا در گیاه ۲۰ روزه از حاصلضرب وزن تر و خشک ریشه و ساقه×درصد ظهور نهایی محاسبه شد (۷).

اثر ورمی‌کمپوست بر پارامترهای رشد و رنگیزه‌های فتوسنتزی

به منظور اندازه‌گیری پارامترهای رشد (قطر ساقه و ریشه و طول و عرض برگ) و نیز رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاهان سه‌ماهه اسفرزه، تعداد ۱۰۰ بذر کاشته شده در گلدان‌ها، بعد از ظهور، به ۵۰ گیاه در هر گلدان کاهش داده شد. برای این منظور، سعی شد تا نشاهای تقریباً همسان در گلدان‌ها باقی بمانند. در پایان ماه سوم بعد از کاشت، طول و سپس بلافاصله وزن‌تر ریشه و بخش هوایی با ترازو (با دقت تا دو رقم اعشار) اندازه‌گیری شد. آنگاه به مدت ۲۴ ساعت در پاکت‌های کاغذی در آون در دمای ۶۰-۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند و سپس وزن خشک ریشه و بخش هوایی نیز به دست آمد. همچنین، قطر ساقه و ریشه در ناحیه زیر یقه با استفاده از کولیس و طول و عرض برگ به وسیله کاغذ میلی‌متری در ماه سوم اندازه‌گیری شد.

در پایان ماه سوم، برگ‌ها جدا شده و میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید اندازه‌گیری شد. به این ترتیب که ابتدا ۰/۱ گرم از برگ‌های تازه سر شاخه‌های اسفرزه وزن شده و با استون ۸۰٪ در هاون چینی ساییده شدند. مخلوط به دست آمده با کمک کاغذ صافی و قیف درون لوله آزمایش صاف گردید و با استون ۸۰٪ به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس، جذب محلول‌ها با اسپکتروفتومتر (مدل UNICAM ۵۶۲۵ UV/VIS) در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۴۵، ۶۶۳ نانومتر (برای کلروفیل) و ۴۸۰ نانومتر (برای کاروتنوئید) اندازه‌گیری شد. از استون ۸۰٪ به عنوان محلول شاهد استفاده شد. با کمک روابط زیر، کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئید (شامل کاروتن و گزانتوفیل‌ها) محاسبه گردید. اندازه‌گیری کلروفیل (روابط ۹، ۱۰ و ۱۱) با روش آرنون (۴) و کاروتنوئید (رابطه ۱۲) با روش لیختن‌تالر (۲۱) انجام شد.

$$Chla = \frac{((۱۲/۷ \times A۶۶۳) - (۲/۶۹ \times A۶۴۵)) \times V}{۱۰۰۰ \times W} \qquad [۹]$$

$$Chlb = \frac{((۲۲/۹ \times A۶۵۴۵) - (۴/۹۳ \times A۶۶۳)) \times V}{۱۰۰۰ \times W} \qquad [۱۰]$$

$$Total\ Chl = \frac{((۲۰/۲ \times A۶۴۵) + (۸/۰۲ \times A۶۶۳)) \times V}{۱۰۰۰ \times W} \qquad [۱۱]$$

$$Car = (۱۰۰ \times A۴۷۰ - ۱/۸۲Chla - ۸۵/۰۲Chlb)/۱۹۸ \qquad [۱۲]$$

جدول ۲. اثر رقت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد دانه‌رست‌های اسفرزه

تیمار	ظرفیت جوانه‌زنی (درصد)	شاخص جوانه‌زنی تعداد در روز	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)	T50 جوانه‌زنی (روز)	بنیه بر مبنای طول نشا	طول ریشه (سانتی‌متر)	طول ساقه (سانتی‌متر)	نسبت طول ریشه به ساقه (سانتی‌متر)
۰	۸۰c	۱۸/۵ c	۳/۵۷ b	۱/۸۶ b	۵۷۳ b	۴/۲۵ a	۲/۹۳ c	۱/۴۵ a
٪۲۰	۹۴/۱ ab	۲۳/۲ b	۲/۳۹ c	۱/۱۱ c	۷۷۰ a	۴/۱۷ a	۴/۱۷ a	۱/۰۳ b
٪۴۰	۹۸/۶ a	۲۶/۱ a	۲/۱۷ c	۱/۰۴ c	۷۸۲ a	۴/۱۶ a	۳/۹۲ a	۱/۰۲۴ b
٪۶۰	۸۹/۱ bc	۲۱/۲ bc	۲/۵۶ c	۱/۲۵ c	۵۹۱ b	۳/۲۳ b	۳/۴۲ b	۹۴ c
٪۸۰	۸۰/۸c	۱۷/۳ c	۳/۳۳ bc	۱/۸۴ b	۴۵۹ c	۲/۲۵ c	۲/۸۱ cd	۸۰ c
٪۱۰۰	۷۵d	۱۲/۲ d	۵/۲۲ a	۲/۱۵ a	۲۹۱ d	۱/۲۷ d	۲/۶۲ d	۴۸ d

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

روش تجزیه آماری

برای تجزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده از این آزمایش از نرم‌افزارهای SAS ver ۹/۰۱ و Excel- ۲۰۰۷ استفاده شده است. مقایسات میانگین با آزمون دانکن انجام گرفته است.

نتایج

اثر عصاره ورمی‌کمپوست بر جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست اسفرزه

جدول ۲ اثر رقت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست اسفرزه را نشان می‌دهد. بر طبق داده‌های این جدول، بیشترین ظرفیت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی و از طرفی کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی و زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه‌زنی (T۵۰) در رقت ۴۰٪ حجمی ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. وجود مقادیر بیشتر عصاره ورمی‌کمپوست در مرحله آب نوشی، شاخص‌های فوق را کاهش داد، به طوری که در تیمار ۶۰٪ با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت و در غلظت ۸۰ و ۱۰۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست این شاخص به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود. همچنین، بیشترین میزان بنیه طولی دانه‌رست در غلظت‌های ۲۰ و ۴۰ درصد به‌دست آمد و در غلظت‌های بیشتر (۱۰۰٪) به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت.

طول ریشه دانه‌رست در تیمارهای ۲۰ و ۴۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت و در غلظت‌های بیشتر عصاره به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت. همچنین، طول ساقه دانه‌رست در تیمارهای۲۰ و ۴۰ درصد نسبت به دیگر تیمارها افزایش یافت و در غلظت ۱۰۰٪ به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت. در تیمار ۱۰۰٪ عصاره، طول ریشه ۸۸٪ و طول ساقه ۱۱٪ نسبت به شاهد و نسبت ریشه به ساقه نیز به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت.

اثر ورمی‌کمپوست بر ظهور گیاهچه اسفرزه

آزمایش واریانس داده‌های مربوط به شاخص‌های ظهور (جدول ۳) نشان داد که اثر تیمار ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های انرژی ظهور، نرخ ظهور، میانگین زمان ظهور، شاخص ظهور، ضریب ظهور و بنیه وزنی‌تر در سطح احتمال ۱٪ و بر ظهور نهایی و بنیه وزنی خشک در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بوده است.

بررسی اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های ظهور نشان داد که بیشترین میزان انرژی ظهور، شاخص ظهور، ضریب ظهور، نرخ ظهور و درصد ظهور نهایی در تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌دست آمده است و در تیمار ۷۵٪ میزان این شاخص‌ها تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت. همچنین، کمترین میانگین زمان ظهور در تیمار ۲۵٪

جدول ۳. آزمایش واریانس داده‌های حاصل از اثر ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های ظهور گیاهچه اسفرزه

منبع تغییرات	درجه آزادی	ظهور نهائی (٪)	انرژی ظهور (٪)	نرخ ظهور (تعداد در روز)	میانگین زمان ظهور (روز)	ضریب ظهور (درصد)	شاخص ظهور (تعداد در روز)	بنیه بر مبنای وزن خشک نشا	بنیه بر مبنای وزن‌تر نشا
ورمی‌کمپوست	۳	۳۶۰*	۷۲۰**	۲۸/۷**	۷/۳۰**	۳۲/۹**	۲۲/۶**	۳۴/۹*	۵۶۶۴**
خطا	۱۶	۹۸/۷	۲۷/۸	۲/۲۱۴	/۰۸۹	۳/۴۵	۲/۷۱	۷/۹۸	۸۶۹
ضریب تغییرات		۱۲/۴۵	۱۵/۳۴	۱۲/۷۳	۴/۰۹	۱۷/۵۶	۱۳/۸۴	۵۹/۵۲	۲۳/۹۷

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪

جدول ۴. اثر مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های ظهور گیاه و بنیه گیاهچه ۲۰ روزه اسفرزه.

تیمار	ظهور نهائی	انرژی ظهور	نرخ ظهور	میانگین زمان ظهور	ضریب ظهور	شاخص ظهور	بنیه بر مبنای وزن خشک نشا	بنیه بر مبنای وزن‌ترنشا
۰	۶۹b	۲۱ c	۸/۹۵ b	۷/۹۶ a	۵/۴۰ c	۹/۳۲ c	۲/۹۶ b	۲۳/۲ b
٪۲۵	۸۸/۲ a	۴۹/۸ a	۱۴/۱ a	۶/۶۵ d	۱۳/۲۲ a	۱۴/۰۵ a	۸/۷۵ a	۱۰۳ a
٪۵۰	۸۵/۲ a	۳۶ b	۱۳/۱ a	۷/۱۰ c	۱۲/۰۳ ab	۱۳/۱۸ab	۴/۳۳ b	۴۹/۳ b
٪۷۵	۷۷/۲ ab	۳۰/۸ b	۱۰/۴ b	۷/۵۲ b	۹/۶۲ bc	۱۱/۰۸ bc	۳/۴۶ b	۵۰/۹ b

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۵. آزمایش واریانس داده‌های آزمایش اثر ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های رشد ریشه و ساقه اسفرزه.

منبع تغییرات	درجه آزادی	طول ساقه	وزن‌تر بخش هوایی	وزن خشک بخش هوایی	قطر ساقه	طول ریشه	وزن‌تر ریشه	وزن خشک ریشه	قطر ریشه
ورمی‌کمپوست	۳	۵۷/۴**	۵/۷۷۴**	۰/۱۳۹**	۰/۴۷۸**	۲۱۷*	۰/۵۳۵**	۰/۰۷۷۲*	۰/۱۴۰۸**
خطا	۱۶	۱/۸۵	۰/۷۷۸	۰/۰۰۰۹	۰/۰۲	۴۸/۶	۰/۰۴۲	۰/۰۲۵۷	۰/۰۱۷۵
ضریب تغییرات		۱۱/۵۱	۴۳/۰۶	۴۷/۱۳	۸/۵۴	۳۷/۱۹	۳۱/۳۴	۳۷/۱۹	۱۰/۴۶

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪

ورمی‌کمپوست و بیشترین میانگین زمان ظهور در تیمار شاهد و پس از آن در ۷۵٪ به‌دست آمده است (جدول ۴). همچنین، بیشترین بنیه وزنی‌تر و خشک در ۲۵٪ ورمی‌کمپوست تعیین شد ودیگر تیمارها با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند. بررسی اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر بنیه گیاه ۲۰ روزه نشان داد که بیشترین بنیه وزنی‌تر و خشک گیاه مربوط به تیمار ۲۵٪ ورمی‌کمپوست است. تیمارهای ۵۰ و ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست با شاهد تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۴). اثر ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های رشد گیاه ۳ ماهه اسفرزه آزمایش واریانس داده‌های مربوط به شاخص‌های رشد گیاه سه‌ماهه اسفرزه (جدول ۵) نشان داد که اثر تیمار ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های طول، قطر، وزن‌تر و خشک ساقه و ریشه گیاه اسفرزه معنی‌دار است. بررسی سطوح مختلف ورمی‌کمپوست نشان داد که اختلاف شاخص‌های رشد بخش هوایی و ریشه در درصدهای مختلف ورمی‌کمپوست کاملاً معنی‌دار می‌باشد. همچنین، مقایسه میانگین شاخص‌های طول، وزن‌تر و خشک ریشه و

جدول ۶. اثر مقادیر ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های رشد گیاهچه (طول، قطر، وزن‌تر و خشک ریشه و ساقه) سه‌ماهه اسفرزه

تیمار	طول ساقه	وزن‌تر بخش هوائی	وزن خشک بخش هوائی	قطر ساقه	طول ریشه	وزن‌تر ریشه	وزن خشک ریشه	قطر ریشه
۰	۷/۱۸c	۰/۴۷۸b	۰/۰۸۱b	۱/۴۹۱b	۱۶/۲b	۰/۱۳c	۰/۰۲۶b	۰/۹۵c
٪۲۵	۱۳/۳ab	۲/۷۴۴a	۰/۴۵۲a	۲/۲۲۶a	۲۴/۴ab	۰/۵۲۲b	۰/۰۸۵b	۱/۳۳ab
٪۵۰	۱۵/۱a	۲/۷۴۲a	۰/۴۰۷a	۲/۳۴۵a	۳۰/۶۹a	۰/۹۱۸a	۰/۳۰۳a	۱/۴۲۵a
٪۷۵	۱۱/۸b	۲/۲۳۲a	۰/۲۶۶ab	۱/۷۶۵b	۱۷/۸b	۰/۶۴b	۰/۰۶۶b	۱/۱bc

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۷. آزمایش واریانس داده‌های آزمایش اثر ورمی‌کمپوست بر ابعاد و رنگیزه‌های برگ اسفرزه

منبع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	طول برگ	عرض برگ
ورمی‌کمپوست	۳	۰/۲۸۷۳**	۰/۲۲۸۴**	۱/۲۳**	۰/۰۱۵۳*	۳۱/۹۴۶**	۴/۰۵۸۳**
خطا	۱۶	۰/۰۰۵	۰/۰۲۲۰	۰/۰۲۲	۰/۰۰۴۳	۰/۶۲۸۶	۰/۱۷۹۷

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪

بخش هوایی (جدول ۶) نشان داد که میزان این شاخص‌ها در تیمار ۵۰٪ ورمی‌کمپوست در حد معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بوده است. تیمار ۵۰٪ ورمی‌کمپوست طول، وزن‌تر و خشک بخش هوایی را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۲/۱، ۵/۷ و ۵ برابر و طول و وزن‌تر و خشک ریشه را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۸۸٪، ۷ برابر و ۱۱/۵ برابر افزایش داده است. نتایج نشان داد که وزن‌تر ریشه با کاربرد ورمی‌کمپوست به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داشت. همچنین، مشاهده شد که این افزایش در تیمارهای ۲۵ و ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست به طور یکسان نسبت به تیمار ۵۰٪، اثر کمتری بر افزایش وزن‌تر ریشه داشته است. وزن خشک ریشه در تیمار ۵۰٪ حجمی ورمی‌کمپوست به طور معنی‌داری نسبت به شاهد و سایر تیمارها افزایش داشت. بیشترین میزان قطر ساقه و ریشه در تیمار ۵۰٪ ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. قطر ساقه به‌ترتیب ۵۷ و ۳۲ درصد و قطر ریشه ۵۰ و ۲۹ درصد نسبت به شاهد و ۷۵٪ ورمی‌کمپوست افزایش یافت. البته تیمار ۲۵٪ در قطر ساقه مشابه ۵۰٪ و در قطر ریشه تفاوت معنی‌داری با این تیمار نداشت (جدول ۶).

اثر ورمی‌کمپوست بر ابعاد و رنگیزه‌های برگ

میانگین مربعات حاصل از آزمایش واریانس اثر ورمی‌کمپوست بر طول و عرض برگ و محتوای کلروفیل‌ها و کاروتنوئید در برگ گیاه سه‌ماهه اسفرزه معنی‌دار است (جدول ۷). مقایسه میانگین طول و عرض برگ گیاه سه‌ماهه اسفرزه (جدول ۸) در بین تیمارها نشان داد که طول و عرض برگ در ۵۰٪ به ترتیب ۳/۲ برابر و ۹۸٪ و در ۲۵٪ به ترتیب ۳/۱۵ برابر و ۷۰٪ نسبت به شاهد افزایش داشته است و عرض برگ در ۷۵٪ و شاهد با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند.

میزان کلروفیل a و b در تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست و کلروفیل کل در تیمار ۲۵٪ به طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بود. ولی میزان کلروفیل a و b در تیمار ۷۵٪ کمتر از شاهد و میزان کلروفیل کل آن کمتر از شاهد بود. تیمار ۷۵٪، میزان کلروفیل a ، b و کل را به ترتیب ۶۶، ۵۵ و ۸۴ درصد نسبت به شاهد کاهش داد. میزان کلروفیل کل در تیمار ۵۰٪، در حد شاهد و کلروفیل b را بیشتر از شاهد نشان داد. میزان کاروتنوئید در تیمارهای ۲۵ و۵۰ درصد تفاوت معنی‌داری با تیمار ۷۵٪ نشان داد؛ ولی با شاهد تفاوت معنی‌دار نشد (جدول ۸).

جدول ۸. اثر مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست بر طول و عرض برگ و مقادیر کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئیددر گیاه اسفرزه سه‌ماهه

تیمار	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کاروتنوئید (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	عرض برگ	طول برگ
۰	۰/۸۳b	۰/۴۲b	۱/۲۰b	۰/۱۱ ab	۳/۴۱b	۲/۶۴c
٪۲۵	۱/۰۹a	۰/۷۸a	۱/۸۷a	۰/۱۶a	۱۰/۷۷a	۴/۵a
٪۵۰	۰/۹۹a	۰/۶۰a	۱/۲۵b	۰/۱۷a	۱۱/۲۳a	۵/۲۵a
٪۷۵	۰/۵۰c	۰/۲۷c	۰/۶۵c	۰/۰۵b	۷/۸۳b	۳/۳۷b

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

بحث

نتایج حاصل از آزمایش عصاره ورمی‌کمپوست (آزمایش اول) نشان داد که کاربرد نسبت‌های مناسب عصاره ورمی‌کمپوست (۲۰ و ۴۰ درصد) می‌تواند درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی و نیز ظرفیت جوانه‌زنی بذر اسفرزه را نسبت به تیمار شاهد در سطح معنی‌داری افزایش دهد؛ از سویی، زمان رسیدن به ۵۰٪ جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی را کاهش دهد. بررسی اثر عصاره ورمی‌کمپوست بر رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه دانه‌رست اسفرزه (جدول ۲) نیز نشان داد که همانند جوانه‌زنی، نسبت‌های مناسب عصاره ورمی‌کمپوست، رشد ریشه و ساقه را افزایش داد. این نتایج بیان کننده این است که عصاره ورمی‌کمپوست بنیه بذر را تقویت می‌کند که افزایش شاخص بنیه طولی هم این نظر را تأیید می‌کند. به طور مشابهی، آزمایش دوم نشان داد که تیمار ۲۵٪ ورمی‌کمپوست، شاخص‌های ظهور گیاهچه مانند شاخص ظهور، ضریب ظهور، نرخ ظهور و درصد ظهور نهایی را نسبت به شاهد افزایش و میانگین زمان ظهور را کاهش می‌دهد (جدول ۴). این نتایج نشان می‌دهد که نسبت‌های مناسب ورمی‌کمپوست، سرعت و میزان جوانه‌زنی بذر را در مدت زمان کمتری افزایش داده و بنیه بذر و دانه‌رست را تقویت می‌کند. این اثر بسیار با ارزش می‌باشد. زیرا در تحقیقات متعدد، همبستگی مثبت بین بنیه بذر و سرعت و یکنواختی ظهور و حتی عملکرد مزرعه‌ای گیاهان نشان داده شده است.

ناگاوالما و همکاران (۲۷)، گزارش کردند که طول دانه رست‌های ذرت، ۴۸ ساعت پس از تیمار با عصاره ورمی‌کمپوست، در حد معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بود. آنها معتقدند که تفاوت مشاهده شده در طول دانه رست‌های ذرت، نشان‌دهنده وجود هورمون‌های تشدید کننده رشد گیاه در عصاره ورمی‌کمپوست است. تحقیقات پیشین نشان می‌دهد که استفاده از ورمی‌کمپوست، ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش می‌دهد (۸) و با توجه به اینکه فرایند جوانه‌زنی تا حدود زیادی وابسته به دسترسی به میزان زیاد آب در خاک است، پس احتمالاً این خاصیت یکی از علت‌های تقویت جوانه‌زنی توسط ورمی‌کمپوست است. ولیکن 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 به عنوان محرک‌های جوانه‌زنی عمل کنند نیز در عصاره ورمی‌کمپوست وجود دارند که از آن جمله می‌توان به وجود هورمون‌های رشد اشاره کرد. پژوهش‌های دیگر، حضور تنظیم کننده‌های رشد، از جمله اکسین، سیتوکینین و جیبرلین در ورمی‌کمپوست را گزارش کرده‌اند (۱۲).

داده‌های مربوط به شاخص‌های رشد (جدول ۵) نشان داد که تیمار ۵۰٪ ورمی‌کمپوست قطر، طول، وزن‌تر و خشک ریشه و بخش هوایی (جدول ۶) و نیز طول و عرض برگ (جدول ۸) را در حد معنی‌داری افزایش داده است. در آزمایش اول نیز

تیمار ۴۰٪ عصاره ورمی‌کمپوست توانست طول ریشه و ساقه دانه رست را در حد معنی‌داری افزایش دهد. مقدم و همکاران (۲۶) نیز گزارش کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست با غلظت ۳۰٪ حجمی در Lillium آسیایی هیبرید شده موجب افزایش سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن‌تر و خشک ساقه، ارتفاع و قطر ساقه و تعداد و طول ریشه در نتیجهٔ بهبود جذب عناصر پُرمصرف (Ca و K) و کم مصرف (Zn و Fe) در هر دو بافت ریشه و ساقه شده است. همچنین، طبق گزارش کارمگامو دانیل (۱۸)، ورمی‌کمپوست وزن خشک و تر و نیز عملکرد گیاه *Vigna unguiculata* را افزایش داده و باعث زیاد جوانه‌زنی (۹۳٪) در لوبیای مانگ (*Vigna radiata*) در مقایسه با تیمار شاهد (۸۴٪) شد. سینگ و همکاران (۳۵)، معتقدند که افزایش سطح برگ و وزن خشک برگ در توت‌فرنگی کشت شده در ورمی‌کمپوست به دلیل وجود اسیدهای هومیک زیاد در ورمی‌کمپوست می‌باشد. در گیاه فلفل، کاربرد ورمی‌کمپوست در غلظت‌های ۱۵ و ۲۰ درصد موجب افزایش در پارامترهای رشد گیاه در مقایسه با کاربرد کود شیمیایی و نیز شاهد بدون ورمی‌کمپوست در گلدان‌ها و زمین شد. کاربرد غلظت‌های بیشتر کمپوست در این آزمایش، توسط محصولات جذب نشده و در خاک باقی می‌ماند (۲۸). اثر مثبت ورمی‌کمپوست بر رشد گونه‌های گیاهی را می‌توان به بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و همچنین افزایش میزان دسترسی گیاه به مواد غذایی معدنی نسبت داد (۹ و ۲۴).

همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست، میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (جدول ۸). مشابه با این نتایج، نارخد و همکاران (۲۸) گزارش کردند که محتوای کلروفیل در برگ فلفل با کاربرد ۲۰٪ ورمی‌کمپوست افزایش یافت. مارشنر (۲۵) نشان داد که افزایش سطح نیتروژن در نتیجه کاربرد ورمی‌کمپوست منجر به افزایش رشد گیاه و محتوای کلروفیل شد. اثر مثبت تیمار ورمی‌کمپوست در محتوای کلروفیل برگ در گیاه تاج خروس (Amaranthus)، با ۲-۳ برابر افزایش در ۲۷ روز بعد از جوانه‌زنی نیز گزارش شده است (۳۶). کاربرد ورمی‌کمپوست با غلظت‌های متفاوت روی گیاهان *Vigna radiata* (ماش سبز) و *Centella asiatica* موجب افزایش رشد، بیوماس و محتوای کلروفیل این گیاهان شد. از طرفی، حداکثر پاسخ گیاه در غلظت ۲۰٪ ورمی‌کمپوست موجود در خاک به‌دست آمد و غلظت بیشتر آن تأثیری نداشت (۲۹).

اثرهای مثبت تیمار ۴۰٪ عصاره ورمی‌کمپوست روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه و یا تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست جامد روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه و محتوای رنگیزه‌های آن احتمالاً ناشی از آثار مثبت ورمی‌کمپوست در تقویت خواص فیزیک و شیمیایی خاک، افزایش دسترسی به مواد غذایی (۲۴)، ظرفیت نگهداری آب (۸) و همچنین مرتبط با وجود مواد فعال بیولوژیک ناشی از کنش متقابل میکروارگانیسم‌ها و کرم‌های خاکی (در حین فرآوری ورمی‌کمپوست)، مانند برخی هورمون‌های گیاهی (۱۳) و نیز ترکیبات هوموس (ماده تحریک کننده رشد) (۸) در ورمی‌کمپوست، است.

علی رغم همه نتایج مثبت به‌دست آمده از تیمار ورمی‌کمپوست در این پژوهش و سایر گزارش‌های محققین، نتایج هر دو آزمایش این پژوهش نشان داد که مقادیر زیاد ورمی‌کمپوست (۷۵٪) و یا عصاره آن (۸۰ و ۱۰۰ درصد) نسبت به تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست و یا ۴۰٪ عصاره آن، اثر کمتری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه اسفرزه داشته‌اند و اثر آنها در حد شاهد یا کمتر بوده است. اثر منفی ورمی‌کمپوست بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه به‌وسیله ایوینش (۱۶) و بوکرفیلد و همکاران (۱۱) نیز گزارش شده است. احتمالاً ورمی‌کمپوست با تأمین عناصر غذایی و افزایش کلروفیل و در نتیجه بهبود فتوسنتز و یا به دلیل برخورداری از برخی هورمون‌های رشد گیاهی نظیر اکسین و سیتوکینین، رشد گیاه را افزایش می‌دهد. اما غلظت‌های زیاد آن به دلیل ایجاد تنش اسمزی در محیط و یا نسبت‌های زیاد هورمون‌هایی نظیر

اُکسین که در غلظت‌های زیاد بازدارنده رشد گیاه هستند اثر منفی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه دارد. از سویی، ورمی‌کمپوست حاوی بسیاری از اسیدهای فنلی (مانند اسید گالیک و اسید کلروژنیک) است که موجب مقاوم سازی گیاهان در برابر عوامل بیماری‌زا می‌شوند (۳۰). ممکن است میزان این ترکیبات فنلی در ورمی‌کمپوست بر جوانه‌زنی و پاسخ‌های رشد گیاهان اثر داشته باشد. گزارش شده است که ترکیبات فنلی متنوع، از جمله اسید گالیک، اثر منفی در نمو گیاه داشته و ماده خشک، توسعه برگ، رشد ساقه و محتوای کلروفیل برگی را کاهش می‌دهد (۳۰). از سویی، نشان داده شده که ترکیبات فنلی در غلظت کم تا متوسط (۵-۱۰- ۳-۱۰ مولار) اثر محرک و در غلظت زیاد (۲-۱۰ مولار) اثر ممانعت کننده بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهان دارند (۳۱). بنابراین، ترکیبات فنلی موجود در ورمی‌کمپوست می‌توانند دلیل مناسبی برای توجیه اثرهای تحریک کننده یا بازدارنده ورمی‌کمپوست در غلظت‌های مختلف روی جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه اسفرزه باشند.

بیشترین تحریک رشد گونه‌های محصولات مختلف گیاهی در گزارش‌ها ۲۰-۴۰ درصد (۵۰٪) جایگزینی با ورمی‌کمپوست ذکر شده است (۹) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. به هر حال، اکثر این گزارش‌ها بیان کرده‌اند که میزان بیشتر از آن، افزایش رشد گیاه را در پی ندارد. نتایج ما نیز نشان می‌دهد که در تیمار ۷۵٪، اثر ورمی‌کمپوست در مقایسه با شاهد به صفر می‌رسد و یاحتی منفی می‌شود. این در حالی است که لازکانو و همکاران (۱۹) گزارش کردند که حجم ریشه و تعداد انشعابات ریشه گیاهان گوجه‌فرنگی در تیمار با کمپوست و ورمی‌کمپوست افزایش یافته است و بیشترین مقدار در تیمارهای ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. در مقابل، ایوینش (۱۶) گزارش کرده که کاربرد مقادیر بیش از ۱۰-۲۰ درصد ورمی‌کمپوست، جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه بسیاری از گیاهان، از جمله نخود، لوبیا، کدوی چینی و تربچه، را به شدت ممانعت کرده است. بوکرفیلد و همکاران (۱۱) گزارش کرده‌اند که افزایش غلظت ورمی‌کمپوست موجب کاهش تصاعدی جوانه‌زنی تربچه می‌شود. احتمالاً تفاوت در نتایج آزمایش‌های مختلف به عوامل متعددی، از جمله مواد مورد استفاده در تهیه ورمی‌کمپوست، گونه‌های کرم خاکی مورد استفاده در تولید آن، نوع گونه گیاهی، شرایط آزمایش و روش تهیه عصاره ورمی‌کمپوست بر می‌گردد.

نتیجه‌گیری

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. بر طبق نتایج این آزمایش، کاربرد ۲۵٪ یا ۵۰٪ ورمی‌کمپوست به‌منظور جوانه‌زنی و رشد اولیه نشاهای اسفرزه در شرایط گلخانه توصیه می‌شود. اما این بررسی در مراحل اولیه جوانه‌زنی تا نیمه رشد رویشی گیاه بوده و لازم است قبل از هر توصیه عملی در سطح مزرعه و تا پایان دوره زایشی نیز تحقیق شود.

منابع مورد استفاده

۱. قهرمان، ا. ۱۳۶۷. فلور رنگی ایران. جلد یازدهم، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، شماره ۱۳۳۹.

2. Alvarez, R. and S. Grigera. 2005. Analysis of soil fertility and management effects on yields of wheat and corn in the rolling Pampa of Argentina. J. Agron. Crop Sci. 191: 321-329.
3. Anderson, J.W., M.H. Davidson and L. Blonde. 2000. Long-term cholesterol-lowering effects of psyllium as an adjunct to diet therapy in the treatment of hypercholesterolemia. Am. J. Clin. Nutr. 71: 1433-1438.
4. Arnon, D.I. 1946. Copper enzyme in isolated choloroplast 1-Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiol. 24: 1-15.
5. Arancon, N.Q., C.A. Edwards, R.M. Atiyeh and J.D. Metzger. 2004. Effects of vermicomposts produced from food waste on greenhouse peppers. Bioresour. Technol. 93: 139-144.

6. Asciutto, K., M.C. Rivera, E.R. Wright, D. Morisigue and M.V. López. 2006. Effect of vermicompost on the growth and health of Impatiens wallerana. Int. J. Exp. Bot. 75: 115-123.
7. Association of Official Seed Analysis (AOSA). 1983. Seed vigor Testing Handbook. Contribution No. 32 to the Handbook on Seed Testing, Spring Field.
8. Atiyeh, R.M., N. Arancon, C.A. Edwards and J.D. Metzger. 2002. The influence of earthworm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresour. Technol. 81: 103-108.
9. Atiyeh, R.M., C.A. Edwards, S. Subler and J.D. Metzger. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physicochemical properties and plant growth. Bioresour. Technol. 78: 11-20.
10. Board, N. 2002. Herbs Cultivation and Their Utilization. Asia Pacific Business, Inc., India.
11. Buckerfield, J.C, T.C. Flavel, K.E. Lee, K.A. Webster and G. Osmaond. 1999. Vermicompost in solid and liquid forms as a plant growth promoter. Pedobiol. 43:753-759.
12. Edwards, C.A., N.Q. Arancon and S. Greytak. 2006. Effects of vermicompost teas on plant growth and disease. BioCycle 47: 28-31.
13. Edwards, C.A., N.Q. Arancon, M. Vasko-Bennett, A. Askar and G. Keeney. 2010. Effect of aqueous extracts from vermicomposts on attacks by cucumber beetles (*Acalymna vittatum*) (Fabr.) on cucumbers and tobacco hornworm (*Manduca sexta*) (L.) on tomatoes. Pedobiol. 53(2): 141-148.
14. Ellis, R.H. and E.H. Roberts. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Technol. 9: 377-409.
15. Griffe, P., S. Metha and D. Shankar. 2003. Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye–Yielding Plants (MADPs): Forward, Preface and Introduction. FAO.
16. Ievinsh, G. 2011. Vermicompost treatment differentially affects seed germination, seedling growth and physiological status of vegetable crop species. Plant Growth Regul. 65: 169-181.
17. ISTA. 2003. Handbook for Seedling Evaluation. 3rd Ed., International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland, 223 p.
18. Karmegam, N. and T. Daniel. 2000. Effect of biodigested slurry and vermicompost on the growth andyield ofcowpea (*Vigna unguiculata* L.). Environ. Ecol. 18(2): 367-370.
19. Lazcano, C., J. Arnold, A. Tato, J.G. Zaller and J. Domínguez. 2009. Compost and vermicompost as nursery pot components: Effects on tomato plant growth and morphology. Agric. Res. 7(4): 944-951.
20. Libster, M. 2002. Herb Guide for Nurses. Delmar, Thomson Learning, Inc., USA, pp. 450-457.
21. Lichtenthaler, H. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods of Enzymology, 148: 350-382.
22. Maguire, J.D. 1962. Speed of germinationaid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour .Crop Sci. 2: 176-177.
23. Maheswarappa, H.P., H.V. Nanjappa and M.R. Hegde. 1999. Influence of organic manures on yield of arrowroot, soil physico-chemical and biological properties when grown as intercrop in coconut garden. Ann. Agric. Res. 20(3): 318-323.
24. Marinari, S., G. Masciandaro, B. Ceccanti and S. Grego. 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soilbiological and physical properties. Bioresour. Technol. 72(1): 9-17.
25. Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London.
26. Moghadam, A.R., Z. Oraghi and F. Saidi. 2012. Vermicompost induced changes in growth and development of Lilium Asiatic hybrid var. Navona. Agric. Res. 7(17): 2609-2621.
27. Nagavallemma, K.P., S.P. Wani, S. Lacroix, V.V. Padmaja, C. Vineela, M. BabuRao and K.L. Sahrawat. 2004. Vermicomposting: Recycling wastesinto valuable organic fertilizer. Global Theme on AgrecosystemsReport No. 8, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Andhra Pradesh, India, 20 p.
28. Narkhede, S.D., S.B. Attarde and S.T. Ingle. 2001. Study on the effect of chemical fertilizer and vermicompost on growth of chilli pepper plant (*Capsicum annum*). Appl. Sci. Environ. Sanit. 6: 327-332.
29. Nirmala, C.H., T. Vijaya, M. Chandra, M. Kalla and K. Ramesh. 2009. The effects of vermicompost on growth and yield of Vigna radiata and Centella asiatica, two important medicinal plants. Plant Bioassay Assess.4: 160-164.
30. Patterson, D.T. 1981. Effects of allelopathic chemicals on growth and physiological responses of soybean (Glycine max). Weed Sci.29: 53-59.
31. Reigosa, M.J., X.C. Souto and L. Gonza´lez. 1999. Effect of phenolic compounds on the germination of six weed species. Plant Growth Regul. 28: 83-88.
32. Sahni, S., B.K. Sarma, D.P. Singh, H.B. Singh and K.P. Singh. 2008. Vermicompost enhances performance of plant growth-promoting rhizobacteria in Cicer arietinum rhizosphere against Sclerotium rolfsii and quality of strawberry (Fragaria x ananassa Duch.). Crop Protec. 27: 369-376.
33. Scott, S.J., R.A. Jones and W.A. Williams. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Sci.

24: 1192-1199.
34. Shakirova, F.M. and D.R. Sahabutdinova. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Sci.164: 317-322.
35. Singh, R., R.R. Sharma, S. Kumar, R.K. Gupta and R.T. Patil. 2008. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (Fragaria ananassa Duch.). Bioresour Technol. 99: 8507-8511.
36. Uma, B. and M. Malathi. 2009. Vermicompost as a soil supplement toimprove growth and yield of Amaranthus species. Agric.Biol. Sci. 5: 1054-1060.
37. Wani, S.P., O.P. Rupela and K.K. Lee. 1995. Sustainable agriculture in the semi-arid tropics through biological nitrogen fixation in grain legumes. Plant Soil 174: 29-49.