تأثیر عصاره ورمی‌کمپوست بر برخی خصوصیات جوانه‌زنی نخود (*Cicer arietinum* L.) تحت تنش خشکی

سعید رضا حسین زاده[۱] حمزه امیری[۱*] و احمد اسماعیلی[۲]

[۱] خرم آباد، دانشگاه لرستان، دانشکده علوم، گروه زیست شناسی

[۲] خرم آباد، دانشگاه لرستان، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

تاریخ دریافت: ۹۳/۴/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۲۶

چکیده

کود آلی ورمی‌کمپوست، بدلیل ساختار متخلخل، ظرفیت نگه داری آب بالا، دارا بودن موادی شبیه به هورمون‌ها و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و داشتن عناصر غذایی می‌تواند تأثیر تنش‌ها بر گیاهان کاهش دهد. در این راستا به منظور بررسی برهمکنش سطوح مختلف عصاره آبی ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی نخود (رقم کرج) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و ۴ سطح مختلف از عصاره ورمی‌کمپوست شامل شاهد (۰)، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی و ۴ سطح خشکی شاهد (صفر)، ۳- ، ۶- و ۹- بار انجام شد. نتایج نشان داد بین سطوح مختلف خشکی اختلاف معنی‌داری از نظر درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ریشه چه، ساقه چه، گیاهچه، وزن خشک ساقه چه، ریشه چه و آندوسپرم مصرفی وجود داشت ($P \leq 0.01$). تنش خشکی در سطح ۹- بار کاهش معنی‌داری در کلیه صفات مورد بررسی نسبت به شاهد داشت. عصاره ورمی‌کمپوست با سطح ۵ درصد حجمی، موجب افزایش معنی‌داری ($P \leq 0.01$) در میزان طول ساقه چه، ریشه چه، وزن خشک ریشه چه، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر نسبت به سطح شاهد شد. اثرات متقابل عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر میزان درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه چه و وزن خشک ریشه چه داشت ($P \leq 0.05$). به طور کلی می‌توان استفاده از عصاره ورمی‌کمپوست در سطح ۵ درصد حجمی‌را برای افزایش برخی شاخص‌های جوانه‌زنی توصیه کرد. در این آزمایش سطح ۲۰ درصد حجمی‌عصاره ورمی‌کمپوست اثر منفی بر کلیه صفات جوانه‌زنی داشت.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، خشکی، ورمی‌کمپوست، نخود

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۶۶۳۳۳۱۲۰۱۰ ، پست الکترونیکی: Amiri_h_lu@yahoo.com

مقدمه

نخود در سطح جهان، سومین و در ایران پس از لوبیا مهم ترین محصول حبوبات به شمار می‌رود به طوری که در ایران از نظر سطح زیرکشت و تولید، رتبه اول را در میان دیگر حبوبات دارا می‌باشد (۹). این گیاه در دامنه وسیعی از شرایط آب و هوایی، از نواحی نیمه گرمسیری شبه قاره هند و شمال شرقی استرالیا تا مناطق مدیترانه ای حوزه مدیترانه، غرب آسیا، شمال آفریقا و جنوب و جنوب غربی اروپا کشت می‌شود (۳۵). بر اساس آمار ارائه شده از سوی فائو (متوسط پنج سال گذشته) سطح زیر کشت نخود در ایران ۶۶۰ هزار هکتار و تولید سالانه ۲۳۴ هزار تن با متوسط عملکرد ۴۹۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (۲۷). کاهش جوانه‌زنی بذرهای نخود تحت تأثیر شرایط نامطلوب محیطی، حدود ۲۵٪ برآورد شده است که از مهم‌ترین شرایط نامطلوب، می‌توان به تنش‌های غیرزیستی

مثل خشکی، شوری و یخ زدگی اشاره کرد (۳۱، ۱۲). مرحله جوانه‌زنی یک مرحله مهم در حیات گیاه است و می‌تواند تأثیر بسزایی در میران تولید و عملکرد گیاهان داشته باشد. عملکرد گیاه به نوع بذر، شرایط محیطی و رشد بذر وابسته است (۲،۱) گزارش‌های مختلفی مبنی بر تأثیر معنی‌دار افزایش سرعت جوانه‌زنی و سبز شدن در افزایش عملکرد دانه در گیاه نخود وجود دارد (۲۲). مراحل اولیه رشد از جمله مراحل جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای نسبت به شرایط نامطلوب محیطی حساس تر از سایر مراحل رشد هستند (۲۴). آب یکی از عوامل اصلی فعال کننده جوانه‌زنی است و قابلیت دسترسی به آب با کاهش پتانسیل اسمزی کاهش می‌یابد. پتانسیل آب محیط، تأثیر مستقیمی‌بر سرعت جذب آب و در نتیجه جوانه‌زنی گیاه دارد (۱۷). مطالعات نشان داد که شرایط تنش خشکی برای بذرهای نخود به رغم برخورداری از قوه نامیه۱۰۰٪، ممکن است جوانه‌زنی و در نتیجه محصول نهایی گیاه را به شدت کاهش دهد (۹). از نظر تکاملی، مقاومت به خشکی به عنوان توان زنده ماندن یک گونه از نسلی به نسل دیگر در شرایط آب قابل دسترس محدود تعریف می‌شود. ولی در مفهوم کشاورزی مقاومت به خشکی شامل توان تولید اقتصادی یک محصول در شرایط آب قابل دسترس محدود می‌باشد (۲۳). برای ایجاد محیط‌های مصنوعی کنترل پتانسیل آب، معمولا از مواد جامدی با جرم مولکولی بالا که نقشی در تغذیه بافت‌ها نداشته و جذب گیاه نمی‌شوند، استفاده می‌شود. پلی اتیلن گلایکول یکی از مواد با جرم مولکولی بالا است که به دلیل ایجاد محلولی با شرایط مشابه طبیعی بیشترین کاربرد را در تحقیقات تحمل به خشکی پیدا کرده است (۱۵). پلی اتیلن گلایکول ماده ای غیر سمی‌است که در بافت‌های گیاه نفوذ نمی‌کند لذا برعکس موادی همچون کلرید سدیم، مانیتول و ساکارز باعث صدمه به گیاه نمی‌شوند (۱۵). در زمین‌های زراعی، از کمپوست به منظور بهبود ساختمان و افزایش حاصل خیزی خاک استفاده می‌شود (۲۹). ورمی‌کمپوست (Vermicompost) نوعی کمپوست است که طی یک فرایند غیر حرارتی به وسیله کرم تولید می‌شود (۲۸) و با دارا بودن یک تنوع زیستی میکروبی وسیع و فعال نسبت به کمپوست‌های تولید شده در فرایند حرارتی، به عنوان پالاینده و اصلاح کننده مهم خاک به کار گرفته می‌شود (۴). ورمی‌کمپوست حاوی میکرو ارگانیزم‌های هوازی مفید مانند ازتوباکترها بوده و عاری از باکتری‌های غیر هوازی، قارچ‌ها و میکرواورگانیزم‌های پاتوژن می‌باشد. ورمی‌کمپوست از خلل و فرج زیاد، ظرفیت بالای تهویه، زه کشی مناسب و ظرفیت نگه داری بالای آب برخوردار است (۷). همچنین ورمی‌کمپوست دارای هومات می‌باشد که از نوع مواد هومیکی است که از مدفوع کرم خاکی در حال تجزیه شدن ناشی می‌شود. این مواد دارای اثرات مشابه تنظیم کننده‌های رشد و هورمون‌ها است. وجود مواد هومیکی و مواد آلی در ورمی‌کمپوست رشد گیاه را بهتر از تغذیه گیاه با کودهای معدنی تحریک می‌کند (۳۳). بالا بودن میزان عناصر غذایی مثل ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در مقایسه با سایر کودهای آلی و همچنین وجود عناصر میکرو مانند آهن، روی، مس و منگنز از دیگر مزایای ورمی‌کمپوست است (۱۰). تولید و استفاده از عصاره ورمی‌کمپوست به سرعت در سال‌های اخیر گسترش یافته است (۱۴). عصاره ورمی‌کمپوست دارای ویژگی‌های میکروبی و شیمیایی سودمند ورمی‌کمپوست جامد است. روش‌های مختلفی برای تولید عصاره ورمی‌کمپوست وجود دارد. در همه روش‌ها در طول عصاره گیری، مواد مغذی معدنی محلول، میکرواورگانیزم‌های مفید، هومیک اسیدها و فولویک اسیدها، هورمون‌ها و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی از ورمی‌کمپوست وارد عصاره می‌شود. احتمالا این مواد عامل مهمی‌برای رشد و جوانه‌زنی بهتر گیاهان می‌باشند (۲۱). تحقیقات متعددی در مورد تاثیر ورمی‌کمپوست بر بهبود جوانه‌زنی، عملکرد، رشد، و حتی مقاومت گیاهان به تنش‌های زیستی و غیر زیستی انجام شده است. برای مثال Archana و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند

که عصاره ورمی‌کمپوست، عملکرد گیاه، عناصر معدنی غذایی و کاروتنوئیدها را در گیاهان به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. بر اساس تحقیقات انجام شده در بعضی از گیاهان نظیر آفتابگردان(*Helianthus annuus* L.)، ورمی‌کمپوست می‌تواند اثرات زیان آور شوری را کاهش دهد و سبب افزایش رشد و تولید محصول شود (۲۷). در مطالعه‌ای بر روی اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) گزارش کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست ارتفاع، سطح و تعداد برگ را در مقایسه با سطح بدون کاربرد ورمی‌کمپوست تحت شرایط تنش خشکی به طور معنی‌داری افزایش داد (۳۶). از آنجا که نخود یک محصول با ارزش اقتصادی است و در رژیم غذایی جامعه نقش مهمی‌را ایفاء می‌نماید و نظر به این که این بذرهای این گیاه حساس به خشکی است، لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست در کاهش اثرات منفی ناشی از تنش خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی نخود انجام شده است.

مواد و روشها

به منظور بررسی برهم کنش عصاره ورمی‌کمپوست در بهبود اثرات منفی ناشی از تنش خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه نخود (رقم کرج)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای مورد بررسی در این آزمایش عبارت بودند از: سطوح مختلف خشکی شامل شاهد (صفر)، ۳-، ۶- و ۹- بار بود که طبق دستورالعمل میچل و کافمن (۳۲) ایجاد شد (جدول ۱) و برای پتانسیل صفر بار (شاهد) از آب مقطر استفاده شد. سطوح خشکی بر اساس آزمایش‌های مقدماتی و نتایج تحقیقات سایر محققان انتخاب شد. غلظت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست شامل شاهد (۰)، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی بود که برای تهیه عصاره ورمی‌کمپوست، ۱۰۰ حجم ورمی‌کمپوست با ۴۰۰ سی‌سی آب مقطر مخلوط و ۲۴ ساعت در شیکر گذاشته شد (۲۱).

جدول ۱- نحوه ایجاد پتانسیل خشکی

نوع محلول (پتانسیل خشکی)	مقدار محلول	مقدار PEG 6000
۳- بار	۴۰۰ میلی لیتر	۵۵/۲ گرم
۶- بار	۴۰۰ میلی لیتر	۷۵/۶ گرم
۹- بار	۴۰۰ میلی لیتر	۸۸/۸ گرم

محلول حاصله به وسیله پارچه تنظیف صاف و سپس با اضافه کردن آب مقطر به محلول حاصله، غلظت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست تهیه شد. تجزیه شیمیایی ورمی‌کمپوست مورد استفاده برای تهیه عصاره، در جدول ۲ نشان داده شده است. هر پتری دیش که در کف آن کاغذ صافی استریل قرار داده شده بود به عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد که با توجه به محدودیت بسیار زیاد بذر، تنها ۲۰ عدد بذر در هر واحد آزمایشی قرار گرفت. به منظور پرهیز از آلودگی‌های قارچی بذرها با استفاده از قارچ کش بنومیل ۲ در هزار ضدعفونی و سپس با آب مقطر آب کشی شدند. به هر واحد آزمایشی، هشت سی سی محلول تهیه شده شامل سطوح مختلف خشکی و غلظت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست اضافه شد. اطراف پتری دیش‌ها با پارافیلم بسته و در ژرمیناتور با دمای ۲۵°C و رطوبت ۴۵ درصد در تاریکی گذاشته شدند. بازدید از نمونه‌ها بطور روزانه یکبار و به مدت ۱۴ روز انجام شد و تعداد بذور جوانه زده (دارای طول ریشه چه ۲ الی ۳ میلی متر) ثبت شدند. برداشت پتری دیش‌ها ۱۴ روز بعد از شروع آزمایش انجام شد. پس از برداشت، ریشه چه و ساقه چه از بذر جدا شدند و طول ساقه چه و ریشه چه به وسیله خط کش اندازه گیری شد. به منظور تعیین وزن خشک اندام‌های فوق، ساقه چه و ریشه چه در آون ۷۰ °C به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و سپس وزن خشک آن‌ها با ترازوی AND مدل GT-300 ساخت کشور آلمان با دقت

۰/۰۰۰۱ گرم تعیین شد. درصد جوانه‌زنی از تقسیم تعداد بذرهای جوانه زده در هر بار شمارش بر تعداد کل بذرها، ضرب درصد محاسبه شد (معادله۱). سرعت جوانه‌زنی (day^{-1}) از معادله (۲) محاسبه شد (۳).

معادله (۱) $$Gp\% = \sum \frac{n_i}{N} \times 100$$

معادله (۲) $$GS = \sum \frac{ni}{Di}$$

در معادله‌های فوق Gp درصد جوانه‌زنی، ni تعداد بذرهای جوانه زده در هر بار شمارش، N تعداد کل بذرها، Di تعداد روز پس از آغاز آزمایش و GS سرعت جوانه‌زنی است. با بدست آوردن طول گیاهچه از طریق مجموع طول ریشه چه و ساقه چه می‌توان شاخص بنیه بذر را از معادله ۳ بدست آورد: معادله (۳)

شاخص بنیه بذر = درصد جوانه‌زنی × طول گیاهچه / ۱۰۰

میزان آندوسپرم مصرفی بذرها از طریق محاسبه اختلاف وزن آنها قبل و بعد از جوانه‌زنی محاسبه شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزارMstst-C انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۱ درصد ($P \leq 0.01$) استفاده شد.

جدول ۲- خصوصیات ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش

نمونه	نیتروژن کل (%)	سدیم (%)	پتاسیم (%)	کلسیم (%)	فسفر (%)	اسیدیته	روی (ppm)	مس (ppm)	ماده آلی (%)
ورمی‌کمپوست Vermicompost	1.3-1.6	0.6-0.9	0.9-1.5	3.8-4	1.5-2	8-8.5	651.9	218.89	35-40

نتایج و بحث

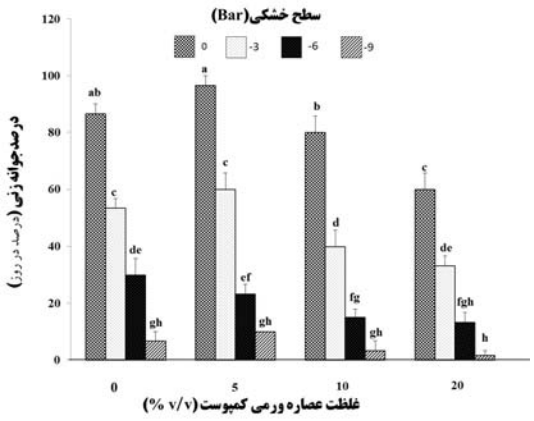
درصد جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر درصد نهایی جوانه‌زنی بذرهای نخود معنی دار بود ($P \leq 0.01$). اثر متقابل تنش شوری و عصاره ورمی‌کمپوست نیز تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.05$) بر این صفت داشت (جدول ۳). در بین سطوح خشکی بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی در سطح شاهد و کمترین میزان آن در سطح خشکی ۹- بار مشاهده شد که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که افزایش درصد جوانه‌زنی مربوط به سطح بدون تنش خشکی اختلاف معنی‌داری با کلیه سطوح داشت (جدول ۴). جوانه‌زنی یکی از مراحل بحرانی رشد در گیاهان بوده و نتیجه نهایی مجموعه ای از واکنش‌های بیوشیمیایی است که با واسطه آنزیم‌های متعددی انجام می‌گردد. اعتقاد بر این است که جوانه‌زنی و سبز شدن سریع بذر، یک عامل مهم تعیین کننده عملکرد نهایی گیاهان می‌باشد (۱۳). نتایج تحقیق حاضر نشان دهنده کاهش درصد نهایی جوانه‌زنی در اثر تنش خشکی است. به طوری که در سطوح متفاوت خشکی درصد جوانه‌زنی به صورت معنی‌داری کاهش نشان داد. احتمالاً کاهش جوانه‌زنی در محیط‌های خشک، به دلیل کاهش جذب آب توسط بذر در اثر تنش خشکی باعث کاهش فرآیندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی بذر گردیده و لذا وفور مواد در دسترس برای ادامه حیات گیاه را با مشکل روبرو می‌سازد (۱۰). کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی در بررسی‌های انجام شده بر روی سایر گیاهان نظیر نخود فرنگی (*Pisum sativum* L.) و *Crupina vulgaris* L. نیز گزارش شده است (۱۷، ۳۸). در بین تیمارهای ورمی‌کمپوست سطح ۵ درصد حجمی بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی را دارا بود که با سطح شاهد (بدون عصاره ورمی‌کمپوست) اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین میزان درصد جوانه‌زنی مربوط به سطح ۲۰ درصد حجمی بود که با سطح ۱۰ درصد حجمی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس عصاره ورمی کمپوست برخصوصیات جوانه زنی گیاه نخود تحت تنش خشکی

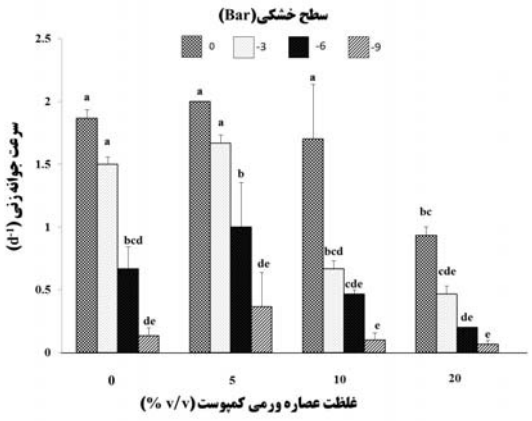
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ساقه چه	طول ریشه چه	وزن خشک ساقه چه	وزن خشک ریشه چه	طول گیاهچه	شاخص بنیه بذر	آندوسپرم مصرفی
					میانگین مربعات					
عصاره ورمی کمپوست	۳	۱۰۳۴/۷۲**	۱/۶۱۷**	۲/۳۲۱**	۷/۷۲۹**	۱۱۱۴/۵**	۲۳۰۹/۴۱۷**	۶/۰۲۸**	۴/۹۴۵**	۱۰۶۷/۲۹۲**
تنش	۳	۱۳۱۲۰/۸۳**	۴/۷۵۵**	۴/۶۶۳**	۲۹/۱۸۰**	۷۸۲۶/۶۶۷**	۱۵۱۸۰/۷۵**	۴۲/۸۶۵**	۴۵/۵۸۰**	۲۸۹۰/۷۲۲**
عصاره×تنش	۹	۱۱۶/۶۶۷*	۰/۱۷۷*	۰/۳۳۲ ns	۰/۸۹۲*	۱۲۰/۷۵۹ ns	۲۸۸/۰۸۳*	۰/۵۸۶ ns	۱/۵۲۹ ns	۲۷۸/۶۸۱ ns
خطای آزمایش	۳۲	۵۰	۰/۰۸	۰/۲۱۴	۰/۱۱۶	۱۷۳/۷۷۱	۶۲/۵۸۳	۰/۶۶۶	۰/۷۴	۱۶۰/۲۹۲
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۸/۴۵	۳۲/۷۱	۴۰/۵۶	۱۵/۴۷	۳۳/۵۹	۱۷	۲۳/۸۲	۳۶/۲۹	۵۳/۸۸

ns، *، ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

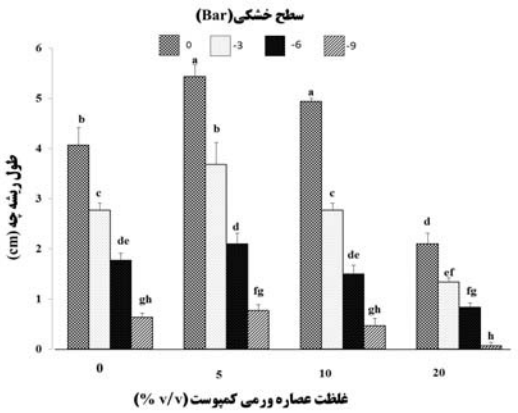
در مطالعه‌ای بر روی گونه‌های تربچه و همیشه بهار مشخص شد، عصاره ورمی‌کمپوست جوانه‌زنی را کاهش داد (۴۵). این محققین گزارش کردند که پوسته سخت سطحی در خاک‌های محتوی مقادیر زیاد ورمی‌کمپوست، ممکن است نفوذ آب را محدود کند و متعاقب آن با ایجاد شرایط بی هوازی در بستر، منجر به تولید مواد فیتوتوکسیک شود. بررسی‌های متعدد تأثیر بازدارندگی ورمی‌کمپوست بر جوانه‌زنی را به واکنش‌های فیتوتوکسیک مرتبط دانسته اند (۸). این نتایج با مشاهدات Zaller (۲۰۰۷) در تضاد است که تأثیر تحریکی ورمی‌کمپوست بر جوانه‌زنی ارقام گوجه فرنگی را نشان داد. احتمالاً الگوهای متفاوت جذب مواد معدنی در گیاهان مختلف می‌تواند علت واکنش‌های متفاوت گیاهان به عصاره ورمی‌کمپوست باشد (۴۰). در بین اثرات متقابل تنش خشکی و عصاره ورمی‌کمپوست بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی در سطح ۵ درصد حجمی‌عصاره در شرایط بدون تنش خشکی مشاهده شد که با کلیه سطوح جز سطح شاهد (بدون عصاره ورمی‌کمپوست) در شرایط بدون تنش خشکی اختلاف معنی‌داری داشت. کمترین مقدار نیز در سطح ۲۰ درصد حجمی‌عصاره در تنش خشکی ۹- بار مشاهده شد که با کلیه سطوح عصاره ورمی‌کمپوست در سطح خشکی ۹- بار اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۱). در مطالعه ای بر روی لوبیا چشم بلبلی گزارش کردند که غلظت‌های پایین ورمی‌واش (یکی از محصولات جنبی ورمی‌کمپوست) درصد جوانه‌زنی را به طور معنی‌داری افزایش داد ولی در غلظت‌های بالاتر ورمی‌واش (۳۰ و ۳۵ درصد حجمی‌عصاره ورمی‌واش)، درصد جوانه‌زنی این گیاهان کاهش معنی‌داری داشت که به خاصیت فیتوتوکسیک این غلظت‌های ورمی‌واش مرتبط دانستند (۲۰). در این مطالعه نیز بالاترین غلظت عصاره ورمی‌کمپوست سطح ۲۰ درصد حجمی نسبت به دیگر سطوح کاهش معنی‌داری داشت. Zambare و همکاران (۲۰۰۸) نیز، وجود آمیلاز و پروتئاز را در ورمی‌واش و ورمی‌کمپوست نشان دادند. حضور پروتئاز در خاک، به جوانه‌زنی گیاهان کمک می‌کند و آمیلاز منابع کربنی را برای افزایش رشد و تولید مثل گیاهان مهیا می‌نماید. بنابراین می‌توان بیان کرد که عصاره‌های ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش در تحریک جوانه‌زنی نقش دارند، اما در این مطالعه عصاره ورمی کمپوست در تمامی سطوح تنش خشکی نتوانست درصد جوانه‌زنی را نسبت به سطح شاهد (بدون استفاده از عصاره ورمی کمپوست) بهبود دهد.



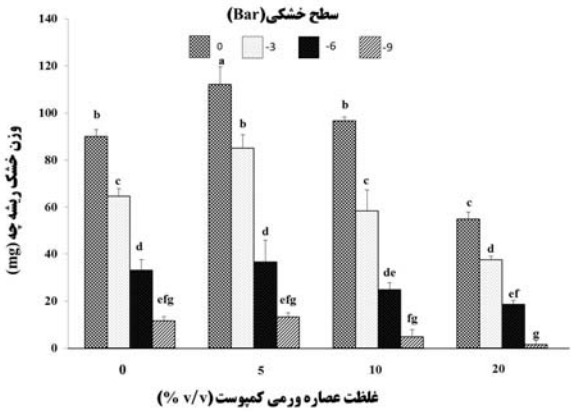
شکل ۱- اثر متقابل عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی



شکل ۲- اثر متقابل عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر سرعت جوانه‌زنی



شکل ۳- اثر متقابل عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر طول ریشه‌چه



شکل ۴- اثر متقابل عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر وزن خشک ریشه‌چه

سرعت جوانه‌زنی: عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی داشت ($P \leq 0.01$). برهم کنش تنش خشکی و عصاره ورمی‌کمپوست نیز بر این صفت معنی دار ($P \leq 0.05$) بود (جدول ۳). در بین سطوح خشکی بیشترین میزان سرعت جوانه‌زنی بذرهای نخود متعلق به سطح شاهد (بدون تنش خشکی) بود که با کلیه سطوح خشکی اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین میزان نیز در سطح خشکی ۹- بار مشاهده شد (جدول ۴). در میان سطوح مختلف عصاره ورمی‌کمپوست بیشترین میزان سرعت جوانه‌زنی متعلق به سطح ۵ درصد حجمی‌بود که با سطح شاهد (بدون عصاره ورمی‌کمپوست) اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین نیز به سطح ۲۰ درصد حجمی‌عصاره اختصاص داشت که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۵). در برهم کنش متقابل تنش خشکی و عصاره ورمی‌کمپوست بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی در سطح ۵ درصد حجمی عصاره در شرایط بدون تنش خشکی مشاهده شد و کمترین میزان نیز در غلظت ۲۰ درصد حجمی عصاره ورمی‌کمپوست در سطح تنش خشکی ۹- مشاهده شد (شکل ۲). کاهش جذب آب و متعاقب آن کاهش فعالیت‌های آنزیمی‌مربوط به فرایندهای بیوشیمیایی جوانه‌زنی، علت اصلی کاهش سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی است. در سطوح بالای تنش خشکی، آسیب‌های احتمالی ناشی از دناتوره شدن ساختمان سه بعدی آنزیم‌ها می‌تواند یکی از دلایل اصلی کاهش سرعت جوانه‌زنی باشد (۱۶). در مطالعه ای بر روی لوبیا گزارش کردند که اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد، فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی‌انجام خواهند شد و در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشه چه از بذر افزایش یافته و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (۱۳). Zeng و همکاران (۲۰۱۰) نیز، کاهش جوانه‌زنی به دلیل محدودیت آب را یک راهکار تکاملی در گیاهان مناطق خشک می‌دانند. در واقع کاهش جوانه‌زنی در تنش‌های خشکی، یک راه کار سازشی است تا زمانی که شرایط مساعدی برای جوانه‌زنی ایجاد شود. نتایج پژوهش حاضر نشان دهنده تأثیر منفی عصاره ورمی‌کمپوست درغلظت‌های بالاتر از ۵ درصد حجمی‌در کلیه سطوح تنش خشکی بر سرعت جوانه‌زنی بذرهای نخود بود. با دقت

بیشتر در نتایج به نظر می‌رسد عصاره ورمی‌کمپوست در سطوح بالای خشکی، تاثیر محدود کنندگی بیشتری بر سرعت و درصد جوانه‌زنی دارد. در این مطالعه مشاهده شد غلظت ۲۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست در کلیه سطوح خشکی سرعت جوانه‌زنی به صورت معنی‌داری کاهش یافت. احتمالاً عصاره ورمی‌کمپوست در غلظت‌های بالا از طریق افزایش پتانسیل منفی آب در محیط بذر، جذب آب را برای بذر محدود می‌نماید. همچنین این مسئله شاید به دلیل بسته شدن منافذ بذر توسط عصاره ورمی‌کمپوست باشد که می‌تواند به تولید مواد فیتوتوکسیک منجر شود (۴۰).

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات جوانه زنی گیاه نخود در سطوح مختلف تنش خشکی

پتانسیل (بار)	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ساقه چه (cm)	طول ریشه چه (cm)	وزن خشک ساقه چه (mg)	وزن خشک ریشه چه (mg)	طول گیاهچه (cm)	شاخص بنیه بذر	آندوسپرم مصرفی (mg)
صفر	۸۰/۸۳a	۱/۶۲a	۱/۸۲۵a	۴/۱۳۳a	۷۲/۹۲a	۸۸/۴۲a	۵/۶۴۱a	۴/۷۲۹a	۴۳/۱۷a
۳- بار	۴۶/۶۷b	۱/۰۷b	۱/۴۲۵ab	۳/۶۳۳ab	۴۱/۹۲b	۶۱/۴۲b	۳/۹۲۲b	۳/۱۹۳b	۲۶/۲۵b
۶- بار	۲۰/۴۲c	۰/۵۸c	۰/۹۳۳b	۱/۵۵c	۲۹/۹۲c	۲۸/۴۲c	۲/۹۴۲c	۰/۹۸۹c	۱۸/۵bc
۹- بار	۵/۴۱d	۰/۱۶d	۰/۳۸۳c	۰/۴۸۳d	۱۲/۲۵d	۷/۹۱۷d	۱/۱۳۳d	۰/۵۶۸c	۶/۰۸۳c

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات جوانه زنی گیاه نخود در غلظت‌های مختلف عصاره ورمی کمپوست

عصاره ورمی کمپوست	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ساقه چه (cm)	طول ریشه چه (cm)	وزن خشک ساقه چه (mg)	وزن خشک ریشه چه (mg)	طول گیاهچه (cm)	شاخص بنیه بذر	آندوسپرم مصرفی (mg)
صفر	۴۴/۱۷a	۱/۰۴۲ab	۱bc	۲/۳۰۸b	۴۲/۵۵a	۴۹/۹۲b	۳/۳۹۲b	۲/۱۳۲b	۲۲/۹۲ab
۵٪ حجمی	۴۷/۵۰a	۱/۲۵۸a	۱/۷۳۳a	۲/۹۹۲a	۴۸a	۶۱/۷۵a	۴/۱۰۸a	۳/۱۷۵a	۳۲/۱۳a
۱۰٪ حجمی	۳۴/۵۸b	۰/۷۳۳b	۱/۱۵b	۲/۴۱۷b	۴۱/۲۵a	۴۶/۲۵b	۳/۷۵ab	۲/۵۱۷ab	۲۸/۴۲a
۲۰٪ حجمی	۲۷/۰۸b	۰/۴۱۶c	۰/۶۸۳c	۱/۰۸۳c	۲۵/۵b	۲۸/۲۵c	۲/۴۵۸c	۱/۶۵۶b	۱۰/۵۴b

طول ساقه چه: نتایج تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که تأثیر عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر طول ساقه چه دانه‌رست‌های نخود معنی دار بود ($P \leq 0.01$). اثر متقابل تنش شوری و عصاره ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۳). در این مطالعه بیشترین میزان طول ساقه چه در میان سطوح خشکی در سطح شاهد (بدون تنش خشکی) بود که با سطح ۳- بار اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین مقدار این صفت نیز در غلظت ۹- بار بود که کاهش معنی‌داری نسبت به دیگر سطوح خشکی داشت (جدول ۴). در بین سطوح ورمی‌کمپوست بیشترین میزان طول ساقه چه به سطح ۵ درصد حجمی‌تعلق داشت که با کلیه سطوح مربوط به عصاره ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین میزان این صفت در سطح ۲۰ درصد حجمی مشاهده شد که با سطح شاهد (بدون عصاره ورمی‌کمپوست) اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). در مطالعه‌ای بر روی گیاه سورگوم گزارش شد، یکی از عوامل کاهش طول ساقه چه در شرایط تنش کم آبی، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه به جنین است (۴۳) از طرفی انبساط و طویل شدن سلول‌ها و سنتز کربوهیدرات‌های دیواره سلولی، به کم آبی حساس می‌باشد (۴۶). به نظر می‌رسد که با افزایش خشکی و کاهش جذب آب، ترشح هورمون‌ها و فعالیت

آنزیم‌ها کم تر شده و رشد گیاه مختل می‌شود. در مطالعه ای بر روی ژنوتیپ‌های نخود گزارش کردند که کاهش رشد ساقه چه و ریشه چه در شرایط تنش خشکی در ارتباط با کاهش سرعت فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی بذر است (۱۱). در این مطالعه نیز کاهش طول ساقه چه در سطوح مختلف تنش خشکی نسبت به شرایط بدون تنش مشاهده شد. در تحقیقی در ارتباط با اثرات عصاره ورمی‌کمپوست بر روی گیاهان گزارش کردند که هومیک، فولویک و دیگر اسیدهای آلی استخراج شده از ورمی‌کمپوست یا تولید شده توسط میکرواورگانیزم‌ها می‌تواند موجب تحریک رشد گیاه شود (۵). عصاره آبی ورمی‌کمپوست، دارای ترکیباتی با ساختار مولکولی و فعالیت زیستی شبیه اکسین است (۱۹). از آنجا که اسید آمینه تریپتوفان پیش ماده سنتز ایندول استیک اسید می‌باشد و وجود عنصر روی در ساختمان این اسید آمینه ضروری است (۴۴) و نظر به این که ورمی‌کمپوست غنی از مواد مغذی از جمله روی می‌باشد، بنابراین این کود می‌تواند با تاثیر بر روی سنتز هورمون‌ها به ویژه اکسین باعث افزایش رشد ساقه چه شود (۱۹). در بررسی که بر روی خصوصیات جوانه‌زنی توت فرنگی از قبیل رشد ساقه چه، ریشه چه و گیاهچه صورت گرفت تأثیر مثبت ورمی‌کمپوست بر این صفات مشاهده شد و گزارش کردند که ورمی‌کمپوست با افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و ظرفیت نگهداری عناصرغذایی، منجر به بهبود خصوصیات رشدی گیاه شده است (۴). در این مطالعه نیز تیمار ۵ درصد حجمی عصاره ورمی‌کمپوست منجر به افزایش معنی‌داری در طول ساقه چه نسبت به دیگر سطوح شد.

طول ریشه چه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر طول ریشه چه بذرهای نخود معنی دار بود ($P \leq 0.01$). اثرات متقابل تنش خشکی و عصاره ورمی‌کمپوست نیز بر این صفت معنی دار ($P \leq 0.05$) بود (جدول ۳). بیشترین میزان طول ریشه چه در سطوح مختلف خشکی متعلق به سطح شاهد (بدون تنش خشکی) بود و کمترین میزان نیز در سطح ۹- بار مشاهده شد که با کلیه سطوح خشکی اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۳). یکی از دلایل افزایش طول ریشه چه در شرایط تنش خشکی جذب بیشتر آب جهت جوانه‌زنی است که این امر منجر به افزایش فعالیت‌های متابولیکی در داخل بذر می‌شود (۱۶). بررسی‌های متعدد نشان داد که تنش خشکی ملایم منجر به افزایش طول ریشه چه می‌شود و در این زمینه بیان کردند که اولین تغییرات جهت مقابله با تنش خشکی افزایش رشد ریشه چه به منظور جذب حداکثر رطوبت خاک است (۳۰). در این تحقیق نیز مشاهده شد که در شرایط تنش ملایم (۳- بار) طول ریشه چه افزایش معنی‌داری نسبت به سطوح ۶- و ۹- بار دارد و با سطح شاهد نیز در این صفت اختلاف معنی‌داری ندارند. از طرف دیگر در این مطالعه با افزایش سطوح خشکی کاهش معنی‌داری در طول ریشه چه مشاهده شد. به نظر می‌رسد که در شرایط تنش خشکی شدید کاهش رشد بخش ساقه چه و ریشه چه می‌تواند به دلیل کاهش جذب آب توسط بذر و درنتیجه کاهش انتقال مواد غذایی مورد نیاز برای رشد ریشه چه و ساقه چه باشد (۳۱). در مطالعه ای که بر روی ژنوتیپ‌های مختلف نخود صورت گرفت مشخص شد قطر، طول و سطح ریشه چه با افزایش تنش خشکی کاهش می‌یابد (۱۱). بیشترین مقدار طول ریشه چه در میان سطوح ورمی‌کمپوست در سطح ۵ درصد حجمی‌عصاره ورمی‌کمپوست بدست آمد که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین میزان این صفت در سطح ۲۰ درصد حجمی‌مشاهده شد که احتمالاً به دلیل اثرات سمی‌عصاره ورمی‌کمپوست در غلظت‌های بالا باشد (جدول ۴). در برهم کنش بین تنش خشکی و ورمی‌کمپوست بیشترین میزان طول ریشه چه در تیمار ۵ درصد حجمی‌عصاره ورمی‌کمپوست در شرایط بدون تنش خشکی (شاهد) بود که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین میزان برای این صفت به سطح ۲۰ درصد حجمی‌عصاره ورمی‌کمپوست در سطح خشکی ۹- بار

اختصاص داشت که با سطح ۱۰ درصد حجمی‌در تیمار خشکی ۹- بار اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۳). در یک آزمایش، طول ریشه‌های لوبیا و گیاه *Abelmoschus esculentus*، در حضور ورمی‌کمپوست افزایش یافت (۴۰) ولی طول ریشه ذرت روند خاصی را نشان نداد (۴۰). این محققان بیان داشتند که الگوی‌های متفاوت جذب موادمعدنی در گیاهان مختلف، احتمالا دلیل اصلی واکنش‌های متفاوت گیاهان به غلظت‌های مختلف ورمی‌کمپوست است. در مطالعه بر روی کلم راپا افزایش طول ریشه چه در اثر کاربرد عصاره ورمی‌کمپوست در سطوح ۲۰ و ۲۵ درصدحجمی‌گزارش شد (۶) که با نتایج این تحقیق در تضاد است. این محققین تأثیر مثبت عصاره ورمی‌کمپوست را تا حد زیادی به مواد غذایی معدنی به ویژه ازت جذب شده توسط گیاهان نسبت دادند. در این مطالعه مشاهده شد که با افزایش غلظت ورمی‌کمپوست رشد ریشه چه کاهش معنی‌داری دارد. همان طور که اشاره شد عصاره ورمی‌کمپوست دارای مواد معدنی غذایی و هورمون‌های مختلف می‌باشد. غلظت بالای اکسین مانع رشد ریشه است، همچنین اکسین بیوسنتز اتیلن که بازدارنده رشد ریشه است را تحریک، و اتیلن نیز از طریق یک کوفاکتور فلزی که به احتمال زیاد روی یا مس می‌باشد به گیرنده خود متصل و تغییر بیوشیمیایی خود را در منطقه هدف بجا می‌گذارد (۴۲).

وزن خشک ساقه چه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که تنش خشکی و عصاره ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه چه داشت ($P \leq 0.01$). برهم کنش متقابل تنش خشکی و عصاره ورمی‌کمپوست بر این صفت معنی دار نبود (جدول ۳). در بین سطوح خشکی کمترین مقدار وزن خشک ساقه چه در سطح خشکی ۹- بار مشاهده شد که نسبت به کلیه سطوح خشکی کاهش معنی‌داری را نشان داد. بیشترین مقدار در صفت مربوطه در سطح شاهد (بدون تنش خشکی) مشاهده شد که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). در بین سطوح عصاره ورمی‌کمپوست بیشترین میزان وزن خشک ساقه چه متعلق به سطح ۵ درصد حجمی‌عصاره ورمی‌کمپوست بود که با سطوح شاهد (بدون عصاره ورمی‌کمپوست) و ۱۰ درصد حجمی‌تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین میزان وزن خشک ساقه چه متعلق به سطح ۲۰ درصد حجمی‌عصاره ورمی‌کمپوست بود که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۵). در مطالعه ای که بر روی لوبیا تحت تنش خشکی صورت گرفت گزارش کردند که رابطه مستقیمی‌بین میزان تجمع ماده خشک و رشد طولی ساقه چه گیاهان متحمل وجود دارد (۳۴). بنابراین کاهش وزن خشک ساقه چه دانه رست‌های نخود در اثر تنش خشکی را می‌توان به کاهش طول ساقه چه در این مطالعه نسبت داد. به نظر می‌رسد یکی از دلایل کاهش وزن ساقه چه در پتانسیل‌های آب پایین، تحرک کم مواد غذایی و انتقال کمتر آنها از لپه به محور جنینی باشد. قابل ذکر است عواملی که سرعت رشد محور جنینی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، می‌توانند بر تحرک مواد غذایی و انتقال آنها از لپه‌ها به محور جنینی تاثیر بگذارند (۳۱). نتایج این تحقیق در ارتباط با اثرات ورمی‌کمپوست به تنهایی با نتایج Archana و همکاران (۲۰۰۹) در گیاه کلم راپا منطبق است. آن‌ها رابطه مستقیمی را بین وزن خشک و جذب نیتروژن به وسیله گیاهان در پاسخ به عصاره ورمی‌کمپوست را پیشنهاد نمودند. در بررسی بر روی گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) مشاهده شد که عصاره ورمی‌کمپوست طول ساقه چه را افزایش داد. در این ارتباط آن‌ها بیان کردند که تنظیم کننده‌ها یا هورمون‌های موجود در ورمی‌کمپوست ممکن است تأثیر مثبتی بر بهبود رشد ساقه چه داشته باشد (۲۶). از طرف دیگر در بررسی بر روی گیاهان شبدر قرمز و خیار محققین بیان کردند که ورمی‌کمپوست حاوی مقادیر بالایی از عناصر معدنی قابل استفاده می‌باشد که موجب تغذیه مستقیم گیاهان می‌شود و از طریق بهبود رشد و نمو، وزن خشک این گیاهان را افزایش می‌دهد (۳۹). بنابراین

به نظر می‌رسد ورمی‌کمپوست با برخورداری از ویژگی‌هایی ذکر شده، می‌تواند رشد بخش هوایی و متعاقب آن وزن خشک گیاه نخود را افزایش دهد.

وزن خشک ریشه چه: تنش خشکی تأثیر بسیار معنی‌داری ($P \leq 0.01$) بر وزن خشک ریشه چه نخود داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که وزن خشک ریشه چه در تمامی‌سطوح خشکی نسبت به شاهد (بدون تنش خشکی) کاهش معنی‌داری داشت به طوری که بیشترین مقدار وزن خشک ریشه چه در سطح شاهد و کمترین مقدار برای این صفت در سطح خشکی ۹- بار مشاهده شد که با کلیه سطوح تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۴). همچنین عصاره ورمی‌کمپوست نیز تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) بر وزن خشک ریشه چه دانه رست‌های نخود داشت (جدول ۲). بیشترین (۶۱/۷۵ میلی گرم) و کمترین (۲۸/۲۵ میلی گرم) وزن خشک ریشه چه به ترتیب به غلظت‌های ۵ و ۲۰ درصد حجمی‌عصاره ورمی‌کمپوست مشاهده شد که با سطح شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۴). به نظر می‌رسد که کاهش صفات مورد بررسی از قبیل طول ساقه چه، طول ریشه چه، وزن خشک ساقه چه و ریشه چه در سطح ۲۰ درصد حجمی‌عصاره را می‌توان به اثرات سمی‌عصاره ورمی‌کمپوست در غلظت‌های بالا نسبت داد. کاهش وزن خشک ساقه چه و ریشه چه یکی از رخدادهای رایجی است که در اکثر گیاهان در شرایط تنش خشکی اتفاق می‌افتد، ولی شدت این کاهش بسته به ژنوتیپ و میزان مقاومت گیاه در برابر تنش خشکی متفاوت است (۲۵). در گیاهان متحمل به تنش خشکی، کاهش کمتر رشد بخش ساقه‌ای و ریشه‌ای و حتی در مواردی افزایش رشد ریشه‌ای نیز مشاهده شده است (۳۱). در مطالعه بر روی ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس به تنش خشکی گزارش کردند که در شرایط تنش خشکی، یکی از دلایل کاهش رشد بخش ریشه ای در ژنوتیپ‌های حساس تأخیر در انتقال پروتئین از لپه عنوان شده است. متعاقباً انتقال سریع‌تر پروتئین، در ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش خشکی سبب رشد بهتر سیستم ریشه‌ای آنها می‌گردد (۱۱). با توجه به اینکه رقم مورد نظر (کرج) در این مطالعه از ارقام نیمه حساس معرفی (۱۸) شده است بنابراین نتایج این مطالعه نیز مؤید این مطلب است. نتایج تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که برهم کنش تنش خشکی و عصاره ورمی‌کمپوست بر وزن خشک ریشه چه معنی دار ($P \leq 0.05$) است (جدول ۳). در اثرات متقابل بیشترین میزان وزن خشک ریشه چه در تیمار ۵ درصد حجمی‌عصاره ورمی‌کمپوست در سطح شاهد (بدون تنش خشکی) مشاهده شد که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت. کمترین میزان این صفت در غلظت ۲۰ درصد حجمی‌عصاره در سطح خشکی ۹- بار بود که با کلیه سطوح خشکی ۹- بار در غلظت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۴). در مطالعه ای بر روی نخود و نخود فرنگی مشاهده شد عصاره ورمی‌کمپوست در غلظت ۷/۵ درصد حجمی‌منجر به افزایش طول ریشه چه شد (۴۱). افزایش معنی‌دار میزان وزن خشک ریشه چه در سطح ۵ درصد حجمی‌در شرایط بدون تنش خشکی را می‌توان به افزایش معنی‌دار طول ریشه چه در این سطح از عصاره ورمی‌کمپوست نسبت داد.

طول گیاهچه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنش خشکی و عصاره ورمی‌کمپوست تأثیر بسیار معنی‌داری بر طول گیاهچه‌های نخود داشت ($P \leq 0.01$). اثر متقابل تنش خشکی و عصاره ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۳). در بین سطوح خشکی بیشترین میزان طول گیاهچه با ۵/۶ سانتی متر متعلق به سطح شاهد (بدون تنش خشکی) و کمترین میزان این صفت با ۱/۱ سانتی متر در سطح ۹- بار مشاهده شد (جدول ۴). کاهش طول گیاهچه با افزایش میزان سطوح خشکی با کاهش طول ساقه چه و ریشه چه در این سطوح متناسب است. در میان اثرات ساده عصاره ورمی‌کمپوست سطح ۵ درصد حجمی‌با ۴/۱ سانتی متر بیشترین مقدار

طول گیاهچه را داشت که با سطح ۱۰ درصد حجمی‌عصاره اختلاف معنی‌داری نداشت و اما سطح ۲۰ درصد حجمی‌عصاره با ۲/۴ سانتی متر کمترین مقدار را برای این صفت داشت (جدول ۵). با توجه به نتایج بدست آمده در بالا می‌توان افزایش و کاهش طول گیاهچه در سطح ۵ و ۲۰ درصد حجمی را به افزایش و کاهش طول ساقه چه و ریشه چه در این سطوح نسبت داد.

شاخص بنیه بذر: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر شاخص بنیه بذرهای نخود معنی‌دار بود ($P \leq 0.01$). اثر متقابل تنش خشکی و عصاره ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۳). در بین سطوح خشکی بیشترین مقدار شاخص بنیه بذر در سطح شاهد (بدون تنش خشکی) مشاهده شد که با کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین مقدار این صفت نیز در سطح ۹- بار بود که با سطح ۶- بار اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). بیشترین میزان شاخص بنیه بذر در سطوح مختلف عصاره ورمی‌کمپوست در سطح ۵ درصد حجمی‌بود که با سطح ۱۰ درصد حجمی‌تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین میزان این شاخص در سطح ۲۰ درصد حجمی‌مشاهده شد که با سطح شاهد (بدون عصاره ورمی‌کمپوست) اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵). با توجه به نسبت مستقیم شاخص بنیه بذر با طول گیاهچه و درصد جوانه‌زنی، کاهش این شاخص در سطوح مختلف خشکی نسبت به سطح شاهد (بدون تنش خشکی) را می‌توان به کاهش طول گیاهچه و درصد جوانه‌زنی بذرهای نخود نسبت داد.

آندوسپرم مصرفی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنش خشکی و عصاره ورمی‌کمپوست تأثیر بسیار معنی‌داری بر میزان آندوسپرم مصرفی داشت ($p \leq 0.01$). اثرات متقابل تنش خشکی و عصاره ورمی‌کمپوست بر این صفت معنی دار نبود (جدول ۳). در بین سطوح خشکی بیشترین (۴۳/۱۷ میلی گرم) میزان آندوسپرم مصرفی در سطح شاهد (بدون تنش خشکی) بود که با کلیه سطوح خشکی اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین (۶/۰۸ میلی گرم) میزان این صفت متعلق به سطح خشکی ۹- بار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در ارتباط با اثرات ساده عصاره ورمی‌کمپوست نشان داد که سطح ۵ درصد حجمی با ۳۲/۱۳ میلی گرم بیشترین میزان آندوسپرم مصرفی دانه را داشت که با سطوح شاهد (۲۲/۹۲ میلی گرم) و ۱۰ درصد حجمی عصاره (۲۸/۴۲ میلی گرم) تفاوت معنی‌داری نداشت و اما سطح ۲۰ درصد حجمی‌عصاره ورمی‌کمپوست با میزان ۱۰/۵۴ میلی گرم کمترین آندوسپرم مصرفی را داشت که با سطح شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵). در این مطالعه نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان دادند که در سطوح تنش (۶- و ۹- بار) جوانه‌زنی رخ داد، اما میزان رشد بخش ساقه‌ای و ریشه‌ای گیاهچه‌ها به شدت کاهش یافت (جدول ۳). احتمالاً به دلیل مهیا بودن رطوبت مورد نیاز برای جوانه‌زنی و رشد بیشتر ساقه چه و ریشه چه در سطوح پایین تنش خشکی (شاهد و ۳- بار) مصرف آندوسپرم در این سطوح تنش افزایش یافته است. با افزایش شدت تنش خشکی (۶- و ۹- بار) به دلیل کاهش درصد نهایی جوانه‌زنی، کاهش رشد ساقه چه و ریشه چه مصرف آندوسپرم کاهش یافت (۳۲).

نتیجه گیری

به نظر می‌رسد که عصاره‌های آبی ورمی‌کمپوست به دلیل افزایش جمعیت میکروبی مفید و همچنین دارا بودن هورمون‌ها و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، می‌تواند باعث بهبود جوانه‌زنی شود. نتایج آزمایش فوق مؤید این است که در اثرات ساده عصاره ورمی کمپوست سطح ۵ درصد حجمی ورمی کمپوست به صورت معنی‌داری طول ساقه چه، طول ریشه چه، وزن خشک ریشه چه، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر را نسبت به شاهد افزایش داد. در اثرات توأم عصاره ورمی کمپوست و تنش خشکی سطح ۵ درصد

حجمی عصاره در سطوح خشکی ۰ و ۳- بار توانست طول ریشه چه و وزن خشک ریشه چه را در مقایسه با سطوح شاهد افزایش دهد. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش به نظر می‌رسد عصاره ورمی‌کمپوست نتوانست اثرات منفی ناشی از تنش خشکی را بر رشد نشاهای نخود محدود نماید.

منابع

۱. مظاهری تیرانی، م، منوچهری کلانتری، خ .۱۳۸۵. بررسی سه فاکتور سالیسیلیک اسید، تنش خشکی و اتیلن و اثر متقابل آنها بر جوانه‌زنی بذر کلزا (*Brassica napus* L.). مجله زیست شناسی ایران، ۱۹(۴):۴۰۸-۴۱۸.

۲. احمدلو، ف، طبری، م، بهتری، ب .۱۳۹۰. اثر تنش آبی بر برخی صفات فیزیولوژیکی بذر کاج حلب و کاج بروسیا. مجله زیست شناسی ایران، ۲۴(۵): ۷۲۸-۷۳۶.

3. Agrawal, R.L. 1991. Seed Technology. Oxford & IBH.Publishing 658 pp.
4. Ahmadpour, R. and Hosseinzadeh, S.R. 2017. Change in growth and photosynthetic parameters of Lentil (*Lens culinaris* Medik.) in response to methanol foliar application and drought stress. International Journal of Agriculture and Biosciences 6(1): 7-12.
5. Arancon, N. Q., C. A. Edwards, P. Bierman, C. Welch, and J. D. Metzger. 2004. Influence of vermicompost on field strawberries. Bioresource Technology. 93: 145-153.
6. Arancon, N., Edwards, C., Dick, R., Dick, L., 2007. Vermicompost Tea Production and plant growth impacts. Biocycle. 51-52.
7. Archana, P.P., Theodore, J.K.R., Ngyuen, V. H., Stephen, T. T., 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 fertiliser. Journal of the Science of Food and Agriculture. 89(1), 2383–2392.
8. Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., Metzger, J.D., 2001. The influence of earthworm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology. 81(2), 103-108.
9. Baca, M.T., Delgado, I.C., Sanchez-Raya, A.J., Gallardo-Lara, F., 1990. Comparative use of cress seed germination and physiological parameters of *Helianthus annuus* L. to assess compost maturation. Biological Wastes, 33:251–261.
10. Bagheri, A., Mahmoudi, A., Ghezeli, F. 2001. Common Bean: Research For Crop Improvement. Jahad daneshgahi Publication. 556 P. [In Persian].
11. Beyk Khurmizi, A., Ganjeali, A., Abrishamchi, P., and Parsa, M. 2010. The effect of vermicompost on salt tolerance of bean seedlings (*Phaseolus vulgaris* L.). Agroecology 23: 474-485.
12. Bibi, N., Hameed, A., Ali, H., Iqbal, N., Haq, M.A., Atta, B.M., Shah, T.M., & Alam, S.S. 2009. Water stress induced variations in protein profiles of germinating cotylodons from seedlings of Chickpeas genotypes, Pakistan Journal of Botany, 41:731-736.
13. Boyer, J.S. 1982. Plant productivity and environment, Science 218: 443-448.
14. Derek Bewely, J. and Black, M. 1994. Seeds Physiology of Development and Germination. Second edition, Pleum press. New York and London, 445 pp.
15. Edwards, C., Arancon, N., Emerson, E., Pulliam, R., 2007. Suppressing plant parasitic nematods and arteropod pests with vermicompost teas. Biocycle. 22: 38-39.
16. Emmerich, W.E. and S. P.Hardegree.1991. Seed germination in polyethylen glycol solution. effect of filter paper exclusion and water vapor loss. Crop Science 31: 454-458.
17. Fabian, A., Jager K. and Barnabas, B. 2008. Effects of drought and combined drought and heat stress on germination ability and seminal root growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings, Acta Biologica Szegediensis 52: 157-159.
18. Gamze, O.K.U., Mehmet Demir, K.A.Y.A. and Mehmet A.T.A.K. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.), Turk. Journal of Agriculture. For. 29: 237-242.
19. Ganjeali, A., Kafi, M., Bagheri, A., Shahriyari, F., 2005. Screening for drought tolerance on

Chickpea genotypes. Iranian Journal Field Crops Research. 3, 122–127.

20. Garcia, M. I., Cruz, S. F., Saavedra, A. L. and Hernandez, M. S. 2002. Extraction of auxin-like substances from compost. Cropresearch, 24:323-327.

21. Gopal, M., Gupta, A., Palaniswami, C., Dhanapal, R. and Thomas G. V. 2010. Coconut leaf vermiwash: a bio-liquid from coconut leaf vermicompost for improving the crop production capacities of soil. Current science, 98:1202-1210.

22. Greytak, S., Edwards, C., Arancon, N., 2006. Effects Of Vermicompost Teas On Plant Growth And Disease. Retrieved August 19, 2006, from. http://www.wormdigest.org

23. Gunes, A., Cicek, N., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Guneri E. & Guzelordu, T. 2006. Genotypic response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars to drought stress implemented at pre-and post anthesis stages and its relations with nutrient uptake and efficiency, Plant Soil Environment 52: 868-876.

24. Hosseinzadeh, S. R., A. Salimi, and A. Ganjeali. 2011. Effects of foliar application of methanol on morphological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. Enviromntal stresses in crop science. 4: 140-150.

25. Hosseinzadeh, S.R., Amiri, H. and Ismaili, A. 2016. Effect of vermicompost fertilizer on photosynthetic characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. Photosynthetica 54 (1): 87-92.

26. Kalefetoglu Macar, T.,Turan, O. and Ekmekci, y. 2009. Effect of water deficit induced by PEG and NaCl on Chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars and lines at early seedling stage. Journal of science 22: 5-14.

27. Keeling, A.A., McCallum, K.R., Beckwith, C.P., 2003. Mature green waste compost enhances growth and nitrogen uptake in wheat (*Triticum aestivum* L.) and oilseed rape (*Brassicanapus* L.) through the action of water-extractable factors. Bioresource Technology 90(2), 127–132.

28. Khalid, M.N, Iqbal, H.F., Tahir, A. & Ahmad A.N. 2001. Germination potential of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) under saline condition, Journal of Biology Science. 4: 395-396.

29. Krishnamoorthy, R.V and Vajranabhaiah, S.N., 1986. Biological activity of earthworm casts: an assessment of plant growth promotor levels in the casts. Proceeding: Animal Science. 95(3), 341-351.

30. Lakhdar, A., Rabhi, M., Ghnaya, T., Montemurro, F., Jedidi, N., Abdelly, C., 2009. Effectiveness of compost use in salt-affected soil. Hazardous Materials. 171(1-3), 29-37.

31. Marchner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press.

32. Mensah, J.K., Obadoni, B.O., Eruotor, P.G. & Onome-Irieguna, F. 2006. Simulated flooding and drought effects on germination, growth and yield parameters of sesame (*Sesamum indicum* L.), Africian Journal Biology. 5: 1249-1253.

33. Michael B.E., and M. R. Kaufman. 1976. The osmotic potential of polyethylenglycol-6000. Plant Physiology, 51: 914-916.

34. Muscolo, A., Bovalo, F., Gionfriddo, F., Nardi, F. 1999 Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. Soil Biology and Biochemistry. 31(9), 1303-1311.

35. Opoku, G., F. M. Davies, E. V. Zetrio, and E. E. Camble. 1996. Relationship between seed vigor and yield of white beans (*Phaseolos vulgaris* L). Plant Variety Seed. 9: 119-125.

36. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. Legumes. Mashhad University Jahad Press. (In Persian).

37. Peyvast, G. H., J. A. Olfati, S. Madeni and A. Forghani. 2007. Effect of vermicompost on the growth and yield spinach (*Spinacia oleracea* L.). J. Food Agric. Environ. 6: 43-50.

38. Rafiq, A and Nusrat, J., 2009. Demonstration of growth improvement in sunflower (*Hellianthus Annuus* L.) by the use of organic fertilizers under saline conditions. Pakistan Journal of Botany. 41, 1373-1384.

39. Roche, C. T., D.C. Thill and Shafii, B. 1997. Estimation of base and optimum temperatures for seed germination in common crupina (*Crupina vulgaris* L.), Weed Science. 45: 529-533.

40. 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.

41. 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.

42. Sinha, J.A., Biswas, C.K.b., Ghosh, A.C., and Saha, A.B.D. 2010. Efficacy of vermicompost against fertilizers on *Cicer* and *Pisum* and on population diversity of N2 fixing bacteria. Journal of Environmental Biology 31: 287-292.
43. Taiz, L., Zeiger, E., 2002. Plant Physiology. Sinauer Associates Publication. 660 PP.
44. Takel, A. 2000. Seedling emergence and growth of sorghum genotypes under variable soil moisture deficit. Agronomy Journal, 48:95-102.
45. Tsui, C. 1948 The role of zinc in auxin synthesis in the tomato plant. American Journal of Botany (AJB). 35, 172-179.
46. Warman, P.R and Anglopez, M.J., 2010. Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium. Bioresource Technology. 101, 4479–4483.
47. Wenkert, W., Lemon, E. R. and Sinclair, T. R. 1978. Leaf elongation and turgor pressure in field-growth soybean. Agronomy Journal, 70:761-764.
48. 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.
49. Zambare, V. P., Padul, M. V., Yadav, A. A. and Shete, T. B. 2008. Browse and download Vermiwash Biochemical And Microbiological Approach As Ecofriendly soil conditioner. Journal of Agricultural and Biological Science, 3:1-5.
50. Zeng, Y. J., Wang, Y. R. and Zhang, J. M. 2010. Is reduced seed germination due to water limitation a special survival strategy used by xerophytes in arid dunes. Journal of Arid Environments, 74:508-511.

Effect of vermicompost extract on germination characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress

Hosseinzadeh S.R.[1], Amiri H.[1] and Ismaili A.[2]

[1] Biology Dept., Faculty of Sciences, Lorestan University, Khorramabad, I.R. of Iran

[2] Agronomy and Plant Breeding Dept., Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, I.R. of Iran

Abstract

Organic compost can reduce different plant stresses, due to its porous structure, high water storage capacity, and exsistance of some substances resembling hormones and plant growth regulators. This study was performed to investigate interactions of different levels of vermicompost extract and drought stress on germination characteristics of chickpea seedlings. The experiment was conducted in completely randomized design with three replications. Seeds were sown in Petri dishes at four different concentrations of vermicompost extract including, 0 (control), -3, -6 and -9 bar and four levels of negative water potential including, 0 (control), 5, 10 and 20 volumetric percentage (v/v). The seedlings were sampled after 14 days. Results showed that there was a significant difference ($P \leq 0.01$) between different drought levels regarding germination percentage, germination speed index, plumule and radical length, plumule and radical dry weigh, vigor index and consumed endosperm. Drought stress with -9 bar level significantly decreased germination percentage, germination speed index, plumule and radical length, plumule and radical dry weigh, vigor index and consumed endosperm compared to control. vermicompost extract without drought at concentrations of 5 volumetric percentage caused significant increase ($P \leq 0.01$) in vigor index, plumule and radical length and root dry weight. Effects of drought and vermicompost extract were not significant differences on plumule length, plumule dry weight, root dry weight, vigor index and consumed endosperm but on the germination percentage, germination speed index, radical length and radical dry weight were significant ($P \leq 0.05$).

Key words: Chickpea, Drought, Germination,Vermicompost