ارزیابی مهم‌ترین پارامترهای جوانه‌زنی بذر نخود (رقم آزاد) تحت تاثیر عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی

راهله احمدپور[1]*، محمد وهاب‌نزاد[2]

[1]مربی گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان

[2]دانشجوی کارشناسی گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۲۲

چکیده

جوانه‌زنی یکی از مراحل حیاتی در چرخه زندگی گیاهان به شمار می‌رود و نقش اساسی در استقرار مناسب و عملکرد نهایی گیاهان دارد. به منظور ارزیابی برهم‌کنش عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه نخود، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان به اجراء درآمد. تیمارهای مطالعه عبارت بود از: عصاره ورمی‌کمپوست با سطوح صفر، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد حجمی و تنش خشکی با تیمارهای ۰، ۰/۳-، ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال. تنش خشکی بوسیله پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ اعمال شد. نتایج نشان داد که برهم‌کنش عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی نخود معنی‌دار بود. در شرایط بدون تنش خشکی و تنش ۰/۳- مگاپاسکال، کاربرد عصاره ورمی‌کمپوست در سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی موجب افزایش معنی‌دار کلیه شاخص‌های مورد بررسی نظیر درصد، سرعت و قدرت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، لپه مصرفی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه شد. در شرایط تنش ۰/۶- مگاپاسکال نشان داد که کاربرد سطوح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد حجمی توانست اثر مثبت و معنی‌داری بر درصد، سرعت و قدرت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و طول ساقه‌چه در مقایسه با تیمار شاهد داشته باشد. در این شرایط سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی از عصاره موجب بهبود معنی‌دار وزن خشک ریشه‌چه، طول ریشه‌چه و شاخص بنیه بذر نسبت به تیمار شاهد شد. تحت تنش ۰/۹- مگاپاسکال، استفاده از عصاره ورمی‌کمپوست در تمامی سطوح موجب افزایش معنی‌دار درصد، سرعت و قدرت جوانه‌زنی در مقایسه با شاهد شد. به صورت کلی نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از عصاره ورمی‌کمپوست (به ویژه سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی) توانست در شرایط ۰/۳-، ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال، مهمترین شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه نخود نظیر سرعت و درصد جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، لپه مصرفی، طول گیاهچه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه را در مقایسه با تیمار شاهد (بدون استفاده از عصاره ورمی‌کمپوست) افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: کود آلی، لپه مصرفی، شاخص بنیه بذر، طول گیاهچه، پلی اتیلن گلایکول

*نویسنده مسئول: Ahmadpour@bkatu.ac.ir

مقدمه

نخود در میان محصولات دانه‌ای جهان پس از لوبیا مهم‌ترین حبوبات بـه شـمار مـی‌رود بـه طـوری کـه در ایـران بیشترین سطح زیرکشت و تولید را در میان دیگـر حبوبـات دارا مـی‌باشـد (Hosseinzadeh et al., 2016). در یـک مطالعه مشاهده شد که شرایط نامطلوب محیطی از قبیل تنش‌های غیرزیستی مثل خشکی، شوری و یخزدگی منجر بـه کاهش جوانه‌زنی بذرهای نخود در حدود ۲۵ درصد می‌شود (Menash et al., 2006). جوانه‌زنی بذر نقش مهمی در تولید و عملکرد مناسب گیاهان دارد به‌طوری که عملکرد گیاه به نوع بذر، شرایط محیطی و رشـد بـذر وابسـته اسـت (Armand et al., 2015). گزارش های متعددی نشان می دهند که چنانچه مرحله جوانه‌زنی یک بذر در شرایط تنش با موفقیت همراه باشد، در مراحل بعدی رشد و نمو، گیاهچه هایی با بنیه بهتر و سیستم ریشه ای قوی‌تر تولید خواهند کرد (Mokhtari et al., 2009). در فرآیند جوانه‌زنی بذر، آب از عوامل اصـلی محسـوب شـده و کـاهش آب قابـل دسترس منجر به اختلال در این مرحله می‌شود (Khalid et al., 2001). پتانسیل آب محیط، تأثیر مستقیمی بر سرعت جذب آب و در نتیجه جوانه زنی گیاه دارد، از سوی دیگر می تواند به طور غیرمستقیم بر نمو دانـه، ذخـایر غـذایی و کیفیت زیست نیز اثر بگذارد (Ahmadpour et al., 2019). به طور معمول، ایجاد تنش آبی در محیط کشـت بـذر از طریق پلی اتیلن گلایکول می‌باشد که علاوه بر جرم ملکولی بالا، در بافت‌های گیاه نفوذ نمی‌کند و بـر عکـس مـوادی همچون کلرید سدیم، مانیتول و سـاکارز باعـث صـدمه بـه گیـاه نمـی‌شـود (Emmerich and Hardegree, 1991). پژوهش‌های مختلف بر روی بذر حبوبات نشان داده است که تـنش آبـی از طریـق پلـی اتـیلن گلایکـول در کـاهش معنی‌دار شاخص‌های جوانه‌زنی حبوبات (نخود، لوبیا و عدس) شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی، قدرت جوانـه‌زنـی، طول سـاقه‌چـه و ریشـه‌چـه، وزن خشـک سـاقه‌چـه و ریشـه‌چـه، شـاخص بنیـه بـذر و لپـه مصـرفی مـوثر اسـت (Hosseinzadeh et al., 2016; Ahmadpour et al., 2016; Armand et al., 2015).

به‌منظور افزایش تحمل بذر در شرایط تنش آبی می‌توان از تیمارهایی نظیر عصاره ورمـی‌کمپوسـت اسـتفاده کـرد (Sinha et al., 2010). عصاره ورمی‌کمپوست، عصاره ای تولید شده از محلول آب و کود ارگانیـک ورمـی‌کمپوسـت است (Edwards et al., 2006). ورمی‌کمپوست طی یک فرایند غیر حرارتی به وسیله نوعی کرم خاکی تولید می‌شود و با دارا بودن یک تنوع زیستی میکروبی وسیع و فعال نسبت به کمپوست‌های تولید شده در فرایند حرارتی، به عنـوان کودی مناسب در جهت تغذیه گیاهان به شـمار مـی‌رود (Hosseinzadeh, 2015). از دیگـر مزیـت‌هـای اسـتفاده از عصاره ورمی‌کمپوست، وجود هومیک اسید در این عصاره است که اثراتی مشابه با تنظیم کننده های رشد گیاهان دارد. مطالعات متعددی نشان داده است که وجود مواد هومیکی در عصاره ورمی‌کمپوست رشد گیاه را بهتر از تغذیه گیاه بـا کودهای معدنی تحریک می‌کند (Beyk Khurmizi et al., 2010). تحقیق بر روی گیاهانی نظیر لوبیا، گوجه فرنگـی و توت‌فرنگی نشان داد که عصاره ورمی‌کمپوست تاثیر مثبت و معنی‌داری بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی این گیاهان نسبت به سطح شاهد (بدون کاربرد عصاره) داشت (Arancon et al., 2007). در مطالعات متعددی گزارش شـد کـه عصاره ورمی‌کمپوست غنی از عناصر غذایی پرمصرف نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیـزیم و عناصـر غـذایی کـم‌مصـرف نظیـر آهـن، روی، مـس و منگنـز مـی باشـد کـه در تغذیـه مراحـل رشـدی بـذر بسـیار مـوثر اسـت (Beyk Khurmizi et al., 2010; Hosseinzadeh et al., 2016). در یک مطالعه بر روی بذرهای نخود، استفاده از عصاره ورمی‌کمپوست موجب افزایش معنی دار شاخص‌های جوانه‌زنـی تحـت تـنش شـوری شـد (Khalid et al.,

2001). در مطالعه بر روی کلم نیز مشاهده شد که عصاره ورمی‌کمپوست در افزایش معنی‌دار عملکرد و محصول گیاه با تأثیر مثبت بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر نقش دارد (Archana et al., 2009).

با توجه به اینکه در مناطق دیم کشور معمولا بذرهای گیاهان با تنش خشکی رو به رو شده و به‌دلیل افـزایش پـی اچ خاک، فراهمی عناصر کم مصرف کاهش می‌یابد و در نتیجه مقدار مواد غذایی جذب شده از خاک کافی نمی باشد (Veberic et al., 2005). بنابراین، استفاده از تیمارهای بهبود دهنده نظیر عصاره ورمی‌کمپوست می تواند در تحریک شاخص های جوانه زنی بذر موثر باشد. هدف اصلی این پژوهش بررسی تاثیر عصاره ورمی‌کمپوست بر بهبود اثـرات منفی ناشی از تنش خشکی بر بذر نخود (رقم آزاد) است.

مواد و روش‌ها

این بررسی به صورت آزمایشی فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در دانشگاه صـنعتی خـاتم‌الانبیـاء بهبهان در سال ۱۳۹۵ اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی عبارتند از: ۱. عصاره ورمی‌کمپوست شـامل سـطوح صـفر، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد حجمی و ۲.تنش خشکی شـامل ۴ سـطح (صـفر، ۰/۳-، ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسـکال) کـه طبـق دستورالعمل میچل و کافمن (۱۹۷۶) ایجاد شد. برای سطح شاهد از آب مقطر استفاده شد.

سطوح عصاره ورمی‌کمپوست بر اساس آزمایش‌های مقدماتی و نتایج تحقیقات سایر محققـان (Hosseinzadeh, 2015; Ahmadpour et al., 2019) انتخاب شد. تولید عصاره ورمی‌کمپوست بر اساس روش Greytak و همکـاران (۲۰۰۶) و به صورت هوازی انجام شد، بدین صورت که ۱۰۰ گرم کود آلی ورمی‌کمپوست با ۴۰۰ میلـی‌لیتـر آب مقطـر مخلوط و به مدت ۲۴ ساعت در شرایط آزمایشگاه قرار داده شد. محلول حاصله با توجه به رسوب‌های دانـه درشـت بوسیله کاغذ صافی صاف شد و سپس با اضافه کردن آب مقطر به محلول حاصله، غلظت‌های مختلف عصـاره مـورد مطالعه تهیه شد. خصوصیات ورمی‌کمپوست مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی عصاره ورمی‌کمپوست مورد استفاده

منیزیم (٪)	نیتروژن کل (٪)	آهن (٪)	پتاسیم (٪)	کلسیم (٪)	فسفر (٪)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	نمونه
۰/۴	۱/۹	۰/۵	۱/۶	۴/۵	۱/۵	۷/۱	۱/۳	چای‌کمپوست

در ابتدای پژوهش کلیه پتری‌دیش ها استریل شدند و بذرها نیز با قارچ کش بنومیل ۲ در هزار ضدعفونی گردیـد. یک پتری‌دیش به عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد و ۲۵ بذر در هر واحد آزمایشـی قـرار گرفـت. اعمـال تیمارها در هر واحد آزمایشی به صورت اضافه کردن ۸ سی سـی از تیمارهـای مـورد مطالعـه (۴ سـی سـی عصـاره ورمی‌کمپوست + ۴ سی سی محلول تنش) بود. به منظور رعایت شرایط یکنواخت برای تمامی تیمارها ابتدا وزن اولیه آن ها یادداشت شد و سپس با پارافیلم درب پتری ها بسته شد و در محیط آزمایشگاه و در شرایط تاریکی قرار گرفت (Ahmadpour et al., 2015). به صورت روزانه واحد های آزمایشی مورد بازدید قرار گرفت و هر بذر که دارای طـول ریشه‌چه ۳ میلی متر بود، به عنوان بذر جوانه‌زده در نظر گرفته شد (ISTA, 2009). بازدید روزانه واحدهای آزمایشی به مدت ۱۵ روز انجام شد و بذرهای جوانه‌زده به منظور اندازه‌گیری‌ها ۱۶ روز پس از شروع آزمایش از پتری‌دیش ها خارج شد. اندازه‌گیری طول ساقه‌چه و ریشه‌چه به وسیله خط کش انجام شد. تعیین وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چـه

به این صورت بود که اندام‌ها در آون $^{\circ}C$ ۷۰ به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و در نهایت با استفاده از ترازو مدل AND با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن آنها تعیین شد. به منظور تعیین لپه مصرفی، وزن ۵ عدد بذر از هر واحد آزمایشی یادداشت شد و سپس علامت گذاری صورت گرفت و همراه با دیگر بذور در واحد آزمایشی قرار گرفت. همزمان با خروج ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن بذرهای جوانه‌زده مورد نظر در هر تیمار تعیین شد. در نهایت میزان لپه مصرفی بذرها از طریق محاسبه اختلاف وزن آنها قبل و بعد از جوانه‌زنی محاسبه شد (Hosseinzadeh et al., 2016). جدول ۳ روابط محاسباتی مورد استفاده برای تعیین شاخص بنیه بذر، درصد، سرعت و بنیه جوانه‌زنی را نشان می‌دهد.

جدول ۳- روابط محاسباتی شاخص های جوانه‌زنی

شاخص	رابطه	منابع مورد استفاده
درصد جوانه‌زنی	$GP\% = \sum \frac{ni}{N} \times 100$	(Agrawal, 1991)
سرعت جوانه‌زنی	$GS = \sum \frac{ni}{ti}$	(Agrawal, 1991)
قدرت جوانه زنی	$GV = \frac{GS \times mean(PL + RL)}{100}$	(ISTA, 2009)
شاخص بنیه بذر	$SV = \frac{GP \times mean(PL + RL)}{100}$	(ISTA, 2009)

n = کل بذر جوانه زده طی دوره، ni = تعداد بذرهای جوانه زده در یک فاصله زمانی مشخص، ti = تعداد روزهای پس از شروع جوانه زنی، N = تعداد بذرهای کاشته شده، PL = طول ساقه چه، RL = طول ریشه چه

تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار MASTAT-C انجام شد و برای تعیین سطح معنی‌داری شاخص‌های جوانه‌زنی در اثر عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی از تجزیه واریانس (ANOVA) استفاده شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۹ و ۹۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

درصد و سرعت جوانه‌زنی: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده هر یک از تیمارها و اثرات متقابل عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر و لپه مصرفی معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها در اثرات متقابل عصاره × تنش بر درصد جوانه‌زنی نشان داد که در شرایط بدون تنش و تنش ۰/۳- مگاپاسکال، تیمار ۱۵ درصد حجمی عصاره ورمی‌کمپوست موجب افزایش معنی دار این صفت در مقایسه با شاهد شد. در شرایط تنش ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال، تمامی سطوح عصاره (۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد حجمی) در افزایش معنی‌دار درصد جوانه زنی در مقایسه با شاهد نقش داشت (جدول ۵). در بررسی اثرات متقابل عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر سرعت جوانه‌زنی، نتایج نشان داد که در شرایط بدون تنش و تنش های ۰/۳- و ۰/۶- مگاپاسکال، کاربرد تیمارهای ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی از عصاره ورمی‌کمپوست به صورت معنی‌داری سرعت جوانه‌زنی را در مقایسه با سطوح شاهد و ۲۰ درصد حجمی افزایش داد. در مقایسه بین سطوح

شاهد و ۲۰ درصد حجمی از عصاره نیز مشاهده شد که تیمار ۲۰ درصد حجمی موجب افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد.

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات جوانه‌زنی بذر نخود در سطوح مختلف عصاره ورمی‌کمپوست در شرایط تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	قدرت جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر	لپه مصرفی
		میانگین مربعات				
عصاره ورمی‌کمپوست	۳	۹۹۸/۵۵۶**	۶/۸۳۲**	۰/۰۷۱**	۶/۹۳۱**	۰/۰۰۴**
تنش خشکی	۳	۳۱۰۷/۸۸۹**	۱۸/۶۴۷**	۰/۲۴۸**	۴۷/۴۶۷**	۰/۰۲۷**
عصاره×تنش	۹	۱۱۲/۳۳۳**	۰/۲۳۳**	۰/۰۰۵**	۰/۳۸۹**	۰/۰۰۱**
خطای آزمایش	۳۲	۱۵/۳۳۳	۰/۰۴۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۶۰	۰/۰۰۰۲
ضریب تغییرات (٪)	-	۵/۲۷	۴/۶۹	۶/۳۸	۶/۱۱	۱/۹۸

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

ادامه جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گوجه فرنگی در سطوح مختلف عصاره جلبکی تحت تنش خشکی

منابع تغییر	درجه آزادی	طول گیاهچه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه
		میانگین مربعات				
عصاره ورمی کمپوست	۳	۴/۸۵۱**	۰/۰۷۴**	۰/۰۵۲**	۰/۷۴۸**	۱/۸۰۴**
تنش خشکی	۳	۲۷/۳۱۹**	۰/۲۲۹**	۱/۱۲۷**	۲/۳۹۳**	۱۳/۵۹۴**
عصاره×تنش	۹	۰/۲۸۱**	۰/۰۰۷**	۰/۰۱۳**	۰/۰۴۸**	۰/۱۸۱**
خطای آزمایش	۳۲	۰/۰۳۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۱۰	۰/۰۲۱
ضریب تغییرات (٪)	-	۳/۱۲	۵/۴۵	۷/۶۴	۵/۷۴	۳/۲۸

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

تحت شرایط ۰/۹- مگاپاسکال، تمامی سطوح عصاره ورمی‌کمپوست موثر بود و موجب افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد اما در مقایسه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). در جوانه‌زنی بذرها برخی شاخص‌هایی نظیر درصد و سرعت جوانه‌زنی نقش بسیار مهمی در عملکرد نهایی گیاه دارد. در این زمینه برخی مطالعات گزارش کردند که بذرهای دارای درصد و سرعت جوانه‌زنی بیشتر در زمین‌های زراعی موجب استقرار مناسب و در نهایت افزایش محصول و عملکرد گیاه شد (Rahbarian et al., 2012; Gamze et al., 2005). کاهش جذب آب توسط بذر می‌تواند موجب دناتوره شدن پروتئین‌ها، کاهش فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز و کاهش جذب مواد مغذی شده و تاثیر منفی در فرآیندهای متابولیکی و فیزیولوژیک بذر در جوانه‌زنی شود (Kalefetoglu Macar et al., 2009).

جدول ۵- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی بذر نخود تحت تاثیر برهم‌کنش عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی

عصاره ورمی‌کمپوست	درصد جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	قدرت جوانه-زنی	شاخص بنیه بذر	لپه مصرفی (گرم)
		بدون تنش			
صفر	۸۴ bcde	۴/۷۶۷ ef	۰/۳۱۳ e	۵/۱۲۷ d	۰/۴۵۱ cd
۱۰ درصد حجمی	۹۲ ab	۶/۳۵۰ ab	۰/۵۳۰ b	۶/۷۷۷ b	۰/۵۱۸ a
۱۵ درصد حجمی	۹۸/۶۷ a	۶/۶۰۳ a	۰/۵۶۳ a	۷/۴۷۰ a	۰/۵۲۳ a
۲۰ درصد حجمی	۸۹/۳۳ bc	۵/۹۵۰ bc	۰/۴۸۰ c	۶/۰۰۷ c	۰/۴۹۰ ab
		تنش خشکی ۰/۳- مگاپاسکال			
صفر	۷۷/۳۳ efg	۳/۸۹۷ g	۰/۲۱۶ f	۳/۵۴۰ f	۰/۴۱۳ ef
۱۰ درصد حجمی	۸۴ bcde	۵/۵۲۰ cd	۰/۴۰۳ d	۵/۳۲۳ d	۰/۴۳۵ de
۱۵ درصد حجمی	۸۸ bcd	۵/۵۲۳ cd	۰/۴۰۰ d	۵/۵۷۰ cd	۰/۴۶۹ bc
۲۰ درصد حجمی	۸۰ cdef	۴/۶۴۷ f	۰/۳۱۰ e	۴/۱۰۳ ef	۰/۴۱۹ def
		تنش خشکی ۰/۶- مگاپاسکال			
صفر	۵۷/۳۳ i	۳/۰۷۷ h	۰/۱۴۶ g	۲/۵۵۷ g	۰/۳۹۲ f
۱۰ درصد حجمی	۷۳/۳۳ fgh	۵/۱۱۷ def	۰/۳۳۰ e	۳/۹۳۰ ef	۰/۴۱۷ def
۱۵ درصد حجمی	۷۸/۶۷ defg	۵/۱۵۷ de	۰/۳۱۳ e	۴/۲۲۷ e	۰/۴۱۱ ef
۲۰ درصد حجمی	۶۹/۳۳ gh	۳/۸۱۳ g	۰/۲۱۳ f	۲/۸۳۳ g	۰/۳۹۸ f
		تنش خشکی ۰/۹- مگاپاسکال			
صفر	۳۴/۶۷ k	۲/۳۲۳ i	۰/۰۹۳ h	۱/۳۴۷ i	۰/۳۸۵ f
۱۰ درصد حجمی	۶۶/۶۷ h	۳/۱۸۷ h	۰/۱۵۰ g	۱/۳۲۳ hi	۰/۳۹۰ f
۱۵ درصد حجمی	۷۰/۶۷ fgh	۳/۳۰۰ h	۰/۱۴۳ g	۱/۹۷۷ h	۰/۳۹۲ f
۲۰ درصد حجمی	۴۴ j	۲/۹۲۷ h	۰/۱۳۰ g	۱/۵۰۷ hi	۰/۳۸۳ f

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند مطابق آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

گزارش‌های متعددی وجود دارد که نشان می‌دهد عصاره ورمی‌کمپوست دارای مواد مغذی و ترکیباتی نظیر آمیلاز و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی (اکسین و سیتوکینین) بوده که نقش موثری در فرآیند جوانه‌زنی ایفا می کند، به عنوان مثال سیتوکینین در فعال‌سازی آنزیم آلفا-آمیلاز نقش دارد و آمیلاز موجود در عصاره نیز در افزایش منبع کربنی و تغذیه بذر موثر است (Zambare et al., 2008; Hosseinzadeh et al., 2016). در مطالعه بر روی لوبیا چشم بلبلی گزارش شد که غلظت‌های پایین ورمی‌واش (یکی از محصولات جانبی ورمی‌کمپوست) درصد و سرعت جوانه‌زنی را به طور معنی‌داری افزایش داد. این محققان علت را افزایش ترکیبات هورمونی نظیر اکسین و سیتوکینین بیان کردند (Gopal et al., 2010). در مطالعه بر روی گوجه فرنگی نیز مشاهده شد که کاربرد چای کمپوست در سطوح مختلف موجب افزایش معنی‌دار شاخص‌های جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد (Zaller, 2007).

قدرت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر: نتایج مرتبط با قدرت جوانه‌زنی نشان داد که در شرایط بدون تنش، تیمار ۱۵ درصد حجمی عصاره بیشترین میزان قدرت جوانه‌زنی را داشت که نسبت به کلیه سطوح اختلاف معنی‌داری داشت. تحت تنش‌های ۰/۳- و ۰/۶- مگاپاسکال، تیمارهای ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی عصاره موجب افزایش معنی‌دار قدرت جوانه‌زنی در مقایسه با سطوح شاهد و ۲۰ درصد حجمی شد.در این شرایط بین سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در شرایط تنش ۰/۹- مگاپاسکال، کلیه سطوح عصاره ورمی‌کمپوست توانست قدرت

جوانه‌زنی را در مقایسه با سطح شاهد به صورت معنی‌داری بهبود دهد اما این سطوح در مقایسه با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). مقایسه میانگین داده‌ها در تاثیر اثرات متقابل بر شاخص بنیه بذر نشان داد که در شرایط بدون تنش، سطح ۱۵ درصد حجمی از عصاره بیشترین میزان شاخص بنیه بذر را داشت که نسبت به کلیه سطوح افزایش معنی‌داری داشت. سطوح ۱۰ و ۲۰ درصد نیز در مقایسه با شاهد موجب افزایش معنی‌دار شاخص بنیه بذر شد. تحت تنش‌های ۰/۳- و ۰/۶- مگاپاسکال، سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی موجب افزایش معنی‌دار شاخص بنیه بذر در مقایسه با سطوح شاهد و ۲۰ درصد حجمی شد. در هر دو شرایط تنش مذکور اختلاف معنی‌داری بین سطح شاهد و تیمار ۲۰ درصد حجمی مشاهده نشد. در شرایط تنش ۰/۹- مگاپاسکال، تیمار ۱۵ درصد حجمی به تنهایی توانست موجب افزایش معنی‌دار شاخص بنیه بذر در مقایسه با سایر سطوح شود (جدول ۵). در شرایط تنش خشکی افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی بذر نظیر شاخص بنیه بذر، درصد، قدرت و سرعت جوانه‌زنی همبستگی مثبت و معنی‌داری با تحمل گیاه به تنش در مراحل رویشی و گیاهچه‌ای دارد (Bibi et al., 2009). افزایش این پارامترها در شرایط تنش منجر به افزایش رشد و عملکرد گیاه، استقرار مناسب گیاهچه‌ها و ایجاد یک سیستم ریشه‌ای قوی در خاک می‌شود (Ahmadpour et al., 2019). شاخص‌هایی نظیر قدرت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر از ویزگی‌های بارز در تحمل به شرایط نامساعد محیطی به شمار می روند، بدین منظور که بذرهای مقاوم به تنش در مقایسه با بذرهای حساس به تنش قدرت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر بالاتری دارند (Ahmadpour et al., 2016). قدرت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر به ترتیب ارتباط مستقیم با سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی دارد (ISTA, 2009). بنابراین افزایش معنی‌دار این شاخص‌ها در تیمارهای عصاره ورمی‌کمپوست (سطوح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد حجمی) را می‌توان به افزایش معنی‌دار سرعت و درصد جوانه‌زنی در این سطوح نسبت داد. مطالعات مشابه بر روی گیاه لوبیا در شرایط شوری و گیاه نخود در شرایط خشکی نشان داد که چای کمپوست با تاثیر مثبت بر سرعت و درصد جوانه زنی و طول گیاهچه در افزایش معنی‌دار شاخص بنیه بذر و قدرت جوانه‌زنی نقش دارد (Beyk Khurmizi et al., 2010; Ahmadpour et al., 2015).

لپه مصرفی: نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که در شرایط بدون تنش خشکی، تمامی سطوح عصاره ورمی‌کمپوست موجب افزایش معنی‌دار لپه مصرفی در مقایسه با شاهد شد. در شرایط تنش ۰/۳- مگاپاسکال، تیمار ۱۵ درصد حجمی به‌صورت معنی‌داری میزان لپه مصرفی را در مقایسه با شاهد افزایش داد اما تیمارهای ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. در شرایط تنش ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (جدول ۵). لپه مصرفی در بذر ویژگی است که بیانگر استفاده جوانه از مواد غذایی ذخیره شده است (Hosseinzadeh et al., 2016). بر این اساس که جوانه بذر فاقد برگ‌های اولیه به منظور تامین مواد غذایی از طریق فتوسنتز است، به این منظور ذخایر لپه داخل بذر مهمترین منبع تغذیه‌ای برای آن محسوب می شود (Kafi et al., 2005). خروج سریع و رشد بیشتر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه علت اصلی برداشت مواد غذایی ذخیره شده درون لپه است (Ahmadpour et al., 2019). بنابراین افزایش لپه مصرفی بذرهای نخود در شرایط بدون تنش و ۰/۳- مگاپاسکال، با اعمال تیمار ۱۵ درصد حجمی عصاره ورمی‌کمپوست را می‌توان به افزایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه (به طور کلی گیاهچه) نسبت داد. در یک مطالعه بر روی ژنوتیپ‌های متحمل و حساس نخود به تنش خشکی مشاهده شد که در سطوح تنش خشکی بالا (۰/۶- و ۰/۹ مگاپاسکال) به دلیل کاهش درصد جوانه‌زنی، کاهش رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه مصرف لپه کاهش یافت (Rahbarian et al., 2012). در یک مطالعه گزارش شد که عصاره ورمی‌کمپوست در افزایش فعالیت آنزیم‌های

تجزیه کننده مواد غذایی ذخیره شده در لپه (اندوسپرم) نقش مهمی دارند و مشخص کردند که عصاره ورمی‌کمپوست می‌تواند موجب افزایش فعالیت آلفا و بتا آمیلاز در بذر شود که در نهایت افزایش دسترسی به مواد غذایی را به همراه دارد (Archana et al., 2009).

طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برهم‌کنش عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر شاخص‌های رشدی بذر نخود (طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و طول گیاهچه) در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار است (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌های مرتبط با طول ساقه‌چه نشان داد که در شرایط بدون تنش خشکی و تنش ۰/۳- مگاپاسکال، تیمارهای عصاره (۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد حجمی) در مقایسه با شاهد موجب افزایش معنی‌دار این ویژگی شد و در بین این سطوح، تیمار ۱۵ درصد حجمی در شرایط بدون تنش، بیشترین طول ساقه‌چه را داشت که نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. در تنش‌های ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال، تیمار ۱۰ درصد حجمی در مقایسه با شاهد بیشترین طول ساقه‌چه را داشت و موجب افزایش معنی‌دار این صفت شد (جدول ۶).

جدول ٦- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی بذر نخود تحت تاثیر برهم‌کنش عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی

عصاره ورمی‌کمپوست	طول گیاهچه (سانتی‌متر)	وزن خشک ساقه‌چه(گرم)	وزن خشک ریشه‌چه(گرم)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)
بدون تنش					
صفر	۶/۶۳۷ c	۰/۵۳۰ de	۱/۱۰۳ c	۱/۸۹۷ def	۴/۷۴۰ c
۱۰ درصد حجمی	۸/۳۳۳ a	۰/۷۵۳ a	۱/۳۸۷ a	۲/۳۰۳ ab	۶/۰۳۰ a
۱۵ درصد حجمی	۸/۴۹۷ a	۰/۷۶۲ a	۱/۴۲۳ a	۲/۴۲۳ a	۶/۰۷۳ a
۲۰ درصد حجمی	۸/۰۵۰ a	۰/۶۰۵ bc	۱/۲۲۷ b	۲/۱۹۰ bc	۵/۸۵۷ a
تنش خشکی ۰/۳- مگاپاسکال					
صفر	۵/۶۵۰ e	۰/۴۱۵ fg	۰/۸۰۰ e	۱/۴۹۳ gh	۴/۱۵۷ de
۱۰ درصد حجمی	۷/۲۶۷ b	۰/۶۴۸ b	۰/۹۱۹ d	۲/۰۹۳ bcd	۵/۱۷۳ b
۱۵ درصد حجمی	۷/۲۰۰ b	۰/۶۱۶ bc	۰/۹۴۶ d	۲/۰۶۷ bcd	۵/۱۳۳ b
۲۰ درصد حجمی	۶/۶۷۷ c	۰/۴۹۵ de	۰/۹۵۸ d	۱/۹۶۰ cde	۴/۷۲۰ c
تنش خشکی ۰/۶- مگاپاسکال					
صفر	۴/۶۸۰ f	۰/۳۸۴ gh	۰/۶۵۵ fg	۱/۰۸۷ j	۳/۵۹۳ f
۱۰ درصد حجمی	۶/۴۰۰ cd	۰/۴۸۳ ef	۰/۷۱۹ ef	۱/۹۸۳ cde	۴/۴۱۷ cd
۱۵ درصد حجمی	۶/۰۹۰ d	۰/۵۵۹ cd	۰/۷۳۱ ef	۱/۷۴۷ ef	۴/۳۴۳ d
۲۰ درصد حجمی	۵/۵۹۰ e	۰/۳۹۲ gh	۰/۷۳۰ ef	۱/۷۰۷ fg	۳/۸۸۳ ef
تنش خشکی ۰/۹- مگاپاسکال					
صفر	۴/۰۱۷ g	۰/۳۲۴ h	۰/۵۳۶ h	۰/۹۸۳ j	۳/۰۳۳ g
۱۰ درصد حجمی	۴/۵۸۷ f	۰/۳۳۴ h	۰/۵۹۱ gh	۱/۳۴۳ hi	۳/۲۴۳ g
۱۵ درصد حجمی	۴/۳۵۳ fg	۰/۳۶۸ gh	۰/۵۷۷ gh	۱/۱۴۳ ij	۳/۲۱۱ g
۲۰ درصد حجمی	۴/۳۴۷ fg	۰/۳۱۸ h	۰/۶۲۸ fgh	۱/۱۳۷ ij	۳/۲۱۰ g

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند مطابق آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

در بررسی اثرات متقابل بر طول ریشه‌چه نتایج نشان داد که در شرایط بدون تنش و تنش ۰/۳- مگاپاسکال، کلیه سطوح عصاره ورمی‌کمپوست تاثیر مثبت و معنی‌داری بر طول ریشه‌چه در مقایسه با شاهد داشتند. در شرایط بدون تنش تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد حجمی عصاره مشاهده نشد اما در شرایط تنش ۰/۳- مگاپاسکال، تیمارهای ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی در مقایسه با تیمار ۲۰ درصد حجمی به صورت معنی‌داری طول ریشه-چه را افزایش داد. تحت شرایط ۰/۶- مگاپاسکال، سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد از عصاره توانست افزایش معنی‌داری در طول ریشه چه نسبت به شاهد ایجاد کند و تیمار ۲۰ درصد تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت. در شرایط تنش ۰/۹- مگاپاسکال نیز اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (جدول ۶). مقایسه میانگین داده‌ها در بررسی اثرات متقابل عصاره × تنش بر طول گیاهچه نشان داد که در تیمار بدون تنش خشکی، تمامی سطوح کاربردی موجب افزایش معنی‌دار طول گیاهچه در مقایسه با شاهد شد و بین سطوح عصاره نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در شرایط تنش ۰/۳- و ۰/۶- مگاپاسکال، تیمارهای ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی موجب افزایش معنی‌دار این صفت در مقایسه با شاهد و تیمار ۲۰ درصد حجمی شد. تحت تنش ۰/۹- مگاپاسکال، تنها سطح ۱۰ درصد حجمی توانست تاثیر مثبت و معنی‌داری بر طول گیاهچه داشته باشد (جدول ۶).

مطالعات مختلف در زمینه اثرات تنش خشکی بر بذر گزارش کردند که عدم دسترسی بذر به آب موجب کاهش انتقال مواد غذایی از لپه به جنین می شود که دلیل اصلی برای کاهش طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه می‌باشد (Gamze et al., 2005). از سوی دیگر تحت تنش خشکی برخی فرآیندهایی مانند طویل شدن سلول‌ها، سنتز کربوهیدرات‌های دیواره سلولی، تولید مواد غذایی و هورمونی مورد نیاز برای توسعه سلول با کاهش معنی‌دار مواجه می‌شوند (Hosseinzadeh, 2015). در مطالعه رهباریان و همکاران (۲۰۱۲) گزارش شد که کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش خشکی با کاهش انتقال مواد غذایی مورد نیاز برای رشد، به محور زیرلپه (هیپوکوتیل) مرتبط است که در نهایت می‌تواند منجر به کاهش معنی‌دار طول گیاهچه شود (Rahbarian et al., 2012). عصاره ورمی‌کمپوست با داشتن مواد مغذی نظیر هومیک اسید، فولویک اسید و دیگر اسیدهای آلی می‌تواند از کاهش دسترسی مواد غذایی به هیپوکوتیل جلوگیری کند (Arancon et al., 2007; Beyk Khurmizi et al., 2010) و از سوی دیگر با فعال سازی هورمون اکسین می‌تواند نقش مهمی در افزایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در بذر ایفا کند (Hosseinzadeh, 2015). در این زمینه مشخص شده است که عصاره ورمی‌کمپوست دارای عنصر روی است که این ترکیب در ساخت اسید آمینه تریپتوفان (پیش ماده لازم برای سنتز هورمون اکسین) نقش اصلی دارد. بنابراین عصاره مورد نظر می‌تواند با تاثیر بر بیوسنتز اکسین موجب افزایش طول ساقه‌چه و گیاهچه شود (Garcia et al., 2002). مطالعات نشان داده که هرگونه تغییر در فشار تورگر سلول های ریشه‌چه در کاهش معنی‌دار طول آنها اهمیت دارد، عدم دسترسی ریشه‌چه به آب موجب سخت شدن دیواره سلول‌های ریشه‌چه شده و در نتیجه توسعه‌پذیری، رشد طولی و تجمع ماده خشک ریشه‌چه محدود می‌شود (Hosseinzadeh et al., 2016). تأثیر مثبت عصاره ورمی‌کمپوست بر رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه در لوبیا و توت فرنگی مشاهده شد و در این زمینه گزارش کردند که عصاره ورمی‌کمپوست در فعالیت میکروارگانیسم‌ها و افزایش ظرفیت نگهداری عناصرغذایی نقش داشته و موجب تاثیر مثبت و معنی‌دار در مقایسه با تیمار بدون استفاده از عصاره شد (Samiran et al., 2010; Arancon et al., 2004).

وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه: وزن خشک ساقه‌چه تحت تاثیر اثرات متقابل عصاره × تنش قرار گرفت و نتایج نشان داد که در تیمار بدون تنش و تیمار ۰/۳- مگاپاسکال، تمامی سطوح کاربردی از عصاره ورمی‌کمپوست تاثیر

مثبت و معنی‌داری بر وزن خشک ساقه‌چه داشت و در بین سطوح نیز تیمارهای ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی در هر دو شرایط تنش موجب افزایش معنی‌دار این صفت در مقایسه با تیمارهای شاهد و ۲۰ درصد حجمی شد. تحت تنش ۰/۶- مگاپاسکال، تیمار ۱۵ درصد حجمی بیشترین وزن خشک ساقه‌چه را داشت که در مقایسه با دیگر تیمارها افزایش معنی‌داری داشت. در تیمار تنش ۰/۹- مگاپاسکال تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (جدول ۶). مقایسه میانگین‌ها در جدول ۶ نشان می دهد که وزن خشک ریشه‌چه در شرایط بدون تنش، با کاربرد تیمارهای عصاره ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشت و در بین تیمارهای مورد استفاده سطوح ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی نسبت به سطح ۲۰ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند و موجب افزایش بیشتر وزن خشک ساقه‌چه شدند. در شرایط تنش ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای عصاره ورمی‌کمپوست مشاهده نشد (جدول ۶).

وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه ارتباط مستقیم با طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه دارند. در شرایط تنش خشکی تحرک کمتر مواد غذایی و کاهش انتقال آن مهمترین پیامد منفی عدم دسترسی بذر به آب است که می‌تواند تاثیر منفی و معنی‌داری بر طول و وزن خشک ساقه‌چه داشته باشد (Bibi et al., 2009; Ahmadpour et al., 2016). عامل اصلی در کاهش وزن خشک ریشه‌چه، کاهش توسعه‌پذیری و رشد طولی ریشه‌چه است. در مطالعه بر روی ارقام متحمل و حساس نخود به تنش خشکی، نتایج نشان داد که کاهش رشد طولی و وزن خشک ریشه‌چه در ارقام حساس، تاخیر در انتقال پروتئین از لپه به جنین است و از طرفی در ارقام متحمل به تنش خشکی انتقال پروتئین از لپه به جنین سریعتر انجام شده و در نتیجه وزن خشک ریشه‌چه در ارقام مقاوم بیشتر بود (Ganjeali et al., 2011). استفاده از عصاره ورمی‌کمپوست در محیط کشت بذر می‌تواند موجب فعال‌سازی آنزیم آلفا-آمیلاز شود، این آنزیم می‌تواند با اتصال به پیوندهای گلیکوزیدی (ذخیره پلی‌ساکاریدی در بذر) در تجزیه آن‌ها نقش داشته و انرژی مورد نیاز فرآیندهای رشدی نظیر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه را تامین نماید (Mensah et al., 2006). در مطالعه بر روی خیار، توت فرنگی و شبدر گزارش شد که عصاره ورمی‌کمپوست موجی افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه شد (Sainz et al., 1998; Arancon et al., 2007).

نتیجه‌گیری نهایی

در این پژوهش مشاهده شد کاربرد عصاره ورمی‌کمپوست با ویژگی‌هایی نظیر عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف، برخی تنظیم کننده‌های رشد مانند اکسین، افزایش تحرک مواد مغذی و افزایش قدرت تغذیه رسانی به بذر موجب بهبود اثرات منفی تنش خشکی شد. در شرایط تنش ۰/۳- مگاپاسکال، کاربرد عصاره ورمی‌کمپوست در تمامی سطوح در مقایسه با شاهد به صورت معنی‌داری سرعت و قدرت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه افزایش داد. در شرایط تنش ۰/۶- مگاپاسکال نتایج نشان داد که کاربرد سطوح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد حجمی توانست اثر مثبت و معنی‌داری بر درصد، سرعت و قدرت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و طول ساقه‌چه در مقایسه با تیمار شاهد داشته باشد. تحت تنش ۰/۹- مگاپاسکال، استفاده از عصاره ورمی‌کمپوست در تمامی سطوح موجب افزایش معنی‌دار درصد، سرعت و قدرت جوانه‌زنی در مقایسه با شاهد شد. به صورت کلی نتایج این پژوهش نشان داد استفاده از عصاره ورمی‌کمپوست در بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی نخود در شرایط تنش خشکی نقش بسزایی دارد.

Refrences

Agrawal, R.L. 1991. Seed Technology. Oxford and IBH publication. New York, USA. P 320.

Ahmadpour, R., Armand, N., Hosseinzadeh, S., Chashiani, S. 2016. Selection drought tolerant cultivars of lentil (*Lens culinaris* Medik.) by measuring germination parameters. Iranian Journal of Seed Sciences and Research. 3(3): 75-87. [In Persian with English Summary].

Ahmadpour, R., Hosseinzadeh, S.R., Armand, N. and Fani, E. 2015. Effect of methanol on germination characteristics of lentil (*Lens culinaris* Medik.) under drought stress. Iranian Journal of Seed Research. 2: 83-96. [In Persian with English Summary].

Ahmadpour, R., Rostami, M. and Hosseinzadeh, S.R. 2019. Influence of compost tea on seedling growth and germination indices of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in order to moderated negative effects caused by drought stress. Journal of Plant Researches. 32(3): 474-488. [In Persian with English Summary].

Arancon, N., Edwards, C., Dick, R. and Dick L. 2007. Vermicompost Tea Production and plant growth impacts. Biocycle, 12: 51-52.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger J.D. 2004. Influence of vermicompost on field strawberries. Bioresource Technology, 93: 145-153.

Archana, P.P., Theodore, J.K.R., Ngyuen, V.H., and Stephen, T.T. 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.

Armand, N., Amiri, H. and Ismaili A. 2015. Effect of methanol on germination characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Sadry) under drought stress condition. Iranian Journal of Pulses Research. 6: 42-53. [In Persian with English Summary].

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.

Bibi, N., Hameed, A., Ali, H., Iqbal, N. and Alam, S.S. 2009. Water stress induced variations in protein profiles of germinating cotyledons from seedlings of chickpeas genotypes. Pakistan Journal of Botany 41:731-736.

Edwards, C., Arancon, N., and Greytak, S. 2006. Effects of vermicompost teas on plant growth and disease. Biocycle 47(5): 21-28.

Emmerich, W. E. and Hardegree S. P. 1991. Seed germination in polyethylen glycol solution. effect of filter paper exclusion and water vapor loss. Journal of Crop Science. 31: 454-458.

Gamze, O.K.U., Mehmet Demir, K.A.Y. and Mehmet A.T.A. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.), Turkish Journal of Agriculture. 29: 237-242.

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

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

Greytak, S., Edwards, C. and Arancon, N. 2006. Effects of vermicompost teas on plant growth and disease. Retrieved August 19, 2006, from. http://www.wormdigest.org

Hosseinzadeh, S.R. 2015. Effect of vermicompost on germination, morphophysiological and biochimical characteristics of chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L., cv. Pirouz) and (*Cicer arietinum* L., cv. Karaj) under drought stress. Ph.D Dissertation, Lorestan University, Iran.

Hosseinzadeh, S.R., Amiri, H. and Ismaili, A. 2016. Interaction effects of vermicompost extract and drought stress on germination indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.cv. Pirouz). Iranian Journal of Seed Science and Research. 3(1): 75-86. [In Persian with English Summary].

ISTA: International Seed Testing Association. 2009. International rules for seed testing. Seed Science and Technology. 49: 86-41.

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.

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

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

Mokhtari, I., Abrishamchi, P., Ganjeali, A. 2009. The effects of Calcium on amelioration of injuries salt stress on seed germination of tomato (*Lycopersicon esculentom.*L). Journal of Agricultural Science and Technology. 22(1): 89-100. [In Persian with English Summary].

Rahbarian, R., Khavari-nejad, R., Ganjeali, A., Bagheri, A.R., Najafi, F. 2012. Drought stress effect on germination and seedling for drought tolerance in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) under control condition. Iranian Journal of Field Crops Research. 10(3): 522-531. [In Persian with English Summary].

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.

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 Environment and Biology 31: 287-292.

Veberic, R., Vodnic, D. and Stampar, F. 2005. Influence of foliar-applied phosphorus and potassium on photosynthesis and transpiration of Golden Delicious apple leaves (*Malus domestica* Borkh.). Journal of Agriculture Slovenia. 85: 143-155.

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. Science Horticulture 112:191-199.

Zambare, V.P., Padul, M.V., Yadav, A., and Shete, T.B. 2008. Browse and download vermiwash biochemical and microbiological approach as ecofriendly soil conditioner. Journal of Agriculture and Biology Science 3:1-5.

Journal of Seed Research, Vol. 11, No. 3, Autumn 2021

Evaluation of the most important parameters in chickpea seed germination (Azad cultivar) under vermicompost extract and drought stress conditions

Raheleh Ahmadpour[1*], Farnush Mohamadi[2]
[1]Instructor, Department of Biology, Faculty of Sciences, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran
[2]Student of Biology Department, Faculty of Science, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran

Abstract

Germination is a vital stage in the life cycle of plants and plays an essential role in seedling establishment and seed yield. In order to evaluate the interaction of vermicompost extract and drought stress on germination indices of chickpea plant, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications at Khatam-ul-Anbia University of Technology in Behbahan. The study treatments were: vermicompost extract with levels of 0, 10, 15 and 20% by volume and drought stress with treatments of 0, -0.3, -0.6 and -0.9 MPa. Drought stress was induced by PEG 6000. The results showed that the interaction of vermicompost extract and drought stress on all germination indices was significant in chickpea seeds. In conditions without drought stress and stress of -0.3 MPa, application of vermicompost extract at levels of 10 and 15% by volume causes a significant increase in all studied indices such as germination percentage, germination speed and germination vigor, seed vigor index, endosperm consumption, length plumule and radicle, seedling length, plumule and radicle dry weight. The results under stress conditions of -0.6 MPa showed that the application of 10, 15 and 20% levels could have a positive and significant effect on germination percentage, germination speed and germination vigor, seedling length and plumule length compared to the control treatment. Under these conditions, levels of 10 and 15% of the extract significantly improved radicle dry weight, radicle length and seed vigor index compared to the control treatment. Under -0.9 MPa, the use of vermicompost extract at all levels caused a significant increase in germination percentage, germination speed and germination vigor compared to the control. In general, the results of this study showed that drought stress significantly reduced all the studied traits, but the use of vermicompost extract (especially levels of 10 and 15%) significantly increased germination percentage, germination rate, germination vigor, seed vigor index, cotyledon consumption, plumule and radicle length, seedling length, plumule and radicle dry weight were compared with control treatment (without using vermicompost extract).

***Keywords*:** Organic fertilizer, Cotyledon consumption, Seed vigor index, Seedling length, PEG

*Corresponding Author; Ahmadpour@bkatu.ac.ir