تأثیر چای‌کمپوست بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) به‌منظور تعدیل اثرات منفی ناشی از تنش خشکی

راهله احمدپور[۱]، مجید رستمی[۲*] و سعید رضا حسین زاده[۳]

[۱] ایران، بهبهان، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء، دانشکده علوم پایه، گروه زیست شناسی

[۲] ایران، ملایر، دانشگاه ملایر، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

[۳] ایران، خرم آباد، دانشگاه لرستان، دانشکده علوم پایه، گروه زیست شناسی

تاریخ دریافت: ۹۶/۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۱۶

چکیده

جوانه‌زنی و سبز شدن سریع بذر، از عوامل تعیین کننده عملکرد و محصول نهایی گیاهان به‌شمار می‌رود. در این راستا مطالعه‌ای با هدف تأثیر چای‌کمپوست بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه لوبیا در شرایط تنش خشکی صورت گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل چای‌کمپوست در ۵ سطح (۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد حجمی) و تنش خشکی در چهار سطح (صفر، ۰/۳-، ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال) بود. در بررسی اثرات ساده چای‌کمپوست نتایج نشان داد که سطوح ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد، به صورت معنی‌داری درصد جوانه‌زنی، قدرت جوانه-زنی، شاخص بنیه بذر و وزن خشک ساقه‌چه را افزایش داد. نتایج نشان داد که تنش خشکی در تمامی سطوح منجر به کاهش معنی‌دار صفات مورد بررسی در مقایسه با شرایط بدون تنش شد. در شرایط تنش ۰/۶- مگاپاسکال، سطوح ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد چای‌کمپوست موجب افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و وزن خشک ریشه‌چه شد و در شرایط تنش ۰/۹- مگاپاسکال، کلیه سطوح چای‌کمپوست در مقایسه با شاهد به صورت معنی‌داری سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و گیاهچه را افزایش داد. در شرایط بدون تنش و ۰/۳- مگاپاسکال، تیمار ۱۰ درصد چای‌کمپوست منجر به افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی (۹/۴٪+ و ۱۰/۱٪+)، وزن خشک ریشه‌چه (۱۸/۷٪+ و ۱۹/۷٪+)، طول ساقه‌چه (۱۰/۷٪+ و ۹٪+)، ریشه‌چه (۶/۶٪+ و ۸/۶٪+) و گیاهچه (۸/۴٪+ و ۷/۹٪+) شد. با توجه به نتایج این مطالعه، استفاده از چای‌کمپوست در مرحله جوانه‌زنی به منظور کاهش اثرات منفی تنش خشکی در گیاه لوبیا توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: حبوبات، پلی اتیلن گلایکول، قدرت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، کودهای ارگانیک

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۶۷۱۲۲۲۲۱۹۱ ، پست الکترونیکی: Majidrostami7@gmail.com

مقدمه

حبوبات پس از غلات با توجه به این‌که منبع غنی از پروتئین (۲۲ تا ۲۵ درصد)، کربوهیدرات (۵۶ تا ۵۸ درصد) و منبع نسبتاً خوبی از مواد معدنی و ویتامین‌ها هستند، از مهم‌ترین منابع غذایی بشر به شمار می‌روند (۶). بذرهای لوبیا حساس به تنش خشکی بوده و واکنش‌های اولیه آن‌ها در پاسخ به کمبود آب کاهش خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه است (۱۰ و ۱۶). مرحله جوانه-زنی در گیاهان ارتباط مستقیم با تولید و عملکرد مناسب گیاهان دارد به‌طوری که عملکرد و محصول نهایی گیاه به نوع بذر، شرایط محیطی و رشد بذر وابسته است (۴). بنیه و قابلیت زیست بذر دو عامل مهم تأثیرگذار بر استقرار گیاهچه، رشد و عملکرد گیاه به شمار می‌روند (۳۱). آب

مهم‌ترین عامل در فعال‌سازی جوانه‌زنی بذر محسوب شده و کاهش آب قابل دسترس منجر به اختلال در جوانه‌زنی بذر می‌شود (۲ و ۲۲). مطالعات متعدد در این زمینه نشان می‌دهد که مراحل اولیه رشد از جمله مراحل جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای نسبت به تنش خشکی حساس‌تر از سایر مراحل رشد هستند (۱۰ و ۲۲). در شرایط آزمایشگاهی، برای ایجاد محیط‌های مصنوعی کنترل پتانسیل آب در محیط‌های کشت (تنش خشکی) از ماده‌ای غیر سمی با جرم مولکولی بالا به نام پلی اتیلن گلایکول (PEG) استفاده می‌شود که مهم‌ترین ویژگی آن این است که در بافت‌های گیاه نفوذ نمی‌کند و منجر به آسیب در گیاهان نمی‌شود (۱ و ۱۹). مطالعات در این زمینه نشان داد که تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول در کاهش معنی‌دار خصوصیات جوانه‌زنی از قبیل درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه، شاخص بنیه بذر و آندوسپرم مصرفی در حبوبات نقش دارد (۴ و ۳۰). در شرایط تنش خشکی، بالا بردن توانایی جوانه‌زنی بذرها و کاربرد تیمارهای مناسب در جهت کاهش اثرات منفی تنش، راهکاری مناسب در جهت افزایش رشد و عملکرد گیاه، استقرار مناسب گیاهچه‌ها و ایجاد یک سیستم ریشه‌ای قوی است (۲۵ و ۳۶). یک روش مناسب در جهت کاهش اثرات منفی ناشی از تنش‌های محیطی نظیر شوری و خشکی استفاده از چای‌کمپوست است (۶ و ۷). چای‌کمپوست عصاره تولید شده از محلول آب و کود ارگانیک ورمی‌کمپوست است (۱۷). ورمی‌کمپوست به وسیله نوعی از کرم‌های خاکی خانواده *Lumbricidae* در فرآیندی غیر حرارتی تولید شده و با دارا بودن یک تنوع زیستی میکروبی وسیع و فعال، ظرفیت نگه‌داری بالای آب و مواد هومیکی به عنوان پالاینده و اصلاح کننده مهم خاک در صنعت کشاورزی به‌کار گرفته می‌شود (۲۳ و ۳۳). در ورمی‌کمپوست عناصر غذایی پرکاربرد نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و عناصر غذایی کم کاربرد نظیر آهن، روی، مس و منگنز به وفور یافت می‌شود (۱۲). ورمی‌کمپوست و محصولات حاصل از آن مناسب‌ترین جایگزین برای کودها و قارچ‌کش‌های شیمیایی هستند و در کشاورزی ارگانیک که هدف آن تولید محصولات عاری از مواد شیمیایی است، یکی از بهترین تیمارها محسوب می‌شود. روش‌های مختلفی (هوازی و بی‌هوازی) برای تولید چای‌کمپوست وجود دارد و در همه روش‌ها در طول عصاره‌گیری، مواد مغذی معدنی محلول، ریزجانداران مفید، هومیک اسیدها و فولویک اسیدها، هورمون‌ها و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی از ورمی‌کمپوست وارد چای‌کمپوست می‌شود. احتمالاً این مواد عامل مهمی برای رشد و جوانه‌زنی بهتر گیاهان می‌باشند (۱۷). در مطالعه بر روی کلم مشاهده شد که عصاره ورمی‌کمپوست در افزایش معنی‌دار عملکرد و محصول گیاه با تأثیر مثبت بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر نقش دارد (۹). تأثیر مثبت استفاده از چای‌کمپوست بر شاخص‌های جوانه‌زنی تحت تنش شوری در نخود، لوبیا و آفتاب‌گردان نیز گزارش شد (۴، ۱۲ و ۲۷). در یک مطالعه بر روی بذرهای برخی گیاهان زراعی نظیر لوبیا، کلزا، گوجه‌فرنگی و توت‌فرنگی مشاهده شده است که کاربرد عصاره ورمی‌کمپوست منجر به افزایش معنی‌دار شاخص‌های جوانه‌زنی و مورفولوژیکی در مقایسه با شاهد گردید (۷).

با توجه به اینکه لوبیا یک محصول با ارزش اقتصادی است و در رژیم غذایی جامعه نقش مهمی را ایفاء می‌نماید، قطعاً در محیط‌هایی که با تنش خشکی مواجه هستند، اقدامات لازم جهت افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی و در نهایت محصول و عملکرد گیاه ضروری است. هدف اصلی این پژوهش بررسی اثرات توأم کاربرد چای‌کمپوست و تنش خشکی بر مهم‌ترین پارامترهای جوانه‌زنی است، به منظور اینکه آیا چای‌کمپوست می‌تواند در کاهش اثرات منفی تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول در مرحله جوانه‌زنی گیاه لوبیا نقش داشته باشد.

مواد و روشها

به منظور بررسی اثرات چای‌کمپوست بر بهبود پارامترهای جوانه‌زنی گیاه لوبیا (رقم صدری) در شرایط تنش خشکی آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار برای هر تیمار، در دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان انجام شد. چای‌کمپوست به عنوان اولین عامل مورد بررسی در نظر گرفته شد که شامل ۵ سطح صفر، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد حجمی بود. تولید چای‌کمپوست به روش هوازی صورت گرفت، بر این اساس ۱۰۰ گرم کود آلی ورمی‌کمپوست با ۴۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و ۲۴ ساعت در شیکر قرار داده شد **(۱۷)**. محلول حاصله با توجه به رسوب‌های دانه درشت بوسیله کاغذ صافی صاف شد و سپس با اضافه کردن آب مقطر به محلول حاصله، غلظت‌های مختلف عصاره مورد مطالعه تهیه شد. خصوصیات ورمی‌کمپوست مورد استفاده در جدول ۱ ذکر گردیده است.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی چای‌کمپوست

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

دومین عامل مورد بررسی سطوح مختلف تنش خشکی (صفر، ۰/۳-، ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال) بود که با استفاده از پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ ایجاد شد (۲۹). برای پتانسیل صفر بار (شاهد) از آب مقطر استفاده شد. تیمارهای مورد بررسی در این پژوهش بر مبنای آزمایش‌های مقدماتی و نتایج تحقیقات سایر محققان انتخاب شد. در ابتدا بذرها با استفاده از قارچ‌کش بنومیل دو در هزار به مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی شدند و سپس با آب مقطر شستشو داده شدند (۱۲). به هر واحد آزمایشی که شامل پتری‌دیش و کاغذ صافی استریل بود، ۸ میلی‌لیتر از محلول‌های تهیه شده شامل چای‌کمپوست و تنش خشکی طبق تیمارهای آزمایش افزوده شد. به منظور کاهش تبخیر محلول افزوده شده و رعایت شرایط یکسان برای تمامی تیمارها، درب پتری‌ها با پارافیلم بسته و وزن اولیه آن‌ها ثبت گردید، سپس در ژرمیناتور با دمای ۲۵°C و رطوبت ۴۵ درصد در تاریکی قرار گرفتند. به صورت روزانه و به مدت ۱۴ روز از نمونه‌ها بازدید صورت گرفت و تعداد بذرهای جوانه‌زده (دارای طول ریشه‌چه حداقل ۳ میلی‌متر) ثبت شدند (۲۴). برداشت پتری‌دیش‌ها ۱۵ روز بعد از شروع آزمایش انجام شد. پس از برداشت، ریشه‌چه و ساقه‌چه از بذر جدا شدند و طول ساقه‌چه و ریشه‌چه به وسیله خط‌کش میلی‌متری اندازه گیری شد و از مجموع طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، طول گیاهچه محاسبه شد.

ساقه‌چه و ریشه‌چه با قرار گرفتن در دستگاه آون (دمای ۷۰°C به مدت ۴۸ ساعت) خشک شدند و سپس وزن خشک آن‌ها با ترازوی AND مدل GT-300 ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۰۰۱ گرم تعیین شد. به منظور تعیین آندوسپرم مصرفی بذرها، ابتدا وزن ۵ عدد بذر در هر تیمار با استفاده از ترازوی دیجیتال تعیین شد، سپس آن‌ها علامت‌گذاری شده و همراه با دیگر بذرها در پتری‌دیش قرار گرفت و همزمان با خروج ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن بذرهای جوانه‌زده مورد نظر در هر تیمار تعیین شد. در نهایت میزان آندوسپرم مصرفی بذرها از طریق محاسبه اختلاف وزن آنها قبل و بعد از جوانه‌زنی محاسبه شد (۳۰). جدول ۲ روابط محاسباتی مورد استفاده برای تعیین شاخص بنیه بذر، درصد، سرعت و قدرت جوانه‌زنی را نشان می‌دهد.

داده‌ها پس از جمع‌آوری و تبدیل توسط نرم افزار MSTAT-C تجزیه واریانس شدند و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

جدول۲- روابط محاسباتی شاخص های جوانه‌زنی

منابع مورد استفاده	رابطه	شاخص	شماره معادله
(۳)	$GP\,\% = \sum \frac{ni}{N} \times 100$	درصد جوانه‌زنی	(۱)
(۳)	$GS = \sum \frac{ni}{ti}$	سرعت جوانه‌زنی	(۲)
(۲۴)	$GV = \frac{GR \times mean(PL + RL)}{100}$	بنیه جوانه زنی	(۴)
(۲۴)	$SV = \frac{GP \times mean(PL + RL)}{100}$	شاخص بنیه بذر	(۵)

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

نتایج

شاخص‌های جوانه‌زنی: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده چای‌کمپوست و تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی بذرهای لوبیا معنی‌دار است اما برهم‌کنش چای-کمپوست و تنش خشکی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها در تیمارهای چای‌کمپوست نشان داد که استفاده از چای‌کمپوست در تمامی سطوح منجر به افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی در مقایسه با شاهد شد، به طوری که سطح شاهد با ۶۴/۴۲ درصد کمترین میزان درصد جوانه‌زنی را داشت که در مقایسه با دیگر سطوح این کاهش معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج جدول ۵ در ارتباط با اثرات ساده تنش خشکی نشان می-دهد که با افزایش شدت تنش خشکی درصد جوانه‌زنی کاهش معنی‌داری دارد. آنالیز واریانس داده‌های مرتبط با سرعت جوانه‌زنی نشان داد که اثرات ساده چای‌کمپوست، تنش خشکی و برهم‌کنش آن‌ها بر این صفت معنی‌دار است (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها در اثرات متقابل چای-کمپوست و تنش خشکی نشان داد که در شرایط بدون تنش خشکی، سطوح ۷/۵ و ۱۰ درصد چای‌کمپوست و در شرایط تنش ۰/۳- مگاپاسکال، سطح ۱۰ درصد چای-کمپوست به صورت معنی‌داری سرعت جوانه‌زنی را در مقایسه با شاهد افزایش داد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات جوانه‌زنی گیاه لوبیا در سطوح مختلف تنش خشکی

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	قدرت جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر	آندوسپرم مصرفی
		میانگین مربعات				
چای‌کمپوست	۴	۱۸۱/۲۲۵**	۰/۱۸۹**	۰/۰۰۰۳**	۰/۴۰۳**	۰/۰۰۰۵**
تنش خشکی	۳	۱۸۶۰۵/۳۷۸**	۳/۰۹۱**	۰/۰۰۸**	۳۰/۲۹۹**	۰/۰۰۲**
چای‌کمپوست ×تنش	۱۲	۲۲/۷۸۱^{ns}	۰/۰۳۳**	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۲۱^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}
خطای آزمایش	۴۰	۱۷/۰۵۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۱۹	۰/۰۰۰۰۱
ضریب تغییرات	-	۵/۸۵	۶/۴۸	۵/۹۷	۶/۲۰	۱۱/۷۲

^{ns}، *، ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- ادامه

منابع تغییر	درجه آزادی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	طول گیاهچه
		میانگین مربعات				
چای‌کمپوست	۴	۰/۰۷۷**	۰/۰۳۴**	۰/۰۰۰۴**	۰/۰۰۱**	۰/۲۱۰**
تنش خشکی	۳	۳/۱۲۴**	۲/۲۶۷**	۰/۰۰۹**	۰/۰۳۷**	۱۰/۶۹۳**
چای‌کمپوست ×تنش	۱۲	۰/۰۱۰*	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۸*
خطای آزمایش	۴۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۸	۰/۰۰۷
ضریب تغییرات	-	۵/۸۵	۳/۱۶	۹/۳۹	۴/۴۰	۳/۲۰

^{ns}، *، ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

در شرایط تنش ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال، کاربرد چای-کمپوست در سطوح ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد منجر به افزایش معنی‌دار این صفت در مقایسه با شاهد شد (جدول ۶). اثرات ساده چای‌کمپوست و تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر قدرت جوانه‌زنی، آندوسپرم مصرفی و شاخص بنیه بذرهای لوبیا داشت اما اثرات متقابل این تیمارها اثر معنی-داری بر این صفات نداشت (جدول ۴). در بررسی اثرات ساده چای‌کمپوست (جدول ۴) مشاهده شد که چای-کمپوست در سطوح ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد منجر به افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد. مقایسه میانگین داده‌ها در اثرات ساده چای‌کمپوست بر شاخص بنیه بذر نشان داد که استفاده از چای‌کمپوست در تمامی سطوح منجر به افزایش معنی‌دار این شاخص در مقایسه با شاهد شد و در مقایسه بین سطوح چای‌کمپوست، تیمارهای ۷/۵ و ۱۰ درصد نسبت به تیمار ۲/۵ درصد به صورت معنی‌داری شاخص بنیه بذر را افزایش داد (جدول ۴). در بررسی سطوح چای‌کمپوست مشاهده شد که تیمار ۱۰ درصد حجمی چای‌کمپوست (۰/۰۱۷ گرم) بیشترین میزان آندوسپرم مصرفی را داشت که در مقایسه با شاهد این افزایش معنی‌دار اما نسبت به دیگر سطوح چای-کمپوست اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین خصوصیات جوانه‌زنی گیاه لوبیا در سطوح مختلف چای‌کمپوست

چای‌کمپوست (درصد حجمی)	درصد جوانه‌زنی (درصد)	قدرت جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر	آندوسپرم مصرفی (گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)
شاهد	۶۴/۴۲ b	۰/۰۳۳ b	۱/۹۱ c	۰/۰۱۳ b	۰/۰۳۴ c
٪۲/۵	۶۹/۱۷ a	۰/۰۳۸ ab	۲/۱۷ b	۰/۰۱۵ ab	۰/۰۳۶ bc
٪۵	۷۲/۵۰ a	۰/۰۴۱ a	۲/۳۰ ab	۰/۰۱۶ ab	۰/۰۴۱ ab
٪۷/۵	۷۳/۱۷ a	۰/۰۴۴ a	۲/۳۴ a	۰/۰۱۶ ab	۰/۰۴۳ a
٪۱۰	۷۳/۷۵ a	۰/۰۴۴ a	۲/۳۵ a	۰/۰۱۷ a	۰/۰۴۵ a

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می باشند مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن $p \leq 0.05$ اختلاف معنی‌داری ندارند.

مقایسه میانگین داده‌ها در اثرات ساده تنش خشکی نشان داد که افزایش شدت تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول از ۰/۳- مگاپاسکال به ۰/۶- مگاپاسکال منجر به کاهش معنی‌دار قدرت جوانه‌زنی، آندوسپرم مصرفی و شاخص بنیه بذر شد (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین خصوصیات جوانه‌زنی گیاه لوبیا در سطوح مختلف تنش خشکی

تنش خشکی (مگاپاسکال)	درصد جوانه‌زنی (درصد در روز)	قدرت جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر	آندوسپرم مصرفی (گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)
شاهد	۹۷/۶۷ a	۰/۰۶۸ a	۳/۷۱ a	۰/۰۲۸ a	۰/۰۶۹ a
۰/۳- مگاپاسکال	۸۶/۴۰ b	۰/۰۵۰ b	۲/۷۷ b	۰/۰۱۹ b	۰/۰۴۹ b
۰/۶- مگاپاسکال	۶۹/۳۳ c	۰/۰۳۴ c	۲/۰۴ c	۰/۰۱۰ c	۰/۰۲۶ c
۰/۹- مگاپاسکال	۱۹ d	۰/۰۱۴ d	۰/۳۵ d	۰/۰۰۴ d	۰/۰۱۴ d

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می باشند مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن $p \leq 0.05$ اختلاف معنی‌داری ندارند.

شاخص‌های رشدی: تجزیه واریانس داده‌های مرتبط با طول ساقه‌چه و ریشه‌چه گیاهچه لوبیا نشان داد که تأثیر چای‌کمپوست، تنش خشکی و برهم‌کنش آن‌ها بر این صفت در سطح احتمال ۹۵ درصد ($p\leq0.05$) معنی‌دار است (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها در اثرات متقابل (جدول ۶) نشان داد که در شرایط بدون تنش و تنش خشکی ۰/۹- مگاپاسکال، کلیه سطوح چای‌کمپوست منجر به افزایش معنی‌دار طول ساقه‌چه در مقایسه با سطح شاهد شد اما در شرایط تنش ۰/۶- مگاپاسکال تفاوت معنی‌داری بین سطوح چای‌کمپوست مشاهده نشد. در شرایط تنش ۰/۳- مگاپاسکال، سطح ۱۰ درصد از چای‌کمپوست با ۱/۴۴ سانتی‌متر بیش‌ترین میزان طول ساقه‌چه را داشت که در مقایسه با سطح شاهد معنی‌دار بود (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که طول ریشه‌چه در شرایط تنش ۰/۳- با کاربرد چای‌کمپوست در تمامی سطوح افزایش معنی‌داری داشت، به‌طوری که سطوح چای-کمپوست و سطح شاهد هرکدام در گروه آماری جداگانه قرار گرفتند اما در شرایط تنش ۰/۶- مگاپاسکال، تنها سطوح ۲/۵ و ۵ درصد چای‌کمپوست با ۱/۵۵ و ۱/۵۶ سانتی‌متر در مقایسه با شاهد (۱/۴۳ سانتی‌متر) افزایش معنی‌داری داشت. در شرایط بدون تنش خشکی، سطوح ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد چای‌کمپوست موجب افزایش معنی‌دار طول ریشه‌چه نسبت به شاهد شد. در شرایط تنش ۰/۹- مگاپاسکال تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶). آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که چای‌کمپوست و تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه‌چه داشت اما برهم‌کنش چای‌کمپوست و تنش بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها در اثرات ساده چای-کمپوست نشان داد که سطوح ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد به ترتیب با ۰/۰۴۱، ۰/۰۴۳ و ۰/۰۴۵ گرم افزایش معنی‌داری در مقایسه با سطح شاهد (۰/۰۳۴ گرم) داشتند (جدول ۴). در بین سطوح تنش خشکی بیشترین و کمترین میزان وزن خشک ساقه‌چه به ترتیب با ۰/۰۶۹ و ۰/۰۱۴ گرم به شرایط بدون تنش و تنش ۰/۹- مگاپاسکال اختصاص داشت (جدول ۵).

جدول ۳ نشان می‌دهد که اثرات متقابل چای‌کمپوست و تنش خشکی بر وزن خشک ریشه‌چه و طول گیاهچه‌های لوبیا معنی‌دار است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در شرایط تنش ۰/۳- و ۰/۶- مگاپاسکال، سطوح ۷/۵ و ۱۰ درصد چای‌کمپوست در مقایسه با سطح شاهد به صورت معنی‌داری وزن خشک ریشه‌چه را افزایش داد. در شرایط بدون تنش خشکی، سطح ۱۰ درصد چای‌کمپوست با ۰/۰۹۶ گرم در مقایسه با سطح شاهد (۰/۰۷۸ گرم) موجب افزایش معنی‌دار این صفت شد. در شرایط تنش ۰/۹- مگاپاسکال، اختلاف معنی‌داری بین سطوح چای‌کمپوست مورد مطالعه وجود نداشت (جدول ۶). مقایسه میانگین‌های مرتبط با طول گیاهچه در جدول ۶ نشان می‌دهد که در کلیه تیمارهای تنش خشکی (بدون تنش، ۰/۳-، ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال)، سطوح چای‌کمپوست مورد بررسی (۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد) موجب افزایش معنی‌دار طول گیاهچه (طول ساقه‌چه + طول ریشه‌چه) شد.

جدول ۶- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی بذر لوبیا تحت تأثیر سطوح مختلف چای‌کمپوست و تنش خشکی

تیمارها/ چای‌کمپوست	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	طول گیاهچه (سانتی‌متر)
بدون تنش خشکی					
شاهد	۱/۷۲ bc	۱/۵۸ b	۱/۹۸ b	۰/۰۷۸ bcd	۳/۵۷ b
٪۲/۵	۱/۷۰ bc	۱/۷۲ a	۲/۰۷ ab	۰/۰۸۰ abc	۳/۸۰ a
٪۵	۱/۸۲ ab	۱/۷۲ a	۲/۱۱ a	۰/۰۹۲ ab	۳/۸۳ a
٪۷/۵	۱/۸۷ a	۱/۷۶ a	۲/۱۲ a	۰/۰۹۱ ab	۳/۸۹ a
٪۱۰	۱/۹۰ a	۱/۷۷ a	۲/۱۲ a	۰/۰۹۶ a	۳/۹۰ a
تنش خشکی ۰/۳- مگاپاسکال					
شاهد	۱/۵۰ d	۱/۳۱ d	۱/۶۹ d	۰/۰۶۱ e	۳/۰۱ d
٪۲/۵	۱/۵۸ cd	۱/۴۰ cd	۱/۷۹ c	۰/۰۶۴ de	۳/۱۹ c
٪۵	۱/۵۸ cd	۱/۴۲ cd	۱/۸۵ c	۰/۰۶۴ de	۳/۲۷ c
٪۷/۵	۱/۶۲ cd	۱/۴۲ cd	۱/۸۶ c	۰/۰۷۱ cd	۳/۳۱ c
٪۱۰	۱/۶۷ c	۱/۴۴ c	۱/۸۵ c	۰/۰۷۶ bcd	۳/۲۷ c
تنش خشکی ۰/۶- مگاپاسکال					
شاهد	۰/۹۹ fg	۰/۹۸ e	۱/۴۳ f	۰/۰۲۵ gh	۲/۴۲ f
٪۲/۵	۱/۱۳ ef	۱/۰۴ e	۱/۵۵ e	۰/۰۴۱ f	۲/۵۹ e
٪۵	۱/۱۸ e	۱/۰۶ e	۱/۵۶ e	۰/۰۴۲ f	۲/۶۲ e
٪۷/۵	۱/۲۰ e	۱/۰۷ e	۱/۵۳ ef	۰/۰۴۴ f	۲/۶۰ e
٪۱۰	۱/۲۲ e	۱/۰۸ e	۱/۵۲ ef	۰/۰۴۴ f	۲/۶۰ e
تنش خشکی ۰/۹- مگاپاسکال					
شاهد	۰/۳۶ i	۰/۴۰ h	۱/۱۰ h	۰/۰۱۸ h	۱/۵۱ i
٪۲/۵	۰/۶۸ h	۰/۵۷ g	۱/۲۱ gh	۰/۰۱۷ h	۱/۷۹ h
٪۵	۰/۸۸ g	۰/۷۳ f	۱/۱۸ gh	۰/۰۲۳ gh	۱/۹۲ gh
٪۷/۵	۱ fg	۰/۷۸ f	۱/۱۹ gh	۰/۰۲۵ gh	۱/۹۸ g
٪۱۰	۱/۰۳ fg	۰/۷۷ f	۱/۲۰ gh	۰/۰۲۴ gh	۱/۹۷ g

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می باشند مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن $p \leq 0.05$ اختلاف معنی‌داری ندارند.

بحث

شاخص‌های جوانه‌زنی: جوانه‌زنی بذر از با اهمیت‌ترین مراحل فنولوژیک گیاه بوده و یکی از عوامل مهم تعیین کننده در عملکرد و محصول گیاهان زراعی می‌باشد (۲۲). در مطالعات متعدد گزارش شده است که بذرهایی با خصوصیات جوانه‌زنی بالاتر نظیر درصد، سرعت و قدرت جوانه‌زنی بیشتر در شرایط تنش خشکی از شانس بالاتری برای رشد برخوردار هستند و در طی مرحله گیاهچه‌ای سازگاری و تحمل بالاتری به تنش خشکی دارند (۱۵ و ۳۰). پلی اتیلن گلایکول با کاهش پتانسیل آب منجر به کاهش جذب آب توسط بذر می‌شود و در نتیجه با کاهش جذب آب فرآیندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی بذر تحت تأثیر قرار گرفته و موجب دناتوره شدن پروتئین‌ها، کاهش فعالیت برخی آنزیم‌ها (نظیر آلفا-آمیلاز)، کاهش تجزیه مواد مغذی مورد نیاز و افزایش مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر می‌گردد (۴ و ۳۹). مطالعات مختلف در ارتباط با بررسی اثرات تنش خشکی بر ارقام گیاه نخود نشان داد که

وقتی جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد، فعالیت-های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی انجام خواهند شد و در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه از بذر افزایش یافته و این عامل دلیل اصلی کاهش سرعت جوانه‌زنی است (۱۳ و ۳۰). نتایج این مطالعه همسو با نتایج سایر محققان نشان داد که تنش خشکی منجر به کاهش معنی‌دار سرعت و درصد جوانه‌زنی در مقایسه با شرایط بدون تنش شد. چای‌کمپوست غنی از ترکیباتی نظیر آمیلاز، پروتئاز و هورمون‌های گیاهی (سیتوکینین) است که می‌تواند نقش تعیین کننده‌ای در مرحله جوانه‌زنی بذر ایفا کند (۱۲ و ۳۸). آمیلاز در افزایش منبع کربنی و مواد مغذی مورد نیاز در بذر موثر است (۲۱). پروتئازها با تجزیه برخی پلی‌پپتیدها به آمینواسیدهای قابل دسترس منجر به تسریع در جوانه‌زنی و رشد گیاهچه می‌گردد (۳۹). سیتوکینین‌ها ارتباط مستقیم با افزایش تقسیم سلولی در بذر و فعال‌سازی آنزیم آلفا-آمیلاز دارند (۱۴). در مطالعه بر روی لوبیا چشم بلبلی گزارش شد که غلظت‌های پایین ورمی‌واش (یکی از محصولات جانبی ورمی‌کمپوست) درصد و سرعت جوانه-زنی را به طور معنی‌داری افزایش داد. این محققان علت را افزایش ترکیبات هورمونی نظیر اکسین و سیتوکینین بیان کردند (۲۱). در مطالعه دیگر بر روی بذرهای گوجه‌فرنگی مشاهده شد که استفاده از عصاره ورمی‌کمپوست منجر به تحریک جوانه‌زنی شد (۳۷). قدرت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر از جمله شاخص‌های تعیین کیفیت بذر محسوب می‌شوند، به‌طوری‌که به عنوان یکی از صفات گزینشی نسبت به تنش‌های محیطی برای انتخاب بذرهای متحمل و حساس مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۸ و ۳۴). تنش خشکی با عواملی نظیر کاهش تولید ژیبرلین و کاهش فعالیت آنزیم‌های محافظت کننده در برابر رادیکال‌های اکسیژن تولید شده (ROS) می‌تواند نقش مهمی در کاهش قدرت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر داشته باشد (۱۲). کاهش تولید و فعالیت هورمون ژیبرلین با کاهش فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز و مختل شدن تقسیمات سلولی در بذر همراه است که منجر به کاهش بسیاری از پارامترهای تعیین کننده در فرآیند جوانه‌زنی می‌شود (۴). در مطالعات متعدد مشاهده شد که بذرهای گیاهان در مواجه با تنش خشکی با کاهش میزان ژیبرلین و عدم توانایی در شکست خواب بذر روبه‌رو می‌شوند (۵ و ۱۸). قدرت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر ارتباط مستقیم با طول ساقه‌چه و ریشه‌چه دارد (۲۴)، بنابراین استفاده از تیمارهای مناسب در شرایط تنش خشکی که موجب افزایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه گردد، در نهایت منجر به افزایش قدرت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر شده که می‌تواند نقش مهمی در بهبود اثرات منفی ناشی از تنش داشته باشد. چای‌کمپوست به دلیل داشتن برخی ترکیبات هورمونی مانند اکسین و ژیبرلین در تحریک رشد گیاهچه (ساقه‌چه+ریشه‌چه) و استقرار مناسب جوانه در خاک نقش مهمی دارد (۸). در مطالعه بر روی لوبیا تحت تنش شوری و نخود تحت تنش خشکی مشاهده شد که استفاده از عصاره ورمی‌کمپوست منجر به افزایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و بهبود اثرات منفی تنش شد (۴ و ۱۲). آندوسپرم مصرفی شاخصی است که میزان مصرف جوانه از مواد غذایی ذخیره شده در بذر را نشان می‌دهد (۳۰). با توجه به اینکه جوانه حاصل از بذر فاقد برگ‌های اولیه به منظور تامین مواد غذایی از طریق فتوسنتز است، به این منظور ذخایر اندوسپرم داخل بذر مهمترین منبع تغذیه‌ای به شمار می‌آید (۲۵). افزایش میزان مصرف آندوسپرم در شرایط بدون تنش خشکی به علت ظهور سریع‌تر و رشد بیشتر طول گیاهچه (ساقه‌چه+ریشه‌چه) است که می‌تواند دلیلی بر افزایش برداشت مواد غذایی از درون لپه باشد (۲۵). 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 آندوسپرم کاهش یافت (۳۰). چای‌کمپوست با افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده آندوسپرم به‌ویژه آلفا

و بتا آمیلاز منجر به افزایش دسترسی بذر به منابع غذایی می‌گردد (۹). در حالت کلی نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از چای‌کمپوست تأثیر مثبتی بر شاخص‌های جوانه-زنی بذرهای لوبیا دارد و تأثیر آن در غلظت‌های ۷/۵ و ۱۰ درصد حجمی در مقایسه با دیگر سطوح بیشتر است.

شاخص‌های رشدی: کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در سطوح پایین تنش خشکی با کاهش انتقال مواد غذایی و در سطوح بالا با عدم انتقال مواد مورد نیاز برای رشد مرتبط است (۲۰). علاوه بر آن کمبود آب قابل دسترس برای بذر موجب کاهش ترشح هورمون‌ها، فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه کاهش رشد طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود (۲۳). در مطالعه بر روی ارقام نخود مشاهده شد که تنش خشکی در سطوح بالای ۰/۳- مگاپاسکال، منجر به کاهش شدید طول ساقه‌چه و ریشه‌چه شد که این محققان علت آن را کاهش فعالیت آنزیم‌ها و اختلال در فرآیند رشد گزارش کردند (۱۳ و ۳۰). تغییرات فشار آماس در سلول‌های ساقه‌چه و ریشه‌چه در توقف رشد طولی آن‌ها نقش بسزایی دارد، به-طوری‌که با کمبود آب پیوندهای موجود در دیواره سلول-های ساقه‌چه و ریشه‌چه سخت‌تر شده و در نتیجه توسعه-پذیری، رشد طولی و تجمع ماده خشک ریشه‌چه محدود می‌شود (۲۰). در مطالعات متعددی گزارش شده است که چای‌کمپوست با ترکیباتی نظیر اکسین، هومیک، فولویک و دیگر اسیدهای آلی در تحریک رشد گیاهچه نقش دارد (۷ و ۹). از مزایای چای‌کمپوست وجود عناصر مغذی است که برخی از این عناصر مانند روی نقش مهمی در بیوسنتز اکسین دارند که می‌تواند در افزایش طول ساقه‌چه نقش مهمی داشته باشد (۲۰). مطالعات گذشته نشان داد که اثر چای‌کمپوست بر رشد ریشه‌چه متفاوت است، بدین صورت که در مطالعه بر روی بذرهای لوبیا و کلم کاربرد عصاره ورمی‌کمپوست منجر به افزایش طول ریشه‌چه اما در ذرت روند مثبتی مشاهده نشد (۹ و ۳۲). مسیرهای متفاوت جذب عناصر مغذی در گیاهان، احتمالا دلیل اصلی واکنش‌های متفاوت ریشه‌چه به غلظت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست است (۱۲). فرآیندهایی نظیر انبساط و طویل شدن سلول‌ها، سنتز کربوهیدرات‌های دیواره سلولی، تولید مواد غذایی و هورمونی مورد نیاز برای توسعه سلول که در ارتباط با با رشد طولی گیاهچه است، حساسیت بالایی به تنش خشکی دارد (۳۵). با توجه به اینکه طول گیاهچه با طول ساقه‌چه و ریشه‌چه رابطه مستقیم دارند، بنابراین افزایش طول گیاهچه در سطوح بالای چای-کمپوست را می‌توان به افزایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در این سطوح نسبت داد. در بررسی ژنوتیپ‌های حساس و متحمل گیاه نخود به تنش خشکی گزارش شد که در بذرهای جوانه‌زده همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تجمع ماده خشک و رشد طولی گیاهچه وجود دارد، به‌طوری‌که بذرهای متحمل‌تر به تنش با طول گیاهچه بیشتر دارای وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه بالاتری نیز بودند (۳۰). با توجه به مقادیر بالای عناصر مغذی و هورمون‌های گیاهی به‌ویژه اکسین در چای‌کمپوست افزایش طول گیاهچه‌های حاصل از بذرهای لوبیا به دلیل تغذیه مستقیم از این ترکیبات و فعالیت اکسین قابل پیش‌بینی است (۲۶). ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی از قبیل رشد گیاهچه، ماده خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه در توت‌فرنگی، شبدر و خیار نیز مشاهده شد که کاربرد عصاره ورمی‌کمپوست با افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و ظرفیت نگهداری عناصرغذایی، منجر به بهبود خصوصیات رشدی گیاهچه‌های مورد بررسی شد (۷ و ۳۱). در آزمایش‌های متفاوتی که بر روی بذرهای لوبیا و نخود در شرایط تنش شوری انجام شد، محققان دلیل افزایش معنی‌دار وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه در اثر کاربرد عصاره ورمی‌کمپوست را افزایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه بیان کردند (۴ و ۱۲). نتایج این پژوهش همسو با مطالعات فوق نشان داد که چای‌کمپوست می‌تواند در شرایط تنش خشکی به خصوص در سطوح ۷/۵ و ۱۰ درصد موثر باشد و در بهبود خصوصیات جوانه-زنی نقش ایفا کند.

نتیجه‌گیری

چای‌کمپوست با مزایای فراوان نظیر مواد مغذی معدنی محلول، ریزجانداران مفید، هومیک اسید، فولویک اسید و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی توانست، موجب افزایش معنی‌دار صفاتی نظیر درصد جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر و وزن خشک ساقه‌چه نسبت به سطح عدم کاربرد چای‌کمپوست شود. نتایج این مطالعه نشان داد که تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول در مقایسه با شرایط بدون تنش منجر به کاهش معنی‌دار تمامی پارامترهای جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه‌های لوبیا شد اما کاربرد چای‌کمپوست به خصوص در سطوح ۷/۵ و ۱۰ درصد توانست اثرات منفی تنش را کاهش داده و موجب افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه-چه، وزن خشک ریشه‌چه و طول گیاهچه گردد. با توجه به توسعه کاشت دیم لوبیا در بخش‌هایی از کشور، کاربرد چای‌کمپوست در خاک می‌تواند در بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی، خصوصیات رشدی و استقرار مناسب گیاهچه نقش مهمی ایفا کند و باعث افزایش عملکرد این گیاه گردد.

منابع

۱- حسین زاده س.ر، امیری ح، اسماعیلی ا. ۱۳۹۵. تأثیر عصاره ورمی کمپوست بر برخی خصوصیات جوانه زنی نخود تحت تنش خشکی. مجله پژوهش‌های گیاهی ۲۹(۳): ۵۸۹-۵۹۸.

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

3- Agrawal, R.L. 1991. Seed Technology. Oxford and IBH.Publishing. 658 pp.

4- 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.

5- Alivand, R., Tavakol Afshari, R. and Sharifzade, F. 2012. Effect of gibberellin, salicylic acid and ascorbic acid on seed germination characteristics in deteriorated rape seed. Iranian Journal of Field Crop Science 43(4): 561-571.

6- Amiri, H., Ismaili, A. and Hosseinzadeh, S.R. 2017. Influence of vermicompost fertilizer and water deficit stress on morpho-physiological features of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. karaj). Compost Science and Utilization 26: 1-14.

7- Arancon, N.Q., Edwards, C., Dick, R. and Dick, L. 2007. Compost Tea Production and plant growth impacts. Biocycle 48:51-52.

8- 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.

9- 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.

10- 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.

11- Bagheri, A., Mahmoudi, A., and Ghezeli, F. 2001. Common Bean: Research For Crop Improvement. Publications Jahad University of Mashhad.

12- 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.

13- 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.

14- David, C. 2010. The effect of gibberellins (GA3 and GA4) and ethanol on seed germination of Rosa eglanteria and Rosa glauca. Plant Growth Regulation 41: 1-10.

15- De, F., and Kar, R.K. 1994. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiate*) under water stress induced by PEG-6000. Journal of Seed Science and Technology 23:301-304.

16- Dorri, H.R. 2008. Bean Agronomy. Publication Series of Research Center of Bean, Khomein. 46 PP.

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

18- Eisvand, H.R., Azarnia, M., Nazarin, F., and Sharafi R. 2012. Effect of gibberellin and ABA on emergence and some physiological characters in seed and seedling of chickpea under rainfed and irrigated conditions. Iranian Journal of Field Crop Science 42(4): 787-797.

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

20- 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.

21- 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.

22- Gunes, A., Cicek, N., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Guneri, E., and 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.

23- 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.

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

25- Kafi, M., Nezami, A., Hosaini, H., and Masomi A. 2005. Physiological effects of drought stress by polyethylene glycol on germination of lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes. Iranian Journal of Field Crops Research 3: 69-80.

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

27- 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.

28- Mensah, J.K., Obadoni, B.O., Eruotor, P.G. and 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.

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

30- 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.

31- 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.

32- Samiran, R., Kusum, A., Biman, K.D., and Ayanadar, A. 2010. Effect of organic amendments of soil on growth and productivity of three common crops viz. *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* and *Abelmoschus esculentus*. Apply Soil Ecology 45:78-84.

33- 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.

34- Soltani, A., Ghalipoor, M. and Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling of wheat as affected by drought and salinity. Journal of Environmental and Experience Botany 44: 614-866.

35- Wenkert, W., Lemon, E.R., and Sinclair, T.R. 1978. Leaf elongation and turger pressure in field-growth soybean. Journal of Agronomy 70:761-764.

36- Zakaria, M.S., Ashraf, H.F., and Serag, E.Y. 2009. Direct and residual effects of nitrogen fertilization, foliar application of potassium and plant growth retardant on Egyptian cotton growth, seed yield, seed viability and seedling vigor. Acta Ecological Science 29: 116-123.

37- 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.

38- 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.

39- 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 Environment 74:508-511.

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

AhmadpourR.[1], Rostami M.[2] and Hosseinzadeh S.R.[3]

[1] Dept. of Biology, Faculty of Sciences, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, I.R. of Iran.

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

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

Abstract

The rapid germination of seeds is one of the factors that determine yield and final product plants. For this purpose, a study was conducted to evaluate the effect of compost tea on seedling growth and germination indices of bean under drought stress. A factorial experiment done based on completely randomized design with 3 replications. Treatments consisted of compost tea in five levels (0, 2.5, 5, 7.5 and 10% v/v) and drought stress in four levels (0, -0.3, -0.6 and -0.9 MP). The results showed that 5, 7.5 and 10% levels of compost tea led to a significant increase germination percent, germination vigor, seed vigor index and plumule dry weigh. Drought stress at all levels compared to non-stress conditions, led to a significant reduction in studied traits. Under -0.3 MPa, 5, 7.5 and 10% compost tea levels significantly increased germination rate, seedling length, radical dry weight and under -0.9 MPa, all levels of compost tea compared to control significantly increased the germination rate, plumule and seedling length. Under non-stress and -0.3 MPa, 10% compost tea treatments led to a significant increase germination rate (+9.4%, +10.1%) radical dry weight (+18.7%, +19.7%), plumule length (+10.7%, +9%), radical length (+6.6%, +8.6%) and seedling length (+8.4%, +7.9%). According to the results of this study, the use of compost tea in the seed germination of beans is recommended for reduce the negative effects of drought stress.

Key words: Legumes, PEG, Seed vigor index, Germination vigor, Organic fertilizers