



علوم و تحقیقات بذر ایران
سال سوم / شماره اول / ۱۳۹۵ (۸۶ - ۷۵)



بررسی اثر عصاره ورمی کمپوست و تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی نخود (*Cicer arietinum* L.cv. Pirouz)

سعید رضا حسین‌زاده^۱، حمزه امیری^{۲*}، احمد اسماعیلی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۰

چکیده

عصاره کود ورمی کمپوست به دلیل ساختار متخلخل، ظرفیت نگهداری آب بالا، تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و وجود مقادیر بالای عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف، می‌تواند تأثیر تنش‌های مختلف را بر گیاهان کاهش دهد. در این راستا به منظور بررسی برهم کنش سطوح مختلف عصاره آبی ورمی کمپوست و تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی نخود آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان در سال ۱۳۹۳ انجام شد. عوامل مورد بررسی شامل عصاره ورمی کمپوست در چهار سطح (۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی) و تنش خشکی در چهار سطح (۰، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ مگاپاسکال) بود. تنش خشکی توسط پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ اعمال شد. عصاره ورمی کمپوست در تیمار خشکی ۳-۰ مگاپاسکال توانست برخی شاخص‌های جوانه‌زنی مورد بررسی را بهبود دهد، به طوری که سطح ۱۰ درصد عصاره بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی (۶۳/۶۶ درصد)، طول ریشه‌چه (۴/۳۱ سانتی‌متر)، سطح ۲۰ درصد بیشترین میزان وزن خشک ساقه‌چه (۵۰/۶ میلی‌گرم) و سطح ۵ درصد بیشترین میزان وزن خشک ریشه‌چه (۸۹ میلی‌گرم) را در مقایسه با سطح شاهد داشتند. در تیمارهای ۶-۰ و ۹-۰ مگاپاسکال، عصاره ورمی کمپوست به جز وزن خشک ریشه‌چه نتوانست کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی را که در اثر تنش خشکی ایجاد شده بود، جبران کند. در حالت کلی پژوهش حاضر نشان داد که کاربرد عصاره ورمی کمپوست در مرحله جوانه‌زنی در سطوح بالای تنش خشکی تأثیر معنی‌داری ندارد اما در تنش‌های خشکی ملایم (۳-۰ مگاپاسکال) مؤثر است.

واژه‌های کلیدی: آندوسپرم مصرفی، پلی اتیلن گلیکول، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی

۱- گروه زیست‌شناسی دانشکده علوم دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۲- گروه زیست‌شناسی دانشکده علوم دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۳- گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

* نویسنده مسئول: Amiri_h_lu@yahoo.com

مقدمه

نخود زراعی در میان کلیه محصولات دانه‌ای جهان، رتبه پانزدهم را به خود اختصاص داده است و پس از لوبیا مهم‌ترین محصول حبوبات به‌شمار می‌رود، به‌طوری‌که در ایران از نظر سطح زیرکشت و تولید، رتبه اول را در میان دیگر حبوبات داراست (Guns *et al.*, 2006). مطالعات نشان داد که شرایط نامطلوب محیطی از قبیل تنش‌های غیرزیستی مثل خشکی، شوری و یخ‌زدگی منجر به کاهش جوانه‌زنی بذرهای نخود در حدود ۲۵ درصد می‌شود (Menash *et al.*, 2006). مرحله جوانه‌زنی نقش بسیار مهمی در تولید و عملکرد مناسب گیاهان دارد، به‌طوری‌که عملکرد گیاه به نوع بذر، شرایط محیطی و رشد بذر وابسته است (Armand *et al.*, 2015). مراحل اولیه رشد از جمله مراحل جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای نسبت به تنش خشکی حساس‌تر از سایر مراحل رشد هستند (Gunes *et al.*, 2006). در فرآیند جوانه‌زنی بذر، آب از عوامل اصلی محسوب شده و کاهش آب قابل دسترس منجر به اختلال در این مرحله می‌شود (Khalid *et al.*, 2001). پتانسیل آب محیط، تأثیر مستقیمی بر سرعت جذب آب و در نتیجه جوانه‌زنی گیاه دارد (Armand *et al.*, 2015). تحقیقات مختلف نشان داده است که بذرهای نخود به‌رغم برخورداری از کیفیت جوانه‌زنی خوب، ممکن است در شرایط تنش خشکی، جوانه‌زنی و در نتیجه محصول نهایی خوبی نداشته باشند. مقاومت به خشکی از لحاظ کشاورزی، توان تولید اقتصادی یک محصول، در شرایط آب قابل دسترس محدود می‌باشد (Hosseinzadeh *et al.*, 2012). برای ایجاد تنش خشکی در محیط‌های کشت از مواد جامدی با جرم مولکولی بالا که نقشی در تغذیه بافت‌ها نداشته و جذب گیاه نمی‌شوند، استفاده می‌شود. پلی‌اتیلن‌گلیکول ماده‌ای غیر سمی با جرم مولکولی بالا است که در بافت‌های گیاه نفوذ نمی‌کند. بنابراین برخلاف موادی مانند کلرید سدیم، مانیتول و ساکارز باعث صدمه به گیاه نمی‌شود (Emmerich and Hardegree, 1991).

ورمی‌کمپوست نوعی کمپوست است که طی یک فرایند غیر حرارتی به‌وسیله کرم تولید می‌شود و با دارا بودن یک تنوع زیستی میکروبی وسیع و فعال نسبت به کمپوست‌های تولید شده در فرایند حرارتی، به‌عنوان پالاینده و اصلاح‌کننده

مهم خاک به‌کار گرفته می‌شود (Hosseinzadeh *et al.*, 2015). از مزایای دیگر ورمی‌کمپوست وجود هومات در عصاره آن است که از مواد هومیکی است و از مدفوع کرم خاکی در حال تجزیه‌شدن تولید می‌شود. این مواد دارای اثرات مشابه تنظیم‌کننده‌های رشد و هورمون‌ها است. وجود مواد هومیکی و مواد آلی در کود ورمی‌کمپوست و عصاره ورمی‌کمپوست رشد گیاه را بهتر از تغذیه گیاه با کودهای معدنی تحریک می‌کند (Muscolo *et al.*, 1999).

در عصاره ورمی‌کمپوست عناصر غذایی پرمصرف مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و عناصر غذایی کم‌مصرف مانند آهن، روی، مس و منگنز به‌وفور یافت می‌شود (Beyk Khurmizi *et al.*, 2010). روش‌های مختلفی برای تولید عصاره ورمی‌کمپوست وجود دارد. در همه روش‌ها در طول عصاره‌گیری، مواد مغذی معدنی محلول، ریزجانداران مفید، هومیک اسیدها و فولویک اسیدها، هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی از ورمی‌کمپوست وارد عصاره می‌شود. احتمالاً این مواد عامل مهمی برای رشد و جوانه‌زنی بهتر گیاهان می‌باشند (Beyk Khurmizi *et al.*, 2010). 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 شد (Arancon *et al.*, 2007). در آزمایشی دیگر مشاهده شد که استفاده از عصاره ورمی‌کمپوست منجر به افزایش مقاومت گیاه لوبیا به تنش شوری گردید (Beyk Khurmizi *et al.*, 2010). در مطالعه بر روی کلم نیز مشاهده شده است که عصاره ورمی-کمپوست، عملکرد گیاه، عناصر معدنی غذایی و محتوای کاروتنوئید را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (Archana *et al.*, 2009).

با توجه به مشکل کم‌آبی و خشکی در ایران که بسیاری از مناطق کشت محصولات کشاورزی را تحت تأثیر قرار داده و منجر به کاهش عملکرد محصول در این مناطق شده است، ضروری است که در محیط‌های کشت گیاهان اقدامات لازم جهت افزایش محصول صورت گیرد. هدف از تحقیق حاضر پاسخ به این سوال بود که آیا عصاره ورمی‌کمپوست در کاهش اثرات منفی ناشی از تنش خشکی در گیاه نخود مؤثر است؟

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۹۳ در دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش عبارت بودند از: غلظت‌های عصاره ورمی کمپوست شامل شاهد (صفر)، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی که برای تهیه عصاره، ۱۰۰ حجم کود آلی ورمی کمپوست با ۴۰۰ سی سی آب مقطر مخلوط و ۲۴ ساعت در شیکر گذاشته شد (Greytak *et al.*, 2006). محلول حاصله با توجه به رسوب‌های دانه درشت با کاغذ صافی واتمن شماره ۴۱ صاف شد و سپس با اضافه کردن آب مقطر به محلول حاصله،

غلظت‌های مختلف عصاره مورد مطالعه تهیه شد. تجزیه شیمیایی عصاره ورمی کمپوست مورد استفاده، در جدول ۱ نشان داده شده است. عامل دوم سطوح مختلف تنش خشکی شامل شاهد (صفر)، ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ مگاپاسکال بود که طبق دستورالعمل میچل و کافمن (Michael and Kaufman, 1976) ایجاد شد (جدول ۲) و برای پتانسیل صفر بار (شاهد) از آب مقطر استفاده شد. بذر مورد استفاده (رقم پیروز) در این تحقیق در سال ۱۳۹۳ از پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شد.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی عصاره ورمی کمپوست

Table 1. Chemical characteristics of vermicompost extract

نمونه Sample	هدایت الکتریکی EC (dS m ⁻¹)	اسیدیته pH	فسفر P (%)	کلسیم Ca (%)	پتاسیم K (%)	مس Cu (mg kg ⁻¹)	نیتروژن کل Total N (%)	روی Zn (mg kg ⁻¹)
عصاره ورمی کمپوست Vermicompost extract	1.5	7.1	0.9-2.5	4.5-8	0.6-2.5	218.8-230.2	0.9-3	651.9-661.9

جدول ۲- نحوه ایجاد پتانسیل خشکی در هر واحد آزمایشی

Table 2. Formation method of drought potential per experimental unit

PEG 6000 (g)	مقدار محلول Solution content (ml)	نوع محلول (پتانسیل خشکی) Solution type (Drought potential)(MPa)
55.2	400	-0.3
75.6	400	-0.6
88.8	400	-0.9

مدت ۱۴ روز انجام شد و تعداد بذرهای جوانه زده (دارای طول ریشه چه ۳ میلی متر) ثبت شدند (ISTA, 2009). برداشت پتری دیش‌ها ۱۵ 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 میلی متری اندازه گیری شد (Armand *et al.*, 2015). به منظور تعیین وزن خشک اندام های فوق، ساقه چه و ریشه چه در آون ۷۰°C به مدت ۴۸ ساعت خشک شده و وزن خشک آن‌ها با ترازوی AND مدل GT-300 ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه گیری شد (Ahmadpour *et al.*, 2015). جدول ۳ روابط محاسباتی مرتبط با درصد و سرعت جوانه زنی را نشان می دهد. به منظور تعیین آندوسپرم مصرفی بذر، ابتدا وزن ۵

قبل از شروع آزمایش مجموعه پتری دیش‌ها و بستر بذر (کاغذ واتمن) در اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد به مدت دو ساعت استریل شدند. همچنین بذرهای مورد استفاده به مدت ۳۰ ثانیه با قارچ کش بنومیل دو در هزار ضد عفونی و سپس با آب مقطر شستشو داده شدند (Beyk Khurmizi *et al.*, 2010). سپس تعداد ۲۵ عدد بذر بر روی کاغذ واتمن در داخل هر پتری دیش قرار گرفت و برای اعمال مختلف تنش خشکی و غلظت‌های مختلف عصاره مقدار هشت میلی لیتر شامل ترکیب سطوح مورد نظر به هر پتری دیش اضافه شد. اطراف پتری دیش‌ها با پارافیلیم بسته و در ژرمیناتور با دمای ۲۵°C و رطوبت ۴۵ درصد در تاریکی گذاشته شدند (ISTA, 2009). بازدید از نمونه‌ها به طور روزانه یکبار و به-

آنالیزهای آماری به وسیله نرم افزار MASTAT-C انجام شد. به منظور تعیین سطح معنی داری شاخص‌های جوانه‌زنی در اثر عصاره ورمی کمپوست و تنش خشکی از تجزیه واریانس (ANOVA) استفاده شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

عدد بذر در هر تیمار با استفاده از ترازوی دیجیتال تعیین شد و سپس آن‌ها 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 (Armand *et al.*, 2015; Ahmadpour *et al.*, 2015).

جدول ۳- روابط محاسباتی شاخص‌های جوانه‌زنی

Table 3. Equations of germination indices

شماره معادله (Equation number)	شاخص (Index)	رابطه (Equation)	منابع مورد استفاده (References)
1	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	$GP \% = \sum \frac{ni}{N} \times 100$	(Agrawal, 1991)
2	سرعت جوانه‌زنی Germination Speed	$GS = \sum \frac{ni}{Di}$	(Agrawal, 1991)

ni = تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر بار شمارش، N = تعداد کل بذرها، Di = تعداد روز پس از آغاز آزمایش

ni = The number of germinated seeds at an interval of distinct period; N = Total number of sowed seeds, Di = The number of days after the start of germination

گیاهان به‌شمار می‌رود (De and kar, 1994). تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلایکول در اثر کاهش آب قابل دسترس، منجر به کاهش فرآیندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی بذر شده و لذا ادامه حیات گیاه را با مشکل روبرو می‌سازد (Armand *et al.*, 2015). کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی در بررسی‌های انجام شده بر روی سایر گیاهان نظیر نخود فرنگی و لوبیا نیز گزارش شده است (Gamze *et al.*, 2005; Roche *et al.*, 1997). در مطالعه‌ای بر روی لوبیا چشم بلبلی گزارش کردند که غلظت‌های پایین ورمی-واش (یکی از محصولات جانبی ورمی کمپوست) درصد جوانه‌زنی را به‌طور معنی‌داری افزایش داد ولی در غلظت‌های بالاتر ورمی‌واش (۳۰ و ۳۵ درصد حجمی عصاره ورمی‌واش)، درصد جوانه‌زنی این گیاهان کاهش معنی‌داری داشت (Gopal *et al.*, 2010). از مهم‌ترین مزایای عصاره ورمی کمپوست که نقش مؤثری در فرآیند جوانه‌زنی دارد، حضور ترکیباتی مثل آمیلاز و پروتئاز است (Zambare *et al.*, 2008). حضور پروتئاز در خاک، جوانه‌زنی گیاهان را تسریع می‌کند و آمیلاز نیز منابع کربنی را برای افزایش رشد و تولید مثل گیاهان

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جدول ۴) که برهم‌کنش عصاره ورمی کمپوست و تنش خشکی بر درصد نهایی جوانه‌زنی بذرهای نخود معنی‌دار است. نتایج مقایسه میانگین‌ها در اثرات متقابل نشان داد که سطوح ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد عصاره ورمی کمپوست به‌ترتیب با ۹۵، ۹۰/۶۷ و ۹۶ درصد منجر به افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی در شرایط بدون تنش خشکی شد. در شرایط تنش خشکی ۰/۳- مگاپاسکال، سطوح عصاره در غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد به‌ترتیب با ۶۳/۳۳، ۶۳/۶۶ و ۶۰/۳۳ درصد به‌صورت معنی‌داری درصد جوانه‌زنی را در مقایسه با سطح شاهد افزایش داد. در شرایط تنش ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال تمامی سطوح عصاره با سطح شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵). جوانه‌زنی بذر مجموعه‌ای از واکنش‌های بیوشیمیایی است که به‌واسطه آنزیم‌های متعددی انجام می‌گردد، محققین با آزمایش‌های مختلف نشان دادند که جوانه‌زنی و سبز شدن سریع بذر، یک عامل مهم تعیین‌کننده در عملکرد نهایی

مهیا می‌نماید (Zambare *et al.*, 2008). این مطالعه نشان داد که سطوح عصاره ورمی کمپوست در تیمار تنش خشکی ۰/۳- مگاپاسکال توانست درصد جوانه‌زنی را در سطوح ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد عصاره ورمی کمپوست مورد استفاده به ترتیب در

جدول ۴- تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی نخود تحت سطوح مختلف عصاره آبی ورمی کمپوست و تنش خشکی
Table 4. Analysis of variance of germination indices of chickpea under different levels of vermicompost water extract and drought stress

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی Degree of freedom	درصد جوانه‌زنی Germination percent	سرعت جوانه- زنی Germination speed	طول ساقه‌چه Plumule length	طول ریشه‌چه Radicle length	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight	آندوسپرم مصرفی Consumed endosperm
عصاره ورمی کمپوست Vermicompost extract	3	218.056**	0.279**	0.395**	1.586**	46.778 ^{ns}	1133.854**	173.743**
تنش خشکی Drought stress	3	12109.722**	5.591**	12.574**	42.362**	4702.611**	16504.576**	3387.854**
عصاره×تنش D×V	9	33.333 *	0.022 *	0.082 *	0.174 *	11.315 *	46.984 *	72.984 *
خطای آزمایش Error	32	20.833	0.027	0.064	0.139	17.458	46.646	33.292
ضریب تغییرات CV	-	8.69	12.60	15.55	13.17	11.40	10.05	2.11

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

^{ns}، *، **: non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively

سرعت جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عصاره ورمی کمپوست و تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی بذرهای نخود داشت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش عصاره و تنش نشان داد که در شرایط بدون تنش، سطوح ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد عصاره به ترتیب با ۲، ۲/۱ و ۲/۳ (درصد در روز) منجر به افزایش معنی‌دار این صفت در مقایسه با سطح شاهد شد اما در شرایط تنش ۰/۶- سطح ۱۰ درصد عصاره ورمی کمپوست با سرعت ۱/۳ درصد در روز منجر به افزایش معنی‌دار این صفت در مقایسه با سطح شاهد شد. در شرایط تنش ۰/۳- و ۰/۹- مگاپاسکال سطوح عصاره و سطح شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۵).

یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی، کاهش فعالیت آنزیم‌های مرتبط با فرآیند جوانه‌زنی است که در اثر تخریب ساختمان سه بعدی آنزیم‌ها رخ می‌دهد (Fabian *et al.*, 2008). با کاهش جذب

آب توسط بذر مشخص شد که فعالیت‌های متابولیکی جوانه-زنی در داخل بذر به آرامی انجام خواهد شد و در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه از بذر افزایش یافته و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Armand *et al.*, 2015). برخی محققین کاهش جوانه‌زنی به دلیل محدودیت آب را یک راهکار تکاملی در گیاهان مناطق خشک می‌دانند. در واقع کاهش جوانه‌زنی در تنش‌های خشکی، یک راه‌کار سازشی است تا زمانی که شرایط مساعدی برای جوانه‌زنی ایجاد شود (Zeng *et al.*, 2010). نتایج پژوهش حاضر نشان‌دهنده تأثیر مثبت استفاده از عصاره ورمی کمپوست در تیمارهای تنش ۰/۳- و ۰/۶- مگاپاسکال است. احتمالاً عصاره ورمی-کمپوست با توجه به عناصر مغذی و ظرفیت نگهداری آب بالا، در افزایش جذب آب قابل دسترس برای بذر مؤثر باشد و از این طریق سرعت جوانه‌زنی را در سطوح پایین خشکی افزایش دهد. در سطوح بالای تنش خشکی (۰/۹- مگاپاسکال) به علت آسیب‌های ناشی از تخریب آنزیم‌ها (De and Kar, 1994) عصاره ورمی کمپوست نتوانست مؤثر باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه نخود در سطوح مختلف عصاره ورمی‌کمپوست تحت تنش خشکی
 Table 5. Mean comparison of germination indices of chickpea in different levels of vermicompost extract under drought

تیمارها/ عصاره ورمی کمپوست /Treatments Vermicompost extract	درصد جوانه‌زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی Germination speed (percent/day)	طول ساقه‌چه Plumule length (cm)	طول ریشه‌چه Radicle length (cm)	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight (mg)	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight (mg)	اندوسپرم مصرفی Consumed endosperm (mg)
Non-drought stress / بدون تنش خشکی							
شاهد / Control	78.33 b	1.7 c	2.31 b	4.10 c	57.1 a	92.3 b	31.6 b
5%	90.67 a	2 b	3.11 a	5.01 a	62.6 a	109 a	46.6 a
10%	95 a	2.1 ab	3.21 a	5.22 a	60.3 a	118 a	51.6 a
20%	96 a	2.3 a	3.03 a	4.81 ab	59 a	108 a	55.6 a
Drought stress at -0.3 MPa / تنش خشکی ۰/۳ - مگاپاسکال							
شاهد / Control	56.67 f	1.3 de	1.53 c	2.90 d	39.3 c	69.6 c	17.6 cd
5%	63.33 e	1.4 de	1.73 c	4.06 c	45 bc	89 b	21 c
10%	63.66 de	1.6 cd	1.73 c	4.31 bc	46 bc	88.3 b	25 bc
20%	60.33 e	1.6 cd	1.76 c	4.11 c	50.6 b	87.6 b	24.6 bc
Drought stress at -0.6 MPa / تنش خشکی ۰/۶ - مگاپاسکال							
شاهد / Control	38.21 f	0.9 f	1.30 c	1.90 e	26.3 d	39.3 d	18 cd
5%	46.67 f	1.1 ef	1.46 c	2.26 e	27.6 d	63 c	15 cde
10%	50 f	1.3 de	1.45 c	2.13 e	32 d	59 c	15 cde
20%	46.67 f	1.2 ef	1.56 c	2.16 e	29 d	64.3 c	17.3 cd
Drought stress at -0.6 MPa / تنش خشکی ۰/۹ - مگاپاسکال							
شاهد / Control	11.66 g	0.3 fg	0.26 d	0.23 f	12.3 e	12 f	5 e
5%	15 g	0.4 fg	0.53 d	0.63 f	13.6 e	23 e	5.3 e
10%	15 g	0.5 fg	0.50 d	0.66 f	15.3 e	24 e	10 de
20%	13.33 g	0.4 fg	0.40 d	0.70 f	14 e	26.3 e	8.3 de

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند مطابق آزمون دانکن ($p \leq 0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند.

The means with one same letter in each column are not significantly differences at $p \leq 0.05$ according to Duncan's test

طول ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که تأثیر عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر طول ساقه‌چه معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج جدول ۵ نشان داد که در شرایط بدون تنش، سطوح عصاره (۵، ۱۰ و ۲۰ درصد) به ترتیب با ۳/۱۱، ۳/۲۱ و ۳/۰۳ سانتی‌متر منجر به افزایش معنی‌دار این صفت نسبت به شاهد شد. در سایر تیمارهای تنش خشکی غلظت-های مختلف عصاره در مقایسه با سطح شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند اما تنش خشکی ۰/۹ - مگاپاسکال منجر به کاهش معنی‌دار این صفت در مقایسه با سایر تیمارهای تنش خشکی شد (جدول ۵).

تنش خشکی ملایم از طریق کاهش انتقال و تنش خشکی شدید به‌وسیله عدم انتقال مواد غذایی از لپه به جنین منجر به کاهش طول ساقه‌چه می‌شوند (Takei, 2000). از سوی دیگر طولی شدن سلول‌ها و سنتز کربوهیدرات‌های دیواره سلولی، به تنش خشکی حساس می‌باشد (Wenkert et al.,

1978). کاهش رشد ساقه‌چه در ژنوتیپ‌های نخود در شرایط تنش خشکی گزارش شد که محققان علت آن را کاهش فعالیت آنزیم‌ها و اختلال در فرآیند جوانه‌زنی نسبت دادند (Bibi et al., 2009). برخی مطالعات گزارش کردند که عصاره آبی ورمی‌کمپوست، علاوه بر ترکیباتی مثل هومیک، فولویک و دیگر اسیدهای آلی که در تحریک رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه نقش دارند، دارای ترکیباتی شبیه به اکسین نیز است (Garcia et al., 2002; Arancon et al., 2007). اسید آمینه تریپتوفان به‌عنوان پیش‌ساز هورمون اکسین است که در ساختمان آن وجود عنصر روی ضروری است (Tsui, 1948) و نظر به این‌که ورمی‌کمپوست غنی از مواد مغذی از جمله روی می‌باشد، بنابراین این کود می‌تواند با تأثیر بر سنتز هورمون‌ها به‌ویژه اکسین باعث افزایش رشد ساقه‌چه شود (Garcia et al., 2002). تأثیر مثبت عصاره ورمی‌کمپوست بر رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه در برخی گیاهان مثل توت‌فرنگی و لوبیا نیز گزارش شده است و این محققین بیان کردند که

کاربرد عصاره ورمی کمپوست در سطوح ۲۰ و ۲۵ درصد حجمی گزارش شد (Archana et al., 2009). مسیرهای متفاوت جذب مواد معدنی در گیاهان، احتمالاً دلیل اصلی واکنش‌های متفاوت گیاهان به غلظت‌های مختلف عصاره ورمی کمپوست است (Beyk Khurmizi et al., 2010). در این تحقیق مشاهده شد که در شرایط تنش خشکی ملایم (۰/۳- مگاپاسکال) سطوح عصاره ورمی کمپوست منجر به افزایش معنی‌دار طول ریشه‌چه شد. یکی از مهم‌ترین دلایل تأثیر مثبت عصاره ورمی کمپوست بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وفور مواد غذایی به‌خصوص نیتروژن در عصاره گزارش شده است (Archana et al., 2009).

وزن خشک ساقه‌چه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که اثر متقابل تنش خشکی و عصاره ورمی کمپوست تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه‌چه بذرهاى مورد بررسی داشت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در اثرات متقابل عصاره و تنش نشان داد که کلیه سطوح عصاره ورمی کمپوست در شرایط بدون تنش، ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند اما در شرایط تنش خشکی ۰/۳- مگاپاسکال سطح ۲۰ درصد عصاره با ۵/۶ میلی‌گرم منجر به افزایش معنی‌دار این صفت در مقایسه با سطح شاهد شد (جدول ۵).

تحرك کم مواد غذایی و انتقال کم‌تر این مواد از لپه به محور جنینی دلیل اصلی کاهش وزن خشک ساقه‌چه در پتانسیل‌های آب پایین (تنش خشکی) است (Bibi et al., 2009). مطالعات نشان داد مکانیسم‌هایی که سرعت رشد محور جنینی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، می‌توانند بر تحرك مواد غذایی و انتقال آن‌ها از لپه‌ها به محور جنینی تأثیر بگذارند (Mensah et al., 2006). از طرف دیگر مشاهده شد که رابطه مستقیمی بین میزان تجمع ماده خشک و رشد طولی ساقه‌چه گیاهان مقاوم به تنش خشکی وجود دارد (Opoku et al., 1996). بنابراین کاهش وزن خشک ساقه-چه بذرهاى نخود در سطوح تنش ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال را می‌توان به کاهش طول ساقه‌چه در این سطوح نسبت داد. در مطالعه‌ای که بر روی ژنوتیپ‌های مختلف نخود صورت گرفت مشخص شد طول و وزن خشک ساقه‌چه با افزایش شدت

عصاره ورمی کمپوست با افزایش فعالیت ریزجانداران و ظرفیت نگهداری عناصر غذایی، منجر به بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی شده است (Arancon et al., 2004; Beyk Khurmizi et al., 2010).

طول ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برهم‌کنش عصاره ورمی کمپوست و تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه‌چه بذرهاى نخود داشت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در شرایط بدون تنش خشکی، تمامی سطوح عصاره ورمی کمپوست به‌ترتیب با ۵/۰۱، ۵/۲۲ و ۴/۸۱ سانتی‌متر در مقایسه با سطح شاهد (۴/۱۰ سانتی‌متر) افزایش معنی‌داری داشت. در شرایط تنش ۰/۳- مگاپاسکال نیز سطوح ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد عصاره (با ۴/۰۶، ۴/۳۱ و ۴/۱۱ سانتی‌متر) نسبت به سطح شاهد (با ۲/۹۰ سانتی‌متر) افزایش معنی‌داری داشت. در شرایط تنش ۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال سطوح عصاره با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). یکی از تغییرات فیزیولوژی در بذرها زمانی‌که با تنش خشکی رو به رو می‌شوند، این است که به‌منظور جذب حداکثر رطوبت خاک، طول ریشه‌چه را افزایش می‌دهند (Armand et al., 2015). مطالعات نشان داده است که تنش خشکی ملایم در افزایش طول ریشه‌چه نقش دارد، که این امر منجر به افزایش فعالیت‌های متابولیکی در داخل بذر می‌شود (Fabian et al., 2008). با دقت در نتایج، مشاهده شد که تیمارهای خشکی در سطوح بالا (۰/۶- و ۰/۹- مگاپاسکال) منجر به کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه در مقایسه با سطوح بدون تنش و ۰/۳- مگاپاسکال شد، بنابراین دلیل کاهش رشد ریشه‌چه در این سطوح را می‌توان به کاهش شدید جذب آب در سطوح بالای تنش خشکی و کاهش انتقال مواد غذایی مورد نیاز برای رشد ریشه‌چه نسبت داد (Mensah et al., 2006). گزارش‌های محققان در ارتباط با اثر عصاره ورمی کمپوست بر رشد ریشه‌چه گیاهان متفاوت است، به‌طوری‌که در بذرهاى لوبیا مشاهده شد که عصاره ورمی کمپوست منجر به افزایش طول ریشه‌چه شد اما در ذرت، سطوح عصاره و سطح شاهد اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند (Samiran et al., 2010). در مطالعه بر روی شلغم علوفه‌ای (*Brassica rapa.L*) افزایش طول ریشه‌چه در اثر

خشکی، یکی از دلایل کاهش رشد بخش ریشه‌ای در ژنوتیپ‌های حساس تأخیر در انتقال پروتئین از لپه می‌باشد. متعاقباً انتقال سریع‌تر پروتئین، در ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش خشکی سبب رشد بهتر سیستم ریشه‌ای آن‌ها می‌شود (Ganjeali *et al.*, 2011). در این مطالعه نیز مشاهده شد که سطوح تنش خشکی در مقایسه با تیمار بدون تنش منجر به کاهش معنی‌دار وزن خشک ریشه‌چه شد. در مطالعه‌ای بر روی نخود و نخود فرنگی مشاهده شد عصاره ورمی‌کمپوست در غلظت ۷/۵ درصد حجمی منجر به افزایش طول ریشه‌چه شد که این محققان علت این موضوع را افزایش رشد طولی ریشه‌چه از طریق افزایش مواد غذایی مورد نیاز با کاربرد عصاره ورمی‌کمپوست بیان کردند (Sinha *et al.*, 2010). در مطالعه دیگر بر روی لوبیا مشاهده شد که عصاره ورمی‌کمپوست به تنهایی منجر به افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه‌چه و طول ریشه‌چه شد (Beyk Khurmizy *et al.*, 2010). پژوهش حاضر نشان داد که در سطوح تنش خشکی مورد بررسی (۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ مگاپاسکال) عصاره ورمی‌کمپوست توانست اثرات منفی کمبود آب ناشی از تنش خشکی را بهبود دهد.

آندوسپرم مصرفی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات عصاره و تنش تأثیر معنی‌داری بر میزان آندوسپرم مصرفی داشت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در برهم‌کنش متقابل عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی نشان داد که در شرایط بدون تنش خشکی، سطوح عصاره ورمی‌کمپوست در غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد با ۴۶/۶، ۵۱/۶ و ۵۵/۶ میلی‌گرم منجر به افزایش معنی‌دار آندوسپرم مصرفی در مقایسه با سطح شاهد (۳۱/۶ میلی‌گرم) شد اما در سایر تیمارهای تنش خشکی (۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ مگاپاسکال) سطوح عصاره با سطح شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵).

علت افزایش آندوسپرم مصرفی در تیمار بدون تنش خشکی را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که جوانه حاصل از بذر، قبل از اینکه برگ‌های اولیه آن بتوانند با استفاده از نور خورشید فتوسنتز انجام دهند از مواد غذایی ذخیره شده در درون بذر استفاده می‌کنند، بنابراین ظهور سریع‌تر و رشد بیشتر ساقه‌چه و ریشه‌چه در سطوح پایین خشکی می‌تواند

تنش خشکی کاهش می‌یابد (Bibi *et al.*, 2009). در بررسی بر روی گیاهان شبدر قرمز و خیار گزارش شد که مقادیر بالای عناصر مغذی در عصاره ورمی‌کمپوست که در تغذیه مستقیم بذرهای گیاهان نقش دارند، از طریق بهبود رشد و نمو، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه بذرهای مورد بررسی را افزایش می‌دهد (Sainz *et al.*, 1998). در این پژوهش مشاهده شد که عصاره ورمی‌کمپوست در سطح ۲۰ درصد توانست اثرات منفی ناشی از تنش خشکی ملایم (۰/۳- مگاپاسکال) را جبران کند. کیلینگ و همکاران (Keeling *et al.*, 2003) گزارش کردند که هورمون‌های موجود در عصاره ورمی‌کمپوست مانند اکسین عامل اصلی در افزایش معنی‌دار رشد ساقه‌چه در مقایسه با سطح عدم استفاده از عصاره است.

وزن خشک ریشه‌چه

اثر متقابل عصاره ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر وزن خشک ریشه‌چه بذرهای نخود معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها در برهم‌کنش عصاره و تنش نشان داد که در شرایط بدون تنش، سطوح ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد عصاره به ترتیب با ۱۰۹، ۱۱۸، ۱۰۸ میلی‌گرم و در شرایط تنش خشکی ۰/۳- مگاپاسکال به ترتیب با ۸۹، ۸۸/۳ و ۸۷/۶ میلی‌گرم منجر به افزایش معنی‌دار این صفت در مقایسه با سطح شاهد شد. در تنش خشکی ۰/۶- مگاپاسکال نیز سطوح عصاره ورمی‌کمپوست به ترتیب با ۶۳، ۵۹ و ۶۴/۳ میلی‌گرم نسبت به سطح شاهد افزایش معنی‌داری داشت. در شرایط تنش خشکی ۰/۹- مگاپاسکال، سطوح ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد عصاره (با ۲۳، ۲۴ و ۲۶/۳ میلی‌گرم) وزن خشک ریشه‌چه را به‌صورت معنی‌داری در مقایسه با سطح شاهد افزایش داد (جدول ۵).

کاهش وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه 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 (Kalefetoglu Macar *et al.*, 2009). در مطالعات متعددی کاهش وزن خشک بخش ساقه‌ای و ریشه‌ای در سطوح بالای تنش خشکی مشاهده شده است (Mensah *et al.*, 2006). در مطالعه بر روی ژنوتیپ‌های نخود مقاوم و حساس به تنش خشکی گزارش کردند که در شرایط تنش

منجر به افزایش معنی دار تمامی شاخص‌های جوانه‌زنی به جز وزن خشک ساقه‌چه شد. در شرایط تنش خشکی ملایم (۰/۳- مگاپاسکال) سطح ۲۰ درصد عصاره منجر به افزایش معنی دار درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه شد. در سطوح تنش خشکی متوسط و شدید عصاره ورمی کمپوست به جز وزن خشک ریشه‌چه نتوانست کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی که در اثر تنش ناشی از پلی اتیلن گلیکول ایجاد شده بود را جبران کند. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش می‌توان پیشنهاد داد که عصاره ورمی کمپوست در شرایط تنش‌های خشکی ملایم در حدود ۰/۳- مگاپاسکال مؤثر است اما در سطوح خشکی بالاتر از آن استفاده از عصاره ورمی کمپوست توصیه نمی‌شود.

دلیلی بر افزایش برداشت مواد غذایی از درون لپه باشد (Kafi *et al.*, 2005). با افزایش شدت تنش خشکی (۰/۳-، ۰/۶- و ۰/۹ مگاپاسکال) به دلیل کاهش درصد نهایی جوانه‌زنی، کاهش رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه مصرف آندوسپرم کاهش یافت (Rahbarian *et al.*, 2012). با توجه به وجود عناصر مغذی در عصاره ورمی کمپوست، ریشه‌چه و ساقه‌چه کمتر از اندوخته غذایی لپه استفاده می‌کند (Archana *et al.*, 2009). نتایج این مطالعه نیز نشان داد که در سطوح تنش خشکی (۰/۳-، ۰/۶- و ۰/۹ مگاپاسکال میزان آندوسپرم مصرفی با سطح بدون کاربرد عصاره اختلاف معنی داری ندارد.

نتیجه‌گیری

در آزمایش فوق مشاهده شد که در تیمار بدون تنش خشکی، تمامی سطوح عصاره ورمی کمپوست مورد بررسی

منابع

- Agrawal, R.L. 1991. Seed technology. Oxford and IBH Publishing. 658 pp. **(Book)**
- 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)**(Journal)**
- Arancon, N., Edwards, C., Dick, R. and Dick, L. 2007. Vermicompost tea production and plant growth impacts. Biocycle, 12: 51-52. **(Journal)**
- 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. **(Journal)**
- 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 fertilizer. Journal of the Science of Food and Agriculture, 89(1): 2383-2392. **(Journal)**
- 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)**(Journal)**
- 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. (In Persian)**(Journal)**
- 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. **(Journal)**
- De, F. and Kar, R.K. 1994. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiate*) under water stress induced by PEG-6000. Seed Science and Technology, 23: 301-304. **(Journal)**
- 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. **(Journal)**
- 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. **(Journal)**
- Gamze, O.K.U., Mehmet Demir, K.Y.A. 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. **(Journal)**

- Ganjeali, A., Porsa, H. and Bagheri, A. 2011. Assessment of Iranian chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasms for drought tolerance. *Agriculture Water Management*, 98: 1477– 1484. **(Journal)**
- 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. **(Journal)**
- 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. **(Journal)**
- 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> **(Website)**
- 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. **(Journal)**
- Hosseinzadeh, S.R., Amiri, H. and Ismaili, A. 2015. Effect of vermicompost fertilizer on photosynthetic characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *Photosynthetica*, doi: 10.1007/s11099-015-0162-x. **(Journal)**
- Hosseinzadeh, S.R., Salimi, A., Ganjeali, A. and Ahmadpour, R. 2012. Effects of foliar application of methanol on growth and root characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *European Journal of Experimental Biology*, 2(5): 1697-1702. **(Journal)**
- 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. (In Persian)**(Journal)**
- 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. **(Journal)**
- 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. **(Journal)**
- 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. **(Journal)**
- 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.). *African Journal of Biology*, 5: 1249-1253. **(Journal)**
- Michael, B.E. and Kaufman, M.R. 1976. The osmotic potential of polyethylenglycol-6000. *Plant Physiology*, 51: 914-916. **(Journal)**
- Muscolo, A., Bovalo, F., Gionfriddo, F. and Nardi, F. 1999. Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. *Soil Biology and Biochemistry*, 31(9): 1303-1311. **(Journal)**
- Opoku, G., Davies, F.M., Zetrio, E.V. and Camble, E.E. 1996. Relationship between seed vigor and yield of white beans (*Phaseolos vulgaris* L.). *Plant Variety Seed*, 9: 119-125. **(Journal)**
- Rahbarian, R., Khavari-nejad, R., Ganjeali, A., Bagheri, A.R. and 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)**(Journal)**
- Roche, C.T., Thill, D.C. and Shafii, B. 1997. Estimation of base and optimum temperatures for seed germination in common crupina (*Crupina vulgaris* L.). *Weed Science*, 45: 529-533. **(Journal)**
- 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. **(Journal)**
- 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*. *Applied Soil Ecology*, 45: 78-84. **(Journal)**

- 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. **(Journal)**
- Takef, A. 2000. Seedling emergence and growth of sorghum genotypes under variable soil moisture deficit. *Agronomy Journal*, 48: 95-102. **(Journal)**
- Tsui, C. 1948. The role of zinc in auxin synthesis in the tomato plant. *American Journal of Botany*, 35: 172-179. **(Journal)**
- Wenkert, W., Lemon, E.R. and Sinclair, T.R. 1978. Leaf elongation and turgor pressure in field-growth soybean. *Agronomy Journal*, 70: 761-764. **(Journal)**
- 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 Agricultural and Biological Science*, 3: 1-5. **(Journal)**
- 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. **(Journal)**

Interaction effects of vermicompost extract and drought stress on germination indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.cv. Pirouz)

SaeedReza Hosseinzadeh¹, Hamzeh Amiri*², Ahmad Ismaili³

Received: November 14, 2015

Accepted: January 10, 2016

Abstract

Vermicompost extract can reduce negative effects of different stresses on plant, due to its porous structure, high water storage capacity, and existence 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 four replications was conducted in 2014 at the Khatam Alanbia University of Behbahan. Seeds were sown in Petri dishes at different concentrations of vermicompost extract (0, 5, 10 and 20%) and four levels of negative water potential (0, -0.3, -0.6 and -0.9 MPa) that was prepared by PEG 6000. The seeds were placed in the germinator under controlled conditions. Vermicompost extract at -0.3 MPa significantly improved some germination indices, so that 10% levels of extract had the highest germination percentage 63.66%, radicle length 4.31 cm), 20% levels had the highest plumule dry weight (50.6 mg) and 5% levels had the highest radicle dry weight (89 mg) compared to control. Under -0.6 and -0.9 MPa, vermicompost extract, did not compensate for the negative effects of drought stress on germination characteristics. In general, this study showed that the use vermicompost extract during seed germination no significant effect under Severe drought stress, but under moderate drought stress (-0.3 MPa) is effective.

Key words: Consumed endosperm; Germination percentage; Germination speed index; PEG

1. Biology Department, Faculty of Sciences, Lorestan University, Khoramabad, Iran

2. Biology Department, Faculty of Sciences, Lorestan University, Khoramabad, Iran

3. Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khoramabad, Iran

*Corresponding author: Amiri_h_lu@yahoo.com