علوم و تحقیقات بذر ایران
سال سوم/ شماره سوم/ ۱۳۹۵ (۶۴ - ۵۱)

پاسخ جوانه‌زنی بذرهای خرفه (*Portulaca oleracea*) حاصل از گیاه مادری تغذیه شده با منابع مختلف کودی تحت سمیت کادمیوم

سیف‌اله فلاح[1*]، بهجت عمرانی[2] و آرزو اسپنانی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۱۲

چکیده

آلودگی منابع آبی و خاک با فلزات سنگین مانند کادمیوم سبب کاهش جوانه‌زنی و رشد بذور گیاهان رشد یافته تحت این شرایط می‌شود. از این‌رو تغذیه مطلوب گیاه مادری نقش عمده‌ای در ایجاد بذور با قابلیت جوانه‌زنی بهتر دارد. در این پژوهش پاسخ جوانه‌زنی بذرهای حاصل از گیاه خرفه تغذیه شده با کود مرغی و کود شیمیایی تحت سمیت کادمیوم، به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار مورد بررسی واقع شد. تیمارها شامل سه سطح بذر گیاه مادری خرفه تحت شرایط تغذیه‌ای مختلف (کود مرغی، کود شیمیایی و شاهد) و چهار غلظت کادمیوم (صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر) بودند. در این آزمایش صفات سرعت و درصد جوانه‌زنی ، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و شاخص بنیه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت کادمیوم، شاخص‌های جوانه‌زنی در تیمارهای کودی کاهش یافت. درصد جوانه‌زنی در تیمار کود مرغی روند خاصی را دنبال نکرد و ضریب سرعت جوانه‌زنی تنها برای کود شیمیایی دارای رابطه رگرسیونی معنی‌دار بود. اما طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن ریشه‌چه و بنیه بذر، به‌صورت تابع درجه دو کاهش یافتند. علاوه بر این وزن خشک ساقه‌چه تنها در تیمار کود شیمیایی به‌صورت درجه دو کاهش یافت. طول ریشه‌چه، حساس‌ترین شاخص به سمیت کادمیوم بود، چرا که در مقایسه با سایر پارامترها، در کلیه تیمارها با شیب تندتری کاهش نشان داد. به‌طور کلی نتیجه‌گیری می‌شود که کیفیت بذور گیاهان تغذیه شده با کود مرغی برای کشت در شرایط خاک‌های با احتمال آلودگی کادمیوم، بیش‌تر از کودهای شیمیایی است که این امر برتری تولید بذر در شرایط ارگانیک را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: ارگانیک، آلودگی کادمیوم، بنیه بذر، کود مرغی

۱- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
* نویسنده مسئول: falah1357@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

مطالعات گسترده گونه‌های مختلف گیاهی نشان داده است که کادمیوم برای گیاهان بسیار سمی بوده و با طیف گسترده‌ای از فرآیندهای مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در سلول تعامل دارد و سبب اختلالات رشد و توسعه در بسیاری از گونه‌های گیاهی می‌شود (Lux *et al*., 2011). بر اثر تنش کادمیوم و اثر بر DNA در هسته و غشاء پلاسمایی و به دنبال آن نکروز و مرگ سلول، غشا قادر به تحمل سمیت نمی‌باشد و در نتیجه تخریب می‌شود و محتویات آن به بیرون از سلول تراوش می‌نماید (Sanchez-Chardi *et al*., 2009)، که این امر باعث کاهش مقدار محتویات و آب سلول می‌شود (Alvarenga *et al*., 2009) و در نتیجه مانع جوانه‌زنی و رشد گیاهچه (Curguz *et al*.,2012)، کاهش ارتفاع ساقه و طول ریشه، لعاب‌دار شدن و تغییر رنگ در ریشه اصلی از زرد به قهوه‌ای و کاهش شاخساره گیاه (اندام هوایی)، شاخه جانبی و تجزیه ریشه جانبی می‌گردد (Rascio and Navari-Izzo, 2011). البته علائم مستقیم و اولیه سمیت فلزات سنگین شامل کاهش تکثیر سلولی و مهار رشد سلولی است که اغلب به‌عنوان شاخص سمیت شناخته شده است (Ahmad *et al*., 2013).

جوانه‌زنی که از مراحل مهم رشد گیاه است، حساس‌ترین مرحله رشد گیاهان به تغییرات محیطی می‌باشد (Liu *et al.,* 2011)، زیرا قرار گرفتن مرحله جوانه‌زنی بذر در شرایط نامساعد محیطی استقرار بوته‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد (Bandara and Slinkard, 2000).

از جمله عوامل تأثیرگذار بر جوانه‌زنی بذور، محیطی است که بذر در آن، روی گیاه مادری توسعه می‌یابد. در بررسی گونه چمن تشی *Cenchrus ciliaris* تأثیر چهار عامل محیطی طی دوره نمو بذر بر جوانه‌زنی آن مورد ارزیابی قرار گرفت. این گونه در پاسخ به دماهای بالا و همچنین روزهای کوتاه‌تر برای گیاه مادری با در دسترس داشتن عناصر غذایی، منجر به افزایش توانایی جوانه‌زنی بذور شده است، اما در پاسخ به تنش خشکی این توانایی کاهش یافت. در واقع این نشان می‌دهد که گیاه مادری می‌تواند نیاز بذر برای جوانه‌زنی را کنترل کند (Fenner and Thompson, 2005). از عناصر غذایی بسیار مهم برای رشد گیاهان نیتروژن است. نیتروژن توانست نیاز به نور برای تحریک جوانه زنی بذر *Arabidopsis thaliana* را تحت تاثیر قرار دهد، در واقع جوانه‌زنی بذر آن توسط رژیم تغذیه‌ای نیترات گیاه مادر تحت تأثیر قرار گرفته شد (Aloresi *et al*., 2005).

در گیاه ریحان میزان فتوسنتز برگ و به دنبال آن عملکرد دانه تحت تأثیر کود شیمیایی افزایش یافت (Weisany *et al*., 2012). سهولت جذب و فراهمی نیتروژن برای گیاه توسط منابع شیمیایی نسبت به منابع ارگانیک باعث جذب سریع‌تر این منبع تغذیه‌ای توسط گیاه می‌شود (Kramer *et al*., 2002). از طرفی، کود دامی باعث افزایش معنی‌دار مواد آلی خاک و همچنین افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی مانند روی، مس، آهن، فسفر، پتاسیم و نیتروژن خاک گردید که این امر تغذیه بهتر بذرها را فراهم نمود، و در نتیجه بذرهای درشت‌تر با بنیه بیش‌تری تولید گردیدند که امکان کشت آن‌ها حتی در شرایط تنش‌زا فراهم شد (Rezaenejad and Afyuni, 2001). الشیخ و الزیدانی (Elsheikh and Elzidany, 1997) اعلام کردند که مصرف کود مرغی و نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه و عملکرد دانه شد.

گیاه خرفه با نام علمی *Portulaca oleracea* گیاهی یک‌ساله و چهار کربنه با ساقه‌های گوشت‌دار و قرمز و برگ‌های متقابل، دارای یک ریشه‌ی اصلی ضخیم بلند به‌همراه چندین ریشه‌ی جانبی، ضخیم و آب‌دار و گل‌های کوچک به رنگ زرد و سفید با بذور سیاه ریز می‌باشد. این گیاه در قسمت‌های جنوبی ایران به‌طور وسیع کشت می‌شود (Zargre, 2001) و برای درمان سر درد، دل درد، کاهش فشار خون، بیماری پوستی و اگزما توصیه می‌شود (Moreau and Savage, 2001).

ازآن‌جائی که مرحله جوانه‌زنی از حساس‌ترین مراحل رشد گیاهان به فلزات سنگین است و وجود کادمیوم در منابع آب و خاک ممکن است این مرحله از رشد با مشکل مواجه سازد. از طرفی نیز شرایط تغذیه‌ای گیاه مادری نقش به‌سزایی در تولید بذر بیش‌تر و با کیفیت بهتر ایفا می‌کند. از این‌رو در این پژوهش چگونگی تأثیر تیمارهای مختلف کودی (کود مرغی و کود شیمیایی) در بهبود عملکرد بذر حاصل از گیاه مادری تغذیه شده توسط کودهای دامی یا شیمیایی و تعیین بهترین تیمار کود برای حصول حداکثر عملکرد کمی و کیفی بذر خرفه و بالا

Archive of SID
www.SID.ir

بردن بنیه بذرها برای آغاز جوانه‌زنی تحت شرایط تنش کادمیوم مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه بذر

کشت خرفه (توده محلی بوشهر) در پنجم تیر ماه در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد (با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۲۱۱۶ متر از سطح دریا) صورت گرفت.

در تیمار کود مرغی بر اساس نیاز فسفری گیاه خرفه، مقدار ۲۶۸ کیلوگرم فسفر در هکتار از منبع کود مرغی قبل از کاشت با خاک مخلوط شد، در تیمار کود شیمیایی (معادل تیمار کود مرغی بر اساس نیاز فسفری) ۲۸۷ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل و ۱۶/۶ کیلوگرم در هکتار کود ریزمغذی (حاوی آهن، روی، مس و منگنز به‌ترتیب ۷، ۵، ۱ و ۴ درصد) در نظر گرفته شد که فقط دو سوم کود اوره به صورت سرک مصرف شد و مابقی کودها قبل از کاشت با خاک مخلوط گردید. در تیمار شاهد نیز کودی مصرف نشد. آبیاری با توجه به شرایط محیطی و نیاز گیاه به صورت ۳ روز یک‌بار به‌روش غرقابی انجام شد. وجین دستی علف‌های هرز در طول دوره رشد انجام گردید. برداشت در دوازدهم مهر ماه پس از رسیدگی فیزیولوژیک بذور جهت اندازه‌گیری پارامترهای بذری انجام شد. بذور حاصله، پس از بوجاری و حذف مواد زائد در نهایت توزین شدند. میانگین وزن هزاردانه این بذور در تیمار کود مرغی، کود شیمیایی و شاهد به‌ترتیب ۰/۴۴، ۰/۳۹ و ۰/۲۸ گرم بود.

شرایط جوانه‌زنی

پژوهش حاضر در محیط ژرمیناتور (محیط کشت) به روش کشت بذرها در پتری در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی اجرا شد. قبل از شروع آزمایش بذرها را با آب معمولی و آب مقطر شستشو شده و سپس در الکل ۷۰ درصد به مدت ۱۰ ثانیه قرار داده شدند و مجدداً با آب مقطر شستشو و سپس بذور با هیپوکلریت سدیم (۵ درصد) ۴۰ درصد تجاری به مدت ۱۰ دقیقه ضدعفونی و در نهایت با آب مقطر شستشو داده شدند (Espanani, 2015). در این آزمایش بذر حاصل از گیاه مادری خرفه تحت شرایط تغذیه با کود ارگانیک (کود مرغی)، تغذیه با کود شیمیایی و عدم استفاده از کود (شاهد) به‌عنوان عامل اول و چهار سطح مختلف کادمیوم (۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر) به‌همراه شاهد (عدم کادمیوم) به‌عنوان عامل دوم به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار مورد بررسی قرار گرفت.

به‌منظور اجرای آزمایش، از هر تیمار ۵۰ عدد بذر روی کاغذ صافی در درون پتری استریل به قطر ۹ سانتی‌متر در شرایط تاریکی و دمای متناوب ۲۰ تا۳۰ درجه سانتی‌گراد در ژرمیناتور قرار داده شدند. تعداد بذرهای جوانه‌زده هر ۲۴ ساعت به مدت ۱۴روز برای گیاه خرفه ثبت شد (ISTA, 2009). مبنای جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر بود (ISTA, 2009). در پایان زمان‌های فوق‌الذکر پارامترهای کیفی زیر محاسبه شد. درصد جوانه‌زنی از رابطه ۱ محاسبه گردید (Ikic *et al*., 2012):

$$GP = \left({}^{GS}/_{TS}\right) \times 100 \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در این رابطه GP، GS و TS به ترتیب درصد جوانه‌زنی، تعداد بذر جوانه‌زده و تعداد کل بذر کشت شده می‌باشند. ضریب سرعت جوانه‌زنی از رابطه ۲ محاسبه می‌شود (Kotowski, 1926):

$$CVG = \left[{}^{N}/_{\sum nt}\right] \times 100 \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در این رابطه CVG، N و n به‌ترتیب ضریب سرعت جوانه‌زنی، تعداد کل بذور جوانه‌زده در پایان آزمایش و بذوری که در زمان t جوانه زدند (تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز) می‌باشند.

شاخص بنیه‌ی بذر از حاصل‌ضرب درصد جوانه‌زنی استاندارد و طول ریشه‌چه به‌دست می‌آید که نشان‌دهنده قدرت رشد بذر و طویل شدن گیاهچه در شرایط تنش‌زا می‌باشد (Abou El-Magd *et al*., 2006).

شاخص بنیه بذر از رابطه زیر محاسبه گردید (Kalsa and Abebie, 2012):

$$VI = GP\,(\%) \times RL\,(cm) \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در این رابطه GP و RL به‌ترتیب درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه می‌باشند. وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ پس از خشک شدن در آون در

Archive of SID

www.SID.ir

دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد (Ya-jing *et al.*, 2009).

تجزیه آماری داده‌ها

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه واریانس شده و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای تعیین اثرات متقابل معنی‌دار از روش برش‌دهی استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس برای صفات درصد جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در جدول ۱ نشان می‌دهد که بین سطوح مختلف کادمیوم و تیمارهای کودی و اثرات متقابل سطوح کادمیوم با تیمار کودی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۱).

نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیونی نشان داد که صفات درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و شاخص بنیه‌ی بذر در بذرهای حاصل از گیاه مادری تیمار شده با کود مرغی و شیمیایی، در سطوح مختلف کادمیوم دارای اختلاف آماری معنی‌دار بودند اما برای ضریب سرعت جوانه‌زنی، تنها تیمار کود شیمیایی اختلاف معنی‌دار نشان داد و درصد جوانه‌زنی نیز در تیمار کود مرغی اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۲ و ۳). معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در بذرهای به‌دست آمده از گیاه خرفه تغذیه شده با کود مرغی و شیمیایی تحت تنش کادمیوم

Table 1. Analysis of variance (mean square) for germination percent and rate, root length and shoot length of parental plant seeds fed with broiler litter and chemicals fertilizer under cadmium stress

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	ضریب سرعت جوانه‌زنی Germination rate index	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Shoot length
تیمار کود Fertilizer treatment (F)	2	49.38**	905.96**	0.016**	0.1**
غلظت کادمیوم Cadmium concentration (Cd)	4	24.37**	120.62**	11.89**	8.08**
تیمار کود× کادمیوم F×Cd	8	4.71**	101.56**	0.001**	0.019**
خطا Error	45	0.98	20.27	0.0003	0.0052
ضریب تغییرات CV(٪)		1.01	14.51	2.7	5.61

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

**: significant at 1% level of probability.

در جدول۳ روابط رگرسیونی و ضرایب تبیین صفات مورد مطالعه ارائه شده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود ضرایب تبیین برای درصد جوانه‌زنی و ضریب سرعت جوانه زنی حدود ۰/۸ و برای سایر صفات بیش از ۰/۹۹ است.

درصد و ضریب سرعت جوانه‌زنی

درصد جوانه‌زنی برای تیمار کود مرغی از رابطه خطی یا درجه دو رگرسیونی تبعیت نکرد و بدون اختلاف معنی‌دار بود و روند خاصی را نشان نداد (جدول ۲). با توجه به شکل ۱ مشخص است افزایش غلظت کادمیوم به ۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر، سبب کاهش درصد جوانه‌زنی در تیمار کود شیمیایی و تیمار شاهد شد و البته این کاهش چندان قابل ملاحظه نبود. در کلیه سطوح کادمیوم، بذرهای به‌دست آمده از گیاه مادری تیمارشده با کود مرغی، مقاومت بیش‌تری را به سمیت کادمیوم حتی در سطوح بالای آن (۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر) نشان دادند و از درصد جوانه‌زنی بیش‌تری نسبت به تیمار شاهد برخوردار بودند. کود شیمیایی سبب بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی در مقایسه با تیمار شاهد شدند. در سطوح صفر تا ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم، تیمار کود شیمیایی هم سطح تیمار کود مرغی بود اما در غلظت‌های ۶۰ و ۸۰

Archive of SID
www.SID.ir

میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم، این دو تیمار اختلاف معنی‌داری نشان دادند.

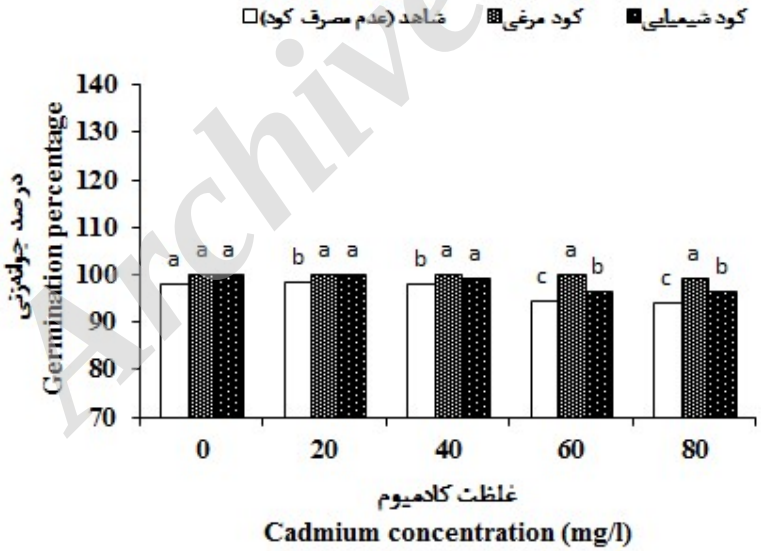
جدول ۲- نتایج تجزیه رگرسیونی اثر تنش کادمیوم بر سرعت و درصد جوانه‌زنی ، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و شاخص بنیه بذرهای به‌دست آمده از گیاه مادری تغذیه شده با کود مرغی و کود شیمیایی

Table 2. Regression analysis of cadmium stress effect on germination percentage and rate, shoot length, root length, shoot dry weight, root dry weight and seed vigor index of parental plant seeds fed with broiler litter and chemicals fertilizer

	شاهد Control		کود شیمیایی Chemical fertilizer		کود مرغی Broiler litter	
	درجه دو Quadratic	خطی Linear	درجه دو Quadratic	خطی Linear	درجه دو Quadratic	خطی Linear
درصد جوانه‌زنی Germination percentage	0.002**	<0.0001**	0.02*	0.0006**	1ns	1ns
ضریب سرعت جوانه‌زنی Germination rate index	0.4ns	0.09ns	0.0009**	0.05*	0.42ns	0.33ns
طول ساقه‌چه Shoot length	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**
طول ریشه‌چه Radicle length	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**
وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	0.1ns	<0.0001**	0.003**	<0.0001**	0.77	<0.0001**
وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**
شاخص بنیه بذر Seed vigor index	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**

مقادیر جدول بیانگر سطح احتمال است.

Table values are the probability level.



شکل ۱- پاسخ درصد جوانه‌زنی بذور خرفه به‌دست آمده از گیاه مادری تغذیه شده با منابع مختلف کودی به تنش کادمیوم

Figure 1. Germination percentage response of parental plant seeds fed with different sources of fertilizer to cadmium stress

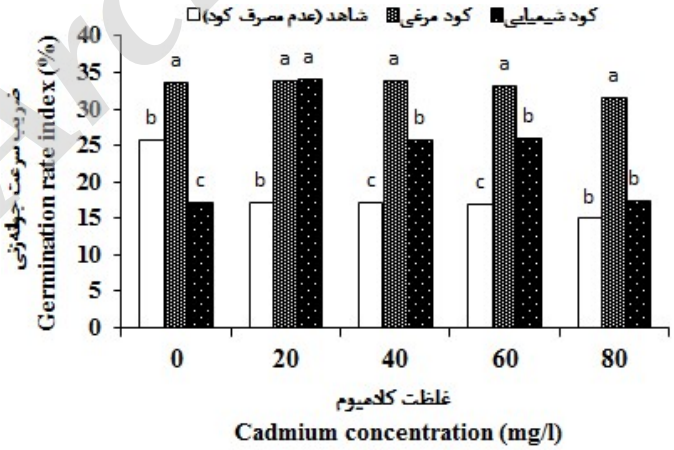
Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳- پاسخ درصد جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و شاخص بنیه بذر به سطوح مختلف کادمیوم

Table 3. Response of germination percentage, germination rate index, shoot length, radicle length, shoot dry weight, root dry weight and seed vigor index to the different of Cd concentration

	کود مرغی Broiler litter		کود شیمیایی Chemicals fertilizer		شاهد Control	
	ضریب تبیین R2	رابطه Equation	ضریب تبیین R2	رابطه Equation	ضریب تبین R2	رابطه Equation
درصد جوانه‌زنی Germination percentage	0.5164	y = -0.3571x2 + 0.9429x + 97.7	0.7940	y = -0.1429x2 - 0.1929x + 100.6	0.9058	y = -0.3571x2 + 0.9429x + 97.7
ضریب سرعت جوانه‌زنی Germination rate index	0.3757	y = -0.6429x2 + 3.0651x + 30.954	0.8389	y = -3.0421x2 + 17.494x + 5.04	0.4562	y = 1.2671x2 - 9.2869x + 32.876
طول ساقه‌چه Shoot length	0.9881	0.13x2 - 1.272x + 3.726	0.9991	y = 0.1071x2 - 1.1389x + 3.546	0.9998	y = 0.1x2 - 1.084x + 3.354
طول ریشه‌چه Root length	0.9994	y = 0.3043x2 - 2.2977x + 4.352	0.9999	y = 0.3057x2 - 2.2903x + 4.29	0.999	y = 0.3086x2 - 2.3074x + 4.276
وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	0.9972	y = -0.0007x + 0.0091	0.9995	y = -7E-05x2 - 0.0002x + 0.008	0.999	y = -0.0006x + 0.0079
وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight	0.9985	y = 0.0002x2 - 0.0015x + 0.0046	0.9985	y = 0.0002x2 - 0.0018x + 0.0046	0.9975	y = 0.0002x2 - 0.0014x + 0.0039
شاخص بنیه بذر Seed vigor index	0.9994	y = 30.503x2 - 230.41x + 436.16	0.9999	y = 30.693x2 - 230.1x + 430.55	0.9993	y = 30.359x2 - 227.48x + 422.06

با توجه به جدول تجزیه رگرسیون (جدول ۲) ضریب سرعت جوانه‌زنی تنها برای تیمار کود شیمیایی از رابطه خطی یا درجه دو رگرسیونی تبعیت کرد درحالی‌که این پارامتر برای کود مرغی و تیمار شاهد روند خاصی را دنبال نکرد. برای ضریب سرعت جوانه‌زنی در تیمار کود مرغی افزایش معنی‌داری نسبت به دیگر تیمارها وجود داشت. به‌طورکلی افزایش در غلظت کادمیوم، در تیمار کود شیمیایی سبب کاهش ضریب سرعت جوانه‌زنی شد. در سطح مصرف ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم، ضریب سرعت جوانه‌زنی نسبت به تیمار صفر کادمیوم (شاهد) بیش‌تر بود، اما پس از این سطح (۲۰ میلی‌گرم بر لیتر)، این پارامتر کاهش یافت (شکل ۲).



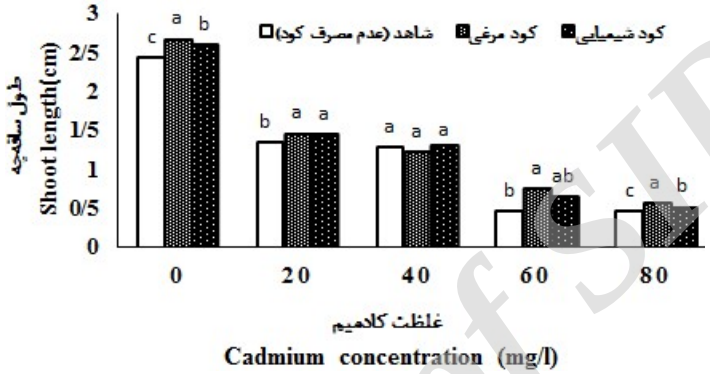
شکل ۲- پاسخ ضریب سرعت جوانه‌زنی بذور خرفه به‌دست آمده از گیاه مادری تغذیه شده با منابع کودی به تنش کادمیوم

Figure 2. Replies Germination rate index response parental plant seeds fed with different sources of fertilizer to cadmium stress

Archive of SID
www.SID.ir

طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه

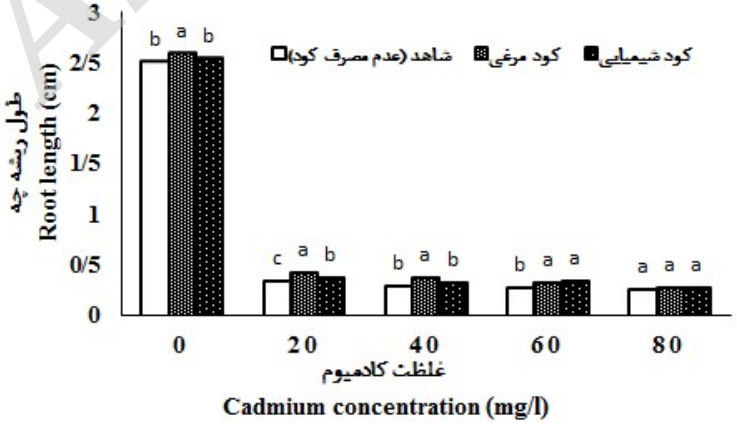
پاسخ طول ساقه‌چه در تیمارهای مختلف کود (مرغی و شیمیایی) و تیمار شاهد به‌صورت معادله درجه دو مقعر بود (جدول ۲). با افزایش سطح کادمیوم، طول ساقه‌چه در کلیه تیمارها کاهش یافت. تیمار کود مرغی بیش‌ترین میزان طول ساقه‌چه را نشان داد درحالی‌که تیمار شاهد در پایین‌ترین سطح به استثنای غلظت ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم قرار داشت (شکل ۳). بین کلیه‌ی تیمارها در غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم از نظر طول ساقه‌چه اختلاف چندانی وجود نداشت. علی‌رغم این‌که در غلظت ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم، بذرهای به‌دست آمده از گیاه مادری تغذیه شده با تیمار کود شیمیایی طول ساقه‌چه بیش‌تری را نشان دادند، این درحالی بود که با تیمار کود مرغی و تیمار شاهد به موازات هم قرار داشتند (شکل ۳). اما با افزایش غلظت به ۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر، تیمار کود مرغی مجدداً در سطح بالاتری در مقایسه با سایر تیمارها قرار گرفت.



شکل ۳- پاسخ طول ساقه‌چه بذور خرفه به‌دست آمده از گیاه مادری تغذیه شده با منابع مختلف کودی به تنش کادمیوم

Figure 3. Shoot length response parental plant seeds fed with different sources of fertilizer to cadmium stress

با افزایش سطح کادمیوم، طول ریشه‌چه در تیمارهای کود مرغی، کود شیمیایی و شاهد به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت. البته کاهش طول ریشه‌چه در تیمار شاهد بیش‌تر از تیمار کود مرغی و شیمیایی بود هر چند که این تفاوت چندان محسوس نبود. به‌طورکلی، از طویل‌شدن ریشه‌چه گیاهچه خرفه تحت سمیت کادمیوم در مقایسه با طول ساقه‌چه و حتی درصد جوانه‌زنی به‌میزان بیش‌تری ممانعت شد چرا که در اثر افزایش سطح کادمیوم، میزان این پارامتر با شیب بیش‌تری کاهش یافت (شکل ۴). در تیمار کود مرغی در کلیه سطوح کادمیوم، بیش‌ترین میزان طول ریشه‌چه وجود داشت و این درحالی بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار کود شیمیایی در غلظت‌های۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم را نشان نداد. در غلظت صفر کادمیوم (شاهد) و ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر، تیمار شاهد به موازات کود شیمیایی قرار داشت (شکل ۴).



شکل ۴- پاسخ طول ریشه‌چه بذور خرفه به‌دست آمده از گیاه مادری تغذیه شده با منابع مختلف کودی به تنش کادمیوم

Figure 4. Radicle length response of parental plant seeds fed with different sources of fertilizer to cadmium stress

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج تجزیه واریانس برای صفات وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و شاخص بنیه‌ی بذر در جدول ۴ نشان می‌دهد بین سطوح کادمیوم و تیمار کود در سطح احتمال ۱ درصد و همچنین اثرات متقابل سطوح کادمیوم با تیمار کود در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت، به‌استثناء اثر متقابل بین سطوح کادمیوم و تیمار کود برای شاخص وزن خشک ساقه‌چه که بدون اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۴).

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات تیمارهای کود بر وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و شاخص بنیه‌ی بذر در بذرهای به‌دست آمده از گیاه مادری تغذیه شده با کود مرغی و کود شیمیایی تحت تنش کادمیوم

Table 3. Analysis of variance (mean square) for radicle dry weight, shoot dry weight and seed vigor index of parental plant seeds fed with broiler litter and chemicals fertilizer under cadmium stress

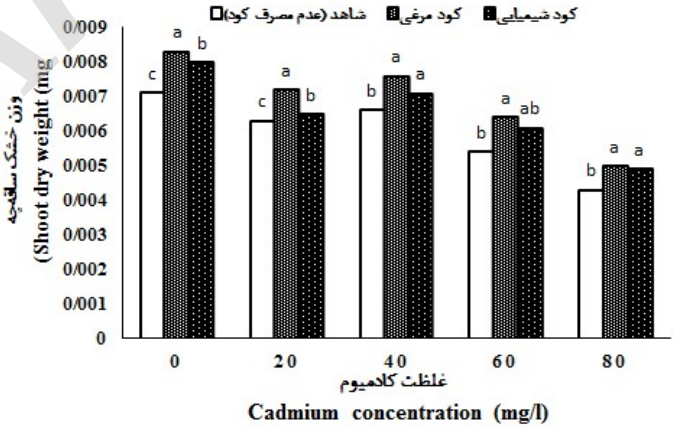
منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	شاخص بنیه بذر Seed vigor index
تیمار کود Fertilizer treatment (F)	2	0.000002**	0.000004**	269.89**
غلظت کادمیوم Cadmium concentration (Cd)	4	0.000009**	0.00001**	118274**
کادمیوم×تیمار کود F×Cd	8	0.00000004*	0.000001ns	14.23*
خطا Error	45	0.00000002	0.00000008	10.66
CV (٪)		7.93	4.23	3.22

ns، **و * به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشد.

ns, **and *: Not-significant, significant at 1% and 5% level of probability, respectively.

وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه

براساس شکل ۵ می‌توان بیان نمود که کود مرغی در کلیه سطوح کادمیوم بیش‌ترین وزن خشک ساقه‌چه را در غلظت‌های سطح صفر کادمیوم (شاهد) و ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم به‌خود اختصاص داد و تیمار شاهد در پایین‌ترین سطح قرار گرفت. در غلظت ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم، تیمار کود شیمیایی و تیمار شاهد در یک سطح قرار داشتند اما در سایر سطوح مصرف کادمیوم، تیمار کود شیمیایی وزن خشک ساقه‌چه بیش‌تری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد. کود مرغی در سطح مصرف ۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم، هم‌سطح با تیمار کود شیمیایی بود. در تیمار کود شیمیایی، پس از کاهش در سطح صفر کادمیوم (شاهد) و ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم، افزایش وزن خشک ساقه‌چه در این تیمار در غلظت ۴۰، ۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد.

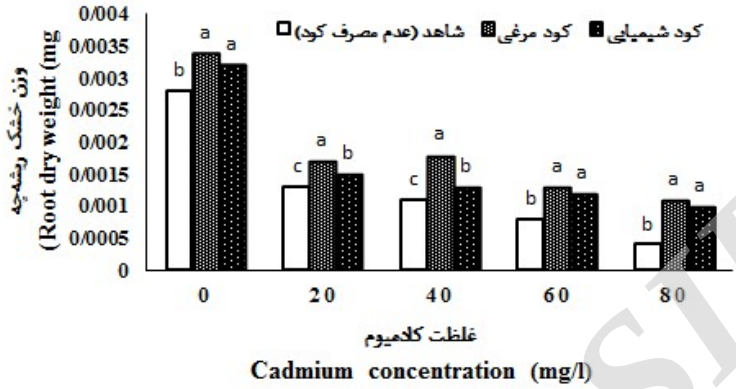


شکل ۵- پاسخ وزن خشک ساقه‌چه بذور خرفه به‌دست آمده از گیاه مادری تغذیه شده با منابع کودی به تنش کادمیوم

Figure 5. Shoot dry weight response of parental plant seeds fed with different sources of fertilizer to cadmium stress

Archive of SID
www.SID.ir

همان‌طورکه در شکل ۶ مشاهده می‌شود در تیمارهای کود مرغی، شیمیایی و شاهد افزایش سمیت کادمیوم، باعث کاهش معنی‌داری در وزن خشک ریشه‌چه گردید. تیمار شاهد کم‌ترین میزان وزن خشک ریشه‌چه را در کلیه سطوح مصرف کادمیوم نشان داد. تیمار کود مرغی در مقایسه با سایر تیمارها در سطح بالاتری قرار داشت اما در غلظت‌های ۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم، تیمار کود شیمیایی و کود مرغی نسبتاً در یک سطح قرار داشتند. تیمار کود مرغی که در اکثر سطوح کادمیوم بیش‌ترین طول ریشه‌چه را داشت (شکل ۴) از نظر وزن خشک ریشه‌چه نیز در سطح بالاتری قرار گرفت (شکل ۶).

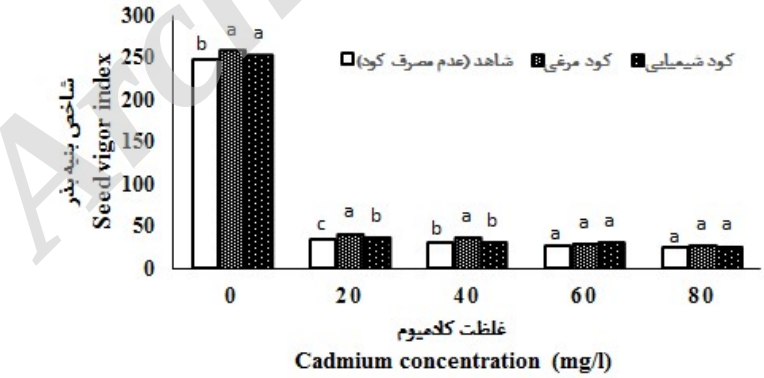


شکل ۶- پاسخ وزن خشک ریشه‌چه بذور خرفه به‌دست آمده از گیاه مادری تغذیه شده با منابع کودی به تنش کادمیوم

Figure 6. Radicle dry weight response of parental plant seeds fed with different sources of fertilizer to cadmium stress

شاخص بنیه بذر

با توجه به شکل ۷ با افزایش غلظت کادمیوم شاخص بنیه بذر در کلیه‌ی تیمارها کاهش یافت. تا غلظت ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم، بیش‌ترین شاخص بنیه بذر مربوط به تیمار کود مرغی بود اما در سطوح بالاتر کادمیوم (۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر) تفاوتی بین تیمارها مشاهده نشد. سطح نسبتاً مطلوب شاخص بنیه بذر به‌دست آمده با تیمار کود مرغی مربوط به افزایش دو جزء مهم آن یعنی درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه بوده است (شکل ۱ و ۴)، درحالی‌که پایین‌بودن شاخص بنیه بذر به‌دست آمده تحت تیمار شاهد بیش‌تر مربوط به کاهش طول ریشه‌چه در مقایسه با درصد جوانه‌زنی بوده است (شکل ۱ و ۴).



شکل ۷- پاسخ شاخص بنیه بذر بذور خرفه به‌دست آمده از گیاه مادری تغذیه شده با منابع کودی به تنش کادمیوم

Figure 7. Seed vigor index response of parental plant seeds fed with different sources of fertilizer to cadmium stress

بحث

کالای و همکاران (Kalai *et al*., 2014) بیان داشتند که کاهش جوانه‌زنی و کاهش توسعه گیاهچه تحت سمیت کادمیوم، به‌دلیل کاهش جذب آب نیست بلکه به‌دلیل کاهش انتقال مواد اندوخته‌ای از آندوسپرم به جنین است. در بسیاری از گیاهان کادمیوم از جوانه‌زنی بذور ممانعت نمی‌کند (Groppa *et al*., 2008). به‌طوری که در غلظت‌های کم کادمیوم، جوانه‌زنی تحت تأثیر قرار

Archive of SID
www.SID.ir

نمی‌گیرد حتی در برخی گیاهان کادمیوم تحریک کننده جوانه‌زنی بوده است (Wang and Zhou, 2005)، اما در سطوح بالاتر ممانعت‌کننده به‌شمار رفته است. در رابطه با اثر کادمیوم بر زیره سبز (*carum carvi*) دیده شد که ریشه این گیاه بیش‌تر از جوانه‌زنی تحت تأثیر کادمیوم قرار گرفت (Jeliazkova, 2003). تحقیقات انجام شده توسط ژلیازکوا (Jeliazkova, 2003) در رابطه با اثر کادمیوم بر جوانه‌زنی، آشکار کرد که جوانه‌زنی تحت تأثیر کادمیوم قرار نگرفته است. در این پژوهش نیز بذر گیاه خرفه موفق به جوانه‌زنی حتی در سطوح بالای کادمیوم شد.

همچنین دلیل کاهش رشد گیاهچه در اثر سمیت کادمیوم می‌تواند نتیجه کاهش رشد و تقسیم سلول‌های مریستمی در ناحیه غشاء سلولی و فعالیت برخی آنزیم‌ها در کوتیلدون و آندوسپرم باشد. زمانی که فعالیت آنزیم آمیلاز و هیدرولیتیک تحت تأثیر کادمیوم کاهش می‌یابد مواد غذایی به ریشه‌های اولیه و اندام‌های اولیه نمی‌رسد و در نتیجه طول گیاهچه کاهش می‌یابد (Kabir *et al*., 2008).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تیمار شاهد به‌علت کمبود مواد غذایی گیاه مادری دارای بذرهای با بنیه کم‌تری بود به‌طوری‌که در برابر تنش کادمیوم مقاومت کم‌تری را نسبت به بذرهای به‌دست آمده از گیاهان مادری تیمارشده با کود مرغی یا کود شیمیایی نشان داد و از میزان جوانه‌زنی و رشد اولیه کم‌تری برخوردار بود. کود مرغی یا کود شیمیایی سبب بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی در مقایسه با تیمار شاهد شدند. طویل‌شدن ریشه‌چه تحت تیمار کود مرغی می‌تواند به این دلیل باشد که بذور به‌دست آمده از گیاه مادری تیمار شده با کود مرغی به‌علت داشتن وزن بیش‌تر (Omrani and Fallah, 2016) از سرعت جوانه‌زنی بالاتری نسبت به سایر تیمارها (شکل ۲) برخوردار بوده و در مقایسه با بذور دیگر زمان بیش‌تری برای رشد داشته‌اند، مضاف بر این‌که بزرگ‌تر بودن بذر امکان حمایت تغذیه‌ای گیاهچه را نیز فراهم می‌نماید (Fenner and Thompson, 2005). کود دامی با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک (Singer *et al*., 2007) باعث ایجاد شرایط مناسب برای رشد گیاه خرفه شد و با افزایش سرعت و مدت فتوسنتز باعث افزایش وزن دانه در بوته مادری گردید.

نتایج به‌دست آمده از سایر پژوهش‌ها نشان می‌دهد که افزایش کاربرد کود دامی و کود شیمیایی سبب تحریک فتوسنتز توسط گیاه و افزایش رشد آن می‌شود، که این امر منجر به افزایش عملکرد و اجزای عملکرد و تولید بذرهای بیش‌تر و با کیفیت می‌گردد (Sheng- Shuju *et al*., 1998). نتایج نشان می‌دهد که جهت حصول عملکرد کمی و کیفی مطلوب دانه در گیاه عوامل متعددی از جمله سیستم ریشه‌ای قوی، جذب آب، املاح و عناصر غذایی کافی و دارا بودن سطح فتوسنتز کننده مناسب دخیل‌اند تا بر این اساس بذرهای با کیفیت مورد نظر حاصل شوند که قابلیت کشت و رشد در شرایط نامناسب و تنش‌زا را به‌همراه داشته باشند (Pouryousef *et al*., 2011). کاربرد عناصر و مواد غذایی، نه تنها نقش اساسی در افزایش عملکرد گیاهان دارویی دارد بلکه در بهبود کمیت و کیفیت مواد مؤثره محصول تولید شده نیز مؤثر می‌باشد (Chatterjee, 2002).

نیتروژن با تأثیر بر روی تقسیم و بزرگ‌شدن سلول‌ها سبب افزایش رشد رویشی و فتوسنتز بیش‌تر جهت تأمین مواد غذایی مورد نیاز برای بذرها و فسفر منجر به افزایش تعداد دانه و وزن دانه و تسریع در رسیدگی بذرها می‌شود (Pouryousef *et al*., 2010). حیدری و جهان تیغی (Heidari and Jahantighi, 2014) گزارش نمودند که کود نیتروژن باعث افزایش تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه گیاه و بهبود جذب سایر عناصر غذایی مانند آهن و مس در سیاهدانه تحت شرایط تنش خشکی شد و از این طریق بر عملکرد و کیفیت بذرهای به‌دست آمده اثر مثبت داشت. کود شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش نیز، شامل نیتروژن و فسفر و کود ریزمغذی بود که توانست در مقایسه با تیمار شاهد اثرات مثبتی در رشد گیاه و پارامترهای جوانه‌زنی بذر ایجاد کند. در گیاه زنیان استفاده از کود شیمیایی و دامی سبب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شد (Akbarinia *et al*., 2003).

کرامر و همکاران (Kramer *et al*., 2002) بیان داشتند که سهولت جذب و فراهمی نیتروژن برای گیاه از منابع شیمیایی نسبت به منابع ارگانیک (کود دامی) باعث جذب سریع‌تر این منبع تغذیه‌ای توسط گیاه می‌شود. برتری کود شیمیایی می‌تواند به‌دلیل اثر مثبت نیتروژن بر روی رشد رویشی باشد که سبب افزایش فتوسنتز و ارسال

Archive of SID
www.SID.ir

مواد غذایی بیش‌تر به سمت دانه‌ها می‌گردد (Weisany *et al*., 2012). افزایش میزان عناصر غذایی در دسترس گیاه زیره سبز به‌خصوص نیتروژن و فسفر باعث تحریک رشد گیاه و افزایش رشد سبزینگی و افزایش فتوسنتز شد که این خود بر افزایش تعداد و وزن دانه‌ها تأثیرگذار بود (Kafi, 2002.).

کود مرغی منبع غنی از همه عناصر غذایی ضروری گیاه مانند منیزیم، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم (Akanni and Ojeniyi, 2007) است که قسمتی یا همه عناصر غذایی را جبران می‌کند (Tewolde *et al*., 2008). کود دامی، از طریق افزایش غلظت عناصر در گیاه و سپس در دانه، منجر به تولید بذرهایی با بنیه بالا و قابلیت جوانه‌زنی بیش‌تر حتی تحت شرایط تنش خشکی شد (Pouryousef *et al*., 2011). افزایش میزان فسفر در گیاه و دانه در تیمار کود دامی نسبت به تیمار شیمیایی را می‌توان به افزایش فعالیت میکروبی خاک و بهبود فراهمی جذب عناصر غذایی مانند فسفر در خاک نسبت داد (Hati *et al*., 2006). بنابر گزارش جاستین و همکاران (Chastain *et al*., 2001) در کود مرغی علی‌رغم سایر کودهای دامی درصد عناصر غذایی قابل استفاده گیاه بالا است و بخش عمده نیتروژن (۵۰ تا ۷۵ درصد نیتروژن کل) در طی یک فصل رشد برای گیاه قابل دسترس می‌باشد. وجود اکثر عناصر ضروری در کود دامی که به تدریج آزاد می‌شوند در افزایش غلظت این عناصر در خاک بسیار مؤثر می‌باشد که از این طریق گیاه می‌تواند عناصر بیش‌تری جذب کرده و رشد و گسترش ریشه افزایش یافته و در نهایت میزان جذب و غلظت عناصر غذایی در گیاه و حتی دانه افزایش می‌یابد (Blaise *et al*., 2005).

ویلدووا و همکاران (Vildova *et al*., 2006) گزارش نمودند که میزان عناصر غذایی و حتی ترکیبات ضروری دانه گیاه بابونه در شرایط کشت با کود مرغی بیش‌تر از شاهد و حتی کود شیمیایی بود. نتایج نشان داد که تیمارهای ارگانیک بیش‌ترین تأثیر را در افزایش طول سنبله، تعداد سنبله، وزن هزاردانه و عملکرد دانه در گیاه اسفرزه داشتند (Yadav *et al*., 2002). بسیاری از محققان بر این عقیده هستند که گیاهان کشت شده در سیستم کشاورزی ارگانیک به‌علت بهبود کیفیت خاک، اغلب ویتامین b و c، ترکیبات فنولی، متابولیت‌های ثانویه و بتاکاروتن بیش‌تری در مقایسه با گیاهان شیمیایی (گیاهانی که در یک سیستم متداول رشد می‌کنند) دارند و این امر باعث مقاومت بیش‌تر بذرهای تولید شده برای کشت در محیط‌های تنش‌زا می‌شود (Rembialkowska, 2004). خلید و همکاران (Khalid *et al*., 2006) اعلام داشتند که عملکرد دانه ریحان کشت شده تحت تغذیه با کود دامی دو برابر مصرف کود شیمیایی است. در گیاه اسفرزه نیز کود دامی توانست عملکرد دانه را از طریق افزایش طول سنبله، تعداد دانه در سنبلچه، تعداد سنبلچه و وزن هزاردانه بهبود ببخشد که این امر مربوط به اثر مفید کود دامی در افزایش عرضه عناصر غذایی و تغذیه مناسب و در نتیجه بهبود فتوسنتز به‌خصوص در مرحله پر شدن دانه و تسهیم بهتر مواد در مخازن و بهبود رشد عمومی گیاه و در نهایت تولید بذر با کیفیت و وزن هزاردانه بیش‌تر می‌باشد، بذرهای درشت‌تر به‌دلیل ذخایر غذایی بیش‌تر قادر به جوانه‌زنی بهتری حتی تحت شرایط نامساعد محیطی می‌باشند (Gryndler *et al*., 2008).

نتیجه‌گیری

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان داشت که کاربرد کود دامی و کود شیمیایی سبب تحریک فتوسنتز توسط گیاه مادری جهت تأمین مواد غذایی مورد نیاز برای بذرها می‌شود که این امر منجر به تولید بذرهای مرغوب‌تر که قابلیت جوانه‌زنی در شرایط تنش‌زا را دارند، می‌گردد. در تمامی تیمارها غلظت بالای کادمیوم (۸۰ میلی‌گرم بر لیتر) به‌طور معنی‌دار باعث کاهش پارامترهای جوانه‌زنی شد. در این بین، کود دامی (مرغی) به‌عنوان برترین تیمار برای افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی تحت سطوح مختلف کادمیوم در نظر گرفته شد. بیش‌ترین تأثیر منفی حاصل از افزایش غلظت کادمیوم بر رشد گیاهچه نسبت به غلظت صفر کادمیوم، بر روی طول ریشه‌چه مشاهده شد، چرا که نسبت به سایر پارامترها با شیب بیش‌تری کاهش یافت. در این آزمایش، پارامترهای جوانه‌زنی بذور گیاهان تغذیه شده با کود دامی بیش‌تر از کود شیمیایی بود که بیانگر سودمندی تغذیه ارگانیک گیاهان است.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مساعدت مالی دانشگاه شهرکرد در اجرای این پژوهش قدردانی می‌گردد.

Archive of SID
www.SID.ir

منابع

Abou El-Magd, M.M., El-Bassiony, A.M. and Fawzy, Z.F. 2006. Effect of organic manure with or without chemical fertilizers on growth, yield and quality of some varieties of broccoli plants. Journal of Applied Sciences Research, 2(10): 791-798. **(Journal)**

Ahmad, I., Akhtar, M.J., Asghar, H.N. and Zahir, Z.A. 2013. Comparative efficacy of growth media in causing cadmium toxicity to wheat at seed germination stage. International Journal of Agriculture and Biology, 15(3):517–522. **(Journal)**

Akanni, D.L. and Ojeniyi, S.O. 2007. Effect of different level of poultry manure on soil physical properties, nutrients status, growth and yield of tomato. Journal of Agronomy, 1(1): 1-4. **(Journal)**

Akbarinia, A., Ghalavand, A., Sefidcon, F. ,Rezaee, M.B. and Sharifi, A. 2003. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixure of them on seed yield and main, compositions of essential oil of Ajowan (*Trachyspermum copticum*). Animal Sciences Journal (Pajohesh and Sazandegi), 61: 32-41. (In Persian)**(Journal)**

Aloresi, A., Gestin, C., Leydecker, M.T.., Bedu, M., Meyer, C. and Truong, H.N. 2005. Nitrate, a signal relieving seed dormancy in *Arabidopsis*. Plant, Cell and Environment, 28: 500–512. **(Journal)**

Alvarenga, P., Goncalves, A.P., Fernandes, R.M., de Varennes, A., Vallini, G., Duarte, E. and Cunha-Queda A.C. 2009. Organic residues as immobilizing agents in aided phyto-stabilization: (I) Effect on soil chemical charac-teristics. Chemosphere, 74(10): 1292-1300. **(Journal)**

Bandara, M. and Slinkard, A.E. 2000. Seed priming improves stand establishment in Anise (*Pimpinella anisum*). Kernels, 2: 12-16. **(Journal)**

Blaise, D., Singh, J.V., Bonde, A.N., Tekale, K.U. and Mayee, C.D. 2005. Of farmyard manure and fertilizeaers on yield, filber quality and nutrient balan rainfed cotton (*Gossypium hirsutum*). Bioresorce Technology, 96: 345-349. **(Journal)**

Chastain, J.P., Camberato, J.J. and Aibrecht, J.E. 2001. Nutrient content of livestock and poultry manure. Literature Rewiew. North Carolina Agricultural Extension Service Fact Sheet AG-439-5. **(Handbook)**

Chatterjee, S.K. 2002. Cultivation of medicinal and aromatic plants in India a commercial approach. Proceedings of an International Conference on MAP. Acta Horticulturae (International Society for Horticultural), 576: 191-202. **(Journal)**

Curguz, V.G., Raicevic, V., Veselinovic, M., Tabakovic-Tosic, M. and Vilotic, D. 2012. Influence of heavy metals on seed germination and growth of *Picea abies* L. Polish Journal of Environmental, 12(2): 355-361. **(Journal)**

Elsheikh, E.A.E. and Elzidany, A.A. 1997. Effect of rhizobium inoculation, organic and chemical fertilizers on yield and physical properties of faba bean seeds. Plant Foods for Human Nutrition, 51:137-144. **(Journal)**

Espanani, A. 2015. The effect of different seed priming treatments on germination improvement some of annual medicinal plants under the cadmium stress conditions. M.Sc. Thesis of Seed Science and Technology, Shahrekord University, Faculty of Agriculture, 204p. (In Persian)**(Thesis)**

Fenner, M. and Thompson, K. 2005. The ecology of seeds. Cambridge, UK: Cambridge University Press. **(Book)**

Groppa, M.D., Zawoznik, M.S., Tomaro, M.L. and Benavides, M.P. 2008. Inhibition of root growth and polyamine metabolism in sunflower (*Helianthus annuus*) seedlings under cadmium and copper stress. Biological Trace Element Research, 126(1-3): 246–256. **(Journal)**

Gryndler, M., Sudova, R. and Rydlova, J. 2008. Cultivation of high-biomass crops on mine spoil banks: Can microbial inoculation compensate for high doses of organic matter. Bioresource Technology, 99: 6391-6399. **(Journal)**

Hati, K.M., Mandal, K.G., Misra, A.K., Ghosh, P.K. and Bandyopadhyay, K.K. 2006. Effect of inorganic fertilizer and farmyard manure on soil physical properties, root distribution, and water-use efficiency of soybean in Vertisols of central India. Bioresource Technology, 97: 2182–2188. **(Journal)**

Heidari, M. and Jahantighi, H. 2014. Evaluate effect of water stress and different amounts of nitrogen fertilizer on seed quality of black cumin (*Nigella sativa* L). Iranian Journal of Field Crops Research, 11(4): 640-647. (In Persian)**(Journal)**

Archive of SID

www.SID.ir

Ikic, I., Maric evic, M., Tomasovic, S., Gunjaca, J., Atovic, Z.S. and Arcevic, H.S. 2012. The effect of germination temperature on seed dormancy in Croatian-grown winter wheats. Euphytica, 188: 25-34. **(Journal)**

ISTA (International Seed Testing Association). 2009. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland. **(Handbook)**

Jeliazkova, E. 2003. Seed germination in anise, caraway, and fennel in heavy metal contaminator solutions. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 10(3): 83-93. **(Journal)**

Kabir, M., Iqbal, M.Z., Shafigh, M. and Faroogi, Z.R. 2008. Reduction in germination and seedling growth of *Thespesia populnea* L. caused by lead and cadmium treatments. Pakistan Journal of Botany, 40(6): 2419-2426. **(Journal)**

Kafi, M. 2002. Cumin (*Cuminum cyminum* L.): Technology, Production. Excellence in Special Crops. University of Mashhad, 15-35. (In Persian)**(Book)**

Kalai, T., Khamassi, K., Teixeira da Silva, J.A., Gouia, H. and Ben-Kaab, L.B. 2014. Cadmium and copper stress affect seedling growth and enzymatic activities in germinating barley seeds. Archives of Agronomy and Soil Science, 60(6): 765-783. **(Journal)**

Kalsa, K.K. and Abebie, B. 2012. Influence of seed priming on seed germination and vigor traits of *Vicia villosa* ssp. dasycarpa (Ten.). African Journal of Agricultural Research, 7(21): 3202-3208. **(Journal)**

Khalid, Kh.A., Hendawy, S.F. and El-Gezawy, E. 2006. *Ocimum basilicum* L. production under organic farming. Journal of Agricultural and Biological Science, 2(1): 25-32. **(Journal)**

Kotowski, F. 1926. Temprature relation to germination of vegetable seed. Proceedings of American Society for Horticultural Science, 23: 179-184. **(Handbook)**

Kramer, A.W., Timothy, A.D., Horwath, W.R. and Kessel, C.V. 2002. Combining fertilizer and organic input to synchronize N supply in alternative cropping systems iv California. Agriculture, Ecosystems and Environment, 91: 233-243. **(Journal)**

Liu, T.T., Wu, P., Wang, L.H. and Zhou, Q. 2011. Response of soybean seed germination to cadmium and acid rain. Biological Trace Element Research, 144(1-3): 1186-1196. **(Journal)**

Lux, A., Martinka, M., Vaculik, M. and White, P.J. 2011. Root responses to cadmium in the rhizosphere: a review. Journal of Experimental Botany, 62: 21-37. **(Journal)**

Omrani, B. and Fallah, S. 2016. Effect of organic and inorganic fertilizers on seed yield, yield components and oil quality of purslane (*Portulaca oleracea* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(4). Under Press. (In Persian)**(Journal)**

Pouryousef, M., Mazaheri, D. and Chaichi, M.R. 2011. Effect of different soil fertilizing treatments (chemical, organic and integrated) on yield, yield components and seed mineral nutrients content of Isabgol (*Plantago ovata Forsk*). Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi), 93: 8-18. (In Persian)**(Journal)**

Pouryousef, M., Mazaheri, D., Chaichi, M.R., Rahimi, A. and Tavakkoli, A. 2010. Effect of different soil fertilizing treatments on some of agro morphological traits and mucilage of isabgol (*Plantago ovata Forsk*). Electronic Journal of Crop Production, 3: 193-213. (In Persian)**(Journal)**

Rascio, N. and Navari-Izzo, F. 2011. Heavy metal hyperaccumulating plants: How and why do they do it? And what makes them so interesting? Plant Science, 180(2): 169-181. **(Journal)**

Rembialkowska, E. 2004. The impact of organic agriculture on food quality. Journal of Agricultural Science, 30: 19-26. **(Journal)**

Rezaenejad, Y. and Afyuni, M. 2001. Effect of organic matter on soil chemical properties and corn Yield and Elemental Uptake. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural resources. Water and Soil Science, 4(4): 19-29. (In Persian)**(Journal)**

Sanchez-Chardi, A., Ribeiro, C.A.O. and Nadal, J. 2009. Metals in liver and kidneys and the effects of chronic exposure to pyrite mine pollution in the shrew *Crocidura russula* inhabiting the protected wetland of Donana. Chemosphere, 76(3): 387–394. **(Journal)**

Sheng-Shuju, Z., Zuping, U. and Tiamwes, X. 1998. Influence to the growth of *Lenurus artemisi* by verious fertilizer levels. Journal of Plant Research, 1: 31-34. **(Journal)**

Singer, W.J., Sally, S.D. and Meek, D.W. 2007. Tillage and compost effects on corn growth, nutrient accumulation, and grain yield. Agronomy Journal, 199: 80–87. **(Journal)**

Archive of SID

www.SID.ir

Tewolde, H., Shankle, M.W., Sistani, K.R., Adeli, A. and Rowe, D.E. 2008. No-till and conventional-till cotton response to broiler litter fertilization in an upland soil: lint yield. Agronomy Journal, 100(3): 502-509. **(Journal)**

Vildova, A., Stolcova Kloucek, M. and Orsak, P.M. 2006. Quality characterization of chamomile (*Matricaria recutita* L.) in organic and traditional agricultures. International Symposium on Chamomile Research Development and Production. Presov, Slovak. **(Conference)**

Wang, M.E. and Zhou, Q.X. 2005. Single and joint toxicity of chlorimuronethyl, cadmium, and copper acting on wheat *Triticum aestivum*. Ecotoxicology and Environmental Safety, 60(2):169–175. **(Journal)**

Weisany, V., Rahimzadeh, S. and Sohrabi, Y. 2012. Effect of biofertilizers on morphological, physiological characteristic and essential oil content in basil (*Ocimum basilicum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(1): 73-83. (In Persian)**(Journal)**

Yadav, R.D., Keshwa, G.L. and Yadva, S.S. 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of isabgol (*Plantago ovata*). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 25: 668-671. **(Journal)**

Ya-jing, G., Jin, H., Xian-ju, W. and Chen-xia, S. 2009. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. Journal of Zhejiang University Sciences, 10(6): 427-433. **(Journal)**

Zargre, A. 2001. Medicinal plants. Institute of Tehran University Press. 1(3): 233-241. (In Persian) **(Journal)**

Archive of SID

www.SID.ir

The germination response of purslane seeds from parental plants fed with different sources fertilizer to cadmium toxicity

Seyfollah Fallah[1]*, Behjat Omrani[2] and Arezoo Espanani[3]

Received: March 1, 2016 Accepted: May 1, 2016

Abstract

Soil and water resources pollution with heavy metal such as cadmium reduced their germination and growth. Appropriate parental plant nutritional plays a major role in the creation of seeds with better ability germination. The germination response of parental plants seed treated with different sources fertilizer to cadmium toxicity was evaluated as factorial experiment in completely randomized design with four replications. The treatments were consisted of three levels of seed produced from grown parental plant under different nutritions (Broiler litter, chemicals fertilizer, no fertilizer amendment) and four concentrations of cadmium (20, 40, 60 and 80 mg/L Cd) plus control. In this experiments germination percentage and rate, shoot length, root length, shoot dry weight, root dry weight and seed vigor index were investigated. The results showed that with increasing concentrations of cadmium, indices of germination were reduced in fertilizer treatments. Broiler litter treatment was considered as best treatment to improve all germination parameters. Germination percentage in broiler litter did not follow a specific trend and germination rate coefficient only for chemical fertilizer had a significant regression equation. But shoot length, radicle length, radicle dry weight and seed vigor, decreased in the form of quadratic trends. Shoot dry weight was only reduced in the form of quadratic trend in the chemical fertilizer. Radicle length was the most sensitive parameter to cadmium toxicity in comparison with other parameters, because it was decreased in comparison with all treatments, with a slope steeper. In summary, It can be concluded the quality of seeds fed with organic fertilizer is more than the chemical fertilizers for grow in soils with higher risk of cadmium contamination, which its show the superiority of seed production in organic conditions.

Key words: Broiler litter, Cadmium pollution, Organic, Parental plant, Seed vigor

1. Associate Professor, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
2. M.Sc. Student of Agroecology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
3. M.Sc. Thesis of Seed Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
*Corresponding author: falah1357@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir