تأثیر قارچ تریکودرما (*Trichoderma longibrachiatum*) بر جوانه زنی بذر گندم تحت آلودگی به کادمیوم

فاطمه تقوی قاسمخیلی[1]، الهه تشکری فرد[1]، همت اله پیردشتی[3] و آلاله متقیان[2]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
2- کارشناس ارشد پژوهشکده برنج و مرکبات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
3- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
آدرس پست الکترونیک مکاتبه کننده: taghavi_mahsa@yahoo.com

چکیده

امروزه استفاده از جاذب‌های زیستی نظیر قارچ‌ها برای حذف آلاینده‌های زیست‌محیطی نظیر فلزات سنگین رو به گسترش است. به‌همین دلیل در آزمایشی تحت شرایط آزمایشگاه جوانه‌زنی بذر گندم (رقم N_{81}) در سطوح مختلف نیترات کادمیوم (صفر، 50، 100 و 150 میلی‌گرم بر لیتر) و تلقیح با قارچ تریکودرما گونه *T. longibrachiatum* به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با 4 تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تأثیر کاربرد قارچ *T.longibrachiatum* بر سرعت جوانه‌زنی، وزن تر و خشک گیاهچه، طول ریشه و نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه معنی دار بود. به طوری‌که *T.longibrachiatum.* موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی با میانگین 8/69 نسبت به عدم کاربرد آن با میانگین 7/32 گردید. در این آزمایش غلظت‌های اعمال شده کادمیوم بر تمام صفات مورد بررسی غیر از درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه-زنی و وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود به‌طوریکه در سطح صفر (شاهد) طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر به ترتیب بیش از 50، 89، 76 و 72 درصد در مقایسه با سطوح 100 و 150 میلی-گرم بر لیتر کادمیوم افزایش داشت.

کلمات کلیدی: بنیه بذر، جوانه‌زنی، قارچ تریکودرما، کادمیوم،گندم

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از محصولات راهبردی کشور و یکی از منابع مهم غذایی محسوب می‌شود. به‌طوریکه حدود 40% انرژی مصرفی مردم ایران از طریق نان تأمین می‌گردد (ذبیحی و همکاران، 1388). از سوی دیگر آلودگی فلزات سنگین یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی محسوب می‌شود که می‌تواند منجر به کاهش رشد و تولید انواع اکسیژن‌های واکنشگر شود (صابری و همکاران، 1389). در بین فلزات سنگین کادمیوم یکی از سمی‌ترین عناصر برای اندام‌های زنده است که نقش زیستی ندارد. این فلز عمدتاً از طریق فرایندهای صنعتی و کودهای فسفاته وارد محیط زیست می‌شود. سمیت این عنصر برای گیاه 20-2 برابر سایر فلزات سنگین گزارش شده (صابری و همکاران، 1389) و سبب ایجاد مشکلات بسیاری در بهداشت و سلامت انسان شده و می‌تواند تأثیر مخربی روی محیط زیست و موجودات گیاهی و جانوری داشته باشد (پارسادوست و همکاران، 1386؛ ظفر و همکاران، 2006).

امروزه مطالعات وسیعی در راستای استفاده از جاذب‌های زیستی شامل قارچ‌ها، باکتری‌ها، مخمرها و جلبک‌ها برای حذف آلاینده‌هایی نظیر فلزات سنگین در حال انجام است. (شمس خرم آبادی و همکاران، 1389؛ ونکار و باجپایی، 2008). اهمیت جذب زیستی از دهه 1980 آغاز و از آن پس به‌عنوان یک پتانسیل جایگزین و فناوری حذف و بازیافت

فلزات سنگین به کار برده شد. در طول این مکانیزم میکروارگانیسم‌ها از طریق ایجاد پیوند فلزات با دیواره سلولی‌شان آنها را غیرمتحرک می‌کنند (اختر و همکاران، 2008). تریکودرما (*Trichoderma* spp.) قارچی است که تقریباً در همه خاک‌ها و زیستگاه‌های گوناگون حضور دارد و از متداول‌ترین قارچ‌های قابل کشت به شمار می‌رود. بنابراین به آسانی تکثیر شده و می‌توانند به عنوان جذب‌کننده زیستی برخی فلزات استفاده شوند (ونکار و باجپایی، 2008). پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که تلقیح گیاه با تریکودرما می‌تواند شرایط را برای پالایش خاک‌هایی با آلودگی-های متعدد فراهم آورد (آناند و همکاران، 2006؛ کوا و همکاران، 2008). از سوی دیگر جوانه‌زنی بذور و رشد و نمو گیاهچه‌ها مراحل مهمی از زندگی گیاه کامل و همچنین حساس‌ترین مراحل زندگی گیاه نسبت به تغییرات محیط پیرامون هستند. به این منظور در تحقیق حاضر به بررسی تأثیر قارچ تریکودرما بر جوانه‌زنی و رشد بذور گندم تحت آلودگی کادمیوم پرداخته شده تا توانایی این میکروارگانیسم‌ها به‌عنوان عوامل زیستی برای کاهش جذب عناصر سنگین مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در پاییز سال 1389 در آزمایشگاه تنش‌های محیطی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به-صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در 4 تکرار و با 2 عامل انجام شد. عامل اول 4 سطح نیترات کادمیوم شامل (صفر، 50، 100 و 150 میلی گرم بر لیتر) و عامل دوم قارچ تریکودرما گونه ***longibrachiatum*** شامل (تلقیح یا عدم تلقیح با بذر) بود.

قارچ تریکودرما گونه ***longibrachiatum*** از مجموعه قارچ‌های زنده آزمایشگاه قارچ شناسی تهیه گردید.

پس از تلقیح بذور با قارچ تریکودرما، 20 عدد بذر در داخل هر پتری‌دیش (به قطر 9 سانتیمتر و ارتفاع 1/5 سانتیمتر) که حاوی یک عدد کاغذ واتمن 42 بود گذاشته و هر پتری به‌عنوان یک تکرار از تیمارهای مورد آزمایش در نظر گرفته شد. سپس به مقدار 10 میلی لیتر از محلول نیترات کادمیوم با غلظت‌های مشخص برای هر تیمار در داخل هر پتری-دیش ریخته و برای تیمار شاهد از آب مقطر استفاده شد. سپس پتری‌ها در ژرمیناتور(مدل IKH.RH شرکت ایران خودساز، ایران) با دمای ثابت 25 درجه سانتیگراد به مدت 10 روز قرار داده شدند.

پس از کشت بذور، روزانه تعداد بذور جوانه زده در ساعتی معین تا روز دهم شمارش گردید. به هنگام شمارش، بذوری جوانه‌زده تلقی می‌شدند که طول ریشه‌چه آنها 2 میلی‌متر یا بیشتر بود (زینلی و همکاران، 1381). بر اساس داده‌های بدست آمده از این شمارش‌ها، شاخص جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه و وزن تر و خشک گیاهچه اندازه‌گیری شد. (شریعت و عصاره، 1385). تجزیه واریانس استاندارد داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS جهت ارزیابی تأثیر کادمیوم و قارچ تریکودرما بر صفات مورد بررسی و مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار LSD انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر کاربرد قارچ تریکودرما بر برخی پارامترهای جوانه‌زنی مانند سرعت جوانه‌زنی، وزن تر و خشک گیاهچه معنی دار بود به‌طوریکه گونه ***T. longibrachiatum*** موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی با میانگین 8/69 نسبت به عدم کاربرد قارچ (میانگین 7/32) گردید. همچنین افزایش 15/80 و 24/50 درصدی وزن تر و خشک گیاهچه تحت تیمار کاربرد قارچ در مقایسه با عدم کاربرد مشاهده شد. با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل تریکودرما و کادمیوم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است. صفات طول ریشه و نسبت ریشه به ساقه در کاربرد گونه ***T longibrachiatum*** به طور چشمگیری در مقایسه با تیمار عدم کاربرد افزایش نشان داد (جدول 1 و

2). در این راستا مختار (2008) بیان داشت که تیمار بذر گیاه بامیه (L) *Abelmoschus esculentus* با *T.harzianum* موجب افزایش درصد جوانه‌زنی بذر و شاخص جوانه‌زنی بذر شد. بر طبق گزارش مستوری و همکاران (2010) درصد و سرعت جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی تحت تأثیر قارچ تریکودرما (*T.harzianum*) افزایش یافت. ویکی آنگ و همکاران (2005) نشان دادند که رشد گیاهچه در مقایسه با جوانه‌زنی بذر نسبت به عناصر سنگین حساس تر است اما بازدارندگی کادمیوم بر هر دو فرآیند جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گزارش شده است.

در این آزمایش تأثیر سطوح مختلف مصرف کادمیوم بر تمام خصوصیات مرتبط با جوانه‌زنی غیر از درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود. با توجه به جداول 1 و 2 تیمار شاهد و سطح 50 میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم در یک گروه آماری از حداکثر سرعت جوانه‌زنی (بیش از9/04) و طول گیاهچه (بیش از 246/91 میلی‌متر) برخوردار بودند و حداقل صفات مذکور به ترتیب با میانگین 5/90 و 71/81 میلی‌متر در سطح 150 میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم مشاهده شد. در بین سطوح مختلف کاربرد کادمیوم سطوح 100 و 150 میلی‌گرم بر لیتر نیترات کادمیوم در یک گروه آماری موجب کاهش چشمگیر طول ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر در مقایسه با شاهد و سطح 50 میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم گردیدند. براساس یافته‌های مونزوروگلی و کرباگ زنگین (2006) تمامی غلظت‌های کادمیوم(0/5 و10 میلی‌مولار) باعث بازدارندگی رشد ریشه‌چه، ساقه‌چه و جوانه‌زنی جو شده است و در غلظت‌های پایین اثر بازدارندگی کادمیوم بر ریشه‌چه بیش از ساقه‌چه بود. این محققان اظهار داشتند که با افزایش غلظت کادمیوم سرعت جوانه‌زنی نیز کاهش یافت. کران و ساحین (2006) اظهار داشتند که افزایش غلظت کادمیوم موجب کاهش معنی دار سرعت جوانه‌زنی،درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه گیاه عدس شد. همچنین فاروغی و همکاران (2009) بیان داشتند که طول ریشه‌چه،و ساقه‌چه، نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه و درصد جوانه‌زنی درخت زینتی گل ابریشم با افزایش غلظت کادمیوم کاهش یافت.

جدول 1- مقایسه میانگین تیمار های کاربرد قارچ تریکودرما و سطوح مختلف کادمیوم بر خصوصیات مرتبط با جوانه‌زنی گندم

تیمار	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	شاخص جوانه-زنی	طول ریشه‌چه (mm)	طول ساقه‌چه (mm)	نسبت ریشه به ساقه
تریکودرما						
عدم کاربرد	7/32b	85/93a	2/26a	47/97b	85/02a	4/74b
کاربرد	8/69a	76/25a	2/50a	87/16a	98/90a	7/40a
سطوح کاربرد کادمیوم (میلی‌گرم در لیتر)						
صفر	9/55a	87/50a	2/56a	124/01a	115/88a	10/32a
50	9/03a	83/75a	2/47a	112/08a	116/79a	8/71a
100	7/53b	85/00a	2/44a	19/85b	77/90b	2/72b
150	5/90c	73/12a	2/06b	13/68b	57/28b	2/44b
منبع تغییرات						
تریکودرما	*	NS	NS	*	NS	**
کاربرد کادمیوم	**	NS	NS	**	**	**
تریکودرما × کاربرد کادمیوم	NS	NS	NS	**	NS	NS
ضریب تغییرات (درصد)	17/09	19/60	14/98	19/30	24/67	25/87

* اعداد هر گروه در هر ستون که دارای یک حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5% می باشند

.**، *و NS به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 1 و 5 درصد و عدم معنی‌داری

جدول 2- مقایسه میانگین تیمار های کاربرد قارچ تریکودرما و سطوح مختلف کادمیوم بر خصوصیات مرتبط با جوانه‌زنی گندم

تیمار	طول گیاهچه (mm)	وزن تر گیاهچه (mg)	وزن خشک گیاهچه (mg)	شاخص بنیه بذر
تریکودرما				
عدم کاربرد	152/5b	123/89b	19/54b	139/04a
کاربرد	176/2a	147/16a	24/50a	140/71a
سطوح کاربرد کادمیوم (میلی‌گرم در لیتر)				
صفر	246/9a	170/96a	21/50a	215/52a
50	251/6a	146/50b	20/56a	202/90a
100	99/6b	115/85c	23/25a	71/50b
150	71/8c	108/79c	22/77a	59/14b
منبع تغییرات				
تریکودرما	NS	**	**	NS
کاربرد کادمیوم	**	**	NS	**
تریکودرما × کاربرد کادمیوم	NS	NS	NS	NS
ضریب تغییرات (درصد)	14/44	11/35	17/12	14/57

* اعداد هر گروه در هر ستون که دارای یک حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5% می باشند

.**، *و NS به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 1 و 5 درصد و عدم معنی‌داری

منابع مورد استفاده

پارسادوست ف، بحرینی نژاد ب، صفری سنجانی ع ا و کابلی م م، 1386. گیاه‌پالایی عنصر سرب توسط گیاهان مرتعی و بومی در خاکهای آلوده منطقه ایران کوه (اصفهان). مجله پژهش و سازندگی، شماره 75، ص 63-54.

ذبیحی ح ر، ثوابقی غ ر، خاوازی ک و گنجعلی ع، 1388. بررسی تأثیر کاربرد سویه‌هایی از سودوموناسهای فلورسنت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در سطوح مختلف شوری خاک. مجله آب و خاک، جلد 23، شماره1، ص 208-199.

زینلی ا، سلطانی ا، گالشی س، 1381. واکنش اجزای جوانه‌زنی بذر به تنش شوری در کلزا (Brassica napus L.). مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 33، شماره 1، ص 145-137.

شریعت آ و عصاره م ح، 1385. تأثیر سطوح مختلف عناصر سنگین بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در سه گونه اکالیپتوس. فصلنامهٔ پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، جلد 14، شمارهٔ 1، ص 46-38.

شمس خرم آبادی ق، درویشی چشمه سلطانی ر و جرفی س، 1389. جذب سطحی کادمیوم توسط لجن مازاد فرایند لجن فعال فاضلاب شهری. آب و فاضلاب، شماره 1، ص 62-57.

صابری م، طویلی ع، جعفری م و حیدری م، 1389. تأثیر سطوح مختلف عناصر سنگین بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های Atriplex lentiformis . مجله علمی پژوهشی مرتع، سال چهارم، شماره اول، ص 120-112.

Akhtar K, Akhtar M W and Khalid AM, 2007. Removal and recovery of uranium from aqueous solutions by Trichoderma harzianum. Water Research 41:1366-1378.

Anand P, Isar J, Saran S and Saxena R K, 2006. Bioaccumulation of copper by Trichoderma viride. Bioresource Technology 97: 1018-1025.

Coa L, Jiang M, Zeng Z, Du A, Tan H and Liu Y, 2008. Trichoderma atroviride F6 improve phytoextraction efficiency of mustard (Brassica juncea (L.) Coss. var. foliosa Bailey) in Cd, Ni contaminated soils. Chemosphere 71: 1769-1773.

Farooqi ZR, Iqbal MZ, Kabir M and SHafiq M, 2009. Toxic effects of lead and cadmium on germination and seedling growth of

Albizia lebbeck (L.) Benth. Pakistan. Journal of Botanical 41(1): 27-33.

Kiran Y and Sahin A, 2006. The effect of cadmium on seed germination, root development and mitotic of root tip cells of lentil (Lens culinaris Medic).world journal of Agricultural science 2(2): 196-200.

Mastouri F, Björkman TH and Harman GE, 2010. Seed treatment with Trichoderma harzianum alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. Biologic control 11: 1213-1221.

Mukhtar I, 2008. Influence of Trichoderma species on seed germination in Okra. Mycopath 6(1&2): 47-50.

Munzuroglu M and Kirbag Zengin F, 2006. Effect of cadmium on germination, coleoptile and root growth of barley

seeds in the presence of gibberellic acid and kinetin. Journal of Environmental Biology 27(4): 671-677.

Vankar PS and Bajpai D, 2008. Phytoremediation of chrome-VI of tannery effluent by Trichoderma species. Desalination 222: 255-262.

Weiqiang LI, Khan MA,Yamaguchi SH and Kamiya Y,2005. Effects of heavy metals on seed germination and early seedling growth of

Arabidopsis thaliana. Plant Growth Regulation 46:45–50.

Zafar S, Aqil F and Ahmad E, 2007. Metal tolerance and biosorption potential of filamentous fungi isolated from metal contaminated agricultural soil. Bioresource Technology 98: 2557-2561.