Archive of SID

کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌های گیاهی
دورهٔ ۴، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۴ (۱۰۸-۹۹)

بررسی پایداری قارچ تریکودرما در خاک‌های مختلف و تأثیر آن بر بهبود رشد گیاه خیار

۱. آمنه مظلومی لیلی؛ ۲. حمیدرضا علیزاده*؛ ۳. ناصر برومند؛ ۴. ذبیح‌الله اعظمی ساردوئی
۱، ۲ و ۴. دانشجوی کارشناسی ارشد رشتهٔ بیماری‌شناسی گیاهی و استادیاران گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه جیرفت
۳. استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه جیرفت

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۲۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۸/۳۰)

چکیده

گونه‌های جنس تریکودرما از عوامل مهم بهبوددهندهٔ رشد گیاهان هستند و شناسایی شرایط بهینهٔ خاک برای بهبود فعالیت آن‌ها سودمند است. در این پژوهش تأثیر پنج سویه از گونه‌های مختلف جنس تریکودرما شامل: *Trichoderma harzianum* Tr6، *T. harzianum* T22، *T. asperellum* T34، *T. atroviride* P1 و *T. harzianum* Tr9 در شرایط گلخانه روی گیاه خیار بررسی شدند و استرین برتر به‌منظور بررسی تأثیر آن بر بهبود رشد گیاه خیار و نیز ارزیابی پایداری آن در خاک‌های مختلف شامل: خاک نرمال، خاک دارای کمبود عنصر فسفر و پتاسیم، خاک قلیایی، خاک با دو سطح شوری و خاک اسیدی آزمایش شد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که تأثیر قارچ مزبور در خاک‌های دارای تنش‌های شوری و کمبود عناصر پتاسیم و فسفر بر صفات رشدی مورد بررسی در گیاه خیار به لحاظ آماری معنی‌دار بوده است. بیشترین و کمترین میانگین فراوانی جمعیت قارچ به‌ترتیب در خاک اسیدی و خاک خیلی شور به‌دست آمد. در نهایت، می‌توان نتیجه گرفت که یکی از دلایل پایین‌بودن جمعیت تریکودرما در برخی خاک‌ها مناسب‌نبودن شرایط خاک است و در صورت ترمیم جمعیت آن از طریق افزودن سویه‌های موفق قارچ به خاک، می‌تواند در خاک‌های تحت تنش، رشد گیاهان را بهبود بخشد.

کلیدواژگان: **بهبود رشد، پایداری، تریکودرما، خیار، شرایط خاک.**

مقدمه

تریکودرما قارچی خاکزی، فرصت‌طلب، غیربیماریزا، هم‌زیست با ریشهٔ گیاهان است و به‌دلیل تنوع متابولیسمی و قدرت رقابتی بالا در بیشتر مناطق از موجودات غالب مایکوفلور خاک است و جزو متداول‌ترین قارچ‌های قابل کشت است و به‌آسانی تکثیر می‌شود (Kaewchai *et al.* 2010, Morgan 2011). توان ترشح آنزیم‌های مختلف خارج‌سلولی در خاک، توان بالای کلنیزاسیون[1] فراریشه، قدرت هم‌زیستی در ریشه، توان اسپورزایی زیاد، تحمل به شوری و سایر ترکیبات موجود در محیط خاک و ریشه از خصوصیات مهم گونه‌های مختلف جنس تریکودرما به‌حساب می‌آید (Altomare *et al.* 1999, Harman *et al.* 2004).

گونه‌های مختلف جنس تریکودرما به‌عنوان عامل مهارکنندهٔ زیستی علیه دامنهٔ بسیار وسیعی از عوامل زندهٔ بیماریزا مانند باکتری‌ها، پروتوزوآها، نماتدها و حتی ویروس‌ها معرفی شده‌اند (Khan *et al.* 2011, Papavizas 1985, Kubicek *et al.* 2001, Contreras-Cornejo *et al.* 2009) تریکودرما به‌طور غیرمستقیم به‌عنوان محرک رشد گیاهان عمل می‌کند (Bailey and

* تلفن: ۰۹۱۲۵۶۶۵۹۷۲
E-mail: h_alizadeh48@yahoo.com

1. Colonization

www.SID.ir

Archive of SID

Lumsden 1998). علاوه بر این، تریکودرما هزینه‌های تولید، تأثیرات مضر زیست‌محیطی و تأثیرات مضر شوری خاک را کاهش می‌دهد (Poosapati *et al*. 2013, Rawat *et al*. 2011). گونه‌های مختلف تریکودرما از جمله *T. harzianum* با برخورداری همزمان از خصوصیاتی مثل میکوپارازیتیسم[1]، آنتی‌بیوز[2] و قابلیت رقابت ساپروفیتی[3] می‌توانند جمعیت قارچ‌های بیمارگر را به میزان چشمگیری کاهش دهند (Bjorkman *et al.* 1998). ولی در شرایط طبیعی عموماً به‌دلیل پایین‌بودن جمعیت در خاک، نمی‌تواند به نحو مؤثری در کنترل بیماری‌های قارچی مؤثر باشد، به این دلیل در سال‌های اخیر محصولات تجارتی متعددی از استرین‌های مؤثر تریکودرما به بازار عرضه شده‌اند که می‌توان با اضافه‌کردن آن‌ها به خاک جمعیت تریکودرما را به‌طور چشمگیری افزایش داد (Copping 1998). وجود مواد مغذی کافی در خاک برای رشد و دوام قارچ تریکودرما ضروری است و کمبود آن که در نتیجهٔ فعالیت موجودات زندهٔ میکروسکوپی موجود در خاک است، پدیده‌ای طبیعی به‌شمار می‌آید که می‌تواند بر بقای جمعیت و روند رشد آن مؤثر باشد (Lockwood 1977). طبق گزارش‌های موجود، قارچ تریکودرما خطرهای ناشی از تنش‌ها را کاهش می‌دهد و باعث افزایش تحمل گیاه در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده می‌شود (Harman 2000a 2012b, Harman *et al*. 2004). با توجه به مشکلاتی مانند شوری، قلیایی‌بودن، کمبود عناصر و فقر خاک که در خاک‌های کشور ما وجود دارد، انجام تحقیقاتی دربارهٔ استفاده از مهارکننده‌های زیستی ضروری است که علاوه بر کنترل مؤثر بیمارگرهای خاکزاد می‌تواند به کاهش تأثیرات این تنش‌ها و بهبود رشد گیاهان کمک کند. در این تحقیق، ارزیابی کارایی قارچ تریکودرما در بهبود رشد خیار در خاک‌های با شرایط فیزیکی و شیمیایی متفاوت بررسی شد. همچنین، پایداری سویهٔ *Trichoderma harzianum* Tr6 در خاک‌های متفاوت با شرایط مختلف ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های خاک در اسفندماه ۱۳۹۲، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر خاک‌های زراعی مزارع منطقهٔ جیرفت، همچنین، از منطقهٔ شمال کشور، شهرستان لاهیجان، جمع‌آوری شدند. بافت خاک بر پایهٔ قانون استوکس و به‌روش هیدرومتر تعیین شد (Baycos 1962). مادهٔ آلی به‌روش اکسایش با اسید کرومیک و سپس، تیتره‌کردن با فروآمونیوم سولفات اندازه‌گیری شد (Nelson and Samerze 1982). اسیدیتهٔ خاک با استفاده از دستگاه pH meter (Thomas *et al*. 1996) تعیین شد، قابلیت هدایت الکتریکی با هدایت‌سنج الکتریکی انجام شد (Rodeze 1996). مقدار پتاسیم قابل جذب به‌روش استات آمونیوم (Page *et al*. 1982) و قرائت آن با دستگاه فلیم فتومتر و مقدار فسفر قابل جذب به‌روش رنگ‌سنجی تعیین شد (Olsen and Sommers 1982) (جدول ۱).

تهیهٔ زادمایهٔ سویه‌های تریکودرما

پنج استرین تریکودرما از کلکسیون قارچ‌شناسی گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه تهران، تهیه شد. این استرین‌ها شامل: *T. harzianum* Tr6، *T. harzianum* T22، *T. asperellum* T34، *T. atroviride* P1 و *T. harzianum* Tr9 بودند. برای تهیهٔ زادمایه از استرین‌های مختلف، ابتدا کشت استرین‌ها روی تشتک‌های پتری حاوی محیط کشت PDA[4] انجام شد. سپس، به ارلن‌های حاوی مقدار ۲۰/۳۳ گرم بذر ارزن که با ۱۲ میلی‌لیتر آب مقطر مرطوب و در دمای ۱۲۰ درجهٔ سلسیوس و فشار ۱ اتمسفر دوبار در فاصلهٔ ۲۴ ساعت اتوکلاو شده بود، چهار تا پنج قرص (به قطر ۶ میلی‌متر) از قارچ اضافه شد و به‌خوبی تکان داده شد. سپس، ارلن‌های بذور ارزن تلقیح‌شده به‌مدت دو هفته در انکوباتور ۲۴ درجهٔ سلسیوس قرار داده شدند که ارلن‌ها به‌صورت روزانه بازدید و تکان داده می‌شد. پس از رشد مناسب قارچ، این زادمایه‌ها تا شروع آزمون گلخانه‌ای در دمای ۴ درجهٔ سلسیوس در یخچال نگه‌داری شدند.

انتخاب استرین بهبوددهندهٔ رشد

برای انتخاب استرین تریکودرمای بهبوددهندهٔ رشد، از

1. Mycoparasitism
2. Antibiosis
3. Competitive Saprophytic Ability

4. Potato Dextrose Agar

www.SID.ir

Archive of SID

خاکی با مشخصات EC=۴/۸، pH=۷/۷ و با بافت لومی استفاده شد. خاک‌های مورد استفاده دوبار به فاصلهٔ ۲۴ ساعت در فشار ۱ اتمسفر و دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۰ دقیقه سترون شدند؛ به هر کیلوگرم خاک ۴/۴۵ گرم زادمایهٔ قارچ اضافه شد که روی بذر ارزن تهیه شده بود. برای هر استرین سه گلدان با ظرفیت ۱۰۰ گرم خاک انتخاب و با خاک تلقیح‌شده پر شد. سپس، در هر گلدان یک بذر خیار هیبرید رقم سوپردامینوس[1] کشت شد. بذور خیار قبل از کشت به‌مدت ۳۰ ثانیه در هیپوکلریت سدیم ۱ درصد ضدعفونی سطحی و سپس، سه‌بار با آب مقطر سترون شست‌وشو شدند (Khan *et al*. 2004). بذور ضدعفونی‌شده به‌مدت ۲۴ ساعت در شرایط مرطوب برای جوانه‌دارشدن قرار داده شدند. در تیمار شاهد بذور سترون ارزن اضافه شد. سپس، گلدان‌ها به‌مدت ۲۰ روز در گلخانه با دمای ۱۸-۲۲ درجهٔ سلسیوس نگه‌داری شدند.

تلقیح خاک‌های مختلف با تریکودرما و کشت گیاه

در این آزمایش از خاک سترون استفاده شد و برای هر تیمار سه تکرار با تریکودرما و سه تکرار بدون تریکودرما در نظر گرفته شد؛ به هر کیلوگرم خاک، ۴/۴ گرم زادمایهٔ Tr6 تهیه‌شده روی بذر ارزن اضافه شد و کاملاً مخلوط شد. برای هر تیمار شش گلدان متوسط پلاستیکی انتخاب و با خاک‌های مایه‌کوبی پر شد. قبل از شروع به کاشت بذور خیار، گلدان‌ها آبیاری شدند. سپس، بذور ضدعفونی‌شده و جوانه‌دارشدهٔ خیار در گلدان‌ها کشت و در گلخانه با دمای ۲۵ درجهٔ سلسیوس نگه‌داری شدند. این آزمون با ۱۴ تیمار شامل هفت نوع خاک (جدول ۱) با دو سطح تلقیح با تریکودرما و بدون تلقیح با تریکودرما بودند.

بررسی تغییرات جمعیت تریکودرما در خاک‌های مختلف در طی زمان

تعیین جمعیت تریکودرما به‌روش سری رقت خاک با استفاده از محیط کشت انتخابی مک‌فادن و ساتن[2] انجام شد. برای تهیهٔ این محیط کشت، ۱ گرم KH_2PO_4، ۰/۵ گرم $MgSO_4$، ۵ گرم پپتون، ۱۰ گرم گلوکز، ۱۷ میلی‌گرم رُز بنگال و ۱۸ گرم آگار در ۱ لیتر آب مقطر آماده و پس از سترون‌کردن ۳۰ میلی‌گرم سولفات استرپتومایسین و ۰/۲ میلی‌لیتر فرمالدهید به آن اضافه شد (Davet and Rouxel 2000). ۱۰ گرم خاک از منطقهٔ اطراف ریشه را با ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر داخل ارلن مایر به حالت سوسپانسیون در آورده و به‌مدت ۲۰ دقیقه روی دستگاه شیکر ۱۵۰ دور در دقیقه قرار داده شد. سپس، سری رقت‌های مختلف تهیه شد و از هر رقت ۱۰۰ میکرولیتر با استفاده از میله‌های L شکل روی سطح محیط کشت انتخابی پخش شد. برای هر رقت سه تکرار در نظر گرفته شد. ۴۸ ساعت بعد از انکوباسیون در ۲۴ درجهٔ سلسیوس، کلونی‌های تریکودرمای رشدیافته در سطح محیط کشت شمارش شدند. برای هر تیمار در سه دورهٔ زمانی ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز پس از تلقیح خاک با تریکودرما جمعیت ارزیابی شد.

بررسی بهبود شاخص‌های رشدی گیاه خیار

پس از برداشت گیاهان و شست‌وشوی ریشه‌ها توسط آب مقطر، به‌ترتیب وزن تر اندام‌های هوایی و ریشه، طول ریشه و ارتفاع ساقه برای تمام تیمارهای با تریکودرما و بدون تریکودرما اندازه‌گیری و محاسبه شد. سپس، نمونه‌ها برای خشک‌شدن درون آون دمای ۷۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و پس از خشک‌شدن وزن خشک ارزیابی شد. وزن تر و خشک گیاهان توسط ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. آنالیز داده‌ها با روش تجزیهٔ واریانس به کمک نرم‌افزار SAS و MSTATC و گروه‌بندی تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مختلف مورد بررسی در این پژوهش در جدول ۱ آمده است.

آزمون انتخاب سویهٔ مؤثر تریکودرما

وزن گیاهچه‌ها بعد از ۲۱ روز در تیمارهای تلقیح‌شده با استرین‌های Tr6، T34، Tr9، P1، T22 و شاهد به‌ترتیب ۲/۸، ۱/۸، ۰/۷۸، ۱/۰۵، ۰/۷۰ و ۰/۶ گرم و طول ریشه به‌ترتیب ۶، ۴/۳، ۴/۰۵، ۴/۳، ۳/۶ و ۳ سانتی‌متر بود. نتایج

1. Super Dominus
2. Mc Fadden and Sutton's RB-S-F

www.SID.ir

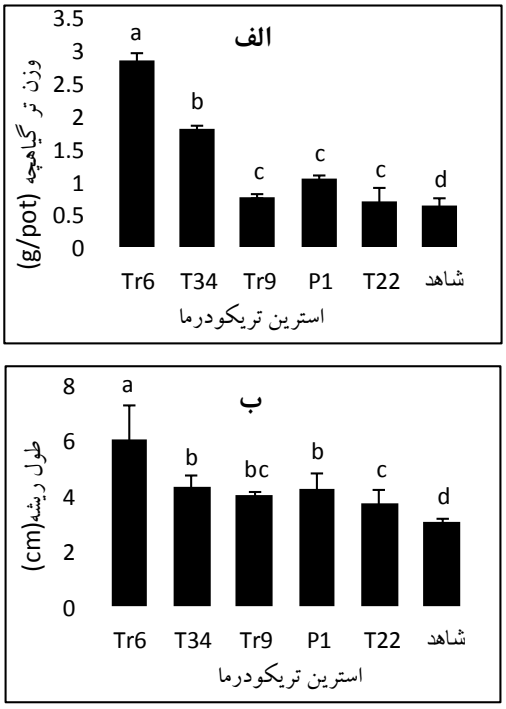
Archive of SID

مقایسهٔ میانگین نشان داد که همهٔ تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند. همچنین، بیشترین وزن مربوط به تیمار با استرین Tr6 بود که در سطح احتمال ۵ درصد با بقیهٔ تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان داد (شکل ۱).

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مختلف مورد بررسی در این پژوهش

	خاک با شرایط طبیعی (نرمال)	خاک کمبود عنصر فسفر*	خاک کمبود عنصر پتاسیم*	خاک قلیایی	خاک شور (EC=4ds/m)	خاک خیلی شور (EC≥4ds/m)	خاک اسیدی
pH	۷	۷/۵	۷/۵	۹	۷/۲	۷/۴	۵/۶
EC (ds/m)	۱/۵	۱/۸	۲/۶	۲/۵	۴/۷	۱۲/۴	۰/۸
درصد مادهٔ آلی	۰/۷	۰/۴	۰/۴	۰/۳	۰/۵	۰/۴	۱
بافت	شنی - لومی	شنی - لومی	شنی - لومی	لومی - شنی	لومی - شنی	لوم	رسی - سیلتی

* میزان فسفر و پتاسیم در تیمارهای با کمبود عناصر فسفر و پتاسیم به‌ترتیب شامل ۸ و ۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود.



شکل ۱. تأثیرات بهبوددهندگی رشدی استرین‌های تریکودرما بر الف) وزن کل گیاه، ب) طول ریشهٔ خیار. داده‌های به‌دست‌آمده پس از تجزیهٔ واریانس با آزمون چنددامنه‌ای دانکن گروه‌بندی شدند. ستون‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند ($P\leq ۰/۰۵$).

به‌طور کلی نتایج این مرحله نشان داد که استرین‌های مختلف تریکودرما دارای تأثیرات بهبوددهندگی بر رشد گیاه خیار هستند. با توجه به نتایج مذکور می‌توان گفت که سویهٔ Tr6 در این آزمایش مؤثرترین استرین از نظر بهبوددهندگی برخی شاخص‌های رشدی گیاه خیار بود و برای مرحلهٔ بعدی آزمایش انتخاب شد.

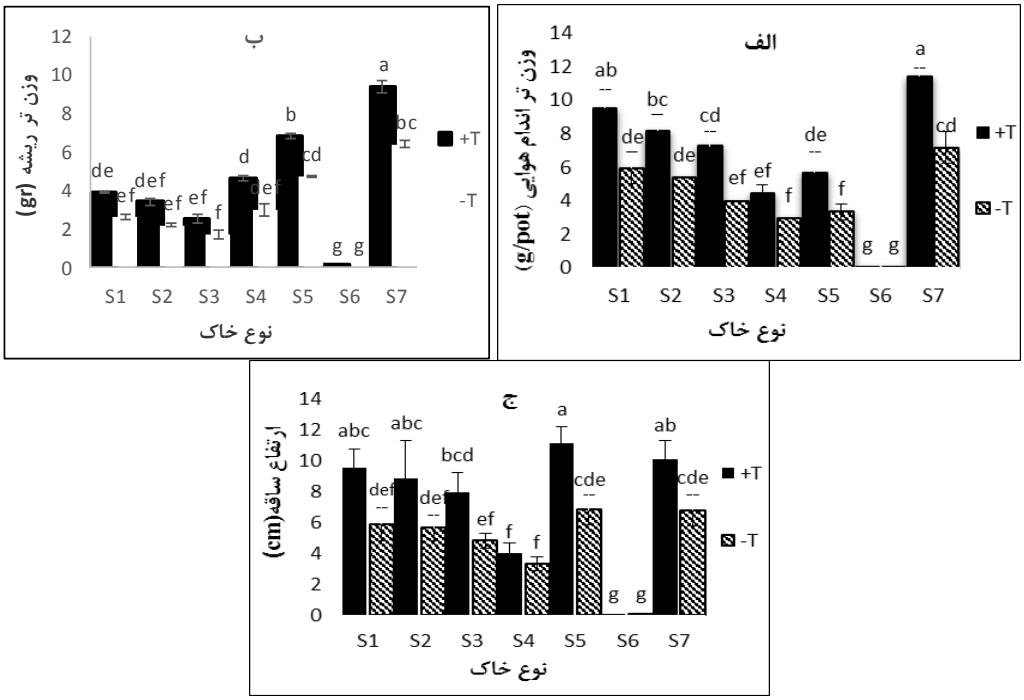
بهبوددهندگی شاخص‌های رشدی خیار در خاک‌های مختلف توسط سویهٔ *T. harzianum* Tr6

برداشت داده‌ها و اندازه‌گیری صفات مورد نظر بعد از گذشت ۲۸ روز از کاشت گیاهان انجام شد. نتایج مقایسهٔ میانگین داده‌های به‌دست‌آمده نشان داد که تأثیر استرین *T. harzianum* Tr6 بر وزن تر گیاه به‌ترتیب در خاک اسیدی، خاک نرمال، خاک دارای کمبود عنصر فسفر، کمبود عنصر پتاسیم، خاک شور و خاک قلیایی با افزایش ۶۰، ۶۱، ۵۰، ۸۰، ۶۹ و ۵۱ درصد و وزن تر ریشه با ۴۶، ۵۰، ۵۴، ۴۷، ۴۴ و ۵۳ درصد و ارتفاع ساقه به‌ترتیب با ۴۸، ۶۱، ۵۷، ۶۶، ۶۲ و ۲۱ درصد افزایش نسبت به شاهد داشت. استرین Tr6 بر وزن تر گیاه، وزن تر ریشه و ارتفاع ساقه به‌ترتیب در تیمار خاک با شرایط کمبود عنصر پتاسیم، کمبود عنصر فسفر و خاک شور بیشترین درصد بهبوددهندگی را به خود اختصاص داد (شکل ۲).

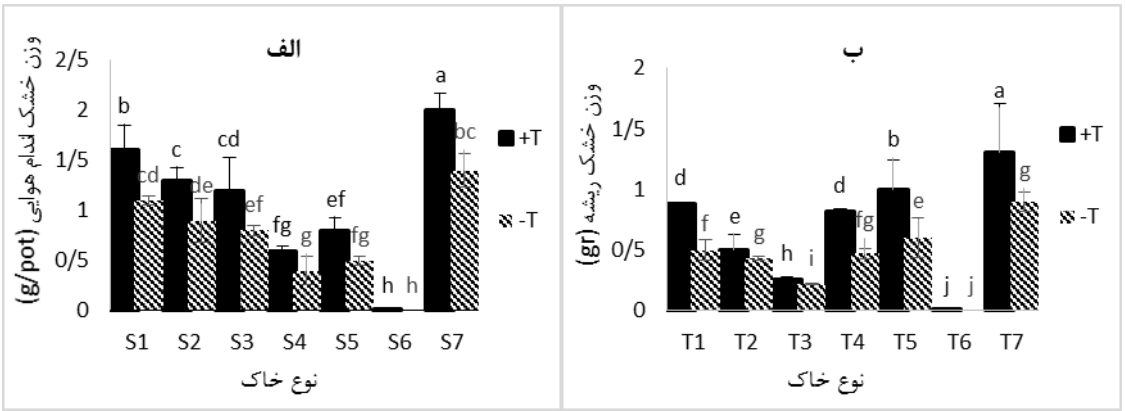
وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و نتایج نشان داد که درصد بهبود وزن خشک گیاهچه‌های تیمارشده با تریکودرما نسبت به شاهد در خاک اسیدی، خاک نرمال، خاک تحت شرایط کمبود عنصر فسفر، خاک دارای کمبود عنصر پتاسیم، خاک شور و خاک قلیایی به‌ترتیب ۴۲، ۴۵، ۴۴، ۵۰، ۶۰ و ۵۰ درصد و در وزن خشک ریشه با افزایش ۴۴، ۷۶، ۱۶، ۱۸، ۶۶ و ۷۴ درصد بودند. بیشترین تأثیر بهبوددهندگی قارچ بر وزن خشک گیاهچه‌ها و وزن خشک ریشه به‌ترتیب در تیمار خاک نرمال و خاک شور بوده است (شکل ۳).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. نتایج مقایسهٔ میانگین برخی صفات مورد بررسی در خاک‌های مختلف تحت تأثیر قارچ *Trichoderma harzianum* Tr6 پس از ۲۸روز. الف) وزن تر اندام هوایی، ب) وزن تر ریشه و ج) ارتفاع ساقه. T+ (تلقیح با تریکودرما)، T- (بدون تریکودرما). S1 (خاک با شرایط طبیعی)، S2 (خاک با کمبود فسفر)، S3 (خاک با کمبود پتاسیم)، S4 (خاک قلیایی)، S5(EC=4ds/m)، S6 (EC≥4ds/m) و S7 (خاک اسیدی). ستون‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند (P≤۰/۰۵).



شکل ۳. نتایج مقایسهٔ میانگین صفات مورد بررسی در خاک‌های مختلف تحت تأثیر قارچ *Trichoderma harzianum* Tr6 پس از ۲۸ روز. الف) وزن خشک اندام هوایی، ب) وزن خشک ریشه. T+ (تلقیح با تریکودرما)، T- (بدون تریکودرما). S1 (خاک نرمال)، S2 (خاک با کمبود فسفر)، S3 (خاک با کمبود پتاسیم)، S4 (خاک قلیایی)،S5 (EC=4ds/m)، S6 (EC≥4ds/m) و S7 (خاک اسیدی). ستون‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند (P≤۰/۰۵).

تغییرات جمعیت سویهٔ *T. harzianum* Tr6 در خاک‌های مختلف

میزان اسیدیته و شوری خاک از شاخص‌های مهم زیست‌محیطی مؤثر بر فعالیت موجودات زندهٔ میکروسکوپی موجود در خاک از جمله تریکودرما محسوب می‌شوند و در بقا و پایداری این قارچ مؤثرند. همان‌گونه که پژوهشگران گزارش کرده‌اند اسیدیتهٔ خاک و هدایت الکتریکی، در دوام، رشد رویشی و زایشی تریکودرما مؤثرند (فانی۱۳۹۰). بدین منظور پس از تلقیح خاک‌های مختلف با تریکودرما در سه دورهٔ زمانی

www.SID.ir

Archive of SID

۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز میزان جمعیت این قارچ ارزیابی شد. نتایج مقایسهٔ میانگین جمعیت قارچ در خاک‌های مختلف بعد از ۱۴ روز نشان داد که زادمایهٔ استرین Tr6 به‌ترتیب در خاک اسیدی، خاک نرمال، خاک شور، خاک با شرایط کمبود عنصر فسفر، خاک تحت شرایط کمبود عنصر پتاسیم، خاک قلیایی و خاک خیلی شور ۵/۳×۱۰۴، ۴/۴×۱۰۳، ۳/۹×۱۰۳، ۳/۴×۱۰۲، ۳/۲×۱۰۲، ۲/۸×۱۰۲ و ۲/۶ ×۱۰۲ بود (جدول ۲). نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها در این دوره نشان داد که جمعیت قارچ به جز در خاک اسیدی، خاک نرمال و خاک شور در سایر خاک‌ها روند کاهشی داشت و اختلاف معنی‌داری با جمعیت اولیهٔ قارچ در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد (شکل ۴. الف). بنابراین، در این دوره، خاک اسیدی و خاک خیلی شور با ۵/۳×۱۰۴ و ۲/۶×۱۰۲ زادمایه به‌ترتیب بیشترین و کمترین میانگین جمعیت را به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

در دورهٔ زمانی دوم آزمایش (سه هفته پس از تلقیح خاک) جمعیت قارچ در خاک‌های مذکور به‌ترتیب ۴/۳×۱۰۳، ۴/۰×۱۰۳، ۳/۲×۱۰۲، ۳/۳×۱۰۲، ۲/۹×۱۰۲، ۲/۶ ×۱۰۲ و ۲/۴×۱۰۲ بودند. نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها در این دوره نشان داد که در تمام خاک‌ها کاهش جمعیت قارچ اتفاق افتاده است. در صورتی که، جمعیت قارچ در این دوره در تیمارهای خاک نرمال، خاک قلیایی، خاک خیلی شور و خاک اسیدی نسبت به سایر تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار نشان دادند و کاهش جمعیت در خاک خیلی شور بیشتر از سایر خاک‌ها بوده است (شکل ۴. ب). بنابراین، در این دوره، خاک اسیدی و خاک خیلی شور به‌ترتیب با ۴/۳×۱۰۳ و ۲/۴×۱۰۲ زادمایه بیشترین و کمترین میانگین جمعیت قارچ را نشان دادند (جدول ۲).

در هفتهٔ چهارم پس از مایه‌کوبی خاک با تریکودرما، نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که جمعیت زادمایه‌های قارچ در خاک‌های مذکور به‌ترتیب ۳/۸×۱۰۳، ۳/۴×۱۰۲، ۲/۸×۱۰۲، ۲/۸×۱۰۲، ۲/۵×۱۰۲، ۲/۳×۱۰۲ و ۲×۱۰۲ بودند (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین‌ها در این دوره نشان داد که جمعیت قارچ در خاک نرمال، خاک با کمبود پتاسیم، خاک قلیایی، خاک خیلی شور و خاک اسیدی نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار داشت. جمعیت قارچ در این دوره در تیمارهای دارای کمبود عنصر فسفر و پتاسیم (به تفکیک)، خاک قلیایی، خاک شور و خاک اسیدی سیر نزولی کندی داشته است. سیر نزولی جمعیت قارچ در این دوره در خاک خیلی شور روند سریع‌تری را نسبت به سایر تیمارها نشان داد (شکل ۴. ج). در این دوره از آزمون بیشترین و کمترین جمعیت قارچ با میانگین ۳/۸×۱۰۳ و ۲×۱۰۲ زادمایه در هر گرم خاک خشک به‌ترتیب مربوط به تیمار خاک اسیدی و خاک خیلی شور بود (جدول ۲). سایر تیمارها از نظر میانگین جمعیت و درصد بقا وضعیت حد واسطی را در پایان دورهٔ آزمایش نشان دادند. همچنین، جمعیت قارچ در تیمارهای مختلف بدون تریکودرما در دوره‌های زمانی مختلف ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز صفر بوده است.

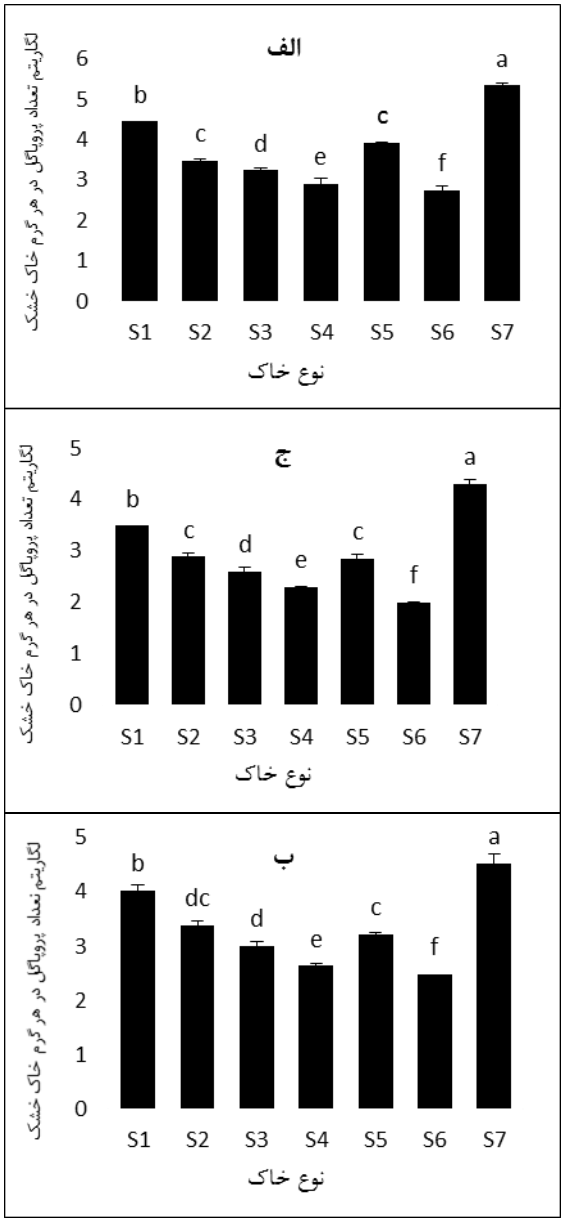
جدول ۲. مقایسهٔ میانگین بقای زادمایهٔ *T.harzianum* Tr6 در خاک‌های مختلف در مدت ۲۸ روز*

	تیمار	۱۴ روز	۲۱ روز	۲۸ روز
نوع خاک	S1	$۴/۴\times۱۰^{۳b}$	$۴/۰\times۱۰^{۳b}$	$۳/۴\times۱۰^{۲b}$
	S2	$۳/۴\times۱۰^{۲d}$	$۳/۳\times۱۰^{۲cd}$	$۲/۸\times۱۰^{۲c}$
	S3	$۳/۲\times۱۰^{۲e}$	$۲/۹\times۱۰^{۲d}$	$۲/۵\times۱۰^{۲d}$
	S4	$۲/۸\times۱۰^{۲f}$	$۲/۶\times۱۰^{۲e}$	$۲/۳\times۱۰^{۲e}$
	S5	$۳/۹\times۱۰^{۳c}$	$۳/۲\times۱۰^{۲c}$	$۲/۸\times۱۰^{۲c}$
	S6	$۲/۶\times۱۰^{۲g}$	$۲/۴\times۱۰^{۲f}$	$۲/۰\times۱۰^{۲f}$
	S7	$۵/۳\times۱۰^{۴a}$	$۴/۳\times۱۰^{۳a}$	$۳/۸\times۱۰^{۳a}$

* در خاک‌های مختلف مورد آزمایش جمعیت اولیه (زمان صفر) برابر $۲/۶\times۱۰^{۳}$ (cfu/g) عدد در هر گرم خاک خشک بوده است. S1 (خاک نرمال)، (S2 خاک با کمبود فسفر)، S3 (خاک با کمبود پتاسیم)، S4 (خاک قلیایی)، S5 (EC=4ds/m)، S6 (EC≥4ds/m) و S7 (خاک اسیدی). میانگین‌هایی که در هر ردیف دارای حروف مشترک هستند با آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند (P≤۰/۰۵).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. اثر خاک‌های مختلف روی دینامیک جمعیت و میزان بقای *Trichoderma harzianum* Tr6. الف) دورهٔ زمانی اول (۱۴ روز)، ب) دورهٔ زمانی دوم (۲۱ روز) و ج) دورهٔ زمانی سوم (۲۸ روز). S1 (خاک با شرایط طبیعی)، S2 (خاک با کمبود فسفر)، S3 (خاک با کمبود پتاسیم)، S4 (خاک قلیایی)، S5 (خاک شور)، S6 (خاک خیلی شور) و S7 (خاک اسیدی). ستون‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند (P≤۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج بررسی اثر بهبوددهندگی تریکودرما بر صفات رشدی گیاه خیار در شرایط نامساعد محیطی با گزارش‌های سایر پژوهشگران مبنی بر اینکه گونه‌های مختلف تریکودرما نقش مهمی در تحمل گیاه در برابر شرایط محیطی نامناسب (از جمله شوری) دارند، سازگار است. یدیدیا و همکارانش ۷۵ درصد افزایش طول ریشهٔ ذرت را با کاربرد جدایهٔ *T. harzianum* T-203 گزارش کردند (Yedidia *et al*. 2001). در بررسی دیگری نشان داده شد که مایه‌کوبی فلفل با سویهٔ *T. harzianum* T203 سبب بهبود شاخص‌های رشدی ارتفاع گیاه، طول ریشه و وزن خشک گیاه به‌ترتیب به میزان ۲۳، ۴۷ و ۲۸ درصد شد و گیاهان مایه‌کوبی‌شده نسبت به گروه شاهد رشد بهتر، قوی‌تر و کلروفیل بالاتری داشتند (Joshi *et al*. 2010). در بررسی‌های انجام‌شده گزارش شده است که مایه‌کوبی سویهٔ *T. harzianum* PC01 در تربچهٔ چینی تحت شرایط شوری خاک، باعث بهبود، به‌ترتیب ۷۷ و ۵۶ درصدی وزن تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه نسبت به گروه شاهد شده است (Phuwiwat and Soytong 1999). در مطالعه‌ای دیگر اثر بهبوددهندگی رشد نهال کاکائو با حضور جدایهٔ *T. asperellum* PR11 در بستر پیت و ماسه (۱:۱w.w) به‌مدت ۱۸ هفته در کشت گلخانه‌ای بررسی شد که ارتفاع بوته، وزن تر ریشه و وزن تر ساقه را به‌ترتیب ۴۱ سانتی‌متر، ۸ و ۱۶/۵ گرم نسبت به گروه شاهد افزایش داد (Tchameni *et al*. 2011). همچنین، یافته‌های رودرش و همکارانش ثابت کرد که به‌کارگیری ریزوبیوم و گونه‌های مختلف تریکودرما باعث افزایش جذب عناصر پتاسیم و فسفر گیاه می‌شود (Rodersh *et al*. 2005).

با توجه به نتایج بیان‌شده می‌توان گفت گذشته از اینکه قارچ تریکودرما استرین Tr6 در شرایط طبیعی و نیز اسیدی (شرایط بهینه برای رشد گیاه) به بهبود معنی‌دار شاخص‌های رشدی گیاه منجر می‌شود، در خاک‌های دارای تنش‌های شوری، کمبود عناصر پتاسیم و فسفر نیز تأثیر قارچ تریکودرما بر صفات مورد نظر در آزمایش چشمگیر و به لحاظ آماری معنی‌دار بوده است. همچنین، میزان شوری بالا در تیمار S6 مانع جوانه‌زنی و رشد بذور و بوته‌های خیار شد؛ بنابراین، از این تیمار داده‌ای به‌دست نیامد. همچنین، با توجه به تجزیه و تحلیل داده‌های این تحقیق مشاهده شد که بزرگ‌ترین مزیت مایه‌کوبی گیاهان خیار با قارچ *T. harzianum* Tr6 تحت شرایط شوری و کمبود عناصر خاک است؛ این بدان مفهوم است که قارچ تریکودرما در شرایط

www.SID.ir

Archive of SID

نامساعد باعث بهبود رشد و عملکرد گیاهان می‌شود. همچنین، توانایی تریکودرما در افزایش رشد گیاه با پارامترهایی مانند نوع گیاه، جدایهٔ تریکودرما، روش تهیه و به‌کارگیری زادمایه، غلظت زادمایه و نوع خاک مرتبط است (Kleifeld and Chet 1992, Qusley *et al*. 1994).

با توجه به نتایج ارزیابی جمعیت تریکودرما در دوره‌های زمانی مختلف پس از تلقیح خاک، می‌توان گفت پس از مایه‌کوبی، جمعیت اولیه در ابتدا در خاک‌های مختلف تا حدودی در دورهٔ اول حفظ شد و به‌دنبال آن در دورهٔ دوم جمعیت قارچ روند کاهشی داشت و این روند تا پایان آزمایش ادامه یافت و در پایان آزمایش، میزان جمعیت نهایی در برخی خاک‌ها در مقایسه با میزان جمعیت اولیهٔ کاهش چشمگیری نشان داد. در پایان آزمایش هم، مشاهده شد که خاک‌های مختلف با شرایط متفاوت از نظر اسیدیته، شوری خاک، میزان مواد آلی، بافت خاک و شرایط کمبود مواد غذایی تأثیرات گوناگونی روی تغییرات جمعیت تریکودرما در سه دورهٔ زمانی ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز پس از مایه‌کوبی نشان دادند (شکل ۴). بنابراین، پژوهشگران گزارش کرده‌اند که شرایط نامطلوب (شوری خاک) روی تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و مولکولی رشد موجودات زندهٔ میکروسکوپی و بقای آن‌ها تأثیر می‌گذارد (Magan 1988). تحقیقات داوه نشان داد که بیشتر گونه‌های تریکودرما نمی‌توانند بقای خود را برای مدت طولانی در شرایط شوری حفظ کنند. به نظر می‌رسد شرایط محیطی نامناسب (شوری بالا) از طرفی باعث محدودشدن رشد ساپروفیتی قارچ و از طرف دیگر موجب کاهش جوانه‌زنی اسپورها می‌شوند، در نتیجه، جمعیت قارچ در طول زمان با کاهش روبه‌رو می‌شود (Davet 1979a, 1981b). همچنین، محققان گزارش کرده‌اند که ترکیب طبیعی جمعیت گونه‌های مختلف تریکودرما در خاک‌های با اسیدیتهٔ مختلف یکسان نیست. به این معنی که گونه‌های مختلف تریکودرما در شرایط اسیدی خاک رشد بهتر و کارآمدتر از خاک قلیایی دارند و شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک روی بقا و دینامیک جمعیت تریکودرما مؤثرند (Singh *et al*. 2013, Bitton and Boylan 1985, Pereira *et al*. 1998). Jackson *et al*. (1991) در تحقیقی نشان دادند که جدایه‌های *T. harzianum* در اسیدیتهٔ خاک بین ۴/۸ تا ۶/۸ رشد مطلوب دارند.

با توجه به نتایج این پژوهش و گزارش‌های قبلی می‌توان پذیرفت که تیمار خاک اسیدی با داشتن شوری و اسیدیتهٔ پایین و نگه‌داری رطوبت و مواد آلی بالا نسبت به تیمار خاک خیلی شور و خاک قلیایی، فعالیت میکروبی بیشتری دارد و شرایط رشد بهتر رویشی را برای قارچ فراهم می‌کند و در نتیجه، جمعیت قارچ را نسبت به خاک‌های قلیایی و خیلی شور در هفتهٔ چهارم آزمایش بهتر حفظ می‌کند. شوری بالای خاک (S6) روی درصد بقای جمعیت و دینامیک جمعیت تأثیر می‌گذارد به نحوی که به نظر می‌رسد شرایط نامناسب خاک (شوری بالا) از طرفی باعث محدودشدن رشد ساپروفیتی قارچ و از طرف دیگر، موجب کاهش جوانه‌زنی اسپورها می‌شود؛ در نتیجه، جمعیت قارچ در طول زمان با نوعی بیلان منفی روبه‌رو می‌شود.

به این ترتیب در این آزمایش مشاهده شد که شوری بین ۰/۷۷ تا ۴/۷۷ میلی‌اکی‌والان‌گرم بهترین عملکرد را از نظر رشد قارچ، همچنین، از نظر عملکرد رشد رویشی گیاه داشته است (جدول ۲). بنابراین، قارچ تریکودرما علاوه بر توانایی حفظ گیاهان در مقابل شوری، کمبود عناصر خاک را نیز احتمالاً از طریق بهبود جذب مواد غذایی (عناصر فسفر و پتاسیم) جبران می‌کند. به این ترتیب تیمارهای مورد نظر (خاک با کمبود عنصر فسفر و کمبود پتاسیم) اگرچه به‌دلیل پایین‌بودن شوری خاک افزایش نسبی جمعیت قارچ داشتند، اما به‌دنبال آن بر اثر نامناسب‌بودن سایر خصوصیات خاک (کمبود عناصر) جمعیت کاهش یافت و باعث کاهش نسبی جمعیت قارچ در هفتهٔ پایانی شدند (جدول ۲). در نتیجه، با توجه به گزارش‌های قبلی و داده‌های این پژوهش می‌توان گفت، مواد مغذی کافی می‌تواند تأثیر مثبتی در بهبود رشد و دوام تریکودرما و همچنین، در بهبود رشد گیاهان داشته باشد.

نتیجه‌گیری کلی

در نهایت، با توجه به یافته‌های این پژوهش می‌توان پذیرفت که خاک‌های مختلف با شرایط متفاوت (شوری، اسیدیتهٔ خاک، کمبود عناصر و مواد آلی خاک) در رشد

www.SID.ir

Archive of SID

و بقای قارچ *T. harzianum* Tr6، همچنین، تأثیر قارچ مزبور روی شاخص‌های رشدی گیاهان خیار متفاوت بودند و حساسیت تریکودرما نسبت به خاک خیلی شور و قلیایی بیشتر از خاک‌های اسیدی و خاک با شرایط طبیعی (نرمال) بود، به این معنی که زادمایه‌های قارچ *T. harzianum* Tr6 در خاک‌های اسیدی و خاک با شرایط طبیعی بقای بیشتری دارند و اثر بهبوددهندگی قارچ *T. harzianum* Tr6 در خاک‌های نرمال و نیز اسیدی (شرایط بهینه برای رشد گیاه) به بهبود معنی‌دار شاخص‌های رشدی گیاه منجر شد، همچنین، در خاک‌های دارای تنش‌های شوری و کمبود عنصر پتاسیم نیز تأثیر قارچ تریکودرما بر صفات مورد نظر شایان توجه بود و به لحاظ آماری معنی‌دار بود. بنابراین، با توجه به شرایط نامساعد در بیشتر خاک‌های کشور استفاده از این قارچ در بهبود رشد و عملکرد گیاهان می‌تواند مؤثر باشد؛ با توجه به کاهش جمعیت قارچ در طی زمان نیاز به افزودن مایع تلقیح به خاک طی دوره‌های مختلف در طی کشت برای رسیدن به نتیجهٔ بهتر است.

REFERENCES

Altomare C, Norvell WA, Bjorkman WA, Tharman GE (1999) Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai. Applied Environmental Microbiolology 65: 2926-2933.

Bitton G, Boylan RA (1985) Effect of acid precipitation on soil microbial activity I. Soil core studies. Journal of Environmental Quarterly 14: 66-69.

Bouycos GJ (1962) Hydrometer method improved for making particle size of soil. Journal of Agronomic 56: 464-465.

Bailey BA, Lumsden RD (1998) Direct effects of *Trichoderma* and *Gliocladium* on plant growth and resistance to pathogens, In: Harman G E, Kubicek C P (Eds.), *Trichoderma* and *Gliocladium*, vol. 2. Taylor & Francis, London, pp. 185-204.

Bjorkman T, Blanchard LM, Harman GE (1998) Growth enhancement of shrunken-2 (sh2) sweet corn by *Trichoderma harzianum* 1295-22: effect of environmental stress. Journal of American Society for Horticultural Science 123(1): 35-40.

Copping LG (1998) The Biopesticide manual. 1st ed. British Crop Protection Council, UK, 333 pp.

Contreras-Cornejo HA, Macias-Rodriguez L, Cortes-Penagos C, Lopez-Bucio J (2009) *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in arabidopsis. Plant Physiology 149(3): 1579-1592.

Davet P (1979) Technique pour l'analyse des population de *Trichoderma* et de *Gliocladium virens* dans lesol Annual Review of Phytopathology 11: 529-533.

Davet P (1981) Effects de quelques pesticides sur la colonization d'un substrat par le *Trichoderma harzianum* Rifai en presence des autres champignons du sol. Soil Biology and Biochemistry 13: 513-517.

Davet P, Rouxel F (2000) Detection and isolation of soil fungi. Science Publishers, New Hampshire, 188 pp.

Joshi BB, Bhatt RP, Bahukhandi D (2010) Antagonistic and plant growth activity of *Trichoderma* isolates of Western Himalayas. Journal of Environmental Biology 31(6): 921-928.

Jackson AM, Whipps JM, Lynch JM (1991) Effects of temperature, pH and water potential on growth of four fungi with disease biocontrol potential. World Journal of Microbiology Biotechnology 7: 494-501.

Harman GE, Howell CR, Viterbo A, Chet I, Lorito M (2004) *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Reviews 2: 43-56.

Harman GE (2000) Myths and dogmas of biocontrol. Changes perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T22. Plant Disease 84: 377-393.

Harman GE (2012) *Trichoderma* spp. Including *T. harzianum*, *T. viride*, *T. knoningii*, *T. hamatum* and other spp. Deuteromycetes, Moniliales (Asexual Classification System). Retrieved Oct 2, 2012 from http:// www.biocontrol.entomology.cornell.edu/pathogens/trichoderma. html.

Kleifeld O, Chet I (1992) *Trichoderma harzianum* interaction with plants and effects on growth response. Plant Soil 144: 267-272.

Kubicek CP, Mach RL, Peterbauer CK, Lorito M (2001) *Trichoderma*: from genes to biocontrol. Journal of Plant Pathology 83(2): 11-23.

Khan FI, Husain T, Hejazi R (2004) An overview and analysis of site remediation technologies. Journal of Environmental Management 71(2): 95-122.

Khan Sh, Bagwan NB, Iqbal MA, Tamboli RR (2011) Mass Multiolication and shelf life in liquid fermentation final product of *Trichoderma viride* in different formulations. Advances in Bioresearch 2(1): 178-182.

Kaewchai S, Soytong K, Hyde KD (2010) Mycofungicides and fungal biofertilizers. Fungal Diversity 38: 25-50.

www.SID.ir

Archive of SID

Lockwood JL (1977) Fungistasis in soil. Biology Review 52: 1-43.

Magan N (1988) Effects of water potential and temperature on spore germination and germ-tube growth in vitro and on straw leaf sheaths. Transactions of the British Mycological Society 90(1): 97-107.

Nelsons BW, Sommers LE (1996) Total carbon, organic carbon, and organic matter, In: Page AL, (ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological. (2nd ed.). American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison,WI. Pp. 539-579.

Olsen SR, Sommers LE (1982) Phosphorus, In: Page AL, (ed.), Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties, 2nd ed. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI. Pp. 403-430

Ousley MA, Lynch JM, Whipps JM (1994) Potential of *Trichoderma* spp. as consistent plant growth stimulators. Biology Fertility Soils 17: 85-90.

Page AL, Miller RH, Keeney DR (1982) Methods of soil analysis. Part II. Chemical and microbiological. American Society of Agronomy and Soil Science Society 64: 918-926.

Pereira JCR, Chaves GM, Zambolium L, Matsuoka K, Acuna RS, Do-Vall FXR (1998) Survival of *Trichoderma harzianum* and *Bacillus Subtilis* in vermicompost. Summa Phytopathlogica 24(3-4): 231-238.

Papavizas GC (1985) *Trichoderma* and *Gliocladium*: biology, ecology, and potential for biocontrol. Annual Review Phytopathology 23: 23-54.

Poosapati S, Ravulapalli PD, Tippirishetty N, Vishwanathaswamy KD, Chunduri S (2013) Selection of high temperature and salinity tolerant *Trichoderma* isolates with antagonistic activity against *Sclerotium rolfsii*. SpringerPlus 3: 1-11.

Phuwiwat W, Soytong K (1999) Growth and yield response of Chinese radish to application of *Trichoderma harzianum*. Thammasat Intl. Journal of Science Technology 4(1): 68-71.

Rawat L, Singh Y, Shukla N, Kumar J (2011) Alleviation of the adverse effects of salinity stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) by seed biopriming with salinity tolerant isolates of *Trichoderma harzianum*. Plant Soil 347: 387-400.

Rudresh DL, Shivaprakash MK, Prasad RD (2005) Effect of combined application of *Rhizobium*, phosphate solubilizing bacterium and *Trichoderma* spp. on growth, nutrient uptake and yield of chickpea (*Cicer aritenium* L.). Applied Soil Ecology 28: 139-146.

Roades JD (1996) Salinity. Electrical conductivity and total dissolved solids. Method of soil analysis, parss: chemical methods. Madison. Wisconsin, USA. Pp: 417-436

Singh A, Shahid M, Srivastava M, Pandey S, Sharma A, Kumar V (2013) Optimal physical parameters for growth of trichoderma species at varying ph, temperature and agitation. Virology and Mycology 3: 2161-0517.

Thomas GW (1996) Soil pH and soil acidity, *In:* Method of soil analysis. Klut (ed.), Part3, chemical methods. Madision. Wisconsin. USA. pp. 475-490.

Tchameni SN, Ngonkeu MEL, Begoude BAD, Nana LW, Fokom R, Owona AD (2011) Effect of *Trichoderma asperellum* and arbuscular mycorrhizal fungi on cacao growth and resistance against black pod disease. Crop Protetins 30(10): 1321-1327.

Yedidia I, Srivastva A, Kapulink Y, Chet I (2001) Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentration and increased growth of cucumber plants. Plant Soil 235: 235-242.

www.SID.ir

Archive of SID

Biological Control of Pests and Plant Diseases
Vol. 4, No. 2, Autumn & Winter 2015/ 2016

Evaluation of *Trichoderma* stability in different soils and its effects on the growth performance of cucumber

Ameneh Mazlumi Lyli[1], Hamidreza Alizadeh[2*], Naser Broumand[3] and Zabiollah Azami Sardooei[4]

1, 2, 4. M. Sc. Student and Assistant Professors, Department of Plant Protection, College of Agriculture, University of Jiroft, Iran

3. Assistant Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, University of Jiroft, Iran

(Received: Oct. 13, 2015 - Accepted: Nov. 21, 2015)

ABSTRACT

Trichoderma spp. are known as efficient plant growth promoting agents. Hence, enrichment of soil by appropriate population of *Trichoderma* is useful and important for effective plant growth promote. Present study aimed to investigate the plant growth promoting effects of five strains of the genus *Trichoderma* species include: *Trichoderma harzianum* Tr6, *T. harzianum* T22, *T. asperellum* T34, *T. atroviride* P1 and *T. harzianu*m on cucumber and select the most efficient candidate under greenhouse conditions. Then this superior strain was applied in various soils including normal, phosphorus-defective soil, potassium-defective soil, alkaline soil, soil with two levels of salinity and acidic soil to evaluate the detailed effects on cucumber growth parameters under greenhouse conditions. The results showed that *Trichoderma* strain Tr6 led to statistically significant improvement in examined growth indices in soils suffering from salinity and potassium- and phosphorus deficiency. In view of stability of *Trichoderma* population in different soils, comparison of means showed that the highest population was achieved in acidic and normal soil and the lowest population occurred in the soils with high level of salinity and alkaline soils. Generally, we concluded that low *Trichoderma* population under some soil conditions is likely due to the lack of optimum condition for its growth and it can improve plant growth under these stressed soils by restoring its population by adding successful strains of *Trichoderma* to the soils.

Keywords: cucumber, growth improvement, soil conditions, stability, *Trichoderma*.

* Corresponding author E-mail: h_alizadeh48@yahoo.com Tel: +98 912 5665972

www.SID.ir