Archive of SID

فصلنامه علمی – پژوهشی گیاه و زیست بوم
سال ۹، شماره ۳۴، بهار ۱۳۹۲

ارزیابی اثر محرک رشدی *Trichoderma harzianum* روی خیار

میرمعصوم عراقی[۱]*، فرهاد باغبانی مهماندار[۲]

چکیده

گسترش علم زیست شناسی، اهمیت حفظ محیط زیست و تقاضای بالای مواد غذایی باعث گردیده محققین استفاده از ابزارهای زیستی را در کشاورزی مد نظر قرار دهند. در این بررسی، تأثیر ۵ جدایه از گونه قارچی *Trichoderma harzianum* در افزایش رشد گیاه خیار در شرایط گلخانه ای و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در ۶ تکرار انجام شد. برای انجام این تحقیق از ۳ غلظت ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد مایه تلقیح به ازاء هر گلدان استفاده شد. طول گیاه، قطر ساقه، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه به عنوان شاخص های رشدی در این آزمون مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج آزمون های آماری اثرات معنی داری را از جدایه های *Trichoderma harzianum* بر شاخص های رشدی گیاه خیار نشان داد. در بین جدایه ها، T1 با افزایش ۲۵/۸ درصدی در وزن تر اندام هوایی، ۲۲/۸ درصدی در وزن خشک اندام هوایی، ۲۰/۴ درصدی در وزن تر ریشه، ۲۱/۵ درصدی در وزن خشک ریشه، ۱۸/۴ درصدی در تعداد برگ، ۴/۸ درصدی در قطر ساقه و افزایش ۲۲/۴ درصدی در طول گیاه بیشترین اثر رشدی را از خود نشان داد. جدایه ها در غلظت ۱/۵ درصد بیشترین اثر رشدی را داشتند. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، استفاده از جدایه های مذکور به عنوان عوامل محرک رشد گیاهی در تولیدات گیاهی را می توان مورد توجه قرار داد.

واژه‌های کلیدی: خیار، محرک رشد گیاهی، *Trichoderma harzianum*

۱- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گروه گیاهپزشکی، گرگان، ایران
۲- دانشگاه پیام نور، گروه کشاورزی، تهران، ایران.
مکاتبه کننده: (Iraqi602@yahoo.com)

تاریخ دریافت: زمستان ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: تابستان ۱۳۹۱

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در سال‌های اخیر، افزایش جمعیت دنیا و تقاضای روزافزون مواد غذایی از یک‌سو و اهمیت رعایت مسائل زیست‌محیطی و توجه به کشاورزی پایدار از سوی دیگر باعث گردیده تا محققان استفاده از ابزارهای زیستی جهت افزایش میزان محصولات کشاورزی پرمصرف در واحد سطح را بیش از گذشته مدنظر قرار دهند (Baker, 1988; Vinale *et al*., 2008; Windham *et al*., 1986). خیار جزء گیاهان مهم کشاورزی در دنیا محسوب می‌شود، به‌طوری‌که که مصرف آن روزبه‌روز روبه افزایش است و به صورت‌های مختلف اعم از سالاد، ترشی و خیار شور مورد استفاده قرار می‌گیرد. خیار همچنین دارای مقادیر قابل‌توجهی از ویتامین‌های C، A، کافئیک اسید، سیلیکا، پتاسیم، منگنز و منیزیم بوده و دارای اسید آمینه تریپتوفان می‌باشد (WHFoods, 2010). در بین ابزارهای زیستی مورد استفاده توسط محققان در زمینه کشاورزی پایدار می‌توان به قارچ تریکودرما و گونه‌های مختلف آن اشاره کرد. براساس تحقیقات مختلف چنین به‌نظر می‌رسد که این میکروأرگانیسم با دارابودن توان رقابت غذایی و مکانی بالا، کلونیزاسیون و اسپورزایی فراوان در محیط خاک و به‌ویژه اطراف ریشه اغلب گیاهان زراعی و غیرزراعی و توان القاء مقاومت در گیاه نه‌تنها باعث کاهش عوامل بیمارگر در خاک می‌شود بلکه در مواردی با یک سری مکانیسم‌های بیوشیمیایی باعث تحریک به رشد اندام‌های زیرزمینی یا هوایی برخی از این گیاهان می‌گردد (Harman, 2006; Harman *et al*., 2004; Hoitink *et al*., 2006; Vinale *et al*., 2008). اگرچه گونه‌های مختلف قارچ تریکودرما به‌طور عمده به عنوان آنتاگونیست علیه بسیاری از عوامل بیماری‌زای گیاهی مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند اما اثرات مطلوب آنها در رشد و پرورش بسیاری از گیاهان زینتی همچون میخک، گل داوودی، قدومه، گل جعفری، گل تلگرافی، نوعی اطلسی و گل میمون به اثبات رسیده است (Ousley *et al*., 1994). از مهم‌ترین محصولات باغی و زراعی که تاکنون تأثیر گونه‌های مختلف قارچ تریکودرما در افزایش رشدشان به اثبات رسیده است، می‌توان به نخود فرنگی، بادنجان، کاهو، فلفل، ترب، توتون، گوجه فرنگی و خیار اشاره کرد (عراقی و همکاران، ۱۳۹۰الف؛ عراقی و همکاران، ۱۳۹۰ب؛ Lo & Lin, 2002; Ousley *et al*., 1994; Ozbay *et al*., 2004; Vinale *et al*., 2004). البته واکنش گیاهان مختلف نسبت به اثرات رشدی جدایه‌های قارچ تریکودرما متفاوت خواهد بود. به‌عنوان مثال در یک آزمایش گلخانه‌ای وقتی گونه‌های *Trichoderma* Pers. 1801 به‌صورت سوسپانسیون کنیدیایی به خاک اضافه شد، باعث افزایش معنی‌داری در وزن خشک گیاهان گوجه فرنگی، فلفل و خیار شده ولی باعث افزایش رشد گیاهان لوبیا و ترب نگردید (Chang *et al*., 1986).

از طرفی نوع گونه قارچ تریکودرما، جدایه‌های مختلف یک گونه از آن، میزان غلظت و نوع مایه تلقیح استفاده شده نیز باعث تفاوت در میزان اثرات رشدی قارچ تریکودرما روی گیاهان مختلف می‌شود (Lynch *et al*., 1991). در یک تحقیق ثابت شده است بکارگیری مایه تلقیح گونه‌های *Trichoderma* به‌صورت بیومس مخلوط با خاک باعث افزایش بیشتری در وزن خشک ساقه‌های ترب نسبت به بکارگیری آن به‌صورت سوسپانسیون اسپور می‌شود (Baker *et al*., 1984). در تحقیقی تاثیر ۳ غلظت ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد جدایه‌های مختلف تریکودرما

www.SID.ir

Archive of SID

روی رشد گیاه کاهو نشان داد که جدایه‌ها اثرات متفاوتی را در وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه کاهو دارند. جدایه TH1 با ۷۰- درصد کمترین و TW با ۲۶ درصد بیشترین افزایش رشدی را داشتند (Ousley *et al*., 1994). با درنظرگرفتن این مطلب که اثرات آنتاگونیستی قارچ تریکودرما و به‌ویژه گونه *T. harzianum* Rifai 1969 (در مقایسه با گونه‌های باکتریایی با خاصیت مشابه و حتی بسیاری از قارچ‌های آنتاگونیست) علیه بسیاری از بیمارگرهای خاکزی به اثبات رسیده است (Samuels, 1996) و باتوجه به اینکه این گونه تریکودرما در خاک‌های ایران به‌وفور یافت می‌شود و به عبارت بهتر به نوعی فراوان‌ترین گونه تریکودرما در خاک‌های ایران به‌حساب می‌آید (ظفری و همکاران، ۱۳۸۱). بنابراین در این تحقیق سعی شده است تا اثرات رشدی ۵ جدایه از قارچ *T. harzianum* روی گیاه خیار مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

برای جداسازی جدایه‌های تریکودرما از خاک (مزرعه تحقیقاتی در پردیس کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان) از محیط کشت انتخابی داوت[1] شامل یک گرم $Ca(No_3)_2$، یک گرم $CaCl_2.2H_2O$، ۲۵۰ میلی‌گرم KNO_3، ۲۵۰ میلی‌گرم KH_2PO_4، ۵۰ میلی‌گرم اسید سیتریک، دو گرم سوکروز، ۲۵ گرم آگار، ۳۰ میلی‌گرم سولفات استرپتومایسین و ۲/۵ میلی‌گرم وینکلوزولین به‌ازاء هر لیتر آب مقطر و محیط کشت حاوی ۰/۲ گرم $MgSo_4.7H_2O$، ۰/۹ گرم K_2HPO_4، ۱/۵ گرم KCl، ۱ گرم NH_4NO_3، ۳ گرم گلوکز، ۲۰ گرم آگار به‌ازاء هر لیتر آب مقطر استفاده شد (Papavizas & Lumsden, 1982). برای شناسایی جدایه‌های قارچ از کلیدهای معتبر موجود در منابع استفاده شد (Gams & Meyer, 1998; Samuels, 1996). برای شناسایی جدایه‌های تریکودرما از ویژگی‌های مورفولوژیکی نظیر شکل و رنگ پرگنه، نوع کنیدیوفور، فیالیدها، شکل و ابعاد کنیدی‌ها و سرعت رشد پرگنه جدایه‌ها روی محیط کشت مالت آگار و سیب زمینی- دکستروز- آگار استفاده شد. پس از خالص‌سازی، جدایه‌ها در داخل لوله‌های حاوی محیط کشت سیب زمینی دکستروز آگار در دمای چهار درجه سلسیوس در یخچال نگهداری شدند. یک هفته قبل از شروع آزمون، قطعاتی از هر جدایه داخل لوله‌ها برداشته و روی ظروف حاوی محیط مالت آگار انتقال داده شد و به‌منظور رشد در داخل انکوباتور با دمای ۱ ± ۲۴ درجه سلسیوس قرار داده شدند. برای تهیه مایه تلقیح قارچ (برای انجام آزمون) نیز از روش Lumsden *et al* (1990) و از محیط کشت تی‌ام‌ای پاپاویزاس حاوی ۱/۲۵ گرم گلوکز به ازاء هر لیتر آب مقطر و محیط کشت ضمیمه وی- ۸ [1] استفاده گردید. بدین ترتیب که ابتدا ارلن‌های حاوی ۲۵۰ میلی‌لیتر از این محیط کشت تهیه و پس از استریل‌کردن با دستگاه اتوکلاو، به هر ارلن مقدار یک ششم از پرگنه به‌طور کامل رشد کرده هر جدایه (در ظروف حاوی محیط کشت مالت آگار) انتقال داده شد. سپس ارلن‌های مزبور روی دستگاه شیکر با ۷۰ دور در دقیقه در دمای آزمایشگاه (۲۴-۲۲ درجه

۱- Davet

۱- V8

۲- Biomass

www.SID.ir

Archive of SID

سلسیوس) به‌منظور تولید توده زنده[۲] نگهداری گردیدند. پس از گذشت ۱۰ روز با استفاده از کاغذ فیلتر واتمن شماره ۴، توده زنده تولید شده هر جدایه از محیط مایع جداسازی شده و پس از خشک‌کردن و نگهداری به‌مدت دو روز در دسیکاتور، تا شروع آزمون گلخانه‌ای در دمای چهار درجه سلسیوس در یخچال نگهداری شدند. در انجام آزمون نیز از غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد به ازاء وزن خشک خاک هر گلدان از توده زنده تهیه شده از هر جدایه استفاده شد. برای انجام این آزمون از یک ترکیب خاکی با نسبت مساوی (۱:۱) از خاک زراعی و ماسه استفاده شد (Ousley *et al*., 1994). پس از اضافه‌کردن غلظت‌های مختلف مایه تلقیح جدایه‌های قارچ به خاک گلدان‌ها و مخلوط‌کردن کامل آن‌ها، گلدان‌ها به‌منظور انجام آزمون در گلخانه نگهداری شدند. قبل از شروع به کاشت بذور خیار، گلدان‌ها با مقداری آب شیر آبیاری شدند. گلدان‌ها پس از کاشته‌شدن در شرایط گلخانه (پردیس دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان) نگهداری شدند. پس از گذشت ۵۰ روز از کاشت، تعداد برگ، طول گیاه، قطر ساقه اصلی و وزن خشک و تر ریشه و اندام‌های هوایی محاسبه شد. درنهایت اثرات محرک رشدی جدایه‌های قارچ به‌صورت درصد افزایش رشد رویشی بین تیمارهای مختلف محاسبه و جدایه‌ها از این نظر مورد مقایسه آماری قرار گرفتند. آزمون مربوطه در قالب طرح کامل تصادفی با ۶ تکرار برای هر جدایه قارچ انجام گردید. برای تجزیه و تحلیل نتایج آزمون از نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چنددامنه ای دانکن استفاده گردید (ولی‌زاده و مقدم، ۱۳۸۹).

نتایج

تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از این آزمون نشان داد که جدایه‌های این قارچ دارای اثرات رشدی متفاوتی روی خیار هستند. براساس نتایج تجزیه واریانس جدول ۱، اثرات جدایه و غلظت بر طول گیاه، قطر ساقه اصلی، تعداد برگ و وزن تر و خشک ریشه و اندام‌های هوایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل جدایه × غلظت نیز روی طول و وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، تعداد برگ، قطر ساقه و طول گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که جدایه T1 با افزایش ۲۵/۸ درصدی وزن تر اندام هوایی، ۲۲/۸ درصدی وزن خشک اندام هوایی، ۲۰/۴ درصدی وزن تر ریشه، ۲۱/۵ درصدی وزن خشک ریشه، ۱۸/۴ درصدی تعداد برگ، ۴/۸ درصدی قطر ساقه اصلی و افزایش ۲۲/۴ در طول گیاه بیشترین اثر رشدی را از خود نشان داد و در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار با سایر جدایه‌ها داشت. جدایه T2 نیز کمترین تأثیر را در شاخص‌های رشدی از خود نشان داد (جدول ۲). بیشترین اثر رشدی برای جدایه‌ها در غلظت ۱/۵ درصد به‌دست آمد (جدول ۳).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق در مورد اثرات رشدی قارچ *Trichoderma harzianum* بر فاکتورهای رشدی خیار شامل طول گیاه، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، تعداد برگ و قطر ساقه اصلی برای نخستین‌بار در ایران ارایه می‌شود. به‌طورکلی نتایج این آزمون نشان داد که جدایه‌های ایرانی *T. harzianum* مورد استفاده در این تحقیق باعث افزایش رشد طولی، تعداد برگ، قطر ساقه و وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی خیار شدند. در

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیقی اثرات رشدی جدایه‌های دو گونه *T. harzianum* و *T. koningii* Oud. 1902 روی وزن خشک ریشه و اندام هوایی توتون و گوجه‌فرنگی مثبت ارزیابی شد (Windham *et al*., 1986). تفاوت در اثرات رشدی جدایه‌های مختلف تریکودرما در تحقیق حاضر دیده شد، به‌طوری که جدایه T1 باعث افزایش معنی‌دارتری نسبت به جدایه‌های دیگر در فاکتورهای رشدی اعم از طول گیاه و وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی خیار شد. البته تأثیر جدایه‌ها و حتی گونه‌های مختلف قارچ تریکودرما روی صفات و فاکتورهای رشدی می‌تواند متفاوت باشد. به عنوان مثال در تحقیقی اثرات رشدی ۳ جدایه تی ۲۲، تی ۹۵ و پلنت شیلد[۱] با غلظت 10^{7} (کنیدی- قطعه میسلیوم/ میلی‌لیتر) روی رقم کاروسو[۲] گوجه فرنگی در شرایط گلخانه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان داد که جدایه‌ها اثرات متفاوتی داشتند، به‌طوری‌که جدایه پلنت شیلد در میزان جوانه‌زنی، جدایه تی ۹۵ در طول اندام گیاهی، وزن تر اندام هوایی و وزن خشک ریشه و جدایه تی ۲۲ در تعداد برگ، وزن تر ریشه و وزن خشک اندام هوایی گیاه بیشترین اثر رشدی را در مقایسه با هم داشتند (Ozbay *et al*., 2004). در تحقیقی استفاده از ۲ جدایه تی ۲۲ *T. harzianum* و پی ۱ *T. atroviride* (P. Karst.) Bissett 1984 باعث افزایش معنی‌داری در وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، طول گیاه، تعداد برگ و میوه فلفل، کاهو و گوجه‌فرنگی شدند (Vinale *et al*., 2004). در تحقیقی اثر جدایه‌های *T. harzianum* در غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم بر متر مربع بستر خاک بر شاخص‌های رشدی دو رقم کاهوی یدیکول[۳] و کولگارد[۴] مورد بررسی قرار گرفته و ثابت شده است جدایه‌های *T. harzianum* تأثیر معنی‌داری در وزن تر گیاهچه‌های کاهو دارند. درحالی‌که تفاوت معنی‌داری در طول ریشه، تعداد برگ، طول اندام هوایی و وزن ریشه دیده نشد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد محصول برای رقم یدیکول در کاربرد غلظت ۱۵ گرم مایه تلقیح بر متر مربع خاک بستر، ۵۰۳ گرم به‌ازاء هر گیاه (در برابر ۴۲۵ گرم به‌ازاء هر گیاه در تیمار شاهد بدون کاربرد قارچ) و برای رقم کولگارد، ۵۷۰ گرم به‌ازاء هر گیاه (در برابر ۵۵۱ گرم به‌ازاء هر گیاه در تیمار شاهد) محاسبه گردید (Bal & Altintas, 2007). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که نوع گیاه، نوع و مقدار متابولیت‌های ثانوی ترشح‌شده توسط جدایه‌ها و گونه‌های مختلف تریکودرما می‌تواند در میزان اثرات رشدی آنها در تعامل گیاه- تریکودرما تاثیرگذار باشد (Vinale *et al*., 2008). به عنوان مثال در تحقیقی اثرات رشدی ۱۳ جدایه از ۸ گونه رایج تریکودرما روی گوجه فرنگی و بادنجان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین اثرات رشدی روی گوجه فرنگی توسط جدایه‌های دو گونه *T. viride* Pers.: Fr. 1829 و *T. harzianum* و بیشترین اثرات رشدی روی بادنجان توسط ۳ گونه *T. album* ،*T. polysporum* (Link: Fr.) Rifai Freuss و *T. hamatum* (Bon.) Bain. 1906 به‌دست آمد (Watanabe, 1993). تفاوت در عملکرد جدایه‌های مختلف قارچ *T. harzianum* در آزمون حاضر را نیز می‌توان احتمالاً به تفاوت در ترشح مواد بیوشیمیایی دانست. به عنوان مثال در

۱- Plantshield
۲- Caruso
۳- Yedikule
۴- Coolguard
۵- Viridiol
۶- pentyl-α-pyrone

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیقی مشخص شد که مقادیر مشخصی از ترکیب ضد میکروبی ویریدیول[5] تولید شده به‌وسیله گونه *T. virens* (Miller, Giddens & Foster) von Arx 1987 برای گیاه برنج بسیار سمی بوده و باعث کاهش معنی‌دار در رشد گیاهچه‌ها و نشاءهای گیاه می‌شود (Howell & Stipanovic, 1984). یکی از مهم‌ترین متابولیت‌های تولیدشده توسط *T. harzianum*، ۶- پنتیل- آلفا- پیرون[6] است که به عنوان محرک رشد گیاهی در غلظت‌های پایین شناخته شده است. این ترکیب در غلظت‌های بالاتر ($M\ 10^{-3}$) باعث ممانعت در رشد کلوپتیل گندم گردید. در اینجا دو فرضیه مطرح شد که این ترکیب یا به عنوان یک ترکیب شبه اکسین عمل می‌کند (اکسین در غلظت‌های پایین‌تر باعث رشد و در غلظت‌های بالاتر باعث ممانعت رشد در اندام‌های مختلف گیاه می‌شود) و یا اینکه در تولید القاءکننده‌های تولید اکسین نقش دارد (Culter *et al*., 1986).

از سوی دیگر در تفسیر مکانیسم عمل عوامل تحریک‌کننده رشد گیاهی بسیاری از محققین بر این باورند که به‌طور عمده جدایه‌های مختلف قارچ *Trichoderma* spp. با تولید مواد بیوشیمیایی یا باعث محرک رشد گیاهان می‌شوند و یا باعث کاهش اثرات ممانعت از رشد برخی ترکیبات، توکسین‌های زیستی و شیمیایی موجود در خاک و حتی تغییر در میزان عناصر محلول در خاک می‌شوند (Ousley *et al*., 1994; Reino *et al*., 2008; Vinale *et al*., 2008; Windham *et al*., 1986). ترشح اسیدهای آلی همچون گلوکونیک اسید، اسید سیتریک و فوماریک اسید توسط گونه‌های تریکودرما باعث کاهش pH خاک و درنهایت افزایش حلالیت و جذب ریزمغذی‌های مهم مورد نیاز برای رشد گیاه همچون آهن، منگنز، منیزیم، کاتیون‌های معدنی و فسفات‌ها می‌شود (Benitez *et al*., 2004; Vinale *et al*., 2008). Altomare *et al* (1999) برای اولین‌بار گزارش کردند که برخی از جدایه‌های *Trichoderma* spp. باعث افزایش حلالیت و جذب عناصر کم‌مغذی همچون روی، منگنز و آهن و پرمغذی مثل فسفر می‌شوند. در تحقیقی کاربرد قارچ *T. harzianum* باعث افزایش معنی‌دار در مقدار نیتروژن، پتاسیم، فسفر، کلسیم، منیزیم، منگنز و آهن دانه نخود گردید (محمدی و همکاران، ۱۳۸۹). در تحقیقی مشخص شد که جدایه‌های قارچ *T. harzianum* به‌ترتیب در دو گیاه فلفل و خیار باعث افزایش ۲۳/۸ و ۱۷/۲ درصدی در طول گیاهچه‌ها، ۹۶ و ۵۰ درصدی در سطح برگ و ۲۴/۷ و۲۸/۶ درصدی در میزان وزن خشک کل هر دو گیاه شدند (Inbar *et al*., 1994). Yedidia *et al* (2001) نشان دادند که استفاده از برخی جدایه‌های قارچ *T. harzianum* باعث افزایش ۹۰ درصدی فسفر و ۳۰ درصدی آهن قابل جذب توسط گیاه خیار در خاک شده و درنهایت باعث افزایش به‌ترتیب ۸۰، ۴۵ و۸۰ درصدی سطح برگ، طول ساقه و وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه خیار شدند. کاربرد جدایه‌های مختلف تریکودرما علاوه بر اثرات رشدی باعث القاء مقاومت به بیمارگرهای گیاهی در خیار می‌شود و این موضوع اهمیت استفاده از قارچ تریکودرما را در کشت خیار بیشتر می‌سازد (Khan *et al*., 2004). در تحقیقی اثرات رشدی جدایه‌های دو گونه *T. virens* و *T. harzianum* روی چند گیاه خانواده کدوئیان شامل خیار و لوفا در شرایط گلخانه‌ای بررسی شد. نتایج نشان داد که جدایه‌ها باعث افزایش ۶۱- ۲۶ درصدی طول گیاهچه‌ها، ۳۸- ۲۷ درصدی در سطح برگ، ۲۰۹- ۸۹ درصدی

www.SID.ir

Archive of SID

گستردگی ریشه و افزایش ۶۲- ۳۸ درصدی وزن خشک ریشه شد. همچنین، نتایج نشان داد که میزان کلروفیل در برگ گیاهان تیمار شده با قارچ به مراتب بیشتر از گیاهان شاهد بود (Lo & Lin, 2002). روی‌هم‌رفته مقایسه نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق با نتایج محققین مختلف نشان می‌دهد که صرف‌نظر از نوع گیاه و روش تحقیق، جدایه‌های مورد استفاده در این تحقیق اثرات محرک رشدی قابل قبولی نشان دادند.

باتوجه به توضیحات بالا، نوع ترشحات ریشه‌ای گیاه، تنوع و میزان جمعیت میکروأرگانیسم‌های محرک رشد گیاه و توانایی آنها در کلونیزاسیون اطراف ریشه و شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک و بالاخص نوع فون میکروبی خاک، درنهایت تعامل پیچیده‌ای را در خاک به‌وجود می‌آورند، به‌طوری‌که هرگونه تغییر در این تعامل می‌تواند شرایط رشد گیاه را تغییر دهد (Baker, 1988; Windham *et al*., 1986). بنابراین با درنظرگرفتن موارد فوق و نتایج به‌دست آمده می‌توان امیدوار بود که همان‌طور که از خاصیت بیوکنترلی این‌گونه قارچ امروزه در دنیا و کشور ما استفاده می‌شود، در آینده با انجام تحقیقات بیشتر اقدام به دستیابی و گزینش جدایه‌های با توان محرک رشدی مناسب گیاهی و استفاده تجاری (به تنهایی یا در ترکیب با سایر ترکیبات بیولوژیک) در سطح وسیعی از کشور نمود. همچنین، با توجه به اینکه تفاوت در اثرات رشدی جدایه‌ها علاوه بر نوع گیاه، به تفاوت در توانایی‌های اکوفیزیولوژیکی آنها نسبت داده می‌شود، بنابراین بررسی ویژگی‌های جدایه‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر نظیر توان کلونیزاسیون و تولید متابولیت‌های ثانویه احتمالی دخیل در فرآیند تحریک رشدی می‌تواند به عنوان یک تحقیق تکمیلی در این زمینه در آینده مدنظر قرار گیرد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر ۵ جدایه *T. harzianum* در سطوح ۰/۵، ۱ و ۱/۵٪ در افزایش رشد خیار

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات وزن تر ریشه	میانگین مربعات وزن خشک ریشه	میانگین مربعات وزن تر اندام هوایی	میانگین مربعات وزن خشک اندام هوایی	میانگین مربعات طول گیاه	میانگین مربعات تعداد برگ	میانگین مربعات قطر ساقه
جدایه	۴	۳/۹۵۸ **	۰/۸۵۵ **	۱/۸۵۲ **	۰/۵۸۴ **	۴/۰۱۲ **	۳/۹۸۷ **	۰/۶۲۵ **
غلظت	۲	۱/۴۵۶ **	۰/۲۴۵ **	۰/۵۸۷ **	۰/۳۲۱ **	۱/۵۴۲ **	۰/۹۵۸ **	۰/۷۱۲ **
جدایه × غلظت	۸	۲/۰۲۱ **	۰/۳۹۸ **	۰/۹۸۵ **	۱/۱۲۱ **	۱/۸۰۲ **	۱/۹۴۲ **	۰/۰۸۹ **
خطا	۷۵	۰/۰۰۹	۰/۰۰۶۲	۰/۰۰۸۷	۰/۰۰۸۹	۰/۰۰۹۸	۰/۰۰۹۷	۰/۰۰۶۴
ضریب تغییرات	-	۹/۳۴	۱۰/۴۵	۷/۳۶	۱۲/۲۵	۱۴/۴۴	۱۴/۰۷	۹/۸۹

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین اثر ۵ جدایه قارچ *T. harzianum* در شاخص‌های رشدی خیار

صفت	جدایه قارچ				
	T1	T2	T3	T4	T5
وزن تر اندام هوایی	۲۵/۸ a	-۹/۱ c	۸/۴ c	۸/۵ c	۱۲/۵ b
وزن خشک اندام هوایی	۲۲/۸ a	-۱۰/۱ d	۸/۵ c	۹/۴ c	۱۴/۵ b
وزن تر ریشه	۲۰/۴ a	-۱۰/۴ d	۸/۷ c	۸/۵ c	۱۲/۵ b
وزن خشک ریشه	۲۱/۵ a	-۱۰/۵ d	۸/۸ c	۹/۲ c	۱۳/۸ b
طول گیاه	۲۲/۴ a	-۷/۴ d	۸/۸ c	۹/۵ c	۱۷/۵ b
تعداد برگ	۱۸/۴ a	-۴/۸ d	۴/۶ c	۴/۶ c	۸/۵ b
قطر ساقه اصلی	۴/۸ a	-۱/۴ c	۲/۸ b	۲/۹ b	۳/۰ b

مقادیر بر حسب درصد هستند و اعداد دارای حروف مشابه در هر ردیف اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف جدایه‌های قارچ *T. harzianum* در شاخص های رشدی خیار

صفت اندازه گیری شده	سطوح غلظت		
	۱/۵ درصد	۱ درصد	۰/۵ درصد
وزن تر ریشه	۷/۹۴ a	۳/۲۱ b	۱/۰۳ c
وزن خشک ریشه	۸/۵۶ a	۳/۹۶ b	۱/۲۴ c
وزن تر اندام هوایی	۹/۲۲ a	۳/۸۲ b	۱/۳۵ c
وزن خشک اندام هوایی	۹/۰۲ a	۴/۵۲ b	۱/۲۶ c
تعداد برگ	۶/۲۶ a	۲/۹۵ b	۰/۰۹ c
قطر ساقه اصلی	۲/۴۲ a	۰/۰۵ b	۰/۰۰ c
طول گیاه	۱۰/۱۶ a	۴/۸۱ b	۱/۰۸ c

مقادیر بر حسب درصد هستند و اعداد دارای حروف مشابه در هر ردیف اختلاف معنی‌داری ندارند.

منابع

ظفری،د.، ج.ارشاد، ر.زارع، و ع.علیزاده. ۱۳۸۱. تحقیقی در زمینه شناسایی گونه‌های *Trichoderma* در ایران. مجله بیماری‌های گیاهی، جلد ۳۸، شماره‌های ۱ و ۲، صفحات ۲۱ تا ۴۵.

عراقی،م.م.، ک.رهنما، و ن.لطیفی. ۱۳۹۰ الف. بررسی اثر افزایش رشدی قارچ *Trichoderma harzianum* در گوجه فرنگی. مجله علمی-پژوهشی پژوهش‌های تولید گیاهی. جلد ۱۸، شماره ۲، صفحات ۱۱۸- ۱۰۷.

عراقی،م.م.، ف.باغبانی مهماندار، و ر.محمدی. ۱۳۹۰ ب. بررسی اثر محرک رشدی جدایه‌های قارچ *Trichoderma harzianum* روی کاهو (*Lactuca sativa*) و فلفل (*Capsicum annuum*). گیاه و زیست بوم. جلد ۷، شماره ۲- ۲۷، صفحات ۶۸- ۵۷.

www.SID.ir

Archive of SID

محمدی،خ.، ا.قلاوند، م.آقاعلیخانی، ی.سهرابی، و غ.ر.حیدری. ۱۳۸۹. تاثیرپذیری کیفیت دانه نخود از سیستم‌های مختلف افزایش حاصلخیزی خاک. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد ۳، شماره ۱، صفحات ۱۰۳ تا ۱۱۹.

ولی زاده،م.، و م.مقدم. ۱۳۸۹. طرح‌های آزمایشی در کشاورزی (ویراست چهارم). انتشارات پریور، تبریز. ۴۵۱ صفحه.

Altomare,C., W.A.Norvell, T.Bjőrkman, and G.E.Harman. 1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai. Appl. Environ. Microb. 65(7): 2926-2933.

Baker,R. 1988. *Trichoderma* spp. as plant growth stimulants. Crit. Rev. Biotechnol. 7: 97-106.

Baker,R., Y.Elad, and I.Chet. 1984. The controlled experiment in the scientific method with special emphasis in biological control. Phytopathology 74: 1019-1021.

Bal,U., and S.Altintas. 2007. Effects of *Trichoderma harzianum* on lettuce in protected cultivation. J. Cent. Eur. Agric. 9(1): 63-70.

Benitez,T., A.M.Rincon, M.C.Limon, and A.C.Codon. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. Int. Microbiol. 7(4): 249-260.

Chang,C., Y.Chang, R.Baker, O.Kleifield, and I.Chet. 1986. Increased growth of plants in the presence of the biological control agent *Trichoderma harzianum*. Plant Dis. 70: 145-148.

Culter,H.G., R.H.Cox, F.G.Crumley, and P.D.Cole. 1986. 6-pentyl-α-pyrone from *Trichoderma harzianum*: its plant growth inhibitory and antimicrobial properties. Agric. Biol. Chem. 50: 2943-2945.

Gams,W., and W.Meyer. 1998. What exactly is *Trichoderma harzianum*? Mycologia 90(5): 904-915.

Harman, G. E. 2006. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. Phytopathology 96: 190-194.

Harman,G.E., C.R.Howell, A.Viterbo, I.Chet, and M.Lorito. 2004. *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Rev. 2: 43-56.

Hoitink,H.A.J., L.V.Modden, and A.E.Dorrance. 2006. Systemic resistance induced by *Trichoderma* spp.: interactions between the host, the pathogen, the biocontrol agent and soil organic matter quality. Phytopathology 96: 186-189.

Howell,C.R., and R.D.Stipanovic. 1984. Phytotoxicity to crop plants and herbicidal effects on weeds of viridiol produced by *Gliocladium virens*. Phytopathology 74: 1346-1349.

Inbar,J., M.Abramsky, D.Cohen, and I.Chet. 1994. Plant growth enhancement and disease control by *Trichoderma harzianum* in vegetable seedlings grown under commercial conditions. Eur. J. Plant Pathol. 100(50): 337-346.

www.SID.ir

Archive of SID

Khan,J., J.J.Ooka, S.A.Miller, L.V.Madden, and H.A.J.Hoitink. 2004. Systemic resistance induced by *Trichoderma hamatum* 382 in cucumber against *Phytophthora* crown rot and leaf blight. Plant Dis. 88: 280-286.

Lo,C.T., and C.Y.Lin. 2002. Screening strains of *Trichoderma* spp. for plant growth enhancement in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 11: 215-220.

Lumsden,R.D., J.P.Carter, J.M.Whipps, and J.M.Lynch. 1990. Comparison of biomass and viable propagule measurements in the antagonism of *Trichoderma harzianum* against *Pythium ultimum*. Soil Biol. Biochem. 20: 123-125.

Lynch,J.M., K.L.Wilson, M.A.Ousley, and J.M.Whipps. 1991. Response of lettuce to *Trichoderma* treatment. Lett. Appl. Microbiol. 12: 59-61.

Ousley,M.A., J.M.Lynch, and J.Whipps. 1994. Potential of *Trichoderma* spp. as consistent plant growth stimulators. Biol. Fert. Soils 17: 85-90.

Ozbay,N., S.E.Newman, and W.M.Brown. 2004. The effect of the *Trichoderma harzianum* strains on the growth of tomato seedlings. Acta Hort. 635: 131-135.

Papavizas,G.C., and R.D.Lumsden. 1982. Improved medium for isolation of *Trichoderma* spp. from soil. Plant Dis. 66: 1019-1020.

Reino,J.L., R.F.Guerrero, R.Hermandez-Galan, and I.G.Collado. 2008. Secondary metabolites from species of the biocontrol agent *Trichoderma*. Phytochem. Rev. 7(1): 89- 123.

SAS Institute. 2001. SAS system. Inc, Cary, NC, USA.

Samuels,G.J. 1996. *Trichoderma*: a review of biology and systematics of the genus (Centenary Review). Mycol. Res. 100(8): 923-935.

Vinale,F., G.D`Ambrosio, K.Abadi, F.Scala, R.Marra, D.Turra, S.L.Woo, and M.Lorito. 2004. Application of *Trichoderma harzianum* (T22) and *Trichoderma atroviride* (P1) as plant growth promoters and their compatibility with copper oxychloride. J. Zhejiang Univ. Sci. 30: 2-8.

Vinale,F., K.Sivasithamparam, E.L.Ghisalberti, R.Marra, S.L.Wooa, and M.Lorito. 2008. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. Soil Biol. Biochem. 40: 1-10.

Watanabe,N. 1993. Promoting effect of *Trichoderma* spp. on seed germination and plant growth in vegetables. Mem. Inst. Sci. Tech. 32(2): 9-18.

WHFoods. 2010. Cucumber. In http://WHFoods.org/genpage.

Windham,M.T., Y.Elad, and R.Baker. 1986. A mechanism for increased plant growth induced by *Trichoderma* spp. Phytopathology 76: 518-552.

Yedidia,I., A.K.Srivastva, Y.Kapulnik, and I.Chet. 2001. Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. Plant Soil 235(2): 235-242.

www.SID.ir