مجله پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد هجدهم، شماره دوم، ۱۳۹۰
www.gau.ac.ir/journals

بررسی اثر افزایش رشدی قارچ *Trichoderma harzianum* در گوجه‌فرنگی

***میرمعصوم عراقی[۱]، کامران رهنما[۲] و ناصر لطیفی[۳]**

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه بیماری‌شناسی گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۲۶

چکیده

در این پژوهش، تأثیر ۵ جدایه از گونه قارچی *Trichoderma harzianum* در افزایش رشد گیاه گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه‌ای و در قالب طرح کاملاً تصادفی در ٦ تکرار انجام شد. برای انجام این پژوهش از ۳ غلظت ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد مایه تلقیح به‌ازای هر گلدان استفاده شد. طول گیاه، قطر ساقه، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه و تعداد برگ به‌عنوان شاخص‌های رشدی در این آزمون مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج آزمون نشان داد که جدایه‌ها اثرات متفاوتی در شاخص‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی داشته و تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد با آزمون چنددامنه‌ای دانکن نشان دادند. در بین جدایه‌ها، T_1 با افزایش ۱۲/۱۸ درصدی در وزن تر اندام هوایی، ۱۵/٤۱ درصدی در وزن خشک اندام هوایی، ۱۲/۷۰ درصدی در وزن تر ریشه، ۱٦/۱۱ درصدی در وزن خشک ریشه، ۲۰/٤۱ درصدی در تعداد برگ، ۲/۵۰ درصدی در قطر ساقه و افزایش ۱۸/۵۱ درصدی در طول گیاه بیش‌ترین اثر رشدی را از خود نشان داد. جدایه‌ها در غلظت ۱/۵ درصد بیش‌ترین اثر رشدی را داشتند. امکان استفاده از جدایه‌های یاد شده به‌عنوان عوامل محرک رشد گیاهی در این مقاله بحث شده است.

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

* مسئول مکاتبه: iraqi602@yahoo.com

مقدمه

در بین ابزارهای بیولوژیکی مورد استفاده توسط محققان در زمینه کشاورزی پایدار می‌توان به قارچ تریکودرما و گونه‌های مختلف آن اشاره کرد. براساس پژوهش‌های مختلف چنین به‌نظر می‌رسد که این میکروارگانیسم با دارا بودن توان رقابت غذایی و مکانی بالا، استقرار و اسپورزایی فراوان در محیط خاک و به‌ویژه اطراف ریشه اغلب گیاهان زراعی و غیرزراعی و توان القاء مقاومت در گیاه، نه تنها 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 (هارمن، ۲۰۰۶؛ بنیتز و همکاران، ۲۰۰٤؛ جبارزاده و همکاران، ۲۰۱۰؛ هویتینک و همکاران، ۲۰۰٦؛ وینال و همکاران، ۲۰۰۸؛ هارمن و همکاران، ۲۰۰٤).

اگرچه گونه‌های مختلف قارچ تریکودرما به‌طورعمده به‌عنوان آنتاگونیست علیه بسیاری از بیمارگرهای 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 (اسلی و همکاران، ۱۹۹٤). از مهم‌ترین محصولات باغی و زراعی که تاکنون تأثیر گونه‌های مختلف قارچ تریکودرما در افزایش رشدشان به اثبات رسیده است می‌توان به نخودفرنگی، بادنجان، کاهو، فلفل، ترب، توتون، گوجه‌فرنگی و خیار اشاره کرد (ویندهام و همکاران، ۱۹۸٦؛ جبارزاده و همکاران، ۲۰۱۰؛ واتانابه، ۱۹۹۳؛ اسلی و همکاران، ۱۹۹٤؛ عراقی و همکاران، ۲۰۱۲؛ ازبای و همکاران، ۲۰۰٤؛ لو و لین، ۲۰۰۲؛ وینال و همکاران، ۲۰۰٤). با این وجود در برخی موارد اثرات منفی جدایه‌های تریکودرما روی محصولاتی مانند برنج و کاهو نیز دیده شده است (هاول و استپانوویچ، ۱۹۸٤؛ عراقی و همکاران، ۲۰۱۲). البته واکنش گیاهان مختلف نسبت به اثرات رشدی جدایه‌های قارچ تریکودرما متفاوت خواهد بود. پژوهش‌ها نشان داده است که نوع و میزان متابولیت‌های تولید شده توسط جدایه‌های تریکودرما می‌تواند در تأثیر منفی یا مثبت روی رشد گیاهان مختلف نقش داشته باشد (بیکر، ۱۹۸۸؛ کالتر و همکاران، ۱۹۸٦). در یک آزمایش گلخانه‌ای، اضافه کردن سوسپانسیون کنیدیایی *Trichoderma* spp. به خاک باعث افزایش معنی‌داری در وزن خشک گیاهان گوجه‌فرنگی، فلفل و خیار شده ولی باعث افزایش رشد گیاهان لوبیا و ترب نگردید (چنگ و همکاران، ۱۹۸٦).

از طرفی نوع گونه قارچ تریکودرما، جدایه‌های مختلف یک گونه، میزان غلظت و نوع مایه تلقیح استفاده شده نیز باعث تفاوت در میزان اثرات رشدی قارچ تریکودرما بر روی گیاهان مختلف می‌شود

(لینچ و همکاران، ۱۹۹۱). براساس پژوهش انجام شده، ثابت شد که به‌کارگیری مایه تلقیح *Trichoderma* spp. به‌صورت توده زنده[1] مخلوط با خاک باعث افزایش بیش‌تری در وزن خشک ساقه‌های ترب نسبت به به‌کارگیری آن به‌صورت سوسپانسیون اسپور می‌شود (بیکر و همکاران، ۱۹۸٤). اسلی و همکاران (۱۹۹٤) نشان دادند که برخی از جدایه‌های *T. harzianum* تنها در غلظت ۱ درصد در خاک باعث افزایش رشد اندام‌های هوایی و ریشه گیاه کاهو شدند.

با در نظر گرفتن این مطلب که اثرات آنتاگونیستی قارچ تریکودرما و به‌ویژه گونه *T. harzianum* (در مقایسه با گونه‌های باکتریایی با خاصیت مشابه و حتی بسیاری از قارچ‌های آنتاگونیست) علیه بسیاری از بیمارگرهای خاک‌زی به اثبات رسیده است (ساموئل، ۱۹۹٦) و با توجه به این‌که این گونه قارچ تریکودرما در خاک‌های ایران به وفور یافت می‌شود و به‌عبارت بهتر به نوعی فراوان‌ترین گونه تریکودرما در خاک‌های ایران به‌حساب می‌رود (ظفری و همکاران، ۲۰۰۲)، بنابراین سعی شده است تا اثرات رشدی ۵ جدایه از قارچ *T. harzianum* روی گیاه گوجه‌فرنگی و با هدف ارزیابی تأثیر جدایه‌های T_1، T_2، T_3، T_4 و T_5 قارچ مزبور روی فاکتورهای رشدی مهم گیاه گوجه‌فرنگی شامل طول گیاه، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، قطر ساقه و تعداد برگ مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

برای جداسازی جدایه‌های تریکودرما از خاک از محیط کشت انتخابی Davet شامل ۱ گرم $Ca(NO_3)_2$، ۱ گرم $CaCl_2.2H_2O$، ۲۵۰ میلی‌گرم KNO_3، ۲۵۰ میلی‌گرم KH_2PO_4، ۵۰ میلی‌گرم اسید سیتریک، ۲ گرم سوکروز، ۲۵ گرم آگار، ۳۰ میلی‌گرم سولفات استرپتومایسین و ۲/۵ میلی‌گرم وینکلوزولین به‌ازای هر لیتر آب مقطر و محیط کشت دارای 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 به‌ازای هر لیتر آب مقطر استفاده شد (پاپاویزاس و لامسدن، ۱۹۸۲). برای شناسایی جدایه‌های قارچ از کلیدهای معتبر موجود در منابع استفاده شد (گمس و میر، ۱۹۹۸؛ ساموئل، ۱۹۹٦). برای شناسایی جدایه‌های تریکودرما از ویژگی‌های مورفولوژیکی مانند شکل و رنگ پرگنه[2]، نوع کنیدیوفور[3]، فیالیدها[4]، شکل و ابعاد کنیدی‌ها

1- Biomass
2- Colony
3- Conidiophore
4- Phialides

و سرعت رشد پرگنه جدایه ها روی محیط کشت مالت آگار (MA)[1] و سیب‌زمینی- دکستروز- آگار (PDA)[2] پس از خالص‌سازی، جدایه‌ها در داخل لوله‌های دارای محیط کشت سیب‌زمینی دکستروز آگار در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شدند. یک هفته قبل از شروع آزمون قطعاتی از هر جدایه داخل لوله‌ها برداشته و روی ظروف دارای محیط مالت آگار انتقال داده شده و به‌منظور رشد در داخل انکوباتور با دمای ۱±۲٤ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. برای تهیه مایه تلقیح قارچ (برای انجام آزمون) نیز از روش لامسدن و همکاران (۱۹۹۰) و از محیط کشت تی ام ای پاپاویزاس دارای ۱/۲۵ گرم گلوکز به‌ازای هر لیتر آب مقطر و محیط کشت ضمیمه V_8 استفاده گردید (پاپاویزاس و لامسدن، ۱۹۸۲). به این ترتیب که ابتدا ارلن‌های دارای ۲۵۰ میلی‌لیتر از این محیط کشت تهیه و پس از استریل کردن با دستگاه اتوکلاو، به هر ارلن مقدار تقریباً یک ششم از پرگنه کاملاً رشد کرده هر جدایه (در ظروف دارای محیط کشت مالت آگار) انتقال داده شد. سپس ارلن‌های مزبور بر روی دستگاه شیکر با ۷۰ دور در دقیقه در دمای آزمایشگاه (تقریباً ٢٤-٢٢ درجه سانتی‌گراد) به‌منظور تولید توده زنده نگهداری گردیدند. پس از گذشت ۱۰ روز با استفاده از کاغذ فیلتر واتمن شماره ٤ توده زنده تولید شده هر جدایه از محیط مایع جداسازی شده و پس از خشک کردن و نگهداری به‌مدت ۲ روز در دسیکاتور در شرایط دمای آزمایشگاه، در نهایت تا شروع آزمون گلخانه‌ای در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شدند. در انجام آزمون نیز از غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد به‌ازای 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 از پیت و ماسه (۱:۱) استفاده شد (اسلی و همکاران، ۱۹۹٤). پس از اضافه کردن غلظت‌های مختلف مایه تلقیح جدایه‌های قارچ به خاک گلدان‌ها و مخلوط کامل آن‌ها، گلدان‌ها به‌منظور انجام آزمون در گلخانه نگهداری شدند. قبل از شروع به کاشت بذور گوجه‌فرنگی، گلدان‌ها با مقداری آب شهری آبیاری شدند. گلدان‌ها پس از کاشته شدن در شرایط گلخانه نگهداری شدند. در تیمارهای شاهد نیز تنها بذور گوجه‌فرنگی بدون اضافه کردن مایه تلقیح قارچ در گلدان‌ها کاشته شدند. پس از گذشت ۵۰ روز از کاشت، تعداد برگ، طول گیاه، قطر ساقه اصلی و وزن خشک و تر ریشه و اندام‌های هوایی برای تمام تیمارها محاسبه شد. در نهایت اثرات محرک رشدی جدایه‌های قارچ به‌صورت درصد افزایش رشد رویشی بین تیمارهای مختلف (در مقایسه با تیمارهای شاهد) محاسبه و

1- Malt Agar
2- Potato Dextrose Agar

جدایه‌ها از این نظر مورد مقایسه آماری قرار گرفتند. آزمون مربوطه در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٦ تکرار برای هر جدایه قارچ انجام گردید. برای تجزیه و تحلیل نتایج آزمون از نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۱) استفاده شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده از این آزمون نشان داد که جدایه‌های قارچ تریکودرما دارای اثرات رشدی متفاوتی روی گوجه‌فرنگی 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 و طول گیاه در سطح احتمال ۱ درصد و روی قطر ساقه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که جدایه T_1 با افزایش ۱۲/۱۸ درصدی وزن تر اندام هوایی، ١٥/٤ درصدی وزن خشک اندام هوایی، ۱۲/۷ درصدی وزن تر ریشه، ١٦/١ درصدی وزن خشک ریشه، ۲۰/٤ درصدی تعداد برگ، ۲/۵ درصدی قطر ساقه اصلی و افزایش ۱۸/۵۱ در طول گیاه بیش‌ترین اثر رشدی را از خود نشان داد و در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار با سایر جدایه‌ها داشت. جدایه T_2 نیز کم‌ترین تأثیر یا به‌عبارت بهتر اثر منفی (در مقایسه با تیمارهای شاهد با درصد رشد صفر) را در شاخص‌های رشدی از خود نشان داد (جدول ۲). بیش‌ترین اثر رشدی برای جدایه‌ها نیز در غلظت ۱/۵ درصد به‌دست آمد (جدول ۳).

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

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	٤	۲/۸٦۲**	۰/۵۲۳**	۱/٤٦٤**	۰/۲۳۷**	۳/۱۰۲**	۲/۸۷۵**	۰/٤۲۱**
غلظت	۲	۰/۸۱۵**	۰/۱۷۸**	۰/۳۷٦**	۰/۱۱۲**	۰/۹۸۱**	۰/۸۹۲**	۰/٤۹۸**
جدایه × غلظت	۸	۱/۰۸٦**	۰/۲۸۵**	۰/۳۵٦**	۰/۰۸۷**	۱/۵۰۲**	۱/٦۰۵**	۰/۰٤۵*
خطا	۷۵	۰/۰۰۸٦	۰/۰۰۵۵	۰/۰۰٦۹	۰/۰۰٤۷	۰/۰۰۸۵	۰/۰۰۸۹	۰/۰۰۳۵
ضریب تغییرات	-	٦/۳٤	۷/۹۵	٤/۲۵	۹/۵	۱۱/۰۵	۱۵/۱۲	۵/۵

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

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

صفت اندازه‌گیری شده	جدایه قارچ				
	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
وزن تر اندام هوایی	۱۲/۱۸^{a}	-٦/۷۷^{c}	۸/۸۱^{b}	۷/۸۱^{b}	۸/٤٥^{b}
وزن خشک اندام هوایی	۱۵/٤۱^{a}	-۵/۸۲^{c}	۱۰/۱۵^{b}	۹/۱۰^{b}	۸/۹۱^{b}
وزن تر ریشه	۱۲/۷۰^{a}	-٤/۲۱^{c}	۷/٤۱^{b}	٦/٤۲^{b}	۵/۵٦^{b}
وزن خشک ریشه	۱٦/۱۱^{a}	-۵/٦۰^{c}	۷/۹۰^{b}	۸/۱۷^{b}	۷/۸۷^{b}
طول گیاه	۱۸/۵۱^{a}	-٤/۷۰^{d}	۱۲/۸۳^{b}	۱۳/٤۱^{b}	۱۰/۸۲^{c}
تعداد برگ	۲۰/٤۱^{a}	۱/۱۱^{e}	۱۱/۲۱^{b}	۷/۱۲^{c}	٤/۵۱^{d}
قطر ساقه اصلی	۲/۵۰^{a}	۱/۲۰^{c}	۱/۵۰^{bc}	۱/۸۱^{b}	۱/۵۸^{bc}

* اعداد بر حسب درصد و دارای حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با آزمون چنددامنه‌ای دانکن هستند. ** درصد رشد تیمارهای شاهد (بدون جدایه قارچ) صفر می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف جدایه‌های *T. harzianum* در شاخص‌های رشدی گوجه‌فرنگی.

صفت اندازه گیری شده	سطوح غلظت		
	۱/۵ درصد	۱ درصد	۰/۵ درصد
وزن تر ریشه	۵/۵٦^{a}	۱/۸۲^{b}	۰/۵۱^{c}
وزن خشک ریشه	٦/۸٦^{a}	۲/۸۷^{b}	۱/۰٤^{c}
وزن تر اندام هوایی	٦/۱۰^{a}	۲/۵۱^{b}	۰/۸۱^{c}
وزن خشک اندام هوایی	۷/۵۵^{a}	۳/۸۲^{b}	۱/۱٤^{c}
تعداد برگ	۸/۸٦^{a}	۳/٤۱^{b}	۱/۰۲^{c}
قطر ساقه اصلی	۱/۷۰^{a}	۰/۰٤^{b}	۰/۰۰^{c}
طول گیاه	۱۰/۱٦^{a}	٤/۸۱^{b}	۱/۰۸^{c}

* اعداد بر حسب درصد و دارای حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با آزمون چنددامنه‌ای دانکن هستند. ** درصد رشد تیمارهای شاهد (بدون جدایه قارچ) صفر می‌باشد.

به‌طورکلی نتایج این آزمون نشان داد که جدایه‌های ایرانی *T. harzianum* مورد استفاده در این پژوهش باعث افزایش رشد طولی، تعداد برگ، قطر ساقه و وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی گوجه‌فرنگی شدند. در پژوهشی استفاده از ۲ جدایه *T. harzianum* T_{22} و *T. atroviride* P_1 باعث

افزایش معنی‌داری در وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، طول گیاه، تعداد برگ و میوه گوجه‌فرنگی شدند (وینال و همکاران، ۲۰۰٤). براساس پژوهش انجام شده، اثرات رشدی جدایه‌های دو گونه *T. harzianum* و *T. koningii* روی وزن خشک ریشه و اندام هوایی توتون و گوجه‌فرنگی مثبت ارزیابی شد. همچنین دو جدایه $T_{۹۵}$ و $T_{۸}$ متعلق به دو گونه ذکر شده در بالا ضمن افزایش معنی‌دار در وزن خشک ترب، باعث کاهش ۳-۱ روزه در زمان جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی، ذرت و توتون شدند (ویندهام و همکاران، ۱۹۸٦). تفاوت در اثرات رشدی جدایه‌های مختلف تریکودرما در این پژوهش دیده شد، به‌طوری‌که جدایه $T_{۱}$ باعث افزایش معنی‌دار و جدایه $T_{۲}$ باعث کاهش به‌نسبت معنی‌دار در فاکتورهای رشدی اعم از طول گیاه و وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی گوجه‌فرنگی شدند. البته تأثیر جدایه‌ها و حتی گونه‌های مختلف قارچ تریکودرما روی صفات و فاکتورهای رشدی می‌تواند متفاوت باشد. در پژوهشی اثرات رشدی ۳ جدایه $T_{۲۲}$، $T_{۹۵}$ و پلنت‌شیلد[1] با غلظت $۱۰^{۷}$ (کنیدی- قطعه میسلیوم/ میلی‌لیتر) روی رقم Caruso گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، تعداد برگ و طول اندام هوایی پس از ٦ هفته اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که جدایه‌ها اثرات متفاوتی داشتند به‌طوری‌که جدایه پلنت‌شیلد در میزان جوانه‌زنی، جدایه $T_{۹۵}$ در طول اندام گیاهی، وزن تر اندام هوایی و وزن خشک ریشه و جدایه $T_{۲۲}$ در تعداد برگ، وزن تر ریشه و وزن خشک اندام هوایی گیاه بیش‌ترین اثر رشدی را در مقایسه با هم داشتند. درصد افزایش فاکتورهای رشدی برای وزن تر اندام هوایی ۱۱/۷۲-۱/۹٤- درصد، برای وزن تر ریشه ۱۱/۷٤- ٥/٦٥- درصد، برای وزن خشک اندام هوایی ۱٤/٤۳-۱۲/۷۱- درصد، برای وزن خشک ریشه ۱٤/٤۷- ۱۹/۷٤- درصد، برای تعداد برگ ۱٥/۲٤-۲/۷۷ درصد، برای جوانه‌زنی ۱۹/۸۹-۰/۱- درصد و برای طول اندام هوایی ۲۳/٤۳-۸/۷۷ درصد به‌دست آمد (ازبای و همکاران، ۲۰۰٤).

نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که نوع گیاه و نوع و مقدار متابولیت‌های ثانوی ترشح شده توسط جدایه‌ها و گونه‌های مختلف تریکودرما می‌تواند در میزان اثرات رشدی آن‌ها در تعامل گیاه- تریکودرما تأثیرگذار باشد (وینال و همکاران، ۲۰۰۸). براساس مطالعات انجام شده، اثرات رشدی ۱۳ جدایه از ۸ گونه رایج تریکودرما روی گوجه‌فرنگی و بادنجان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیش‌ترین اثرات رشدی روی گوجه‌فرنگی توسط جدایه‌های دو گونه *T. viride* و *T. harzianum* و بیش‌ترین اثرات رشدی روی بادنجان توسط ۳ گونه *T. polysporum*،

1- Plantshield

T. album و *T. hamatum* به‌دست آمد (واتانابه، ۱۹۹۳). تفاوت در عملکرد جدایه‌های مختلف قارچ *T. harzianum* در این آزمون را نیز می‌توان احتمالاً به تفاوت در ترشح مواد بیوشیمیایی نسبت داد. به‌عنوان مثال در پژوهشی مشخص شد که مقادیر مشخصی از ترکیب ضدمیکروبی ویریدیول تولید شده به‌وسیله گونه *T. virens* برای گیاه برنج بسیار سمی بوده و باعث کاهش معنی‌دار در رشد گیاهچه‌ها و نشاءهای گیاه می‌شود (هاول و استیپانوویچ، ۱۹۸٤). یکی از مهم‌ترین متابولیت‌های تولید شده توسط *T. harzianum*، ٦-pentyl-α-pyrone است که به‌عنوان 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 به‌عنوان یک ترکیب شبه‌اکسین عمل می‌کند (اکسین در غلظت‌های پایین‌تر باعث رشد و در غلظت‌های بیش‌تر باعث ممانعت رشد در اندام‌های مختلف گیاه می‌شود) و یا این‌که در تولید القاءکننده‌های تولید اکسین نقش دارد. در هر صورت پاسخ اثر دز این ترکیب و ترکیبات مشابه دیگر در افزایش یا ممانعت رشد گیاهان نیازمند مطالعات بیش‌تری است (کالتر و همکاران، ۱۹۸٦).

از سوی دیگر در تفسیر مکانیسم عمل عوامل تحریک‌کننده رشد گیاهی بسیاری از محققان بر این باورند که به‌طورعمده جدایه‌های مختلف قارچ *Trichoderma* spp. با تولید مواد بیوشیمیایی باعث تحریک 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 (وینال و همکاران، ۲۰۰۸؛ اسلی و همکاران، ۱۹۹٤؛ ویندهام و همکاران، ۱۹۸٦). ترشح اسیدهای آلی هم‌چون گلوکونیک اسید، اسید سیتریک و فوماریک اسید توسط گونه‌های تریکودرما باعث کاهش pH خاک و در نهایت افزایش حلالیت و جذب ریزمغذی‌های مهم مورد نیاز برای رشد گیاه هم‌چون آهن، منگنز، منیزیم، کاتیون‌های معدنی و فسفات‌ها می‌شود (بنیتز و همکاران، ۲۰۰٤؛ وینال و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین در پژوهشی کاربرد مقدار ۰/۱ گرم ماده تجاری تریانوم (*T. harzianum* T_{22} (TRIANUM-P®)) به‌ازای هر گیاه گوجه‌فرنگی رقم کارناک باعث افزایش ۳۳/۳٤ درصدی در افزایش عملکرد و کاهش معنی‌دار در بیماری پوسیدگی گلگاه که در اثر کمبود و جذب نشدن کلسیم ایجاد می‌شود، گردید. جذب کلسیم ارتباط مستقیم با حجم ریشه و جذب آب دارد و به‌علت استقرار ریشه توسط تریکودرما و افزایش حجم ریشه، جذب کلسیم افزایش و در نهایت پوسیدگی گلگاه کاهش می‌یابد (جبارزاده و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به توضیحات بالا، نوع گیاه و ترشحات ریشه‌ای آن، تنوع و میزان جمعیت میکروارگانیسم‌های محرک رشد گیاه و توانایی

آن‌ها در کلنیزاسیون اطراف ریشه و شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک و به‌خصوص نوع فلور میکروبی خاک، در نهایت تعامل پیچیده‌ای را در خاک به‌وجود می‌آورند، به‌طوری‌که هر گونه تغییر در این تعامل می‌تواند شرایط رشد گیاه را تغییر دهد (بیکر، ۱۹۸۸؛ ویندهام و همکاران، ۱۹۸٦). بنابراین با در نظر گرفتن موارد بالا و نتایج به‌دست آمده می‌توان امیدوار بود که همان‌طورکه از خاصیت بیوکنترلی این گونه قارچ امروزه در دنیا و کشور ما استفاده می‌شود، در آینده با انجام پژوهش‌های 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 علاوه‌بر نوع گیاه، به تفاوت در توانایی‌های اکوفیزیولوژیکی آن‌ها نسبت داده می‌شود، بنابراین بررسی ویژگی‌های جدایه‌های مورد استفاده در این پژوهش مانند توان استقرار و تولید متابولیت‌های ثانویه احتمالی دخیل در فرآیند تحریک رشدی می‌تواند به‌عنوان یک پژوهش تکمیلی در این زمینه در آینده مدنظر قرار گیرد. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش در مورد اثرات رشدی قارچ تریکودرما بر فاکتورهای رشدی گوجه‌فرنگی شامل طول گیاه، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، تعداد برگ و قطر ساقه اصلی برای اولین بار در ایران ارایه می‌شود.

منابع

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

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

3.Benitez, T., Rincon, A.M., Limon, M.C. and Codon, A.C. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. International Microbiology, 7: 4. 249-260.

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

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

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

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

8.Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I. and Lorito, M. 2004. *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Reviews, 2: 43-56.
9.Hoitink, H.A.J., Modden, L.V. and Dorrance, A.E. 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.
10.Howell, C.R. and Stipanovic, R.D. 1984. Phytotoxicity to crop plants and herbicidal effects on weeds of viridiol produced by *Gliocladium virens*. Phytopathology, 74: 1346-1349.
11.Iraqi, M.M., Rahnama, K. and Mohammadi, R. 2012. A survey on Plant Growth Promoting of *Trichoderma harzianum* isolates on lettuce (*Lactuca sativa*) and pepper (*Capsicum annuum*). Iran. J. Plant and Ecosyst. 6: 4. In Press. (In Persian)
12.Jabbarzadeh, J., Kaviani, M.H., Ghasemi, N., Mohandessi, A.R. and Safarian, S. 2010. Effect of *Trichoderma harzianum* T_{22} (TRIANUM-P®) on decreasing infection of soil-born diseases and improvement of tomato (*Lycopersicon esculentum*) quality factors in greenhouses of Tehran region. In Proceedings of the 19th Iranian Plant Protection Congress, 823p.
13.Lo, C.T. and Lin, C.Y. 2002. Screening strains of *Trichoderma* spp. for plant growth enhancement in Taiwan. Plant Pathology Bulletin, 11: 215-220.
14.Lumsden, R.D., Carter, J.P., Whipps, J.M. and Lynch, J.M. 1990. Comparison of biomass and viable propagule measurements in the antagonism of *Trichoderma harzianum* against *Pythium ultimum*. Soil Biology and Biochemistry, 20: 123-125.
15.Lynch, J.M., Wilson, K.L., Ousley, M.A. and Whipps, J.M. 1991. Response of lettuce to *Trichoderma* treatment. Letters Applied Microbiology, 12: 59-61.
16.Nosuhi, Gh.H. and Kooshki, M.H. 2002. Tomato in Greenhouse. Nosuh Press, Iran, 122p. (In Persian)
17.Ousley, M.A., Lynch, J.M. and Whipps, J.M. 1994. Potential of *Trichoderma* spp. as consistent plant growth stimulators. Biol. Fertil. Soils. 17: 85-90.
18.Ozbay, N., Newman, S.E. and Brown, W.M. 2004. The effect of the *Trichoderma harzianum* strains on the growth of tomato seedlings. Acta Horticulturae, 635: 131-135.
19.Papavizas, G.C. and Lumsden, R.D. 1982. Improved medium for isolation of *Trichoderma* spp. from soil. Plant Dis. 66: 1019-1020.
20.Samuels, G.J. 1996. *Trichoderma*: a review of biology and systematics of the genus (Centenary Review). Mycol. Res. 100: 8. 923-935.
21.SAS Institute. 2001. SAS system. Inc, Cary, NC, USA.
22.Vinale, F., D`Ambrosio, G., Abadi, K., Scala, F., Marra, R., Turra, D., Woo, S.L. and Lorito, M. 2004. Application of *Trichoderma harzianum* (T22) and *Trichoderma atroviride* (P_1) as plant growth promoters and their compatibility with copper oxychloride. J. Zhejiang Univ. Sci. 30: 2-8.

23. Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E.L., Marra, R., Wooa, S.L. and Lorito, M. 2008. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. Soil Biology and Biochemistry, 40: 1-10.
24. Watanabe, N. 1993. Promoting effect of *Trichoderma* spp. on seed germination and plant growth in vegetables. Mem. Inst. Sci. Tech. 32: 2. 9-18.
25. Windham, M.T., Elad, Y. and Baker, R. 1986. A mechanism for increased plant growth induced by *Trichoderma* spp. Phytopathology, 76: 518-552.
26. Zafari, D., Ershad, D., Zare, R. and Alizadeh, A. 2002. A contribution to the identification of *Trichoderma* species in Iran. Iran. J. Plant Pathol. 38: 1-2. 21-47. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Plant Production, Vol. 18(2), 2011
www.gau.ac.ir/journals

Evaluation of growth increasing effect of *Trichoderma harzianum* on tomato

***M.M. Iraqi[1], K. Rahnama[2] and N. Latifi[3]**
[1]M.Sc. Graduated, Dept. of Plant Pathology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Associate Prof., Dept. of Plant Protection, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Professor, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 2010/08/31; Accepted: 2011/05/16

Abstract

In the present study, effect of five isolates of *Trichoderma harzianum* on growth parameters of tomato was carried out as CR Design with six replications under greenhouse conditions. The concentrations 0.5%, 1% and 1.5% inoculums per pot were used. Plant length, shoot and root fresh/dry weight, number of leaves and stem diameter as growth parameters were measured. The results showed that isolates were significant at levels 0.05 and 0.01 by Duncan multiple rang test (DMRT) for their effects on growth parameters of tomato. Isolate T1 had the most growth effect with growth increase of 12.18% at shoot fresh weight, 15.41% at shoot dry weight, 12.70% at root fresh weight, 16.11% at root dry weight, 20.41% at leaf number, 2.50% at stem diameter and 18.51% at plant length. The isolates also showed the most growth increasing at concentration 1.5%. Potential using of these isolates as Plant Growth Promoting has been discussed in this paper.

Keywords: *Trichoderma harzianum*, Plant growth promoting effects, Tomato

* Corresponding Author; Email: iraqi602@yahoo.com