Archive of SID

تأثیر قارچ‌های میکوریز بر مقاومت گیاه گوجه‌فرنگی در برابر قارچ *Alternaria solani*

سید مسلم موسویان، عیدی بازگیر* و فاطمه دریکوند

خرم آباد، دانشگاه لرستان، دانشکده کشاورزی، گروه آموزشی مهندسی کشاورزی گیاهپزشکی

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۱۴

چکیده

بیماری لکه موجی با عامل *Alternaria solani* یکی از بیماری‌های مهم و رایج خسارت‌زا در بیشتر گیاهان خانواده سولاناسه می‌باشد. در حال حاضر عملی‌ترین راه کنترل این بیماری استفاده از قارچ‌کش‌ها می‌باشد. با توجه به اهمیت بیماری لکه موجی و مصرف بیش از حد سموم شیمیایی، این پژوهش به‌منظور بررسی کارایی ترکیبات غیر سمی (عوامل میکوریزا) در کنترل این بیماری است. در این پژوهش ابتدا قارچ‌های میکوریزی *Glomus moseae*، *G. rubi* و *Scutellospora* sp روی ریشه ذرت گسترش داده شدند و بعد در شرایط گلخانه‌ای تأثیر این عوامل روی شاخص‌های گیاهی و شدت بیماری‌زایی قارچ *Alternaria solani* روی گوجه فرنگی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمایش‌های گلخانه‌ای حاکی از تأثیر معنی‌دار ترکیبات میکوریز آربوسکولار در کاهش میزان بیماری لکه موجی گوجه‌فرنگی بودند. به‌طوری که بهترین تیمارها بر افزایش ارتفاع ساقه و ریشه گوجه‌فرنگی، به‌ترتیب تیمار *Scutellospora* با *G. mousae+Scutellospora* با ۳۰/۸۶ و ۱۹/۰۵ درصد افزایش رشد و بهترین تأثیر بر وزن تر ساقه و ریشه را *G. moseae* به‌ترتیب با ۳۱/۳۷ و ۴۷/۸۱ درصد افزایش داشتند. تیمار *G. mousae+ Scutellospora* به‌ترتیب با ۴۰/۷۹ و ۵۲/۶۰ درصد افزایش وزن خشک ریشه بهترین تیمار برای رشد ریشه بود. همچنین همین تیمار با ۴۶/۰۸ درصد، علائم به وجود آمده توسط قارچ *A. solani* را نسبت به شاهد کاهش داد. بنابراین تیمارهای میکوریزی اثر بسیار مناسبی در افزایش رشد گوجه‌فرنگی و کاهش شدت بیماری قارچ *A. solani* دارند و می‌توانند گزینه مناسبی در جایگزینی سموم شیمیایی در پرورش گلخانه‌ای گوجه‌فرنگی باشند و منجر به تولید محصولی کاملاً ارگانیک شوند.

واژه‌های کلیدی: کنترل بیولوژیک، گوجه‌فرنگی، میکوریزا، آلترناریا 06614200012

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۶۶۱۴۲۰۰۰۱۲ ، پست الکترونیکی: bazgir.ei@lu.ac.ir

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum*) یکی از مهمترین سبزیجات تیره Solanaceae است که در حال حاضر به‌عنوان دومین سبزی رایج مورد کشت و یک منبع غنی از ویتامین و مواد معدنی مطرح در دنیاست. بر اساس آمار سال ۲۰۱۳ فائو تولید گوجه فرنگی در ایران در سطحی بیش از ۱۶۳ هزار هکتار و رقمی بیش از ۶/۱ میلیون تن بوده است (۱۱). لکه موجی گوجه‌فرنگی با عامل *Alternaria solani* یکی از مهمترین بیماری این گیاه است. میزبان‌های اصلی این پاتوژن بیماری‌زا گیاهان خانواده سولاناسه گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی و فلفل است. این پاتوژن بیماری‌زا به برگ، میوه و ساقه گوجه‌فرنگی حمله می‌کند. در اثر این بیماری لکه‌های قهوه‌ای‌رنگ و موجی شکل روی گیاهچه ظاهر می‌شود (۳).

با توجه به اهمیت بیماری لکه موجی گوجه‌فرنگی و ایجاد خسارت‌های زیست‌محیطی بر اثر باقی ماندن سموم شیمیایی روی گیاهان و عدم مدیریت صحیح مبارزه شیمیایی، استفاده از روش مبارزه تلفیقی به‌ویژه کنترل بیولوژیک، استفاده از واریته‌های مقاوم، اقدامات بهداشتی و تناوب زراعی از فاکتورهای مهم در کنترل بیماری مرگ گیاهچه و پوسیدگی ریشه و طوقه است (۱۰). یکی از

www.SID.ir

Archive of SID

روش‌های مدیریت بیماری‌های گیاهی استفاده از کنترل بیولوژیک می‌باشد. قارچ‌های میکوریز آربوسکولار از مهمترین عوامل همزیست اجباری ریشه گیاهان به‌شمار رفته و تقریباً با ۸۰ درصد گونه‌های گیاهی رابطه همزیستی برقرار می‌کنند که در کنترل بیولوژیک عوامل بیماری‌زای گیاهی نقش گسترده‌ای می‌توانند ایفا کنند (۵). این قارچ‌ها به راسته Glomerales از شاخه Glomeromycota تعلق دارند. به دلیل پراکنش جهانی این قارچ‌ها و نیز ارتباط گسترده آنها با گیاهان، تعاملات میکوریزایی از فراوان‌ترین روابط همزیستی موجود در طبیعت محسوب می‌شوند (۱۸). قارچ‌های میکوریز آربوسکولار می‌توانند باعث جذب آب و عناصر غذایی برای گیاهان، مقاومت به بیمارگرها، بیماری‌های فیزیولوژیک و بهبود ساختمان خاک گردند، بنابراین جمع‌آوری، شناسایی، خالص‌سازی، تکثیر و تلقیح آنها به گیاهان می‌تواند مصرف کودها و سموم شیمیایی را که خطرات بسیاری برای مصرف‌کنندگان محصولات کشاورزی و باغی و محیط‌زیست دارند، کاهش دهد (۵).

مطالعات متعددی در زمینه کنترل بیماری‌های گیاهی مخصوصاً بیماری‌های قارچی انجام شده است، ازجمله اینکه مشخص‌شده، همزیستی قارچ *Glomus intraradices* با ریشه نخود باعث افزایش معنی‌دار میزان کلروفیل، رشد، وزن خشک ساقه، تعداد غلاف، تعداد گره در ریشه، میزان عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر و کاهش پوسیدگی ریشه ناشی از قارچ *Macrophomina phaseolina* شده است (۷). همچنین تلقیح مایه مخلوط دو سویه میکوریز آربوسکولار *Glomus caledonium* به ریشه خیار در گلخانه باعث افزایش رشد آن و کنترل بیماری پژمردگی آوندی ناشی از قارچ *Fusarium oxysporum* f.sp.*cucumerinum* شده است (۱۴).

با توجه به اهمیت بالای قارچ‌های میکوریزا در تقویت گیاهان و افزایش مقاومت در برابر بیماری‌های گیاهی، هدف از این پژوهش بررسی سه گونه میکوریزی *Golomus moseae*، *G. rubi* و *Scutellospora* sp در کنترل بیماری لکه موجی گوجه‌فرنگی توسط قارچ *Alternaria solani* است تا بتوان با جایگزینی این عوامل بیولوژیک با مصرف کودها و سموم شیمیایی از اثرات سوء این مواد شیمیایی روی محیط‌زیست جلوگیری به‌عمل آورد و محصولی ارگانیک را تولید و به بازار عرضه نمود.

مواد و روشها

تهیه جدایه‌های قارچی: قارچ *Alternaria solani* از گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه لرستان و قارچ‌های میکوریزای *Golomus moseae* (X210)، *G. rubi* (X222) و *Scutellospora* sp (X220) از کلکسیون قارچی، بخش گیاه‌پزشکی دانشگاه یاسوج تهیه، خالص‌سازی و تکثیر شدند.

خالص‌سازی قارچ *Alternaria solani* : برای خالص‌سازی جدایه‌ها به روش تک‌اسپور کردن از محیط کشت آب آگار ۲ درصد (WA) حاوی اسید لاکتیک ۲۵ درصد استفاده شد. برای این منظور، ابتدا قارچ روی محیط کشت PDA کشت داده شد. پس از تولید اسپور، سوسپانسیون اسپوری ۱×۱۰^{۶} در آب مقطر تهیه کرده و یک لوپ از سوسپانسیون همگن برداشته و روی سطح محیط آب-آگار به‌صورت خطوط موازی کشیده شد. پس از ۱۶-۱۴ ساعت اسپورهای جوانه‌زده که از سایر اسپورها فاصله بیشتری داشتند، در زیر بینیکولار مشخص شد. سپس قطعات کوچکی از محیط که حاوی اسپور جوانه‌زده بودند، برداشته و به محیط PDA منتقل و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انکوبانه شدند.

تکثیر عوامل میکوریز: برای تکثیر این عوامل مفید قارچی از کشت گلدانی ذرت خوشه‌ای استفاده شد. ابتدا خاکی سبک (شن: رس به نسبت ۱:۲) تهیه و استریل گردید و بعد بذر گیاه مورد نظر در این خاک کشت و عوامل

www.SID.ir

Archive of SID

میکوریزی به این خاک اضافه شد و بعد از ریشه‌دوانی خوب گیاه در گلدان (به مدت ۲ تا ۳ ماه)، گیاه مورد نظر از محل طوقه قطع می‌گردد (حذف اندام‌های هوایی) و خاک حاصل حاوی عامل میکوریزی می‌باشد (۱۲).

تهیه نشا گوجه‌فرنگی: بدین منظور ابتدا بذرهای تهیه شده رقم فلات گوجه‌فرنگی با استفاده از هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت یک دقیقه ضدعفونی سطحی گردید و بعد در گلدان‌های یک کیلویی حاوی خاک مزرعه، کمپوست، کود حیوانی و ماسه (به نسبت ۱:۱:۱:۱) که پیش از این در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی شده‌اند، کشت داده شدند و بعد از رشد یک ماهه، نشاءها از خاک خارج و در محیطی با رطوبت بالای ۸۰ درصد و دمای ۱۹±۱ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و از این نشاها برای آزمون بیماری‌زایی و آزمون اصلی آزمایش استفاده شد.

آزمون بیماری‌زایی: ابتدا نشاهای گوجه‌فرنگی در مرحله ۴ تا ۶ برگی به گلدان‌های ۲ کیلویی انتقال داده شدند، سپس از قارچ *A. solani* سوسپانسیون اسپوری به غلظت ۵×۱۰^{۶} اسپور در هر میلی‌لیتر تهیه شد. سپس برای آلوده‌سازی به روش محلول‌پاشی تمامی اندام‌های هوایی در مرحله ۴ تا ۶ برگی اسپری پاشی شد و دما در ۲۷ درجه سانتی‌گراد تنظیم و برای ایجاد رطوبت برای رشد و توسعه قارچ، نایلون‌های پلاستیکی به مدت ۷۲ ساعت روی گیاهان کشیده شد. در این آزمون گیاهان شاهد تنها با استفاده از آب‌مقطر سترون اسپری پاشی شدند. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار انجام شد.

بررسی تأثیر ترکیبات میکوریز در کاهش شدت بیماری در شرایط گلخانه: بدین منظور، در مرحله انتقال نشاء گوجه‌فرنگی (۴ تا ۶ برگی)، ۷۰ گرم از قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (شامل اسپورها و هیف‌ها و ریشه‌های کلونیزه شده از کشت سه ماهه از ریشه‌های ذرت) به‌عنوان ماده تلقیح در هر گلدان ریخته و با یک سوم سطح بالایی خاک مخلوط شد. ۳ روز بعد وقتی که نشاءهای گوجه‌فرنگی در خاک ثابت شدند و شرایط عادی رشد خود را بدست آوردند قارچ بیمارگر *A. solani* که پیش از این در غلظت ۵×۱۰^{۶} اسپور در هر میلی‌لیتر تهیه شده بود روی هر یک از تیمارها اسپری پاشی گردید و بعد به مدت ۷۲ ساعت نایلونی روی هرکدام از گلدان‌ها کشیده تا قارچ بیمارگر شرایط مساعد رخنه و ایجاد بیماری را پیدا کند. تیمارهای اعمال شده در این پژوهش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات تیمارهای میکوریزی اعمال شده روی گیاه گوجه‌فرنگی جهت انجام آزمایش

کد تیمار	مشخصات تیمار
+A	شاهد مثبت (تلقیح نشده با قارچ *A. solani*)
-A	شاهد منفی (تلقیح شده با قارچ *A. solani*)
M	*G. moseae* + غیر آلوده گیاه
R	*G. rubi* + گیاه غیر آلوده
S	*Scutellospora* + گیاه غیر آلوده
M	*G. moseae* + گیاه آلوده
R	*G. rubi* + گیاه آلوده
S	*Scutellospora* + گیاه آلود
MR	*G. moseae* & *G. rubi* + گیاه آلوده
MS	*G. moseae* & *Scutellospora* + گیاه آلوده
SR	*G. rubi* & *Scutellospora* + گیاه آلوده

برای بررسی تأثیر قارچ‌های میکوریز روی رشد گیاه بیمار شده، پارامترهای گیاهی ازجمله وزن تر و خشک ریشه و ساقه، ارتفاع ساقه و ریشه و شدت بیماری لکه موجی روی گیاه گوجه فرنگی اندازه گیری شد. درصد تاثیر تیمارهای میکوریز روی پارامتر گیاه گوجه فرنگی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$Px = \left(\frac{M_p - M_n}{M_{Max}}\right) \times 100$$

در این فرمول P_x درصد تأثیر تیمار x روی پارامتر گیاهی، M_p مقدار عددی شاخص گیاهی در شاهد مثبت، M_n مقدار عدی شاخص گیاهی در سایر تیمارها و M_{Max} مقدار عددی بزرگترین شاخص گیاهی در تیمار x می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه و تحلیل آماری: این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در محیط گلخانه انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۱ درصد و در نهایت تجزیه‌وتحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و SPSS انجام شد.

نتایج

در این آزمایش گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی در شرایط مناسب آلودگی یعنی رطوبت حدود ۹۰ درصد و دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد بررسی گردید. نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های اندازه‌گیری شده گیاه گوجه فرنگی سالم و آلوده به بیماری لکه موجی تحت تأثیر قارچ‌های میکوریز نشان داد که این عوامل میکوریز روی تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده تأثیر معنی داری دارد که برای پارامترهای ارتفاع ریشه، وزن تر و خشک ساقه در سطح آماری یک درصد و سایر پارامترهای اندازه گیری شده در سطح پنج درصد آماری معنی دار شد (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر عوامل میکوریز بر پارامترهای گیاه گوجه‌فرنگی آلوده به *A. solani*

شاخص گیاه	Cv	درجه آزادی تیمار	میانگین مربعات	P-value
ارتفاع ریشه	۱۳/۴۷	۱۰	۵۴/۵۱**	۰/۰۰۰۶
ارتفاع ساقه	۱۵/۸۳	۱۰	۱۴۰/۸۱*	۰/۰۲
وزن تر ریشه	۱۸/۳۱	۱۰	۱۲/۵۹*	۰/۰۴۶
وزن تر ساقه	۱۸/۹۳	۱۰	۳۷/۶۹**	۰/۰۰۷
وزن خشک ریشه	۱۴/۷۹	۱۰	۰/۰۶*	۰/۰۴۱
وزن خشک ساقه	۱۹/۱۴	۱۰	۰/۴۷**	۰/۰۰۳
شدت بیماری	۱۴/۶۷	۱۰	۲۱۱/۳**	۰/۰۰۰۱

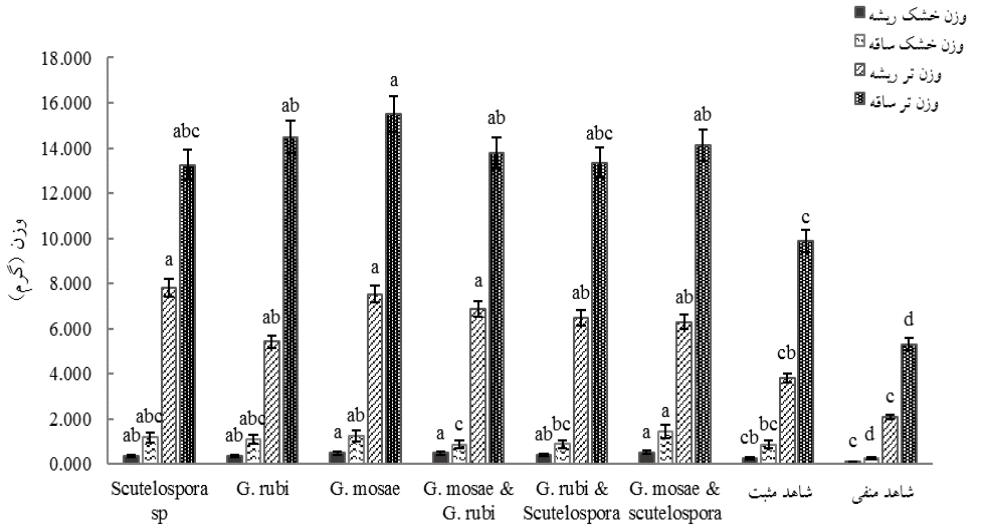
**سطح معنی‌داری P< ۰/۰۱، *سطح معنی‌داری ۰/۰۵ > P > ۰/۰۱، ns معنی‌دار نشدن P >۰/۰۵

تأثیر تیمارهای میکوریزی بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده بهترین عملکرد را در افزایش وزن خشک ریشه تیمار اختلاط دو خاک *Scutellospora+G. moseae* با میانگین ۱/۰۰۲ گرم نشان داد که از این لحاظ تفاوت معنی‌داری را در سطح یک درصد با تیمار شاهد منفی و در سطح ۵ درصد با تیمار شاهد مثبت از خود نشان داد. ولی با دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد. البته همه تیمارهای قارچی میکوریزی تفاوت معنی‌داری را با شاهد منفی نشان دادند. از نظر افزایش وزن خشک ساقه، دوباره تیمار *G. Moseae+Scutellospora* با میانگین ۱/۳۸ گرم بهترین اثر را نشان داد و در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری را با تیمارهای شاهد مثبت، تیمار *Scutellospora+G.rubi* و تیمار *G.rubi+G.moseae* و همچنین شاهد منفی نشان داد و با دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد. در افزایش وزن تر ریشه بهترین تیمار *Scutellospora* با میانگین ۲/۸۸ گرم می‌باشد که اختلاف معنی‌داری را با شاهد منفی و مثبت در سطح ۱ درصد نشان داد و با تیمارهای *G. moseae* و *G. rubi+G. moseae* در یک گروه آماری قرار گرفتند و اختلاف معنی‌داری را با دیگر تیمارهای میکوریزی نشان نداد. تیمار *G. moseae* با ۱۵//۵ گرم بهترین تیمار در افزایش وزن تر اندام‌های هوایی می‌باشد و بهترین عملکرد را از نظر افزایش این شاخص نشان داد و با شاهد منفی و مثبت اختلاف معنی‌داری دارد ولی با تیمارهای میکوریزی اختلاف معنی‌داری ندارد. در این پژوهش تیمارهای کاربرد عوامل میکوریزی روی گیاه سالم تأثیر معنی‌داری را از نظر شاخص‌های رشدی با گیاه شاهد مثبت (غیرآلوده) نشان ندادند و همه این تیمارها در یک گروه آماری با تیمار شاهد مثبت قرار گرفتند (نمودار ۱).

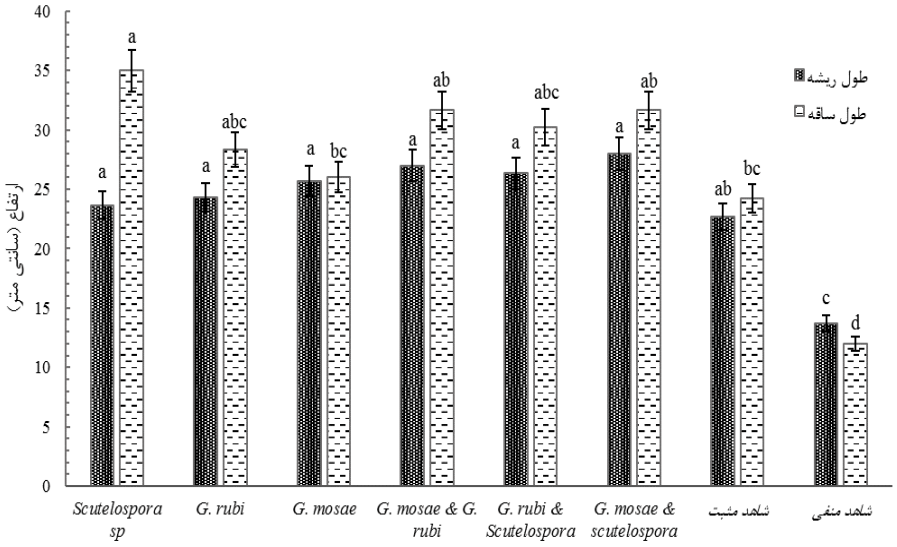
www.SID.ir

Archive of SID

همچنین اثر تیمارهای میکوریزی بر صفات اندازه‌گیری شده در گیاه گوجه‌فرنگی تفاوت معناداری را از لحاظ ارتفاع اندام‌های هوایی و ریشه گیاه نشان داد و تیمار میکوریزی *Scutellospora* بهترین تیمار در افزایش ارتفاع اندام‌های هوایی با میانگین ۳۵ سانتی‌متر بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد منفی و مثبت و *G. moseae* داشت؛ اما روی ارتفاع ریشه تیمار *Scutellospora+G. moseae* بهترین عملکرد را با میانگین ۲۸ سانتی‌متر نشان داد ولی با دیگر تیمارهای میکوریزی ارتباط معنی‌داری را نشان نداد و همگی در یک گروه قرار گرفتند ولی با تیمارهای شاهد منفی و مثبت اختلاف معنی‌داری را ایجاد کرد.



نمودار ۱- مقایسه میانگین وزن تر و خشک گیاه گوجه‌فرنگی آلوده به *A. solani* تحت تیمارهای میکوریزی



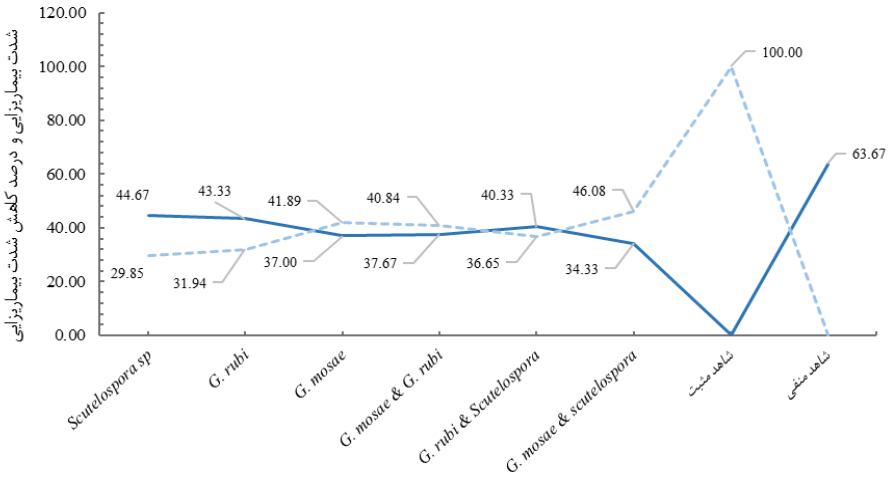
نمودار ۲- مقایسه ارتفاع گیاه گوجه‌فرنگی آلوده به *A. solani* تحت تیمارهای میکوریزی مختلف

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه میانگین‌ها در مورد تأثیر میکوریزا بر شدت علائم بیماری نشان داد که تیمار *Scutellospora* + *G. moseae* بیشترین تأثیر را با ۳۴/۳۳ درصد دارد که نسبت به تیمار شاهد منفی ۴۶/۰۸ درصد علائم را کاهش داد؛ به‌طوری‌که با کلیه تیمارهای میکوریزی تفاوت معناداری را در سطح ۱ درصد نشان داد و با تیمارهای *G. moseae* و *G. moseae*+*G. rubi* که به‌ترتیب ۳۷/۶۷ و ۳۷ درصد باعث کاهش شدت علائم شدند، در یک گروه آماری قرار گرفتند (نمودار ۳، شکل ۱ و ۲).

تأثیر تیمارهای بکار برده شده در افزایش شاخص‌های اندازه‌گیری شده نشان داد که همه تیمارهای میکوریزی تأثیر مثبتی بر تمامی شاخص‌های اندازه‌گیری شده دارد ولی تیمار *A. solani* (شاهد منفی) بر تمام شاخص‌های اندازه‌گیری شده تأثیر منفی اعمال کرد.

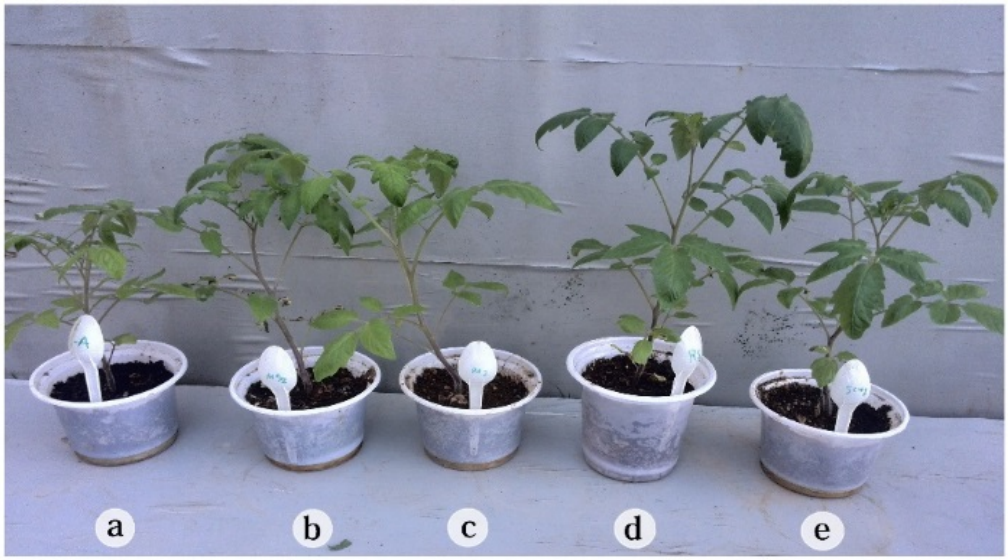


نمودار ۳- درصد بازدارندگی از رشد و شدت بیماری‌زایی قارچ *A. solani* تحت تیمارهای میکوریزی مختلف

شکل ۱- تأثیر عوامل میکوریزی بر افزایش رشد ریشه گوجه‌فرنگی. a) *G. moseae* b) *G. rubi* c) *Scutellospora* d) شاهد مثبت e) شاهد منفی

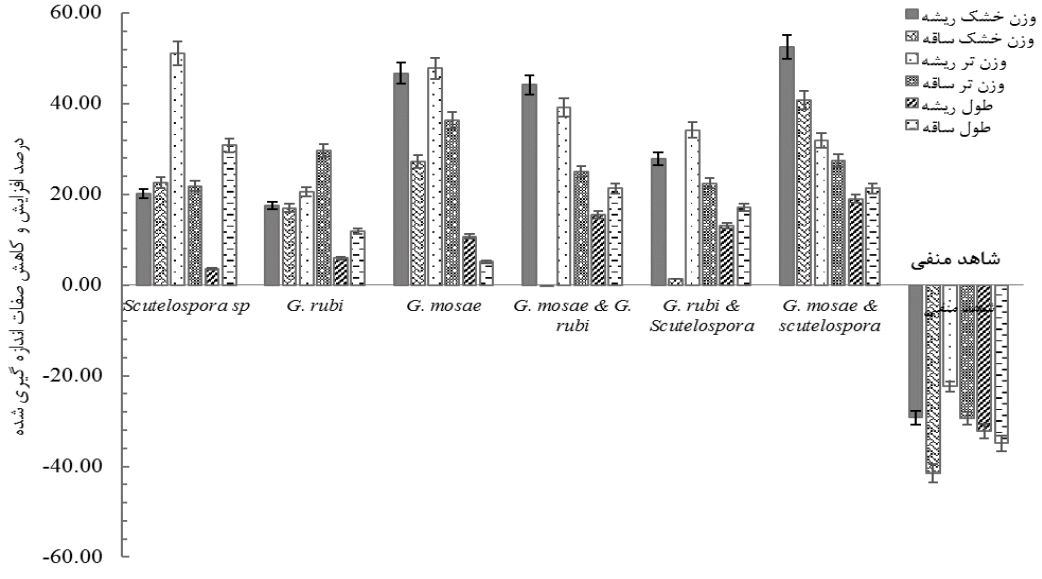
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- تأثیر عوامل میکوریزی بر افزایش رشد اندام‌های هوایی گیاه گوجه‌فرنگی. a) شاهد منفی b) *Scutellospora c+G. moseae* d) *Scutellospora* (*G. moseae d+Scutellospora* (*G. moseae d*

بهترین تیمارها بر افزایش ارتفاع ساقه و ریشه گوجه‌فرنگی، به‌ترتیب تیمار *Scutellospora* با *G. mousae+ Scutellospora* با ۳۰/۸۶ و ۱۹/۰۵ درصد افزایش علائم می‌باشد. *G. moseae* بر وزن تر ساقه و ریشه بیشترین اثر را داشت، به‌ترتیب ۳۱/۳۷ و ۴۷/۸۱ درصد باعث افزایش وزن تر ساقه و ریشه شد. ولی بر افزایش وزن خشک ریشه و ساقه تیمار *G. mousae+ Scutellospora* به‌ترتیب با ۴۰/۷۹ و ۵۲/۶۰ درصد افزایش وزن خشک گیاه بهترین تأثیر را داشت (نمودار ۴ و جدول ۳).



نمودار ۴- درصد تأثیر عوامل میکوریزی و قارچ *A.solani* بر شاخص‌های گیاه گوجه‌فرنگی سالم

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- درصد تأثیر عوامل میکوریزی بر پارامترهای گیاه گوجه فرنگی آلوده شده با قارچ *A. solani*

تیمار	درصد افزایش رشد					
	ارتفاع		وزن تر		وزن خشک	
	ساقه	ریشه	ساقه	ریشه	ساقه	ریشه
Scutellospora sp	۳۰/۸۶	۳/۵۷	۲۱/۸۲	۵۱/۱۱	۲۲/۶۱	۲۰/۱۳
G. rubi	۱۱/۸۱	۵/۹۵	۲۹/۷۱	۲۰/۵۹	۱۷/۰۱	۱۷/۵۳
G. moseae	۵/۱۵	۱۰/۷۲	۳۶/۳۷	۴۷/۸۱	۲۷/۲۷	۴۶/۷۵
G. moseae & G. rubi	۲۱/۳۴	۱۵/۴۸	۲۵/۰۹	۳۹/۲۱	۰/۰۰	۴۴/۱۶
G. rubi & Scutellospora	۱۷/۱۷	۱۳/۱۰	۲۲/۴۵	۳۴/۲۰	۱/۴۰	۲۷/۹۲
G. moseae & Scutellospora	۲۱/۳۴	۱۹/۰۵	۲۷/۴۲	۳۱/۸۵	۴۰/۷۹	۵۲/۶۰
شاهد مثبت	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
شاهد منفی	-۳۴/۸۵	-۳۲/۱۴	-۲۹/۳۹	-۲۲/۳۵	-۴۱/۴۹	-۲۹/۲۲

بحث

یکی از تأثیرات مهم قارچ‌های میکوریز آربوسکولار، افزایش رشد و میزان محصول در گیاهان است که معمولاً این کار از طریق بهبود جذب عناصر غذایی کم‌تحرک در محلول خاک مانند فسفر، روی و مس یا تسریع در جذب و انتقال آب و مواد غذایی به گیاهان است. ارتباط دوطرفه قارچ‌های میکوریز آربوسکولار و گیاهان می‌تواند باعث افزایش سلامت گیاهان و غلبه بر تنش‌های زنده و غیرزنده شود (۱۹). مطالعات نشان داده است که قارچ‌های میکوریز آربوسکولار به‌طور مستقیم نسبت به عوامل بیمارگر عکس‌العمل نشان نمی‌دهند، بنابراین، فرایندهای حفاظت احتمالاً از طریق مکانیسم‌های غیرمستقیم انجام می‌شود (۴).

در این پژوهش تأثیر قارچ‌های میکوریزی بر رشد گیاه گوجه‌فرنگی و تأثیر بر شدت بیماری‌زایی در مقابله این گیاه با قارچ *A. solani* بررسی گردید و مشخص شد این عوامل بیولوژیکی تأثیر بسیار مناسبی روی شاخص‌های اندازه‌گیری دارند و باعث افزایش قابل‌توجهی در مقدار این شاخص‌ها می‌شوند. در بین این سه عامل و ترکیب آنها می‌توان به گونه *G. moseae* و *Scutellospora* به‌عنوان یکی بهترین عوامل تأثیرگذار در افزایش شاخص‌هایی مثل وزن تر و خشک گیاه گوجه‌فرنگی اشاره کرد. به‌نحوی‌که ترکیب این قارچ‌ها با سایر قارچ‌های میکوریزی مثبت بود و باعث افزایش تأثیر دیگر قارچ‌ها نسبت به کاربرد جداگانه و تکی آنها شده است. نکته جالب در مورد قارچ *G. moseae* این بود که این قارچ هنگامی‌که جداگانه و به‌تنهایی بکار برده شد اثر رشدی بهتری نسبت به کاربرد ترکیبی آن با سایر عوامل میکوریزی داشت و این تأثیر بیانگر این می‌تواند باشد که عوامل میکوریزی و بیولوژیکی در بین جمعیت خود، نوعی رقابت دارند و این رقابت ممکن است به ضرر یا به نفع گیاه باشد.

همان‌طور که در نتایج این آزمایش مشخص گردید ترکیب این عوامل، نسبت به کاربرد جداگانه آنها تأثیر رضایت‌بخشی به ما نداد، حتی در خیلی از شاخص‌های اندازه‌گیری شده باعث کاهش علائم گردیده است. البته باید مد نظر داشت این موضوع که قارچ *G. moseae* به‌تنهایی اثر بهتری را ایجاد کرده است در مورد دو قارچ *G. rubi* و *Scutellospora* صدق می‌کند ولی این تأثیر در این دو قارچ به نسبت خیلی کمتر بوده است. در کل، بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهند که اگر بیش از یک عامل بیوکنترل در منطقهٔ ریزوسفر استفاده شود، ممکن

www.SID.ir

Archive of SID

است با توجه به تأثیرات مثبت و منفی آنها بر یکدیگر، میزان عملکرد و کارایی آنها تحت تأثیر قرار گیرد و بهتر این است که این عوامل میکوریزی به‌تنهایی اثر داده شوند.

در ترکیب *G. moseae* با گونه هم‌جنس خود یعنی *G. rubi* این کاهش شاخص‌های اندازه‌گیری مشهودتر بوده است و می‌توان گفت با توجه به اینکه هر دو جدایه از یک جنس هستند، می‌توانند مکانیسم‌های نسبتاً مشابهی را در کنترل بیماری داشته باشند یا حتی مناطق مشابه ای از ریشه را کلنیزه کنند و این موضوع باعث نوعی رقابت بین خود عوامل میکوریزی و در نتیجه کاهش خصوصیات رشدی گیاه گوجه‌فرنگی شده است؛ اما اینکه چرا این اتفاق می‌افتد نیاز به پژوهش‌های وسیع‌تر و تکمیل‌کننده‌ای دارد و توصیه می‌گردد به پیرو این مقاله انجام پژوهش‌هایی در این حیطه می‌تواند نتایج بسیار جالبی از روابط درون‌گونه‌ای بین خود عوامل کنترل‌کننده و مفید گیاهی بدست آورد و به حقایق وسیع‌تری از روابط این موجودات دست یافت. البته محققانی بوده‌اند که نظریاتی در این مورد داده‌اند. ازجمله سهرابی و همکاران (۱۳۹۲) بیان کردند دو میکروارگانیسم که یک منطقهٔ به‌خصوص از ریشه را کلنیزه می‌کنند یا دارای یک زیست‌خوان (نیچ اکولوژیکی) و نیاز تغذیه‌ای مشترک هستند، یا می‌توانند در زمینه‌های گفته شده با یکدیگر رقابت کنند و فعالیت و عملکرد یکدیگر را افزایش یا کاهش دهند. همچنین در پژوهش‌های دیگری نیز بیان شده است که میکروارگانیسم‌ها با فعالیت در یک مکان مشترک می‌توانند اثر رقابتی روی هم داشته باشند (۱۷ و ۱۳).

Srivastava و همکاران (۲۰۱۰) چنین وضعیتی را برای دو گونه *Pseudomonas putida* و *P. fluorescence* روی ریشهٔ تربچه گزارش کرده‌اند. در این مورد مشاهده شده است که کلنیزاسیون ریشهٔ تربچه توسط *P. putida* باعث کاهش میزان کلنیزاسیون آن با گونهٔ *P. fluorescence* و در نتیجه کاهش عملکرد آن می‌شود. البته نتایج نشان داده هر چند که هر یک از این عوامل به‌تنهایی باعث کاهش معنی‌دار میزان و شدت بیماری می‌شوند، ولی بهترین تأثیر متعلق به مخلوط مایه این قارچ‌ها و باکتری است، به‌طوری که این تیمار باعث کاهش ۷۴ درصدی محصول گردید که با نتایج گزارش شده در این پژوهش مغایرت دارد و کاربرد مخلوط این عوامل بیولوژیک اثر منفی بر گیاه نداشت (۲۰).

همچنین در پژوهش دیگری مشخص گردید، تلقیح خیار با قارچ میکوریزا آربوسکولار *G. mosseae* و قارچ‌های *Penicillium simplicissimum* و *T. harzianum* به‌تنهایی و یا مخلوط با یکدیگر، برای مبارزه با بیماری مرگ گیاهچه ناشی از قارچ *R. solani* نشان داده که هرچند که هر یک از این قارچ‌ها می‌توانند باعث کاهش بیماری گردند ولی بهترین تأثیر را تیمار مایه مخلوط *G. mosseae+T.harzianum* داشته است (۸). در پژوهش دیگری بیان شده است وجود قارچ‌های مایکوریزی از عواملی است که سبب رشد و حیات گیاه آویشن دنایی در مناطق سرد می‌شود (۱).

همچنین در این پژوهش مشخص گردید که این عوامل بیولوژیک قارچی تأثیر محسوسی بر کاهش شدت علائم به وجود آمده توسط قارچ *A. solani* داشته است، به‌نحوی‌که تیمار مخلوط *G. moseae* با *Scutellospora* باعث کاهش شدت علائم تا ۴۶ درصد شده است و همه عوامل میکوریزی موجود باعث کاهش شدت علائم شده‌اند. البته این تأثیر بر کاهش شدت علائم کمتر از تأثیر این قارچ‌ها روی شاخص‌های اندازه‌گیری مثل وزن خشک و تر و ارتفاع اندام‌های گیاهی گوجه‌فرنگی بوده است. البته به‌نوعی می‌توان این کاهش شدت علائم را به تقویت گیاه توسط این عوامل میکوریزی ربط داد. همان‌طور که مشاهده شد رشد سریع اندام‌ها باعث شد گیاهچه (نشاء) گوجه‌فرنگی از مرحله حساسیت سریع عبور نماید و با پیدایش برگ‌های جدید از گزند بیماری در امان بماند. در

www.SID.ir

Archive of SID

واقع تقویت گیاهان منجر به افزایش سرعت رشد و عبور سریع‌تر گیاه از مرحله حساس و قدرت تکثیر بیشتر سلول‌ها و ترمیم بافت‌های آسیب‌دیده از بیمارگرها می‌شود. در این میان عوامل زیادی در مقاومت سلول‌های گیاهی دخالت دارند، ازجمله این عوامل می‌توان به عناصری مثل گوگرد، فسفر و پتاسیم را نام برد (۶). این موضوع که این قارچ‌ها با جذب این عناصر در خاک باعث تقویت گیاه می‌شوند در پژوهش‌های صدروی و همکاران (۱۳۹۱) مشخص شده است که بیان کردند قارچ‌های میکوریزی عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم، گوگرد، مس، نیکل و روی را از خاک جذب کرده و به گیاه منتقل می‌کنند. ولی مهمترین فایده آنها برای گیاهان، افزایش جذب عناصر غذایی نامتحرک در خاک، به‌ویژه فسفر و روی است که در رشد و نمو گیاهان نقش کلیدی دارد (۵). پژوهش‌های زیادی به نقش عوامل میکوریزی در کاهش بیماری‌زایی عوامل قارچی و باکتریایی انجام شده است، به‌طوری که دیده شده است که همزیستی گندم و یا پنبه با این قارچ‌ها و یا افزودن کود فسفره به این گیاهان باعث کاهش خسارت بیماری‌های پاخوره در گندم و پژمردگی ورتیسیلیومی پنبه می‌گردد که این حالت نشان دهنده نحوه اثر این قارچ‌ها از طریق افزایش جذب فسفر برای این گیاهان است (۱۶). این قارچ‌ها در سایر تنش ها نیز اهمیت بالایی دارند، به‌نحوی‌که مشخص شده است شرایط فیزیولوژیک گیاه کدو تحت سمیت متریبوزین در اثر همزیستی میکوریزی با قارچ *Glomus etunicatum* افزایش یافته است (۲).

همچنین همزیستی قارچ *Glomus intraradices* با ریشه نخود باعث افزایش معنی‌دار میزان کلروفیل، رشد، وزن خشک ساقه، تعداد غلاف، تعداد گره در ریشه، میزان عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر و کاهش پوسیدگی ریشه ناشی از قارچ *Macrophomina phaseolina* شده است (۷). در پژوهش دیگری تلقیح مایه مخلوط چند قارچ میکوریز آربوسکولار به ریشه خیار در گلخانه باعث افزایش رشد آن و کنترل بیماری پژمردگی آوندی ناشی از قارچ *Fusarium oxysporum* f.sp.*cucumerinum* شده است (۱۴). کاربرد تیمارهای تلقیح مایه مخلوط دو قارچ میکوریز آربوسکولار، باکتری *Pseudomonas fluorescens* به‌تنهایی و یا ترکیب مایه قارچ‌ها و باکتری به رشد لوبیای فرانسوی (*Phaseolus vulgaris* L.) برای کنترل بیماری پوسیدگی ریشه، ناشی از قارچ *Rhizoctonia solani* نشان داده که تیمار ترکیب مایه قارچ‌ها و باکتری باعث کاهش معنی‌دار پوسیدگی ریشه و افزایش رشد و محصول می‌گردد (۱۵).

منابع

۱. احمدی، ط.، برنارد، ف.، زنگنه، س. و رجالی، ف. (۱۳۹۴). شناسایی قارچ‌های میکوریز اطراف ریزوسفر *Thymus daenensis* و میکوریزاسیون این گونه گیاه در شرایط گلخانه‌ای با *Glomus intraradices*. مجله پژوهش‌های گیاهی. جلد ۲۸. شماره۴. ۶۸۳-۶۷۴.

۲. اسماعیل نژاد، ن. و خارا، ج. (۱۳۹۳). تأثیر قارچ میکوریز آربوسکولار *Glomus etunicatum* بر روی رشد و برخی پارامترهای فیزیولوژیک در گیاه کدوی خورشتی تحت سمیت علفکش متری بوزین. مجله پژوهش‌های گیاهی. جلد ۲۷. شماره ۱. ۶۰-۵۲.

۳. حاجیان‌فر، ر. و زر بخش، ع. (۱۳۸۹). واکنش ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی به بیماری شانکر آلترناریائی ساقه. مجله به نژادی نهال و بذر. جلد اول. شماره ۴. صفحات ۴۴۹-۴۳۷.

۴. سهرابی، م.، محمدی، ح. و محمدی، ح.ر. (۱۳۹۲). تأثیر دو قارچ میکوریز *Glomus mosseae* و *Glomus intraradices* بر بیماری پوسیدگی ریشهٔ نخودفرنگی با عامل *Fusarium solani* f. sp. *pisi* در شرایط گلخانه‌ای. نشریه کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌های گیاهی. جلد ۲. شماره ۲. صفحات ۱۳۷-۱۲۹.

۵. صدروی، م. (۱۳۹۱). نقش قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در مدیریت بیماری‌های گیاهی. دانش بیماری‌شناسی گیاهی. جلد اول. شماره یک. صفحات ۱۳-۱.

6.

www.SID.ir

Archive of SID

6. Agrios, G. (2005). Plant Pathology. 5th eds. New York: Academic Press.

7. Akhtar, M. and Siddiqui, Z. (2010). Effects of AM fungi on the plant growth and root-rot disease of chickpea. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science. 8 (5): 544-549.

8. Chandanie, W., Kubota, M. and Hyakumachi, M. (2009). Interactions between the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and plant growth-promoting fungi and their significance for enhancing plant growth and suppressing damping-off of cucumber (*Cucumis sativus* L.). Applied soil ecology. 41(3): 336-341.

9. Doymaz, I. (2007). Air-drying characteristics of tomatoes. Journal of Food Engineering. 78 (4): 1291-1297.

10. Etebarian, H. (2010). Evaluation of Trichoderma isolates for biological control of charcoal stem rot in melon caused by *Macrophomina phaseolina*. Journal of Agricultural Science and Technology. 8: 243-250.

11. FAO (Food & Agriculture Organization of the United Nations. (2013). ISPM (International st&ards for phytosanitary measures) 11–Pest risk analysis for quarantine pests. FAO, Rome, Italy. online: https://www.ippc.int/sites/default/files/documents/20140512/ispm_11_2013_en_2014-04-30_201405121523--494.65%20KB.pdf.

12. Garmendia, I., Aguirreolea, J. and Goicoechea, N. (2006). Defence-related enzymes in pepper roots during interactions with arbuscular mycorrhizal fungi and/or *Verticillium dahliae*. BioControl. 51(3): 293-310.

13. Janisiewicz, W. and Bors, B. (1995). Development of a microbial community of bacterial and yeast antagonists to control wound-invading postharvest pathogens of fruits. Applied and Environmental Microbiology. 61(9): 3261-3267.

14. Jun-Li, H., Xian-Gui, L., Jun-Hua, W., Wei-Shou, S., Shu, W., Su-Ping, P. and Ting-Ting, M. (2010). Arbuscular mycorrhizal fungal inoculation enhances suppression of cucumber Fusarium wilt in greenhouse soils. Pedosphere. 20(5): 586-593.

15. Neeraj, S. (2011). Organic amendments to soil inoculated arbuscular mycorrhizal fungi and *Pseudomonas fluorescens* treatments reduce the development of root-rot disease and enhance the yield of *Phaseolus vulgaris*. L. Eur. J. Soil Biol. 47: 295.

16. Pfleger, F.L. and Linderman, R.G., (1994). Mycorrhizae and plant health. American Phytopathological Society (APS).

17. Raaijmakers, J. M., Sluis, L. v. d., Bakker, P. A., Schippers, B., Koster, M. and Weisbeek, P. J. (1995). Utilization of heterologous siderophores and rhizosphere competence of *Pseudomonas fluorescent* spp. Canadian Journal of Microbiology. 41(2): 126-135.

18. Schalamuk, S., Velazquez, S., Chidichimo, H. and Cabello, M. (2006). Fungal spore diversity of arbuscular mycorrhizal fungi associated with spring wheat: effects of tillage. Mycologia. 98(1): 16-22.

19. Sheng, M., Tang, M., Chen, H., Yang, B., Zhang, F. and Huang, Y. (2008). Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. Mycorrhiza. 18(6-7): 287-296.

20. Srivastava, R., Khalid, A., Singh, U. and Sharma, A. (2010). Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungus, fluorescent Pseudomonas *and Trichoderma harzianum* formulation against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* for the management of tomato wilt. Biological Control. 53(1): 24-31.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of mycorrhizal agent resistance of tomato plant against *Alternaria solani*

Moosavian M., Bazgir E. and Drikvand F.

Plant Protection Dept., Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, I.R. of Iran

Abstract

Early blight disease caused by *Alternaria solani* is one of the most important damaging diseases common in most plants from the family solanaceae. At present, the most practical way to control this disease is to use fungicides. Considering the importance of early blight disease and excessive consumption of chemical pesticides, this study aimed to evaluate the efficacy of non-toxic compounds (Mycorrhiza agent) in controlling the disease. In this study, the mycorrhizal fungi *Glomus moseae*, *G. rubi* and *Scutellospora* sp were extended on corn roots. Then the effects of these factors were monitored and evaluated on plant indices as well as on pathogenicity of the fungus *Alternaria solani* under greenhouse conditions. The results from greenhouse experiments suggested significant impacts of arbuscular mycorrhizal compounds in reducing wave spot disease of tomato. The best treatment on the height of the stems and roots of tomato, respectively, were *Scutellospora* with *G. mousae* + *Scutellospora* (growth increases of 30.86% & 19.05%), and the highest influence on fresh s (31.37% & 47.81%, respectively) of shoot and root was found with *G. moseae*. The treatment *G. mousae* + *Scutellospora* obtained the greatest root dry weight (40.79% & 52.60%, respectively). The same treatment reduced the symptoms caused by the fungus *A. solani* up to 46.08%. Mycorrhizal treatments, therefore, are very effective on tomato growth increase and reduced disease severity by *A. solani* fungus, and can be a suitable choice to replace chemical pesticides yielding completely organic products.

Key word: Biocontrol, Tomato, Mycorrhiza, *Alternaria*

www.SID.ir