نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۱۴۸-۱۴۲

Journal of Plant Protection
Vol. 27, No. 2, Summer 2013, P. 142-148

بررسی اثر متقابل قارچ مایکوریزایی *Glomus fasciculatum* و *Pseudomonas fluorescens* درکنترل بیماری پوسیدگی معمولی ریشه گندم دراثر *Bipolaris sorokiniana*

سیده گلثومه هاشمی علیزاده[1*]- حمید روحانی[2]- سعید طریقی[3]

تاریخ دریافت:۱۳۸۸/۱۰/۱۱
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۱۲/۷

چکیده

پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در اثر*Bipolaris sorokiniana* (Sacc in Sorok) Shoemaker از جمله بیماری‌های مهم گندم با پراکندگی وسیع در سطح دنیا و در ایران می‌باشد. کنترل بیولوژیک *Bipolaris sorokiniana* میتواند روش موثری برای کنترل این بیماری باشد. به این منظور اثر بیوکنترلی دو عامل: قارچ مایکوریزایی *Glomus fasciculatum*، *Pseudomonas fluorescens* SH4 و مخلوط این دو در آزمایشی با آرایش فاکتوریل و طرح کاملا تصادفی با ۸ تیمار و ۴ تکرار در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا ۷ بذر گندم رقم چمران در گلدان‌های ۲۰۰ گرمی حاوی پرلیت که به نیمی از آن‌ها قارچ مایکوریزایی *G. fasciculatum* اضافه شده بود و نیمی دیگر بدون قارچ مایکوریزایی بودند کاشته شد، و بوسیله محلول غذائی هوگلند آبیاری گردیدند. ۳۵ روز بعد، بوته‌ها به گلدان‌های یک کیلوگرمی حاوی خاک اتوکلاو شده انتقال یافتند. خاک این گلدان‌ها بر اساس نوع تیمارشان بوسیله عامل بیماری *B. sorokiniana* ، *P.fluorescens* و یا هر دو با هم مایه‌زنی شدند. تعدادی از آن‌ها نیز بدون مایه‌زنی بعنوان شاهد نگهداری گردیدند، گلدان‌ها بطور معمول آبیاری شدند. ۵ هفته بعد بوته‌ها از خاک خارج و پس از شستن دقیق ریشه آن‌ها، اینـدکس بیماری، وزن تر ریشه و وزن قسمت‌های هوایی بوته‌ها اندازه گیری شد. نتایج بدست آمده نشان دادند که شدت بیماری در بوته‌هایی که بوسیله قارچ مایکوریزایی *G.fasciculatum*، *P.fluorescens* و مخلوط این دو مایه زنی شده بودند، به ترتیب ۴۳، ۵۰/۷۵ و ۷۸/۷۵ درصد نسبت به تیمارهایی که فاقد قارچ مایکوریزایی و باکتری سودوموناس بودند کاهش یافته است. نتایج قابل مقایسه‌ای نیز در مورد اثر عوامل ذکر شده روی وزن تر ریشه و وزن قسمت‌های هوایی بوته‌های مایه‌زنی شده و مایه‌زنی نشده بوسیله عامل بیماری بدست آمد. به این معنی که قارچ مایکوریزایی، باکتری سودوموناس و مخلوط این دو نه تنها باعث کاهش شدت بیماری گردیدند بلکه باعث افزایش وزن بوته‌های سالم و همچنین بوته‌های آلوده نیز گردیدند. این افزایش در تیمارهایی که بوسیله مخلوط باکتری سودوموناس و قارچ مایکوریزایی مایه‌زنی شده بودند، به طور معنی داری بیشتر از تیمارهایی بود که به تنهایی توسط هر یک از عوامل ذکر شده مایه زنی شده بودند.

واژه های کلیدی: پوسیدگی معمولی ریشه، کنترل بیولوژیک، گندم، Mycorrhiza, *Pseudomonas*

مقدمه

پوسیدگی‌های قارچی ریشه و طوقه گندم در اثر عوامل متعددی که عمدتاً متعلق به جنس‌های *Fusarium*, *Bipolaris*, *Drechslera*, *Rhizoctonia*, *Gaeumnnomyces*, *Pythium* هستند پدید می‌آیند این علایم اغلب به قسمت‌های پایین ساقه نیز سرایت می‌کنند (۳۲). پوسیدگی‌های حاصل از جنس‌های *Bipolaris* و *Fusarium* به پوسیدگی عمومی ریشه و پایین ساقه معروف شده اند (۳۲).

Bipolaris sorokiniana (Sacc. In Sorok.) (که تلئومورف آن *Cochliobolus sativus* است) از جمله قارچ‌های مهم در ایجاد پوسیدگی معمولی ریشه گندم می‌باشد که در اغلب مناطق دنیا موجب خسارت می‌گردد (۲۰). در سال‌های اخیر گزارش-های متعددی از وجود این بیماری در مناطق مختلف کشور گزارش شده است (۶). شاید یکی از دلایل آن خشکسالی‌های اخیر بوده است زیرا وقوع و شدت این بیماری در ارتباط نزدیک با شرایط خاک بخصوص تنش‌های رطوبتی خاک می‌باشد (۳۲). همچنین میتوان حدس زد که این بیماری با دیگر پوسیدگی‌های ریشه و طوقه که در اثر عوامل دیگر بوجود می‌آیند و از نظر علایم بیماری شباهت‌هایی

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: golsum.hashemi@gmail.com)

بین آن‌ها وجود دارد، اشتباه گرفته می‌شده است. پوسیدگی معمولی ریشه گندم در اثر *B.sorokiniana* از پراکندگی وسیع و دامنه میزبانی گسترده در سطح جهان برخوردار است (۳۳). این قارچ روی گندم، جو، یولاف، چاودار، برنج و تعداد زیادی از گراس‌ها ایجاد پوسیدگی طوقه و ریشه می‌کند (۲۰). این بیماری تا کنون از استان‌های فارس (۴)، تهران (۱)، زنجان (۶)، لرستان (۳)، آذربایجان غربی (۲)، کرمانشاه (۵)، ایلام و مرکزی (۶) گزارش شده است. خسارت این بیماری در کشورهای مختلف متغیر گزارش شده است. در برزیل ۹ تا ۲۳ درصد (۱۷)، در استرالیا ۶ تا ۴۴ درصد (۲۴) و در کانادا ۳۰ تا ۳۵ درصد (۲۱) برآورد شده است. در ایران طبق برآورد منصوری و همکاران (۶) خسارت سالیانه بیماری پوسیدگی معمولی ریشه گندم ۱۲/۵-۳ درصد گزارش شده است.

بررسی‌های متعددی روی کنترل بیولوژیکی این بیماری بوسیله میکروارگانیسم‌های آنتاگونیست صورت گرفته است و در مواردی نتایج امیدوار کننده بدست آمده است (۷، ۱۵، ۲۵ و ۲۸). در شرایط طبیعی تنوع میکروارگانیسم‌های منطقه ریزوسفر که دائماً در تعامل با ریشه گیاه، شرایط خاک و کیفیت و کمیت میکروفلور طبیعی خاک می‌باشند، استفاده از دو یا چند عامل بیوکنترل به همراه یکدیگر شرایط مناسبتری را از نظر ادغام در میکروفلور ریزوسفر و عملکرد بیوکنترلی آن‌ها بوجود می‌آورد (۱۸). در بین میکروارگانیسم‌های مفید خاک در سال‌های اخیر توجه خاصی به باکتری‌های ریزوسفر و قارچ‌های میکوریز آربوسکولار شده است.

قارچ مایکوریزایی یکی از مهمترین همزیست‌های میکروبی ریشه‌ی بسیاری از گیاهان می‌باشند. قارچ‌های آربوسکولار میکوریز بزرگترین گروه قارچ‌های میکوریزی هستند که با افزایش جذب عناصری نظیر فسفر، مس و روی (۲۲) و بهبود روابط آبی گیاه (۲۹) باعث افزایش رشد گیاه می‌شوند. آن ها همچنین می‌توانند به عنوان یک بیومحافظ در مقابل پاتوژن‌ها و استرس‌های مختلف عمل کنند (۱۹). چندین گزارش نشان داده‌اند که قارچ‌های میکوریز آربوسکولار کاندیدای نوید بخش برای کنترل بیولوژیک هستند. برای مثال تعدادی از گونه‌های قارچ میکوریز آربوسکولار یافت شده‌اند که قادرند پاتوژن‌های خاکزاد را کنترل کنند. از قبیل پوسیدگی ریشه ناشی از *Fusariem oxysporum* f.sp. *asparagi* در مارچوبه (۲۳) و نکروز ریشه ناشی از *Rhizoctonia solani* در لوبیا چشم بلبلی (۸). علاوه بر این تامسون و ویلدرمات (۳۰) یافتند که کلینیزاسیون ریشه توسط قارچ میکوریز آربوسکولار رابطه منفی با آلودگی ریشه توسط *B.sorokiniana* دارد. از طرفی باکتری‌های تحریک کننده رشد گیاه (PGPR) تأثیرات مفید زیادی روی گیاهان دارند. PGPRها ریشه را کلنیزه می‌کنند و رشد گیاه را افزایش می‌دهند و بسیاری از بیماری‌های گیاهی را کنترل می‌کنند. از جمله این باکتری‌ها *P. fluorescens* تأثیرات قابل توجهی روی بیماری پوسیدگی معمولی ریشه گندم دارد (۷، ۱۵، ۲۵ و ۲۸). محمدی و همکاران (۷) با کاربرد *P.fluorescens* توانستند بیماری پوسیدگی معمولی ریشه گندم ناشی از *B.sorokiniana* را کاهش دهند. همچنین سلیمانی و همکاران (۲۸) نقش *P.fluorescens* را به عنوان عامل بیوکنترل *Bipolaris* spp. به اثبات رساندند. دال بلو و همکاران (۱۵) نیز *P.fluorescens* را به عنوان عامل بیوکنترل *B.sorokiniana* معرفی کردند. در چند سال اخیر مطالعاتی روی اثر متقابل سودوموناس‌های فلورسنت و قارچ میکوریز آربوسکولار علیه پاتوژن‌های خاکزاد شده است. بازدارندگی بیماری‌های خاکزاد توسط سودوموناس‌های فلورسنت و قارچ میکوریز آربوسکولار بیشتر مربوط به کاهش رشد ساپروفیتی پاتوژن است که منجر به کاهش آلودگی های ریشه می‌شود و یا مربوط به کاهش رشد پارازیتی قارچ است که باعث تحریک واکنش‌های دفاعی گیاه میزبان می‌شود (۱۳). همچنین قارچ میکوریز پتانسیل بیوکنترلی *P.fluorescens* را افزایش می‌دهد (۲۶). با توجه به این که هر آنتاگونیستی بوسیله مکانیسم‌های خاصی عامل بیماری را مستقیماً خارج گیاه و یا با واسطه گیاه از طریق برانگیختن مقاومت آن کنترل می‌کند، بنابراین بهتر است چندین آنتاگونیست همراه یکدیگر به کار برده شوند تا مکانیسم‌های بیوکنترلی بیشتری وارد عمل شوند. بدین منظور در این تحقیق اثر قارچ مایکوریزایی *G.fasciculatum*، باکتری *P.fluorescens* و همچنین اثر متقابل هر دو عامل همراه یکدیگر روی قارچ *B.sorokiniana* و بیماری حاصل از آن بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

قارچ عامل بیماری

قارچ *B. sorokiniana* از بانک ژن دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شد که بیماری‌زایی این استرین قبلاً به اثبات رسیده بود. برای تهیه مایه تلقیح ابتدا مقداری دانه گندم به مدت ۱۵ دقیقه جوشانده شدند و سپس حدود یک سوم حجم ارلن مایرهای یک لیتری بوسیله بذور جوشانده شده، پر شد و ۲ بار به فاصله ۲۴ ساعت اتوکلاو شدند وپس از سرد شدن محتویات ارلن‌ها به هر ارلن ۴ قطعه ۲ سانتیمتری از کشت ۷ روزه قارچ *B. sorokiniana* اضافه گردید و به مدت ۲۱ روز در دمای ۲۵-۲۲ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. پس از ۳ هفته که قارچ تمام دانه‌ها را پوشاند به نسبت وزنی ۵ درصد با خاک اتوکلاو شده شامل ماسه، پیت وخاک زراعی به نسبت (۱:۱:۱) مخلوط شد.

مایه تلقیح قارچ مایکوریزایی

قارچ آربوسکولار میکوریز *Glomus fasciculatum* توسط آقای دکتر رضایی دانش عضو هیئت علمی دانشگاه ارومیه تهیه شد

که همراه خاک و ریشه گیاه بود.

مایه تلقیح باکتری Pseudomonas fluorescens

باکتری *P. fluorescens* استرین SH4 از ریزوسفر گندم در شیروان جداسازی شد و با استفاده از آزمون‌های رایج مرفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شناسایی گردید و اثر بازدارندگی آن روی *B. sorokiniana* به روش کشت متقابل بررسی شد. به منظور آزمایشات گلخانه‌ای باکتری روی محیط KB کشت و سوسپانسیون باکتری با آب مقطر استریل تهیه شد. میزان جذب نوری آن در ۶۰۰ نانومتر ۰/۵ بود (۱۸). جهت افزایش چسبندگی آن به میزان ۰/۵ درصد کربوکسی متیل سلولاز مارک مرک با غلظت بالا به سوسپانسیون اضافه گردید.

آزمایش‌های گلخانه‌ای

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و آرایش فاکتوریل در ۳ سطح A، B و C پیاده شد. بدین ترتیب که آزمایش در ۸ تیمار و ۴ تکرار برای هر تیمار انجام شد. تیمارها در جدول ۱ نشان داده شده است. در مرحله اول نیمی از تیمارها یعنی ۴ تیمار در ۴ تکرار با قارچ مایکوریزایی تلقیح شدند، بدین صورت که ۷ بذر گندم داخل گلدان-های کوچک در بستر پرلیت کاشته شدند و به هر گلدان ۳۰ گرم قارچ مایکوریزایی اضافه شد و نیمی دیگر از تیمارها بدون میکوریز بودند.

گلدان‌ها هر ۲ روز یک بار آبیاری می‌شدند که ۲ بار از آبیاری‌ها در هفته با محلول هوگلند انجام می‌شد. گلدان‌ها ۵ هفته در شرایط گلخانه در دمای ۲۷-۲۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. بعد از ۵ هفته گیاهچه‌ها به گلدان‌های یک کیلوگرمی انتقال داده شدند. در این مرحله خاک نیمی از گلدان‌ها (که اتوکلاو شده بود) با مایه تلقیح قارچ عامل بیماری به نسبت وزنی ۵٪ مخلوط شد. و سپس به هر یک از گلدان‌ها سوسپانسیون باکتری سودوموناس اضافه شد. تعدادی از آنها نیز بدون مایه‌زنی بعنوان شاهد نگهداری گردیدند. ۵ هفته بعد از انتقال گیاهچه‌ها به گلدان‌های یک کیلوگرمی، بوته‌ها از خاک خارج شد و پس از شستن ریشه‌ها، میان‌گره زیر طوقه هر گیاه برای تعیین درصد پوسیدگی ریشه بر طبق وسعت لکه موجود روی میان گره بر اساس سیستم توصیفی لدینگهام و همکاران (۲۱) به صورت زیر درجه بندی شدند.

۱.بدون علامت

۲.کم (تعداد لکه‌های خیلی کوچک- لکه ۲۵-۱ درصد سطح میان گره زیر طوقه را پوشانده باشد.)

۵.متوسط (لکه‌های وسیعی که نصف میان‌گره زیر طوقه را پوشانده باشد- لکه ۲۵ تا۵۰ درصد میان‌گره زیر طوقه را پوشانده باشد.)

۱۰.شدید (لکه‌های وسیعی که بیشتر میان‌گره زیر طوقه را پوشانده باشد-لکه بیش از ۵۰ درصد سطح میان گره را پوشانده باشد.)

درصد آلودگی ریشه‌ها طبق فرمول زیر که توسط باراگ و تین لاین (۳۱) توصیف شده، محاسبه گردید.

درصد آلودگی ریشه=(میزان پوسیدگی×تعداد گیاهان در هر گروه)×۱۰ / تعداد کل گیاهان

به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار MSTATC استفاده گردید. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون LSD استفاده شد.

جدول۱- سطوح عوامل آزمایش مربوط به بررسی اثر سینرژیک قارچ مایکوریزایی *Glomus fasciculatum* و باکتری *Pseudomonas fluorescens* روی بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گندم ناشی از *Bipolaris sorokiniana*

سطوح عامل A	سطوح عامل B	سطوح عاملC
با قارچ مایکوریزایی	با *Bipolaris*	باکتری سودوموناس
بدون قارچ مایکوریزایی	بدون *Bipolaris*	بدون باکتری

نتایج و بحث

اثر قارچ مایکوریزایی، سودوموناس و مخلوط این دو روی درصد پوسیدگی ریشه

در این تحقیق دو میکروارگانیسم آنتاگونیست روی قارچ بیماری‌زای *B. sorokiniana* آزمایش شده است. استرین *B. sorokiniana* به کار برده شده باعث پوسیدگی ریشه و طوقه گیاهان مورد آزمایش گردید و به طور قابل توجهی وزن تر ریشه و اندام هوایی گیاهان تلقیح شده را کاهش داد. اکتاس و همکاران (۱۱) نیز گزارش کردند که *B. sorokiniana* پاتوژن مهمی در منطقه آناتولیا است که باعث پوسیدگی شدید ریشه و کاهش محصول در جو می‌شود. شدت بیماری گیاهان آلوده به پاتوژن توسط *G. fasciculatum* کاهش یافت. دن و دن (۱۶) نیز گزارش کردند که حفاظت ریشه در مقابل پوسیدگی معمولی ریشه (*Bipolaris*) در حضور قارچ آربوسکولار میکوریز افزایش می یابد. اختر وسیدیکیو (۱۰) نیز مشاهد کردند که قارچ آربوسکولار میکوریز پوسیدگی ریشه ناشی از *Macrophomina Phaseolina* در نخود را کاهش می‌دهد. به نظر می‌رسد که تغییر در جذب مواد غذایی در سیستم ریشه، فعال سازی واکنش‌های دفاعی میزبان باعث بازدارندگی بیماری توسط قارچ میکوریز آربوسکولار شود (۱۰).

استرین‌های *P. fluorescens* فعالیت بیوکنترلی شناخته شده روی تعدادی از قارچ‌های بیماری‌زای گیاهی خاکزاد ازخود نشان داده-اند و همچنین قادرند متابولیت‌های ثانویه از قبیل سیدرفور، سیانید

هیدروژن و پروتئاز و نواع آنتی بیوتیک‌ها از قبیل فنازین-کربوکسیلیک اسید و آنترانیلیک اسید تولید می‌کنند، که نقش مهی در کنترل بیماری‌های گیاهی دارند (۹, ۳۲ و ۳۴).

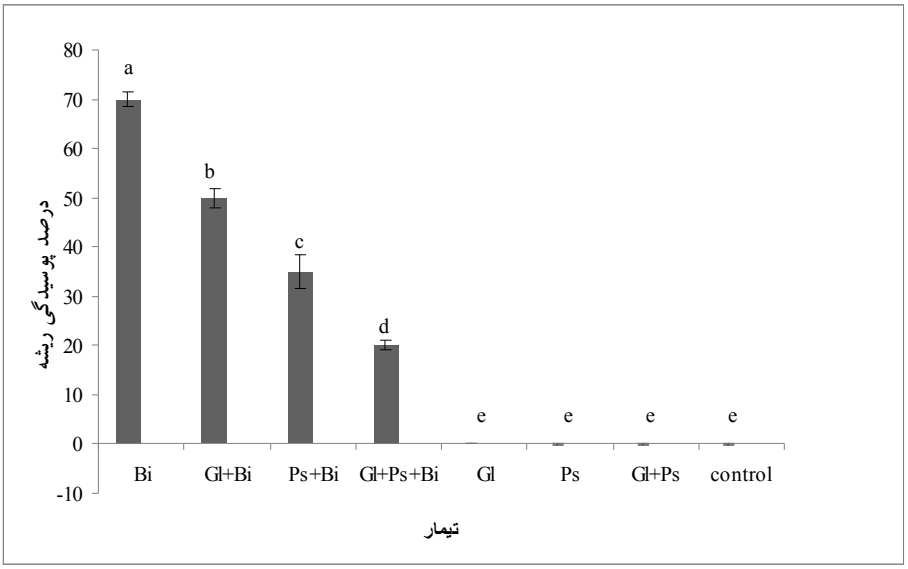
کوک (۱۴) گزارش کرد که جنس *Pseudomonas* تاثیرات قابل توجهی روی Take all دارد، زیرا قادر به تولید متابولیت ثانویه ضد میکروبیDAPG (2,4-diacetylphloroglucinol) است. DAPG یک آنتی بیوتیک با ویژگی‌های ضد قارچی و ضد باکتریایی است (۱۴). شالینی و سیرواستاوا (۲۵) نیز گزارش کردند که *P. fluorescens* قادراست از جوانه‌زنی اسپور *Bipolaris* sp. جلوگیری کند. در این تحقیق نیز *P. fluorescens* رشد گیاهان آلوده به *B. sorokiniana* را افزایش داد و شدت بیماری نیز در حضور *P. fluorescens* کاهش یافت.

P.fluorescens و *G.fasciculatum* همراه هم بیشترین تأثیر را در کنترل بیماری داشت. سیاسو و همکاران (۲۶) گزارش کردند که قارچ میکوریز پتانسیل بیوکنترلی *P.fluorescens* را افزایش می‌دهد. بارئا و همکاران (۱۲) نیز گزارش کردند که برخی از استرین‌های باکتری سودوموناس کلینیزاسیون ریشه توسط قارچ میکوریز آربوسکولار را بهبود می‌بخشند. بازدارندگی بیماری‌های خاکزاد توسط سودوموناس‌های فلورسنت و قارچ میکوریز آربوسکولار بیشتر مربوط به کاهش رشد ساپروفیتی پاتوژن است که منجر به کاهش آلودگی های ریشه می‌شود و یا مربوط به کاهش رشد پارازیتی قارچ است که باعث تحریک واکنش‌های دفاعی گیاه میزبان می‌شود (۱۲).

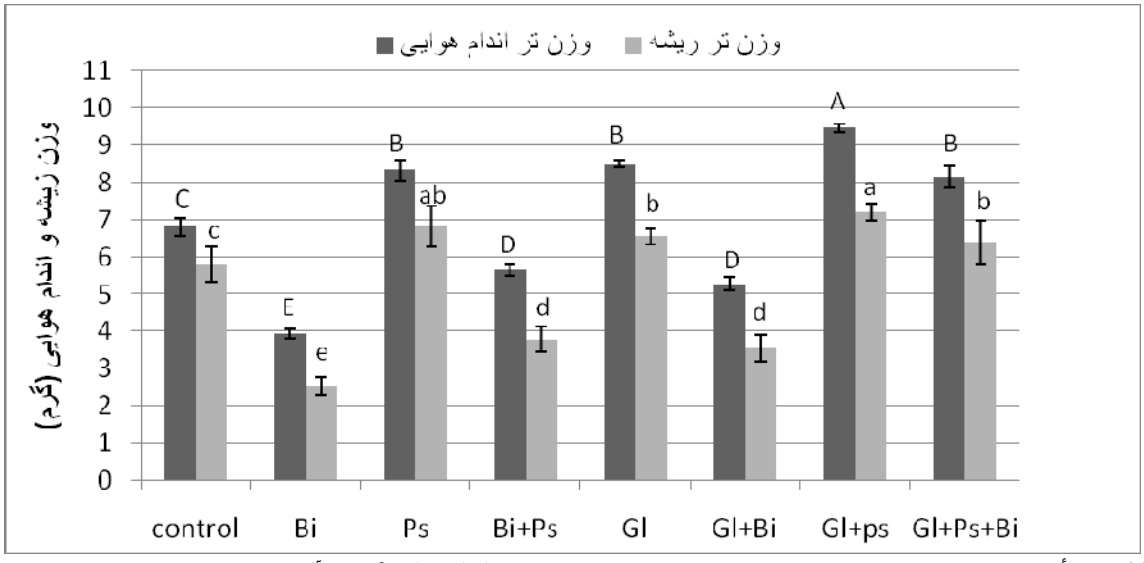
اثر قارچ مایکوریزایی و سودوموناس و مخلوط این دو روی وزن تر ریشه و قسمت هوایی گیاهان سالم و بیمار

به کار بردن *P.fluorescens* و *G.fasciculatum* به تنهایی و یا ترکیب با هم در گیاهان بدون پاتوژن باعث افزایش قابل توجهی در وزن تر ریشه و اندام هوایی نسبت به گیاه شاهد (بدون پاتوژن و عوامل آنتاگونیست) شد. به کار بردن *P.fluorescens* روی گیاهان بدون پاتوژن، وزن تر ریشه و اندام هوایی را به ترتیب ۱۷/۲ و ۲۲/۶درصد افزایش داد. *G.fasciculatum* نیز وزن تر ریشه را ۱۲/۹ درصد و وزن تر اندام هوایی را ۲۵ درصد نسبت به گیاه شاهد (بدون پاتوژن) افزایش داد. در گیاهان تلقیح شده با *P.fluorescens* و *G.fasciculatum* وزن تر ریشه و اندام هوایی به ترتیب ۲۴و ۳۹/۲ درصد نسبت به گیاه شاهد افزایش یافت (شکل ۲و۱).

به کار بردن *P.fluorescens* و *G.fasciculatum* به تنهایی و یا ترکیب با هم در گیاهان آلوده به پاتوژن باعث افزایش قابل توجهی در وزن تر ریشه و اندام هوایی نسبت به گیاه شاهد (تلقیح شده با پاتوژن بدون عوامل آنتاگونیست) شد. *P.fluorescens* وزن تر ریشه و اندام هوایی گیاهان آلوده به پاتوژن را به ترتیب ۴۹ و ۴۳ درصد نسبت به گیاه شاهد (تلقیح شده با پاتوژن بدون عوامل آنتاگونیست) افزایش داد.



شکل ۱- اثر قارچ مایکوریزایی *G.fasciculatum* (Gl) و*P.fluorescens* (Ps) و مخلوط آن‌ها بر روی درصد پوسیدگی ریشه گندم ناشی از (Bi) *B.sorokiniana*



شکل۲- تأثیر *G.fasciculatum*(Gl) و *P.fluorescens*(ps) روی وزن تر ریشه و اندام هوایی گیاهان آلوده به پاتوژن *B.sorokiniana* (Bi) و گیاهان بدون پاتوژن

جدول۲ -تجزیه واریانس اثر میکوریز و باکتری آنتاگونیست و مخلوط این عوامل روی درصد پوسیدگی ریشه, وزن تر ریشه و اندام هوایی گندم ناشی از عامل بیماری *B .sorokiniana*

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات درصد پوسیدگی ریشه	میانگین مربعات وزن تر ریشه	میانگین مربعات وزن تر اندام هوایی
میکوریز	۱	۰/۱۵۱*	۱۱/۸۸*	۲۲/۴۱۲*
قارچ بیماری‌زا	۱	۱/۷۱۱*	۵۲/۶۳*	۵۳/۳۰۳*
میکوریز–قارچ- بیماری‌زا	۱	۰/۱۵۱*	۳/۳۹*	۰/۶۵
باکتری آنتاگونیست	۱	۰/۲۱۱*	۱۶/۶۱*	۲۶/۴۹۹*
میکوریز–باکتری آنتاگونیست	۱	۰/۰۱۱	۰/۹۲	۰/۱۲۸
قارچ بیماری‌زا	۱	۰/۲۱۱*	۲/۶۳*	۲/۳۴۴*
میکوریز–قارچ بیماری‌زا–باکتری آنتاگونیست	۱	۰/۰۱۱	۲/۱۴*	۱/۴۹۶**
خطا	۲۴	۰/۰۰۵	۰/۲۴	۰/۲۷
کل	۳۱			

*- در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار و **- در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار می‌باشند.

G.fasciculatum نیز وزن تر ریشه و اندام هوایی در گیاهان آلوده به پاتوژن را به ترتیب ۳۹/۹ و ۴۳ درصد نسبت به گیاه شاهد (تلقیح شده با پاتوژن بدون عوامل آنتاگونیست) افزایش داد (شکل ۲).

P.fluorescens و *G.fasciculatum* در ترکیب با هم بیشترین تأثیر را در افزایش وزن تر ریشه و اندام هوایی گیاهان آلوده به پاتوژن داشتند به طوری که بین وزن تر ریشه و اندام هوایی گیاهان تلقیح شده با *P.fluorescens* و *G.fasciculatum* و *B.sorokiniana* با وزن تر اندام هوایی گیاهان تلقیح شده با *P.fluorescens* و یا *G.fasciculatum* بدون *B.sorokiniana* تفاوت معنی داری وجود ندارد (جدول ۲).

نتیجه‌گیری

با توجه به این که هر آنتاگونیستی بوسیله مکانیسم‌های خاصی عامل بیماری را مستقیماً خارج گیاه و یا با واسطه گیاه از طریق برانگیختن مقاومت آن کنترل می‌کند، بنابراین استفاده از چند آنتاگونیست همراه یکدیگر در کنترل عامل بیماری موفقیت آمیزتر است زیرا مکانیسم‌های بیشتری برای کنترل عامل بیماری موارد عمل می‌شوند.

آزمایشات انجام شده در این تحقیق درگلدان با خاک استریل انجام شده است، هنگامی که این میکروارگانیسم‌ها به مزرعه اضافه

می شوند، رقابت با دیگر میکروارگانیسم‌های خاک و بقا درشرایط محیطی ممکن است روی کارایی آن به عنوان عوامل بیوکنترلی تاثیر بگذارد. اگر چه این تحقیق نشان می‌دهد که قارچ میکوریز آربوسکولار *G.fasciculatum* می‌تواند با *P.fluorescens* برای کنترل *B.sorokiniana* روی گندم به کاربرده شود، مطالعات تحت شرایط مزارع مختلف برای تاثیر این نتایج لازم است.

منابع

۱- امینی ج. ۱۳۷۵. بررسی میکوفلور ریشه گندم در استان تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.۸۷ صفحه.

۲- ایرانی ح. و روانلو ع. ۱۳۸۵. سبب شناسی و پراکنش عوامل قارچی پوسیدگی طوقه و ریشه گندم آبی و دیم در استان آذربایجان غربی ،مجله دانش کشاورزی،جلد ۱۶ شماره ۲،سال ۱۳۸۵.صفحه۵۶- ۴۵ .

۳- درویش نیا م. ۱۳۷۵. مطالعات اتیولوژی پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در استان لرستان . پایان نامه کارشناسی ارشد بیماری شناسی گیاهی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.تهران.

۴- روانلو ع. ۱۳۷۶. مطالعات اتیولوژی پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد بیماری شناسی گیاهی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شیراز.

۵- صفایی د.، اخوت م. و حجارود ق.ع. ۱۳۷۹. شناسایی گونه های عامل پوسیدگی ریشه وطوقه گندم آبی در استان کرمانشاه.خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان .صفحه۵۸.

۶- منصوری ب.، روانلو ع.، نوراللهی خ.، آزادبخت ن.، جعفری ح. و قلندر م. ۱۳۸۱. بیماری پوسیدگی معمولی ریشه و طوقه گندم در استان آذربایجان غربی، ایلام، لرستان، زنجان و مرکزی. خلاصه مقالات پانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران-کرمانشاه. جلد ۲. صفحه ۴۱.

۷- محمدی ک.، رحیمیان ح.، اعتباریان ح.ن. و قلندر م. ۱۳۸۴. کنترل بیولوژیک عامل پوسیدگی معمولی ریشه گندم توسط باکتری های آنتاگونیست ناحیه ریزوسفر. بیماریهای گیاهی، جلد ۴۱. ۴.۲-۳۸۳

8- Abdel-Fattah G.M., and Shabana Y.M. 2002. Efficacy of the cowpea plants against root rot pathogen *Rhizoctonia solani*. Journal of Plant Disease and Protection. 109, 207-215.

9- Ahmadzadeh M., Afsharmanesh H., Javan-Nikkhah M.A., and Sharifi-Tehrani A. 2006. Identification of some molecular traits in fluorescent pseudomonads with antifungal activity. Iranian Journal of Biotechnology. 4: 245-253.

10- Akhtar M.S., and Siddiqui Z.A. 2008. *Glomus intraradices, Pseudomonas alcaligenes*, and *Bacillus pumulis*: effective agent for the control of root-rot disease complex of chickpea. J Gen Plant Pathol. 75: 144-153.

11- Aktaş A., Bolat N., Keser M., and Ince T. 2000. Determination of the cereal root and crown rot disease agents in the Eskişehir cereal growing areas and researches on the genitor varieties and lines against *Drechslera sorokiniana* (Sacc) Subram. and Jain. in wheat and barley. Plant Prot. Bull. 40:71-83.

12- Barea J.M., Andrade G. Bianciotto V., Dowling D., and Lohrkes B. 1998. Impact on arbuscular mycorrhiza formation of pseudomonas strains used as inoculants for the biocontrol of soil-born fungal plant pathogen. Appl Environ Microbial. 64: 2304-2307.

13- Berta G., Sampo S., Gamalero E., Massa N., and Lemanceau P. 2005. Suppression of *Rhizoctonia* root-rot of tomato by *Glomus mossae* BEG12 and *Pseudomonas fluorescens* A6RI is associated with their effect on the pathogen growth and on the root morphogenesis. European Journal of Plant Pathology. 111: 279-288.

14- Cook R.J. 2003. Take all of wheat . Physiological and Molecular plant pathology. 62, 73-86.

15- Dal Bello G.M., Sisterna M.N., and Monaco C.I. 2003. Antagonistic effect of soil rhizoshere microorganisms on *Bipolaris sorokiniana*, the causal agent of wheat seedling blight. International Journal of Pest Management. 49(4), 313-317.

16- Dehn B., and Dehn H.W. 1986. Development of VA mycorrhizal fungi and interaction with *Cochliobolus sativus* in root of geramineae. Physiological and genetical aspects of mycorrhizae. 773-779.

17- Diehl Y.A., Tinline R.D., Kochhann R.A., Shipton P.Y., and Rovira A.D. 1982. The effect of fallow periods on common root rot of wheat in Rio Grande do sul, Brazil. Phytopathology. 72: 1279-1301.

18- Edwards S.G., Young J.P.W., and Fitter H. 1998. Interaction between *Pseudomonas fluorescens*

biocontrol agent and *Glomus mosseae*, an a arbuscular mycorrhizal fungus, within the rhizosphere. FEMS Microbiology Letter 166: 297-303

19- Jeffries P., Gianinazzi S., Perotto S., Turnau K., and Barea J.M.2003. The contribution arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. Biology and Fertility of Soils. 37, 1-16.

20- Kumar J., Schafer P., Huckelhoven R., Langen G., Baltruschat H., Stein E., Nagarajan S., and Kogel K.H. 2002. *Bipolaris sorokiniana*, a cereal pathogen of global concern: cytological and molecular approaches towards better control. Molecular Plant Pathology. 3(4), 185-195.

21- Ledingham R.J., Atkinson T.G., Horricks J.S., Mills J.T., Piening L.J., and Tinline R.D. 1973. Wheat losses due to common root rot in the paairies provinces of Canada. Can Plant Dis.53: 113-122.

22- Marschner H., and Dell B. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant Soil. 159: 89-102.

23- Matsubara Y., Ohba N. and Fukui H. 2001. Effect of arbuscular mycorrhizal fungus infection on the incidence of Fusarium root rot in asparagus seedlings. Journal of Japanese Society of Horticulural Science. 70: 202-206.

24- Piccinni G., Shriver J.M., and Rush C.M. 2001. Relationship among seed size, planting date, and common root rot in hard red winter wheat. Plant Dis. 85: 973-976.

25- Shalini A., and Srivastava R. 2008. Screening for Antifungal Activity of Pseudomonas fluorescens Against phytopathogenic fungi. The Internet Journal of Microbiology.. Volume 5 Number 2.

26- Siasou E., Standing D., Killham K., and Jahnson D. 2009. Mycorrhizal fungi increase biocontrol potential of *Pseudomonas fluorescens.* Soil Biology and biochemistry.41: 1341-1343.

27- Sjoberg J., Martensson A., and Persson P. 2007. Are field population of arbuscular mycorrhizal fungi able to suppress the transmission of seed-born *Bipolaris sorokiniana* to aerial plant parts. European journal of Plant Pathology. 117: 45-55.

28- Soleimani M.J., Shamsbakhsh M., Taghavi M., and Kazemi Sh. 2005. Biologocal Control of Stem Root-Rot of Wheat Caused by *Bipolaris* spp. by using Antagonistic Bacteria, Fluorescent Pseudomonas and *Bacillus* spp.journal of Biological Sciences.5(3), 347-353.

29- Sylvia D.M., Hammond L.C., Bennett J.M., Hass J.H., and Linda S.B. 1993. Field response of maize to a VAM fungus and water management. Agron J. 85, 193-198.

30- Tinline R.D. 1977. Multiple infection of subcrown internodes of wheat by common root rot fungi. Can. J. Bot. 55: 30-34.

31- Thompson J.P., and Wildermuth G.B.1989. Colonization of crop and pasture species with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and negative correlation with root infection by *Bipolaris sorokiniana*. Canadian Journal of Botany. 67: 687-693.

32- Wiese M.V. 1987. Compendium of Wheat Diseases. Second edition. APS Press, USA. 112pp.

33- Wildermuth G.B., and Macnamara R.B. 1987. Susceptibility of winter and summer crops to root and crown infection by *Bipolaris sorokiniana*. Plant pathology. 36: 481-491.

34- Weller D.M. 1988. Biological control of soil-born plant pathogens in rhizosphere with bacteria. Annu. Rev. phytopathol. 26: 379-407.