

بررسی تنوع بیماری‌زایی جدایه‌های ریزوکتونیای سیب‌زمینی و چغندر قند

مریم صفاریان عباس‌زاده^۱، رضا فرخی نژاد^۲ و سید باقر محمودی^۳

چکیده

در این پژوهش، تنوع بیماری‌زایی جدایه‌های *Rhizoctonia solani* به‌دست آمده از سیب‌زمینی و چغندر قند، روی چهار گیاه تربچه، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و چغندر قند مورد مطالعه قرار گرفت. بررسی تنوع بیماری‌زایی جدایه‌های *R. solani* بیانگر وجود تنوع بالایی در بیماری‌زایی جدایه‌های مورد بررسی بود. از میان این چهار میزبان، چغندر قند کم‌ترین حساسیت را در برابر ریزوکتونیا داشته در حالی که سیب‌زمینی به عنوان حساس‌ترین میزبان ریزوکتونیا شناخته شد. جدایه‌های مربوط به گروه آناستوموزی چهار بیشترین توانایی را در بیمار کردن چغندر قند داشته و جدایه‌های مربوط به گروه آناستوموزی AG-3 کم‌ترین میزان توانایی را در بیمار کردن چغندر قند از خود نشان دادند. گوجه‌فرنگی و تربچه از میان این چهار میزبان، نسبت به گروه آناستوموزی چهار بیشتر حساس بودند، اما سیب‌زمینی نسبت به جدایه‌های AG-3 بسیار حساس بود، که این نتیجه، تخصص میزبانی جدایه‌های AG-3 را نسبت به سیب‌زمینی نشان می‌دهد. در میان جدایه‌های گروه آناستوموزی AG-4 تخصص میزبانی دیده نشد. به‌طور کلی مقایسه قدرت بیماری‌زایی جدایه‌ها روی چهار میزبان نشان داد که امکان تفکیک جدایه‌ها بر اساس قدرت بیماری‌زایی آن‌ها روی تربچه و گوجه‌فرنگی به ترتیب بهتر از سیب‌زمینی و چغندر قند می‌باشد. لذا به علت تهیه آسان بذور گوجه‌فرنگی و تربچه، امکان جای‌گزین کردن این دو بذر به جای سیب‌زمینی و چغندر قند وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: *Rhizoctonia solani*، تنوع بیماری‌زایی، سیب‌زمینی، چغندر قند، تجزیه خوشه‌ای

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران، اهواز
 ۲. استاد، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران، اهواز
 ۳. استادیار، بخش گیاه‌پزشکی، موسسه اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، کرج

بررسی تنوع بیماری‌زایی جدایه‌های ریزوکتونیای سیب‌زمینی و چغندر قند

آناستوموزی و دامنه میزبانی وجود دارد، به طوری که AG-1 در خانواده Brassicaceae، AG-2 در خانواده Chenopodiaceae و به‌ویژه در چغندر قند و AG-3 در خانواده Solanaceae به‌ویژه در سیب‌زمینی به‌عنوان بیمارگر اصلی شناخته شده‌اند. این در حالی است که AG-4 تخصص میزبانی ندارد (رایبسون و دیکون، ۲۰۰۲). اما این اعتقاد نیز وجود دارد که دامنه میزبانی جدایه‌های *R. solani* در محدوده هر گروه آناستوموزی اختصاصی نبوده و جدایه‌های متعلق به گروه‌های آناستوموزی مختلف از این منظر هم‌پوشانی دارند (محمودی و همکاران، ۱۳۸۳). اشناپدر (۲۰۰۰) از مزارع چغندر قند آلوده در هلند گروه‌های آناستوموزی AG-1-IC، AG-2، AG-3 و AG-5 را جدا کرد. اگرچه بیشتر جدایه‌ها متعلق به گروه آناستوموزی AG-2-IIIB بودند، اما مطالعات نامبرده نشان داد که جدایه‌های AG-3 مانع از رشد بذور جوانه‌زده در مزرعه می‌گردند و حتی روی چغندر قند بالغ هم زخم‌هایی ایجاد کرده و روی دمبرگ تولید مرحله جنسی می‌کنند. این نتایج بیانگر تاثیر AG-3 در تمام مراحل رشد چغندر قند می‌باشد. ویندلز و همکاران (۱۹۹۷) از مزارع چغندر قند آمریکا، ۳۳ جدایه از دمبرگ جدا کردند که ۲۸ جدایه آن متعلق به AG-3 و پنج جدایه متعلق به AG-5 بود. تمامی جدایه‌های AG-3 متعلق به چهار مزرعه‌ای بودند که در فصل قبل سیب‌زمینی در آن‌ها کشت شده و بقایای سیب‌زمینی هنوز بر جای مانده بود. جدایه‌های AG-5 از مزارعی جداسازی شده بودند که فصل قبل در آن‌ها گندم کشت شده بود. جدایه‌های AG-3 تماماً روی ریشه چغندر قند تولید اسکروت کرده بودند، ولی روی ریشه بیماری‌زا نبودند. توانایی جدایه‌های AG-3 در تولید اسکروت روی ریشه گیاه غیر میزبان بیان‌گر توانایی افزایش جمعیت قارچ روی گونه‌های غیر میزبان می‌باشد (ویندلز و همکاران، ۱۹۹۷).

بلالی و همکاران (۱۹۹۵) با مقایسه جدایه‌های AG-4 با AG-3 و AG-5 جدا شده از سیب‌زمینی بیان کردند که گروه AG-4 شدیدترین شانکر ساقه و استولون را به‌وجود می‌آورد. هم‌چنین مشخص شده که AG-4

ریزوکتونیا از نظر تاکسونومی، تنوع ژنتیکی، بیماری‌زایی و اکولوژی یک مجموعه بسیار متنوع بوده (موردو و همکاران، ۱۹۸۹) و گونه معروف آن *Rhizoctonia solani* می‌باشد. تاکنون تنوع ژنتیکی بسیار بالایی در جمعیت این قارچ گزارش گردیده است، لذا از آن به گونه مرکب یاد می‌شود (ویلگالیس و کیویتا، ۱۹۹۴). براساس گروه‌بندی آناستوموزی گونه *R. solani* به ۱۳ گروه مشخص که از نظر ژنتیکی از هم مجزایند، تقسیم‌بندی می‌شود (کارلینگ و همکاران، ۲۰۰۲). با توجه به تفاوت‌هایی که جدایه‌های *R. solani* در خصوصیات مورفولوژیکی، بیماری‌زایی و فیزیولوژیکی دارند، تلاش‌های زیادی در جهت تقسیم‌بندی این گونه به گروه‌هایی که شباهت‌های ژنتیکی بیشتری با هم دارند انجام شده است. این گروه‌بندی‌ها اصولاً براساس خصوصیات مورفولوژیکی (موردو و همکاران، ۱۹۸۹؛ اکسندر، ۱۹۵۳)، بیماری‌زایی (واتاناب و ماتسودا، ۱۹۶۶)، واکنش آناستوموز هیف‌ها (پارمتر و همکاران، ۱۹۶۹؛ اگوشی، ۱۹۷۵) بوده است. با این وجود، گروه‌بندی براساس واکنش آناستوموز هیف‌ها (اگوشی، ۱۹۷۵) جزو معتبرترین روش‌هایی است که تاکنون برای گروه‌بندی درون‌گونه‌ای در این قارچ مورد استفاده قرار گرفته است. برخی از گروه‌های آناستوموزی شامل ۱، ۲، ۳، ۴، ۶، ۸ و ۹ بر اساس خصوصیات ریخت‌شناسی، بیوشیمیایی، ژنتیکی، بیماری‌زایی، اکولوژیکی و دامنه میزبانی به زیر گروه‌هایی تقسیم می‌شوند (اسنه و همکاران، ۱۹۹۱؛ اشناپدر و همکاران، ۱۹۹۷؛ کارلینگ و همکاران، ۲۰۰۲a) نشان‌گرهای مولکولی نیز ضمن تایید محدوده گروه‌های آناستوموزی بر اعتبار بیشتر گروه‌ها و کم و بیش زیرگروه‌ها صحت گذاشته و در برخی موارد در دستیابی به آغازگرهای اختصاصی گروه‌ها و زیرگروه‌ها کمک شایانی نموده است (کارلینگ و همکاران، ۲۰۰۲b).

استفاده از صفت بیماری‌زایی به‌عنوان یک فاکتور مهم از دید بیماری‌شناسان، در گروه‌بندی *R. solani* چندان مفید واقع نشده است. با وجود این، برخی پژوهش‌گران معتقدند که رابطه مشخصی بین گروه

(پنج جدایه AG-4 و دو جدایه AG-3 و یک جدایه AG-5) در ظروف پتری مورد بررسی قرار گرفت. جدایه‌ها روی محیط کشت PDA در دما °C ۲۷-۲۵ رشد داده شده و سپس از حاشیه فعال پرگنه هر قارچ، قرص‌های هشت میلی‌متری به محیط کشت آب - آگار منتقل گردید. دوازده ساعت پس از انتقال جدایه‌ها به محیط کشت آب - آگار، ۱۰ عدد بذر جوانه زده تریپچه، گوجه فرنگی، سیب‌زمینی و چغندر قند پیرامون دایره‌ای به شعاع سه سانتی‌متر اطراف پرگنه فعال قارچ در تشتک‌های پتری ۱۰ سانتی‌متری قرار گرفت و در دمای °C ۲۷-۲۵ نگهداری شدند. پیامد تعامل جدایه‌های قارچ با گیاهچه‌های تریپچه، گوجه فرنگی و سیب‌زمینی سه، پنج و هفت روز بعد از مایه‌زنی، مورد ارزیابی قرار گرفت. این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار مورد بررسی قرار گرفت.

شدت بیماری روی سه محصول تریپچه، گوجه فرنگی و سیب‌زمینی از روی وسعت منطقه نکروزه شده روی ریشه براساس مقیاس (صفر - ۵) اندازه‌گیری شد (رابینسون و دیکون، ۲۰۰۲). در این مقیاس نمره ۰ = عدم وجود بیماری، نمره ۱ = ۱۰٪، نمره ۲ = ۳۰-۱۱٪، نمره ۳ = ۵۰-۳۱٪، نمره ۴ = ۸۰-۵۱٪، نمره ۵ = تمام ریشه نکروزه شده است. اما در مورد چغندر قند، شدت بیماری روی هر یک از گیاهچه‌ها بر اساس مقیاس کارلینگ و همکاران (۲۰۰۲a) با اصلاحات جزئی به شرح ذیل یادداشت برداری شد. نمره ۰ = فاقد علائم، نمره ۱ = قهوه‌ای شدن ریشه‌چه، نمره ۲ = قهوه‌ای شدن هیپوکوتیل، نمره ۳ = قهوه‌ای شدن ریشه‌چه و هیپوکوتیل، نمره ۴ = مرگ کامل گیاهچه. برای مقایسه دقیق‌تر دو مقیاس نمره‌دهی، نمره ۴ در مقیاس کارلینگ و همکاران (۲۰۰۲a) و نمره ۵ در مطالعات روبینسون و دیکون (۲۰۰۲) به عنوان ۱۰۰ در نظر گرفته شد و نمره‌های دیگر بر همین مقیاس، هماهنگ گردید.

محاسبات آماری

داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در آزمایش ارزیابی درون شیشه‌ای سطح زیر منحنی پیشرفت

سبب مرگ گیاهچه سیب‌زمینی شده و حتی منجر به مرگ ۷۰٪ از بذرهای می‌گردد (تروتز، ۲۰۰۵). این در حالی است که گروه آناستوموزی AG-3 به عنوان عامل اصلی در ایجاد بیماری ریزوکتونیایی شوره سیاه سیب‌زمینی مطرح است (کارلینگ و لینر، ۱۹۸۶؛ باندی و همکاران، ۱۹۸۸؛ بنویل، ۱۹۸۹). گروه آناستوموزی AG-3 به عنوان گروهی با تخصص میزبانی شناخته می‌شود (کیجر و همکاران، ۱۹۹۷).

مطالعه تنوع ژنتیکی جدایه‌های عامل بیماری و بررسی همبستگی بین این تنوع و بیماری‌زایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، چرا که در تهیه ارقام مقاوم و حتی انتخاب میزبان مناسب در تناوب، شناخت کافی از تنوع بیماری‌زایی بیمارگر و تعامل آن با میزبان، ضروری به‌نظر می‌رسد. در این بررسی تنوع بیماری‌زایی جدایه‌های ریزوکتونیای گروه‌های آناستوموزی 5 و AG-3, 4 روی میزبان‌های مختلف مطالعه شد.

مواد و روش‌ها

جدایه‌های بیمارگر

تعداد ۲۱ جدایه *Rhizoctonia solani* از غده‌های سیب‌زمینی آلوده به بیماری شوره سیاه از مزارع مختلف استان خوزستان جمع‌آوری گردید. هم‌چنین تعداد ۸ جدایه *R. solani* از نمونه‌های چغندر قند جداسازی گردید. جدایه‌های به‌دست آمده پس از نوک ریشه شدن روی بذر جو در دمای °C ۴ نگهداری شدند.

گروه آناستوموزی جدایه‌های ریزوکتونیا به‌وسیله جفت کردن آن‌ها با جدایه‌های آزمون و مشاهده پیوند ریشه‌ها با روش اسلاید پوشیده از آگار و اسلاید تمیز مورد بررسی قرار گرفت (اسنه و همکاران، ۱۹۹۱). کلیه جدایه‌های چند هسته‌ای در تعامل با گروه‌های آناستوموزی استاندارد ۱۳-۱ (دریافتی از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، کرج) قرار گرفتند.

بررسی بیماری‌زایی جدایه‌ها در شرایط درون شیشه‌ای قدرت بیماری‌زایی ۱۶ جدایه از AG-3، سه جدایه از AG-4 و دو جدایه از AG-5 جدا شده از سیب‌زمینی به همراه هشت جدایه *R. solani* جدا شده از چغندر قند

از سیب‌زمینی از نظر زمان نشان دادن علائم، متمایز از سایر جدایه‌ها عمل نمودند، لذا این جدایه‌ها به طور مجزا از سایر جدایه‌های مورد استفاده در این آزمایش بررسی گردیدند. در این آزمایشات علائم ناشی از جدایه‌های AG-3 بدست آمده از سیب‌زمینی، روی گیاهچه تربچه در روز هفتم بعد از مایه‌زنی ظاهر گردید.

در تجزیه آماری داده‌ها که با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت، جدایه‌های گروه آناستوموزی AG-3 جدا شده از سیب‌زمینی را به ۸ گروه تقسیم شدند (جدول ۱). طبق جدول ۱، جدایه‌های P219 و P140 که به ترتیب از منطقه شوشتر و عقیلی جمع‌آوری شده بودند، به ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین بیماری‌زایی روی تربچه بوده و در گروه آناستوموزی AG-3 قرار دارند. تجزیه خوشه‌ای نتایج بیماری‌زایی جدایه‌های AG-3 سیب‌زمینی روی تربچه که با استفاده از متوسط پیوستگی بین گروه‌ها (Average linkage between groups) در فاصله اقلیدسی (Squared Euclidean distance) انجام شد، جدایه‌ها را به سه گروه بیماری‌زای بالا، متوسط و ضعیف دسته‌بندی نمود (شکل ۱). جدایه P219 در گروه بیماری‌زا قرار گرفت.

بیماری (Area Under Disease Progress Curve, AUDPC) بر اساس فرمول

$$\sum_{i=1}^{n-1} [(y_i + y_{i+1}) / 2] [t_{i+1} - t_i]$$

(n تعداد دفعات ارزیابی بیماری، y_i شدت بیماری در زمان t_i و t_{i+1} زمان است) و با استفاده از نرم‌افزار EXCEL محاسبه شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات به روش دانکن ($p \leq 0.01$) و با استفاده از نرم‌افزار SPSS (Ver. 11.5) انجام گرفت و برای مقایسه قدرت بیماری‌زایی جدایه‌ها روی هر میزبان تجزیه خوشه‌ای روی مجذور فواصل اقلیدسی و به روش UPGMA با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. بدین منظور مقادیر مربوطه با توجه به مقادیر مربع فاصله اقلیدسی در مراحل مختلف تجزیه خوشه‌ای به گروه‌های مختلف تقسیم بندی شدند. محل مناسب برای تفکیک جدایه‌ها (Cut off Point) مرحله‌ای از تجزیه خوشه‌ای بود که نسبت به مرحله قبلی دارای بیش‌ترین میزان میانگین مربع فاصله اقلیدسی بود (جوبسون، ۱۹۹۲).

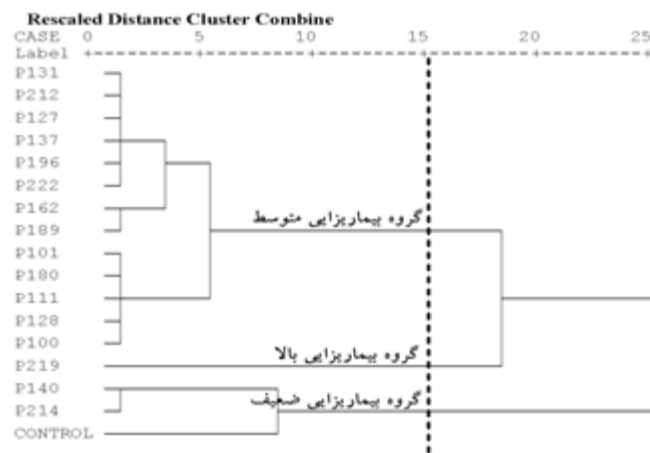
نتایج

بیماری‌زایی جدایه‌های *R. solani* در شرایط درون شیشه روی تربچه

در بررسی بیماری‌زایی جدایه‌ها در شرایط درون شیشه بدلیل اینکه جدایه‌های AG-3 بدست آمده

جدول ۱: مشخصات جدایه‌های ریزوکتونیای جدا شده از سیب‌زمینی (AG-3) و بررسی بیماری‌زایی نسبی آن‌ها در شرایط درون شیشه روی تربچه

کد جدایه	محل جمع‌آوری	تاریخ یادداشت برداری (روز هفتم)
P219	شوشتر	5a
P189	سربیشه	3/92b
P137	عقیلی	3/8bc
P127	جریه	3/52bc
P180	سربیشه	3/5bcd
P131	جریه	3/42bede
P162	سربیشه	3/37bede
P212	شوش	3/2bede
P128	جریه	3/1bede
P222	شوشتر	3/03cde
P100	انجلیک	3/03cde
P196	شمس آباد	2/9de
P111	انجلیک	2/86de
P101	نجلیک	2/6ef
P214	شوش	2fg
P140	عقیلی	1/5g
شاهد	-----	0h



شکل ۱: تجزیه خوشه‌ای جدایه‌های AG-3 جداشده از سیب‌زمینی روی تربچه ۷ روز پس از مایه‌زنی

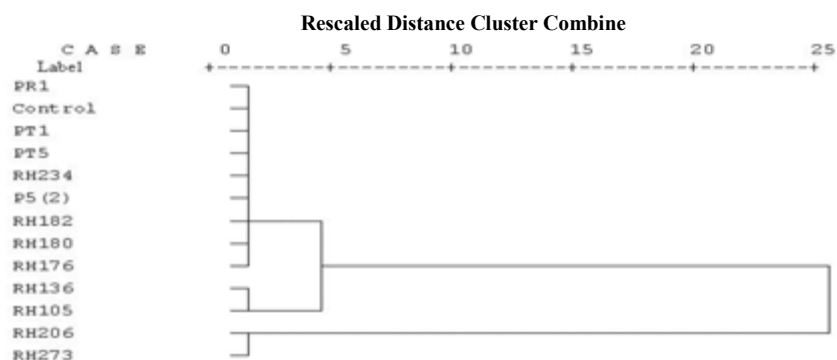
گروه آناستوموزی AG-5 نسبت به جدایه AG-5 حاصل از سیب‌زمینی از شدت بیماری‌زایی بیشتری برخوردار بود. در این آزمایش به‌طور کلی جدایه RH206 با گروه آناستوموزی AG-4 جدا شده از چغندرقدن بیماری‌زاترین و جدایه RH182 جداشده از چغندرقدن با گروه آناستوموزی AG-3 ضعیف‌ترین جدایه شناخته شد.

تجزیه خوشه‌ای بر مبنای سه متغیر (میزان شدت بیماری در ۳، ۵، ۷ روز پس از مایه‌زنی) جدایه‌ها را به سه گروه بیماری‌زا، نسبتاً بیماری‌زا و بیماری‌زایی ضعیف تقسیم کرد (شکل ۲).

در آزمایش دیگری، اثر بیماری‌زایی شش جدایه AG-4 به همراه دو جدایه AG-3 و یک جدایه AG-5 که از چغندرقدن جدا شده بودند و هم‌چنین سه جدایه AG-4 و یک جدایه AG-5 جداسازی شده از سیب‌زمینی مورد مطالعه قرار گرفت. جدایه‌ها از نظر بیماری‌زایی متنوع بودند. بر اساس تجزیه آماری داده‌ها که با استفاده از آزمون دانکن و بر مبنای سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری انجام شد، جدایه‌ها به هفت گروه تقسیم شدند (جدول ۲). بر اساس جدول ۲ جدایه‌های AG-4 جداشده از چغندرقدن نسبت به جدایه‌های AG-4 جدا شده از سیب‌زمینی دارای توان بیماری‌زایی بیشتری بودند. هم‌چنین جدایه RH180 با

جدول ۲: مشخصات جدایه‌های ریزوکتونیای جداشده از چغندرقدن و سیب‌زمینی و بررسی بیماری‌زایی نسبی آن‌ها روی تربچه در سه یادداشت برداری مختلف در شرایط درون شیشه

کد جدایه	میزبان	گروه آناستوموزی	محل جمع آوری	تاریخ‌های یادداشت برداری			سطح زیر منحنی
				روز سوم	روز پنجم	روز هفتم	
RH۲۰۶	چغندرقدن	AG-۴	کرج	۴/۰۴a	۵a	۵a	۲۵/۱a
RH۲۷۳	چغندرقدن	AG-۴	مشهد	۳/۴۴a	۵a	۵a	۲۳/۶a
RH۱۳۶	چغندرقدن	AG-۴	لرستان	۱/۳۸b	۵a	۵a	۱۸/۴۵b
RH۱۰۵	چغندرقدن	AG-۴	کرمانشاه	۱/۰۲bc	۵a	۵a	۱۷/۵۵bc
RH۱۸۰	چغندرقدن	AG-۵	مشهد	۰/۱۴c	۵a	۵a	۱۵/۳۵c
RH۱۷۶	چغندرقدن	AG-۴	مشهد	۰/۲۶c	۴/۶۴a	۵a	۱۵/۰۵c
PT۵	سیب‌زمینی	AG-۴	شمس آباد	۰c	۳/۶۴b	۴/۲۴b	۱۱/۵۲d
P۵(۲)	سیب‌زمینی	AG-۵	انجلیک	۰/۰۴c	۲/۸۲c	۳/۰۴c	۸/۷۸e
PT۱	سیب‌زمینی	AG-۴	جریه	۰c	۰/۹۲d	۳/۰۸c	۴/۹۲f
RH۲۳۴	چغندرقدن	AG-۳	شیروان	۰/۰۸c	۰/۶۲d	۲/۹c	۴/۳۴f
PR	سیب‌زمینی	AG-۴	شوشتر	۰c	۰/۸d	۲/۲۲d	۳/۸۲f
RH۱۸۲	چغندرقدن	AG-۳	مشهد	۰/۱۲c	۰/۷d	۱/۹d	۳/۶f
شاهد	-----	-----	-----	۰c	۰e	۰e	۰g



شکل ۲: تجزیه خوشه‌ای جدایه‌های *Rhizoctonia solani* به‌دست آمده از چغندر قند و سیب‌زمینی بر مبنای شدت بیماری ۳، ۵ و ۷ روز بعد از مایه‌زنی (مقیاس صفر-۵) در شرایط درون شیشه روی تریچه

بررسی بیماری‌زایی جدایه‌های *R. solani* در شرایط

درون شیشه روی چغندر قند

علائم قهوه‌ای شدن و نکروز بیماری مربوط به جدایه‌های AG-3 به‌دست آمده از سیب‌زمینی هفت روز پس از مایه‌زنی روی چغندر قند دیده شد، لذا یادداشت برداری در دو نوبت (۹ و ۷ روز پس از مایه‌زنی) انجام گردید. اما جدایه‌های چغندر قند از روز سوم پس از مایه‌زنی روی چغندر قند علائم بیماری را نشان دادند و چون در میزان و نوع علائم از روز هفتم به بعد تغییری حاصل نشد، لذا سه نوبت (۳، ۵ و ۷) یادداشت برداری صورت گرفت. به دلیل متفاوت بودن زمان‌های یادداشت برداری، در مورد جدایه‌های سیب‌زمینی و چغندر قند، تجزیه آماری داده‌ها به‌طور مجزا صورت گرفت. در نتایج تجزیه آماری داده‌ها با آزمون دانکن، بر مبنای محاسبه سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری، جدایه‌های به‌دست آمده از چغندر قند به پنج گروه تقسیم شدند (جدول ۴). جدایه‌های RH206 با گروه آناستوموزی AG-4 و جدایه RH182 با گروه آناستوموزی AG-3 به ترتیب به عنوان بیماری‌زاترین و ضعیف‌ترین جدایه مشخص شدند. بر اساس نتایج تجزیه آماری داده‌ها با آزمون دانکن، بر مبنای محاسبه سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری، جدایه‌های به‌دست آمده از سیب‌زمینی به شش گروه تقسیم شدند. جدایه‌های P131 و P140 به ترتیب عنوان بیماری‌زاترین و ضعیف‌ترین جدایه تعیین شدند.

بررسی بیماری‌زایی جدایه‌های *R. solani* در شرایط

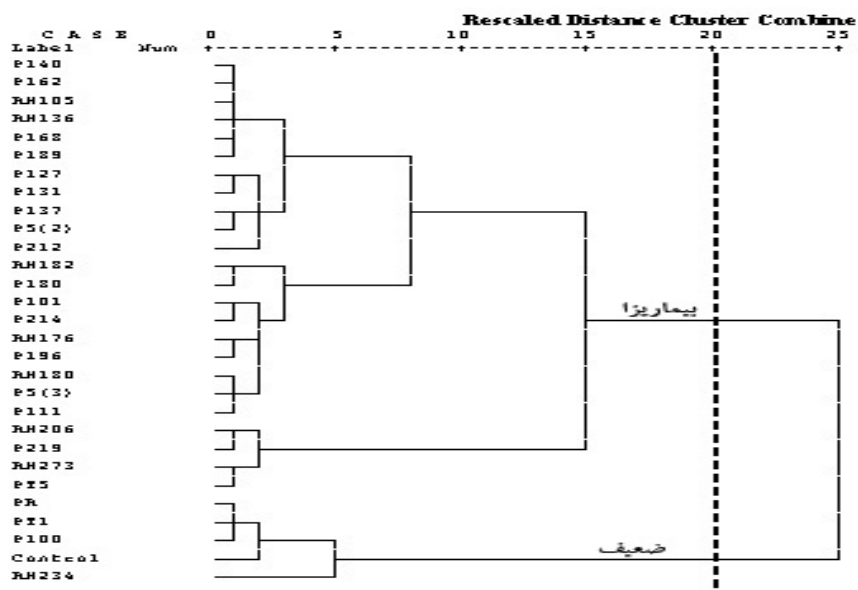
درون شیشه روی سیب‌زمینی

بر اساس تجزیه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن، بر مبنای محاسبه سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری، جدایه‌ها به ۱۱ گروه تقسیم شدند (جدول ۳). جدایه‌های RH206 و P219 که به ترتیب از چغندر قند و سیب‌زمینی جدا شده بودند، به‌عنوان بیماری‌زاترین جدایه‌ها و جدایه P100 به عنوان ضعیف‌ترین جدایه مشخص گردیدند. نتایج حاصل از تجزیه آماری مراحل مختلف یادداشت برداری نشان داد که در روز سوم پس از مایه‌زنی، جدایه‌ها به چهار گروه بیماری‌زا، نسبتاً بیماری‌زا، نسبتاً ضعیف و ضعیف دسته‌بندی شدند. یادداشت برداری پنج روز پس از مایه‌زنی جدایه‌ها را به نه گروه و یادداشت برداری هفت روز پس از مایه‌زنی جدایه‌ها را به پنج دسته تقسیم کرد (جدول ۳).

تجزیه خوشه‌ای جدایه‌ها بر مبنای سه متغیر (میزان شدت بیماری در روز سوم، پنجم و هفتم بعد از مایه‌زنی) با استفاده از متوسط پیوستگی بین گروه‌ها (Average linkage between groups) در فاصله اقلیدسی (Squared) Euclidean distance، جدایه‌ها را به دو گروه بیماری‌زا و ضعیف دسته‌بندی کرد (شکل ۳). دو جدایه RH176 با گروه آناستوموزی AG-4 و جدایه RH180 با گروه آناستوموزی AG-5 روی گیاهچه‌ها علائم ویژه‌ای را نشان دادند. این جدایه‌ها مانند سایرین علامت نکروز را روی گیاه نشان ندادند بلکه در ابتدا روی ریشه، ساقه و هیپوکوتیل گیاهچه اسکروت تشکیل دادند و پس از آن، علامت نکروز بروز کرد.

جدول ۳: مشخصات جدایه‌های ریزوکتونیا و بررسی قدرت بیماری‌زایی نسبی آن‌ها در سه یادداشت برداری مختلف در شرایط درون شیشه روی سیب‌زمینی

میزبان	گروه آناستوموزی	محل جمع آوری	تاریخ‌های یادداشت برداری			سطح زیر
			روز سوم	روز پنجم	روز هفتم	منحنی
RH۲۰۶	چغندرقد	AG-۴	۵a	۵a	۵a	۲۷/۵a
P۲۱۹	سیب‌زمینی	AG-۳	۴/۷۵ab	۵a	۵a	۲۶/۸۷۵a
RH۲۷۳	چغندرقد	AG-۴	۳/۸۷۵ab	۵a	۵a	۲۴/۶۹ab
PT۵	سیب‌زمینی	AG-۴	۳/۴۲۵b	۴/۳۷۵ab	۴/۹۷۵a	۲۲/۲۹bc
P۱۲۷	سیب‌زمینی	AG-۳	۱/۸c	۵a	۵a	۱۹/۵cd
P۱۳۱	سیب‌زمینی	AG-۳	۱/۹۷۵c	۴/۶۵ab	۵a	۱۹/۲۴cde
P۲۱۲	سیب‌زمینی	AG-۳	۲/۱c	۳/۳۷۵bcd	۴/۹۵a	۱۶/۹۵def
P۵(۲)	سیب‌زمینی	AG-۵	۱/۳۷۵cd	۴/۰۷۵ab	۵a	۱۶/۵۹def
P۱۸۹	سیب‌زمینی	AG-۳	۰/۳d	۵a	۵a	۱۵/۶def
P۱۶۸	سیب‌زمینی	AG-۳	۰/۱۷۵d	۴/۹۲۵a	۵a	۱۵/۲۹defg
P۱۴۰	سیب‌زمینی	AG-۳	۰d	۵a	۵a	۱۵defg
P۱۶۲	سیب‌زمینی	AG-۳	۰d	۵a	۵a	۱۵defg
RH۱۰۵	چغندرقد	AG-۴	۰d	۵a	۵a	۱۵defg
RH۱۳۶	چغندرقد	AG-۴	۰d	۵a	۵a	۱۵defg
P۱۳۷	سیب‌زمینی	AG-۳	۰/۷۲۵cd	۳/۸۷۵abc	۴/۹۷۵a	۱۴/۵۴efg
P۱۸۰	سیب‌زمینی	AG-۳	۱/۶cd	۴/۸a	۵a	۱۲/۴۵fgh
RH۱۸۰	چغندرقد	AG-۵	۰/۲۲۵d	۲/۶۲۵cdef	۴/۸۷۵a	۱۰/۶۹ghi
P۵(۳)	سیب‌زمینی	AG-۵	۰/۳d	۲/۷۵cde	۴/۳۷۵ab	۱۰/۶۲۵ghi
P۱۱۱	سیب‌زمینی	AG-۳	۰/۲۵d	۲/۰۲۵efgh	۴/۹۵a	۹/۶۲۵hi
RH۱۸۲	چغندرقد	AG-۳	۱/۱۲۵cd	۱hi	۴/۳۲۵ab	۹/۱۳۸ hi
P۲۱۴	سیب‌زمینی	AG-۳	۰/۰۷۵d	۲/۳۷۵defg	۳/۳۵c	۸/۲۸۷۵hi
P۱۹۶	سیب‌زمینی	AG-۳	۰d	۱/۳۵fghi	۴/۹۲۵a	۷/۶۲۵ij
RH۱۷۶	چغندرقد	AG-۴	۰/۱۷۵d	۱/۲ghi	۴/۲۷۵ab	۷/۱۱ij
P۱۰۱	سیب‌زمینی	AG-۳	۰d	۱/۷۵efgh	۳/۵bc	۷ij
RH۲۳۴	چغندرقد	AG-۳	۰d	۰i	۳/۲۲cd	۳/۲۲۵jk
PT۱	سیب‌زمینی	AG-۴	۰/۰۵d	۰i	۱/۳۵d	۱/۴۷۵k
PR	سیب‌زمینی	AG-۴	۰d	۰i	۱/۳۲۵d	۱/۳۲۵K
P۱۰۰	سیب‌زمینی	AG-۳	۰d	۰i	۰/۸۵d	۰/۸۵ K
شاهد	-	-	۰d	۰i	۰e	۰k



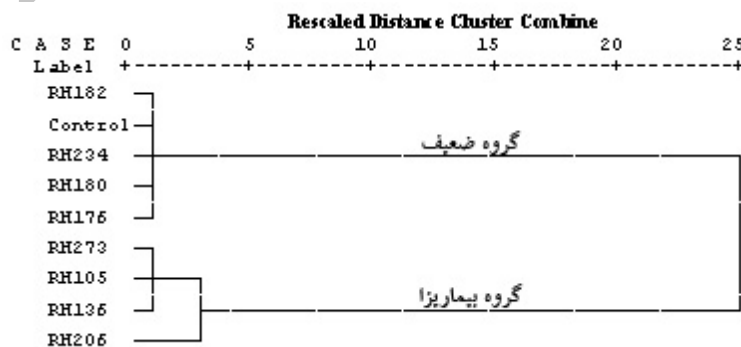
شکل ۳: تجزیه خوشه‌ای جدایه‌های *Rhizoctonia solani* بر مبنای شدت بیماری ۳، ۵ و ۷ روز بعد از مایه‌زنی (مقیاس صفر-۵) روی سیب‌زمینی در شرایط درون شیشه‌ای

در هفت روز پس از مایه‌زنی به دو گروه و نه روز پس از مایه زنی به هفت گروه تقسیم شدند (جدول ۵). تجزیه خوشه‌ای بر مبنای دو متغیر (میزان شدت بیماری در روز هفتم و نهم بعد از مایه‌زنی) با استفاده از متوسط پیوستگی بین گروه‌ها در فاصله اقلیدسی جدایه‌ها را به سه گروه، نسبتاً بیماری‌زا، ضعیف و غیر بیماری‌زا دسته‌بندی کرد. جدایه P131 در این خوشه‌بندی در یک خوشه مجزا و به‌عنوان بیماری‌زاترین جدایه مشخص شد (شکل ۵).

نتایج حاصل از تجزیه آماری مراحل مختلف یادداشت‌برداری بیان‌گر آن است که جدایه‌های حاصل از چغندر قند در اولین نوبت یادداشت‌برداری به چهار گروه، در دومین نوبت به سه دسته و در سومین مرحله به پنج گروه دسته‌بندی شدند (جدول ۴). تجزیه خوشه‌ای جدایه‌ها بر مبنای سه متغیر (میزان شدت بیماری در روز سوم، پنجم و هفتم بعد از مایه‌زنی) با استفاده از متوسط پیوستگی بین گروه‌ها (Average linkage between groups) در فاصله اقلیدسی (Squared Euclidean distance)، جدایه‌ها را به دو گروه بیماری‌زا و ضعیف دسته‌بندی کرد (شکل ۴). جدایه‌های به‌دست آمده از سیب‌زمینی بر اساس تجزیه میانگین شدت بیماری با استفاده از آزمون دانکن

جدول ۴: بررسی توان بیماری‌زایی نسبی جدایه‌های ریزوکتونیا به‌دست آمده از چغندر قند در یادداشت‌های مختلف در شرایط درون شیشه روی چغندر قند

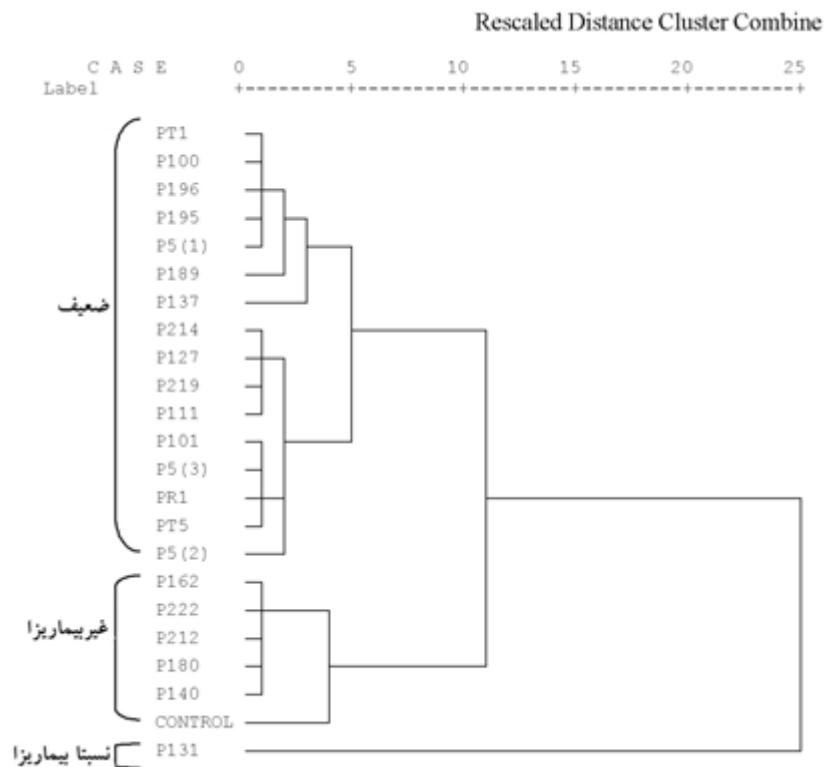
کد جدایه	میزبان	گروه آنالیتوموزی	تاریخ‌های یادداشت برداری			سطح زیر منحنی
			I	II	III	
RH۲۰۶	چغندر قند	AG-۴	۳/۶a	۴a	۴a	۲۱a
RH۲۷۳	چغندر قند	AG-۴	۲/۳۸b	۴a	۴a	۱۷/۹۵b
RH۱۰۵	چغندر قند	AG-۴	۲/۱۴b	۴a	۴a	۱۷/۳۵b
RH۱۳۶	چغندر قند	AG-۴	۱/۲۲c	۴a	۴a	۱۵/۰۵c
RH۱۷۶	چغندر قند	AG-۴	۰/۱۸d	۰/۵b	۰/۹۶b	۲/۴۱d
RH۲۳۴	چغندر قند	AG-۳	۰/۰۴d	۰/۲c	۰/۳۲c	۰/۸۲e
RH۱۸۰	چغندر قند	AG-۵	۰/۱۲d	۰/۱۲d	۰/۱۶d	۰/۷e
RH۱۸۲	چغندر قند	AG-۳	۰d	۰d	۰e	۰e
شاهد	-----	-----	۰d	۰d	۰e	۰e



شکل ۴: تجزیه خوشه‌ای نتایج بیماری‌زایی جدایه‌های *Rhizoctonia solani* جدا شده از چغندر قند بر مبنای شدت بیماری ۳، ۵ و ۷ روز بعد از مایه‌زنی (مقیاس صفر-۴) روی چغندر قند در شرایط درون شیشه‌ای

جدول ۵: بررسی توان بیماری‌زایی نسبی جدایه‌های ریزوکتونیا به‌دست آمده از سیب‌زمینی در یادداشت برداری‌های مختلف در شرایط درون شیشه روی چغندر قند

کد جدایه	گروه آناستوموزی	تاریخ‌های یادداشت برداری		سطح زیر
		I	II	منحنی
P131	AG-3	./5ab	2/575a	4/825a
P189	AG-3	./45ab	1/875abc	2/9ab
P5(2)	AG-5	./6a	1bcdefg	2/7abc
P5(1)	AG-5	./375ab	1/45abcdef	2/1375abcd
P195	AG-3	./275ab	1/7abcd	2/94abcde
P196	AG-3	./2ab	1/8abcd	2/7abcde
P5(3)	AG-5	./35ab	1/1bcdef	2/675abcde
P101	AG-3	./275ab	1/15bcdef	2/39abcdef
PT5	AG-4	./3ab	./9cdefg	2/25abcdef
P100	AG-3	./15ab	1/575abcde	2/25abcdef
P127	AG-3	./175ab	1/35bcdef	2/1375abcde
PT1	AG-4	./125ab	1/5abcde	2/11375abcde
P214	AG-3	./15ab	1/375bcdef	2/05bcdef
P137	AG-3	.b	2/025ab	2/025bcdef
PR	AG-4	./175ab	1/075bcdef	1/86375bcdef
P111	AG-3	./075ab	1bcdefg	1/3375bcdef
P219	AG-3	.b	1/175bcdef	1/175cdef
P162	AG-3	./075ab	./725defg	1/062cdef
P222	AG-3	.b	./7defg	./7def
P180	AG-3	.b	./55defg	./55def
P212	AG-3	.b	./5defg	./5def
P140	AG-3	.b	./4fg	./4ef
شاهد	-----	.b	.g	.f



شکل ۵: تجزیه خوشه‌ای جدایه‌های *R. solani* بر مبنای شدت بیماری‌زایی ۷ و ۹ روز بعد از مایه‌زنی (مقیاس صفر-۴) در شرایط درون شیشه روی چغندر قند

شده است. جدایه‌های کلاسترهای ضعیف مربوط به هر چهار میزبان تا حدود زیادی با یکدیگر مطابقت داشت. جدایه RH180 در همه کلاسترهای ضعیف وجود داشت. هم‌چنین جدایه‌های PR1، PT1 و P100 (در همه میزبان‌ها به جز سیب‌زمینی)، RH176 (همه میزبان‌ها به جز تربچه) در کلاسترهای ضعیف مشترک بودند. میزان مطابقت جدایه‌های مربوط به کلاسترهای با شدت بیماری‌زایی بالا در بین میزبان‌ها کمتر از جدایه‌های کلاسترهای ضعیف بود. سه جدایه RH206، RH273 و P219 در همه کلاسترهای با شدت بیماری‌زایی بالا، مشترک بودند. جدایه P189 بین جدایه‌های کلاسترهای با شدت بیماری‌زایی قوی تربچه و گوجه‌فرنگی و جدایه T5 در بین جدایه‌های کلاستر با شدت بیماری‌زایی قوی سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی مشترک بود. به‌نظر می‌رسد که جدایه RH206 با گروه آناستوموزی AG-4 از سایر جدایه‌ها بیماری‌زاتر بود. گوجه‌فرنگی تنوع بیماری‌زایی در جدایه‌ها را بهتر از سایر میزبان‌ها نمایش داد. تربچه و سیب‌زمینی جدایه‌ها را به سه گروه دسته‌بندی کردند. با این وجود قدرت تفکیک تربچه بیشتر از سیب‌زمینی بود.

مقایسه قدرت بیماری‌زایی جدایه‌های AG-3 نشان داد که جدایه‌های به‌دست آمده از سیب‌زمینی از نظر قدرت بیماری‌زایی نسبتاً قوی‌تر از جدایه‌های AG-3 حاصل از چغندر قند روی میزبان سیب‌زمینی می‌باشند (شکل ۸).

مقایسه قدرت بیماری‌زایی جدایه‌های AG-4 نشان داد که جدایه‌های به‌دست آمده از چغندر قند با گروه آناستوموزی AG-4 نسبت به جدایه‌های حاصل از سیب‌زمینی بیماری‌زاتر بودند (شکل ۹).

مقایسه قدرت بیماری‌زایی جدایه‌های AG-5 نشان داد جدایه‌های سیب‌زمینی و چغندر قند مشابه هم عمل می‌کنند و تفاوت زیادی میان جدایه‌های این دو میزبان وجود ندارد (شکل ۱۰). لازم به ذکر است به‌دلیل تعداد بسیار کم جدایه‌های مربوط به این گروه، نتیجه‌گیری دقیق امکان‌پذیر نمی‌باشد.

تنوع بیماری‌زایی جدایه‌های *R. solani* در شرایط درون شیشه روی گوجه‌فرنگی

جدایه‌های به‌دست آمده از سیب‌زمینی و چغندر قند هر دو علائم بیماری را هفت روز پس از مایه‌زنی روی گوجه‌فرنگی نشان دادند. در مورد این میزبان یک مرحله یادداشت برداری صورت گرفت. بر اساس تجزیه آماری داده‌ها با آزمون دانکن، جدایه‌ها به چهار گروه بیماری‌زا، نسبتاً بیماری‌زا، نسبتاً ضعیف و ضعیف طبقه‌بندی شدند. جدایه‌های P5(2)، P5(3) و P140 به عنوان بیماری‌زاترین جدایه‌ها شناخته شدند. ضعیف‌ترین جدایه RH180 با گروه آناستوموزی AG-5 بود که از چغندر قند جداسازی شده بود (جدول ۶). کلیه جدایه‌های بررسی شده در این آزمون بر اساس تجزیه خوشه‌ای به دو گروه بیماری‌زا و ضعیف طبقه‌بندی شدند (شکل ۶).

ارتباط بین قدرت بیماری‌زایی جدایه‌های منتخب و میزبان‌های مختلف مورد بررسی

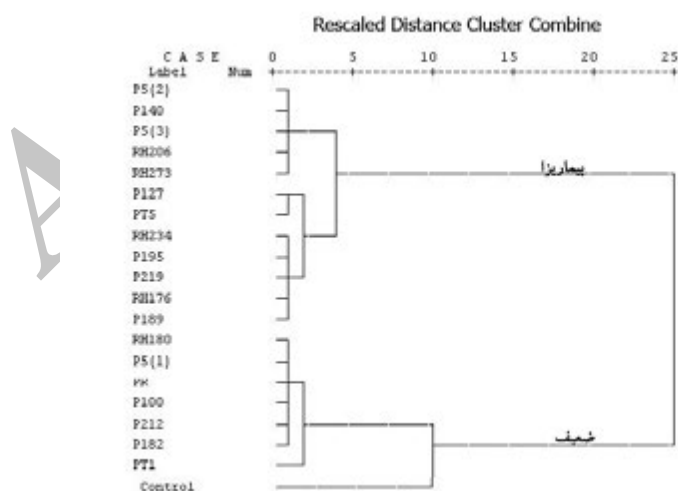
به‌منظور بررسی ارتباط بین قدرت بیماری‌زایی جدایه‌های ریزوکتونیا و میزبان‌های مختلف مورد بررسی، با توجه به گروه آناستوموزی جدایه‌ها از یادداشت برداری‌های روز هفتم پس از مایه‌زنی مربوط به کلیه میزبان‌ها استفاده شد. تجزیه خوشه‌ای (بر مبنای میزان شدت بیماری در روز هفتم بعد از مایه‌زنی) با استفاده از متوسط پیوستگی بین گروه‌ها (Average linkage between groups) در فاصله اقلیدسی (Squared Euclidean distance) جدایه‌ها را به دو گروه تقسیم کرد (شکل ۷).

از بین پنج جدایه به‌دست آمده از چغندر قند با گروه آناستوموزی AG-4 چهار جدایه، در خوشه اول قرار گرفت و در خوشه دوم تمام جدایه‌های AG-3، AG-4 و AG-5 به‌دست آمده از سیب‌زمینی و یک جدایه با گروه آناستوموزی چهار و تمام جدایه‌های با گروه آناستوموزی سه و پنج به‌دست آمده از چغندر قند در یک خوشه قرار گرفتند. در جدول ۷ بیماری‌زاترین و ضعیف‌ترین جدایه‌ها و هم‌چنین کلاسترهای جدایه‌های با شدت بیماری‌زایی ضعیف و قوی مربوط به هر میزبان مشخص

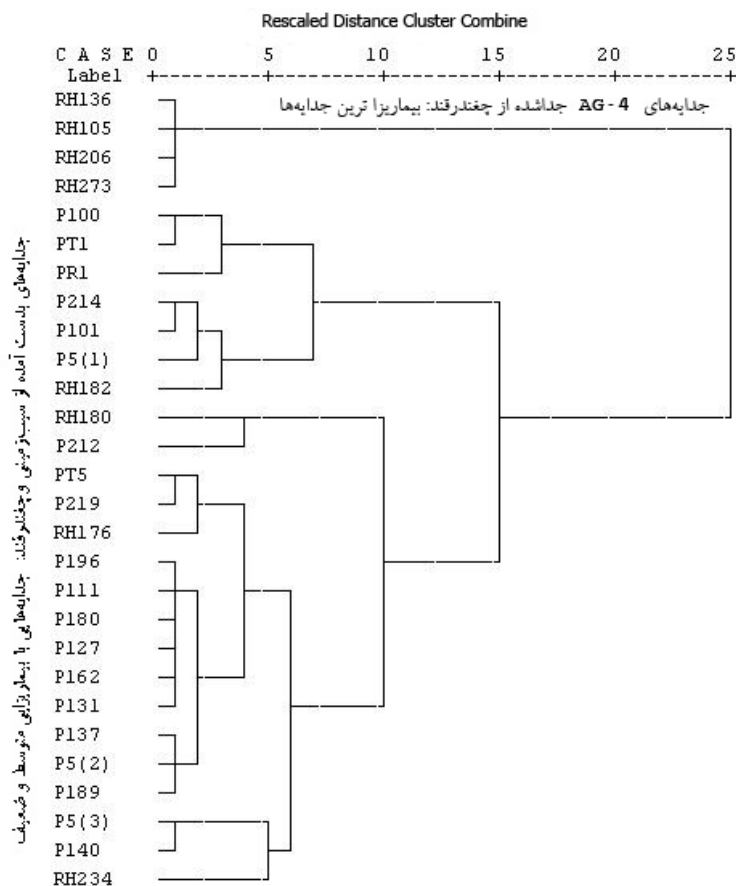
جدول ۶: مشخصات جدایه‌های *R. solani* و بررسی قدرت بیماری‌زایی نسبی آن‌ها در شرایط درون شیشه روی

گوجه‌فرنگی

کد جدایه	میزبان	تاریخ یادداشت برداری	
		گروه	(روز هفتم)
P۵(۲)	سیب‌زمینی	AG-۵	۵a
P۱۴۰	سیب‌زمینی	AG-۳	۵a
P۵(۳)	سیب‌زمینی	AG-۵	۵a
RH۲۰۶	چغندر قند	AG-۴	۴/۸۳a
RH۲۷۳	چغندر قند	AG-۴	۴/۷۷a
P۱۸۹	سیب‌زمینی	AG-۳	۴/۴a
RH۱۷۶	چغندر قند	AG-۴	۴/۲ab
P۲۱۹	سیب‌زمینی	AG-۳	۴/۰۳۳ab
P۱۹۵	سیب‌زمینی	AG-۳	۳/۹۳ab
RH۲۳۴	چغندر قند	AG-۳	۳/۹ab
PT۵	سیب‌زمینی	AG-۴	۳/۴۷abc
P۱۲۷	سیب‌زمینی	AG-۳	۳/۳abcd
PT۱	سیب‌زمینی	AG-۴	۲/۴۳bcd
RH۱۸۲	سیب‌زمینی	AG-۳	۲/۰۳cd
P۱۰۰	سیب‌زمینی	AG-۳	۱/۸۳cde
P۲۱۲	سیب‌زمینی	AG-۳	۱/۷۷cde
PR	سیب‌زمینی	AG-۴	۱/۵۷cde
P۵(۱)	سیب‌زمینی	AG-۵	۱/۴۷de
RH۱۸۰	چغندر قند	AG-۵	۱/۴de
شاهد			۰e



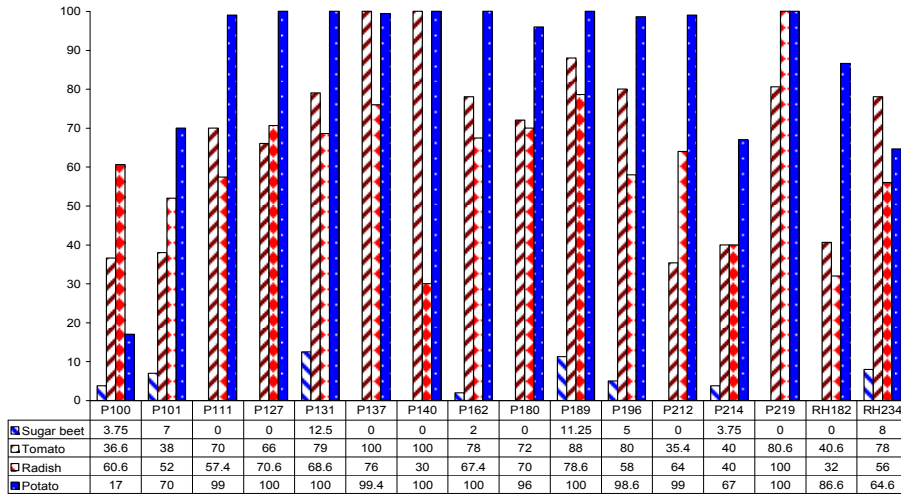
شکل ۶: تجزیه خوشه‌ای جدایه‌های *R. solani* بر مبنای شدت بیماری‌زایی ۷ روز بعد از مایه‌زنی (مقیاس صفر-۵) در شرایط درون شیشه روی گوجه‌فرنگی



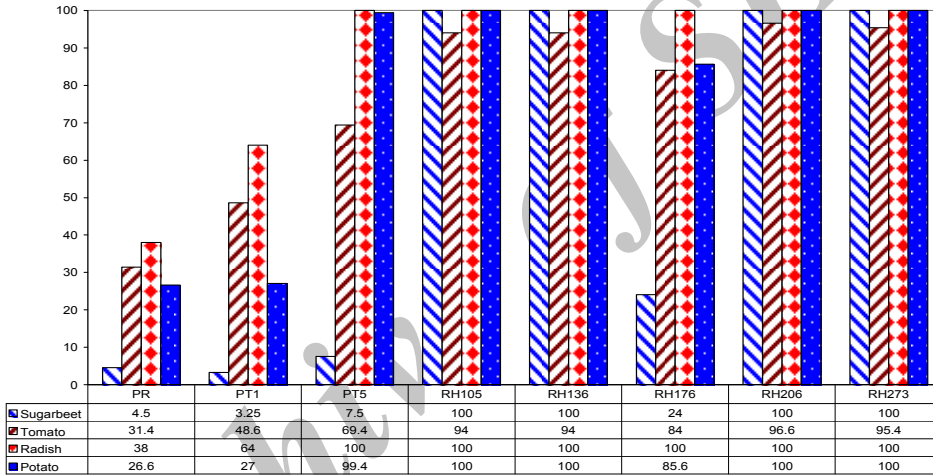
شکل ۷: تجزیه خوشه‌ای جدایه‌های ریزوکتونیا بر مبنای شدت بیماری ۷ روز بعد از مایه‌زنی در شرایط درون شیشه روی چهار میزبان (سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، تربچه و چغندر قند)

جدول ۷: مقایسه جدایه‌های ضعیف و قوی میزبان‌های مختلف

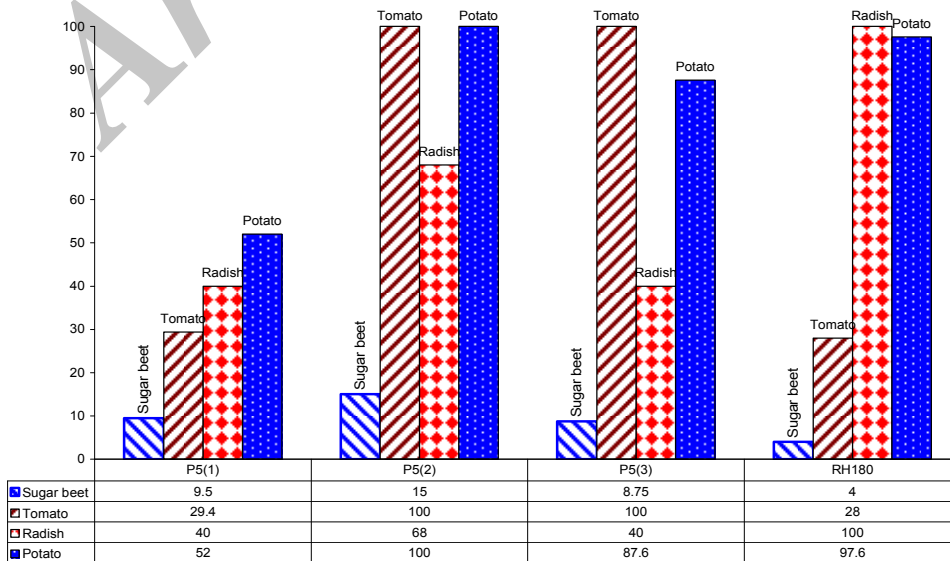
گیاه میزبان	جدایه‌های با شدت بیماری‌زایی کم	جدایه‌های با شدت بیماری‌زایی زیاد
تربچه	P14(AG-3)	P219(AG-3)
	RH182(AG-3)	P195(AG-3)
	RH234(AG-4)	RH206(AG-4)
	PR(AG-4)	RH273(AG-4)
	PT1(AG-4)	
سیب‌زمینی	P100(AG-3)	P219(AG-3)
	PR(AG-4)	RH206(AG-4)
	PT1(AG-4)	
چغندر قند	P222(AG-3)	P131(AG-3)
	P14(AG-3)	RH206(AG-4)
	P180(AG-3)	
	RH182(AG-3)	
	RH180(AG-5)	
	RH234(AG-4)	
گوجه‌فرنگی	P212(AG-3)	P5(2)(AG-5)
	RH180(AG-5)	P5(3)(AG-5)
	P5(1)(AG-5)	P14(AG-3)
	P5(1)(AG-5)	RH206(AG-4)
		RH273(AG-4)
		P189(AG-3)



شکل ۸: مقایسه قدرت بیماری‌زایی جدایه‌های AG-3 حاصل از سیب زمینی و چغندر قند (نمره ۵ در گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی و تربچه و نمره ۴ در چغندر قند معادل ۱۰۰ می‌باشد)



شکل ۹: مقایسه قدرت بیماری‌زایی جدایه‌های AG-4 حاصل از سیب‌زمینی و چغندر قند



شکل ۱۰: مقایسه قدرت بیماری‌زایی جدایه‌های AG-5 حاصل از سیب‌زمینی و چغندر قند

ویژگی‌های مهم در گروه‌بندی *R. solani* نام برد، خصوصاً زمانی که جدایه‌ها یا جمعیت‌های مختلف با هم مقایسه می‌شوند. برای مثال جدایه‌های AG2t که یکی از زیر گروه‌های AG2-1 می‌باشد را نمی‌توان براساس واکنش آناستوموزی و یا خصوصیات دیگر از جدایه‌های AG2-1 جدا نمود اما می‌توان این جدایه‌ها را براساس قدرت بیماری‌زایی آن‌ها روی لاله از جدایه‌های AG2-1 جدا نمود. به‌طور کلی مطالعه قدرت بیماری‌زایی گروه‌های مختلف آناستوموزی روی گیاهان مختلف منجر به درک تخصص میزبانی برخی از گروه‌های آناستوموزی می‌گردد. با این وجود دیده شده که برخی از جدایه‌های ریزوکتونیا توانایی بیمار کردن خانواده‌های گیاهی دیگر را نیز دارا می‌باشند (کیجر و همکاران، ۱۹۹۷). کیجر و همکاران (۱۹۹۷) با مطالعه قدرت بیماری‌زایی جدایه‌های ریزوکتونیا روی سیب‌زمینی، بادمجان، گوجه‌فرنگی، *Arabidopsis*، گل کلم، میان گروه‌بندی آناستوموزی و گروه‌بندی بیماری‌زایی ارتباط نسبی پیدا کردند.

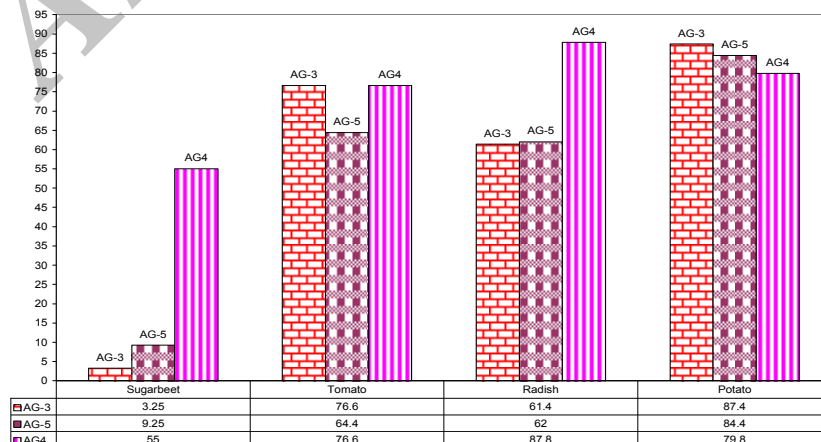
در این آزمایش وجود تخصص میزبانی یا عدم آن در سه گروه آناستوموزی AG3, AG4, و AG5 در شرایط آزمایشگاهی بررسی گردید. جهت افزایش میزان دقت در ارائه نتایج، عوامل جانبی چون شدت نور، دما و رطوبت مورد کنترل قرار گرفت. همچنین برای ایجاد هماهنگی در میزان رشد جدایه‌های *R. solani* از میسلیم‌های جوان در حاشیه فعال هر پرگنه استفاده گردید.

بررسی شدت بیماری‌زایی گروه‌های مختلف آناستوموزی

میانگین قدرت بیماری‌زایی جدایه‌های AG-3، AG-4 و AG-5 به‌دست آمده از چغندر قند و سیب‌زمینی، جهت ارزیابی نسبی قدرت بیماری‌زایی گروه‌های مختلف استفاده شد. بر اساس شکل ۱۱، روی چغندر قند از میان این سه گروه آناستوموزی، گروه آناستوموزی چهار بیش‌ترین توان بیماری‌زایی را داشت و گروه آناستوموزی AG-3 کم‌ترین توان را در بیمار کردن چغندر قند نشان داد. از میان این سه گروه آناستوموزی گوجه‌فرنگی و تربچه، به‌طور مجزا، نسبت به گروه آناستوموزی چهار بیشتر حساس بودند. اما سیب‌زمینی نسبت به AG-3 بسیار حساس و ضعیف بود. از میان این چهار میزبان، چغندر قند کم‌ترین حساسیت را در برابر ریزوکتونیا داشته در حالی که سیب‌زمینی به عنوان حساس‌ترین میزبان ریزوکتونیا شناخته شد. به‌طور کلی گروه آناستوموزی AG-4 نسبت به دو گروه دیگر دارای توان بیماری‌زایی بیشتری می‌باشد.

بحث

نتایج این پژوهش بیانگر وجود تنوع بالایی در بیماری‌زایی جدایه‌های *R. solani* متعلق به گروه‌های مختلف می‌باشد. سطوح بیماری‌زایی و دامنه میزبانی از جمله خصوصیات مهم و مفید در مطالعه *R. solani* می‌باشد. از دامنه میزبانی می‌توان به عنوان یکی از



شکل ۱۱: بررسی میانگین قدرت بیماری‌زایی گروه‌های مختلف آناستوموزی روی چهار میزبان چغندر قند، گوجه‌فرنگی، تربچه و سیب‌زمینی

سیبزمینی کاشته شود می‌تواند برای کشت سیبزمینی سال بعد مهم و بیماری‌زا باشد.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در بین میزبان‌های مختلف، گوجه‌فرنگی جدایه‌های ریزوکتونیا را، از نظر توان بیماری‌زایی، بهتر از سایر میزبان‌ها تفکیک نموده است و به نظر می‌رسد در مطالعات مربوط به تعیین تنوع بر اساس قدرت بیماری‌زایی گوجه‌فرنگی جای‌گزین بهتر و مناسب‌تری برای چغندر قند می‌باشد. سیبزمینی و تربچه مشابه هم جدایه‌ها را به سه دسته تقسیم کردند، اما تنوع درون گروهی تربچه بهتر و بیشتر از سیبزمینی بود. بنابراین به نظر می‌رسد می‌توان از تربچه و گوجه‌فرنگی به عنوان گیاهان محک مناسبی برای شناسایی جدایه‌های با قدرت بیماری‌زایی بالا در برنامه‌های ارزیابی مقاومت به‌ویژه در ارتباط با گروه آناستوموزی AG-4 استفاده کرد.

به استناد نتایج این پژوهش و هم‌خوانی آن با مطالعات دیگران (محمودی و همکاران، ۱۳۸۳؛ کیجر و همکاران، ۱۹۹۷) می‌توان چنین استنتاج نمود که روش آزمون درون شیشه‌ای به‌عنوان تکنیک ساده قادر به بررسی تنوع بیماری‌زایی جدایه‌های ریزوکتونیا بوده و می‌توان از آن در مطالعات مختلف بهره برد. هم‌چنین در بین سه گروه آناستوموزی 3, 4, 5 AG، گروه آناستوموزی AG-4 که در ایران از فراوانی بالایی برخوردار است و دارای تنوع ژنتیکی و بیماری‌زایی زیادی نیز می‌باشد (محمودی و همکاران، ۱۳۸۳) و از دو گروه آناستوموزی دیگر مهم‌تر بوده و برای شناسایی جدایه‌های AG-4 با قدرت بیماری‌زایی بالا و استفاده از آن‌ها در شناسایی ارقام یا ژنوتیپ‌های مختلف مقاوم گیاهی می‌توان از روش‌های ارائه شده در این پژوهش بهره گرفت.

میانگین قدرت بیماری‌زایی جدایه‌های AG-3، AG-4 و AG-5 به‌دست آمده از چغندر قند و سیبزمینی، جهت ارزیابی نسبی قدرت بیماری‌زایی گروه‌های مختلف استفاده شد. جدایه‌های گروه آناستوموزی AG-3 که از چغندر قند و سیبزمینی جدا شده بودند گیاهان خانواده سولاناسه به‌ویژه سیبزمینی را بر گیاهان دیگر ترجیح دادند و این نتیجه نمایانگر وجود تخصص میزبانی در این گروه آناستوموزی می‌باشد. مقایسه قدرت بیماری‌زایی جدایه‌های AG-3 حاصل از سیبزمینی و چغندر قند نشان داد که جدایه‌های به‌دست آمده از سیبزمینی از نظر قدرت بیماری‌زایی نسبتاً قوی‌تر از جدایه‌های AG-3 حاصل از چغندر قند می‌باشند.

به نظر می‌رسد گروه آناستوموزی AG-4 کلاً روی گیاهان جوان بیماری‌زا باشد و این گروه از تخصص میزبانی کم‌تری برخوردار است. به‌طوری‌که جدایه RH206 با گروه آناستوموزی AG-4 از سایر جدایه‌ها بیماری‌زاتر و از تخصص میزبانی کم‌تری برخوردار بود. این جدایه در مطالعات محمودی و همکاران (۱۳۸۳) نیز جزء جدایه‌های با قدرت بیماری‌زایی بالا روی چغندر قند تشخیص داده شده بود.

بر اساس نتایج این پژوهش، گروه آناستوموزی چهار بیش‌ترین توانایی را در بیمار کردن چغندر قند داشته و گروه آناستوموزی AG-3 کم‌ترین توانایی را در بیمار کردن چغندر قند نشان داد که این نتیجه مشابه نتایجی است که دیگر پژوهشگران گزارش نموده‌اند (ویندلز و نابن، ۱۹۸۹؛ اشنايدر، ۲۰۰۰). با توجه به این‌که گروه آناستوموزی AG-3 از چغندر قند جدا شده و گروه آناستوموزی چهار نیز توان بیمار کردن بذور و گیاهچه چغندر قند را دارا می‌باشد بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اگر چغندر قند در تناوب با

منابع

محمودی، س. ب. ۱۳۸۳. مقایسه روش‌های مختلف ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های منتخب چغندرقد نسبت به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه. پایان‌نامه دکتری رشته بیماری‌شناسی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، ۱۴۲ص.

- Balali, G. R., Neate, S. M., Scott, E. S., Whisson, D. L. and Wicks, T. J. 1995. Anastomosis group and pathogenicity of isolates of *Rhizoctonia solani* from crops in South Australia. *Plant Pathology* 44: 1050-1057.
- Bandy, B. P., Leach, S. S. and Tavantzis, S. M. 1988. Anastomosis group 3 is the major cause of *Rhizoctonia* disease of potato in Maine. *Plant Disease* 72: 596-598.
- Banville, G. J. 1989. Yield losses and damage to potato plants caused by *Rhizoctonia solani* Kuhn. *American Potato Journal* 66:821-834.
- Carling, D. E. and Leiner, R. H. 1986. Isolation and characterization of *Rhizoctonia solani* and binucleate *R. solani*-like fungi from aerial stems and subterranean organs of potato plants. *Phytopathology* 76: 725-729.
- Carling, D. E., Kuninaga, S. and Brainard, A. 2002a. Hyphal anastomosis reactions, rDNA- internal transcribed spacer sequences, and virulence levels among subsets of *Rhizoctonia solani* anastomosis group- 2 (AG- 2) and AG-BI. *Phytopathology* 92: 43-50.
- Carling, D. E., Baird, R. E., Gitaitis, R. D., Brainard, K. A. and Kuninaga, S. 2002b. Characterization of AG-13, a newly reported anastomosis group of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 92:893-899.
- Exner, B. 1953. Comparative studies of four *Rhizoctonia* occurring in Louisiana. *Mycologia* 45:698-719.
- Jobson, J. D. 1992. Applied multivariate data analysis. Vol.II: Categorical and multivariate methods. Springer Press.
- Keijer, J., Korsman, M. G., Dulleman, A. M., Houterman, P. M., De Bree, J. and Van Silfhout, C. H. 1997. In vitro analysis of host plant specificity in *Rhizoctonia solani*. *Plant Pathology* 46: 659-669.
- Mordue, J. E., Curran, R. S. and Bridge, P. D. 1989. An integrated approach to *Rhizoctonia* taxonomy: cultural, biochemical and numerical techniques. *Mycological Research*. 92: 78-910.
- Ogoshi, A. 1975. Grouping of *Rhizoctonia solani* Kuhn and their perfect stages. *Review of Plant Protection Research of Japan* 8:98-103.
- Parmeter, J. R., Sherwood, R. T. and Platt, W. D. 1969. Anastomosis grouping among isolates of *Thanatephorus cucumeris*. *Phytopathology* 59:1270-1278.
- Robinson, H. and Deacon, J. W. 2002. Double-stranded RNA elements in *Rhizoctonia solani* AG-3. *Mycological Research* 106:12-22.
- Schneider, J. H. M., Salazar, O., Rubio, V. and Keijer, J. 1997. Identification of *Rhizoctonia solani* associated with field grown tulips using ITS rDNA polymorphism and pectic zymograms. *European Journal of Plant Pathology* 103: 607-622.
- Schneider, J. H. 2000. Characterization of *Rhizoctonia solani* occurring in sugar beet in the Netherlands. Abstracts of Third International Symposium on *Rhizoctonia*. Taiwan, p: 13.
- Sneh, B., Burpee, L. L. and Ogoshi, A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* Species. St. Paul MN: APS Press.133p.
- Truter, M. C. 2005. Anastomosis grouping of *Rhizoctonia solani* associated with black scurf and stem canker of potato in South Africa. MSc (Agric) dissertation, University of Pretoria.
- Vilgalys, R. and Cubeta, M. A. 1994. Molecular systematics and population biology of *Rhizoctonia*. *Annual Review of Phytopathology* 32: 135-155.
- Watanabe, B. and Matsuda, A. 1966. Studies on grouping of *Rhizoctonia solani* pathogenic to upland crops. APSnet feature. Available at: www.apsnet.org.

- Windels, C. E. and Nabben, D. J. 1989. Characterization and pathogenicity of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* isolated from *Beta vulgaris*. *Phytopathology* 79: 83-88.
- Windels, C. E., Kuznia, R. A. and Call, J. 1997. Characterization and pathogenicity of *Thanatephorus cucumeris* from sugar beet in Minnesota. *Plant Disease* 81:245-249.

Archive of SID

Pathogenic Diversity Among the Isolates of *Rhizoctonia solani* Recovered from Potato Tubers and Sugar Beet

Saffarian Abbas Zadeh¹, M., Farokhi Nejad, R²., and Mahmoudi, B³

Abstract

In this study, pathogenic variability of the *Rhizoctonia* isolates recovered from potato and sugar beet was examined on radish, tomato, potato and sugar beet. Results revealed a high degree of diversity in virulence of the isolates. Among plants tested, sugar beet and potato were the least and the most susceptible hosts for *R. solani*, respectively. Isolates of AG-4 and AG-3 caused the highest and lowest amount of disease on sugar beet respectively. Among the four hosts, tomato and radish were the most susceptible plants used in this study against the isolates of AG-4. These results indicated clearly that AG-3 isolates have a preference for potato, whereas no host preference was observed among isolates of AG-4. In other words, AG-4 isolates have the highest pathogenicity on the all plants tested. Results of this study indicated that it would be possible to separate the isolates based on their virulence on radish and tomato better than potato and sugar beet respectively. These results suggest that it is preferable to replace sugar beet and the potato seeds with radish and tomato seeds when these types of experiments need to be done.

Keywords: *Rhizoctonia solani*, Pathogenic variability, Potato, Sugar beet, Cluster analysis

Archive of SID

1 And 2. Former postgraduate student and Professor respectively, Department of plant protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz

3. Assistant Professor, Sugar beet seed Institute, Karaj