

تنوع پاتوتیپی جدایه‌های *Rhynchosporium secalis* در پنج استان ایران\*PATHOTYPIC DIVERSITY OF *Rhynchosporium secalis*  
ISOLATES IN FIVE PROVINCES OF IRANسیامک بیگی<sup>۱\*</sup>، حمیدرضا زمانی زاده<sup>۱</sup>، محمد رضوی<sup>۲</sup> و رسول زارع<sup>۲</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۴/۲۹)

## چکیده

سوختگی برگ که توسط قارچ *Rhynchosporium secalis* ایجاد می‌شود یکی از مهم‌ترین بیماری‌های جو در کشور می‌باشد. تنوع پاتوتیپی ۴۷ جدایه از این بیمارگر از پنج استان کشور با استفاده از هشت رقم افتراقی جو ارزیابی گردید. از میان جدایه‌های مورد بررسی **Rs55** و **Rs86** از استان لرستان دارای بیشترین قدرت (توان) بیماری‌زایی و جدایه **Rs45** از استان خوزستان دارای کمترین قدرت بیماری‌زایی بودند. براساس واکنش ارقام افتراقی در برابر این جدایه‌ها تعداد ۲۰ پاتوتیپ شناسایی شد. این پاتوتیپ‌ها دارای طیف وسیع بیماری‌زایی بوده و پاتوتیپ یک در همه مناطق پراکنش داشت و پاتوتیپ‌های ۱۵، ۱۲ و ۱۳ دارای بالاترین شدت بیماری‌زایی بودند. در بین ارقام افتراقی مورد بررسی **Igri** و **Armele** با ژن‌های مقاومت **BRR4** و **BRR1** بالاترین مقاومت و ارقام **WI** و **Digger** بیشترین حساسیت را در برابر پاتوتیپ‌ها نشان دادند. براساس دندروگرام ترسیم شده و با در نظر گرفتن خط برش ۰/۷۶ جدایه‌های مورد بررسی در هفت گروه متمایز قرار گرفتند. تنوع پاتوتیپی *R. secalis* در این مناطق با موقعیت جغرافیایی آنها مطابقت نداشت و این امر لزوم توسعه منابع مقاومت مختلف در مناطق عمده کشت جو در کشور را تأیید می‌کند.

واژه‌های کلیدی: جو، سوختگی برگ، ارقام افتراقی، ژن‌های مقاومت، قدرت (توان) بیماری‌زایی

\* بخشی از رساله دکتری نگارنده اول، ارائه شده به بخش بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران

\*\* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: siamakb\_30@yahoo.com

۱. به ترتیب دانشجوی دکتری و استاد بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران

۲. استادیار و استاد پژوهش بیماری‌شناسی گیاهی، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران

## مقدمه

القاء شده توسط یک دسته ژن مقاومت اصلی در جو تغییر کنند و باعث شکسته شدن مقاومت در ارقام تجاری در سطح وسیع گردد (Oxley et al. 2003, Newton et al. 2001). در خصوص منشأ تنوع ژنتیکی بالا در قارچ *R. secalis* فرضیه‌های توسط محققین مختلفی در دنیا ارائه گردیده که شامل تولید مثل جنسی احتمالی، جهش‌های خودبخودی و جریان ژنی می‌باشند (McDonald et al. 1989, Goodwin et al. 1994, Salamati et al. 2000, Williams et al. 2003, Zaffarano et al. 2006). در آزمایش‌های مزرعه‌ای پاتوتیپ‌های *R. secalis* قادرند کولتیوارهای جو را که دارای ژن‌های مقاومت یا ترکیبی از ژن‌ها هستند در زمانی که به‌طور تجاری در سطح وسیع در طی چند فصل کشت شوند آلوده کنند (Xi et al. 2003). تنوع پاتوتیپی در *R. secalis* موضوع مطالعات محققین زیادی در سایر کشورها بوده است (Goodwin et al. 1992, Ali et al. 1976). روبرتس و همکاران (Robbertse et al. 2000) تنوع پاتوتیپی ۵۰ جدایه از *R. secalis* را در آفریقای جنوبی با استفاده از ۱۷ رقم افتراقی جو مورد ارزیابی قرار داده و تعداد ۲۱ پاتوتیپ را شناسایی کردند. ژانگ و همکاران (Zhang et al. 1992) با بررسی ۷۲۳ جدایه از قارچ *R. secalis* در کالیفرنیا با استفاده از ۱۴ رقم افتراقی جو از جمله La Mesita و Osiris آنها را در ۳۶۲ پاتوتیپ قرار دادند و نتیجه گرفتند که قارچ در این منطقه دارای تنوع بیماری‌زایی بالایی می‌باشد. تکاز (Tekauz 1991) در بین ۱۰۰ جدایه از قارچ که در غرب کانادا جمع‌آوری شده بودند، ۴۵ پاتوتیپ را با استفاده از ۱۰ کولتیوار مختلف و ۵ کولتیوار استاندارد جو شناسایی کرد.

هدف از این تحقیق بررسی تنوع پاتوتیپی و بیماری‌زایی قارچ *R. secalis* در پنج استان کشور است که بیش از ۳۰ درصد از سطح زیر کشت جو را در کشور

سوختگی برگی یا اسکالد (Scald) یکی از بیماری‌های متداول جو در اکثر نقاط دنیا بخصوص مناطق خنک و نیمه مرطوب می‌باشد. در اپیدمی‌های شدید ۳۰ تا ۴۰ درصد کاهش محصول برآورد شده که بیشتر به صورت کاهش وزن هزار دانه می‌باشد (Zhan et al. 2008). این بیماری توسط بیمارگر *Rhynchosporium secalis* (Oud.) J. J. Davis ایجاد شده که یک قارچ آنامورفیک هاپلوئید از آسکومیست‌ها است و با وجود نداشتن فرم جنسی شناخته شده، قارچی بسیار تغییرپذیر است. این بیمارگر در طبیعت علاوه بر بیماری در جو زراعی (*Secale cereale* L.) و چاودار (*Hordeum vulgare* L.) قادر است تعداد دیگری از گیاهان مانند جو وحشی، یولاف و بروموس را نیز آلوده کند (Zhan et al. 2008). گزارش‌های مبنی بر تخصص یافتگی قارچ روی میزبان‌های مختلف در بعضی نواحی وجود دارد (Shipton et al. 1974). محققین کانادایی ۷۰ جدایه از قارچ را که از برگ‌های جو در ۲۳ کشور به‌دست آمده بود، بررسی کردند و نتیجه گرفتند که قارچ یک بیمارگر اختصاصی بوده و جدایه‌های به دست آمده از جو و چاودار فقط قادر به آلوده‌سازی میزبان مربوط به خودشان هستند (Jackson et al. 1978). جدایه‌های حاصل از یک جمعیت از قارچ *R. secalis* اغلب از نظر بیماری‌زایی، نسبت اسپوردهی، شکل و رنگ پرگنه، اندازه کیندیوم‌ها، حساسیت به قارچکش‌ها و پروفیل مولکولی با هم متفاوت‌اند (Cooke et al. 2004, Williams et al. 2003, Newton et al. 2001, Goodwin et al. 1994, Kari & Griffiths 1993, McDermott et al. 1989). قارچ *R. secalis* یک بیمارگر به شدت تغییرپذیر بوده و جمعیت‌های آن قادرند به سرعت در واکنش به انتخاب

تکرار و ۳۷۶ تیمار در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی انجام گرفت. ارقام در گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۰ سانتی‌متر در محیط پیت سترون (تعداد سه عدد بذر در هر گلدان) کشت داده شدند. گلدان‌ها در شرایط گلخانه و در دمای ۱۶ درجه سلسیوس روز و ۱۲ درجه سلسیوس شب به مدت ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی و رطوبت نسبی ۷۰ درصد قرار داده شدند.

پس از رشد بوته‌ها و استقرار در گلدان‌ها به فاصله سه روز آبیاری شدند و در مرحله ۱۳ رشدی (مرحله ۴-۳ برگگی) مطابق با روش زادوک و همکاران (Zadoks et al. 1974) با سوسپانسیونی از اسپورهای قارچ به میزان  $1 \times 10^6$  اسپور در هر میلی‌لیتر، (با افزودن Tween 20 با غلظت یک درصد) با استفاده از یک افشانه مایه‌زنی شدند. برای هر گلدان هفت تا هشت میلی‌لیتر سوسپانسیون اسپور استفاده شد. سپس گیاهان مایه‌زنی شده به داخل اتاقک رشد در دمای ۱۲ درجه سلسیوس در تاریکی به مدت ۴۸ ساعت نگهداری شدند. هر تیمار توسط یک مانع پلاستیکی از سایر تیمارهای همجوار جدا گردید تا از آلودگی توسط سایر جدایه‌ها جلوگیری شود. پس از این دوره رطوبتی گیاهان مایه‌زنی شده به محیطی با دمای ۱۳ درجه سلسیوس در شب و ۱۷ درجه سلسیوس در روز با دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی با رطوبت نسبی ۸۰ درصد منتقل شدند. بعد از طی این دوره و بعد از ۱۷ روز از مایه‌زنی با ظهور علائم بیماری در تیمارها، علائم بیماری ثبت شد (Xi et al. 2003).

ارزیابی شدت بیماری مطابق با روش سلامتی و مگنوس (Salamaty & Magnus 1997) انجام گرفت. بر اساس این روش علائم بیماری با اعداد صفر تا پنج ثبت شدند. (عدد صفر: فاقد علائم مشخص، عدد یک: یک یا چند لکه گسسته غالباً با حاشیه تیره و کمتر از پنج درصد

دارا بوده و شرایط مساعد جهت بروز و توسعه بیماری در آنها وجود دارد و از نظر شرایط آب و هوایی دارای تنوع بالایی هستند.

## روش بررسی

به منظور جداسازی عامل بیماری از بافت برگ‌های جو، ابتدا نمونه‌ها توسط کاغذ خشک‌کن در دمای اتاق به مدت چهار روز خشک شدند، سپس به دمای پنج درجه سلسیوس در یخچال انتقال داده شده و بعد از مدت ۲۴ ساعت از محل لکه‌های آلوده قطعات دو میلی‌متری جدا شد. نمونه‌ها ابتدا با اتانول ۷۰ درصد به مدت ۱۰ ثانیه ضدعفونی سطحی شده سپس به داخل هیپوکلریت سدیم ۲ درصد به مدت ۶۰ ثانیه انتقال داده شدند. پس از این مدت برای حذف بقایای مواد ضدعفونی‌کننده دو مرحله، به ترتیب به مدت ۱ و ۵ دقیقه در آب مقطر سترون قرار داده شدند و پس از خشک شدن به محیط (Potato PDA (dextrose agar) منتقل شدند و در دمای ۱۶ درجه سلسیوس به مدت دو هفته در انکوباتور تاریک قرار گرفتند. پس از تک اسپور نمودن، جدایه‌ها به محیط جدید PDA انتقال داده شده و از این جدایه‌ها پس از رشد کافی در دمای ۱۶ درجه سلسیوس جهت کارهای بعدی استفاده شد. (Bouajila et al. 2007).

به منظور بررسی تنوع پاتوتیپی *R. secalis*، از ۴۷ جدایه این قارچ (۱۵ جدایه از استان لرستان، ۱۴ جدایه از استان کرمانشاه، هفت جدایه از استان گلستان، شش جدایه از استان خوزستان و پنج جدایه از استان ایلام) و هشت رقم افتراقی جو که از مرکز تحقیقات بین‌المللی (International Center for Agricultural ICARDA Research in the Dry Areas) تهیه شدند استفاده شد (جدول ۱). آزمونی در قالب یک طرح فاکتوریل با چهار

جدول ۱. ژن‌های مقاومت و والدین ارقام افتراقی جو مورد استفاده جهت تعیین پاتوتیپ‌ها در قارچ *Rhynchosporium secalis*

Table 1. Barley differential varieties, pedigree and respective resistance genes

رقم	والدین	ژن‌های مقاومت
Armele	Ceres.Clermont	BRR1
Igri	(820.1427).Ingrid	BRR4
Osiris	(Weihenstephaner 96.Union).Volla	Rh4,Rh6,Rh10,BR6
Rihane 03	As46/Avt/Aths	BRR3
La Mesita	Un known	Rh4,Rh10,RH at RH, Rh3,RH4,BRR5
Digger	MMG 68/5/11.Aramir	BRR8
Astrix	259711.(Ayres.Hatif de Grignon)	BRR2
WI	Welam.(Dabat.(Ingrid M2N).(W6126))	Susceptible

ولی ارقام ۴ (La Msita) و ۸ (WI) واکنش حساسیت نشان داده‌اند. جدایه‌های که دارای کدهای مشترک بودند در گروه‌های پاتوتیپی مشابه قرار گرفتند.

## نتایج و بحث

### ۱. تنوع بیماری‌زایی جدایه‌ها

نتایج به‌دست آمده نشان داد که در بین جدایه‌ها از نظر شدت بیماری‌زایی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بیشترین قدرت (توان) بیماری‌زایی مربوط به جدایه Rs55 با میانگین ۲/۸۸ از استان لرستان بود که توانست روی پنج رقم از ارقام افتراقی ایجاد واکنش حساسیت نماید (Astrix, Digger, Armele, Igri, WI). پس از این جدایه، Rs86 و Rs91 از استان لرستان با میانگین ۲/۴۷ و ۲/۳۴ دارای بالاترین توان بیماری‌زایی بودند و جدایه‌های Rs 118, Rs 49, Rs 41, Rs 121, Rs 16, Rs 24, Rs 39 و Rs 5 در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند که به ترتیب میانگین توان بیماری‌زایی آنها ۲/۲، ۲/۲، ۲/۱۶، ۲/۱۲، ۲/۱، ۲، ۲ و ۲ محاسبه شد. میانگین قدرت بیماری‌زایی جدایه‌ها بین ۲/۸۸ تا ۰/۸۷ متغیر بود. کمترین قدرت بیماری‌زایی متعلق به جدایه Rs45 با ۰/۸۷ و پس از آن دو جدایه Rs117 و Rs57 با ۰/۸۸ و ۰/۹۴ قرار گرفتند. بیشترین آلودگی در ارقام مربوط به Rihane 03 و Digger با میانگین ۱/۵۵ و

از سطح برگ را پوشانده است، عدد دو: لکه‌های بزرگتر که کمتر از ۱۰ درصد از سطح برگ را پوشانده (اغلب لکه‌ها دارای حاشیه تیره نیستند)، عدد سه: لکه‌های نسبتاً بزرگ که حدود ۴۰-۱۰ درصد از سطح برگ را پوشانده‌اند (با مشخصات حالت شماره دو)، عدد چهار: نابودی و فروپاشی قسمتی از بافت برگ و پوشیده شدن حدود ۸۰-۴۰ درصد از برگ با لکه‌های سبز مایل به خاکستری بدون حاشیه تیره، عدد پنج: نابود شدن کل پهنک برگ (۱۰۰-۸۰ درصد) با علائمی مشابه با حالت چهار. اعداد صفر و یک در گروه مقاوم (R)، عدد دو در گروه نیمه مقاوم (MR)، عدد سه در گروه نیمه حساس (MS) و اعداد چهار و پنج در گروه حساس (S) قرار گرفتند.

در این مطالعه برای نام‌گذاری پاتوتیپ‌های قارچ از روش گودوین و همکاران (Goodwin et al.1990) استفاده شد. بر این اساس برای هر جدایه یک کد هشت رقمی در نظر گرفته شد که بر مبنای واکنش ارقام افتراقی مورد استفاده در برابر هر جدایه قارچ است به‌طوری‌که عدد صفر جهت واکنش حساسیت و عدد یک برای واکنش مقاومت در نظر گرفته شد. به عنوان مثال کد ۱۱۱۰۱۱۱۰ برای جدایه Rs4 نشانگر این است که ارقام ۱ (Astrix)، ۲ (Osiris)، ۳ (Rihane 03)، ۵ (Digger)، ۶ (Armele) و ۷ (Igri) در برابر این جدایه واکنش مقاومت نشان داده

بررسی ترسیم گردید. در گروه اول که شامل بیشترین جدایه می‌شود ۳۲ جدایه قرار دارد (سه جدایه از استان گلستان، نه جدایه از لرستان، ۱۲ جدایه از استان کرمانشاه، سه جدایه از خوزستان و پنج جدایه از استان ایلام)، در گروه دوم، سه جدایه (یک جدایه از کرمانشاه و دو جدایه از گلستان)، در گروه سوم، سه جدایه (دو جدایه از لرستان و یک جدایه از کرمانشاه)، در گروه چهارم، چهار جدایه (دو جدایه از گلستان، یک جدایه از خوزستان و یک جدایه از لرستان)، در گروه پنجم، یک جدایه (از لرستان) و در گروه ششم، سه جدایه (دو جدایه از خوزستان و یک جدایه از لرستان) و در گروه هفت یک جدایه از استان لرستان قرار گرفت.

#### ۴. تعیین پاتوتیپ‌ها

تعداد ۲۰ پاتوتیپ در کل جمعیت نمونه‌های مورد بررسی شناسایی گردید (جدول ۳). بیشترین تعداد جدایه (۱۹ جدایه) در پاتوتیپ یک قرار گرفت که حدود ۴۰ درصد کل جدایه‌ها را شامل می‌شد. پس از آن پاتوتیپ شماره دو قرار داشت که شش جدایه از کل جدایه‌ها در این گروه قرارگرفتند و ۱۲/۸ درصد جدایه‌ها را شامل می‌شد. در پاتوتیپ‌های ۲، ۷، ۹ و ۱۸ دو جدایه قرار داشت و در سایر پاتوتیپ‌ها تنها یک جدایه قرار گرفت. ۶۳ درصد از ارقام افتراقی در مقابل پاتوتیپ ۱۵ واکنش حساسیت نشان دادند که بیشترین میزان شدت بیماری‌زایی را داشت. پاتوتیپ ۱۲ در برابر ۵۰ درصد از ارقام افتراقی بیماری‌زا بود. هیچ‌کدام از ارقام افتراقی در برابر تمام پاتوتیپ‌ها مقاوم نبودند.

#### ۵. فراوانی پاتوتیپ‌ها در مناطق

میزان پراکنش پاتوتیپ‌ها در سطح مناطق مورد بررسی و

۱/۴۵ و کمترین میزان آلودگی نیز در ارقام Armele و Igrı به ترتیب با میانگین ۱/۱۲ و ۱/۲۱ دیده شد.

#### ۲. مقایسه شدت بیماری‌زایی جدایه‌ها بر ارقام افتراقی

۷۷ درصد از جدایه‌ها در رقم Astrix ایجاد واکنش R، ۱۲/۸ درصد واکنش MR، ۱۰/۲ درصد واکنش MS ایجاد کردند. ۶۶ درصد از جدایه‌ها در رقم Osiris ایجاد واکنش R، ۲۱ درصد واکنش MR و ۱۳ درصد واکنش MS ایجاد کردند. ۶۶ درصد از جدایه‌ها در رقم Rihane 03 ایجاد واکنش R، ۲۱/۲ درصد واکنش MR، ۸/۵ درصد واکنش MS و دو درصد واکنش S نمودند. تعداد ۳۲ جدایه از ۴۷ جدایه در رقم La Mesita واکنش R، نه جدایه واکنش MR و شش جدایه واکنش MS ایجاد کردند. ۳۶ جدایه از جدایه‌های مورد بررسی در رقم Digger ایجاد واکنش R، چهار جدایه ایجاد واکنش MR و هشت جدایه واکنش MS ایجاد کردند.

۴۰ جدایه در رقم Igrı ایجاد واکنش R نمودند که بیشترین میزان مقاومت را در بین ارقام افتراقی داشت. رقم Armele در برابر ۳۸ جدایه واکنش R نشان داد و در برابر ۶ جدایه واکنش MR، در برابر دو جدایه واکنش MS و در برابر یک جدایه واکنش S نشان داد. بیشترین واکنش حساسیت در ارقام WI و Digger و کمترین واکنش حساسیت در ارقام Armele و Igrı دیده شد (جدول ۲).

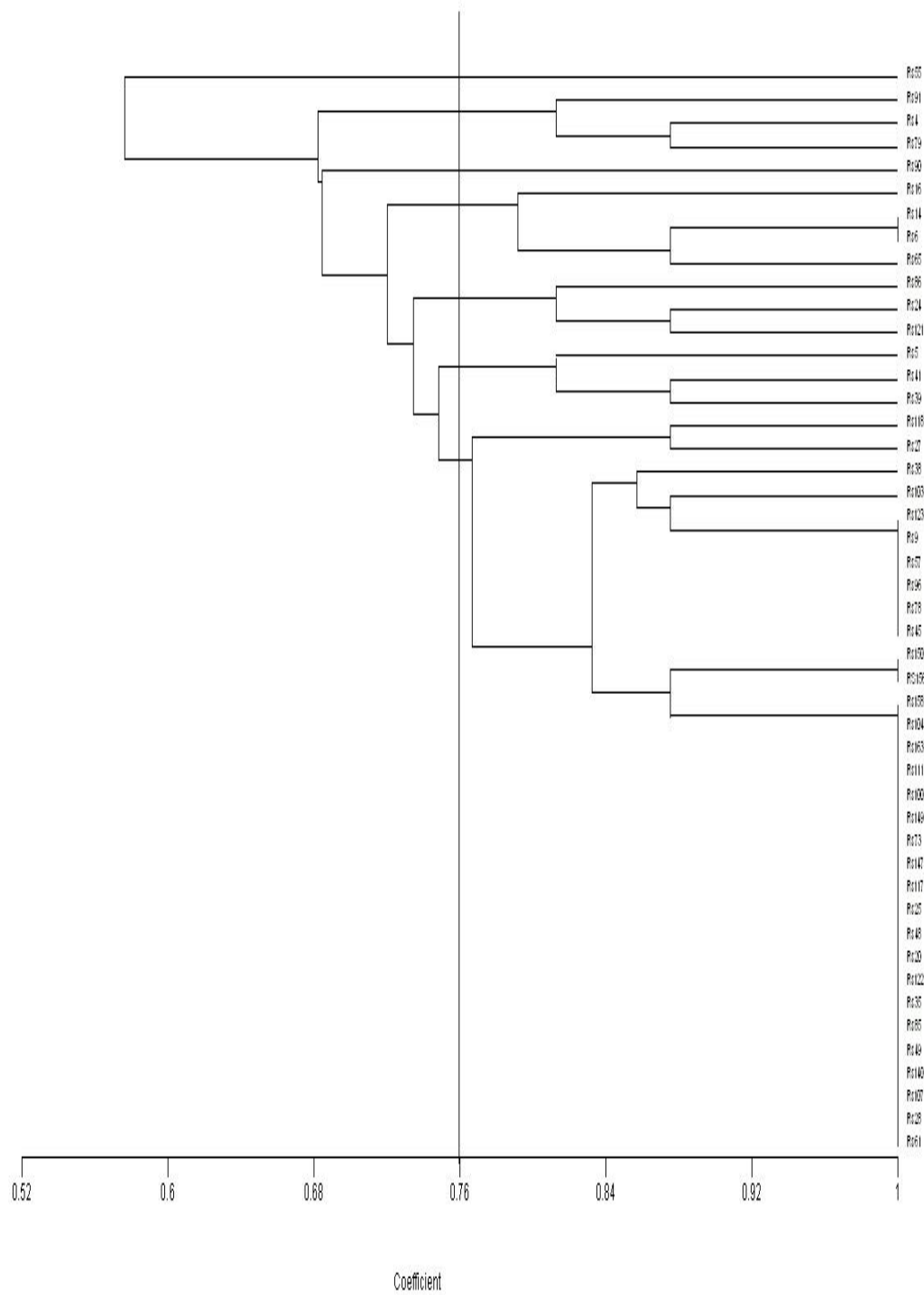
#### ۳. تنوع و تشابه جدایه‌ها بر اساس تجزیه و تحلیل خوشه‌ای

نتیجه تجزیه و تحلیل خوشه‌ای جدایه‌ها در شکل ۱ ارائه شده است. براساس دندروگرام ترسیم شده و با در نظر گرفتن خط برش ۰/۷۶، هفت گروه برای جدایه‌های مورد

جدول ۲. میانگین شدت بیماری‌زایی و واکنش ارقام افتراقی در برابر جدایه‌های *Rhynchosporium secalis*

Table 2. Mean of disease severity and reaction of differential cultivars to *Rhynchosporium secalis* isolates

رقم جدایه	Astrix	Osiris	Rihane 03	LaMsita	Digger	Armele	Igri	WI								
61	1.5	R	2.25	R	0.25	R	0.5	R	0.75	R	0.75	R	0.25	R	4.5	S
156	1	R	3.25	MS	0.5	R	1.5	R	1	R	1	R	1	R	4	S
27	0.5	R	1	R	2.25	MR	0.5	R	0.25	R	0	R	4	S	4.25	S
28	0.75	R	0.75	R	1.75	R	0.25	R	0	R	1.5	R	0.5	R	4	S
107	0	R	0.75	R	0.5	R	2	MR	1	R	1	R	2	MR	4	S
140	1.25	R	2.25	MR	4	S	0.5	R	1	R	0.25	R	0.5	R	4.25	S
49	2	MR	2.25	MR	1.5	R	2	MR	1.25	R	2	MR	2.5	MR	4	S
121	3	MS	3.75	MS	1	R	0.5	R	2	MR	1	R	2	MR	3.75	MS
85	0.5	R	1.5	R	2	MR	2	MR	1.25	R	1	R	2	MR	4	S
90	0	R	3.75	MS	0	R	0.5	R	1	R	4.25	S	0.5	R	4.25	S
35	1	R	1.5	R	1	R	1.5	R	1.75	R	1.25	R	2.5	MR	4.25	S
122	0.5	R	0.5	R	1	R	1.5	R	1	R	0.75	R	0.75	R	4	S
20	1.75	R	0.75	R	0.5	R	1	R	1.5	R	0.5	R	0.75	R	4	S
79	0.5	R	1	R	3.25	MS	1.75	R	1.75	R	0.5	R	1.25	R	3.75	MS
45	1.5	R	0.25	R	0	R	0.25	R	1	R	0.25	R	0.25	R	3.5	MS
48	0.5	R	2	MR	2.75	MR	1.5	R	1	R	1	R	0.75	R	2.75	MR
4	0.25	R	1	R	3.5	MS	0	R	3.5	MS	2.25	MR	0.5	R	3.75	MS
150	2.25	MR	3.25	MS	0.5	R	0.75	R	1.5	R	0.75	R	0.5	R	4.75	S
14	0.25	R	0.5	R	1.75	R	0.5	R	3	MS	2	MR	2.75	MR	4.75	S
103	3.25	MS	0.5	R	0	R	0.5	R	0	R	0.5	R	1.5	R	4.75	S
25	2.5	MR	2.5	MR	0.5	R	1.5	R	0.5	R	0.5	R	0.5	R	2.75	MR
117	0.5	R	0.5	R	0.75	R	1	R	0.25	R	0	R	1	VR	3	MS
118	0.5	R	1.5	R	2	MR	3	MS	1	R	1.25	R	3.75	MS	4.75	S
65	0.5	R	0.75	R	0.75	R	3	MS	3	MS	1.5	R	0.75	R	4.75	S
147	0.5	R	1.5	R	0.5	R	1	R	2.75	MR	1.5	R	0.5	R	4.25	S
73	2	MR	1.5	R	1.5	R	1	R	1	R	0	R	0.75	R	3.25	MS
6	0.75	R	1.75	R	1.25	R	2.75	MR	3.25	MS	0.25	R	0.75	R	4.25	S
149	1.5	R	0.25	R	2	MR	1.5	R	1	R	0.5	R	0.5	R	4.25	S
24	3.25	MS	1.5	R	0.75	R	1.5	R	1.75	R	1.5	R	1.5	R	4.25	S
16	0.5	R	3	MS	1.5	R	3	MS	3	MS	1	R	0.5	R	4.25	S
100	2.5	MR	0.5	R	1	R	1.5	R	2	MR	1	R	0.5	R	3.5	MS
111	1.5	R	0.5	R	1	R	0.75	R	0	R	0.5	R	1.5	R	3.75	MS
78	0.5	R	0.75	R	1.5	R	0.5	R	1	R	1	R	1.25	R	2.75	MR
86	3	MS	1.75	R	3.25	MS	2	MR	2.5	MR	1.5	R	1.5	R	4.25	S
96	0.5	R	0.75	R	1.5	R	2	MR	2.25	MR	0.75	R	0.5	R	2.75	MR
39	1.5	R	0.75	R	2	MR	3	MS	0.5	R	3.75	MS	0.5	R	4.25	S
55	3.25	MS	2	MR	1.75	R	1.5	R	3.75	MS	3.25	MS	3.25	MS	4.25	S
163	0.5	R	2.75	MR	0	R	0.5	R	1	R	2.25	MR	0.5	R	4.25	S
104	0.5	R	2.75	MR	1.5	R	0.5	R	0	R	0.5	R	0.75	R	3.5	MS
158	2	MR	1	R	2	MR	1	R	1.75	R	1.75	R	1.5	R	4	S
57	0.5	R	1	R	0.5	R	0.75	R	1	R	0.5	R	0.5	R	2.75	MR
38	1.5	R	1.5	R	2.5	MR	3	MS	1.5	MS	1	R	1.5	R	2.75	MR
91	0.5	R	1.5	R	3.5	MS	0.5	MR	3.5	MS	3.5	MS	1.5	R	4.25	S
9	0.5	R	2.5	MR	0.5	R	1.5	R	1.5	R	1	R	0.5	R	2.5	MR
41	0.5	R	2.75	MR	2.5	MR	3.5	MS	1	R	1	R	1.5	R	4.5	S
5	1.25	R	2.75	MR	3	MS	3.5	MS	0.75	R	0.75	R	1	R	3	MS
123	1.5	R	1.75	R	2	MR	1.75	R	1.5	R	0.75	R	1.75	R	2.25	MR



شکل ۱. دندروگرام تشابه جدایه‌های *Rhynchosporium secalis* جمع‌آوری شده از پنج استان کشور بر اساس ضریب تشابه ساده و بیماری‌زایی و عدم بیماری‌زایی در ارقام افتراقی جو

Fig. 1. Similarity dendrogram based on simple matching coefficient of *Rhynchosporium secalis* collected from five provinces of Iran based on virulence and avirulence on barley differential cultivars

جدول ۳. واکنش ارقام افتراقی جو به ۲۰ پاتوتیپ قارچ *Rhynchosporium secalis* در پنج استان کشور

**Table 3. Reaction of barley differentials cultivars to 20 pathotypes of *Rhynchosporium secalis* in five provinces of Iran**

نام پاتوتیپ	Astrix	Osiris	Rihane 03	LaMista	Digger	Armele	Igri	WI.	تعداد جدایه
1								S <sup>a</sup>	19
2									6
3			S				S	S	1
4			S					S	2
5		S				S		S	1
6			S		S			S	1
7		S						S	2
8					S			S	1
9	S							S	2
10				S			S	S	1
11				S	S			S	1
12		S		S	S			S	1
13	S		S			S		S	1
14				S		S		S	1
15	S				S	S	S	S	1
16					S				1
17			S		S	S		S	1
18				S				S	2
19		S						S	1
20	S	S						S	1
NPVD <sup>b</sup>	4	5	5	5	7	5	3	18	47
NVI <sup>c</sup>	5	6	6	6	7	5	3	40	
%IVD <sup>d</sup>	10.6	12.7	12.7	12.7	14.9	10.6	6.4	85.1	

a: واکنش بیماری‌زائی (حساسیت)

b: تعداد پاتوتیپ‌های بیماری‌زا روی ارقام افتراقی

c: تعداد جدایه‌های بیماری‌زا

d: درصد جدایه‌های بیماری‌زا روی ارقام افتراقی

a: virulence reaction

b: Number of pathotypes virulent on differential

c: Number of virulent isolates

d: Percentage of isolates virulent on each differential



2008). بررسی و شناخت تنوع ژنتیکی جمعیت‌های قارچ عامل بیماری و تنوع پاتوتیپی و بیماری‌زایی آن جهت انتخاب ارقام مقاوم به بیماری ضروری است. جدایه‌های مورد استفاده در این تحقیق از بین ۹۴ جدایه از پنج استان ایلام، کرمانشاه، لرستان، خوزستان و گلستان انتخاب شدند که در مطالعات قبلی از طریق نشانگر مولکولی RAPD در ۴۲ گروه هاپلوتیپی قرار گرفته بودند (بخشی از رساله دکتری نگارنده اول).

نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان داد که جدایه‌های قارچ دارای تنوع بیماری‌زایی بالایی هستند به‌طوری‌که بیشترین شدت بیماری‌زایی مربوط به جدایه Rs55 از استان لرستان و کمترین میزان شدت بیماری‌زایی متعلق به جدایه Rs45 از استان خوزستان بود. تنوع بیماری‌زایی جدایه‌ها در مناطقی که شدت آلودگی مزارع بالاتر بوده و ارقام مختلفی از محصول جو کشت می‌شود بیشتر از سایر مناطق بود که این امر می‌تواند به دلیل افزایش جهش‌های خودبخودی و فشار انتخاب در درون جمعیت‌های قارچ در این مناطق باشد. در دانمارک دلیل بالا بودن تنوع بیماری‌زایی جدایه‌های قارچ، وجود فشار انتخاب بر جمعیت قارچ ناشی از ارقام جو عنوان شده است. (Jorgensen & Smedegard-Petersen 1995). تنوع بیماری‌زایی بالا در *R. secalis* از کشورهای استرالیا، آمریکا، نیوزلند، دانمارک و کانادا نیز گزارش شده است (Xi et al. 2003).

ژن‌های *BRR1* در Armele و *BRR6* در Igrl در برابر بیش از ۹۲ درصد از جدایه‌ها مقاومت نشان دادند و در اکثر مناطق مورد بررسی از کارایی بالایی برخوردار بودند. پس از این، رقم Astrix با ژن مقاومت *BRR2* در استان‌های ایلام و خوزستان در برابر اکثر جدایه‌ها مقاومت

هم‌چنین فراوانی آنها در بین این مناطق مورد بررسی قرار گرفت. پاتوتیپ ۱ که دارای بیشترین تعداد جدایه بود در تمام استان‌ها وجود داشت و به عنوان پاتوتیپ غالب شناخته شد. بیشترین تعداد جدایه از این پاتوتیپ در استان لرستان با هشت جدایه و در استان‌های ایلام، کرمانشاه، گلستان و خوزستان نیز به ترتیب ۱، ۶، ۲ و ۲ جدایه قرار داشتند. بیشترین فراوانی پاتوتیپ‌ها در استان لرستان با ۱۰ پاتوتیپ و کمترین فراوانی نیز متعلق به استان‌های ایلام و خوزستان با سه پاتوتیپ بود. سایر استان‌ها نیز در بین این دو گروه قرار داشتند.

بیشترین تنوع پاتوتیپی در استان لرستان دیده شد به‌طوری‌که از ۱۰ پاتوتیپ شناسایی شده تعداد هشت پاتوتیپ به‌صورت اختصاصی و دو پاتوتیپ مشترک با سایر استان‌ها بودند. در استان کرمانشاه تعداد هفت پاتوتیپ شناسایی شد که پنج پاتوتیپ به‌صورت اختصاصی و دو پاتوتیپ مشترک با سایر استان‌ها بودند. در استان گلستان چهار پاتوتیپ شناسایی شد که دو پاتوتیپ اختصاصی و دو پاتوتیپ مشترک بودند. کمترین تنوع پاتوتیپی در استان‌های ایلام و خوزستان دیده شد و در استان ایلام از سه پاتوتیپ شناسایی شده تنها یک پاتوتیپ اختصاصی بود.

## بحث

بیماری اسکالد در هر جایی که محصول جو رشد کند وجود داشته و چند میلیون هکتار از مزارع جو را در تمام دنیا آلوده می‌کند (Mather 1983). در بین راه‌های کنترل این بیماری استفاده از ارقام مقاوم یا متحمل یکی از مناسب‌ترین روش‌های مبارزه می‌باشد (Zhan et al.

(1997) Salamati & Tronsmo از کشور نروژ و (1995) Jorgensen & Smedegard-Petersen از کشور دانمارک مطابقت داشت. این محققین وجود تنوع پاتوتیپی بالا را در بیمارگر عامل اسکالد جو مورد تأکید قرار دادند. تنوع بیماری‌زایی *R. secalis* باعث افزایش خطر در استفاده از یک ژن تنها در مقاومت ارقام جو می‌شود. اقدامات زراعی اغلب جهت کنترل این بیمارگر، در زمانی که شدت بیماری بالا باشد کارآمد نمی‌باشد و استراتژی کنترل شیمیایی نیز عموماً برای اکثر کشاورزان با منابع مالی ضعیف امکان‌پذیر نیست و مقاومت ژنتیکی می‌تواند به‌صورت بالقوه اساس استراتژی مدیریت پایدار بیماری اسکالد باشد.

انتخاب و بررسی ژنوتیپ‌های جو برای تعیین مقاومت به بیماری عموماً از طریق یافتن تنوع ژنتیکی پاتوژن امکان‌پذیر است (Meles et al. 2004). بالا بودن تنوع و پیچیدگی پاتوتیپی قارچ در مناطق مورد بررسی نشان می‌دهد که معرفی ارقامی که تنها دارای یک ژن مقاومت اصلی هستند نمی‌تواند در کنترل مؤثر بیماری اسکالد مؤثر بوده و این نوع مقاومت در زمان کوتاهی توسط قارچ شکسته می‌شوند. این تحقیق اولین بررسی در خصوص تنوع بیماری‌زایی و پاتوتیپی قارچ *R. secalis* در ایران است و به نظر می‌رسد با توجه به تنوع بالای پاتوتیپ‌های قارچ در جمعیت‌های مورد بررسی لازم است تحقیقات بیشتری در رابطه با تعیین پاتوتیپ‌های قارچ در سایر مناطق کشور نیز انجام گیرد. با تعیین پاتوتیپ‌های غالب در هر منطقه انتخاب ارقام جدید با شناخت و برنامه‌ریزی بهتری انجام گرفته و مقاومت پایداری به همراه خواهد داشت.

### منابع

جهت ملاحظه به صفحات (119-117) متن انگلیسی مراجعه

نشان داد. ترکیب ژنی *Rh4, Rh10, RH at RH*, در استان‌های کرمانشاه *Rh3, RH4, BRR5* در La Mesita در لرستان و ایلام در برابر بیش از ۹۰ درصد از جدایه‌ها مقاوم بود. استفاده از این ارقام یا از ترکیبی از ژن‌های مقاومت موجود در آنها در برنامه‌های اصلاحی در مناطق آلوده مورد بررسی می‌تواند به کاهش آلودگی کمک کند. در بررسی بیماری‌زایی ۴۲ جدایه از قارچ *R. secalis* در کشور نروژ با استفاده از ۲۴ رقم افتراقی رقم Osiris در برابر همه جدایه‌ها مقاوم بود ولی رقم La Mesita در برابر اکثر جدایه‌ها حساسیت نشان داد (Salamati and Tronsmo 1997).

دندروگرام ترسیم شده برای جدایه‌های جمع‌آوری شده نشان می‌دهد که از میان جدایه‌ها بیشترین جدایه در گروه اول قرار می‌گیرند این حالت نشان‌دهنده تشابه بالای جدایه‌ها در این گروه می‌باشد هر چند که این جدایه‌ها از مناطق مختلفی جمع‌آوری گردیده بودند. وجود گروه‌های جداگانه نشان‌دهنده جدایه‌های منحصر به فرد در بعضی مناطق می‌باشد. بنابراین می‌توان این فرضیه را مطرح کرد که جمعیت عامل بیماری ترکیبی از جمعیت‌های مختلف است که شامل یک جمعیت اصلی است که در درون آن جمعیت‌های متفاوت و محدود دیگری از طریق عوامل مختلفی مانند بذرهای آلوده، کاشت ارقام جدید و تغییرات ژنتیکی قارچ عامل بیماری به‌وجود آمده است. بررسی و شناخت این جمعیت‌های جدید در برنامه‌های مدیریت بیماری و اصلاح ارقام جو دارای اهمیت است. وجود ۲۰ پاتوتیپ در بین ۴۷ جدایه مورد بررسی، نشان‌دهنده تنوع بالای پاتوتیپی در بین جدایه‌های قارچ در مناطق مختلف می‌باشد. تنوع بیماری‌زایی به دلیل تاثیر آن بر پایداری مقاومت میزبان دارای اهمیت بوده و می‌توان شکسته شدن مقاومت ارقام را به این مسئله نسبت داد (Peever et al. 2000). نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با یافته‌های

