Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۱۸، شماره ٤، اسفند ۱۳۸۱

ژن‌های بیماریزایی *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* عامل بیماری زنگ قهوه‌ای گندم در چند منطقه ایران در سال‌های ۷۸ـ۱۳۷٤

Virulence Genes of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, the Causal Agent of Wheat Leaf Rust in some Regions of Iran During 1995-1999

محمد ترابی، وفا مردوخی، عبدالرضا فروتن، ابوسعید کاشانی، محمد علی‌رمائی، سید طه دادرضایی، حسین اکبری مقدم، ساسان رجایی و حسین عظیمی

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: ۷۹/۱۲/۲۵

چکیده

ترابی، م.، مردوخی، و.، فروتن، ع.، کاشانی، ا.، علی رمائی، م.، دادرضائی، س. ط.، اکبری‌مقدم، ح.، رجائی، س.، و عظیمی، ح. ۱۳۸۱. ژن‌های بیماریزایی *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* عامل بیماری زنگ قهوه‌ای گندم در چند منطقه ایران درسال‌های ۷۸-۱۳۷٤. **نهال‌وبذر** ۱۸: ٤٤۹-٤۳۲.

به منظور شناسائی فاکتورهای بیماریزایی (ژن‌های بیماریزایی) و تغییرات سالیانه قارچ *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* عامل بیماری زنگ قهوه‌ای گندم. در سال‌های ۱۳۷٤ تا ۱۳۷۸ خزانه‌های تله (Trap nurseries) در ساری، کرمانشاه، مغان، زابل، اهواز،شیراز و اردبیل ایجاد شدند. این خزانه‌ها شامل ۲۸ لاین تقریبا ایزوژنیک (Near isogenic lines) بود، که هر کدام حاوی یک ژن مقاومت به زنگ قهوه‌ای (*Lr* gene) می‌باشند. در داخل خزانه‌ها و اطراف آن از ارقام حساس به زنگ جهت جذب اسپور و گسترش بیماری استفاده شد. خزانه‌ها بدون آلودگی مصنوعی و زیر سیستم آبیاری افشانه (Mist irrigation) ایجاد شدند. لاین‌ها در مرحله گیاه کامل در چند مرحله ارزیابی شدند. براساس عکس‌العمل لاین‌ها، تیپ‌های آلودگی MS، MR، R و O به عنوان Avirulence و تیپ S به عنوان Virulence در نظر گرفته شد. براساس نتایج حاصله در سال ۱۳۷٤ برای ژن‌های *Lr*1, 2a, 2b, 2c, 3, 3ka, 3bg, Ech, B, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 21, 22b, 34 در مناطق مختلف بیماریزایی وجود داشت. در سال ۱۳۷۵ برای ژن‌های مقاومت *Lr*1, 2a, 2b, Ech, 3ka, 3bg, 3, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 21, 22a, 23, 24, 30, 34 بیماریزایی مشاهده شد. در سال ۱۳۷٦ این بیماری روی بعضی از لاین‌ها به صورت پراکنده و فقط در یک یا دو منطقه مشاهده شد. در این سال برای ژن‌های *Lr*1, 2a, 2b, 2c, 3, 3ka, 10, 11, 12, 13, 15, 30, 34 بیماریزایی وجود داشت. در سال ۱۳۷۷ روی ژن‌های *Lr*1, 2a, 2b, 2c, 3ka, 10, 11, 12, 13, 15, 21, 30 و در سال ۱۳۷۸ در ساری روی ژن‌های *Lr*2b, B, 15، و در اهواز برای ژن‌های *Lr*1, 2a, 2b, 2c, 3, 3ka, 9, 10, 16, 14a, 24, 30 بیماریزایی مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: زنگ قهوه‌ای، بیماریزایی، لاین‌های تک‌ژنی.

این مقاله براساس نتایج به دست آمده از اجرای طرح تحقیقاتی شماره ۷٤۳۲۱-۱۲-۱۰۷ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و طرح‌های ملی تحقیقات، شماره ۱٤٦٦ و ۱٤٦۷ که با حمایت شورای پژوهش‌های علمی کشور انجام شده است تهیه و تدوین گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

زنگ قهوه‌ای (Brown rust) یا زنگ برگی (Leaf rust) گندم که عامل آن *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* می‌باشد، در تمام مناطقی که گندم کشت می‌شود، ظاهر شده و گسترش بیشتری نسبت به زنگ زرد و سیاه در عرصه جهانی دارد (Chester, 1946). در ایران نیز اهمیت و خسارت این بیماری بعد از زنگ زرد دردرجه دوم قرار دارد ولی گستردگی آن از زنگ زرد بیشتر است و به غیر از سال‌هایی که به صورت همه‌گیر ظاهر شده و باعث کاهش چشمگیر محصول حتی به میزان ۹۰٪ می‌شود، همه ساله در اواخر فصل رویش گندم در مزارع ظاهر شده و باعث کاهش نسبی محصول، چروکیدگی و نامرغوب شدن بذرها می‌شود (بهداد، ۱۳٦۲).

خسارت این بیماری در ایالت‌های اوکلاهوما و کانزاس طی سال‌های ۱۹۷۵-۱۹۷۳ حدود ٤/۱۱ میلیون تن برآورد شده است (Roelfs, 1978). زنگ قهوه‌ای گندم مهم‌ترین بیماری در کشور مکزیک می‌باشد و همه‌گیری شدید آن در مکزیک در سال زراعی ۱۹۷۷-۱۹۷٦ باعث کاهش بیش از ٤۰٪ محصول شد (Dubin and Torres, 1981).

این بیماری در جلگه‌های شرق کانادا باعث کاهش سالیانه محصول به میزان ۱۵-۵٪ شده و خسارت محصول در صورت بروز بیماری قبل از مرحله گلدهی گندم زیاد می‌باشد (Samborski and Peterson, 1960).

وجود نژادهای فیزیولوژیک زنگ قهوه‌ای اولین بار توسط ماینز و جکسون (Mains and Jackson, 1923) بر اساس آلوده‌سازی دو رقم گندم Kanred و Malakof اعلام شد. بررسی‌های ژنتیکی روی مقاومت به زنگ قهوه‌ای منجر به شناسایی ژن‌های مقاومت به زنگ قهوه‌ای گشته که این ژن‌ها با استفاده از سیستم شماره‌دهی برای اولین بار توسط آسموس و همکاران (Ausemus *et al*., 1946) گزارش شده است و بعدا براودر (Browder, 1980) این ژن‌ها را تا شماره ۲۹ (*Lr*29) مشخص نمود.

برای اولین بار فرضیه ژن برای ژن را فلور (Flor, 1942) مطرح نمود و پرسون (Person, 1959) و فلور (Flor, 1971) آن را توسعه دادند. براساس این نظریه لاین‌های تقریبا ایزوژنیک (Near isogenic) با استفاده از رقم Thatcher برای زنگ قهوه‌ای تهیه و معرفی شدند.

مطالعات انجام شده در زمینه تعیین ژن‌های مقاومت به زنگ قهوه‌ای در هشت رقم استاندارد گندم به اثبات فرضیه ژن برای ژن انجامید (Dyck and Samborski, 1968) و نهایتا در سال ۱۹۸٦ به وسیله گروهی از محققین زنگ قهوه‌ای آمریکای شمالی (North American Leaf Rust Workers Committee) استفاده از ارقام منوژنیک که هر یک حامل یک ژن مقاومت از قبیل *Lr*1، *Lr*2a، *Lr*2c، *Lr*3، *Lr*3ka، *Lr*9، *Lr*11،

www.SID.ir

Archive of SID

*Lr*16 ، *Lr*17 ، *Lr*24 ، *Lr*26 و *Lr*30 در تعیین نژاد و فاکتورهای بیماریزایی زنگ قهوه‌ای پیشنهاد گردید و اساس آن تعیین نژادهای فیزیولوژیک زنگ قهوه‌ای در یک سیستم اصلاح شده نامگذاری یکسان (Modified-Unified Numeration) با استفاده از فرمول Avirulence/ Virulence تصویب شد (Long and Kolmer, 1989).

در زمینه تعیین نژاد و فاکتورهای بیماریزایی زنگ قهوه‌ای در مناطق مختلف دنیا تحقیقات وسیعی انجام شده است. در طی سال‌های ۷۹-۱۹۷۷ در کشور مجارستان نژادهای ۱۳ و ۱۷ به صورت غالب گزارش شده است. در بلغارستان نژادهای ۱۷۷ و ۱٦۷ بیشترین پراکندگی را داشته و لاین‌های حامل ژن *Lr*9 و *Lr*19 مقاوم بودند (Raditsiele *et al.*, 1983).

در مطالعه‌ای که در سال ۱۹۸۲ در کشور کانادا با استفاده از ۲۳ لاین ایزوژنیک صورت گرفت مشخص شد که برای ژن‌های *Lr*29 ، *Lr*26 ،*Lr*25 ، *Lr*21 ، *Lr*19 و *Lr*16 بیماریزایی وجود ندارد (Samborski, 1983).

لانگ و همکاران (Long *et al.*, 1986) در آزمایش‌هائی که با ۱٤۸ جدایه قارچ روی ۱۲ لاین تک ژن زنگ قهوه‌ای انجام دادند، ٤۰ پاتوتیپ بیماریزا و غیربیماریزا را گزارش نمودند که این پاتوتیپ‌ها در ۹ گروه قرار داشتند و در بررسی‌های انجام شده برای ژن‌های *Lr*16 ، *Lr*29 و *Lr*9 برای اولین بار بیماریزایی مشاهده شد. در سال ۱۹۸۵ توسط نایار و همکاران (Nayar *et al.*, 1985) ویرولانس روی ژن *Lr*10 در هندوستان گزارش گردید.

زنگ قهوه‌ای در سال‌های ۱۹۸۳، ۱۹۸٤ و ۱۹۸۵ در جنوب آفریقا روی ارقام بهاره با شدت زیاد ظاهر شده و روی ژن‌های *Lr*1 ، *Lr*20 ، *Lr*15 ، *Lr*17 و *Lr*24 بیماریزایی مشاهده شد (Pretorius *et al.*, 1987).

طی تحقیقات انجام شده در چین با ۸۱۱ جدایه زنگ قهوه‌ای بیماریزایی برای ژن‌های *Lr*2a ، *Lr*9 ، *Lr*15 ، *Lr*19 ، *Lr*24 ، *Lr*28 و *Lr*29 با فراوانی کمتر از ۳۰٪ و برای ژن‌های *Lr*14a ، *Lr*14b ، *Lr*16 ، *Lr*22a ، *Lr*23 و *Lr*33 با فراوانی بیشتر از ۹۰٪ و برای ژن‌های *Lr*2c ، *Lr*3ka ، *Lr*3 ، *Lr*3bg ، *Lr*10 ، *Lr*11، *Lr*13 ، *Lr*17 ، *Lr*18 ، *Lr*20 و *Lr*21 با فراوانی ۸۹/۵-۳۸٪ درصد گزارش شده است (Chen and Zhang, 1993). در پاکستان ۵۳ جدایه زنگ قهوه‌ای روی ۲۷ لاین گندم آزمایش و مشخص شد که ژن‌های *Lr*19 ، *Lr*24 و *Lr*28 در مقابل جدایه‌های عامل بیماری مقاوم بودند و بیماریزایی روی ژن‌های *Lr*1 ، *Lr*2c ، *Lr*14a ، *Lr*16 ، *Lr*18 مشاهده شد (Rizvi, 1984). در افغانستان وجود نژادهای E1, 77 و 20 مشخص گردیده است (Hassan, 1966).

www.SID.ir

Archive of SID

پارک‌وفلزنستین (Park and Felesenstine, 1998) در سال ۱۹۹۵ وضعیت بیماری زنگ قهوه‌ای را در اروپای غربی بررسی نموده و ۸۵۰ جدایه مختلف را توسط اسپور جمع‌کن از نواحی کشت گندم اتریش، بلژیک، فرانسه، آلمان، ایتالیا، سوئیس و انگلستان جمع‌آوری و با استفاده از ۲۰ رقم و لاین ایزوژنیک مشخص نمودند که کلیه جدایه‌ها برای ژن‌های *Lr*9, 19, 21, 24, 25, 29 غیر بیماریزا هستند.

پرتوریوس (Pretorius, 1997) بیماریزایی برای ژن *Lr*41 را در آفریقای جنوبی گزارش نموده و ناپایداری مقاومت تک‌ژنی را مورد تأیید قرار داد.

در اسلواکی توسط بارتوس و هاوزر (Bartos and Huszar, 1998) بیماریزایی ٦٤ جدایه تک‌جوش زنگ قهوه‌ای روی ١٦ لاین تقریبا ایزوژن آزمایش شد و مشخص گردید ژن‌های *Lr*9، *Lr*19، *Lr*24 و *Lr*28 در مقابل کلیه جدایه‌ها مقاوم و ژن‌های *Lr*11، *Lr*21 و *Lr*23 به طور کلی غیرمؤثر بودند.

براساس آزمایش Casulli (1998) زنگ قهوه‌ای مهم‌ترین بیمارگر گندم در کلیه نواحی کشت گندم ایتالیا بوده و ژن‌های *Lr*29، *Lr*24، *Lr*19، *Lr*9 دارای مقاومت و ژن‌های *Lr*16، *Lr*23، *Lr*10، *Lr*2c و *Lr*30 غیرمؤثر می‌باشند.

بارتوس و همکاران (Bartos *et al.*, 1998) در سال ۱۹۹٦ در جمهوری چک از ۸۹ جدایه قارچ با استفاده از ۱۵ لاین تقریبا ایزوژنیک ۱۰ پاتوتیپ را شناسایی و کلیه جدایه‌ها روی ژن‌های *Lr*9, 19, 24, 28 غیربیماریزا بودند.

در ایران توسط بامدادیان (Bamdadian, 1973) با استفاده از ۸ رقم استاندارد نژادهای Rin1، Rin2، Rin3، 64، 167، 57، 122 و 143 زنگ قهوه‌ای شناسایی شد که روی ژن‌های مقاومت *Lr*2c، *Lr*2a، *Lr*11، *Lr*25 بیماریزایی داشتند.

در بررسی‌های انجام شده توسط مهدیان و همکاران (١٣٧٦) با مایه‌زنی ۲۱ جدایه زنگ قهوه‌ای روی ۸ رقم استاندارد نژادهای 54، 45، 57، 84، 176 و 12و بیوتیپ‌های 57، 45 و 84A از منطقه آذربایجان شرقی و اردبیل مشخص شدند.

کشت ارقام مقاوم بهترین روش کنترل بیماری می‌باشد، در راستای تهیه ارقام مقاوم شناسایی فاکتورهای بیماریزایی عامل بیماری که در منطقه مورد نظر وجود داشته و آن‌هایی که از خارج به این منطقه وارد می‌شوند حائز اهمیت می‌باشد. با شناسایی فاکتورهای بیماریزایی و بررسی تغییرات آن‌ها در مناطق مختلف می‌توان نسبت به تهیه ارقام مقاوم با ژن‌های مقاومت مؤثر در مناطق مورد نظر اقدام کرد که این امر با کاشت خزانه‌های تله (Trap Nurseries) در مناطق مختلف امکان‌پذیر می‌باشد.

این تحقیق جهت بررسی فاکتورهای بیماریزایی در جمعیت عامل بیماری زنگ

www.SID.ir

Archive of SID

قهوه‌ای گندم و شناسایی ژن‌های مقاومت مؤثر در مرحله بلوغ گیاه در مناطق مستعد گسترش بیماری کشور انجام شد تا با شناسایی ژن‌های بیماریزایی و ژن‌های مقاومت مؤثر در گندم بتوان از آن‌ها جهت اصلاح ارقامی که دارای خواص مناسب زراعی هستند استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی عکس‌العمل ژن‌های مقاومت و فاکتورهای بیماریزایی زنگ قهوه‌ای، از ۲۸ لاین تقریبا ایزوژنیک (Near Isogenic Lines) گندم که با انتقال ژن‌های مقاومت زنگ قهوه‌ای (*Lr* gene) به رقم حساس Thatcher تهیه شده‌اند (Samborski and Dyck, 1968) استفاده گردید. از سال ۱۳۷٤ تا ۱۳۷۸ این ارقام در خزانه‌های تله زنگ قهوه‌ای در مناطق شیراز، ساری، مغان، کرمانشاه، اهواز، زابل و اردبیل کاشته شدند. رقم حساس بولانی نیز در میان و اطراف خزانه کشت گردید.

هر یک از لاین‌ها در دو خط یک متری با فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر و فاصله لاین‌ها ۵۰ سانتی‌متر، در خزانه‌های مستقل کشت شدند. جهت تأمین رطوبت لازم برای گسترش بیماری از سیستم آبیاری افشانه استفاده شده و چون منظور از کاشت خزانه بررسی وضعیت فاکتورهای بیماریزایی در شرایط طبیعی مناطق بوده لذا از آلودگی مصنوعی و اسپورپاشی خزانه‌ها خودداری و حتی‌الامکان سعی شد که خزانه‌ها در جائی دورتر از آزمایش‌هائی که نیاز به مایه‌زنی مصنوعی دارند، کشت شوند. پس از کاشت خزانه در پائیز، در طول فصل رشد مواظبت‌های لازم از قبیل آبیاری، وجین علف‌های هرز و مبارزه با آفات احتمالی انجام شده و در زمان گیاه کامل (Adult plant) و بعد از مرحله ظهور برگ پرچم (Flag leaf) در چندین نوبت از عکس‌العمل ارقام یادداشت‌برداری گردید.

جهت یادداشت‌برداری از عکس‌العمل ارقام از روش اصلاح شده Cobb توسط پترسون و همکاران (Peterson *et al.*, 1948)، استفاده شد. تیپ‌های آلودگی (Infection types) به صورت O، R، MR، MS و S و شدت آلودگی (Severity) با تعیین درصد پوشش جوش‌ها روی برگ (۱۰۰-۰) مشخص گردید (بامدادیان و ترابی، ۱۳٦۲). جهت بررسی وجود یا عدم وجود فاکتورهای بیماریزایی برای ژن‌های مقاومت، تیپ‌های آلودگی O، R، MR و MS به عنوان Avirulence و تیپ آلودگی S به عنوان Virulence بیماری در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

عکس‌العمل لاین‌های تک‌ژنی در مقابل زنگ قهوه‌ای در ۵ سال آزمایش (۷۸-۱۳۷٤) در جدول ۱ ثبت شده است. بر اساس نتایج حاصله بیماریزایی برای ژن‌های مقاومت در سال‌های مختلف به شرح زیر مشاهده شد:

سال ۱۳۷٤

در سال ۱۳۷٤ به دلیل بروز همه‌گیری زنگ زرد و پوشش برگ ارقام آزمایشی توسط

www.SID.ir

Archive of SID

جوش‌های این زنگ که در اوائل فصل ظاهر شده بود، زنگ قهوه‌ای در بعضی مناطق روی ارقام خزانه فضای رشدی مناسب پیدا نکرد و یا به صورت نقاطی پراکنده و محاصره شده توسط جوش‌های زنگ زرد ظاهر شدند، ولی در اکثر خزانه‌ها امکان یادداشت‌برداری از این لاین‌ها وجود داشت. وضعیت فاکتورهای بیماریزایی زنگ قهوه‌ای در سال ۱۳۷٤ را می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود:

در ساری عکس‌العمل بیماریزایی روی ژن‌های *Lr*1، *Lr*2a، *Lr*Ech، *Lr*2b، *Lr*2c، *Lr*3ka، *Lr*3، *Lr*3bg، *Lr*9، *Lr*15، *Lr*17 و *Lr*B به صورت تیپ S و روی ژن *Lr*18 با تیپ MS ظاهر شد. در مغان آلودگی برای ژن‌های *Lr*14a، *Lr*13، *Lr*10، *Lr*9، *Lr*3bg، *Lr*3ka، *Lr*3، *Lr*24، *Lr*1، *Lr*14b و *Lr*16 بصورت MS ظاهر شد. در کرمانشاه لاین‌ها حاوی ژن‌های *Lr*1 و *Lr*9 تیپ MS داشتند. در اهواز روی ژن‌های *Lr*22b، *Lr*18، *Lr*15، *Lr*13، *Lr*3bg، *Lr*9، *Lr*11، *Lr*3ka، *Lr*12، *Lr*2a، *Lr*2b و *Lr*3 تیپ S و برای ژن‌های *Lr*10، *Lr*16 و *Lr*17 به حالت MS ظاهر شد. در زابل روی لاین‌های حاوی ژن‌های *Lr*2c، *Lr*2a، *Lr*18، *Lr*1، *Lr*17، *Lr*13، *Lr*9، *Lr*Ech، *Lr*3bg، *Lr*3ka، *Lr*2b، *Lr*34، *Lr*3 و *Lr*21 بیماری با تیپ S ظاهر شد. در این سال رقم شاهد بولانی دارای الودگی حداکثر 60S بود.

سال ۱۳۷۵

در سال ۱۳۷۵ زنگ قهوه‌ای روی لاین‌های ایزوژنیک دارای ژن *Lr*2c در ساری و اهواز، ژن *Lr*10 در زابل، ژن *Lr*30 در مغان، ژن *Lr*21 در زابل و ژن‌های *Lr*22a و *Lr*24 در اردبیل آلودگی تیپ S مشاهده شد. لاین حاوی *Lr*22b در هیچ یک از مناطق آلودگی نداشت.

در خزانه‌های تله در سال ۱۳۷۵ در کرمانشاه هیچگونه آلودگی مشاهده نشد. در ساری روی ژن‌های *Lr*3، *Lr*2c، *Lr*2b، *Lr*2a، *Lr*17، *Lr*15، *Lr*1، *Lr*Ech و *Lr*3bg بیماریزایی وجود داشت. در مغان روی ژن‌های *Lr*Ech، *Lr*9، *Lr*3bg، *Lr*3ka، *Lr*3، *Lr*34، *Lr*2a و *Lr*16 بیماری ظاهر شد. در اهواز برای ژن‌های *Lr*1، *Lr*2c و *Lr*15 در زابل برای ژن‌های *Lr*2c، *Lr*34، *Lr*18، *Lr*17، *Lr*10، *Lr*Ech، *Lr*9، *Lr*3bg، *Lr*3، *Lr*23 و *Lr*21 فاکتور بیماریزایی مشاهده شد. و در اردبیل برای ژن‌های *Lr*15، *Lr*18، *Lr*22، *Lr*24 و *Lr*34 ویرولانس مشاهده شد. در این سال رقم بولانی دارای حداکثر آلودگی 50S بود.

سال ۱۳۷٦

درسال ۱۳۷٦ در ساری برای ژن‌های *Lr*13، *Lr*15، *Lr*B و *Lr*2b بیماریزایی وجود داشت. در مغان ویرولانس برای ژن‌های *Lr*10، *Lr*3، *Lr*30 و *Lr*34 دراهواز برای ژن‌های *Lr*1، *Lr*3، *Lr*2c، *Lr*16 و *Lr*13 و در اردبیل برای ژن‌های *Lr*10، *Lr*2a، *Lr*2c، *Lr*12، *Lr*3ka، *Lr*3، *Lr*2b و *Lr*15 بیماریزایی مشاهده شد. در

www.SID.ir

Archive of SID

این سال رقم شاهد دارای حداکثر آلودگی 50S بود.

سال ۱۳۷۷

درسال ۱۳۷۷ در ساری برای ژن‌های *Lr*2b ، *Lr*13 ، *Lr*15 و *Lr*b ، در اهواز برای ژن‌های *Lr*1 ، *Lr*2b ، *Lr*2c ، *Lr*3 ، *Lr*15، *Lr*24 و در مغان برای طیف گسترده‌ای از ژن‌های مقاومت بیماریزایی مشاهده شد، ولی ارقام حاوی ژن‌های *Lr*14a ، *Lr*14b و *Lr*Ech آلودگی نداشتند. در این سال رقم شاهد دارای حداکثر آلودگی 50S بود.

سال ۱۳۷۸

درسال ۱۳۷۸ در ساری برای ژن‌های *Lr*2b ، *Lr*15 و *Lr*13 بیماریزایی مشاهده شد ولی بقیه ارقام عکس‌العمل MS و tR داشتند. در اهواز برای طیف گسترده‌ای از ژن‌های مقاومت ویرولانس مشاهده شد که شامل ژن‌های *Lr*10 ، *Lr*3ka ، *Lr*9 ، *Lr*3 ، *Lr*2c ، *Lr*2b ، *Lr*2a ، *Lr*30 ، *Lr*1 ، *Lr*24 ، *Lr*16 و *Lr*14a بود. در مغان نیز عکس‌العمل ارقام به صورت MS، MR و R بود. در این سال رقم بولانی حداکثر آلودگی به میزان 40S بود.

همانطوری که در بالا اشاره شد، طی چند سال تحقیق به دلیل عدم وجود شرایط مناسب در کرمانشاه بیماری به صورت شدید در خزانه‌ها ظاهر نشد و لذا اطلاع دقیقی از وضعیت بیماریزایی این بیماری در این منطقه حاصل نشد. در اردبیل ارقام آزمایشی در سال‌های مختلف عکس العمل‌های متفاوتی نشان دادند ولی به طور کلی بیماری شدت زیادی نداشت. در شیراز جمعیت بیمارگر دارای طیف گسترده بیماریزایی بود و اکثر لاین‌ها با تیپ S آلوده شده بودند.

در طی چند سال آزمایش، مناطق مغان، ساری، اهواز و زابل جزو مناطق مستعد گسترش بیماری بودند و هر ساله بیماری با درجات مختلفی روی لاین‌های تک‌ژنی ظاهر شد. براساس نتایج، به طور کلی وضعیت بیماریزایی روی ژن‌های مختلف در سال‌های مختلف متفاوت بود و نشان می‌داد که توان بیماریزایی عامل بیماری در سال‌های مختلف متفاوت بوده و بسته به شرایط جوی و فعال بودن یا نبودن بعضی نژادهای آن، فاکتورهای بیماریزایی در جمعیت عامل بیماری از سالی به سال دیگر تغییر می‌یابد، لذا برای داشتن اطلاعات جامع از وضعیت بیماریزایی آن لازم است این گونه تحقیقات همه ساله ادامه داشته باشد.

بر اساس نتایج به دست آمده از این بررسی وجود بیماریزایی برای هر یک از ژن‌های مقاومت در مناطق مختلف کشور به شرح زیر مشخص گردید:

برای ژن *Lr*1 در مناطق شیراز، ساری، اهواز، زابل

برای ژن *Lr*2a در مناطق شیراز، ساری، مغان، اهواز، زابل و اردبیل

برای ژن *Lr*Ech در مناطق شیراز، ساری، مغان و اهواز

www.SID.ir

Archive of SID

برای ژن *Lr*2b در مناطق ساری، اهواز، زابل و اردبیل

برای ژن *Lr*2c در مناطق شیراز، ساری، اهواز، اردبیل و زابل

برای ژن *Lr*3 در مناطق شیراز، ساری، مغان، اهواز، زابل و اردبیل

برای ژن *Lr*3ka در مناطق ساری، مغان، اهواز، زابل و اردبیل

برای ژن *Lr*3bg در مناطق شیراز، ساری، مغان، اهواز، زابل

برای ژن *Lr*9 در مناطق مغان، اهواز و زابل

برای ژن *Lr*10 در مناطق شیراز، مغان، زابل و اردبیل

برای ژن *Lr*11 در مناطق شیراز و اهواز

برای ژن *Lr*12 در مناطق شیراز، اهواز، زابل و اردبیل

برای ژن *Lr*13 در مناطق ساری، مغان، اهواز و زابل

برای ژن *Lr*14a در منطقه اهواز

برای ژن *Lr*14b در مناطق شیراز و زابل

برای ژن *Lr*15 در مناطق ساری، مغان، اهواز و اردبیل

برای ژن *Lr*16 در منطقه مغان و اهواز

برای ژن *Lr*17 در مناطق ساری، مغان و زابل

برای ژن *Lr*18 در مناطق شیراز، مغان، زابل، اهواز و اردبیل

برای ژن *Lr*19 در هیچ یک از مناطق مورد مطالعه مشاهده نشد

برای ژن *Lr*21 در مناطق زابل و مغان

برای ژن *Lr*22a در منطقه اردبیل و مغان

برای ژن *Lr*22b در منطقه اهواز و مغان

برای ژن *Lr*23 در منطقه زابل و مغان

برای ژن *Lr*24 در مناطق اهواز، مغان و اردبیل

برای ژن *Lr*30 در مناطق مغان، اردبیل و اهواز

برای ژن *Lr*34 در مناطق زابل، مغان و اردبیل

برای ژن *Lr*B درمناطق‌مغان،شیراز،ساری و زابل

درمیان این ژن‌های مقاومت، ژن‌های *Lr*13 ، *Lr*12 ، *Lr*34 ، *Lr*22b و *Lr*22a دارای مقاومت در مرحله بلوغ (Adult Plant Resistance) و بقیه ژن‌ها دارای مقاومت گیاهچه‌ای (Seedling Resistance) هستند. برای ژن‌های *Lr*14b ، *Lr*21 ، *Lr*22a ، *Lr*22b و *Lr*23 فقط در دو نقطه نژادهای عامل بیماری قادر به ایجاد آلودگی روی ارقام حامل این ژن‌ها بوده لذا استفاده از این ژن‌ها در سایر مناطق با رعایت احتیاط و پی‌گیری تغییرات احتمالی بیمارگر امکان‌پذیر می‌باشد.

برای ژن‌های *Lr*14b ، *Lr*16 ، *Lr*17 ، *Lr*21 ، *Lr*22a ، *Lr*22b ، *Lr*23 و *Lr*24 فقط دردو نقطه و برای ژن‌های *Lr*9 ، *Lr*11 ، *Lr*17 ، *Lr*24 ، *Lr*30 و *Lr*34 در سه نقطه بیماریزایی مشاهده شد لذا این ژن‌ها هنوز در بقیه مناطق دارای مقاومت مؤثر می‌باشند. برای ژن *Lr*14a در اهواز ژن بیماریزایی در جمعیت بیمارگر مشاهده شد ولی در سایر مناطق برای آن بیماریزایی مشاهده نشد. برای ژن *Lr*19 در

www.SID.ir

Archive of SID

هیچیک از مناطق بیماریزایی مشاهده نشد و می‌تواند به عنوان منبع مقاومت مؤثر مورد بهره‌برداری قرار گیرد، هر چند به دلیل همبستگی (Linkage) ژن تولید رنگ دانه و زرد نمودن آرد، از این ژن استفاده نشده است (Knott, 1989).

با توجه به طیف گسترده بیماریزایی برای تمام ژن‌های مقاومت شناسایی شده برای بیماری زنگ قهوه‌ای گندم به جز ژن (*Lr*19)، به نظر می‌رسد که جهت تهیه ارقام مقاوم می‌بایستی ژن‌های شناسایی شده جدید (*Lr*35 تا *Lr*44) که هنوز بیماریزایی برای آنها مشاهده نشده را نیز در مناطق مختلف آزمایش نمود و در هر منطقه با توجه به نتیجه آزمایش‌ها از ژن‌های مؤثر منطقه جهت تهیه ارقام مقاوم بهره گرفته شود و یا از ترکیب چند ژن مقاومت که دارای تأثیر متقابل (interactive effects) همراه با خواص افزایشی مقاومت هستند (Additive effects) استفاده شود (Kolmer,1996;Singh and Rajaram,1994) در کانادا از ترکیب ژن‌های *Lr*13 و *Lr*10 و یا ژن‌های *Lr*13 و *Lr*34 استفاده شده است (Kolmer, 1997). در ایران به عنوان مثال ژن بیماریزایی برای *Lr*11 در اهواز موجود می‌باشد ولی برای ژن *Lr*14b در منطقه بیماریزایی وجود ندارد، از طرفی در زابل ژن *Lr*11 دارای مقاومت بوده و برای ژن *Lr*14b بیماریزایی وجود دارد. پس می‌توان رقمی تولید نمود که دارا ی هر دو ژن مقاومت *Lr*11 و *Lr*14b بوده و در دو نقطه در مقابل بیماری دارای مقاومت باشد. در نتیجه اطلاعات ارائه شده می‌توان از ترکیبات مختلف ژنی مقاوم مؤثر جهت اصلاح ارقام بهره‌برداری نمود که این امر بسته به نظر و انتظارات اصلاح‌گران گندم در مناطق مختلف امکان‌پذیر می‌باشد.

همانطور که قبلا گفته شد، برای تعیین ژن‌های بیماریزایی یک عامل بیماری به خصوص زنگ‌ها در مناطق مختلف، از ارقام ایزوژنیک و ارزیابی آن‌ها در شرایط آلودگی طبیعی استفاده می‌شود. با توجه به این که بروز و گسترش بیماری‌ها به خصوص بیماری‌های اپیدمیک شدیدا تحت تأثیر شرایط آب و هوایی می‌باشد و بالطبع همه ساله شرایط مساعد برای آلودگی‌های شدید آن‌ها فراهم نمی‌باشد، لذا توجیه نتایج به دست آمده در هر سال باید با توجه به شرایط آب و هوایی آن سال انجام شود. در یادداشت‌برداری از زنگ‌ها دو فاکتور تیپ آلودگی و شدت آلودگی استفاده می‌شود که تیپ آلودگی تحت تأثیر ساختار ژنتیکی و میزبان و شدت آلودگی تحت تأثیر شرایط آب و هوایی می‌باشد.

بروز تیپ آلودگی S در میزبان نشان‌دهنده حساسیت میزبان و وجود ژن بیماریزایی در عامل بیماری می‌باشد، هر چه شرایط آب و هوایی نامناسب‌تر باشد شدت آلودگی پایین‌تر خواهد بود.

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول ۱ـ عکس‌العمل لاین‌های ایزوژنیک نسبت به زنگ قهوه‌ای در مناطق مختلف کشور طی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۷٤

Table 1. Reaction of Near Isogenic Lines to leaf rust in different parts of Iran during 1995-1999

شماره لاین	ژن مقاومت	Shiraz شیراز					Sari ساری				
		۱۳۷٤	۱۳۷۵	۱۳۷٦	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷٤	۱۳۷۵	۱۳۷٦	۱۳۷۷	۱۳۷۸
Line No.	*Lr* gene	1995	1996	1997	1998	1999	1995	1996	1997	1998	1999
1	*Lr* 1	---	30 MR	5 S	---	---	5 S	75 S	50 MS	10 MS	20 MS
2	*Lr* 2a	---	30 S	0	---	---	40 S	35 S	25 MS	0	tR
3	*Lr* Ech	---	30 S	0	---	---	10 S	15 S	20 MS	15 MS	30 MS
4	*Lr* 2b	---	40 S	0	---	---	3 S	5 S	10 S	10 S	25 S
5	*Lr* 2c	---	tR	20 S	---	---	10 S	15 S	50 MS	15 MS	20 MS
6	*Lr* 3	---	10 MS	20 S	---	---	5 S	5 S	50 MS	15 MS	20 MS
7	*Lr* 3Ka	---	R	0	---	---	5 S	3 S	50 MS	20 MS	20 MS
8	*Lr* 3bg	---	40 S	0	---	---	5 S	3 S	0	0	tR
9	*Lr* 9	---	30 MR	0	---	---	5 S	0	25 MS	15 MS	15 MS
10	*Lr*10	---	TR	10 S	---	---	0	0	60 MS	20 MS	20 MS
11	*Lr*11	---	0	5 S	---	---	0	0	0	0	tR
12	*Lr*12	---	40 S	0	---	---	0	0	0	0	tR
13	*Lr*13	---	R	0	---	---	0	0	40 S	15 S	20 MS
14	*Lr*14a	---	R	0	---	---	0	0	0	0	tR

Archive of SID

Table 1. Countinued

ادامه جدول ۱

شماره لاین Line No.	ژن مقاومت *Lr* gene	Shiraz شیراز ۱۳۷٤ 1995	۱۳۷٥ 1996	۱۳۷٦ 1997	۱۳۷۷ 1998	۱۳۷۸ 1999	Sari ساری ۱۳۷٤ 1995	۱۳۷٥ 1996	۱۳۷٦ 1997	۱۳۷۷ 1998	۱۳۷۸ 1999
15	*Lr*14b	---	20 S	0	---	---	0	0	0	0	tR
16	*Lr*15	---	R	20 MS	---	---	5 S	7 S	10 S	10 S	10 S
17	*Lr*16	---	R	0	---	---	0	0	0	0	tR
18	*Lr*17	---	R	0	---	---	10 S	10 S	0	0	tR
19	*Lr*18	---	50 S	0	---	---	5 MS	5 MS	0	0	tR
20	*Lr*19	---	R	0	---	---	3 MR	5 MR	0	0	tR
21	*Lr* 21	---	20 MR	0	---	---	10 R	0	0	0	tR
22	*Lr*22a	---	R	0	---	---	0	0	0	0	t R
23	*Lr*22b	R	0	---	---	0	0	0	0	tR	tR
24	*Lr*23	---	R	0	---	---	0	0	0	0	tR
25	*Lr*24	---	40 MR	0	---	---	0	0	0	0	tR
26	*Lr*30	---	R	0	---	---	0	0	0	0	tR
27	*Lr*B	---	20 MS	20 S	---	---	5 S	5 S	5 S	10 S	20 S
28	*Lr*34	---	60 MS	---	---	---	0	0	0	0	tR
29	Bolani (check)	---	30 MS	20 S	---	---	10 S	10 S	15 S	15 S	tS

Archive of SID

www.SID.ir

www.SID.ir

Table 1. Countinued

ادامه جدول ۱

		Moghan مغان					Ardebil اردبیل					Kermanshah کرمانشاه				
شماره لاین	ژن مقاومت	۱۳۷٤	۱۳۷۵	۱۳۷٦	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷٤	۱۳۷۵	۱۳۷٦	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷٤	۱۳۷۵	۱۳۷٦	۱۳۷۷	۱۳۷۸
Line No.	*Lr* gene	1995	1996	1997	1998	1999	1995	1996	1997	1998	1999	1995	1996	1997	1998	1999
1	*Lr* 1	10 MS	25MS	15 MS	70 S	tR	---	0	0	5 S	---	20 MS	20 MS	25 MS	40 MS	0
2	*Lr*2A	5 MR	5 S	5 MS	60 S	5 MR	---	R	5 S	0	---	10 MR	10 MR	30 MS	R	0
3	*Lr*Ech	5 MR	10 S	5 R	10 MR	5 R	---	R	R	5 S	---	0	0	tR	10 MS	tR
4	*Lr*2b	5 R	5 MR	5 R	20 S	5 MR	---	R	5 S	10 MS	---	10 MR	0	20 MR	10 MS	0
5	*Lr*2c	5 R	5 MR	5 R	70 S	5 R	---	R	50 S	0	---	0	0	20 MS	R	0
6	*Lr*3	5 MS	10 S	5 S	80 S	5 MR	---	R	5 S	5 MS	---	0	5 MR	10 MR	R	0
7	*Lr*3ka	5 MS	10 S	5 S	80 S	5 MR	---	R	5 S	5 MS	---	10 MR	5 MR	0	0	0
8	*Lr*3bg	5 MS	20 S	20 MS	80 S	5 MS	---	R	5 S	0	---	15 MR	0	10 MR	0	0
9	*Lr*9	20 MS	30 S	15 MS	80 S	5 MS	---	R	R	5 MS	---	20 MS	0	10 MR	5 MR	0
10	*Lr*10	10 MS	15 MS	10 S	70 S	5 MS	---	R	10 S	0	---	10 MR	0	5 MR	20 MR	tR
11	*Lr*11	20 MR	5R	10 MS	50 S	t MR	---	R	R	0	---	0	20 MR	5 MR	0	0
12	*Lr*12	5 R	5 R	5 R	50 S	5 R	---	5 MS	5 S	0	---	10 MR	5 MR	tMR	20 MS	0
13	*Lr*13	5 MS	10 MS	5 MR	60 S	5 R	---	R	R	0	---	R	0	5 MR	10 MR	5 R
14	*Lr*14a	5 MS	25 MS	5 MR	10 MS	5 MR	---	R	R	0	---	0	0	10 MR	R	0
15	*Lr*14b	5 MS	5 R	10 MS	5 MS	5 MS	---	R	5 MS	0	---	R	5 R	10 MR	0	10 R
16	*Lr*15	5 MR	20 MS	10 MS	80 S	10 MS	---	5 S	30 S	0	---	0	tR	0	20 MR	0

Archive of SID

www.SID.ir

Table 1. Countinued

ادامه جدول ۱

شماره لاین	ژن مقاومت	Moghan مغان					Ardebil اردبیل					Kermanshah کرمانشاه				
		۱۳۷٤	۱۳۷٥	۱۳۷٦	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷٤	۱۳۷٥	۱۳۷٦	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷٤	۱۳۷٥	۱۳۷٦	۱۳۷۷	۱۳۷۸
Line No.	*Lr* gene	1995	1996	1997	1998	1999	1995	1996	1997	1998	1999	1995	1996	1997	1998	1999
17	*Lr* 16	5 MS	10 S	5 MR	80 S	5MS	---	R	R	0	---	0	tR	10 MR	R	0
18	*Lr* 17	5 R	5 R	5 R	20 S	5 R	---	R	R	0	---	0	0	5 MR	10 MR	0
19	*Lr* 18	5 MR	5 R	5 R	20 S	5 MR	---	5 S	20 MS	5 MS	---	0	0	5 MR	R	20 MR
20	*Lr* 19	5 MR	---	5 R	---	5 MR	---	R	R	0	---	0	15 MR	tR	0	0
21	*Lr* 21	5 MR	5 R	5 MS	60 S	5 MR	---	R	R	0	---	0	5 R	tMR	0	0
22	*Lr* 22a	5 R	15 MR	5 MR	20 S	5 R	---	5 S	R	0	---	0	0	tR	0	0
23	*Lr* 22b	5 R	15 R	5 R	5 S	5 MR	---	R	5 MS	0	---	0	0	10 MR	10 MR	0
24	*Lr* 23	5 MR	10 MS	5 MR	30 S	5 R	---	R	R	0	---	0	0	10 MR	R	0
25	*Lr* 24	5 MS	5 MS	5 MS	80 S	5 MR	---	80 S	5 MS	0	---	0	0	5 MR	5 MR	0
26	*Lr* 30	5 MR	10 S	30 S	80 S	5 R	---	R	15 S	0	---	0	5 R	5 MR	R	0
27	*Lr* B	10 MR	15 MR	5 R	20 S	5 MR	---	R	5 MS	5 MS	---	0	tR	0	R	0
28	*Lr* 34	5 MR	15 S	20 S	70 S	5 R	---	5 S	5 MS	5 MS	---	---	0	0	20 MR	0
29	Bolani (check)	20 MS	20 S	10 S	20 S	tS	---	5 S	tS	tS	---	10 MS	20 MS	10 MS	10 MS	10 MS

Archive of SID

www.SID.ir

Table 1. Countinued

ادامه جدول ۱

شماره لاین Line No.	ژن مقاومت *Lr* gene	Ahvaz اهواز ۱۳۷٤ 1995	۱۳۷۵ 1996	۱۳۷٦ 1997	۱۳۷۷ 1998	۱۳۷۸ 1999	Zabol زابل ۱۳۷٤ 1995	۱۳۷۵ 1996	۱۳۷٦ 1997	۱۳۷۷ 1998	۱۳۷۸ 1999
1	*Lr* 1	20 MS	100S	15 S	70 S	50 S	30 S	35 MR	40 MS	0	---
2	*Lr* 2A	100S	60 MS	30 MS	30 MR	50 S	10 S	25 MR	50 MS	30 MR	---
3	*Lr* Ech	30 MR	20 MR	30 MS	40 MS	20 MS	5 S	60 S	40 MR	10 MR	---
4	*Lr* 2b	100S	10 MR	40 MS	50 S	5 S	50 S	25 MS	---	---	---
5	*Lr* 2c	10 MR	80 S	80 S	80 S	40 S	5 S	45 S	50 MS	20 MS	---
6	*Lr* 3	100S	60 MS	50 S	40 S	60 S	5 S	60 S	50 MS	20 MS	---
7	*Lr* 3ka	100S	40 MS	10 MR	40 S	5 S	70 S	30 MS	40 S	---	---
8	*Lr* 3bg	100S	80 MS	15 MS	0	R	5 S	55 S	60 MS	20 MS	---
9	*Lr* 9	100S	80 MS	40 MS	20 MR	40 S	5 S	60 S	50 MS	10 MS	---
10	*Lr* 10	20 MS	20 MR	20 MS	40 MR	40 S	0	80 S	30 MS	8 MS	---
11	*Lr* 11	20 S	20 MS	tR	R	30 MR	0	0	0	0	---
12	*Lr* 12	100S	30 MS	tR	tMR	0	80 S	30 R	10 MR	---	---
13	*Lr* 13	100S	20 MR	50 S	30 MS	10 MR	0	60 S	50 MR	10 MR	---
14	*Lr* 14a	0	TR	30 MS	10 MR	40 S	0	0	0	0	---
15	*Lr* 14b	0	0	R	R	30 MR	0	45 S	tR	0	---

Archive of SID

Table 1. Countinued

ادامه جدول ۱

شماره لاین	ژن مقاومت	Ahvaz اهواز					Zabol زابل				
		۱۳۷٤	۱۳۷٥	۱۳۷٦	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷٤	۱۳۷٥	۱۳۷٦	۱۳۷۷	۱۳۷۸
Line No.	*Lr* gene	1995	1996	1997	1998	1999	1995	1996	1997	1998	1999
16	*Lr* 15	100S	100S	80 S	40 S	10 MR	0	70 MR	20 R	0	---
17	*Lr* 16	70 MS	30 MR	0	R	70 S	0	20 MR	tR	20 MR	---
18	*Lr* 17	60 MS	tR	30 MS	R	t MR	5 S	40 S	10 R	10 MR	---
19	*Lr* 18	100S	70 MS	15 MS	0	tMR	5 S	70 S	70 MR	0	---
20	*Lr* 19	20 MR	5 MR	10 MS	10 MR	0	---	35 MR	10 R	10 MR	---
21	*Lr* 21	30 MR	5 MR	0	20 MR	30 RS	5 S	40 S	20 R	0	---
22	*Lr* 22a	0	0	20 MR	10 MR	15 MR	0	0	0	10 MR	---
23	*Lr* 22b	100S	tR	40 MS	30 MR	0	0	20 MR	10 R	20 MR	---
24	*Lr* 23	20 MR	tR	0	0	0	0	40 S	30 MS	25 MR	---
25	*Lr* 24	100S	---	40 MS	80 S	30 S	25 MR	---	---	0	0
26	*Lr* 30	0	tMR	10 MS	60 MS	30 S	0	0	50 MR	50 MR	---
27	*Lr* B	80 R	5 MR	0	R	0	5 S	10 MR	20 MS	0	---
28	*Lr* 34	0	TrR	25 MR	80 MS	15 MS	5 S	50 S	30 MS	0	---
29	Bolani (check)	60 S	50 S	50 S	50 S	40 S	20 S	30 S	40 S	t S	---

0 = مصون ؛ R = مقاوم؛ MR = نیمه مقاوم؛ MS = نیمه حساس؛ S = حساس؛ t = نادر

0 = Immune; R = Resistant; MR = Moderately Resistant; MS = Moderately susceptible; S = Susceptible; t = Trace

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

در بررسی اخیر نیز چنین حالتی در سال‌های مختلف وجود داشت، لذا تیپ آلودگی S به عنوان وجود بیماریزایی در عامل بیماری در نظر گرفته شد بدون این که شدت آلودگی در نظر گرفته شود. برای اطمینان بیشتر از وجود بیماریزایی برای یک ژن لازم است به نتایجی که شدت آلودگی آن‌ها بالاتر است تکیه کرد و شدت آلودگی پایین‌تر از ۱۰ با اطمینان کمتری نگریست ولی در هر حال تکرار آزمایش در سال‌های مختلف این گونه شبهات را از بین خواهد برد.

منابع مورد استفاده **References**

بامدادیان، ع. و ترابی، م. ۱۳٦۲. بیماری‌های گندم و جو در ایران و روش‌های آماربرداری از آن‌ها، انتشارات مؤسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی.

بهداد، ا. ۱۳٦۲. بیماری‌های گیاهان زراعی، چاپ نشاط، اصفهان. ۲۲۳ صفحه.

مهدیان، ص. ع.، بامدادیان، ع.، و ترابی، م. ۱۳۷٦. بررسی نژادهای فیزیولوژیک زنگ قهوه‌ای *Puccinia recondita tritici* روی گندم در استان‌های آذربایجان شرقی و اردبیل. بیماریهای گیاهی ۳۳(۱ و ۲): ٤۵-٤۲.

Ausemus, E. R., Harrinton, J. B., Reitz, L. P., and Worzella, W. W. 1946. A summary of genetic studies in hexaploid and tetraploid wheats. Agronomy Journal 38: 1082-1099.

Bamdadian, A. 1973. Physiologic races of *Puccinia recondita* in Iran (1968-1972). Cereal Rust Bulletin 1: 45-47.

Bartos, P., Hanusova, R., and Stuchilkova, E. 1998. Virulence of the wheat leaf rust population in Czech Republic in 1996. Ochrana Rostin 34: 21-26.

Bartos, P., and Huszar, R. 1998. Virulence of the wheat leaf rust polulation in Slovakia in 1996. Biologica 53: 99-105.

Browder, L. E. 1980. A compendium of information about named genes for low reaction to *Puccinia recondita* in wheat. Crop Science 20: 775-779.

Casulli, F. 1998. *Puccinia recondita* f. sp *tritici* in Italy. Informatore Phytopatology 48: 77-80.

Chen, W., Hu, C., and Zhang, S. 1993. Analysis of virulence genes of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* population in China. Scientia-Agricultura-Sinica. 26(2): 17-23.

www.SID.ir

Archive of SID

Chester, K. S. 1946. The Nature and Prevention of the Cereal Rusts as Examplified in the Leaf Rust of Wheat. Chroonica Botanica. Waltham, Massachuset. 269pp.

Dubin, H. J., and Torres, E. 1981. Causes and consequences of the 1976-77 wheat leaf rust epidemics in North West Mexico. Annual Review of Phytopathology 19: 41-45.

Dyck, P. L., and Samborski, D. J. 1968. Genetic of resistance to leaf rust in the common wheat varieties Webster, Loros, Brevit, Carina, Malakof and Centenario. Canadian Journal of Genetics and Cytology 10: 7-17.

Flor, H. H. 1942. Inheritance of pathogenicity in *Malampsora lini*. Phytopathology 32: 653-669.

Flor, H. H. 1971. Current status of the gene for gene concept. Annual Review of Phytopathology 9: 275-296.

Hassan, S. F. 1966. Some physiologic races of leaf and stem rusts of wheat in Afghanistan in 1963-64. West Pakistan Journal of Agricultural Research 3: 233-234.

Knott, D. R. 1989. The Wheat Rusts-Breeding for Resistance. Springer – Verlag. Berlin, Heidelberg. 201 pp.

Komler, J. A. 1996. Genetics of resistance to wheat leaf rust. Annual Review of Phytopathology 34: 435-455.

Komler, J. A. 1997. Virulence in *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* from Canada: Genes for adult – plant resistance to wheat leaf rust. Plant Disease 81: 267-271.

Long, D. L., and Kolmer, J. A. 1989. A North American system of nomenclature for *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. Phytopathology 79: 525-529.

Long, D., Schafer, J. F., Roelf, A. P., and Robert, J. J. 1986. Virulence and epidemiology of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* in the United States. Plant Disease 77: 786-791.

Mains, E. B., and Jakson, M. S. 1923. Strains of the leaf rust of wheat in the United States. Phytopathology 13: 36 (Abstr.).

Nayar, S., Nagarajan, S., and Bahadur, S. 1985. Results of *Puccinia recondita* virulence monitoring survey in India 1981-1982. Indian Plytopathology 38: 252-257.

Park, R. F., and Felsenstien, F. G. 1998. Physiological specialization and Pathotype distribution of *Puccinia recondita* in western Europe. Plant Pathology 47: 157-164.

Person, C. O. 1959. Gene for gene relationship in host-parastite system. Canadian Journal of Botany 37: 1101-1130.

www.SID.ir

Archive of SID

Peterson, R. F., Campbell, A. B., and Hannah, A. E. 1948. A diagramatic scale for estimating rust intensity of leaves and stems of cereals. Canadian Journal of Research 26: 496-500.

Pretorius, Z. A. 1997. Deterction of virulence to *Lr*41 in South African pathotypes of *Puccinia recondita tritici*. Plant Disease 81: 223.

Pretorius, Z. A. Rejkenberg, F. H. J., and Wilcoxon, R. D. 1987. Occurrence and pathogenicity of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* on wheat in South Africa from 1983 through 1985. Plant Disease 71: 1133-1137.

Raditsiele, S., Dimov, S., and Gospodinor, E. 1983. Virulence of brown rust on wheat in South Bolgaria in 1979-1981. Rastoniv. Dni Nauki. 20: 113-119.

Rizvi, S. S. A. 1984. Virulences of *Puccinia recondita* on wheat in Pakistan. Cereal Rusts. Bulletin 12(1): 1-6.

Roelfs, A. P. 1978. Estimated Losses Caused by Rust in Small Grain Cereals in the United States 1918-76. Misc. Publ. U. S. A. 1363: 1-85.

Samborski, D. J. 1983. Occurrence and virulence of *Puccinia recondita* in Canada in 1982. Canadian Journal of Plant Pathology. 5: 194-196.

Samborski, D. J., and Dyck. P. L. 1968. Inheritance of virulence in wheat leaf rust on the standard differential wheat varieties. Canadian Journal of Genetics and Cytology 10: 24-32.

Samborski, D. J., and Peterson, B. 1960. Effect of leaf rust on the yield of resistant wheats. Canadian Journal of Plant Science 40: 620-622.

Singh, R. P., and Rajaram, S. 1994. Genetic of adult plant resistance to stripe rust in two bread wheats. Euphytica 12: 1-7.

آدرس نگارندگان:

محمد ترابی و وفا مردوخی- واحد پاتولوژی، بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ٤١١٩، کرج ۳۱۵۸۵.

عبدالرضا فروتن، ابوسعید کاشانی، محمدعلی رمائی، سیدطه دادرضائی، حسین اکبری‌مقدم، ساسان رجائی و حسین عظیمی- به ترتیب مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران، کرمانشاه، مغان، خوزستان، سیستان، فارس و اردبیل.

www.SID.ir