Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۱۶، شماره ۴، اسفند ۱۳۷۹

وضعیت بیماری‌زائی *Puccinia striiformis* و عکس‌العمل ارقام اصلاح شده و رگه‌های پیشرفته گندم نسبت به زنگ زرد در استان‌های شمالی ایران

Pathogenicity of *Puccinia striiformis*, and Reactions of Improved Cultivars and Advanced Lines of Wheat to Yellow Rust in Northern Provinces of Iran

کیومرث نظری، محمد ترابی، محمدعلی دهقان، رضا اقنوم،
محمد صادق احمدیان مقدم و حسینعلی فلاح

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: ۱۳۷۹/۳/۴

چکیده

نظری، ک.، ترابی، م.، دهقان، م.ع.، اقنوم، ر.، احمدیان مقدم، م.ص. و فلاح، ح. ۱۳۷۹. وضعیت بیماری‌زائی *Puccinia striiformis* و عکس‌العمل ارقام اصلاح شده و رگه‌های پیشرفته گندم نسبت به زنگ زرد در استان‌های شمالی ایران. **نهال و بذر** ۱۶: ۴۲۴-۳۹۳.

به منظور بررسی تغییرات ژنتیک بیماری‌زائی در عامل بیماری زنگ زرد در استان‌های شمالی، شمال شرق و شمال غرب کشور، ژنوتیپ‌های شناخته شده مقاومت به زنگ زرد شامل منابع ژنی ژن‌های مقاومت گیاهچه‌ای، ژن‌های مقاومت در مرحله گیاه کامل و منابع ژنی مقاومت پایدار در مناطق نیشابور، طرق و جلگه رخ از استان خراسان؛ کلاله، آق‌قلا و گرگان از استان گلستان؛ اولتان، جعفرآباد، آلاروق از استان اردبیل؛ قراخیل از استان مازندران مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج به دست آمده نشان داد که در مناطق نیشابور، طرق و جلگه رخ برای *Yr1*؛ در مناطق نیشابور، طرق، جلگه‌رخ، کلاله، اولتان، جعفرآباد، آلاروق و قراخیل برای *Yr2*؛ در منطقه نیشابور برای *Yr3*؛ در همه مناطق به استثناء منطقه آق‌قلا برای *Yr6*؛ در همه مناطق برای *Yr7*؛ در مناطق جلگه‌رخ، کلاله، اولتان، جعفرآباد، و آلاروق برای *Yr8*؛ در همه مناطق برای *Yr9*؛ در مناطق طرق و گرگان برای *Yr11*؛ در مناطق طرق، گرگان و اولتان برای *Yr12* (ژن‌های *Yr11* و *Yr12* فقط در مناطق طرق، گرگان و اولتان

این مقاله بر اساس قسمتی از نتایج به دست آمده از اجرای طرح شماره ۷۸۰۲۴-۱۲-۱۱-۱۰۰ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر ارائه گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی شده‌اند)؛ در منطقه آلاروق برای *Yr*13؛ به استثناء مناطق کلاله، آق‌قلا و اولتان در سایر مناطق برای *Yr*17؛ به استثناء مناطق طرق و آق‌قلا در سایر مناطق برای *Yr*18؛ در همه مناطق برای *Yr*22، *Yr*23 و *Yr*25؛ در همه مناطق برای *Yr*A؛ در مناطق کلاله، جعفرآباد و آلاروق برای *Yr*Su و در مناطق نیشابور، طرق، جلگه‌رخ، گرگان، جعفرآباد و آلاروق برای ژن‌های نام‌گذاری نشده A1 و A2 پرآزاری (Virulence) مشاهده گردید، ژن *Yr*27(*Yr*SK) فقط در مناطق طرق، گرگان و اولتان ارزیابی گردید که در منطقه طرق برای این ژن پرآزاری دیده شد. برای ژن‌های *Yr*4، *Yr*5، *Yr*10، *Yr*14، *Yr*15، *Yr*16، *Yr*24، *Yr*SD، *Yr*CV و *Yr*Sp در هیچیک از مناطق پرآزاری مشاهده نگردید. این ژن‌ها به عنوان منابع مقاومت ژنی مؤثر (Effective) برای استفاده در کنار ژن‌های مسئول مقاومت مؤثر در مرحله گیاه کامل معرفی می‌گردند. در این مناطق ارقام قدیمی (معرفی شده قبل از همه‌گیری زنگ زرد در سال ۱۳۷۲) حساس بودند و از ارقام جدید تجن در منطقه طرق؛ مهدوی در مناطق نیشابور، طرق، جلگه‌رخ، کلاله و آق‌قلا؛ الموت و زرین در منطقه طرق؛ الوند در مناطق نیشابور، طرق، جلگه‌رخ، کلاله، گرگان و آلاروق؛ داراب ۲ در نیشابور؛ کویر در مناطق نیشابور، طرق جلگه‌رخ، کلاله و گرگان؛ چمران در مناطق نیشابور و جلگه‌رخ حساس بودند. از رگه‌های پیشرفته C-73-5 در منطقه آلاروق؛ M-75-10 در منطقه جلگه‌رخ؛ M-75-19 در منطقه کلاله؛ N-75-5 در مناطق طرق، کلاله، گرگان، جعفرآباد، آلاروق و قراخیل؛ S-74-20 در منطقه آلاروق حساس بودند.

واژه‌های کلیدی: گندم، زنگ زرد، بیماری‌زایی، پرآزاری، ناپرآزاری، مقاومت.

مقدمه

زنگ زرد گندم با عامل *Puccinia striiformis* West. f.sp. *tritici* یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گندم در مناطق کشت این محصول است (Roelfs *et al.*, 1992). در چند دهه گذشته این بیماری به دفعات به صورت همه‌گیر در کشورهای آسیایِ میانه و غرب آسیا ظاهر شده و خسارات چشمگیری به محصول وارد نموده است. در ترکیه در سال‌های ۱۹۹۱ و ۱۹۹۸ خسارت این بیماری روی رقم Gerek 79 به ترتیب ۲۶/۵٪ و ۵۰٪ برآورد شده است (Braun and Saari, 1992). در کشور سوریه نیز در طی ۱۰ سال گذشته همه‌گیری‌های متعدد زنگ زرد گزارش شده است که شدیدترین آن مربوط به سال ۱۹۹۸ بوده است. این بیماری در سال ۱۹۹۴، ۳۰٪ کل محصول این کشور راکه عمدتاً با کشت ارقام Seri 82 و Mexipak تأمین می‌شد را از بین برد (Namluk and Naimi, 1992; Mamluk *et al.*, 1989). در یمن طی سال‌های ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۶ خسارت زنگ زرد بین ۱۰ تا ۵۰ درصد محصول گزارش شده است (Bahamish *et al.*, 1997). در کشور آذربایجان این بیماری در سال ۱۹۹۶ به صورت همه‌گیر ظاهر شد و در سال ۱۹۹۸ به عنوان مهم‌ترین بیماری گندم در این کشور گزارش گردیده است (A.H. Yahyaoui, personal communications).

www.SID.ir

Archive of SID

در ایـــران در ســال‌های زراعـــی ۷۳-۱۳۷۲ و ۷۴-۱۱۳۷۳ خسارت این بیماری در حدود ۳۰٪ مـحصول کشـور و بـه ترتیب به میزان ۱/۵ و ۱ مـیلیون تـن تـخمین زده شـده است (Torabi *et al.*, 1995).

استفاده از مقاومت وراثت‌پذیر نسبت به زنگ زرد، بر پایه دانش ژنتیک بیماری‌زائی و ژنـتیک مـقاومت ارقام استوار است. ژنتیک بیماری‌زائی به‌کمک تعیین نژاد و عمدتاً با استفاده از ارقـام متمایز کننده نژادهـای فیزیولوژیک زنگ زرد (Wellings and McIntosh, 1990 *et al.*, 1972; Wellings *et al.*, 1988; Johnson) و در مراحل گیاهچه‌ای و گیاه کامل صـورت می‌گیرد و ژنتیک مقاومت ارقام به روش‌های متعددی و با هدف دستیابی به منابع مقاومت و کاربرد آن‌ها در کنترل بیماری انجام می‌شود که در این راستا روش ارزیابی مقاومت چـــــند مـنطقـه‌ای (Screening Method Multilocation) در شـرایـط مزرعه‌ای تـوسط سـیمیت (CIMMYT) بـه کـار گـرفته مـی‌شود (Van Jinkel and Rajaram, 1993).

تعداد ژن‌های مقاومت گزارش شده برای این بیماری تا سال ۱۹۸۸، که عمدتاً ژن‌های مقاومت گـــیاهچه‌ای (Seedling resistance genes) هســـــتند، ۵۱ ژن مـــی‌باشد (McIntosh *et al.*, 1998). در تـعیین نـژادهـای فـیزیولوژیک زنگ زرد در مرحله گیاهچه‌ای از روش جانسون و هـــمکاران (Johnson *et al.*, 1972) اسـتفاده می‌شود که در این روش تغییرات نژادی عامل بیماری در مرحله گیاهچه‌ای و در شـرایـط تـحت کنترل گلخانه‌ای تعیین مـی‌گردد. بـعضی از ارقـام مورد استفاده در این سیستم دارای بیش از یک ژن مقاومت می‌باشند که طبعاً در تعیین دقیق ژنـتیک بـیماری‌زائی عـامل بیماری مشکـلاتی را بـه‌بار مـی‌آورند. گـزارش ژن‌هـای *Yr19*، بـرای رقـم Compair. ژن‌هـای *Yr22* و *Yr23* بـرای رقـم Lee (Chen *et al.*, 1995a,b) و همچنین تعداد زیادی فاکـتور مـقاومت (Resistance factors) نام‌گذاری نشده موجود در ارقام اسـتاندارد نـظیر Heines VII و Clement باعث گردیده است که خصوصاً تفسیر ژنتیک بیماری‌زائی نژادهای تعیین شـده بـه روش جـانسون و هـمکاران (۱۹۷۲)، مشکل و در مواردی ناممکن گردد. به منظور رفع این مشکل و همچنین فراهم کـردن سـیستمی کـه بتوان در شرایط مزرعه و بدون امکانات گلخانه‌ای وضعیت ژنتیک بیماری‌زائی عامل بیماری را تعیین نمود، گروه محققین دانشگاه سیدنی استرالیا اقدام به تولید رگه‌های تک‌ژنی (Isogenic lines) زنگ زرد نـموده‌انـد (Wellings *et al.*, 1996). ارقـام متمایزکننده نژادهای فیزیولوژیک زنگ زرد اوّلین بار توسط زادوکس (Zadoks, 1961) در شرایـط مزرعه‌ای و به منظور تعیین تـغییرات نـژادی زنگ زرد در قـاره اروپـا بـه کـار رفته‌انـد. در ایـران بـعد از هـمه‌گـیری زنگ زرد در سـال ۱۳۷۲ مـطالعات وسـیعی در ایـن خـصوص شـروع و انـجام شـده است (مـردوخی و تـرابـی، ۱۳۷۷؛ Torabi *et al.*, 1995). به جهت اهمّیت تغییرات ژنتیک بیماری‌زائی عـامل بـیماری زنگ زرد در استان‌های مـختلف کشـور و هـمچنین بـه مـنظور ارزیابی مقاومت ارقام و رگه‌های پـیشرفته جـدید

www.SID.ir

Archive of SID

گندم در مقایسه با ارقام قدیمی (معرفی شده قبل از همه‌گیری سال ۱۳۷۲)، در این پژوهش علاوه بر ارقام مورد استفاده برای بررسی تغییرات نژادی زنگ زرد (Johnson *et al.*, 1972) رگه‌های تک‌ژنی زنگ زرد، ژنوتیپ‌های دارای ژن‌های مقاومت در مرحله گیاه کامل (Adult-plant resistance genes) و منابع مقاومت پایدار (Durable resistance) که به منظور بررسی وضعیت بیماری‌زائی عامل بیماری به کار گرفته شدند، تعدادی از رگه‌های پیشرفته گندم نیز در شرایط مزرعه‌ای برای بررسی مقاومت آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی عکس‌العمل ژنوتیپ‌های شناخته شده مقاومت به زنگ زرد گندم در سراسر کشور و همچنین بررسی مقاومت ارقام و رگه‌های پیشرفته گندم، ارقام افتراقی تعیین نژاد زنگ زرد، رگه‌های تک‌ژنی زنگ زرد (جدول ۱)، ارقام تجاری قدیمی (معرفی شده قبل از همه‌گیری سال ۱۳۷۲)، ارقام جدید (معرفی شده پس از سال ۱۳۷۲) و رگه‌های پیشرفته آزمایش‌های یکنواخت سراسری برنامه به‌نژادی کشور در سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۷۵ در کلیه استان‌های کشور و در شرایط طبیعی مورد ارزیابی قرار گرفتند. هر رقم و رگه در ۲ خط یک متری و به فاصله بین خطوط ۳۰ سانتی‌متر کاشته شد. یادداشت‌برداری از تیپ و شدت آلودگی به روش اصلاحی کاب (Modified Cobb's Scale) پیشنهاد شده توسط پیترسون و همکاران (Peterson *et al.*, 1948) در مرحله برگ پرچم انجام شد. در این پژوهش منابع مختلفی از نظر ژن‌های شناخته شده مقاومت به زنگ زرد استفاده شد. اوّلین گروه که معمولاً در مقیاس جهانی به عنوان ارقام متمایز کننده نژادهای فیزیولوژیک زنگ زرد استفاده می‌شوند، ارقام استاندارد یا متمایزکننده (Differential varieties) می‌باشند. این ارقام بعضاً دارای بیش از یک ژن مقاومت هستند که با توجّه به مستقل عمل نمودن ژن‌های مقاومت موجود در این ارقام و بر اساس نظریه ژن برای ژن (Flor, 1942, 1946, 1947) توصیف و تفسیر عکس‌العمل مشاهده شده در تعامل میزبان و عامل بیماری‌زا در این گونه موارد با خطا همراه خواهد بود و از طرفی اکثراً این ارقام دارای ژن‌های مقاومت گیاهچه‌ای هستند، لذا به منظور امکان تفکیک توان بیماری‌زائی نمونه‌های زنگ زرد مناطق مختلف و همچنین ارزیابی واکنش ژن‌های مقاومت در مرحله گیاه کامل از رگه‌های تک‌ژنی دریافتی از دکتر مک‌اینتاش و دکتر ولینگز از دانشگاه سیدنی استرالیا به عنوان رگه‌های تک‌ژنی (Isogenic lines)، از ارقام دریافتی از دکتر مک‌اینتاش و دکتر جانسون به عنوان منابع ژن‌های مقاومت در مرحله گیاه کامل و همچنین منابع ژنتیکی معرفی شده برای مقاومت پایدار دریافتی از دکتر جانسون از کشور انگلستان استفاده گردید. این ارقام و رگه‌ها همگی بعد از تکثیر در مزرعه به‌نژادی کرج و در شرایط مراقبت‌های ویژه در سایر مناطق ارزیابی مورد استفاده قرار گرفتند.

در تعیین طیف پرآزاری (Virulence) و ناپرآزاری (Avirulence) عمدتاً به عکس‌العمل و

www.SID.ir

Archive of SID

شدت آلودگی یادداشت‌برداری شده تکیه شد. در خصوص لاین‌های تک‌ژنی و همچنین ارقام استاندارد تک‌ژنی، عکس‌العمل مشاهده شده بیشتر مورد توجّه قرار گرفت. در مواردی که در شدت‌های آلودگی پائین وعکس‌العمل حساسیت، پرآزاری تعیین شده است، اساس تعیین پرآزاری و بر سازگاری، و شدت آلودگی پائین در اثر بروز شرایط نامساعد محیطی برای توسعه بیماری دانسته و فرض گردیده است.

نتایج

با توجّه به اینکه در سال زراعی ۷۸-۱۳۷۷ در اکثر نقاط کشور شرایط محیطی مناسب برای ظهور و توسعه زنگ زرد فراهم نبود، لذا در بعضی مناطق اجرای پژوهش آلودگی‌های ناچیزی ظاهر شد که ناپرآزاری مشاهده شده در این مناطق منحصراً به تعامل عامل بیماری و رقم منتسب نگردید و در توصیف ژنتیک بیماری‌زائی عامل بیماری در این مناطق عکس‌العمل‌های مشاهده شده در نظر گرفته نشدند. در این بررسی نتایج مربوط به مناطق نیشابور، طرق و جلگه‌رخ از استان خراسان، مناطق کلاله، آق‌قلا و گرگان از استان گلستان، مناطق اولتان، جعفرآباد و آلاروق از استان اردبیل و منطقه قراخیل از استان مازندران که در سال زراعی مذکور در این مناطق زنگ زرد به صورت همه‌گیر ظاهر گشت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج یادداشت‌برداری از تیپ و شدت آلودگی ارقام افتراقی تعیین نژاد زنگ زرد، رگه‌های تک‌ژنی زنگ زرد و ارقام تجاری با ژنوتیپ‌های مشخص مقاومت به زنگ زرد در مراحل گیاهچه‌ای و گیاه کامل در جدول ۱ ارائه گردیده است. در این جدول برای هر یک از ژن‌های مقاومت، اعم از ژن‌های مقاومت گیاهچه‌ای و گیاه کامل، عکس‌العمل کلیه ژنوتیپ‌هائی که در مناطق اجرای این پژوهش در ارتباط با آن ژن مورد استفاده قرار گرفته‌اند ارائه شده است. همچنین در اکثر موارد علاوه بر عکس‌العمل ارقام افتراقی تعیین نژاد، عکس‌العمل رگه یا رگه‌های تک‌ژنی و همچنین ارقام تجاری دارای ژن‌های مقاومت ارائه گردیده است. بعضی از ارقام دارای بیش از یک ژن مقاومت هستند که این ژن‌ها در مقابل رقم مربوطه و داخل پرانتز ارائه شده‌اند. در مواردی که علاوه بر رقم افتراقی از رگه تک‌ژنی نیز استفاده گردیده است، عکس‌العمل رگه بدون ژن (والدگیرنده ژن مقاومت) مربوط به همان رگه تک‌ژنی بلافاصله بعد از آن درج شده است.

رگه‌های تک‌ژنی "S" Avocet*6/6*Yr*، "S" Avocet*11/6*Yr*، "S" Avocet*12/6*Yr*، "S" Avocet*18/6*Yr*، "S" Avocet*SK/6*Yr* و "S" Avocet*SP/6*Yr* فقط در مناطق طرق، گرگان و اولتان کاشته شده بودند و بالطبع در جدول ۱ اطلاعات ارائه شده فقط مربوط به این مناطق می‌باشد و قابل قیاس با سایر مناطق مورد مطالعه نخواهند بود.

در جدول‌های ۲ و ۳ به ترتیب طیف پرآزاری (Virulence spectrum) و ناپرآزاری (Avirulence spectrum) قارچ عامل بیماری در مناطق اجرای طرح ارائه شده است. این جداول بر اساس نتایج مندرج در جدول ۱ تنظیم شده‌اند. در

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ پرآزاری برای شدت آلودگی بیش از ۲۰ و در اکثر موارد با تیپ آلودگی حساس (S) در نظر گرفته شد و در مواردی که شدت و یا تیپ آلودگی از این شاخص کمتر بود، در زیر جدول به این موضوع اشار شده و در قسمت بحث، دلایل در نظر گرفتن پرآزاری برای ژن مورد نظر، ارائه گردیده است. در این پژوهش برای بعضی از ژن‌های مقاومت از چند رگه تک‌ژنی استفاده شد که هدف از این کار، بررسی تغییرات منابع مختلف دارنده ژن مقاومت، و یا به بیانی دیگر بررسی تأثیر ریخته ژنتیکی والدگیرنده (Receptor parent) بر تظاهر عمل ژن مقاومت در مناطق مختلف اجرای پژوهش
بوده است.

در جدول ۴ شجره‌نامه و در جدول ۵ عکس‌العمل مزرعه‌ای ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه، نسبت به جدایه‌های عامل بیماری در مناطق اجرای این پژوهش ارائه شده است. در جدول ۵ از کد جدایه‌ها، مندرج در جدول ۲ استفاده شده است و همچنین طیف پرآزاری برای هر جدایه درج گردیده است.

بحث

الف- ژنتیک بیماری‌زائی

Yr1

با توجّه به نتایج مندرج در جدول ۱ مشاهده می‌گردد که برای ژن *Yr1* در مناطق نیشابور، طرق و جلگه‌رخ پرآزاری وجود دارد. این موضوع بر اساس عکس‌العمل رقم Chinese 166 با ژن *Yr1* و رگه تک‌ژنی "Yr1/6*Avocet"S استنباط گردیده است. در سایر مناطق هر دو رقم و رگه مذکور کاملاً مقاوم بودند، لذا در این مناطق برای ژن *Yr1* پرآزاری وجود نداشته است. در مطالعات انجام شده طی سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۸ در گلخانه‌های واحد پاتولوژی غلات، پرآزاری برای این ژن در سطح کشور مشاهده نگردیده است (ترابی و نظری، اطلاعات چاپ نشده). معهذا مردوخی و ترابی (۱۳۷۷) در مناطق شیراز و مغان به ترتیب عکس‌العمل‌های 60S و 10S را در سال ۱۳۷۴ برای رقم Chinese 166 گزارش نموده‌اند. در بررسی پرآزاری زنگ زرد در کشورهای آسیای میانه به وجود پرآزاری برای ژن *Yr1* اشاره گردیده است (مکاتبات شخصی با A.H. Yahyaoui, C.R. Wellings) لذا با توجّه به اینکه در استان خراسان برای اوّلین بار پرآزاری برای ژن *Yr1* گزارش می‌گردد و با توجّه به همسایگی این استان با مناطق مورد بررسی ولینگز و یحیوی، به نظر می‌رسد پرآزاری برای این ژن در استان خراسان از نظر منشاء با این کشورها مشابهت داشته باشد و یا اینکه نژاد دارای پرآزاری برای این ژن از این کشورها به استان خراسان وارد شده است.

Yr2

پرآزاری برای ژن *Yr2* عمدتاً از روی عکس‌العمل رقم Kalyansona تعیین گردید که با توجّه به این موضوع به استثناء مناطق گرگان و آق‌قلا در سایر مناطق برای ژن *Yr2* پرآزاری مشاهده شد. در طی سال‌های ۱۳۷۳، ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ در گرگان به ترتیب عکس‌العمل‌های 50S، 25S و 15MR برای این رقم گزارش شده

www.SID.ir

جدول ۱ - عکس‌العمل مزرعه‌ای ژنوتیپ‌های مقاومت به زنگ زرد گندم در استان‌های شمال، شمال غرب و شمال شرق ایران

Table 1. Field reactions of known genotypes for yellow rust resistance genes in North, North East and North Western provinces of Iran

Yr gene	رقم یا رگه Variety or line	Location مناطق									
		نیشابور Neishabour	طرق Torogh	جلگه‌رخ Jolgeh Rokh	کلاله Kalaleh	آق‌قلا Agh Ghala	گرگان Gorgan	اولتان Ultan	جعفرآباد Jafar Abad	آلارق Alarogh	قراخیل Gharakhil
*Yr*1											
	Chines 166	40S	60S	25S	0	0	0	tR	tR	tR	0
	*Yr*1/6*Avocet "S"	80	60S	90S	0	0	0	tR	tR	0	0
*Yr*2											
	Kalyansona	70S	40S	40S	80S	0	0	50MS	30MS	50S	40S
	Heines VII(*Yr* HVII, *Yr*11)	0	0	0	15MR	05	MS	tR	tR	10MR	tR
*Yr*3											
	Vilmorin 23 (*Yr*V23)	50MS	0	0	0	0	0	tR	tR	tR	0
*Yr*4											
	Hybrid 46 (*Yr*3b, *Yr*4b, *Yr*H46)	0	0	0	0	0	0	tR	tR	tR	0
*Yr*5											
	T. spelta var. *album*	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	0
	*Yr*5/6*Avocet "S"	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	5R
*Yr*6											
	Heines Kolben (*Yr*2)	65MS	60S	60S	50MS	20MR	70S	40MS	50MS	30S	70MS
	Heines Peko(*Yr*2)	0	0	15S	5R	0	10MS	0	5MR	10MR	0
	Oxely (APR)	5S	25S	40S	40MS	0	10MS	5MR	40MR	30S	tMR
	*Yr*6/6*Avocet "S"	-	90S	-	-	-	80S	100S	-	-	-
*Yr*7											
	Lee(*Yr*22, *Yr*23)	90S	50S	50S	60S	70S	50S	30S	50S	20S	80MS
	Reichersberg 42(*Yr*+)	0	0	0	5R	0	0	tR	tR	tR	10R
	*Yr*7/6*Avocet "S"	70S	80S	80S	80S	20S	80S	90S	60S	40S	20S
*Yr*8											
	Compair(*Yr*19)	0	0	0	0	0	0	tR	5MR	10MS	20S
	*Yr*8/*Avocet "S"	0	0	70S	60S	0	0	10MS	40MS	30S	0
*Yr*9											
	Clement(*Yr*2, *Yr*Cle)	0	0	20S	20MS	0	0	tR	tR	10MS	0

Archive of SID

www.SID.ir

www.SID.ir

Table 1. Continued

ادامه جدول ۱ -

Yr gene	رقم یا رگه Variety or line	Location مناطق									
		نیشابور Neishabour	طرق Torogh	جلگه‌رخ Jolgeh Rokh	کلاله Kalaleh	آق‌قلا Agh Ghala	گرگان Gorgan	اولتان Ultan	جعفرآباد Jafar Abad	آلارق Alarogh	قراخیل Gharakhil
	Federation*4/Kavkaz	70S	20S	40S	70S	0	30S	30MS	30MS	20S	30MS
	*Yr*9/6*Avocet "S"	80S	50S	50S	100S	30S	70S	80S	100S	70S	100S
	Federation	80S	80S	40S	70S	40S	60S	40S	100S	80S	100S
*Yr*10											
	Moro(*Yr*Mor)	0	0	0	15MR	0	0	30MR	20MR	20MR	0
	*Yr*10/6*Avocet "S"	0	0	0	0	0	0	20MR	20MR	10MS	0
	Angas(*Yr*10)	0	0	50S	5MR	0	0	30MR	30MR	0	10R
*Yr*11											
	*Yr*11/6*Avocet "S"	-	80S	-	-	-	10MR	40MS	-	-	-
*Yr*12											
	*Yr*12/6*Avocet "S"	-	70S	-	-	-	100S	50S	-	-	-
	Nord Desprez(*Yr*3a, *Yr*4a)	0	0	0	0	0	0	tR	tR	tR,0	0
*Yr*13											
	Yoman	0	0	0	0	0	0	tR	tR	30S	0
	Maris Huntsman (*Yr*2, *Yr*3a, *Yr*4a)	0	0	0	0	0	0	tR	tR	10MS	0
*Yr*14											
	Bouquet	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	20R
	Galahad (*Yr*1, *Yr*2)	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	5R
*Yr*15											
	*Yr*15/6*Avocet "S"	0	0	0	0	0	0	tR	tMR	0	5R
*Yr*16											
	Cappelle-Desperz (*Yr*3a, *Yr*4a)	0	0	0	0	0	0	tR	tR	20S	20R
*Yr*17											
	*Yr*17/6*Avocet "S"	30S	80S	40S	0	0	20S	tR	20MS	30MS	5MS
*Yr*18											
	Anza (*Yr*A)	40S	0	60S	70S	0	10S	5MS	50MS	30S	40MS

Archive of SID

Table 1. Continued

ادامه جدول ۱ -

Yr gene	رقم یا رگه Variety or line	Location مناطق									
		نیشابور Neishabour	طرق Torogh	جلگه‌رخ Jolgeh Rokh	کلاله Kalaleh	آق‌قلا Agh Ghala	گرگان Gorgan	اولتان Ultan	جعفرآباد Jafar Abad	آلارق Alarogh	فراخیل Gharakhil
	Jupateco "73R"	20S	0	60S	50S	5R	5MS	30MR	30MR	30S	40MSS
	Jupateco "73S"	50S	60S	60S	100S	15S	40S	80S	100S	20S	100S
Yr24											
	Merring+*Yr*24	0	40R	40MS	5R	0	0	20MR	30MR	0	20R
	Meering	20S	20S	70S	80S	5S	30S	15MR	30MR	30S	60S
Yr25											
	TP981	20S	80R	80S	100S	10MS	20MS	40MS	40MS	50MS	70S
	TPP1295	70S	80S	60S	100S	20S	80S	50S	100S	40S	100S
Yr27											
	*Yr*SK/6*Avocet "S"	-	25S	-	-	-	0	20MR	-	-	-
*Yr*A											
	Avocet "R"	90S	70S	80S	100S	80S	60S	100S	100S	70S	100S
	Avocet "S"	80S	80S	90S	100S	20S	100S	100S	100S	80S	100S
*Yr*SD											
	Strubs Dickkopf	0	0	0	0	0	0	0	tR	0	0
*Yr*Su											
	Suwon 92/Omar	0	0	0	60S	0	0	5MR	50S	70S	0
*Yr*CV											
	Carstens V(*Yr*CVI-3)	0	0	0	0	0	0	tR	tR	tR	0
*Yr*SP											
	Spalding Prolific	0	0	0	0	0	0	tR	0	tR	0
	*Yr*SP/6*Avocet "S"	-	0	-	-	-	0	tR	-	-	-
*Yr*A1											
*Yr*A2	Nugaines (*Yr*A1, *Yr*A2)	70MS	60S	60MS	0	0	50S	20MR	50MS	10MS	20R
*Yr*A3											
*Yr*A4	Luke (*Yr*A3, *Yr*A4)	0	0	0	10R	0	0	5MR	30MR	10S	5R
	Cook (APR)	0	0	20S	40MS	0	0	5MR	20MR	20S	5MR
	Janz	0	10S	40S	60S	0	0	5MR	20MR	30S	20MR
	Blade	80S	70S	50S	80S	0	20S	40MR	40MR	50S	30MS
	Hybrid de Bersee	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	10R

Archive of SID

www.SID.ir

www.SID.ir

ادامه جدول ۱ -

Table 1. Continued

Yr gene	رقم یا رگه Variety or line	Location مناطق									
		نیشابور Neishabour	طرق Torogh	جلگه‌رخ Jolgeh Rokh	کلاله Kalaleh	آق‌قلا Agh Ghala	گرگان Gorgan	اولتان Ultan	جعفرآباد Jafar Abad	آلارق Alarogh	قراخیل Gharakhil
	Holdfast	0	0	30S	0	0	0	tR	10MR	50S	5R
	Elit Lepeuple	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	0
	Atou	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	0
	Champlein	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	tR
	Flanders	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	tR
	Little Joss	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	5R
	Stark II	0	0	20MR	0	0	0	tR	tR	0	tR
	Aristocrat	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	5R
	Andante	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	0
	Charger	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	5R
	Beaver	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	5R
	Hunter	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	5R
	Merica	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	0
	Norman	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	10R
	Morocco(Susceptible check)	100S	100S	90S	100S	40S	40S	100S	100S	50S	100S

Archive of SID

Archive of SID

جدول ۲ ـ طیف پرآزاری جدایه‌های زنگ زرد در استان‌های شمال، شمال غرب و شمال شرق ایران

Table 2. Virulance spectrum of yellow rust isolates in North, North Esat and North Western provinces of Iran

Isolate code	Area of origin	Yr- virulence genes/ Yr- virulence factors
A	Neishabour	1[1], 2, (3)[2], (6), 7, 9, 17, 18, 22, 23, 25, A
B	Torogh	1, 2, 6, 7, 9, 11[3], 12, 17, 22, 23, 25, 27[4], A
C	Jolgheh Rokh	1, 2, 6, 7, 8, 9, 17, 18, 22, 23, (24), 25, A
D	Kalaleh	2, 6, 7, 8, 9, 18, 22, 23, 25, A
E	Agh Ghala	(6), 7, 9, (25), A
F	Gorgan	6, 7, 9, (11), 12, 17, 22, 23, (25), A
G	Ultan	(2), 6, 7, (8), 9, (10), (11), 12, [17][5], (18), 22, 23, (24), 25, 27, A
H	Jafar Abad	(2), 6,7, (8), 9, (10), [17], (18), 22, 23, (24), (25), A, Su[6]
I	Alarogh	2, 6, 7, 8, 9, (10), (17), (18), (19), 22, 23, 25, A, Su
J	Gharakhil	2, 6, 7, 9, (17), (18), 22, 23, 25, A

توضیحات مربوط به اندیس‌های درج شده در متن جدول:

۱: شماره‌های مربوط به ژن‌های مقاومت به زنگ زرد گندم (*Yr*)

۲: در تمام مواردی که عدد مربوط به ژن در داخل پرانتز، ()، قرار گرفته است منظور عکس‌العمل نیمه حساس (MS) و یا نیمه مقاوم (MR) می‌باشد.

۳: اعداد 11، 12، 13، 14 و 18 مربوط به ژن‌های مقاومت در مرحله گیاه کامل (Adult-plant resistance genes) و بقیه اعداد مربوط به ژن‌های مقاومت در مرحله گیاهچه‌ای (Seedling resistance genes) می‌باشند.

۴: مربوط به ژن مقاومت *Yr*SK معرفی شده برای رقم Selkirk است. این ژن فقط در مناطق طرق، گرگان و اولتان به ترتیب از استان‌های خراسان، گلستان و اردبیل به کار گرفته شده است.

۵: در این پژوهش ۲ منبع برای *Yr*17 به کار رفته است که عبارتند از Trident(=Spear*4/VPM1) و رگه تک‌ژنی "S" Yr17/6&Avocet در مواردی که آلودگی این دو با هم متفاوت بودند از علامت براکت[ ] استفاده گردید است.

۶: Su در مورد پرآزاری برای فاکتور مقاومت موجود در رقم Suwon 92/Omar، که از ارقام استاندارد زنگ زرد می‌باشد، به کار رفته است.

است (مردوخی و ترابی، ۱۳۷۷). پرآزاری برای‌این ژن در کشور در مراحل گیاهچه‌ای و گیاه کامل در سال‌های گذشته به فراوانی مشاهده شده است (ترابی و همکاران، ۷۸ـ۱۳۷۴ گزارش‌های منتشر نشده؛ مردوخی و ترابی، ۱۳۷۷). معهذا با توجّه به حساس بودن رقم Kalayansona در اکثر نقاط کشور ناپرآزاری برای این ژن در مناطق گرگان و آق‌قلا دور از انتظار می‌باشد. با توجّه به اینکه در مقیاس جهانی نیز ژن *Yr*2 به عنوان ژن مقاومت غیر مؤثر (Ineffective resistance gene) گزارش شده است (McIntosh *et al.*, 1995)، حتی در صورت تأیید ناپرآزاری برای این ژن و اطمینان از مؤثر بودن مقاومت این ژن در این مناطق نمی‌توان آنرا به عنوان منبع مقاومت منفرد مورد اطمینان برای استفاده در برنامه به‌نژادی کشور معرفی نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- طیف ناپرآزاری جدایه‌های زنگ زرد در استان‌های شمال، شمال غرب و شمال شرق ایران

Table 3. Avirulance specturm of yellow rust isolates in North, North East and North Western provinces of Iran

Isolate code	Area of origin	Yr- virulence genes/ Yr- virulence factors
A	Neishabour	4, 5, 8, 10, 13, 14, 15, 16, 19, 24, SD, Su, CV, SP
B	Torogh	3, 4, 5, 8, 10, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 24, SD, Su, CV, SP
C	Jolgheh Rokh	3, 4, 5, 10, 13, 14, 15, 16, 19, SD, Su, CV, SP
D	Kalaleh	1, 3, 4, 5, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 24, SD, CV, SP
E	Agh Ghala	1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 24, SD, Su, CV, SP
F	Gorgan	1, 2, 3, 4, 5, 8, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 24, 27, SD, Su, CV, SP
G	Ultan	1, 3, 4, 5, 13, 14, 15, 16, 19, SD, Su, CV, SP
H	Jafar Abad	1, 3, 4, 5, 13, 14, 15, 16, 19, SD, CV, SP
I	Alarogh	1, 3, 4, 5, 13, 14, 15, 16, 24, DC, CV, SP
J	Gharakhil	1, 3, 4, 5, 8, 10, 13, 14, 15, 16, 19, 24, SD, Su, CV, SP

Yr3

به استثناء منطقه نیشابور در سایر مناطق برای ژن *Yr*3 پرآزاری مشاهده نگردید. در مطالعات گلخانه‌ای انجام شده طی سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۸ در زمینه تعیین نژاد زنگ زرد برای این ژن‌پرآزاری مشاهده نشده است (ترابی و نظری، ۷۸-۱۳۷۳ گزارش‌های منتشر نشده).

Yr4

برای تعیین پرآزاری برای ژن *Yr*4 از رقم Hybrid 46 که علاوه بر این ژن دارای ژن‌های *Yr*3b، *Yr*4b و *Yr*H46 نیز می‌باشد استفاده گردید این رقم در همه مناطق مورد بررسی در این پژوهش مقاوم بود و لذا پرآزاری برای این ژن و یا برای سایر ژن‌های موجود در رقم Hybrid 46 مشاهده نگردید. مردوخی و ترابی (۱۳۷۷) نیز برای این ژن پرآزاری گزارش نکرده‌اند و در مطالعات گلخانه‌ای نیز برای این ژن پرآزاری مشاهده نشده است. احتمال دیگری که نباید از نظر دور داشت این است که حداقل غیربیماری‌زایی برای هر یک از این ژن‌ها به تنهایی می‌تواند منجر به عکس‌العمل مقاومت این رقم شود. با توجّه به اینکه ژن *Yr*H46 جدیداً برای رقم Hybrid 46 گزارش شده است (Chen *et al.*, 1998)، در گزارش‌هائی که قبلاً ناپرآزاری روی این رقم به عنوان ناپرآزاری برای *Yr*4 به تنهائی دانسته شده است، بایستی مورد تجدید نظر قرار گیرند. همانگونه که اشاره شد ناپرآزاری برای هر یک از

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ـ مشخصات ارقام قدیمی، ارقام جدید و رگه‌های پیشرفته گندم

Table 4. Name, pedigree and origin of old and new cultivars, and advanced lines of wheat

Name	Pedigree	Origin
Old Cultivars(1)		
Omid	Selected from local land races	Saveh
Roshan	Selected from local land races	Isfahan
BC Roshan S	RSH*2/10120	Karaj
BC Roshan W	HYS//DRC*2/7C/3/2*RSH	Karaj
Khazar-1	P4160//SN64/LR64	CIMMYT
Chenab	Selected from local land races	Pakistan
Maroon	AVD/PCHU/5/N10/BRV21.1C//KT54B/3/NAR59/1093/4/7C	Karaj-Ghachsaran
Hirmand	BAYAT/5/JAS//CRFN/CNO/3/SARIC70/4/GUP'S'	Karaj-Zaboi
Ghods	RSH/5/WT/4/NOR10/K54*2//FN/3/PTR/6/OMID//KAL/BB	Karaj
Falat	KVZ/BUHO//KAL/BB	CIMMYT
Bezostaya	---	USSR
New Cultivars(2)		
Tajan	BOW"S"/NKT"S"	CIMMYT
Mahdavi	TI/PCH/5/MT48/3/WTE*3/NAR59/TOTA63/4/MUS	Karaj
Alamout	KVZ/T171/3/MAYA"S"//BB/INIA/4/KARAJ 2/5/ANZA/3/PI/NAR//HYS	Karaj
Zarrin	PK 14841	
Alvand	1-27-6275- X CF 1770	Karaj-Hamadan
Niknejad	F13471/CROW"S"	CIMMYT-ICARDA
Darab-2	MAYA "S"//NAC	CIMMYT
Atrak	JUP/BJY "S"// URES	CIMMYT
Shiroodi	ATILA 4Y	CIMMYT
Kavir	CROSS SORKH TOKHM	Iran
Chamran	ATILA 50Y	CIMMYT
MV 17	Salvia x MV TF/TF4431	Martovasar
Advanced lines		
C-73-5	SPN//MOD//CAMA/3/NZR	-
C-73-20	1-67-76	-
C-75-5	OWL 85256*-30H-*O-*EOH	-
M-73-4	HD 2172/BLOUDAN//AZADI	-
M-73-19	SANNINE/ACCIAIC//ANA/3/PEWEE"S"	-
M-75-4	BLOUDAN/3/BB/7C*2//Y50E/KAL*3	-
M-75-7	ALVAND//ALDAN"S"/IAS58, 40-72-48	-
M-75-10	GV/D630//ALD"S"/3/AZD	-
M-75-19	PFAU/SERI//BOW "S"	-
N-7-5	YANG 87-158	-
N-75-11	SIREN	-
N-75-15	NA160/HN7//SY	-
N-75-16	SHANGHI 7//HAHN "S"*2/PR1 "S"	-
S-75-15	JUP//BJY//KAUZ	-
S-75-20	KAUZ*2/OPATA//KAUZ	-

(1) Cultivars releasead before yellow rust epidemic of 1993.
(2) Cultivars released after yellow rust epidemic of 1993.

www.SID.ir

Archive of SID

ژن‌های موجود در این رقم می‌تواند منجر به ناسازگاری (Incompatibility) و بروز مقاومت گردد، لذا اثبات پرآزاری برای *Yr4* به تنهایی، نیاز به استفاده از رگه تک‌ژنی *Yr4* دارد که تا به حال تهیه نشده است.

Yr5

با توجه به عکس‌العمل هر دو منبع ژن (*Triticum spelta* var. *album*) و "Avocet "S"*Yr5/6)، در هیچ یک از مناطق برای ژن *Yr5* پرآزاری دیده نشد. مردوخی و ترابی (۱۳۷۷) عکس‌العمل 15S را در سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ به ترتیب برای مناطق شیراز و مغان گزارش نموده‌اند. علیرغم این گزارش‌ها در هیچ یک از نژادهای تعیین شده در شرایط گلخانه‌ای برای این ژن پرآزاری مشاهده نگردیده است (ترابی و نظری، اطلاعات منتشر نشده). این موضوع می‌تواند در اثر اختلاط بذر در پژوهش نامبردگان اتفاق افتاده باشد. به هر حال این احتمال بسیار ضعیف که نژادی با پرآزاری برای این ژن و در فراوانی بسیار کم در آن مناطق وجود داشته است، علیرغم اینکه در هیچ یک از جدایه‌های جمع‌آوری شده در طی سال‌ها و از این مناطق تأیید نشده است، را نمی‌بایستی از نظر دور داشت.

Yr6

ژن *Yr6* به صورت منفرد که در رگه تک‌ژنی "Avocet "S"*Yr6/6 وجود داشت در مناطق طرق، گرگان و اولتان مورد بررسی قرار گرفت. در این سه منطقه برای این ژن پرآزاری مشاهده گردید. علاوه بر این رگه، ارقام Heines Kolben، Heinos Peko و Oxely نیز دارای ژن *Yr6* می‌باشند و ارقام Heinos Kolben و Heinos Peko علاوه بر ژن *Yr6* دارای ژن *Yr2* نیز هستند. ولینگز و مک‌اینتاش (Wellings and McIntosh, 1998) در رقم Oxely وجود ۳ تا ۵ ژن با اثر افزایشی را احتمال داده‌اند که یکی از این ژن‌ها را *Yr18* که از ژن‌های مقاومت در مرحله گیاه کامل است فرض نموده‌اند. کالونک و همکاران (Calonnec *et al.*, 1997a) برای ارقام H. Peko، Strubs Dickkopf و Heines VII یک ژن اصلی مشترک دیگر گزارش نموده‌اند. با توجّه به این گزارش‌ها، تفسیر وضعیت پرآزاری برای *Yr2* و *Yr6* بر اساس عکس‌العمل رقم H. Kolben امکان پذیر نبوده و فرضیه‌های قبلی مبنی بر ناپرآزاری *Yr6* که منحصراً بر اساس عکس‌العمل مقاومت رقم H. Peko صورت گرفته است بایستی مورد تجدید نظر قرار گیرد.

Yr7*، *Yr22* و *Yr23

ژن *Yr7* به صورت منفرد در رگه تک‌ژنی "Avocet "S"*Yr7/6 وجود دارد که در همه مناطق مورد بررسی برای آن پرآزاری دیده شد. این ژن به همراه ژن‌های *Yr22* و *Yr23* در رقم Lee (Chen *et al.*, 1995a) از ارقام متمایز کننده نژادهای زنگ زرد وجود دارد که این رقم نیز در همه مناطق حساس بود. رقم Reichersberg 42 علاوه بر ژن *Yr7* دارای ژن یا ژن‌های اضافی دیگری نیز می‌باشد (Calonnec *et al.*, 1997a)، لذا با توجّه به اینکه در همه مناطق برای ژن *Yr7*

www.SID.ir

جدول ۵ ـ عکس العمل ارقام و رگه‌های پیشرفته گندم نسبت به جدایه‌های زنگ زرد در شرایط مزرعه‌ای

Table 5. Field reactions of wheat cultivars and advanced lines to different isolates of yellow rust

نام رقم یا کد رگه پیشرفته Name or line code	Isolate with relevant *Yr*-virulence genes									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	1	1	1							
	2	2	2	2			(2)	(2)	2	2
	(3)									
	(6)	6	6	6	(6)	6	6	6	6	6
	7	7	7	7	7	7	7	7*	7	7
			8	8			(8)	(8)	8	
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
							(10)	(10)	(10)	
		11				(11)	(11)			
		12				12	12			
	17	17	17			17	[17]	[17]	(17)	(17)
	18		18	18			(18)	(18)	(18)	(18)
									(19)	
	22	22	22	22		22	22	22	22	22
	23	23	23	23		23	23	24	23	23
			(24)				(24)	(24)		
	25	25	25	25	(25)	(25)	(25)	(25)	25	25
	-	27	-	-	-	-	27	-	-	-
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
								Su	Su	
Old Cultivars										
Omid	90S	80S	70S	705	0	90S	70S	90S	40S	100S
Roshan	90S	100S	60S	100S	60S	90S	90S	100S	80S	100S
BC Roshan S	50S	30S	40S	100S	30S	20S	80S	60MS	30S	100S
BC Roshan W	90S	80S	80S	100S	40S	70S	40MS	30MS	50S	100S
Khazar-1	70S	40S	70S	90S	0	0	50MS	60MS	30MS	5MSS
Chenab	60S	70S	60S	100S	60S	70S	100S	80S	60S	50MS
Maroon	90S	80S	60S	100S	50S	50S	90S	80S	30S	80S
Hirmand	0	20R	20S	30S	0	20S	30MR	30MR	30S	5MR

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Table 5. Continued

ادامه جدول ۵-

نام رقم یا کد رگه پیشرفته Name or line code	Isolate with relevant *Yr*-virulence genes									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	1	1	1							
	2	2	2	2			(2)	(2)	2	2
	(3)									
	(6)	6	6	6	(6)	6	6	6	6	6
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
			8	8			(8)	(8)	8	
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
							(10)	(10)	(10)	
		11				(11)	(11)			
		12				12	12			
	17	17	17			17	[17]	[17]	(17)	(17)
	18		18	18			(18)	(18)	(18)	(18)
									(19)	
	22	22	22	22		22	22	22	22	22
	23	23	23	23		23	23	24	23	23
			(24)				(24)	(24)		
	25	25	25	25	(25)	(25)	(25)	(25)	25	25
	-	27	-	-	-	-	27	-	-	-
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
								Su	Su	
Ghods	100S	100S	70S	100S	40S	80S	100S	100S	60S	100S
Falat	60S	60S	40S	90S	20S	50S	50S	60S	70S	60MS
Bezostaya	10S	0	0	20MS	0	20S	tR	5MR	30S	10MR
New Cultivars										
Tajan	0	60S	0	0	0	0	tR	tR	tR	0
Mahdavi	70S	50S	30S	40S	40S	0	40MR	20MR	10MS	10MS
Alamout	0	90S	0	0	0	0	tR	tR	0	0
Zarrin	0	30S	0	0	0	0	tR	5MR	0	0
Alvand	60S	60S	50S	60S	0	50S	30MS	40MS	40S	5MR
Niknejad	0	0	0	0-40S	20MS	0	tR	tR	0	0
Darab-2	40S	0	0	0	0	0	10MR	tR	0	0

Archive of SID

Table 5. Continued

ادامه جدول ۵-

نام رقم یا کد رگه پیشرفته Name or line code	Isolate with relevant *Yr*-virulence genes									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	1	1	1							
	2	2	2	2			(2)	(2)	2	2
	(3)									
	(6)	6	6	6	(6)	6	6	6	6	6
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
			8	8			(8)	(8)	8	
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
							(10)	(10)	(10)	
		11				(11)	(11)			
		12				12	12			
	17	17	17			17	[17]	[17]	(17)	(17)
	18		18	18			(18)	(18)	(18)	(18)
									(19)	
	22	22	22	22		22	22	22	22	22
	23	23	23	23		23	23	24	23	23
			(24)				(24)	(24)		
	25	25	25	25	(25)	(25)	(25)	(25)	25	25
	-	27	-	-	-	-	27	-	-	-
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
								Su	Su	
Atrak	0	0	0	0-30MS	0	0	10MR	5MR	0	0
Shiroodi	0	0	0	0	0	0	tR	tMR	0	0
Kavir	80S	0	40S	70S	0	30S	10MR	30MR	30MR	tMR
Chamran	40S	0	30S	0	0	0	30MR	20MS	20MS	0
MV17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Advanced lines										
C-73-5	0	0	0	10R	0	0	tR	5MR	30S	0
C-73-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-75-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M-73-4	0	0	0	5MR	0	0	tR	5MR	0-30S	5R
M-73-19	0	0	0	20MS	0	0	tR	tR	0	0

Archive of SID

www.SID.ir

www.SID.ir

Table 5. Continued

ادامه جدول ۵-

نام رقم یا کد رگه پیشرفته Name or line code	Isolate with relevant *Yr*-virulence genes									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	1	1	1							
	2	2	2	2			(2)	(2)	2	2
	(3)									
	(6)	6	6	6	(6)	6	6	6	6	6
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
			8	8			(8)	(8)	8	
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
							(10)	(10)	(10)	
		11				(11)	(11)			
		12				12	12			
	17	17	17			17	[17]	[17]	(17)	(17)
	18		18	18			(18)	(18)	(18)	(18)
									(19)	
	22	22	22	22		22	22	22	22	22
	23	23	23	23		23	23	24	23	23
			(24)				(24)	(24)		
	25	25	25	25	(25)	(25)	(25)	(25)	25	25
	-	27	-	-	-	-	27	-	-	-
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
								Su	Su	
M-75-4	0	0	0	10MS	0	0	tR	5MR	0-10MS	tR
M-75-7	0	0	0	0	0	0	tR	tR	0	5R
M-75-10	0	0	10S	0	0	0	tR	tR	10MR	0
M-75-19	0	0	0	50S	0	0	tR	tR	20S	0
N-75-5	0	30S	0	60S	0	30S	tR	50MR	50S	80S
N-75-11	0	0	0	0	0	0	tR	tR	10MSS	5R
N-75-15	0	0	0	0	0	0	tR	10MR	30MS	0
N-75-16	0	0	0	5R	0	0	tR	10MR	20MS	0
S-75-15	0	0	0	5R	0	0	tR	tR	10MR	0
S-75-20	0	0	0	10MS	0	0	tR	tR	10S	0
Morocco(Check)	100S	100S	90S	100S	40S	40	100S	100S	50S	100S

Archive of SID

Archive of SID

پرآزاری دیده شده است، در مناطقی که این قـم (Reichersberg 42) مقاوم بوده است، مـقاومت مشاهده شده در اثر وجود ژن یا ژن‌هـای اضـافی موجود در این رقم می‌باشد. حساسیت رقـم Lee مؤید پرآزاری برای ژن‌هـای *Yr7*، *Yr22* و *Yr23* است. در کلیه مناطقی که برای این رقم حسـاسیت مشاهده گردیده است، پرآزاری برای هـر سـه ژن استنباط می‌گردد و مقاومت این رقم می‌تواند در اثر عـــمل نـــمودن بـــه یکـــی از ایـــن ژن‌هـــا، به صورت منفرد و یا در تـرکیب بـا یکـدیگر، بـه عنوان ژن مؤثر در حالت ناپرآزاری باشد. با توجّه به این توضیح در صورت مشاهده مـقاومت بـرای Lee نمی‌توان گفت کـه بـرای ژن *Yr7* پـرآزاری وجود ندارد. بـرای ایـن مـنظور و بـرای تـفکیک پـــرآزاری ایـــن ســـه ژن از رگـــه تک‌ژنـــی "S" Avocet*Yr7/6 اسـتفاده گـردیده است. بـه جهت اینکه در همه مناطق مورد بررسی برای هـر دو منبع ژنی حساسیت دیده شد، بنابراین برای هر سه ژن در همه مناطق مورد مطالعه پرآزاری وجود دارد. مقاومت رقم Reichersberg 42 را نمی‌توان به ناپرآزاری برای *Yr7* تفسیر کرد ولی حسـاسیت این رقم را می‌توان در اثر پرآزاری برای ژن *Yr7* و همچنین ژن یا ژن‌های نام‌گذاری نشده موجود در این رقم در نظر گرفت. رقم Reichersberg 42 در هـــمه مـــناطق مـــورد بـــررسی در ایـــن پـــژوهش مقاوم بوده است و ایـن در حـالی است کـه رقـم Lee و رگـــــه تک‌ژنـــی "S" Avocet*Yr7/6 حسـاس بـوده‌انـد کـه ایـن مـوضوع تأییـدی بـر نـــظریه کـــالونک و هـــمکاران (و ۱۹۹۷a) است.

Yr8 و Yr19

رقـم Compair دارای ژن‌هـای *Yr8* و *Yr19* است. ژن *Yr19* اخـیراً تـوسط چـن و هـمکاران (Chen *et al.*, 1995a) گـــزارش شـــده است. ایـــن رقـــم در هـــمه مـــناطق مـقاوم بـود و رگـه "S" Avocet*Yr8/6 کـــه ژن *Yr8* را بـه صـورت خالص دارد در مناطق جلگه رخ، کـلاله، اولتـان، جعفرآباد و آلاروق حساس بوده است. با توجّه به پرآزاری ژن *Yr8* و مقاومت رقم Compair در این مناطق، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که در این مناطق به طور مشخص مقاومت رقم Compair در اثر ژن *Yr19* می‌باشد و به بیانی دیگر در این مناطق برای ژن *Yr8* پـرآزاری و بـرای ژن *Yr19* نـاپرآزاری (Avirulence) وجـــود دارد. در ســـایر مـــناطق عکس‌العمل مقاومت رقم Compair نشان دهنده ناپرآزاری برای هر یک از ژن‌های *Yr8* و *Yr19* به تنهائی و یا با هم مـی‌باشد. در کـلیه مـواردی کـه تاکنون مقاومت و حساسیت رقم Compair مبنای پـــرآزاری و نـــاپرآزاری بـــرای ژن *Yr8* در نـظر گرفته شده است بـایستی بـا تـوجّه بـه وجـود ژن *Yr19* در ایـن رقـم مـورد بـازنگری قـرار گـیرند. ایـــن مـــوضوع نـــه تـــنها در مـــورد مـطالب عـنوان شده توسط مردوخی‌و تـــرابی (۱۳۷۷) و ترابی و همکاران (Torabi *et al.*, 1995) صـادق است بـــلکه در مـــقیاس بـــین‌المـــللی نـــیز بـایستی در ایـــن زمـــینه تـــجدید نـــظر کـــلی انـــجام شـــود. خـــصوصاً بـــه‌نژادگـــران بـــایستی بـــا تـــوجّه بـــه ایـــن مـــطلب بـــرنامه‌های اصـــلاحی خـــود را در زمـــینه مـــؤثر بـــودن ژن *Yr8* طـــراحـــی نمایند.

www.SID.ir

Archive of SID

Yr9

برای تعیین پرآزاری برای ژن *Yr9* از رقم Clement از ارقام استاندارد جهانی زنگ زرد و رگه‌های تک‌ژنی Federation*4\Kavkaz و *Yr9*/6*Avocet "S" استفاده گردید. رقم Clement علاوه بر ژن *Yr9* دارای ژن‌های *Yr2* (Johnson, 1992) و *Yr*Cle (Chen *et al.*, 1995a,b) می‌باشد. کالونک و همکاران (Calonnec *et al.*, 1997a,b) وجود یک ژن اضافی را با وضعیت آللیک در ارقام Clement، Reichersberg 42، H. Peko و Heines VII گزارش نموده‌اند، لذا در مواردی که ژن‌های *Yr2*، *Yr7* و *Yr9* به تنهائی پرآزاری دیده شده است (با استفاده از رگه‌های تک‌ژنی) مقاومت رقم Clement بایستی در اثر بروز ناپرآزاری برای این آلل مشترک بوده باشد. با توجّه به اینکه برای ژن *Yr2*، به استثناء مناطق آق‌قلا و گرگان از استان گلستان، در سایر مناطق پرآزاری مشاهده گردیده است، و از طرفی عکس‌العمل حساسیت رگه‌های Fed.*4/Kavkaz و *Yr9*/6*Avocet "S" نشان‌دهنده وجود پرآزاری برای *Yr9* در همه مناطق مورد بررسی است، چنین استنباط می‌گردد که مقاومت رقم Cclement در اثر ژن *Yr*Cle و یا احیاناً ژن یا ژن‌های ناشناخته دیگری است.

Yr10 و *Yr*Mor

منابع مورد استفاده برای تعیین پرآزاری ژن *Yr10* در این پژوهش رقم Moro از ارقام استاندارد جهانی، رگه *Yr10*/6*Avocet "S" و رقم Angas بوده‌اند. رقم Moro علاوه بر ژن *Yr10* (Macer, 1975) دارای ژن *Yr*Mor (Chen *et al.*, 1995b) است. مقایسه عکس‌العمل رگه تک‌ژنی *Yr10*/6*Avocet "S" و رقم Moro نشان می‌دهد که به استثناء مناطق اولتان، جعفرآباد و آلاروق از استان اردبیل که برای رگه و رقم مذکور عکس‌العمل نیمه مقاوم (Moderately resistance) دیده شده است، عکس‌العمل مقاومت در سایر مناطق، نشان‌دهنده این است که در این مناطقی برای ژن *Yr10* و همچنین برای ژن *Yr*Mor موجود در رقم Moro پرآزاری وجود ندارد. رقم Angas در منطقه جلگه‌رخ دارای عکس‌العمل 50S بود که با توجّه به وجود ژن *Yr10* در این رقم بایستی برای ژن *Yr10* در این منطقه پرآزاری وجود داشته باشد، که این موضوع توسط رگه تک‌ژنی *Yr10*/6*Avocet "S" تأیید نگردید. با توجّه به اینکه از نظر خلوص ژنتیکی برای این ژن رگه تک‌ژنی *Yr10* مورد اطمینان بیشتری است وضعیت رگه تک‌ژنی *Yr10* برای تعیین پرآزاری برای ژن *Yr10* مد نظر قرار گرفت و با تکیه بر این رگه چنین استنباط گردید که برای ژن *Yr10* به استثناء مناطق سه‌گانه از استان اردبیل، که عکس‌العمل نیمه‌مقاوم برای *Yr10* یادداشت‌برداری شده است، در سایر مناطق پرآزاری وجود ندارد.

Yr11

رگه تک‌ژنی *Yr11*/6*Avocet "S" که دارای ژن *Yr11* است فقط در مناطق طرق، گرگان و اولتان مورد ارزیابی قرار گرفت و در مناطق طرق و گرگان

www.SID.ir

Archive of SID

برای این ژن پرآزاری دیده شد.

Yr12

رگه تک‌ژنی "Avocet "S"*Yr12/6 که به صورت منفرد دارای *Yr12* است در مناطق طرق، گرگان و اولتان بررسی گردید و در هر سه منطقه مذکور برای آن پرآزاری مشاهده شد. این ژن به همراه آلل‌های *Yr3a* و *Yr4a* در رقم Nord Desprez که از ارقام استاندارد زنگ زرد است وجود دارد. این رقم در همه مناطق اجرای این پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفت و در همه مناطق مورد بررسی مقاوم بود که مؤید ناپرآزاری برای آلل‌های *Yr3a* و *Yr4a* به تنهائی و یا با هم است. این موضوع از عکس‌العمل مقاومت رقم Hybrid 46 نیز استنباط می‌گردد.

Yr13

منابع ژنی *Yr13* (ارقام Yoman و Maris Huntsuman) به استثناء منطقه آلاروق (به‌ترتیب با عکس‌العمل 30S و 10MS) در سایر مناطق مقاوم و در نتیجه برای این ژن در منطقه آلاروق پرآزاری و در سایر مناطق ناپرآزاری تعیین گردید.

Yr14

ارقام Bouquet و Galahad در این پژوهش به عنوان منابع ژنی *Yr14* استفاده شدند. با توجّه به عکس‌العمل مقاومت آن‌ها، در هیچ یک از مناطق مورد بررسی برای این ژن پرآزاری دیده نشد.

ژن‌های *Yr11*، *Yr12*، *Yr13*، *Yr14* و *Yr16* از ژن‌های اختصاصی مقاومت در مرحله گیاه کامل (adult-plant resistance genes) Race-specific) هستند و در این بررسی برای نخستین بار وضعیت پرآزاری آن‌ها در کشور مورد بررسی قرار گرفته است.

Yr15

برای ژن *Yr15* که از ژن‌های مقاومت گیاهچه‌ای است و در رگه تک‌ژنی "Avocet "S"*Yr15/6 وجود دارد در هیچ یک از مناطق مورد مطالعه پرآزاری مشاهده نشد. این ژن برای نخستین‌بار در سطح کشور مورد بررسی قرار گرفته است.

Yr16

ورلاند و لا (Worland and Law, 1986) آلودگی‌های ۲/۵٪ و ۱۳/۵٪ را به ترتیب برای رقم Cappelle Desprez و لاینی از همین رقم که به وسیله کروموزوم جایگزین شده 2D و Mara تولید شده بود گزارش نموده‌اند. نامبردگان این موضوع را در ارتباط با وجود ژن *Yr16* در رقم Cappelle Desprez دانسته‌اند. ژن مذکور از ژن‌های مقاومت در مرحله گیاه کامل است که علاوه بر این رقم، در رقم Bersee نیز وجود دارد (Worland *et al.*, 1988) با تکیه بر این مطلب و با توجّه به مقاوم بودن رقم Cappelle Desprez در مناطق مورد بررسی می‌توان چنین احتمال داد که مقاومت این رقم در اثر ناپرآزاری برای ژن *Yr16* بوده باشد، هر چند که امکان ناپرآزاری برای سایر ژن‌های موجود در این رقم می‌تواند منجر به بروز

www.SID.ir

Archive of SID

مقاومت این رقم گردیده باشد. تهیه و استفاده از رگه‌های تک‌ژنی برای ژن‌های موجود در این رقم می‌تواند به روشن شدن این موضوع کمک نماید.

Yr17

برای بررسی عکس‌العمل ژن *Yr17* از منبع ژنی "S" Avocet*Yr17/6 استفاده شد و از اطلاعات مربوط به این رگه در تعیین پرآزاری برای *Yr17* استفاده گردید. رگه مذکور به استثناء مناطق کلاله، آق‌قلا و اولتان در سایر مناطق حساس بود و بنابراین در این مناطق برای ژن *Yr17* پرآزاری، و در مناطق کلاله، آق‌قلا و اولتان ناپرآزاری گزارش می‌گردد. این ژن برای نخستین بار در سطح کشور مورد بررسی قرار گرفته است.

Yr18

ژن *Yr18* از ژن‌های مقاومت در مرحله گیاه کامل است که دو منبع ژنی Anza و Jupateco 73R برای تعیین عکس‌العمل برای آن در مناطق مورد بررسی استفاده گردید. رقم Anza علاوه بر ژن *Yr18*، به صورت ناخالص (Heterogenous) دارای ژن *YrA* که از ژن‌های مقاومت گیاهچه‌ای است، می‌باشد. با توجّه به عکس‌العمل حساسیت منابع ژنی به کار رفته برای ژن *Yr18*، به استثناء مناطق طرق و آق‌قلا، در سایر مناطق پرآزاری دیده شد. مردوخی و ترابی (۱۳۷۷) در مناطق ساری، شیراز، مغان و گرگان آلودگی‌های 15S تا 60S را طی سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۵ گزارش کرده‌اند. این گزارش بر اساس عکس‌العمل رقم Anza صورت گرفته است. در مناطقی که سازگاری برای *YrA* وجود داشته باشد، آلودگی رقم Anza با تیپ حساسیت و با شدت آلودگی بالائی ظاهر می‌شود که در مقایسه با حالت ناسازگاری برای *YrA* علیرغم بروز عکس‌العمل حساسیت (S) یا نیمه حساسیت (MS)، شدت آلودگی پائین‌تری مشاهده خواهد شد (نظری، مشاهدات شخصی)، لذاً به طور حتم نمی‌توان حساسیت گزارش شده برای *Yr18* را در گزارش مردوخی و ترابی (۱۳۷۷)، که صرفاً بر اساس عکس‌العمل رقم Anza صورت گرفته است، به پرآزاری برای *Yr18* منتسب کرد. مقدار زیادی از بالا بودن شدت آلودگی در این رقم مربوط به مواردی است که برای *YrA* پرآزاری وجود داشته باشد. ژن *Yr18* به عنوان یکی از ژن‌های مقاومت در مرحله گیاه کامل و ارقام حامل آن را با مقاومت پایدار معرفی نموده‌اند که در سطح وسیعی در ژرم‌پلاسم‌های سیمیت استفاده گردیده است (Singh, 1992a). جانسون (Johnson, 1993) آلودگی 80S را برای رقم Anza در کشور اتیوپی گزارش کرده است. همچنین سینگ (Singh, 1992b) از ارقام دارای ژن *Yr18* در بعضی از مناطق اکوادور و کنیا به عنوان ارقام با مقاومت ناکافی نام برده است. پایدار بودن این ژن در بسیاری از مناطق کشت گندم مورد شک و تردید قرار گرفته است. اگر چه با توجّه به عکس‌العمل‌های مشاهده شده از وضعیت ژن *Yr18* نمی‌توان به صراحت ابراز داشت که این ژن پایدار و یا ناپایدار است ولی با توجّه به همین مشاهدات حالت اختصاصی بودن نسبت به نژاد (Race-specific) این ژن کاملاً مشهود می‌باشد. این حالت اختصاصی بودن نسبت به نژاد را

www.SID.ir

Archive of SID

جانسون (Johanson, 1993) با مقاومت عمودی (Vertical resistance) توصیف شده توسط وانـدرپلانک (Vanderplant, 1963) یکسان دانسته و به دلیل ماهیت ژنتیکی روشن‌تر با وجود اختصاصی بودن مقاومت با نژاد یا نژادهائی از یک عامل بیماری‌زا مورد تأکید قرار داده است. آنچه که تقریباً جانسون به عنوان مطرح‌کننده مقاومت پایدار در بیشتر مقالات خود به آن اشاره می‌کند و به عنوان شاخص تمایز مقاومت پایدار و ناپایدار و یا حداقل یکی از عوامل تعیین حدود این دو نوع مقاومت از آن نام برده است، تعیین اختصاصی بودن مقاومت نسبت به نژاد یا نژادهائی از یک عامل بیماری‌زا (Lupton and Johnson, 1970; Johnson, 1979, 1981, 1983, 1993). در اکثر موارد از این نوع مقاومت‌ها (انواع مقاومت اختصاصی نسبت به نژاد مانند مقاومت‌هائی با علائم فوق حساسیت، مقاومت در اثر ژن‌های با اثرات اصلی، مقاومت‌هائی در اثر ژن‌های مقاومت گیاهچه‌ای، مقاومت عمودی و غیره) به عنوان مقاومت‌های ناپایدار نام برده شده است.

Yr24

برای ژن *Yr24* رگه Meering+*Yr24* استفاده گردید. علیرغم این که عکس‌العمل مورد انتظار برای حالت پرآزاری برای ژن‌های Rece-specific حساسیت است، رگه مذکور در مناطق جلگه‌رخ، اولتان و جعفرآباد به ترتیب عکس‌العمل 40MS، 20MR و 30MR نشان داد که با این وجود به صورت قطعی نمی‌توان برای این ژن وضعیت پرآزاری مشخص کرد و برای تعیین پرآزاری برای این ژن نیاز است که از رگه تک‌ژنی با والدگیرنده Avocet "S" استفاده گردد. تجارب چند سال گذشته نشان داده است که رگه‌های دارای والد گیرنده این رقم (Avocet "S") در مقایسه با سایر ارقام حساس بدون ژن مقاومت، عکس‌العمل قاطع‌تری را در حالت سازگاری نشان می‌دهند این موضوع مؤید تأثیر ریخته ژنتیکی والدگیرنده بر تظاهر عمل ژن مقاومت در شرایط محیطی متفاوت است.

Yr25

دو رگه TP981 و TP1295 را به عنوان منابع ژنی *Yr25* گزارش نموده‌اند (Calonnec and Johnson, manuscript) این دو رگه دارای عکس‌العمل مختلفی در مناطق اجرای این پژوهش بودند. رگه TP1295 در همه مناطق حساس بود. با این وجود اگر عکس‌العمل این لاین را برای تعیین پرآزاری برای ژن *Yr25* مد نظر قرار دهیم، عکس‌العمل مشاهده شده نشان دهنده پرآزاری برای *Yr25* در همه مناطق مورد مطالعه می‌باشد. علیهذا تفاوت عکس‌العمل این دو لاین می‌تواند نشان‌دهنده وجود ژن یا ژن‌های متفاوتی در این دو لاین بوده باشد. این ژن نیز برای نخستین بار در شرایط کشور مورد ارزیابی قرار گرفته است.

YrA

برای تعیین پرآزاری برای ژن *YrA* از رگه تک‌ژنی Avocet "R" استفاده شده است و نتایج به دست آمده نشان داد که در همه مناطق مورد بررسی برای این ژن پرآزاری وجود دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

عکس‌العمل حساسیت رقم Anza در مناطقی که برای ژن *Yr*18 پرآزاری وجود دارد نیز این موضوع را تأیید می‌کند.

ژن‌های *Yr*SD، *Yr*Su، *Yr*CV و *Yr*Sp به ترتیب در ارقام Strubs Dickkopf، Suwon 92\Omar، Carstens V و Prolific Spalding، که همگی از ارقام استاندارد زنگ زرد هستند، وجود دارند. نتایج به دست آمده نشان داد که به استثناء مناطق کلاله، جعفرآباد و آلاروق که در آن‌ها برای *Yr*Su پرآزاری دیده شد، در سایر مناطق برای هیچ یک از این ژن‌ها پرآزاری وجود ندارد. جدیداً برای رقم Carstens V سه ژن *Yr*CV1، *Yr*CV2 و *Yr*CV3 گزارش شده است (Chen *et al.*, 1998). لذا ناپرآزاری برای *Yr*CV در این مناطق می‌تواند در اثر هر یک از این ژن‌ها به صورت انفرادی و یا در ترکیب‌های ممکنه با یکدیگر بوده باشد.

برای ارقام Nugaines و Luke به ترتیب ژن‌های مقاومت A1، A2 و A3، A4 گزارش شده است (Chen *et al.*, 1998). لذا با توجّه به حساسیت رقم Nugaines در مناطق نیشابور، طرق و جلگه‌رخ از استان خراسان، گرگان از استان گلستان، جعفرآباد و آلاروق از استان اردبیل برای ژن‌های A1 و A2 پرآزاری وجود دارد در حالی که برای ژن‌های A3 و A4 پرآزاری‌دیده نشد. رقم Nugaines را به عنوان یکی از منابع مقاومت پایدار در آمریکای شمالی با حالت مقاومت مؤثر در مرحله گیاه کامل و دمای بالا (High Temperature Adult-Plant Resistance) یا HTAP گزارش نموده‌اند (Line, 1983; Chen *et al.*, 1998). جانسون (Johanson, 1988) این نوع مقاومت را خصوصاً در مناطقی مانند انگلستان که شرایط برای ظهور بیماری زنگ زرد مناسب است برای پایداری، غیر مؤثر و ناکافی می‌داند.

هدف اصلی از ارزیابی مقاومت با ریخته ژنتیکی مشخص، شناسائی ژن‌های مقاومت مؤثر برای استفاده در برنامه به نژادی برای دستیابی به ارقام مقاوم است. بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش کلیه ژن‌هائی که برای آن‌ها در مناطق مورد مطالعه ناپرآزاری تعیین گردیده است می‌توانند به عنوان منابع مقاومت در این مناطق مورد استفاده قرار گیرند. طول مدّت مؤثر ماندن مقاومت حاصل از این ژن‌ها به نحوه استفاده از این ژن‌ها بستگی دارد، لذا هنر به کار گرفتن این منابع ژنی نه تنها به مدّت زمان دوام مقاومت ارقام کمک می‌نماید بلکه از جهت این که ژن‌های مؤثر مقاومت از ذخائر با ارزش ژنتیکی برای کنترل این بیماری هستند، حفظ این ذخائر از جمله اهداف مهم ذخائر توارثی می‌باشد. استفاده غیر اصولی و بدون برنامه‌ریزی منجر به تحریک، ایجاد و افزایش جمعیت پرآزاری برای ژن‌ها و غیر مؤثر شدن آن‌ها می‌گردد. ولینگز و مک‌اینتاش (Wellings and McIntosh, 1998) ترکیب ژن‌های مقاومت مؤثر در مرحله گیاه کامل و ژن‌های مقاومت گیاهچه‌ای مؤثر را به عنوان یکی از روش‌های مهم تولید ارقام با مقاومت پایدار ذکر کرده‌اند. همچنین ایشان بر لزوم بررسی تغییرات نژادی عامل بیماری در جهت تعیین مؤثر بودن ژن‌های مقاومت تأکید نموده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

ب – توصیف مقاومت به زنگ زرد در ارقام قدیمی، ارقام جدید و رگه‌های پیشرفته گندم

در این پژوهش ارقام و رگه‌های امیدبخش گندم نام معرفی شده قبل و بعد همه‌گیری زنگ زرد در سال ۱۳۷۲ (جدول ۴) نسبت به زنگ زرد در شرایط مزرعه‌ای و در مرحله گیاه کامل در ۱۰ منطقه از استان‌های شمال، شمال‌غرب و شمال شرق کشور مورد ارزیابی قرارگرفتند. در مباحث زیر از این ژنوتیپ‌ها تحت عنوان ارقام قدیمی (معرفی شده قبل از سال ۱۳۷۲)، ارقام جدید (معرفی شده بعد از سال ۱۳۷۲) و لاین‌های پیشرفته نام برده شده است. نتایج این ارزیابی‌ها در جدول ۵ ارائه گردیده است. جدایه‌های زنگ زرد مناطق اجرای این پژوهش در جدول ۵ بر اساس فرمول پرآزاری مندرج در جدول ۲ تنظیم شده‌اند.

به استثناء رقم امید در منطقه آق‌قلا، رقم خزر ۱ در منطقه آق‌قلا و گرگان و رقم هیرمند در مناطق نیشابور، طرق و قراخیل که نسبت به جدایه‌های این مناطق مقاوم بودند، همه ارقام قدیمی نسبت به جدایه‌های ۱۰ منطقه مورد بررسی حساسیت نشان دادند. رقم بزوستایا به استثناء مناطق گرگان و آلاروق در سایر مناطق مقاوم بود. میزان حساسیت این رقم در مناطق مذکور نیز بسیار ناچیز بود. اگر چه پس از همه‌گیری سال ۱۳۷۲ از رقم هیرمند به عنوان رقمی حساس نام برده می‌شود، معهذا این رقم در مقایسه با ارقامی مانند فلات و قدس از نوعی مقاومت برخوردار است که معمولاً موجب بروز عکس‌العمل نیمه مقاوم یا نیمه حساس می‌شود و در مواردی که عکس‌العمل حساسیت نشان دهد، آلودگی روی آن در اواخر فصل و با درصد پائینی از آلودگی ظاهر می‌گردد (نظری، مشاهدات شخصی).

همانطوری که اشاره شد ارقام قدیمی در اکثر مناطق مورد بررسی حساسیت نشان دادند. این ارقام در همه‌گیری سال ۱۳۷۲ نیز نسبت به عامل بیماری حساس بودند و این مقارن با زمانی بود که در سطح وسیعی از مناطق کشت گندم برای ژن *Yr9* (که به صورت وسیعی در ژرم‌پلاسم‌های سیمیت به کارگرفته شده بود) پرآزاری ظاهر گردید. اگر چه حداقل از ریخته ژنتیکی بیماری‌زائی عامل بیماری در آن در سال‌ها اطلاع چندانی در دسترس نیست، ولی بر اساس وقوع همه‌گیری سال ۱۳۷۲ و تعیین پرآزاری برای این ژن می‌توان چنین استنتاج کرد که این ارقام یا بدون ژن مقاومت هستند و یا بدون ارزیابی، انتخاب و معرفی گردیده‌اند و یا این که حداقل دارای ژن *Yr9* می‌باشند. البته وجود سایر ژن‌های مقاومت مانند *Yr2*، *Yr6*، *Yr7* و *YrA* در این ارقام که در این سال برای آن‌ها نیز پرآزاری دیده شد در کنار *Yr9* و یا به صورت انفرادی چندان دور از تصور نخواهد بود. بروز پرآزاری برای ژن *Yr9* عامل عمده همه‌گیری سال ۱۳۷۲ در ایران و بسیاری از کشورهای منطقه ذکر شده است، زیرا تا قبل از این سال وجود پرآزاری برای این ژن در منطقه خاورمیانه گزارش نشده بود و ارقام و لاین‌هائی که در هر ترکیبی دارای ژن *Yr9* بودند تقریباً در تمام کشورهای این منطقه مقاومت داشتند. این موضوع به هیچ وجه بر عدم حضور سایر ژن‌هائی که حتی برای آن‌ها پرآزاری وجود داشته است در کنار ژن *Yr9* دلالت نمی‌کند. بروز بیماری در سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۷۴ و همچنین

www.SID.ir

Archive of SID

انتخاب در شرایط آلودگی مصنوعی در این سال‌ها با استفاده از پاتوتیپ‌های پرآزار برای این ژن و ژن‌های دیگر مقاومت منجر به حذف این ارقام در مناطق مختلف کشور و جایگزینی آن‌ها با ارقام مقاوم گردید.

از بین ارقام جدید که پس از سال ۱۳۷۲ و در شرایط همه‌گیری انتخاب شده و تا سال زراعی ۷۸-۱۳۷۷ (سال اجرای این پژوهش) در تمام مناطق کشت دارای مقاومت بودند، رقم تجن در منطقه طرق عکس‌العمل 60S را نشان داد و رقم مهدوی در مناطق نیشابور، طرق، جلگه‌رخ، کلاله و آق‌قلا حساس و در مناطق اولتان، جعفرآباد و آلاروق نیمه مقاوم و نیمه حساس بود. این رقم تاکنون در منطقه گرگان هیچ‌گونه آلودگی را از خود نشان نداده بود. ارقام الموت و زرین در منطقه طرق به ترتیب آلودگی‌های 90S و 30S نشان دادند ولی در سایر مناطق مقاوم بودند. رقم الوند در مناطق نیشابور، طرق، جلگه‌رخ، کلاله، گرگان و آلاروق حساس و در مناطق اولتان و جعفرآباد به ترتیب آلودگی‌های 30MS و 40MS را نشان داد. این رقم همچنین در منطقه قراخیل عکس‌العمل 5MR نشان داد. رقم نیک‌نژاد به استثناء مناطق کلاله و آق‌قلا، که به ترتیب عکس‌العمل‌های 40S و 20MS را نشان داد، در سایر مناطق مقاوم بود. رقم داراب ۲ در همه مناطق، به استثنای نیشابور مقاوم بود. رقم اترک در منطقه کلاله عکس‌العمل متغیر 0 تا 30MS را نشان داد و در سایر مناطق مقاوم بود. ارقام شیرودی و MV17 در همه مناطق مقاوم بودند. رقم کویر در مناطق نیشابور، جلگه‌رخ، کلاله و گرگان حساس، در مناطق طرق و آق‌قلا بدون هیچ‌گونه آلودگی و در سایر مناطق نیمه‌مقاوم بود. رقم چمران در مناطق نیشابور و جلگه‌رخ حساس، در مناطق طرق، کلاله، آق‌قلا، گرگان و قراخیل بدون هیچ‌گونه آلودگی و در مناطق اولتان، جعفرآباد و آلاروق نیمه مقاوم بود. از رگه‌های پیشرفته C-73-5 در منطقه آلاروق با عکس‌العمل 30S، M-75-10 در منطقه جلگه‌رخ با عکس‌العمل 10S، M-75-19 در منطقه کلاله با عکس‌العمل 50S، N-75-5 در مناطق طرق، کلاله، گرگان، جعفرآباد، آلاروق و قراخیل که به ترتیب دارای عکس‌العمل‌های 25S، 60S، 30S، 50MR، 50S و 80S بود حساس و در سایر مناطق مقاوم بود و S-75-20 فقط در منطقه آلاروق با عکس‌العمل 10S حساس و با شدت آلودگی پائین و در سایر مناطق مقاوم بود. رقم حساس موروکو در همه مناطق حساس و با شدت آلودگی بالا ارزیابی گردید.

اگر چه وضعیت ژنتیک مقاومت (نوع و تعداد ژن مقاومت به زنگ زرد) ارقام جدید معرفی شده پس از همه‌گیری سال ۱۳۷۲، مشخص نگردیده است و اساس معرفی این ارقام عمدتاً بر اساس مقاومت در اکثر مناطق کشور و یا بر اساس مقاومت در شرایط مصنوعی ایجاد بیماری در مناطق مستعد بیماری بوده است، نتایج حاضر نشان می‌دهد که این ارقام دارای تنوع زیادی از نظر تعداد ژن‌های مقاومت نیستند. حداقل بروز پرآزاری برای *Yr1* در مناطقی از استان خراسان موجب شده است که اکثر ارقام جدید عکس‌العمل حساسیت نشان دهند. این موضوع در مقایسه وضعیت ناپرآزاری عامل بیماری برای این ژن در

www.SID.ir

Archive of SID

سال‌های گذشته در این استان و همچنین وضعیت ناپرآزاری عامل بیماری در سایر مناطق اجرای این پژوهش استنباط گردیده است. با وجود این فرضیه نمی‌توان به صراحت عنوان کرد که فقط بروز پرآزاری برای *Yr1* و وجود منفرد پرآزاری برای این ژن عامل حساسیت این ارقام بوده است، کمااین که هر ترکیب ژنی از ژن‌های اختصاصی نسبت به نژاد (Race-specific) غیر مؤثر در کنار این ژن و به شرط ناپرآزاری برای *Yr1* می‌تواند منجر به ناسازگاری و مقاومت گردد.

ارقام جدید در سال‌های نخست بعد از همه‌گیری سال ۱۳۷۲ و در همه‌گیری‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ و تحت شرایط مصنوعی استقرار بیماری در مناطق مستعد، انتخاب و معرفی گردیده‌اند. طبعاً با توجّه به روش انتخاب لاین‌های مقاوم که بر اساس مقاومت در همه مناطق استوار بوده است، این ارقام نمی‌بایستی دارای ژن‌هائی باشند که پاتوتیپ‌های به‌کار رفته در ارزیابی و انتخاب آن‌ها دارای پرآزاری برای آن ژن‌ها بوده‌اند. پاتوتیپ‌های به‌کارگرفته شده در ایجاد آلودگی مصنوعی و طبعاً انتخاب در نسل‌های در حال تفکیک و سایر آزمایش‌های برنامه به‌نژادی کشور عمدتاً برای ژن‌های *Yr2*، *Yr6*، *Yr7*، *Yr9* و *YrA* پرآزاری داشته‌اند. لذا ارقام جدید نمی‌بایستی دارای هر یک از این ژن‌ها به صورت منفرد و یا در ترکیب با یکدیگر باشند. در چنین شرایطی می‌بایستی لاین‌هائی انتخاب شده باشند که حداقل دارای یک یا چند ژن مؤثر متفاوت از این ژن‌ها بوده و یا این که دارای ژن‌های مؤثر مقاومت در مرحله گیاه کامل باشند. بروز حساسیت در تعداد زیادی از ارقام جدید و آن هم پس از مدّت کوتاهی بعد از توسعه کشت نشان دهنده وجود ژن‌های (Race-specific) در این ارقام است. علاوه بر این تکیه بر مقاومت کامل و بدون هرگونه آلودگی و یا آلودگی‌های کم و با تیپ آلودگی مقاوم (R) در انتخاب ارقام تأکیدی بر نحوه انتخاب ژن‌های مقاومت اختصاصی نسبت به نژاد بوده است. این موضوع به خوبی در شناسنامه معرفی اکثر ارقام معرفی شده پس از همه‌گیری سال ۱۳۷۲ مشهود است.

نات (Knott, 1985) در تصویری روشن روند تکاملی اثر متقابل دو جفت ژن متناظر (Corresponding gene paris) در عامل بیماری و میزبان، نشان داده است که هنگامی که میزبان مورد حمله نژاد جدیدی از عامل بیماری قرار می‌گیرد، یک ژن جدید مقاومت مؤثر (احتمالاً موتاسیون یافته در طبیعت) نسبت به این نژاد نسبت به سایر ژن‌ها دارای مزیت انتخابی (Selective advantage) خواهد بود و بر عکس با بروز پرآزاری برای ژن یا ژن‌های مقاومت در نژاد عامل بیماری، مزیت انتخابی ژن یا ژن‌های به‌کارگرفته شده در ارقام مقاوم از دست خواهد رفت. به عنوان مثال قبل از سال ۱۳۷۲ در اکثر نقاط کشور برای ژن *Yr9* پرآزاری وجود نداشت و بالطبع این ژن نسبت به سایر ژن‌های مقاومت مزیت انتخابی پیدا کرد و بعد از بروز پرآزاری برای این ژن در سال ۱۳۷۲ این مزیت برای این ژن از بین رفت و مزیت انتخابی برای سایر ژن‌های مقاومت مؤثر به وجود آمد. یکی از این ژن‌ها ژن *Yr1* بود که در سطح کشور برای آن پرآزاری مشاهده نشده

www.SID.ir

Archive of SID

بود و با بروز پرآزاری در بعضی مناطق اجرای پژوهش حاضر، برای این ژن نیز مزیت انتخابی از دست رفته است. لذا توصیه می‌شود در انتخاب ارقام به نحوی عمل شود که عامل بیماری به راحتی نتواند مزیت انتخابی ژن‌های مقاومت مؤثر را از بین ببرد. با تکیه بر مقاومت‌های افقی (Horizontal resistance) و چند ژنی (Polygenic). مقاومت‌های نسبی و پایدار (Partial and Durable resistance) می‌توان از بروز پرآزاری برای ژن‌های مقاومت ممانعت به عمل آورد و یا حداقل بروز پرآزاری را به تعویق انداخت.

بسیاری از لاین‌های پیشرفته جدید در شرایطی که ارقام قدیمی و تعدادی از ارقام جدید کاملاً حساس هستند. مقاومت نشان داده‌اند (جدول ۵). اگر چه این لاین‌ها می‌توانند به عنوان منابع مؤثر مقاومت به کار گرفته شوند ولی با توجّه به طیف ناپرآزاری جدایه‌های عامل بیماری در مناطق مورد بررسی و همچنین بروز شرایط نامناسب برای ظهور و توسعه بیماری در چند سال اخیر، احتمال این که این ارقام دارای تفاوت جزئی با ارقام جدید از نظر وجود ژن‌های مقاومت اختصاصی نسبت به نژاد باشند چندان دور از انتظار نخواهد بود.

تعیین دقیق ریخته ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم که لازمه تولید ارقام مقاوم به بیماری است، فقط از طریق مطالعات جامع ژنتیکی میسر است که از مهم‌ترین این روش‌ها تعیین ژن‌های مقاومت به زنگ زرد به روش استنتاج ژنی (Gene postulation) می‌باشد. برای این مهم نیاز است که طیف متنوعی از پاتوتیپ‌های عامل بیماری که برای حالت‌های مختلف پرآزاری و ناپرآزاری که نسبت به یکدیگر وضعیت هم‌پوشانی داشته باشند در اختیار باشد تا بتوان بر اساس تفسیر حالت‌های سازگاری و ناسازگاری، ژن یا ژن‌های مقاومت هر ژنوتیپی را تعیین کرد. همانطور که در بحث توصیف ژنتیک بیماری‌زائی عامل بیماری اشاره شد، عامل بیماری در این مناطق دارای تنوع چندانی از نظر پرآزاری برای ژن‌های مقاومت نمی‌باشد، مطالعات چند سال گذشته تعیین نژادهای زنگ زرد در شرایط گلخانه‌ای نیز تا حدودی مؤید این نکته است. با وجود این شرایط، الزامی است که در سطح کلان کشور برای این موضوع چاره‌ای اندیشیده شود. اگر چه به دلیل همین موضوع محدود بودن طیف پرآزاری در اکثر نقاط کشور دست یافتن به ارقام مقاوم امکان‌پذیر و با روش‌های به نژادی ساده میسر گردیده است، ولی دورگ‌گیری بدون اطلاع قبلی از ریخته ژنتیکی والدین و همچنین توان بیماری‌زائی پاتوتیپ‌های عامل بیماری که الزاماً بایستی به مثابه ابزاری برای حذف ژنوتیپ‌های ناخواسته به کار گرفته شوند، منجر دستیابی به ارقام بسیار مقاوم در کوتاه مدّت می‌گردد. در شرایط کشور ما به نژادی معمولاً برای نوع مقاومت کامل (Complete resistance) صورت می‌گرفته است (تمام ارقام جدید در سال‌های گذشته کاملاً مقاوم بوده‌اند)، این نوع انتخاب در کوتاه مدّت می‌تواند و توانسته است معضل بیماری زنگ زرد را حل کند ولی آیا این ارقام در آینده می‌توانند در مقابل تغییرات مختصر عامل بیماری مقاوم باشند؟ که اگر در غیر این صورت باشد به صورت ناخواسته منابع ژنی که می‌توانند در ترکیب‌های مؤثرتر و با هنر

www.SID.ir

Archive of SID

به‌نژادگر در جهت طولانی کردن عمر یک رقم عالمانه مورد استفاده قرار گیرند، غیر مؤثر خواهند شد و این به نوعی از بین بردن ذخایر توارثی یک کشور است. بحث استفاده نکردن به هنگام از تنوع توان بیماری‌زائی در عامل بیماری در جهت انتخاب ارقام با ریخته ژنتیکی متنوع‌تر نیز، نوعی در نظر نگرفتن ذخائر توارثی یک کشور است. برای حفظ این منابع ژنتیکی بایستی عالمانه از منابع ژنتیکی داخل و خارج از کشور استفاده کرد.

References

منابع مورد استفاده

مردوخی، و. و ترابی، م. ۱۳۷۷. فاکتورهای بیماری‌زائی زنگ زرد گندم در ایران و تغییرات سالیانه آن‌ها طی سال‌های ۷۵-۱۳۷۳. نهال و بذر ۱۴: ۵۵-۴۴.

Bahamish, H.S., Al-Ansi, A., Baswaid, J. Obeid, A.S., and Al-Mahfadi, K. 1997. Studies on wheat rusts in Yemen. pp. 34-49 In: Nile Valley and Red Sea Regonal Program on Cool-Season Food Legumes and Cereals, Annual Report 1996/97.

Braun, H.J., and Saari, E.E. 1992. An assessment of the potential of *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* to cause yield losses in wheat on the Anatolian Plateau of Turkey. pp. 121-123. In: Zeller, F.J., and Fischbeck, G. (eds.). Proceedings of 8th European and Meditrraniean Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference, 8-10 September 1992, Wheihenstephen, Germany.

Calonnec, A., Johnson, R., and de Vallavielle-Pope, C. 1997a. Genetic analysis of resistance to *Puccinia striiformis* in wheat differential cultivars Heines VII, Heines Peko and Strubs Dickkopf. Plant Pathology 46: 373-386.

Calonnec, A., Johnson, R., and de Vallavielle-Pope, C. 1997b. Identification and expression of the gene *Yr*2 for resistance to *Puccinia striiformis* in the wheat different cultivars Heines Kolben, Heines Peko, and Heines VII. Plant Pathology 46: 387-396.

Chen, X.M., Line, R.F., and Jones, S.S. 1995a. Chromosomal location of genes for stripe rust resistance in spring wheat cultivars Compair, Fielder, Lee, and Lemhi and interaction of aneuploid wheat with races of *Puccinia striiformis.* Phytopathology 85: 375-381.

Chen, X.M., Line, R.F., and Jones, S.S. 1995b. Chromosomal location of genes for resistance to *Puccinia striiformis* in winter wheat cultivars Heines VII, Clement, Moro, Tyee, Tres, and Daws. Phytopathology 85: 1362-1367.

Chen, X.M., Line, R.F., Shi, Z., and Leung, H. 1998. Genetics of wheat resistence to stripe rust. pp. 237-239. In: Slinkard, A.E. (ed.). Proceedings of the 9th International Wheat

www.SID.ir

Archive of SID

Genetics Symposium, Vol., 3. 2-7 August 1998, Saskatoon, Saskatchewan, Canada.

Dusunceli, F., Getin, L., Collin, A.J., Stephenson, P., and Gale, M.D. 1996. Occurrence and impact of wheat stripe rust *(Puccinia striiformis)* in Turkey in 1994/95 crop season. Proceedings of 9th European and Miditerranean Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference. 2-6 September 1996, Lunteren, the Netherlands.

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

Flor, H.H. 1946. Genetics of pathogenicity in *Mlampsora lini.* Journal of Agricultural Research 73: 335-357.

Flor, H.H. 1947. Inheritance of reaction to rust in flax. Canadian Journal of Agricultural Science 74: 241-262.

Johnson, R. 1979. The concepts of durable resistance. Phytopathology 69: 198-199.

Johnson, R. 1981. Durable resistance: definiation of genetic control, and attainment in plant breeding. Phytopathology 71: 567-568.

Johnson, R. 1983. Genetic background of durable resistance. pp. 5-26. In: Lamberti, F., Waller, J.M., and Vander Graff, N.A. (eds.). Durable Resistance in Crops. Plenum Press, New York London.

Johnson, R. 1988. Durable resistance to yellow (strip) rust in wheat and its implication in plant breeding. pp. 63-75. In: Simmonds, N.W., and Rajaram, S. (eds.). Breeding Strategies for Resistance to the Rusts of Wheat. CIMMYT, Mexico, D.F.

Johnson, R. 1992. Reflection of a plant pathologist on breeding for disease resistance, with emphasis on yellow rust and eyespot of wheat. British Society for Plant Pathology Presidential Address 1991. Plant Pathology 41: 239-254.

Johnson, R. 1993. Durability of resistance in crops: Some closing remarks about the topic of the symposium. pp. 283-300. In: Jacobs, Th., and Parlevliet, J.E. (eds.). Durability of Disease Resistance. Kluwer Academic Publisher, the Netherlands.

Johnson, R., and Lupton, F.G.H. 1987. Breeding for disease resistance. pp. 3699-424. In: Lupton, F.G.H. (ed.). Wheat Breeding: its Scientific Basis. Chapman and Hall, London New York.

Johnson, R., Stubbs, R.W., Fuchs, E., and Chamberlain, N.H. 1972. Nomenclature for physiologic races of *Puccinia striiformis* infecting wheat. Transactions of the British

www.SID.ir

Archive of SID

Mycological Society 58: 475-480.

Knott, D.R. 1985. The Wheat Rust-Breeding for Resistance. Springer Verlag.

Line, R.F. 1983. Resistance to *Puccinia striiformis* in United States of America. The Current Status of Stripe Rust Research, 48-49. Victorian Crop Research Institute, Horsham, Australia.

Lupton, F.G.H., and Johnson, R. 1970. Breeding for mature-plant resistance to yellow rust in wheat. Annals of Applied Biology 66: 137-143.

Macer, R.C.F. 1975. Presidential address: Plant Pathology in a Changing World. Transactions of the British Mycological Society 65: 351-374.

Mamluk, O.F., Haware, M.P., Makouk, K.M., and Hanounil, S.B. 1989. Occurrence, losses and control of important cereal and legume diseases in West and North Africa. pp. 131-140. In: Proceedings 22nd International Symposium on Tropical Agriculture Research, 25-27 August 1988, Kyoto, Japan.

Mamluk, O.F., and Ei-Naimi, M. 1992. Occurrence and virulence of wheat yellow rust in syria pp. 115-117. In: Zeller, F.J., and Fischbeck, G. (eds.). Proccedigs of the 8th European and Meditrranean Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference, 8-10 September 1992, Wheihenstephen, Germany.

McIntosh, R.A., Hart, G.E., Dovos, K.M., Gale, M.D. and Rogers, W.J. 1998. Catalouge of gene symbols for wheat. Proceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium. Vol. 5., 2-7 August 1998. Saskatoon, Saskatchewan, Canada.

McIntosh, R.A., Wellings, C.R., and Park, R.F. 1995. Wheat Rusts: an atlas of resistance genes. CSIRO, Australia, pp. 200.

Peterson, R.F., Champbell, A.B., and Hannah, A.E. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals. Canadian Jornal of Research Section 26: 496-500.

Roelfs, A.P., Singh, R.P., and Saari, E.E. 1992. Rust Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. CIMMYT, Mexico, D.F. 81. pp.

Singh, R.P. 1992a. Genetic association of leaf rust resistance gene *Lr*34 with adult plant resistance to stripe rust in bread wheat. Phytopathology 82: 8355-538.

Singh, R.P. 1992b. Genetic association between *Lr*34 for leaf rust resistence and leaf tip necrosis in bread wheats. Crop Science 32: 874-878.

www.SID.ir

Archive of SID

Torabi, M., Mardoukhi, V., Nazari, K., Afshari F., Forootan, A.R., Ramai, A.M., Golzar, H., and Kashani, A.S. 1995. Effectiveness of wheat yellow rust resistance genes in different parts of Iran. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin 23: 9-13.

Vanderplank, J.E. 1963. Plant Disease: Epidemics and Control. Academic Press, New York.

Van Ginkel, M., and Rajaram, S. 1993. Breeding for durable resistance in wheat: an international prespective. pp. 259-272. In: Jacobs, Th. and Parlevlit, J.E. (eds.). Durability of Disease Resistance. Kluwer Academic Publisher, the Netherlands.

Wellings, C.R., and McIntosh, R.A. 1998. Host-pathogen studies of wheat stripe rust in Australia. pp. 336-338. In: Slinkard, A.E. (ed.). Priceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium, Vol. 3, 2-7 August 1998, Saskatoon, Saskatchewan, Canada.

Wellings, C.R., and McIntosh, R.A. 1990. *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* in Australasia: Pathogenic changes during the first 10 years. Plant Pathology 39: 319-325.

Wellings, C.R., McIntosh, R.A., and Hussain, M. 1988. A new source of resistance to *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Breediing 100: 88-96.

Wellings, C.R., McIntosh, R.A., and Mamluk, O,F. 1996. Near isogenic lines for assessment of pathogenics variation of the wheat stripe (yellow) rust pathogen. Proceedings of the 5th International Wheat Conference. June 10-14, Ankara, Turkey.

Worland, A.J., Law, C.N. 1986. Genetic analysis of chromosome 2D of wheat I. The location of genes affecting height, day-lenght insensitivity, hybrid dwarfism and yellow rust resistance. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 96: 331-345.

Worland, A.J., Law, C.N., Hollins, T.W., Koebner, R.M.D., and Giura, A. 1988. Location of a gene for resistance to eyespot (*Pseudocercosporella herpotrichoides*) on chromosome 7D of wheat. Plant Breeding 101: 43-51.

Zadoks, J.C. 1961. Yellow rust of wheat, studies of epidemiology and physiologic specialization. Netherlands Journal of Plant Pathology 67: 69-256.

آدرس نگارندگان:
کیومرث نظری، محمد ترابی، بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی، ۴۱۱۹
محمد علی دهقان، مرکز تحقیقات کشاورزی گلستان، گرگان.
رضا افنوم، مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان، مشهد.
محمد صادق احمدیان مقدم، مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران، ساری.
حسینعلی فلاح، مرکز تحقیقات کشاورزی گلستان، گنبد کاووس.

www.SID.ir