مجله زراعت واصلاح نباتات
جلد۷، شماره۱، بهار ۱۳۹۰
صفحات ۶۸ - ۵۵

بررسی مقاومت ارقام تجاری گندم به بیماری زنگ زرد نسبت به چند جدایه (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) از مناطق مختلف ایران

Study on resistance of wheat commercial cultivars to yellow rust to some isolates (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) from different regions of Iran

علی عمرانی[۱]، منوچهر خدارحمی[۲]، فرزاد افشاری[۳]

چکیده

جهت اصلاح ارقام مقاوم گندم نسبت به بیماری زنگ زرد، آگاهی از خصوصیات عامل بیماری‌زا و ویژگی‌های آن کاملاً ضروری است. بدین منظور در این بررسی فاکتورهای بیماری‌زایی شش جدایه زنگ زرد جمع آوری شده از مناطق زرقان، گرگان، ساری، ممسنی، همدان و اردبیل با استفاده از ارقام استاندارد و افتراقی و لاین‌های ایزوژنیک زنگ زرد گندم تعیین گردید. همچنین مقاومت تعدادی از ارقام تجاری گندم نسبت به جدایه‌های مورد نظر ارزیابی شدند. تمامی مواد آزمایشی در مرحله گیاهچه‌ای، با شش نژاد به طور جداگانه مایه‌زنی شدند. برای ارزیابی درجه مقاومت، دوره کمون (تعداد روز از زمان مایه زنی تا ظهور اولین جوش) و در نهایت بعد از ظهور جوش‌ها در تمام برگ‌ها، تیپ آلودگی ثبت گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در شرایط تمام پاتوتیپ‌ها بین ژنوتیپ‌های گندم برای هر دو صفت تیپ آلودگی و دوره کمون اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ ٪ وجود داشت. لاین Mv17، ارقام سیوند، پارسی، دنا و مروارید نسبت به همه نژادها مقاومت کامل نشان دادند. این ارقام دارای ژن (های) مقاومت از نوع گیاهچه‌ای می‌باشند. برای بررسی ژنتیک مقاومت ژنوتیپ‌های گندم، فاکتورهای بیماریزایی که توسط ارقام افتراقی و لاین‌های ایزوژن شناسایی شد، با عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها نسبت به این جدایه‌ها مقایسه و از مقایسه آنها وجود ژن‌های مقاومت، تعیین گردید. بر اساس نتایج حاصل برای گیاهان حامل ژن‌های *Yr2*، *Yr6*، *Yr7*، *Yr9*، *Yr22*، *Yr23*، *Yr25*، *YrA* در تمام مناطق مورد مطالعه بیماریزایی مشاهده گردید و در گیاهان حامل ژن‌های *Yr1*، *Yr3*، *Yr4*، *Yr5*، *Yr10*، *Yr15*، *YrSP*، *YrCV* در هیچ یک از جدایه‌ها بیماریزایی مشاهده نشد. ژن‌هایی که در همه مناطق مقاوم بودند به عنوان منابع مقاومت ژنی موثر برای استفاده در کنار ژن‌های مسئول مقاومت موثر در مرحله گیاه کامل معرفی می‌گردند.

واژه‌های کلیدی: گندم، زنگ زرد، فاکتورهای بیماریزایی، تیپ آلودگی، مقاومت

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحدکرج، گروه اصلاح نباتات، کرج، ایران
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحدکرج، گروه اصلاح نباتات، کرج، ایران
۳- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

گندم یکی از محصولات استراتژیک بوده و از نظر ارزش غذایی نیز دارای اهمیت بالایی‌می‌باشد. حدود ۲۴۰ میلیون هکتار از اراضی در دنیا زیر کشت گندم است. تولید گندم در این اراضی بیش از ۶۰۰ میلیون تن می‌باشد. در ایران نیز حدود ۶/۵ میلیون هکتار از اراضی زیرکشت گندم می‌باشد و بیش از ۱۴ میلیون تن گندم در این اراضی تولید می‌شود (FAOSTAT, 2009). گندم اصلی‌ترین ماده غذایی مردم در کشور محسوب می‌شود، ۴۰ درصد سرانه کالری به گندم اختصاص دارد. در سرتاسر جهان آفات و بیماری‌ها (بویژه زنگ‌ها) از جمله عواملی هستند که باعث کاهش عملکرد گندم می‌شوند و سالیانه بر اثر فعالیت این عوامل کشورهای تولید کننده‌ی گندم خسارات هنگفتی را متحمل می‌شوند (بهنیا، ۱۳۷۳).

زنگ زرد با نام علمی *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* شایع ترین بیماری گندم است و نسبت به سایر زنگ‌ها دارای درجه حرارت بهینه پایین‌تری‌جهت رشد و نمو می‌باشد (Roelfs *et al*., 1992). منشاء زنگ زرد گندم را در جنوب منطقه‌ای بین دریای سیاه و دریای خزر دانسته‌اند و بیماری از این منطقه به تمام نقاط دنیا پراکنده شده است (Stubbs, 1985).

این بیماری در شرایط اپیدمی علاوه بر برگ‌ها و گلوم‌ها، خوشه‌های گندم را نیز آلوده می‌سازد. دانه‌های تشکیل شده در سنبله‌ها، کوچک، چروکیده و فاقد ارزش غذایی خواهند بود که این مسئله به طور جدی امنیت غذایی کشورها را تهدید می‌کند. خسارت بیش از ۷۰ درصد محصول گندم برای این بیماری گزارش شده است (McIntosh *et al.,* 1995).

در ایران زنگ زرد مهمترین بیماری گندم می‌باشد. کاهش محصول گندم در اثر این بیماری در سال زراعی۷۲-۱۳۷۱، حدود ۳۰٪ محصول کل کشور گزارش شده است (Torabi *et al.,* 1995).

مطالعات زیادی برای شناسایی میزبان واسط در زنگ زرد انجام شده و در هیچکدام از این مطالعات میزبان واسطی برای زنگ زرد شناسایی نشد تا اینکه جین در سال ۲۰۱۰ برای اولین بار بیان کرد چرخه جنسی قارچ *P. striiformis* بر روی گیاه زرشک اتفاق می‌افتد، و این گیاه نقش اساسی در ترکیبات جدید بیماری‌زایی این قارچ دارد (Jin, 2010).

روش‌های متفاوتی برای کنترل این بیماری وجود دارد. از جمله این روش‌ها می‌توان به کنترل زراعی، که از طریق از بین بردن میزبان حد واسط عامل بیماری و کشت به موقع امکان پذیر است و همچنین

Archive of SID

www.SID.ir

می‌توان به کنترل شیمیایی اشاره نمود. با توجه به دلایلی مثل کارایی پایین و هزینه بر بودن این روش-ها مخصوصاً روش شیمیایی که هزینه بسیار سنگینی خواهد داشت، و از طرفی نیز این احتمال وجود دارد که بواسطه استفاده از قارچ‌کش‌ها، پاتوژن‌های مقاوم به قارچ‌کش گسترش یابند، حفظ محیط زیست نیز دچار مخاطره گردد، استفاده از دو روش فوق توصیه نمی‌شود. یکی از مطمئن ترین و کم هزینه - ترین روش‌های کنترل این بیماری، استفاده از ارقام مقاوم می‌باشد. جهت تهیه ارقام مقاوم شناسایی فاکتورهای بیماریزایی عامل بیماری در مناطق مختلف ضروری می‌باشد. مطالعه روی پاتوژن‌های زنگ‌های غلات بویژه گندم (مثل شناسایی فاکتورهای بیماری‌زا) و بررسی شرایط اپیدمی آنها، مطالعه بر روی میزبان‌های مختلف زنگ‌ها، اطلاعات مهمی را در جهت کنترل زنگ‌ها آشکار می‌سازند. این اطلاعات بقدری مهم می‌باشند که سیستم جهانی نظارت بر زنگ‌های غلات تاسیس شده است (Park *et al*., 2011).

با توجه به توان تولید نژادها و پاتوتیپ‌های جدید توسط عامل بیماری، لازم است همه ساله اطلاعات کافی در مورد فاکتورهای (ژن‌ها) بیماریزا در جمعیت عامل بیماری و ژن‌ها یا فاکتورهای مقاومت موثر در مقابل آنها در میزبان برای هر منطقه به دست آید تا بتوان از این اطلاعات در پروسه تولید ارقام مقاوم برای انتقال ژن‌های مقاومت موثر به ارقام پر محصول استفاده نمود. بررسی فاکتورهای بیماریزایی زنگ زرد در ده سال گذشته در ایران، نشان می‌دهد در مناطق مختلف کشور فاکتورهای بیماریزایی مختلف با تعداد زیاد وجود دارد، انجام مطالعات مشابهی در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا با همکاری مرکز تحقیقات کشاورزی دیم (ICARDA)، علاوه بر شناسائی فاکتورهای بیماریزایی در هر یک از این کشورها، منشاء ظهور نژادهای جدید زنگ زرد را در منطقه و مسیر حرکت نژادها را مشخص نموده است (Yahyaoui *et al.*,2004).

افشاری و همکاران با مایه‌زنی مصنوعی ۲۱۵۴ ژنوتیپ گندم در مرحله پنجه زنی توسط پاتوتیپی از زنگ زرد گندم که روی گیاهان حامل ژن‌های *Yr2* ، *Yr6*، *Yr7*، *Yr9* و *YrA* بیماری زایی داشت در منطقه قراخیل به این نتیجه رسیدند که ۱۱۲۶ لاین یا ژنوتیپ (۵۲٪) نسبت به این پاتوتیپ مقاومت نشان دادند که به عنوان منابع جدید مقاومت معرفی شدند (Afshari *et al.*, 2010).

خدارحمی و همکاران، ۹۰ کولتیوار و لاین‌های پیشرفته گندم را که منشاء آنها از سیمیت بود را با ۴ ایزوله که عبارت بودند از 134E134A+, 166E134A+ , 6E2A+, 6E22A+ را مورد ارزیابی قرار دادند. در این آزمایش اثر متقابل ژنوتیپ و نژاد معنی دار شد. تجزیه کلاستر که انجام شد مشخص گردید که این ژنوتیپ ها به دو گروه تقسیم می‌شوند گروه اول که شامل ۲۴ ژنوتیپ بود و مقاومت متوسطی در برابر هر ۴ نژاد داشتند و

Archive of SID

www.SID.ir

گروه دوم شامل ۶۶ ژنوتیپ بودکه به یک نژاد از ۴ تا حساسیت کمی داشتند (Khodarahmi *et al.*, 2009a).

نظری و همکاران بر روی ۳۲ کالتیوار گندم زمستانه آزمایش Multi-pathotype tests را با ۸ جدایه زنگ زرد انجام دادند و گزارش کردند که رایج ترین ژن مقاوم زنگ زرد در مرحله گیاهچه ای *Yr9* بود (در ۸ کالتیوار). *Yr1* (در ۵ کالتیوار)، *Yr3+Yr4* (در ۲ کالتیوار)، *Yr27* (در یک کالتیوار) و *Yr7+Yr9* (در یک کالتیوار) بدست آمد. ۱۲ کالتیوار حساسیت گیاهچه ای نسبت به همه ی پاتوتیپ های زنگ زرد استفاده شده داشتند. مقاومت ۲ کالتیوار نیز شناسایی نشد (Nazari *et al.*, 2008).

تعداد ژن‌های اصلی مقاومت گزارش شده تا سال ۲۰۱۰، که عمدتاً ژن‌های مقاومت گیاهچه‌ای هستند، بیش از ۴۸ ژن می‌باشد. علاوه بر این ژن‌ها، ژن‌های دیگری به شکل ناشناخته وجود دارند که کار مطالعه بر روی آنها همچنان ادامه دارد.

در مقاومت به زنگ زرد علاوه بر ژن‌های مقاومت گیاهچه‌ای(resistance genes Seedling)، ژن‌های مقاومت گیاه کامل Adult resistance genes (plant) نیز دخالت دارند که در مرحله گیاهچه‌ای قابل شناسایی نمی‌باشند و صرفاً در مرحله گیاه کامل و در شرایط مزرعه اثر خود را نشان می‌دهند. از آنجایی که از مقاومت گیاهچه‌ای و به خصوص تک ژنی نمی‌توان انتظار پایداری طولانی نسبت به نژادها و پاتوتیپ‌های جدید عامل بیماری داشت، لذا استفاده از ژن‌های مرحله گیاه کامل در یک برنامه اصلاحی موفق، اهمیت بسزایی دارد. ظهور نژادهای جدید قارچ عامل بیماری در یک منطقه و فراهم شدن شرایط محیطی مناسب می‌تواند طی چند سال باعث استقرار آن نژاد و بروز همه گیری‌های شدید گردد.

در این پژوهش ابتدا فاکتورهای بیماریزایی و غیر بیماریزایی در شش جدایه زنگ زرد بررسی می-گردد و کلیه ژن‌هایی که برای آنها در مناطق مورد مطالعه غیر بیماریزایی تعیین می‌گردد بعنوان منابع مقاومت در این مناطق می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند و ارقام مقاومی که نسبت به تمامی جدایه‌های مورد مطالعه در این پژوهش مقاوم هستند به عنوان منابع مقاومت ژنی موثر گیاهچه‌ای جدید معرفی می‌گردند، می‌توان از آنها در برنامه‌های اصلاحی استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

تعیین فرمول بیماریزایی جدایه‌ها

در تعیین نژادهای فیزیولوژیک زنگ زرد در مرحله گیاهچه‌ای از روش جانسون و همکاران (Johnson *et al.*, 1972) با اصلاحات پیشنهادی ولنیگز و مک اینتاش (Wellings and McIntosh, 1990) و همچنین از رگه‌های تک ژنی استفاده شد. در این روش تغییرات نژادی عامل بیماری در مرحله گیاهچه‌ای و در شرایط تحت کنترل گلخانه‌ای تعیین می‌گردد. در سال‌های ۸۹ -

Archive of SID

www.SID.ir

۱۳۸۸ از نمونه برگ‌های گندم آلوده به زنگ زرد که از مناطق مختلف کشور جمع آوری شده و به موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج ارسال شده بودند شش جدایه، از مناطق ممسنی، ساری، اردبیل، گرگان، همدان و زرقان انتخاب و با استفاده از گیاهچه‌های رقم حساس بولانی، تکثیر شدند. آزمایشات در گلخانه‌های واحد پاتولوژی بخش غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام گرفت. برای تعیین نژاد و تعیین ژن-های بیماریزایی جدایه‌ها، ۴۵ رقم استاندارد افتراقی و لاین‌های ایزوژنیک (رگه‌های تک ژنی زنگ زرد) که شامل لاین‌های حاصل از تلاقی برگشتی رقم - Avocet'S' با ژن‌های *Yr7*، *Yr1*، *YrA*، *Yr17*، *Yr15*، *Yr10*، *Yr9*، *Yr5*، مورد استفاده قرار گرفتند. از همه ارقام استاندارد و افتراقی به تعداد ۲۰ بذر در داخل تشک‌های پتری روی کاغذ صافی مرطوب قرار گرفتند و ۴۸ ساعت بعد، پس از جوانه زنی کامل تعداد ۸ بذر به گلدانهای کوچک حاوی مخلوط پیت ماس و خاک مزرعه منتقل گردید. گیاهچه‌های حاصل از کاشت ارقام افتراقی در مرحله برگ اول گیاهچه‌ای، مرحله ۱۲ در مقیاس زادوکس (Zadoks *et al*., 1974)، با مخلوطی از یوردینیوسپور و پودر تالک بترتیب به نسبت ۴:۱ با استفاده از روش پودر پاشی مایه‌زنی شدند. گیاهچه‌های مایه‌زنی شده به مدت ۲۴ ساعت در شرایط تاریکی کامل و در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد با رطوبت اشباع (بیش از ۹۵٪) قرار داده شدند، سپس گلدان‌ها به شرایط گلخانه‌ای با رطوبت ۶۰-۷۰ درصد و دمای ۱۵ درجه سانتیگراد با نور ۱۶ هزار لوکس حاصل از ترکیب نور لامپ های فلورسنت و سدیمی و ۱۶ ساعت طول روز منتقل شدند و به مدت ۱۷ روز در این شرایط باقی ماندند. آبیاری گیاهچه‌ها بصورت نشتی انجام گرفت. پس‌از سپری کردن شرایط مذکور، تیپ آلودگی ارقام افتراقی، ۱۷ و ۲۰ روز پس از مایه‌زنی بر اساس مقیاس ۹ - ۰ روش مک‌نیل و همکاران (McNeal *et al*., 1971) یادداشت برداری شد و فرمول بیماریزایی/ غیر بیماریزایی جدایه‌ها تعیین شد. هر شش پاتوتیپ (جدایه) به طور جداگانه و در شرایط کاملاً یکسان بر روی ارقام افتراقی مایه‌زنی شدند و تیپ آلودگی ارقام استاندارد پس از سپرس شدن دوره کمون ثبت گردید.

ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم

به منظور افزایش منابع مقاومت موجود، ۱۳ رقم تجاری گندم انتخاب و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با شش جدایه زنگ زرد که تعیین نژاد شدند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. به منظور یکنواختی در رشد گیاهچه‌های مورد آزمایش، ابتدا ارقام در داخل پتری‌دیش روی کاغذ صافی مرطوب قرار داده شدند و ۴۸ ساعت بعد از جوانه زدن، بذور ریشه‌دار شده به گلدان‌های ۱۵ سانتیمتری منتقل شدند، به طوری که در هر گلدان ۵ - ۶ بذر جوانه‌زده از هر ژنوتیپ وجود داشت. گلدان‌ها در شرایط گلخانه‌ای قرار گرفتند و زمانی

Archive of SID

www.SID.ir

که برگ اول گیاهچه‌ای به طور کامل رشد کرد، گیاهچه‌ها تحت شرایط ذکر شده در مرحله قبلی آزمایش، با استفاده از شش جدایه منتخب به طورجداگانه مایه‌زنی و سپس به شرایط گلخانه‌ای مذکور منتقل شدند. صفت مورد ارزیابی دوره کمون و تیپ آلودگی بود. یادداشت‌برداری دوره کمون به صورت تعداد روز از مایه‌زنی تا ظهور اولین جوش روی برگ و از روز نهم آغاز شد. بدین صورت که گیاهچه‌های هر ژنوتیپ هر روز به صورت تک بوته به دقت بازدید می‌شد و در صورت مشاهده اولین جوش یک حلقه رنگی به دور ساقه آن انداخته می‌شد تا در مشاهدات بعدی منظور نشود (هر رنگ معرف یک تاریخ مشخص بود). در تجزیه‌های آماری برای گیاهانی که فاقد جوش بودند، عدد فرضی ۲۰ روز در نظر گرفته شد. ۱۷ روز پس از مایه‌زنی، تیپ آلودگی هر بوته بر اساس مقیاس ۹ -۰ روش روش مک‌نیل و همکاران (McNeal *et al*.,1971) یادداشت‌برداری‌شد.

نتایج و بحث

در این تحقیق از شش نژاد زنگ زرد که از مناطق ممسنی، ساری، اردبیل، گرگان، همدان و زرقان جمع آوری شده بود، استفاده گردید. پس از خالص سازی، با توجه به تعیین فاکتورهای بیماریزایی با استفاده از توده اسپور جمع آوری شده در سال‌های زراعی ۸۹ - ۱۳۸۸ و واکنش‌های بدست آمده و ارزش‌های تعیین شده برای هر کدام از ارقام استاندارد بر اساس روش جانسون و همکاران (Johanson *et al*, 1972) مشخص شد که نژاد منطقه ممسنی +6E134A، نژاد منطقه اردبیل +102E134A، نژاد منطقه ساری- +6E16A، نژاد منطقه زرقان +166E158A، نژاد منطقه گرگان +70E0A و نژاد منطقه همدان +6E130A بودند. نتایج یادداشت برداری از تیپ آلودگی ارقام استاندارد و افتراقی و رگه های تک ژن در مرحله گیاهچه‌ای در جدول ۱ ارائه گردیده است. در جدول ۲ طیف بیماریزایی و غیربیماریزایی جدایه‌های زنگ زرد که بیانگر خصوصیات بیماریزایی آنها می‌باشد ارائه شده که ژن‌های بیماریزا در طرف راست و ژن‌های غیر بیماریزا نیز در طرف چپ اسلش (/) نشان داده شده‌اند. بر اساس نتایج حاصل برای گیاهان حامل‌ژن‌های- *Yr2*،*Yr6*،*Yr7*،*Yr9*،*Yr22*،*Yr23*،*Yr25*،*YrA* در تمام مناطق مورد مطالعه بیماریزایی مشاهده گردید و در گیاهان حامل ژن‌های *Yr1*، *Yr3*، *Yr4*، *Yr5*، *Yr10*، *Yr15*،*YrSP*، *YrCV* در هیچ یک از جدایه‌ها بیماریزایی مشاهده نشد.

در (جدول۳) ضرایب همبستگی جدایه‌های مورد مطالعه نشان داده شده است که شباهت جدایه- ها در داشتن فاکتورهای بیماریزایی و غیر بیماریزایی را نسبت به یکدیگر مشخص می‌کند. به عنوان مثال نژاد +6E16A با نژاد +70E0A به میزان ۹۱/۴ ٪ بیشترین شباهت را در داشتن فاکتورهای بیماریزایی و غیر بیماریزایی را نسبت به یکدیگر دارند. شکل ۱

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه فراوانی فاکتورهای بیماری‌زایی جدایه‌های زنگ زرد با استفاده از ارقام افتراقی را نشان می‌دهد که جدایه‌های اردبیل و زرقان در بالاترین سطح بیماری‌زایی نسبت به سایر جدایه‌ها قرار دارند. کمترین سطح بیماریزایی را جدایه‌های ساری و ممسنی دارند.

نتایج تجزیه واریانس هر شش نژاد برای صفات دوره کمون (LP) و تیپ آلودگی (IT) در (جدول ۴) آمده است. بر اساس نتایج این جدول بین ژنوتیپ‌ها در شرایط هر شش نژاد برای هر دو صفت دوره کمون (LP) و تیپ آلودگی (IT) تفاوت معنی داری در سطح ۱ ٪ وجود داشت. این نشان دهنده تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام از لحاظ صفت دوره کمون و تیپ آلودگی می‌باشد.

همچنین بررسی همبستگی صفات نشان داد که بین دو صفت دوره کمون و تیپ آلودگی همبستگی معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد (جدول ۵). ضرایب همبستگی رابطه بین دو صفت IT و LP را نشان می‌دهد. علامت منفی بیانگر رابطه عکس بین این دو صفت می‌باشد.

در جدول ۶ مقادیر مربوط به دوره کمون و تیپ آلودگی ارقام تجاری گندم نسبت به جدایه های زنگ زرد درج شده است.

در آزمایش ارزیابی مقاومت ارقام تجاری، لاین Mv17، ارقام سیوند، پارسی، دنا، مروارید نسبت به همه نژادهای زنگ زرد مقاومت کامل داشته و در برابر بیماری مصون بودند، این ارقام و لاین‌ها دارای ژن (های) مقاومت از نوع گیاهچه‌ای می‌باشند که می‌توان از آنها به عنوان منابع مقاومت نسبت به این شش نژاد در برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد. ارقام پیشتاز، چمران، سیستان دارای مقاومت اختصاصی به چند نژاد بودند و برای سایر مناطق عکس العمل حساسیت نشان دادند (جدول ۵). اما رقم شیرودی نسبت به همه نژادها نیمه مقاوم می باشد و ردیابی اینکه کدام یک از ژن‌های مقاومت در بروز این نوع مقاومت نقش دارد بدلیل نبودن واکنش حساسیت در بین جدایه‌ها، مشکل می‌باشد. برای این منظور یا باید از مارکرهای مولکولی برای تشخیص استفاده گردد و یا از پاتوتیپ های بیشتری استفاده گردد تا شاید این رقم به بعضی از پاتوتیپ‌ها واکنش حساسیت نشان دهد. بقیه ژنوتیپ‌ها نسبت به همه‌ی نژادها حساس بودند. ارقام Mv17، سیوند، پارسی، دنا، مروارید که نسبت به همه‌ی نژادهای مورد مطالعه مقاومت کامل نشان دادند احتمال می‌رود هر یک از ژن‌های مقاومت *Yr1*، *Yr3*، *Yr4*، *Yr5*، *Yr10*، *Yr15*، *YrCV*، *YrSP*، *Yr24*، *Yr32* به تنهایی یا دو و یا چند تا از آنها همزمان باهم وجود داشته باشند. تا کنون برای این ژن‌ها بیماریزایی در کشور گزارش نشده است (Afshari, 2008). وجود هر یک از این ژن‌ها در این ارقام می‌تواند موجب بروز مقاومت گردد لذا به دلیل زیاد بودن ژن‌ها ردیابی اینکه کدامیک از ژن‌های مقاومت در این لاین‌ها وجود دارند مشکل است. برای اطمینان کامل از این امر استفاده از مارکرهای مولکولی

Archive of SID

www.SID.ir

ضروری می‌باشد. با توجه به اینکه فقط در نژادهای 6E16A+، 102E134A+، 6E130A+، 70E0A+، برای *Yr27* عکس العمل حساسیت و در سایر نژادهای مورد مطالعه عکس العمل مقاومت مشاهده می‌گردد و برای رقم چمران نیز فقط در نژادهای فوق بیماری زایی مشاهده گردید به احتمال خیلی زیاد در رقم چمران *Yr27* و یا ژن ناشناخته دیگری وجود دارد که باعث مقاومت در برابر سایر نژادها شده است. برای سایر ژن‌ها تطابق این چنینی وجود ندارد. در نژادهای 102E134A+، 70E0A+ برای ژن *YrSU* بیماریزایی و در سایر نژادهای مورد مطالعه غیر بیماریزایی مشاهده گردید. با توجه به اینکه رقم سیستان نیز فقط برای این نژادها حساسیت نشان داد گمان می‌رود به احتمال خیلی زیاد ژن *YrSU* یا ژن ناشناخته دیگری باعث مقاومت در این رقم شده است چرا که برای سایر ژن ها تطابقی وجود ندارد. در نژاد های 166E158A+، 6E16A+ برای ژن *Yr17* بیماریزایی و در سایر نژادهای مورد مطالعه غیر بیماریزایی مشاهده گردید. با توجه به اینکه رقم پیشتاز نیز فقط برای این نژادها حساسیت نشان داد گمان می‌رود به ژن *YrSU* یا ژن ناشناخته دیگری باعث مقاومت در این رقم شده است چراکه برای سایر ژن‌ها تطابقی وجود ندارد. هدف اصلی از ارزیابی مقاومت با ریخته ژنتیکی مشخص، شناسایی ژن‌های مقاومت موثر برای استفاده در برنامه به نژادی برای دستیابی به ارقام مقاوم است. بر اساس نتایج بدست آمده از این پژوهش کلیه ژن‌هایی که برای آنها در مناطق مورد مطالعه ناپرآزاری تعیین گردیده است می‌توانند بعنوان منابع مقاومت در این مناطق مورد استفاده قرار گیرند. طول مدت موثر ماندن مقاومت حاصل از این ژن ها به نحوه استفاده از این ژن ها بستگی دارد، لذا هنر به کار گرفتن این منابع ژنی نه تنها به مدت زمان دوام مقاومت ارقام کمک می‌نماید بلکه از جهت این که ژن های موثر 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 برنامه ریزی منجر به تحریک، ایجاد و افزایش جمعیت پرآزاری برای ژن ها و غیر موثر شدن آنها می گردد. ولینگز و مک اینتاش (Wellings & McIntosh, 1998) ترکیب ژن‌های مقاومت موثر در مرحله گیاه کامل و ژن های مقاومت گیاهچه‌ای موثر 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 موثر بودن ژن‌های مقاومت تاکید نموده‌اند.

سپاس گزاری

بدین وسیله از مدیریت موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و همچنین از بخش تحقیقات غلات و واحد پاتولوژی که نهایت همکاری را در فراهم آوردن امکانات لازم برای انجام این تحقیق به عمل آوردند تشکر و قدردانی می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ عکس‌العمل ارقام استاندارد و لاین‌های ایزوژنیک نسبت به عامل بیماری زنگ زرد گندم در مناطق مختلف کشور در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۸

Table 1. Resistance of standard set and near isogenic lines to wheat stripe rust agent in different part of Iran during 2009-2010

No.	Variety or line	*Yr* gene	D. Value	Sari ساری 88-57	Ardebil اردبیل 88-138	Mamasani ممسنی 88-62	Zarghan زرقان 89-44	Gorgan گرگان 89-28	Hamedan همدان 88-117	No. of virulence factor	Frequency of virulence %
1	Chinese 166	Yr 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Lee	Yr 7,Yr22,Yr23	2	8	7	7	7	8	7,8	6	100
3	Heines Kolben	Yr 2 ,Yr 6	4	8	7	7	7	7	7	6	100
4	Vilmorin 23	Yr 3	8	0	2	0	0	;1CN	4CN	0	0
5	Moro	Yr 10	16	0	;	0	0	0	0	0	0
6	Strubes Dickkopf	Yr SD	32	;	7	2CN	8	0;CN	0	2	33.34
7	Suwon 92/Omar	Yr SU	64	;	7	0	0	8	5CN	2	33.34
8	Clement	Yr 2 , Yr 9 , +	128	2CN	2	2CN	7	;1CN	;	1	16.67
9	*T.spelta var.album*	Yr 5		0	0	0	0	;CN	0	0	0
10	Hybryd 46	Yr 4	1	0	0	0	0	;CN	;	0	0
11	Reichersberg 42	Yr 7 , Yr+	2	4CN	7	7	7	5CN	7	4	66.68
12	Heines Peko	Yr2 , Yr 6, +	4	0	7	7	7	3CN	5CN	3	50.01
13	Nord Desprez	Yr ND,Yr12	8	;CN	5	4CN	7	3CN	0	1	16.67
14	Comparie	Yr 8,Yr19	16	7	5	3CN	7	5CN	5CN	2	33.34
15	Carstens V	Yr CV	32	1CN	4	2CN	0	0;CN	0	0	0
16	Spalding Prolific	Yr SP	64	0	0	0	0	;1CN	0	0	0
17	Heines VII	Yr 2, + , Yr11	128	0	7	7	7	2CN	7	4	66.68
18	Avoset 'R'	YrA		7	7	7	8	7	7	6	100
19	Kalyansona	Yr2		7	7	7	8	7	7,8	6	100
20	Trident	Yr 17, Sr 38		5CN	7	7	5CN	7	7	4	66.68
21	Yr 15/6*Avoset 's'	Yr15		0	0	0	0	0	0	0	0
22	Hugenoot	Yr 25		7	7	7	7	7	7	6	100
23	Selkirk	Yr27		7	7	4CN	0	8	7	4	66.68
24	Federation *4/Kavkaz	Yr 9		7	8	8	7	9	9	6	100
25	Federation	Yr9		8	8	8	8	8	7	6	100
26	Yr1/6* AvS	Yr1		0	0	0	0	0	0	0	0
27	Yr5/6* AvS	Yr5		0	0	0	0	0	0	0	0
28	Yr6/6* AvS	Yr6		7	8	8	7	8	8	6	100
29	Yr7/6* AvS	Yr7		7	8	8	7	8	7	6	100
30	Yr8/6* AvS	Yr8		7	4	4CN	7	6C	5CN	2	33.34
31	Yr9/6* AvS	Yr9		7	7	8	7	8	8	6	100
32	Yr10/6* AvS	Yr10		0	0	0	0	0	0	0	0
33	Yr15/6* AvS	Yr15		0	0	0	0	0	0	0	0
34	Yr17/6* AvS	Yr17		5CN	7	7	2CN	7	7	4	66.68
35	Yr18/6* AvS	Yr18		7	7	7	7	8	7	6	100
36	Yr24/6* AvS	Yr24		0	3	0	0;C	;CN	;CN	0	0
37	Yr26/6* AvS	Yr26		0	4	4CN	0;	;CN	7	1	16.67
38	Yr27/6* AvS	Yr27		7	7	3CN	0	8	7	4	66.68
39	Yr32/6* AvS	Yr32		0	6c	6C	4CN	;CN	;CN	0	0
40	YrSp/6* AvS	YrSp		0	0	0	0	0;	0	0	0
41	Jupateco 73 R	Yr18		8	7	7	7	7	8	6	100
42	jupateco 73 3	Yr18		7	7	7	7	7	8	6	100
43	Avoset 'R'	YrA		8	7	7	7	7	8	6	100
44	Avoset 'S'	YrA		8	7	7	7	7	8	6	100
45	Bolani			8	9	8	7	7	9	6	100
	Race			6E16A+	102E134A+	6E134A+	166E158A+	70E0A+	6E130A+		

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲ فرمول بیماریزایی/ غیربیماریزایی جدایه‌های زنگ زرد در شرایط گلخانه

Table 2. Virulence and avirulence formula of wheat Yellow Rust pathotypes in greenhouse

جدایه Isolate	سال Year	فرمول بیماریزایی/ فرمول غیربیماریزایی Avirulence formula / Virulence formula
Sari	2009	*Yr1,3,4,5,10,15,17, 24,26, 32,ND,SD,Su,CV,SP / Yr2,6 ,7,8, 9, 22,23 25, 27,A*
Ardebil	2009	*Yr1,3,4,5,8,10,15,24,26,32,ND,CV,SP / Yr2 ,6,7,9,17,22, 23,25,27,SD,Su,A*
Mamasani	2009	*Yr1,3,4,5,8,10,15,24,26, 27, 32,ND,SD,Su,CV,SP / Yr2, 6,7,9,17, 22,23, 25,A*
Zarghan	2010	*Yr1,3,4,5,10,15,17,24,26, 27, 32,Su,CV,SP / Yr2,6,7,8, 9,22,23,25,ND, SD, A*
Gorgan	2010	*Yr1,3,4,5,8,10,15,24,26,32,ND,SD,CV,SP / Yr2,6, 7, 9, 17, 22,23 ,25, 27,Su,A*
Hamedan	2010	*Yr1,3,4,5,8,10,15,24, 32,ND,SD,Su,CV,SP / Yr2,6,7 ,9,17, 22, 23, 25 ,26, 27, A*

جدول۳- ضرایب همبستگی بین جدایه‌های زنگ زرد مورد استفاده در این مطالعه در شرایط گلخانه

Table 3. Correlation coefficients between different isolates of yellow rust in greenhouse

	6E16A+	102E134A+	6E134A+	166E158A+	70E0A+	6E130A+
6E16A+		0.75**	0.77**	0.67**	0.91**	0.84**
102E134A+			0.88**	0.75**	0.84**	0.85**
6E134A+				0.83**	0.77**	0.86**
166E158A+					0.61**	0.63**
70E0A+						0.89**
6E130A+						

شکل ۱- مقایسه فراوانی فاکتورهای بیماری‌زایی جدایه‌های زنگ زرد با استفاده از ارقام استاندارد و افتراقی

Fig. 1. Comparison of frequency of virulence factor of yellow rust isolates with using from Standard set and near Isogenic lines

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات دوره کمون و تیپ آلودگی ژنوتیپ‌های گندم در شرایط هر شش پاتوتیپ

Table 4. Variance analysis of infection type and latent period of Wheat genotypes to yellow rust in all isolates

Source	DF	6 E 16A+		102E134A+		6E134A+	
		MS_{IT}	MS_{LP}	MS_{IT}	MS_{LP}	MS_{IT}	MS_{LP}
block	2	0.025^{ns}	0.0047^{ns}	0.027^{ns}	0.026^{ns}	0.018^{ns}	0.041^{ns}
treat	12	32**	61**	35.44**	60.56**	30.15**	57.41**
Error	24	0.056	0.029	0.025	0.16	0.029	0.3
CV%		5.43	1.04	3.69	1.11	5.67	3.65

Source	DF	166E158A+		70E0A+		6E130A+	
		MS_{IT}	MS_{LP}	MS_{IT}	MS_{LP}	MS_{IT}	MS_{LP}
block	2	0.025^{ns}	0.032^{ns}	0.041^{ns}	0.025^{ns}	0.023^{ns}	0.047^{ns}
treat	12	27.7**	55.8**	32.52**	59.02**	58.75**	62.34**
Error	24	0.39	0.025	0.31	0.22	0.037	0. 092
CV%		6.86	1.05	5.97	2.08	5.13	1.88

*و** : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵و۱درصد. ns : غیر معنی دار.

***, ** : Significant at 5% and 1% probability level respectively ns : Not significant at 5% level**

جدول ۵- همبستگی صفات دوره کمون بیماری و تیپ آلودگی در ژنوتیپ‌های گندم برای شش پاتوتیپ زنگ زرد در شرایط گلخانه

Table 5. Correlation coefficients between infection type and latent period in genotypes of wheat to 6 races of yellow rust in greenhouse

		پاتوتیپ Pathotype					
		6E16A+	102E134A+	6E134A+	166E158A+	70E0A+	6E130A+
ضریب همبستگی	Correlation cofficient	-0.97**	-0.95**	-0.86**	-0.83**	-0.93**	-0.88**

*و** : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و۱درصد.

***, ** = Significant at 5% and 1% probability level respectively**

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶ عکس‌العمل‌های گیاهچه‌ای ارقام تجاری گندم در مقابل جدایه‌های زنگ زرد گندم در شرایط گلخانه

6. Seedling responses of wheat commercial cultivars to yellow rust isolates in greenhouse Table

شماره ژنوتیپ No.	نام ارقام Name of cultivars		ساری Sari 6E16A+		اردبیل Ardebil 102E134A+		ممسنی Mamasani 6E134A+		زرقان Zarghan 166E158A+		گرگان Gorgan 70E0A+		همدان Hamedan 6E130A+	
			IT [1]	LP[2]	IT	LP	IT	LP	IT	LP	IT	LP	IT	LP
1	بولانی	Bolani	8	10	8	10	8	10	9	10	8	10	8	10
2	-	Mv17	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20
3	پیشتاز	Pishtaz	6	12	7	11	7	12	5	13	7	11	7	11
4	چمران	Chamran	7	11	7	12	4	14	5	14	7	11	7	11
5	سیوند	Sivand	0	20	0	20	0	20	1	20	0	20	0	20
6	پارسی	Parsi	0	20	0	20	0	20	1	20	0	20	0	20
7	سیستان	Sistan	3	15	7	12	3	15	3	15	7	11	3	15
8	بم	Bam	7	11	7	11	7	11	7	11	7	11	7	11
9	موروکو	Morocco	8	10	7	11	7	11	8	10	7	11	8	10
10	-	Avoset s	8	10	7	11	7	11	7	11	8	10	8	10
11	دنا	Dena	1	20	0	20	2	20	2	20	1	20	2	20
12	شیرودی	Shirodi	5	13	3	15	4	15	5	14	5	13	4	14
13	مروارید	Morvarid	2	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20

1- Seedling Infection Type on the 0-9 scale of McNeal *et al*., 1971
2-Latent period

Archive of SID

References فهرست منابع

افشاری، ف.،ترابی، م.، نظری،ک. ۱۳۸۴. فاکتورهای بیماریزایی عامل بیماری زنگ زرد گندم در چند منطقه ایران .نشریه نهال و بذر، جلد ۲۱،شماره ۳، صفحه ۳۵۷-۳۷۲.

بهنیا، م.ر. ۱۳۷۳. غلات سردسیری، دانشگاه تهران. ص.۱۵۴-۱۶۳.

Afshari, F., Nazari, K., and Abrahimnejad, Sh. 2010. Identification of sources of resistance to stripe (yellow) rust in Iranian land races of wheat, 8th International wheat conference, 1–4 June, St. Petersburg, Russia. PP.220.

www.SID.ir

Afshari, F. 2008. Prevalent pathtype of *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* in Iran. Journal of Agriculture Science and Technology, volume 10, 67 – 78.

Chen, X. M., Line, R. F., and Jones, S. S. 1995a. Chromosomal location of genes for stripe rust resistance in spring wheat cultivars Compare, 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.

FAOSTAT .2009. http://www.fao.org verified 6th April, 2010

Johnson, R., Stubbs, R. W., Fuchs, E., and Chambrlain, N. H. 1972. Nomenclature for physiologic race of *puccinia striiformis* infecting wheat. Transaction of the British Mycological Society 58: 475-480.

Jin, Y., Szabo, L., Carson, M. 2010. Century-old mystery of Puceinia striformis life history solved with the identification of *Berberis spp.* as an alternate host. Phytopathology 100:432-435.

Khodarahmi, M., Jalal Kamali M.R., and Torabi M. 2009 a. Identification of Resistance to Yellow Rust in Wheat Germplasm in Iran , 12th International Cereal Rust and Powdery Mildews Conference.

Mc Neal, F. H., Konzak, C. F., Smith, E .P., Tate, W .S., and Russell, T.S. 1971. A uniform system for recording and processing cereal research data. United State Department of Agricultural Research Services. ARS. pp. 34-121.

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

Nazari, K., Wellings, C. R., Park, R. F. 2008. Characterisation of Seedling Resistance to Rust Diseases in Wheat Cultivars from Central Asia and the Caucasus. International Journal of Plant Breeding 2 (2), 52-63.

Archive of SID

www.SID.ir

Park, R., Fetch, T., Hodson, D., Jin, Y., Nazari, K., Prashar, M., Pretorius, Z., 2011. International surveillance of wheat rust pathogens - progress and challenges.

Roelfs, A.P., Singh, R. P., and Saari, E.E. 1992. Rust Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. Mexico, D. F: CIMMYT. PP: 81- 93.

Stubbs, R.W. 1985. Stripe rust. PP. 61-101. In: Roelfs, A. P., Bushnell, W. R. (eds). The cereal rusts, Diseases, Distribution, Epidemiology, and Control. Vol. II. Academic Press, New York, London Orlando, pp: 61-101.

Wellings, C. R., McIntoch, 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., McIntoch, 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.

Yahyaoui, A., Singh, R. P., and Wellings, C. 2004. Status, Approaches, and Management. Second Regional Yellow Rust Conference for Central and West Asia and North Africa. 22-26 March, Islamabad, Pakistan. Page 18.

Zadoks, J. C. Chang, T. T. and Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research, 14:415-21

Archive of SID

www.SID.ir