گیاهپزشکی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۹ شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵

ژنتیک بیماریزایی جدایه‌های بیمارگر زنگ زرد گندم شایع در ایران طی سال زراعی۹۳-۱۳۹۲

مرجان سویزی[1*]، فرزاد افشاری[2] و سعید رضایی[3]

۱- *نویسنده مسوول: دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه بیماری‌شناسی گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران. (Marjansoweizy@yahoo.com)

۲- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، گروه تحقیقات غلات و حبوبات ،کرج، ایران.

۳- استادیار گروه بیماری‌شناسی گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۴/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۲۰

چکیده

زنگ زرد یا زنگ نواری ناشی از بیمارگر *Puccinia striiformis* f.sp *tritici* شایعترین بیماری قارچی گندم در ایران و اکثر مناطق گندم خیز جهان ارزیابی شده است. برای تولید ارقام مقاوم به این بیماری بررسی و شناخت خصوصیات نژادهای قارچ عامل بیماری الزامی است. بدین منظور ۲۹ جدایه عامل بیماری از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری شد. با استفاده از ٤٤ لاین افتراقی زنگ زرد و رقم حساس بولانی به عنوان شاهد در مرحله‌ی گیاهچه‌ای مورد آزمایش قرار گرفته و تعیین نژاد شدند. گیاهچه‌ها با جدایه‌های بیمارگر مایه‌زنی شدند و پس از ۱۷ روز ظهور علائم و شدت بیماری ارزیابی و تعیین نژاد به روش جانسون و همکاران انجام شد. براساس نتایج حاصل، برای گیاهان حامل ژن‌های *YrA* در تمام جدایه‌های مورد مطالعه بیماری‌زایی مشاهده شد. برای گیاهان حامل ژن‌های *Yr15*، *Yr10*، *Y15* و *YrSP* در هیچ یک از جدایه‌های مورد بررسی بیماری‌زایی مشاهده نشد. جدایه اهواز۳ با نژاد 132E156A+,Yr27 به عنوان پرآزارترین و جدایه طرق مشهد ۳ با نژاد 2E2A+ به عنوان کم‌آزارترین نژاد مشخص گردیدند.

کلید واژه‌ها: گندم، بیماری زنگ زرد، نژاد، پرآزاری

مقدمه

گندم سازگارترین گیاه در بین گونه‌های غلات برای کشت و زرع است و به دلیل ارزانی و فراوانی در الگوی غذایی سه چهارم جمعیت جهان جایگاه مهمی دارد و در حدود ۳۰ درصد میزان تولید غلات و حبوبات جهان را تشکیل می‌دهد. در سال ۲۰۱۰ سطح زیر کشت گندم در مقیاس جهانی ۲۱۷/۲ میلیون هکتار و تولید جهانی گندم ۶۵۳/۶ میلیون تن برآورد شد (Anonymous, 2010). این محصول مورد حمله تعداد زیادی از آفات و عوامل بیماری‌زای گیاهی قرار می‌گیرد. زنگ‌های غلات از مهمترین بیماری‌های گندم می‌باشند که نه تنها از نظر میزان خسارت، پراکنش و نقش بارز آن‌ها در اقتصاد کشورها، بلکه از نظر پیچیدگی برهمکنش آن‌ها با میزبان‌هایشان و بالاخص گندم، در شکل‌گیری و توسعه فعالیت‌های علمی و تحقیقاتی نقش بسزایی داشته‌اند (McIntosh et al., 1995). زنگ زرد که عامل آن قارچ *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* می باشد، یکی از مهمترین و خسارتزاترین بیماری‌های گندم در بسیاری از مناطق گندم خیز جهان است (Zadoks, 1961). زنگ زرد گندم یک بیماری مهم به ویژه در

مناطق سرد است که دارای یک چرخه‌ی زندگی ماکروسیکلیک و میزبان تناوبی شناخته شده زرشک است (Jin et al., 2010). از طرف دیگر اپیدمی‌های ویران‌کننده این بیماری باعث کاهش محصول می‌شود. خسارت این بیماری تا چهل درصد هم گزارش شده است (Prescott et al., 1986). زنگ زرد گندم در ارقام بسیار حساس و یا زمانی که بیمارگر به سرعت در فصل رشد محصول توسعه یافته است سبب از دست رفتن ۴۰ درصد یا میزان بیشتری از پتانسیل محصول میشود (Anonymoous, 2010). براساس گزارشات موجود، در چین در سال ۲۰۰۷، بیش از ۲۰ میلیون هکتار گندم تحت تاثیر زنگ زرد گندم قرار گرفت (Wan and Chen, 2007). دراسترالیا هزینه سالیانه مصرف قارچ‌کش‌ها در برنامه‌های کاربردی برای کنترل شیمیایی بیماری زنگ زرد در سال های ۲۰۰۶-۲۰۰۳ حدود ۹۰-۴۰ میلیون دلار برآورد شد (Wellings, 2007). در آسیای مرکزی و منطقه قفقاز تا به حال پنج اپیدمی از زنگ زرد رخ داده است (Sharma Poudyal, 2012). زنگ زرد در طی ۱۲ سال منجر به از دست رفتن ۶۰ درصد عملکرد در تاجیکستان شد (Ziyaev et al., 2011). مناسب‌ترین روش کنترل زنگ زرد استفاده از ارقام مقاوم است (Roelfs, 1984). با این حال اطلاعات بیشتری در خصوص ساختار ژنتیکی جمعیت های طبیعی عامل بیماری مورد نیاز است تا بتوان تاثیرات این مقاومت‌ها را ارزیابی کرد. توانایی به‌نژادگرها برای تکوین روش‌های کنترل پایدار و موثر غلبه بر بیماری های گیاهان زراعی و بویژه زنگ زرد گندم، عمدتا بستگی به دانش ساختار جمعیت بیمارگر و پتانسیل آن برای سازگاری با ارقام جدید دارد (Knott, 1989). در این تحقیق هدف تعیین نژاد جدایه‌های عامل بیماری زنگ زرد گندم و تعیین فاکتورهای بیماریزایی و غیربیماریزایی ۲۹ جدایه از مناطق مختلف کشور می‌باشد 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 و می‌توان از آنها در برنامه اصلاحی استفاده نمود.

مواد و روش ها

در بهار سال ۹۳-۱۳۹۲ تعداد ۲۹ جدایه برگی آلوده به زنگ زرد گندم از مناطق مختلف گندم خیز ایران جمع‌آوری (جدول ۱) و به واحد بیماری‌شناسی غلات، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج ارسال شد. جدایه‌ها پس از خالص‌سازی، روی گیاهچه‌های رقم حساس بولانی که در گلدانهایی به قطر ۱۵ سانتیمتر کاشته شده بودند تکثیر شدند. پس از هفده روز از مایه‌زنی، اسپورهای تکثیر شده جمع‌آوری و هر یک به طور جداگانه با پودر تالک به نسبت ۳:۱ ترکیب و مایه‌زنی به طریق گردپاشی انجام گرفت. به منظور تعیین نژاد و تعیین فرمول غیربیماریزایی / بیماریزایی جدایه‌ها، از ارقام و لاین‌های استاندارد که هر یک دارای یک یا چند ژن مقاوم هستند استفاده شد. به منظور جوانه‌زنی اسپورها، نمونه‌های مورد نظر به تاریک‌خانه با دمای ۱۰ درجه سانتیگراد و رطوبت اشباع صد درصد منتقل شدند. بعد از۲۴ ساعت گلدانها به گلخانه با دمای ۱۸ درجه سانتیگراد و رطوبت ۵۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی طبیعی و مصنوعی ۱۶۰۰۰ لوکس و ۸ ساعت تاریکی منتقل شدند. پس از هفده روز یادداشت‌برداری به روش مکنیل و همکاران انجام گرفت (McNeal et al., 1971). در این روش تیپ آلودگی ۶-۰ به عنوان غیربیماریزایی (ناپرآزاری) و ۹-۷ به عنوان بیماریزا (پرآزاری) در نظر گرفته شد. هر چه شدت آلودگی بیشتر می‌شد به همان میزان گیاهچه‌ها تیپ آلودگی بیشتری را به خود اختصاص داده و تعداد جوش‌ها و تراکم آن‌ها بیشتر می‌شد. در نهایت جدایه‌ها به روش Johnson et al., (1972) تعیین نژاد شدند (جدول ۱). هر ۲۹ جدایه به صورت جداگانه و در شرایط کاملا

یکسان در گلخانه زنگ زرد واحد بیماری‌شناسی غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج مورد آزمایش قرار گرفتند.

نتایج و بحث

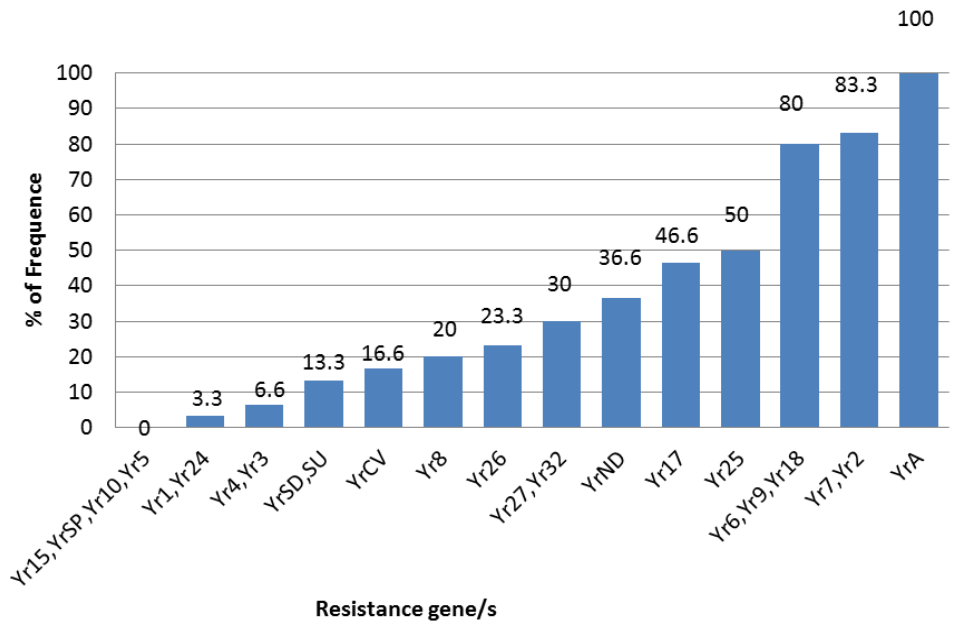
بر اساس نتایج حاصل، گیاهان حامل ژن *YrA* در مقابل تمام جدایه‌های مورد مطالعه بیماری‌زایی مشاهده شد و برای گیاهان حامل ژن‌های *Yr5*، *Yr10*، *YrSP* و *Yr15* در مقابل هیچکدام از جدایه‌های مورد بررسی بیماری‌زایی مشاهده نشد (شکل ۱). تعداد ۲۹ نژاد تعیین شده در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

در این آزمایش گیاهان حامل ژن *Yr1* در برابر تمام جدایه‌ها به استثنای یک جدایه از زرقان با نژاد 135E134A+ مقاوم بودند که این موضوع براساس عکس‌العمل رقم Chinese 166 با ژن *Yr1* و رگه منو ژن "Yr1/6*Avost s استنباط شد. گیاهان حامل ژن *Yr2* در برابر تمام جدایه‌ها حساس بودند به استثنای ۵ جدایه از کارون اهواز با نژاد 66E2A+,Yr27، همت‌آباد لرستان با نژاد 2E18A+، اندیمشک با نژاد64E42A+، دزفول با نژاد 6E6A+ و طرق مشهد ۲ با نژاد 134E142A+، که این موضوع براساس عکس‌العمل رقم Kalyansola با ژن *Yr2* استنباط شد.

جدول۱- جدایه‌های جمع‌آوری شده عامل بیماری زنگ زرد گندم از مناطق مختلف ایران و تعیین نژاد آنها در سال ۹۳-۹۲

Table 1. Isolates collected from the different regions of Iran and the race of the isolates in 2013-2014

Race	location	Race	location
134E134A^{+}	Torogh-1(mashhad)	134E132A^{+}	Gharakhil
134E142A^{+}	Torogh-2(mashhad)	4E156A^{+}	Khoramabad -1
2E2A^{+}	Torogh-3(mashhad)	134E134A^{+}	Lorestan
134E134A^{+},Yr27	Ahwaz-1	38E135A^{+}	Khoramabad-2
6E134A^{+}	Sari-1	64E42A^{+}	Andimeshk
70E134A^{+},Yr27	Dezfol-1	166E174A^{+}	Abadan
134E142A^{+},Yr27	Ahwaz-2	2E18A^{+}	Hematabad
134E142A^{+}	Dezfol-2	140E134A^{+}	Karaj
6E6A^{+}	Dezfol-3	134E150A,Yr27	Zanjan
132E132A^{+}	Dezfol-4	166E158A^{+}	Ahwaz-3
6E161A^{+}	Zarghan-1	132E156A^{+},Yr27	Sanandaj
166E174A^{+}	Marvdasht	198E134A^{+},Yr27	Shosh
135E134A^{+}	Zarghan-2	66E2A^{+},Yr27	Karon(ahvaz)
134E142A^{+}	Gorgan	132E132A^{+}	Zarghan-3
142E158A^{+},Yr27	Sari-2		



شکل ۱- درصد بیماریزایی برای گیاهان حامل ژن‌های مقاومت به زنگ زرد گندم (ستون اول به هیچ یک از جدایه‌ها آلودگی نشان نداد و ستون آخر که به تمام جدایه‌ها آلودگی نشان داد)

Figure. 1. The percent of pathogenicity of the genes resistant to wheat yellow rust (The first column no pathogenicity was recorded for all isolates and last column pathogenicity was recorded for all isolates).

برای ژن *Yr3* که از روی لاین Vilmorin 23 تعیین گردید به جز دو جدایه از کرج با نژاد +140E134A و ساری با نژاد 142E158A+,Yr27 در سایر جدایه‌ها بیماری زایی مشاهده نشد. گیاهان حامل ژن *Yr4* در برابر تمام جدایه‌های مورد بررسی مقاوم بودند به استثنای دو جدایه از خرم‌آباد۲ با نژاد +38E135A و دزفول۳ با نژاد +6E6A. گیاهان حامل ژن *Yr5* با توجه به عکس العمل ژن مربوطه با دو منبع Yr5/6*Avost S" و *Triticum spelta* var *album*، در برابر تمام جدایه‌های مورد مطالعه مقاوم بودند.

گیاهان حامل ژن Yr6 در برابر تمام جدایه‌های مورد مطالعه مقاوم بودند به استثنای ۵ جدایه با نژادهای 66E2A+,Yr27 از کارون اهواز، +66E42A از اندیمشک، +6E6A از دزفول۳ و نژاد +2E2A از طرق مشهد۳. پرآزاری برای ژن مربوطه با استفاده از رگه تک ژنی Yr6/6*Avost S" استنباط شد. ژن مربوطه به همراه ژن *Yr2* در ارقام Heines Peko و Heines Kolben نیز وجود داشت. گیاهان حامل ژن *Yr7* در برابر تمام جدایه‌های به استثنای زرقان۳ با نژاد +132E132A، سنندج با نژاد 132E156A+,Yr27، اندیمشک با نژاد +64E42A و خرم‌آباد۱ با نژاد +4E156A حساس بودند. پرآزاری برای ژن مربوطه با استفاده از رگه تک ژنی Yr7/6*Avocet S" استنباط شد. ژن *Yr7* به همراه ژن‌های *Yr22* و *Yr23* در لاین Lee از ارقام متمایزکننده نژادهای زنگ زرد وجود داشت. برای تعیین پرآزاری ژن *Yr8* از رقم Campair که دارای ژن *Yr19* نیز می‌باشد استفاده شد. ژن *Yr19* توسط چن و لاین گزارش شده است (Chen and Line, 1995). ژن *Yr8* نسبت به ۵ جدایه از مناطق سنندج با نژاد 132E156A+,Yr27، اهواز۳ با نژاد +166E158A، زنجان با نژاد 134E150A+,Yr27، خرم‌آباد۱ با نژاد +4E156A و ساری۲ با نژاد 142E158A+,Yr27 حساس و نسبت به

سایر جدایه‌ها مقاوم بود. پرآزاریی برای ژن *Yr9* با استفاده از رقم Clement که دارای ژن‌های *Yrcl* و *Yr2* بود و رگه‌های تک ژنی Federation 4/kavkaz و Yr9/6* Avocet S" مورد استفاده قرار گرفت که نتایج نشان‌دهنده بیماری‌زایی برای تمام جدایه‌های مورد بررسی به استثنای جدایه‌هایی از کارون اهواز با نژاد 66E2A+,Yr27، زنجان با نژاد 134E150A+,Yr27، همت‌آباد لرستان با نژاد2E18A+ ، اندیمشک با نژاد 64E42A+، دزفول ۳ با نژاد 6E6A+ و طرق مشهد۳ با نژاد 2E2A+ بود. ژن *Yr10* نسبت به تمام جدایه‌های مورد مطالعه مقاوم بود. برای ژن *Yr10* در ایران تا سال ۲۰۰۸ بیماری‌زایی مشاهده نشده است (Afshari, 2008). بیماری‌زایی برای ژن *Yr15* که با استفاده از رگه تک ژنی Yr15/6* Avocet S" صورت گرفت نسبت به هیچکدام از جدایه‌ها مشاهده نشد. برای تعیین پرآزاریی ژن *Yr17* از رقم Trident و رگه تک ژنی Yr17/6* Avocet S" استفاده شد که نسبت به ۱۶ جدایه مقاوم و سایر جدایه‌ها حساس بود (جدول ۲). در ارتباط با ژن *Yr24* که پرآزاری آن توسط رگه تک ژنی Yr24/6* Avocet s" استنباط شد فقط نسبت به یکی از جدایه‌های کارون با نژاد 66E2A+,Yr27 واکنش مقاومت و نسبت به سایر جدایه‌ها واکنش حساسیت نشان داد. در مورد ژن *Yr25* که در رقم Hugenoot موجود است پرآزاری نسبت به ۱۵ جدایه مشاهده شد. برای تعیین پرآزاری ژن *Yr26* از رگه تک ژنی Yr26/6* Avocet s" استفاده گردید و از ۲۹ جدایه مورد مطالعه نسبت به هفت جدایه پرآزاری مشاهده شد. در تعیین پرآزاری ژن *Yr27* مشخص شد از ۲۹ جدایه مورد مطالعه در ۶ جدایه پرآزاری دیده شد (جدول ۲). برای تعیین پرآزاری ژن *Yr32* از رگه تک ژنی Yr32/6*Avocet S" استفاده گردید که به غیر از ۸ جدایه در سایر جدایه‌ها پرآزاری مشاهده نشد. برای بررسی ژن *YrSD* از رقم Strubs Dikkopf استفاده گردید و نسبت به ۴ جدایه پرآزاری مشاهده شد. در مطالعه انجام شده در رقم Carstens V که حاوی ژن *YrCV* بود نسبت به ۵ جدایه پرآزاری مشاهده شد. ژن *YrSP* که در رقم Spalding prolific و رگه تک ژنی YrSP/6* Avocet s" وجود داشت، از ۲۹ جدایه مورد مطالعه، همگی جدایه‌ها نسبت به این ژن غیر بیماری‌زا بودند. برای تعیین پرآزاری ژن *YrA* از رگه تک ژنی Avocet R استفاده شد و نتایج نشان داد که نسبت به همه جدایه‌ها در همه مناطق مورد بررسی برای ژن مربوطه بیماریزایی وجود داشت.

درصد فراوانی بیماری‌زایی برای ژن‌های مقاومت گیاهچه‌ای در شکل ۱ ارائه شده است. در این بررسی برای ژن های *Yr5*، *Yr10*، *YrSP* و *Yr15* در هیچکدام از جدایه های مورد بررسی بیماری‌زایی مشاهده نشد. در صورتیکه در ارزیابی مقاومت گیاه کامل نیز مقاومت دیده شود میتوان از آنها در برنامه به‌نژادی کشور در ترکیب با سایر ژن‌های مقاومت استفاده نمود. برای گیاهان حامل ژن *YrA* صد در صد جدایه‌ها بر روی گیاهان حامل این ژن ایجاد بیماری‌زایی نمودند. مقایسه فراوانی فاکتورهای بیماری‌زایی جدایه‌های زنگ زرد با استفاده از لاین‌های افتراقی نشان داد که از میان این جدایه‌ها، جدایه مشهد۳ با نژاد 2E2A+ با ۱۲/۵ درصد کمترین بیماری‌زایی (پرآزاری) و اهواز۳ با نژاد 166E158A+ با ۵۰ درصد بیشترین درصد بیماری‌زایی (پرآزاری) را به خود اختصاص دادند. لذا مشاهده شد در میان جدایه‌های جمع‌آوری شده از یک منطقه تفاوت در فنوتیپ بیماری‌زایی عامل بیماری وجود دارد که این مسئله بیانگر این موضوع است که جمعیت‌های مختلفی از این قارچ میتوانند در یک منطقه وکشور نیز فعالیت کنند (شکل ۲).

بیماری‌زایی برای ژن *Yr1* در آسیا وچین مرکزی وکم و بیش در بیشتر قسمت‌های شرق میانه شایع می‌باشد (Anmin et al., 2004)، در این تحقیق بیماری‌زایی این ژن در نژاد 135E134A+ در منطقه زرقان با شدت ۳ درصد تعیین شد.

جدول ۲- طیف غیربیماریزایی / بیماریزایی جدایه‌های عامل بیماری زنگ زرد وخصوصیات بیماریزایی آنها

Table 2. The range of Avirulence/Virulence of the Isolates carrying Yellow Rust Factor and their Pathogenic Characteristics

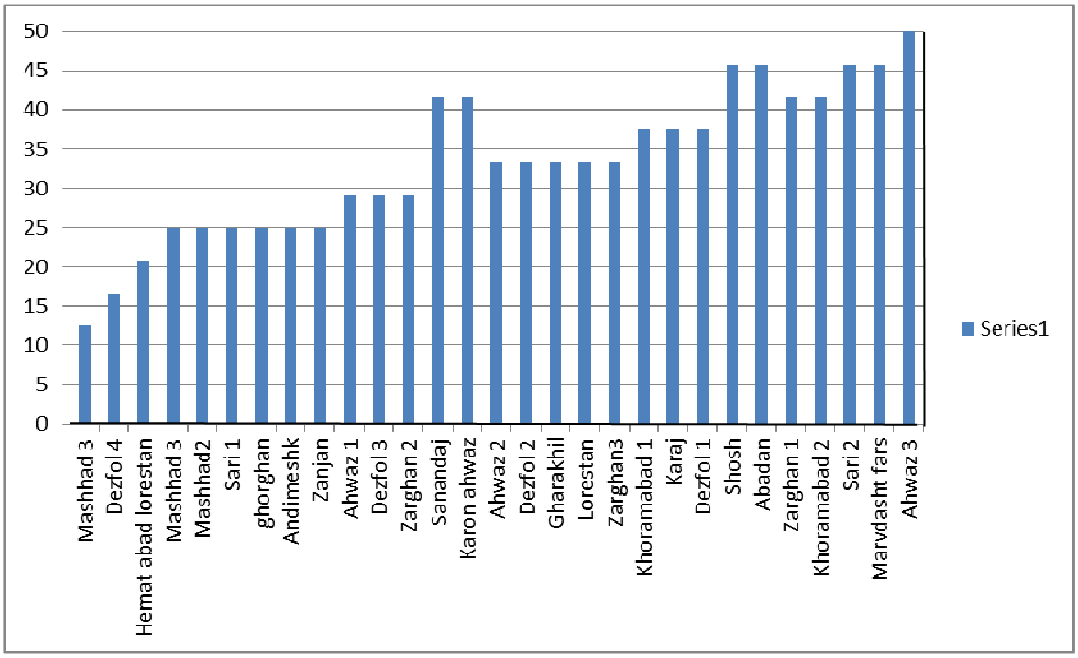
Isolate	Frequency of virulence	Frequency of virulence %	Yr-Avirulence-genes/Yr-virulence genes
Mashhad 1	6	25	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,4,SD ,CV,8,26,32,27,ND,25,18/Yr17,2,7,9,6,A*
Mashhad 2	6	25	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24,SU,5,4,SD ,CV,8,26,32,27, 25,17,18/Yr2,7,9,6,A,ND*
Mashhad 3	3	12.5	*Yr1, 15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,4,SD ,CV,8,26,32,27,ND,25,2,9,6,17/ Yr18,7,A*
Ahaz 1	7	29.1	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,4,SD ,CV,8,26,32,ND,25,17/ Yr27,18,2,7,9,6,A*
Sari 1	6	25	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,4,SD ,CV,8,26,32,27,ND,17,18/Yr25,2,7,9,6,A*
Dezfol 1	9	37.5	*Yr1,15,3 ,10 ,24 ,5,4,SD ,CV,8,26,32,ND,25,SP/ YrSU,27,17,18,2,7,9,6,A*
Ahwaz 2	8	33.34	*Yr1,15,3 ,10 ,24 ,5,4,SD ,CV,8,26,32,17,25,SP,SU/Yr27,ND,18 ,2,7,9,6,A*
Dezfol 2	8	33.34	*Yr1,15,3 ,10 ,24 ,5,4,SD ,CV,8,26,32,27,17,SP,SU/YrND,25,18,2,7,9,6,A*
Dezfol 3	7	29.17	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,5,SD ,CV,8,26,27,ND,2,9,6,SU/ Yr4,32,17,25,18,7,A*
Khoramabad 2	10	41.67	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,CV,8,26,27,ND,25/ Yr4,SD,32,17,18,2,7,9,6,A*
Andimeshk	6	25	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,5,4,SD,,8,26,32,27,25,2,7,9,6/ YrSU,CV,17,ND,18,A*
Abadan	11	45.84	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,4,8,26,27,17/ YrSD,CV,32,ND,25,18,2,7,9,6,A*
Hematabad	5	20.84	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,4,SD ,CV,8,26,32,27,ND,25,9,2/ Yr17,18,7,6,A*
Karaj	9	37.5	*Yr1,15, SP ,10 ,24 ,SU,5,4,SD ,CV,8,32,17,ND,18/ Yr3,26,27,25,2,7,9,6,A*
Zanjan	6	25	*Yr1,15, SP ,10 ,24 ,SU,5,4,SD ,CV,32, 17,3,ND,25,18,9/ Yr8,26,2,7,6,A,27*
Ahwaz3	12	50	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,4 ,CV,27,26/YrSD,8,32,17,ND,25,18 ,2,7,9,6,A*
Sanandaj	10	41.67	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,4,SD ,CV,32,17,7/Yr8,26,27,ND,25,18,2,9,6,A*
Shosh	11	45.84	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,5,4,SD ,CV,8,17,ND/ YrSU,26,32,27,25,18,2,7,9,6,A*
Karon ahwaz	10	41.67	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,5,4,SD ,CV,8,ND,2,9,6/ Yr24,SU,26,32,27,17,25,18,7,A*
Gharakhil	8	33.34	*Yr1,15, SP,10 ,24 ,SU,5,4,SD ,CV,8,26,32,27,ND,25/ Yr17,25,18,2,9,6,A,7*
Marvdash	11	45.8	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,4,,8,26,32,27/YrSD,CV,17,ND,25,18,2,9,7,6,A*
Zarghan 2	7	29.17	*Yr15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,4,SD,CV,8,26,32,27,17,ND,25/ Yr18,2,7,9,6,1,A*
Sari 2	11	45.84	*Yr1,15,SP,10 ,24 ,SU,5,4,SD ,CV,26,32,25/ Yr3,8,27,17,ND,18,2,7,9,6,A*
Zarghan 1	4	10	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,4,SD,8,26,32,27/YrCV,17,ND,25,18,2,7,9,6,A*
Khoramabad1	9	37.5	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,4,SD ,CV,26 ,32,27,7/ Yr8,ND,17, 25,18,9, 6,2, A*
Dezfol 4	4	16.67	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,4,SD ,CV,8,26,32,27,17,ND,25,18,7/Yr2,9,6,A*
Gorgan	6	25	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,4,SD ,CV,8 ,26,32,27,17,ND, 25 / Yr18,2,7, 9, 6,A*
Lorestan	8	33.34	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,4,SD ,CV,8,26,27,17,ND/ Yr32,25,18,2,7,9,6,A*
Zarghan3	8	33.34	*Yr1,15, SP,3 ,10 ,24 ,SU,5,4,SD ,CV,8 ,27,ND,7,25 / Yr26,32,17, 2,18,9, 6,A*

در مطالعات گذشته بیماریزایی در گیاهان حامل ژن‌های *Yr1*، *Yr4*، *Yr5* و *Yr10* و غیر بیماریزایی در گیاهان حامل ژن های *Yr2*، *Yr6*، *Yr7*، *Yr9*، *Yr22*، *Yr23* و *YrA* در ایران گزارش شده است (Torabi et al, 2001). در این مطالعه بیماریزایی در گیاهان حامل ژن‌های *YrA*، *Yr2*، *Yr7*، *Yr18*، *Yr9*و *Yr6* با فراوانی بالا (بیشتر از ۸۰ درصد) مشاهده شد.

در طی سالهای ۲۰۰۴-۲۰۰۳ هفت نژاد شامل 6E22A+، 6E130A+، 6E142A+، 6E158A+، 134E130A+، 134E142A+ و 6E134A+ شناسایی شدند که همگی بر روی گیاهان حامل ژن های *Yr2*، *Yr6*، *Yr7*، *Yr8*، *Yr9*، *Yr24*، *Yr25*، *YrND*، *YrSP*، *Yr3*، *Yr2*، *Yr6*، *Yr9*، *Yr7*، *Yr32* و*YrA* بیماری‌زا بودند (Afshari, 2008). به طور مشابه در این مطالعه نژادهای 6E6A+ (دزفول۳) ، 6E134A+ (ساری۱) و 134E142A+ (دزفول۲) همگی بر روی گیاهان حامل ژن‌های *YrA*، *Yr7* و *Yr25* بیماریزا بودند.

در طی سال‌های ۱۹۹۴-۱۹۹۳ در سوریه هفت نژاد از جمله 166E150، 38E134، 20E148، 6E0، 134E150، 6E20 و230E15 توسط Yahyaoui (2001) et al., گزارش شدند و در ایران نژاد 134E150 پیش از این تشخیص داده شده است (Afshari, 2008). در این مطالعه نژاد مربوطه (134E150A+,Yr27) بر روی گیاه حامل ژن *Yr27* نیز بیماری‌زایی نشان داد.

در مطالعه دیگری درمورد زنگ زرد در مکزیک در طول سالهای 2005-2007 بیماریزایی برای ژن های *Yr1*، *Yr2*، *Yr6*، *Yr7*، *Yr9*، *Yr8*، *Yr27* و *YrA* گزارش شده است و غیربیماریزایی برای ژن‌های *Yr5* و*YrSP* گزارش شده است (Rodriguez-Garcia *et al.,* 2010). در این مطالعه گیاهان حامل ژن‌های *Yr15*، *Yr10*، *YrSP* و*Yr5* نسبت به تمام جدایه‌های عامل بیماری زنگ زرد مقاوم بودند.



شکل۲- درصد بیماریزایی جدایه‌های زنگ زرد در لاین‌ها / ارقام افتراقی

Figure. 2. The pathogenicity percent of yellow rust isolates in differential cultivars and lines

حضور بیماری‌زایی برای گیاهان حامل ژن‌های *YrSD* و *Yr32* و *Yr8* و *Yr3* و *YrSP* توسط افشاری گزارش شده است (Afshari, 2008). در این مطالعه بیماری‌زایی برای گیاهان حامل ژن‌های *Yr32* ، *Yr8*،*YrSD* و *Yr3* مشاهده شد. اما غیر بیماریزا بودن جدایه‌های عامل بیماری برای ژن *YrSP* میتواند به دلیل عدم وجود بیماریزایی برای ژن مربوطه در جدایه‌ها در شرایط کشور باشد. بیماری‌زایی برای گیاهان حامل ژن *Yr27* ظاهر شده و توسط آزمایش‌های گلخانه‌ای تایید شده است (Afshari, 2004). اگر چه جمعیت این پاتوتایپ در اوایل دهه‌ی ۲۰۰۰ محدود بود اما در سال ۲۰۱۰ با فرکانس ۳۵ درصد مشاهده و سبب اپیدمی بیماری در بیشتر ارقام تجاری قدیمی حساس در سال ۲۰۱۰ شد (Afshari, 2011). در این مطالعه نیز برای ژن مربوط با فراوانی ۳۰ درصد بیماری‌زایی دیده شد.

با استفاده از ژن‌های مقاومت گیاهچه‌ای با ترکیبی از ژن‌های مقاوم گیاه بالغ، می‌توان یک روش مفید از کنترل زنگ زرد را فراهم کرد (Afshari, 2011). بنابراین پایش در نژادهای زنگ زرد و تغییرات آن در طول زمان میبایست در برنامه‌های اصلاحی گندم کشور مورد توجه قرار داد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج به دست آمده از این پژوهش کلیه ژن‌هایی که برای آنها در مناطق مورد مطالعه پرآزاری تعیین نشده است می توانند به عنوان منابع مقاومت در این مناطق مورد استفاده قرار گیرند. طول مدت موثر ماندن مقاومت حاصل از این ژن‌ها به نحوه استفاده از آنها 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 ژن‌های موثر مقاومت از ذخایر با ارزش ژنتیکی برای کنترل این بیماری هستند، حفظ این ذخایر از جمله اهداف مهم ذخایر توارثی می‌باشد. استفاده غیراصولی و بدون برنامه‌ریزی منجر به تحریک، ایجاد و افزایش جمعیت پرآزاری برای ژن‌های موثر و در نتیجه غیر موثر شدن آنها می گردد.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از همکاری واحد پاتولوژی غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، که امکانات این تحقیق را فراهم نمودند تشکر و قدردانی می شود.

REFERENCES

Afshari, F. 2004. Chalange of new race of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in Iran. Second Regional Yellow Rust Confference for Central and West Asia and North Africa. 22-26 March, Islamabad, Pakistan. P. 19.

Afshari, F. 2008. Prevalent pathotypes of wheat stripe rust in Iran. Journal of Agricultural Science and Technology, 10: 67–78.

Afshari, F. 2011. Status of wheat stripe rust disease in Iran during 2009–2010. *In*: International Wheat Stripe Rust Symposium*;* 18–21 April. Aleppo, Syria: ICARDA. P. 1.

Anonymous, A. 2010. FAQS of the Borlaug Global Rust Initiative. http://www.globalrust.org. – Agrios. N. G. 2oo Plant pathology. Elsevier Academic Pross. P. 922.

Anmin, W., Liren, W., Qiuzhen, J., Shelin, J., Gaobao, L., Baotong, W. Ge. Y., Jiaxiu, Y., and Zhonghu, H. 2004. Monitoring virulence variability in *Puccinia striiformis f.* sp. *tritici* of wheat during 2000–2002 in China. In: Second Yellow Rust Conference for

Central and West Asia and North Africa; 22–26 March. Islamabad, Pakistan: ICARDA. P. 23.

Chen, X., and Line, R. F. 1995. Gene number and heritability of wheat cultivars whit durabie, high temperature, adult plant resistance and race specific resistance to *Puccinia striiformis*. Phytopathology, 85: 573-578

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 Mycological Society, 58: 475–480.

Jin, Y., Szabo, L., and Carson, M. 2010. Century-old mystery of *Puccinia striiformis* life history solved with the identification of beriberi as an alternate host. Phytopathology, 100:432–435.

Knott, D. R. 1989. The wheat rusts breeding for resistance. Monographs on theoretical and applied genetics. Springer- Velag. P. 201.

McNeal, 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. Washington (DC): Department of Agricultural Research Services ARS, P. 34-121

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

Prescott, I. M., Burnett, P. A., Saari, E. E., Ransom, J,. Bowman, J., Milliano, W., Singh, R. P., and Bekele, G. 1986. Wheat diseases and pests: a guide for field identification. Mexico, D. F: CIMMYT. P. 6.

Roelfs, A. P. 1984. Race Specificity and methods of study. In Roelfs, A. P., and Bushnell, W. R. (eds.), The cereal rusts. Vol., I; origins, specificity structure, and physiology. Academic Press, INC., Orlando, Florida, pp: 61-101.

Rodriguez Garcia, M. F., Huerta Espino, J., and Villasenor Mir, H. E., Sandoval Islas, J. S., and Singh, R. P. 2010. Analysis of wheat (*Triticum aestivum* L.) yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) virulence in the high valleys of Mexico. Agrociencia, 44: 491-502.

Sharma Poudyal, D. 2012. Prediction of disease damage, determination of pathogens survival regions, and characterization of international collections of wheat stripe rust. P.223.

Torabi, M., Nazari, K., Afshari, F., Mardoukhi, V., and Malihipour, A. 2001. SevenYears Pathotype survey of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in Iran. First Regional, Yellow Rust Conference for WANA Karaj, Iran. ICARDA. P. 74.

Wan, A. M., and Chen, X. M. 2007. Wheat stripe rust in China. Australian Journal of Agricultural. Res, 58: 605-6.

Wellings, C. R. 2007. *Puccina striiformis* in Australia: a review of the incursion evolution and adaptation of stripe rust in the period 1979-2006. Australian Journal of Agricultural Research, 58: 567-575.

Yahyaovi, A., Wellings, C. R., Torabi, M., Nazari, K., Ketata, H., and Cetin, L. 2001. Effective resistance genes to yellow rust of wheat in central and western Asia. First Regional Yellow Rust Conference for Central and West Asia and North Africa. 8- 14 May, Karaj, Iran, ICARDA. P. 53.

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

Ziyaev, Z. M., Sharma, R. C., Nazari, K., Morgounov, A. I., Amanov, A. A., Ziyadullaev, Z. F., and Alikulov M. S. 2011. Improving wheat stripe rust resistance in central Asia and the Caucasus. Euphytica, 179: 197-207.

Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 39(2) Summer 2016

The Pathogenicity genetics of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in Iran in 2012-2013 growing season

M. Soweizy[1*], F. Afshari[2], S. Rezaei[3]

1. [*]**Corresponding author:** Former M.Sc. student, Department of Plant Pathology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (Marjansoweizy@yahoo.com)
2. Assistant Professor, Department of Cereal Research, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran
3. Assistant Professor, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: 6 July 2015 Accepted: 10 January 2016

Abstract

Yellow rust or stripe rust is the most prevalent fungal disease in Iran as well as in different regions of the world. In order to produce resistance cultivars, it is necessary to study and identify the properties of different races of this fungal pathogen. For this purpose, 29 *Pst* isolates were collected from different regions of Iran and tested at the seedling stage using 44 differential lines and the susceptible cultivar Bolani. The seedlings were inoculated with the pathogenic isolates. After 17 days, the signs and severity of disease were evaluated using Johnson *et al* method, and the races were determined. According to the results, pathogenicity was detected for the plants carrying gene *YrA* in all isolates. No pathogenicity was recorded for the plants carrying genes *Yr5, Yr10, Y15,* and *YrSP* in this study. Races 132E156A+, Yr27 of Ahvaz 3 and race 2E2A+ of Mashhad were identified as the most and least aggressive races, respectively.

Keywords: Wheat, Yellow rust disease, Race, Pathogenicity