

ارزیابی واکنش برخی از ژنوتیپ‌های گندم بومی ایران در برابر نژاد جدید زنگ ساقه در مرحله گیاهچه‌ای

شیده موجرلو^۱، ناصر صفایی^{۲*}، احمد عباسی مقدم^۳ و مسعود شمس بخش^۴

۱- دانشجوی دکتری بیماری شناسی گیاهی، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

۲- نویسنده مسئول: دانشیار گروه بیماری شناسی گیاهی، دانشگاه تربیت مدرس تهران
(nsafaie@modares.ac.ir)

۳- استادیار بخش ژنتیک و بانک ژن گیاهی ملی ایران، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.

۴- دانشیار گروه بیماری شناسی گیاهی، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۶/۱۳

چکیده

زنگ سیاه یا زنگ ساقه که توسط *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* ایجاد می‌شود، یکی از بیماری‌های مهم قارچی می‌باشد که محصول گندم را مورد تهدید قرار می‌دهد. به منظور شناسایی منابع جدید مقاومت در برابر نژاد جدید بیمارگر زنگ ساقه (Ug99) تعدادی از ژنوتیپ‌های گندم بومی موجود در بانک ژن گیاهی ملی ایران مورد ارزیابی قرار گرفت. به این منظور جدایه بیمارگر جمع آوری شده از دشت آزادگان در گلخانه روی گیاهچه هفت روزه رقم حساس بولانی خالص سازی و تکثیر شد. به منظور تعیین نژاد عامل بیماری از ۴۵ رقم افتراقی (ایزوژنیک) دریافتی از یکاردا استفاده گردید. نتایج آزمایش تعیین نژاد نشان داد که عامل بیماری در برابر ژن‌های *Sr31*، *Sr36*، *Sr38* و *Sr13* بیماریزا و در برابر ژن *Sr24* غیر بیماریزا می‌باشد. در این بررسی ۶۲ ژنوتیپ گندم بومی ایران، در مرحله گیاهچه‌ای و در شرایط گلخانه از نظر مقاومت در برابر جدایه مورد بررسی ارزیابی شدند. گیاهچه‌های هفت روزه ژنوتیپ‌های مورد بررسی با استفاده از سوسپانسیون اسپور در مرحله یک برگه زنی شدند. چهارده روز پس از مایه زنی تیپ آلودگی بر اساس روش استاکمن و همکاران تعیین شد. بر اساس تیپ آلودگی ژنوتیپ‌ها به سه گروه حساس، نسبتاً مقاوم و مقاوم تفکیک شدند. ۳۹ ژنوتیپ در گروه مقاوم و نسبتاً مقاوم قرار گرفتند. مطالعات تکمیلی جهت شناسایی ژن‌های مقاومت در ژنوتیپ‌های مقاوم با استفاده از نشانگرهای مولکولی در حال انجام می‌باشد.

کلید واژه‌ها: گندم، زنگ ساقه، *Puccinia graminis* f.sp. *tritici*, Ug99

مقدمه

جوش‌های تاول مانند بر روی ساقه، غلاف برگ، برگ، سنبله و ریشک‌ها ظاهر می‌شود. اهمیت این بیماری و ترس از بیماری بدین دلیل می‌باشد که محصول به ظاهر

زنگ سیاه یا زنگ ساقه گندم یکی از بیماری‌های مهم قارچی گندم می‌باشد که توسط قارچ *Puccinia graminis* Pers. f.sp. *tritici* Eriks. and E. Henn. ایجاد می‌شود. علائم بیماری به صورت

مبارزه با همه گیری های زنگ ساقه در سال های بعد ناکارآمد بود. تلاش ها برای حذف زرشک با به کارگیری ژن های مقاومت در ارقام گندم در حال معرفی کامل شد و زنگ ساقه به یک بیماری کنترل شده در نیمه دوم قرن بیستم تبدیل شد (سینگ و همکاران، ۲۰۱۱). بیش از ۵۰ ژن مقاومت به زنگ ساقه (*Sr* gene) گندم شناسایی شده است که در مقابل نژادهای مختلف این قارچ موثرند. برخی از ژن های مقاومت از خویشاوندان دور گندم به گندم منتقل شده اند. همه ژن ها به جز ژن *Sr2* اختصاصی نژاد هستند و در مرحله گیاهچه ای و گیاه کامل بیان می شوند. ژن *Sr2* در گیاهان کامل مقاومت تدریجی به زنگ ایجاد می کند. این ژن به همراه سایر ژن های مغلوب ناشناخته که از رقم Hope به گندم منتقل شده است، به عنوان *Sr2-complex* شناخته می شوند که پایه ای برای مقاومت پایدار به زنگ ساقه در ژرم پلاسما گندم به شمار می روند. در مورد سایر ژن های موجود در این کمپلکس اطلاعاتی در دسترس نمی باشد. ژن های *Sr5*، *Sr17*، *Sr27*، *Sr36* و *Sr6* در دماهای پایین، فقط امکان توسعه واکنش فوق حساسیت میکروسکوپی یا ماکروسکوپی را می دهند (سینگ و همکاران، ۲۰۱۱؛ سینگ و همکاران، ۲۰۰۸). در سال ۱۹۹۸ نژاد جدیدی از زنگ ساقه در کشور اوگاندا دیده شد که بسیار مخرب و آلوده کننده بوده و در مقابل ژن مقاومت *Sr31* که در مقابل تمام نژادهای موجود تا آن زمان مقاوم بود، دارای توان بیماریزایی بود (پرتور یوس و همکاران، ۲۰۰۰). این نژاد (Ug99) براساس سیستم نامگذاری آمریکای شمالی (۱۶) در ترکیب ۱۶ تایی ژن های مقاومت در سال ۲۰۰۶ به عنوان TTKS (وایزا و همکاران، ۲۰۰۶) و در سال های بعد در ترکیب ۲۰ تایی ژن های مقاومت TTKSK (جین و همکاران، ۲۰۰۹؛ جین و همکاران ۲۰۰۸) نامیده شد. این نژاد نه تنها ژن

سالم چند هفته قبل از برداشت در اثر سیاه شدن و شکستن ساقه و چروکیدگی دانه کاهش می یابد (سینگ و همکاران^۱، ۲۰۱۱؛ سینگ و همکاران، ۲۰۰۸). میزبان های اولیه بیمارگر عبارت از؛ گندم نان هگزابلوید (*Triticum aestivum*)، گندم دوروم تراپلوید (*Triticum turgidum* var. *durum*)، جو (*Hordeum vulgare*)، تریتی کاله (X *Triticasecale*) و گندم های دیپلوئید زراعی و وحشی می باشند (رولفس و همکاران^۲، ۱۹۹۲).

زنگ ساقه از نظر تاریخی خسارات فراوانی وارد نموده است و در سراسر آفریقا، خاورمیانه، آسیا به جز آسیای مرکزی، استرالیا، نیوزلند، اروپا و آمریکای شمالی و جنوبی گزارش شده است (ساری و پرسکات^۳، ۱۹۸۵). آخرین همه گیری زنگ ساقه در اتیوپی در طی سال ۱۹۹۳ و ۱۹۹۴ رخ داده است (شانک^۴، ۱۹۹۴). به دلیل فراوان بودن همه گیری ناشی از سایر زنگ ها (زنگ زرد و قهوه ای)، اولویت ها و منابع تحقیقاتی مدت ها از زنگ ساقه دور شدند. بعد از دو همه گیری مخرب در آمریکای شمالی در سال های ۱۹۰۴ و ۱۹۱۶ تحقیقات بر روی زنگ ساقه دوباره شروع شد و استاکمن و پیمیزل^۵ (۱۹۱۷) نشان دادند که عامل بیماری فرم ها یا نژادهای مختلف دارد. این نژادها از نظر توانایی آلوده کنندگی ارقام مختلف گندم متفاوت هستند. بعدها مشخص شد که این ارقام ژن های مقاومت متفاوت یا ترکیباتی از آن ها را دارند. امروزه محققین از لاین هایی از گندم استفاده می کنند که تک ژن مقاومت اختصاصی نژاد را حمل می کنند تا بتوانند خصوصیات بیماریزایی / غیر بیماریزایی نژاد را تعیین کنند (سینگ و همکاران، ۲۰۰۸). عملیات وسیع حذف میزبان واسط زرشک (*Berberis vulgaris*) در اوایل دهه ۱۹۲۰ برای

6- Pretrius *et al.*7- Wanyera *et al.*8- Jin *et al.*1- Singh *et al.*2- Roelfs *et al.*

3- Saari and Prescott

4- Shank

5- Stakman and Piemeisel

Sr21، *Sr22*، *Sr23*، *Sr25*، *Sr31*، *Sr34*، *Sr37*، *SrDp2*، *SrPl*، *SrWld* بیماریزایی و برای ژن‌های مقاومت *Sr22*، *Sr13*، *Sr24*، *Sr26*، *Sr27*، *Sr29*، *Sr32*، *Sr33*، *Sr35(SrTm1)*، *Sr36*، *SrGt*، *SrAgi* غیر بیماریزایی مشاهده شد. این محققین گزارش کردند که به استثناء رقم تجاری Kavir سایر ارقام تجاری و لاین های پیشرفته گندم شامل؛ *Federation4*/kvz*، *Kavkaz*، *MV17*، *Shiruodi*، *Falat*، *Trident*، *Clement*، *Dez*، *Atrak*، *Tajan*، *Alamuot*، *Nicknejad*، *Darab2*، *Darya*، *Moghan3*، *Zarrin*، *Moghan1*، *Moghan2*، *Bam*، *Tos*، *Shiraz*، *Morrocco*، *Chamran*، *Ghods*، *Shahryar*، *Arta*، *Cascogene*، *Marvdasht*، *Federation*، *Akbari*، *Sabalan*، *Hyrmand*، *Mahdavi*، *Selkrik*، *Alvand* حساس بودند.

تغییرات جمعیت بیمارگر سریع می باشد و تا کنون هفت واریانت در خط نسلی TTKS شناسایی شده‌اند (جین و همکاران، ۲۰۰۸؛ سزابو، ۲۰۰۷؛ ویسر^۲ و همکاران، ۲۰۰۹). از آنجایی که نژاد Ug99 و واریانت‌های آن به‌طور وسیعی در دنیا و همچنین ایران شناسایی شده‌اند، هدف از این پژوهش ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های گندم بومی ایران در برابر نژاد بیماریزا برای گیاهان حامل ژن مقاومت *Sr31* به منظور شناسایی منابع شناخته شده و معرفی منابع جدید مقاومت در نمونه‌های ژنتیکی مورد بررسی می‌باشد. به دلیل اهمیت این بیماری و تکامل سریع بیمارگر و حساسیت ارقام گندم کشت شده در بیش از ۹۹ درصد دنیا، دستیابی به منابع جدید مقاومت به منظور کنترل بیماری بسیار حایز اهمیت می‌باشد.

بیماریزایی در مقابل *Sr31* را دارا بود، بلکه نسبت به بیشتر ژن‌های مقاومت از جمله نسبت به ژن *Sr38* بیماریزا بود که در ارقام استرالیایی و اروپایی و در بخشی از ژرم پلاسِم CIMMYT وجود دارد. به دنبال آن این نژاد در سال ۲۰۰۱ در کنیا و در سال ۲۰۰۳ در اتیوپی دیده شد و در سال ۲۰۰۶ در یمن و سودان (سینگ و همکاران، ۲۰۱۱؛ سزابو^۱، ۲۰۰۷) مشاهده شد. واریانت جدیدی از این نژاد که بر روی *Sr24* بیماریزا بود در سال ۲۰۰۶ در کنیا دیده شد (جین و همکاران ۲۰۰۷). در سال ۲۰۰۱ نصرالهی و همکاران (۱۳۸۰) بیماریزایی را برای ژن *Sr31* از یک نمونه جمع آوری شده از بروجرد گزارش کردند. در سال ۲۰۰۷ بیماری زنگ ساقه در لرستان و همدان دیده شد (نظری و همکاران، ۲۰۰۹). به دلیل شرایط خشکسالی این نژاد در سال ۲۰۰۸ از ایران گزارش نشد، اما در سال ۲۰۰۹ در استان خوزستان مشاهده شد (سینگ و همکاران، ۲۰۱۱). بر اساس بررسی‌های مزرعه‌ای انجام شده در کنیا در سال ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ حدود ۹۸ درصد ژرم پلاسِم گندم ایرانی در مقابل نژاد Ug99 حساس هستند (نظری و همکاران، ۲۰۰۹). با پیدا شدن نژاد جدید Ug99 و اهمیت آن، به منظور جایگزینی ارقام حساس به بیماری در سال ۱۳۸۹ دو رقم پارس و سیوند بعنوان ارقام مقاوم به نژاد Ug99 زنگ سیاه معرفی شدند (نجفیان و همکاران، ۱۳۸۹ الف و ب). مافی و همکاران (۱۳۸۹ الف) ۳۶ رقم تجاری و لاین پیشرفته گندم را نسبت به زنگ ساقه در گلخانه بررسی کردند. این محققین تنوع ژنتیکی بالای عامل بیماری و ۱۴ پاتوتیپ را برای آن معرفی کردند (مافی و همکاران، ۱۳۸۹ ج). براساس نتایج مافی و همکاران (۱۳۸۹ ب)، برای ژن‌های مقاومت *Sr5*، *Sr7b*، *Sr8a*، *Sr6*، *Sr7a*، *Sr8b*، *Sr9a*، *Sr9b*، *Sr9d*، *Sr9e*، *Sr9f*، *Sr9g*، *Sr10*، *Sr11*، *Sr12*، *Sr14*، *Sr15*، *Sr16*، *Sr17*، *Sr18*، *Sr19*، *Sr20*

مواد و روش ها

خالص سازی، تکثیر و نگهداری عامل بیماری

در این تحقیق از جدایه قارچ *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* (Pgt) که از دشت آزادگان از روی رقم چمران در فروردین سال ۱۳۸۸ جمع آوری شده بود، استفاده شد. این جدایه پس از بررسی توسط واحد پاتولوژی غلات موسسه تحقیقاتی اصلاح و تهیه نهال و بذر مشخص شد که بر روی ژن مقاومت *Sr31* بیماریزایی دارد. یوریدیوسپورهای این جدایه در فریزر ۸۰- درجه سلسیوس نگهداری می شدند. ابتدا یوریدیوسپورهای قارچ به مدت ۱۰ دقیقه در معرض شوک گرمایی ۴۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند، سپس به اتاقک مرطوب با رطوبت تقریباً ۸۰ درصد به مدت ۲ تا ۴ ساعت منتقل شدند (جین و همکاران، ۲۰۰۷؛ روول^۱، ۱۹۸۴). به منظور تکثیر عامل بیماری از رقم حساس بولانی استفاده شد. گیاهچه های ۷ روزه رقم حساس بولانی با یوریدیوسپورهای قارچ و به روش مالشی مایه زنی شدند و به مدت ۱۴ ساعت در اتاقک مرطوب با دمای ۱۸ درجه سلسیوس و تاریکی قرار داده شدند. سپس گیاهچه ها به گلخانه با دمای 18 ± 2 درجه سلسیوس با دوره روشنایی ۱۶ ساعت منتقل شدند. پس از ۱۰ و ۱۴ روز به ترتیب علایم بیماری بر روی رقم بولانی مشاهده و یوریدیوسپورهای تولید شده جمع آوری شد (جین و سینگ، ۲۰۰۶؛ جین و همکاران، ۲۰۰۷) و برای تکثیر مجدداً یوریدیوسپورهای به دست آمده بر روی رقم حساس مایه زنی شد. به منظور خالص سازی عامل بیماری از روش تک جوش استفاده شد. پس از مایه زنی رقم حساس بولانی و ظهور علایم در مرحله قبل، تک جوش ایجاد شده بر روی برگ برای مایه زنی گیاهچه هفت روزه سالم انتخاب شد و برای مایه زنی گیاهچه های رقم بولانی مانند روش شرح داده شده، انجام شد و تا بروز علایم نگهداری شدند. پس از بروز علایم، تکثیر بیمارگر با استفاده از جدایه خالص شده ادامه یافت تا زادمایه لازم

برای تعیین نژاد بیمارگر و بررسی مقاومت ژنوتیپ های گندم تهیه شد.

تعیین نژاد بیمارگر

به منظور تعیین نژاد جدایه *Pgt* از ۴۵ لاین افتراقی (ایزوژنیک) گندم دریافتی از ایکاردا (ICARDA) و ارقام افتراقی دریافتی از سیمیت استفاده شد. بدین منظور گیاهچه های ۷ روزه ارقام افتراقی با سوسپانسیون اسپور مایه زنی شد و به مدت ۱۴ ساعت در اتاقک مرطوب با دمای ۱۸ درجه سلسیوس و تاریکی قرار داده شدند. سپس گیاهچه ها به گلخانه با دمای 18 ± 2 درجه سلسیوس با دوره روشنایی ۱۶ ساعت منتقل شدند. ۱۴ روز پس از مایه زنی، تیپ آلودگی بر اساس روش استاکمن و پیمیزل (۱۹۱۷) تعیین و نژاد عامل بیماری با استفاده از جداول تعیین نژاد *Pgt* آمریکای شمالی مشخص شد.

ارزیابی ژنوتیپ ها

در این بخش از تحقیق ۶۲ نمونه ژنتیکی گندم بومی موجود در بانک ژن ملی گیاهی ایران که در بررسی های قبلی در برابر نژادهای محلی زنگک زرد در مرحله گیاه کامل مقاومت نشان داده دارای خصوصیات زراعی مناسب بودند، برای مقاومت به زنگک سیاه در مرحله گیاهچه مورد ارزیابی قرار گرفت. فهرست نمونه های بررسی شده در جدول یک آورده شده است. گیاهچه های ۷ روزه نمونه های ژنتیکی مورد بررسی مانند روش شرح داده شده، مایه زنی و پس از ۱۴ روز تیپ آلودگی بر اساس روش استاکمن و پیمیزل (۱۹۱۷) یادداشت برداری شد. آزمایش های ارزیابی ژنوتیپ ها سه بار و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار انجام شد و در هر آزمایش به منظور اطمینان از نژاد مورد بررسی، ارقام افتراقی نیز کشت شدند. همچنین ژنوتیپ های مذکور در منطقه کلاردشت به منظور ارزیابی واکنش در برابر نژادهای محلی زنگک ساقه در مرحله کامل نیز کشت و مورد بررسی قرار گرفتند.

تجزیه و تحلیل داده ها

پس از ظهور علائم بیماری تیپ آلودگی نمونه های ژنتیکی بر اساس روش استاکمن و پیمیزل (۱۹۱۷) تعیین و یادداشت برداری تیپ آلودگی به فاصله هر یک روز و تا بیست روز پس از مایه زنی ادامه یافت. سطح زیر منحنی پیشرفت زمانی بیماری (AUDPC) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (کمپبل و مادن، ۱۹۹۰). در این فرمول t زمان یادداشت برداری و y مقدار بیماری و n تعداد یادداشت برداری ها می باشد.

$$AUDPC = \sum_i^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

مقادیر AUDPC برای هر گیاهچه به دست آمد و تجزیه واریانس و مقایسه میانگین با استفاده از نرم افزار MSTAT انجام شد. همچنین شاخص RAUDPC (یوئن و فورس، ۲۰۰۹) نیز برای نمونه های ژنتیکی محاسبه گردید و مورد تجزیه آماری قرار گرفت. شاخص RAUDPC از تقسیم مقادیر AUDPC هر ژنوتیپ بر AUDPC گیاه شاهد به دست می آید.

نتایج و بحث

تعیین نژاد بیمارگر

مایه زنی یوریدیوسپورهای جدایه خالص و تکثیر شده زنگ ساقه روی ۴۵ لاین افتراقی نشان داد که این جدایه در برابر ژنهای مقاومت $Sr5$ ، $Sr6$ ، $Sr7a$ ، $Sr7b$ ، $Sr7c$ ، $Sr7d$ ، $Sr7e$ ، $Sr7f$ ، $Sr7g$ ، $Sr7h$ ، $Sr7i$ ، $Sr7j$ ، $Sr7k$ ، $Sr7l$ ، $Sr7m$ ، $Sr7n$ ، $Sr7o$ ، $Sr7p$ ، $Sr7q$ ، $Sr7r$ ، $Sr7s$ ، $Sr7t$ ، $Sr7u$ ، $Sr7v$ ، $Sr7w$ ، $Sr7x$ ، $Sr7y$ ، $Sr7z$ ، $Sr8a$ ، $Sr8b$ ، $Sr8c$ ، $Sr8d$ ، $Sr8e$ ، $Sr8f$ ، $Sr8g$ ، $Sr8h$ ، $Sr8i$ ، $Sr8j$ ، $Sr8k$ ، $Sr8l$ ، $Sr8m$ ، $Sr8n$ ، $Sr8o$ ، $Sr8p$ ، $Sr8q$ ، $Sr8r$ ، $Sr8s$ ، $Sr8t$ ، $Sr8u$ ، $Sr8v$ ، $Sr8w$ ، $Sr8x$ ، $Sr8y$ ، $Sr8z$ ، $Sr9a$ ، $Sr9b$ ، $Sr9c$ ، $Sr9d$ ، $Sr9e$ ، $Sr9f$ ، $Sr9g$ ، $Sr9h$ ، $Sr9i$ ، $Sr9j$ ، $Sr9k$ ، $Sr9l$ ، $Sr9m$ ، $Sr9n$ ، $Sr9o$ ، $Sr9p$ ، $Sr9q$ ، $Sr9r$ ، $Sr9s$ ، $Sr9t$ ، $Sr9u$ ، $Sr9v$ ، $Sr9w$ ، $Sr9x$ ، $Sr9y$ ، $Sr9z$ ، $Sr10$ ، $Sr11$ ، $Sr12$ ، $Sr13$ ، $Sr14$ ، $Sr15$ ، $Sr16$ ، $Sr17$ ، $Sr18$ ، $Sr19$ ، $Sr20$ ، $Sr21$ ، $Sr22$ ، $Sr23$ ، $Sr24$ ، $Sr25$ ، $Sr26$ ، $Sr27$ ، $Sr28$ ، $Sr29$ ، $Sr30$ ، $Sr31$ ، $Sr32$ ، $Sr33$ ، $Sr34$ ، $Sr35$ ، $Sr36$ ، $Sr37$ ، $Sr38$ ، $Sr39$ ، $Sr40$ ، $Sr41$ ، $Sr42$ ، $Sr43$ ، $Sr44$ ، $Sr45$ ، $Sr46$ ، $Sr47$ ، $Sr48$ ، $Sr49$ ، $Sr50$ ، $Sr51$ ، $Sr52$ ، $Sr53$ ، $Sr54$ ، $Sr55$ ، $Sr56$ ، $Sr57$ ، $Sr58$ ، $Sr59$ ، $Sr60$ ، $Sr61$ ، $Sr62$ ، $Sr63$ ، $Sr64$ ، $Sr65$ ، $Sr66$ ، $Sr67$ ، $Sr68$ ، $Sr69$ ، $Sr70$ ، $Sr71$ ، $Sr72$ ، $Sr73$ ، $Sr74$ ، $Sr75$ ، $Sr76$ ، $Sr77$ ، $Sr78$ ، $Sr79$ ، $Sr80$ ، $Sr81$ ، $Sr82$ ، $Sr83$ ، $Sr84$ ، $Sr85$ ، $Sr86$ ، $Sr87$ ، $Sr88$ ، $Sr89$ ، $Sr90$ ، $Sr91$ ، $Sr92$ ، $Sr93$ ، $Sr94$ ، $Sr95$ ، $Sr96$ ، $Sr97$ ، $Sr98$ ، $Sr99$ ، $Sr100$ ، $Sr101$ ، $Sr102$ ، $Sr103$ ، $Sr104$ ، $Sr105$ ، $Sr106$ ، $Sr107$ ، $Sr108$ ، $Sr109$ ، $Sr110$ ، $Sr111$ ، $Sr112$ ، $Sr113$ ، $Sr114$ ، $Sr115$ ، $Sr116$ ، $Sr117$ ، $Sr118$ ، $Sr119$ ، $Sr120$ ، $Sr121$ ، $Sr122$ ، $Sr123$ ، $Sr124$ ، $Sr125$ ، $Sr126$ ، $Sr127$ ، $Sr128$ ، $Sr129$ ، $Sr130$ ، $Sr131$ ، $Sr132$ ، $Sr133$ ، $Sr134$ ، $Sr135$ ، $Sr136$ ، $Sr137$ ، $Sr138$ ، $Sr139$ ، $Sr140$ ، $Sr141$ ، $Sr142$ ، $Sr143$ ، $Sr144$ ، $Sr145$ ، $Sr146$ ، $Sr147$ ، $Sr148$ ، $Sr149$ ، $Sr150$ ، $Sr151$ ، $Sr152$ ، $Sr153$ ، $Sr154$ ، $Sr155$ ، $Sr156$ ، $Sr157$ ، $Sr158$ ، $Sr159$ ، $Sr160$ ، $Sr161$ ، $Sr162$ ، $Sr163$ ، $Sr164$ ، $Sr165$ ، $Sr166$ ، $Sr167$ ، $Sr168$ ، $Sr169$ ، $Sr170$ ، $Sr171$ ، $Sr172$ ، $Sr173$ ، $Sr174$ ، $Sr175$ ، $Sr176$ ، $Sr177$ ، $Sr178$ ، $Sr179$ ، $Sr180$ ، $Sr181$ ، $Sr182$ ، $Sr183$ ، $Sr184$ ، $Sr185$ ، $Sr186$ ، $Sr187$ ، $Sr188$ ، $Sr189$ ، $Sr190$ ، $Sr191$ ، $Sr192$ ، $Sr193$ ، $Sr194$ ، $Sr195$ ، $Sr196$ ، $Sr197$ ، $Sr198$ ، $Sr199$ ، $Sr200$ ، $Sr201$ ، $Sr202$ ، $Sr203$ ، $Sr204$ ، $Sr205$ ، $Sr206$ ، $Sr207$ ، $Sr208$ ، $Sr209$ ، $Sr210$ ، $Sr211$ ، $Sr212$ ، $Sr213$ ، $Sr214$ ، $Sr215$ ، $Sr216$ ، $Sr217$ ، $Sr218$ ، $Sr219$ ، $Sr220$ ، $Sr221$ ، $Sr222$ ، $Sr223$ ، $Sr224$ ، $Sr225$ ، $Sr226$ ، $Sr227$ ، $Sr228$ ، $Sr229$ ، $Sr230$ ، $Sr231$ ، $Sr232$ ، $Sr233$ ، $Sr234$ ، $Sr235$ ، $Sr236$ ، $Sr237$ ، $Sr238$ ، $Sr239$ ، $Sr240$ ، $Sr241$ ، $Sr242$ ، $Sr243$ ، $Sr244$ ، $Sr245$ ، $Sr246$ ، $Sr247$ ، $Sr248$ ، $Sr249$ ، $Sr250$ ، $Sr251$ ، $Sr252$ ، $Sr253$ ، $Sr254$ ، $Sr255$ ، $Sr256$ ، $Sr257$ ، $Sr258$ ، $Sr259$ ، $Sr260$ ، $Sr261$ ، $Sr262$ ، $Sr263$ ، $Sr264$ ، $Sr265$ ، $Sr266$ ، $Sr267$ ، $Sr268$ ، $Sr269$ ، $Sr270$ ، $Sr271$ ، $Sr272$ ، $Sr273$ ، $Sr274$ ، $Sr275$ ، $Sr276$ ، $Sr277$ ، $Sr278$ ، $Sr279$ ، $Sr280$ ، $Sr281$ ، $Sr282$ ، $Sr283$ ، $Sr284$ ، $Sr285$ ، $Sr286$ ، $Sr287$ ، $Sr288$ ، $Sr289$ ، $Sr290$ ، $Sr291$ ، $Sr292$ ، $Sr293$ ، $Sr294$ ، $Sr295$ ، $Sr296$ ، $Sr297$ ، $Sr298$ ، $Sr299$ ، $Sr300$ ، $Sr301$ ، $Sr302$ ، $Sr303$ ، $Sr304$ ، $Sr305$ ، $Sr306$ ، $Sr307$ ، $Sr308$ ، $Sr309$ ، $Sr310$ ، $Sr311$ ، $Sr312$ ، $Sr313$ ، $Sr314$ ، $Sr315$ ، $Sr316$ ، $Sr317$ ، $Sr318$ ، $Sr319$ ، $Sr320$ ، $Sr321$ ، $Sr322$ ، $Sr323$ ، $Sr324$ ، $Sr325$ ، $Sr326$ ، $Sr327$ ، $Sr328$ ، $Sr329$ ، $Sr330$ ، $Sr331$ ، $Sr332$ ، $Sr333$ ، $Sr334$ ، $Sr335$ ، $Sr336$ ، $Sr337$ ، $Sr338$ ، $Sr339$ ، $Sr340$ ، $Sr341$ ، $Sr342$ ، $Sr343$ ، $Sr344$ ، $Sr345$ ، $Sr346$ ، $Sr347$ ، $Sr348$ ، $Sr349$ ، $Sr350$ ، $Sr351$ ، $Sr352$ ، $Sr353$ ، $Sr354$ ، $Sr355$ ، $Sr356$ ، $Sr357$ ، $Sr358$ ، $Sr359$ ، $Sr360$ ، $Sr361$ ، $Sr362$ ، $Sr363$ ، $Sr364$ ، $Sr365$ ، $Sr366$ ، $Sr367$ ، $Sr368$ ، $Sr369$ ، $Sr370$ ، $Sr371$ ، $Sr372$ ، $Sr373$ ، $Sr374$ ، $Sr375$ ، $Sr376$ ، $Sr377$ ، $Sr378$ ، $Sr379$ ، $Sr380$ ، $Sr381$ ، $Sr382$ ، $Sr383$ ، $Sr384$ ، $Sr385$ ، $Sr386$ ، $Sr387$ ، $Sr388$ ، $Sr389$ ، $Sr390$ ، $Sr391$ ، $Sr392$ ، $Sr393$ ، $Sr394$ ، $Sr395$ ، $Sr396$ ، $Sr397$ ، $Sr398$ ، $Sr399$ ، $Sr400$ ، $Sr401$ ، $Sr402$ ، $Sr403$ ، $Sr404$ ، $Sr405$ ، $Sr406$ ، $Sr407$ ، $Sr408$ ، $Sr409$ ، $Sr410$ ، $Sr411$ ، $Sr412$ ، $Sr413$ ، $Sr414$ ، $Sr415$ ، $Sr416$ ، $Sr417$ ، $Sr418$ ، $Sr419$ ، $Sr420$ ، $Sr421$ ، $Sr422$ ، $Sr423$ ، $Sr424$ ، $Sr425$ ، $Sr426$ ، $Sr427$ ، $Sr428$ ، $Sr429$ ، $Sr430$ ، $Sr431$ ، $Sr432$ ، $Sr433$ ، $Sr434$ ، $Sr435$ ، $Sr436$ ، $Sr437$ ، $Sr438$ ، $Sr439$ ، $Sr440$ ، $Sr441$ ، $Sr442$ ، $Sr443$ ، $Sr444$ ، $Sr445$ ، $Sr446$ ، $Sr447$ ، $Sr448$ ، $Sr449$ ، $Sr450$ ، $Sr451$ ، $Sr452$ ، $Sr453$ ، $Sr454$ ، $Sr455$ ، $Sr456$ ، $Sr457$ ، $Sr458$ ، $Sr459$ ، $Sr460$ ، $Sr461$ ، $Sr462$ ، $Sr463$ ، $Sr464$ ، $Sr465$ ، $Sr466$ ، $Sr467$ ، $Sr468$ ، $Sr469$ ، $Sr470$ ، $Sr471$ ، $Sr472$ ، $Sr473$ ، $Sr474$ ، $Sr475$ ، $Sr476$ ، $Sr477$ ، $Sr478$ ، $Sr479$ ، $Sr480$ ، $Sr481$ ، $Sr482$ ، $Sr483$ ، $Sr484$ ، $Sr485$ ، $Sr486$ ، $Sr487$ ، $Sr488$ ، $Sr489$ ، $Sr490$ ، $Sr491$ ، $Sr492$ ، $Sr493$ ، $Sr494$ ، $Sr495$ ، $Sr496$ ، $Sr497$ ، $Sr498$ ، $Sr499$ ، $Sr500$ ، $Sr501$ ، $Sr502$ ، $Sr503$ ، $Sr504$ ، $Sr505$ ، $Sr506$ ، $Sr507$ ، $Sr508$ ، $Sr509$ ، $Sr510$ ، $Sr511$ ، $Sr512$ ، $Sr513$ ، $Sr514$ ، $Sr515$ ، $Sr516$ ، $Sr517$ ، $Sr518$ ، $Sr519$ ، $Sr520$ ، $Sr521$ ، $Sr522$ ، $Sr523$ ، $Sr524$ ، $Sr525$ ، $Sr526$ ، $Sr527$ ، $Sr528$ ، $Sr529$ ، $Sr530$ ، $Sr531$ ، $Sr532$ ، $Sr533$ ، $Sr534$ ، $Sr535$ ، $Sr536$ ، $Sr537$ ، $Sr538$ ، $Sr539$ ، $Sr540$ ، $Sr541$ ، $Sr542$ ، $Sr543$ ، $Sr544$ ، $Sr545$ ، $Sr546$ ، $Sr547$ ، $Sr548$ ، $Sr549$ ، $Sr550$ ، $Sr551$ ، $Sr552$ ، $Sr553$ ، $Sr554$ ، $Sr555$ ، $Sr556$ ، $Sr557$ ، $Sr558$ ، $Sr559$ ، $Sr560$ ، $Sr561$ ، $Sr562$ ، $Sr563$ ، $Sr564$ ، $Sr565$ ، $Sr566$ ، $Sr567$ ، $Sr568$ ، $Sr569$ ، $Sr570$ ، $Sr571$ ، $Sr572$ ، $Sr573$ ، $Sr574$ ، $Sr575$ ، $Sr576$ ، $Sr577$ ، $Sr578$ ، $Sr579$ ، $Sr580$ ، $Sr581$ ، $Sr582$ ، $Sr583$ ، $Sr584$ ، $Sr585$ ، $Sr586$ ، $Sr587$ ، $Sr588$ ، $Sr589$ ، $Sr590$ ، $Sr591$ ، $Sr592$ ، $Sr593$ ، $Sr594$ ، $Sr595$ ، $Sr596$ ، $Sr597$ ، $Sr598$ ، $Sr599$ ، $Sr600$ ، $Sr601$ ، $Sr602$ ، $Sr603$ ، $Sr604$ ، $Sr605$ ، $Sr606$ ، $Sr607$ ، $Sr608$ ، $Sr609$ ، $Sr610$ ، $Sr611$ ، $Sr612$ ، $Sr613$ ، $Sr614$ ، $Sr615$ ، $Sr616$ ، $Sr617$ ، $Sr618$ ، $Sr619$ ، $Sr620$ ، $Sr621$ ، $Sr622$ ، $Sr623$ ، $Sr624$ ، $Sr625$ ، $Sr626$ ، $Sr627$ ، $Sr628$ ، $Sr629$ ، $Sr630$ ، $Sr631$ ، $Sr632$ ، $Sr633$ ، $Sr634$ ، $Sr635$ ، $Sr636$ ، $Sr637$ ، $Sr638$ ، $Sr639$ ، $Sr640$ ، $Sr641$ ، $Sr642$ ، $Sr643$ ، $Sr644$ ، $Sr645$ ، $Sr646$ ، $Sr647$ ، $Sr648$ ، $Sr649$ ، $Sr650$ ، $Sr651$ ، $Sr652$ ، $Sr653$ ، $Sr654$ ، $Sr655$ ، $Sr656$ ، $Sr657$ ، $Sr658$ ، $Sr659$ ، $Sr660$ ، $Sr661$ ، $Sr662$ ، $Sr663$ ، $Sr664$ ، $Sr665$ ، $Sr666$ ، $Sr667$ ، $Sr668$ ، $Sr669$ ، $Sr670$ ، $Sr671$ ، $Sr672$ ، $Sr673$ ، $Sr674$ ، $Sr675$ ، $Sr676$ ، $Sr677$ ، $Sr678$ ، $Sr679$ ، $Sr680$ ، $Sr681$ ، $Sr682$ ، $Sr683$ ، $Sr684$ ، $Sr685$ ، $Sr686$ ، $Sr687$ ، $Sr688$ ، $Sr689$ ، $Sr690$ ، $Sr691$ ، $Sr692$ ، $Sr693$ ، $Sr694$ ، $Sr695$ ، $Sr696$ ، $Sr697$ ، $Sr698$ ، $Sr699$ ، $Sr700$ ، $Sr701$ ، $Sr702$ ، $Sr703$ ، $Sr704$ ، $Sr705$ ، $Sr706$ ، $Sr707$ ، $Sr708$ ، $Sr709$ ، $Sr710$ ، $Sr711$ ، $Sr712$ ، $Sr713$ ، $Sr714$ ، $Sr715$ ، $Sr716$ ، $Sr717$ ، $Sr718$ ، $Sr719$ ، $Sr720$ ، $Sr721$ ، $Sr722$ ، $Sr723$ ، $Sr724$ ، $Sr725$ ، $Sr726$ ، $Sr727$ ، $Sr728$ ، $Sr729$ ، $Sr730$ ، $Sr731$ ، $Sr732$ ، $Sr733$ ، $Sr734$ ، $Sr735$ ، $Sr736$ ، $Sr737$ ، $Sr738$ ، $Sr739$ ، $Sr740$ ، $Sr741$ ، $Sr742$ ، $Sr743$ ، $Sr744$ ، $Sr745$ ، $Sr746$ ، $Sr747$ ، $Sr748$ ، $Sr749$ ، $Sr750$ ، $Sr751$ ، $Sr752$ ، $Sr753$ ، $Sr754$ ، $Sr755$ ، $Sr756$ ، $Sr757$ ، $Sr758$ ، $Sr759$ ، $Sr760$ ، $Sr761$ ، $Sr762$ ، $Sr763$ ، $Sr764$ ، $Sr765$ ، $Sr766$ ، $Sr767$ ، $Sr768$ ، $Sr769$ ، $Sr770$ ، $Sr771$ ، $Sr772$ ، $Sr773$ ، $Sr774$ ، $Sr775$ ، $Sr776$ ، $Sr777$ ، $Sr778$ ، $Sr779$ ، $Sr780$ ، $Sr781$ ، $Sr782$ ، $Sr783$ ، $Sr784$ ، $Sr785$ ، $Sr786$ ، $Sr787$ ، $Sr788$ ، $Sr789$ ، $Sr790$ ، $Sr791$ ، $Sr792$ ، $Sr793$ ، $Sr794$ ، $Sr795$ ، $Sr796$ ، $Sr797$ ، $Sr798$ ، $Sr799$ ، $Sr800$ ، $Sr801$ ، $Sr802$ ، $Sr803$ ، $Sr804$ ، $Sr805$ ، $Sr806$ ، $Sr807$ ، $Sr808$ ، $Sr809$ ، $Sr810$ ، $Sr811$ ، $Sr812$ ، $Sr813$ ، $Sr814$ ، $Sr815$ ، $Sr816$ ، $Sr817$ ، $Sr818$ ، $Sr819$ ، $Sr820$ ، $Sr821$ ، $Sr822$ ، $Sr823$ ، $Sr824$ ، $Sr825$ ، $Sr826$ ، $Sr827$ ، $Sr828$ ، $Sr829$ ، $Sr830$ ، $Sr831$ ، $Sr832$ ، $Sr833$ ، $Sr834$ ، $Sr835$ ، $Sr836$ ، $Sr837$ ، $Sr838$ ، $Sr839$ ، $Sr840$ ، $Sr841$ ، $Sr842$ ، $Sr843$ ، $Sr844$ ، $Sr845$ ، $Sr846$ ، $Sr847$ ، $Sr848$ ، $Sr849$ ، $Sr850$ ، $Sr851$ ، $Sr852$ ، $Sr853$ ، $Sr854$ ، $Sr855$ ، $Sr856$ ، $Sr857$ ، $Sr858$ ، $Sr859$ ، $Sr860$ ، $Sr861$ ، $Sr862$ ، $Sr863$ ، $Sr864$ ، $Sr865$ ، $Sr866$ ، $Sr867$ ، $Sr868$ ، $Sr869$ ، $Sr870$ ، $Sr871$ ، $Sr872$ ، $Sr873$ ، $Sr874$ ، $Sr875$ ، $Sr876$ ، $Sr877$ ، $Sr878$ ، $Sr879$ ، $Sr880$ ، $Sr881$ ، $Sr882$ ، $Sr883$ ، $Sr884$ ، $Sr885$ ، $Sr886$ ، $Sr887$ ، $Sr888$ ، $Sr889$ ، $Sr890$ ، $Sr891$ ، $Sr892$ ، $Sr893$ ، $Sr894$ ، $Sr895$ ، $Sr896$ ، $Sr897$ ، $Sr898$ ، $Sr899$ ، $Sr900$ ، $Sr901$ ، $Sr902$ ، $Sr903$ ، $Sr904$ ، $Sr905$ ، $Sr906$ ، $Sr907$ ، $Sr908$ ، $Sr909$ ، $Sr910$ ، $Sr911$ ، $Sr912$ ، $Sr913$ ، $Sr914$ ، $Sr915$ ، $Sr916$ ، $Sr917$ ، $Sr918$ ، $Sr919$ ، $Sr920$ ، $Sr921$ ، $Sr922$ ، $Sr923$ ، $Sr924$ ، $Sr925$ ، $Sr926$ ، $Sr927$ ، $Sr928$ ، $Sr929$ ، $Sr930$ ، $Sr931$ ، $Sr932$ ، $Sr933$ ، $Sr934$ ، $Sr935$ ، $Sr936$ ، $Sr937$ ، $Sr938$ ، $Sr939$ ، $Sr940$ ، $Sr941$ ، $Sr942$ ، $Sr943$ ، $Sr944$ ، $Sr945$ ، $Sr946$ ، $Sr947$ ، $Sr948$ ، $Sr949$ ، $Sr950$ ، $Sr951$ ، $Sr952$ ، $Sr953$ ، $Sr954$ ، $Sr955$ ، $Sr956$ ، $Sr957$ ، $Sr958$ ، $Sr959$ ، $Sr960$ ، $Sr961$ ، $Sr962$ ، $Sr963$ ، $Sr964$ ، $Sr965$ ، $Sr966$ ، $Sr967$ ، $Sr968$ ، $Sr969$ ، $Sr970$ ، $Sr971$ ، $Sr972$ ، $Sr973$ ، $Sr974$ ، $Sr975$ ، $Sr976$ ، $Sr977$ ، $Sr978$ ، $Sr979$ ، $Sr980$ ، $Sr981$ ، $Sr982$ ، $Sr983$ ، $Sr984$ ، $Sr985$ ، $Sr986$ ، $Sr987$ ، $Sr988$ ، $Sr989$ ، $Sr990$ ، $Sr991$ ، $Sr992$ ، $Sr993$ ، $Sr994$ ، $Sr995$ ، $Sr996$ ، $Sr997$ ، $Sr998$ ، $Sr999$ ، $Sr1000$ ، $Sr1001$ ، $Sr1002$ ، S

که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، برخی از ژنوتیپ‌ها در برابر هر دو نژاد محلی و نژاد مورد بررسی در این تحقیق مقاومت نشان دادند. برخی دیگر از ژنوتیپ‌ها در برابر نژاد محلی واکنش مقاومت و در برابر نژاد مورد بررسی در این تحقیق حساسیت نشان دادند. مافی و همکاران (۱۳۸۹ ج) ۱۴ پاتوتیپ جمع آوری شده از ایران را مورد بررسی قرار دادند، این محققین برای ژن های Sr26 ، Sr13 ، Sr27 ، Sr32 ، Sr33 ، Sr36 و غیر بیماریزایی گزارش کردند. اما نژاد مورد بررسی در تحقیق حاضر در برابر ژن‌های مذکور بیماریزایی نشان داده است. در نتیجه می‌توان گفت که این نژاد متفاوت از پاتوتیپ‌های گزارش شده توسط سایر محققین و البته با داشتن توانایی بیماریزایی بر روی تعداد بیشتری از ژن‌های مقاومت مهاجم تر از آنها می‌باشد.

بر اساس واکنش بیمارگر روی ارقام افتراقی می‌توان گفت، نژاد مورد بررسی که یکی از واریانت‌های TTKS می‌باشد، در برابر بسیاری از ژن‌های مقاومت که در ارقام متداول گندم به منظور ایجاد مقاومت در برابر زنگ ساقه به کار می‌روند، بیماریزا می‌باشد. همچنین تعداد معدودی از ژن‌های مقاومت در برابر این بیمارگر موثر می‌باشند. به نظر می‌رسد این ژنوتیپ‌ها دارای ژن‌های مقاومت موثر گزارش شده و یا منابع جدیدی از مقاومت می‌باشند. در برخی از ژنوتیپ‌های بررسی شده در این تحقیق مقاومت در برابر نژاد TTKS در مرحله گیاهچه‌ای و نژاد محلی زنگ ساقه در گیاه کامل به‌طور همزمان، مشاهده شد. از آنجاییکه ژنوتیپ‌های مذکور در بررسی‌های قبلی در برابر نژادهای محلی زنگ زرد در مرحله گیاه کامل نیز مقاومت نشان داده بودند، لذا بررسی ژن‌های مقاومت موجود در این ژنوتیپ‌ها به منظور دستیابی به منابع مقاومت جدید در برابر نژاد TTKS و واریانت‌های آن حایز اهمیت می‌باشد و استفاده از این ژن‌های مقاومت اختصاصی نژاد به‌صورت مرکب به عنوان بهترین استراتژی در اصلاح گندم در جهت جلوگیری از ایجاد شکست سریع در برابر زنگ ساقه می‌باشد.

اشتراک یافته از نژاد TTKSK باشد، که علاوه بر داشتن شاخص اصلی نژاد TTKS که همان بیماریزایی در برابر ژن مقاومت Sr31 می‌باشد، در برابر ژن‌های Sr36، Sr38 و Sr13 بیماریزا و در برابر ژن مقاومت Sr24 غیر بیماریزا می‌باشد. داشتن ویژگی‌های ذکر شده در نژاد مورد بررسی در این پژوهش، بیانگر اهمیت این نژاد و لزوم بررسی ژنوتیپ‌های بومی به منظور دستیابی به منابع مقاومت جدید در برابر بیمارگر می‌باشد.

ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌ها

تیپ آلودگی ژنوتیپ‌ها در برابر بیمارگر در مرحله گیاهچه‌ای در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان داد که، از میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۳۹ نمونه ژنتیکی از نظر فنوتیپی در گروه مقاوم و نسبتاً مقاوم و ۲۳ نمونه ژنتیکی در گروه حساس قرار گرفتند. بیشترین جمعیت نمونه‌های ژنتیکی مقاوم مربوط به نمونه‌های ژنتیکی جمع آوری شده از استان آذربایجان غربی می‌باشد. تمامی نمونه‌های ژنتیکی جمع آوری شده از استان لرستان به استثنای یک نمونه ژنتیکی (KC-439) در گروه مقاوم قرار گرفتند. در این بررسی از هر یک از استان‌های اصفهان، همدان و خراسان یک نمونه ژنتیکی مورد بررسی قرار گرفت که نمونه ژنتیکی استان‌های همدان و اصفهان در گروه حساس و نمونه ژنتیکی جمع آوری شده از استان خراسان در گروه مقاوم قرار گرفت. نتایج نشان داد که، نمونه‌های ژنتیکی مختلف از نظر سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) و شاخص نسبی RAUDPC، با هم اختلاف معنی‌دار دارند (جدول ۲، ۳ و ۴). بیشترین مقدار AUDPC و RAUDPC مربوط به رقم حساس بولانی بود. همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود رابطه ای بین مقادیر AUDPC و RAUDPC و بروز واکنش حساسیت و مقاومت وجود ندارد.

واکنش نمونه‌های ژنتیکی در مرحله گیاه کامل و در برابر نژادهای محلی زنگ ساقه در منطقه کلاردشت نیز مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج بررسی ژنوتیپ‌ها در مرحله گیاه کامل در جدول ۱ آورده شده است. همانطور

جدول ۱- فهرست ژنوتیپ‌های گندم بومی بررسی شده و واکنش آنها در مرحله گیاهچه‌ای و گیاه کامل در برابر

Puccinia graminis f.sp. tritici

ردیف	شماره نمونه ژنتیکی	استان محل جمع آوری	شهر محل جمع آوری	واکنش در مرحله گیاهچه ای*	واکنش در مرحله گیاه کامل*
۱	KC-42	آذربایجان شرقی	تبریز	S	50MR
۲	KC-55	آذربایجان شرقی	تبریز	MR	5R
۳	KC-59	آذربایجان شرقی	تبریز	S	0
۴	KC-101	آذربایجان شرقی	تبریز	S	10MR
۵	KC-106	آذربایجان شرقی	تبریز	MR	TR
۶	KC-107	آذربایجان شرقی	تبریز	S	5R-MR
۷	KC-109	آذربایجان شرقی	تبریز	S	5R (S)
۸	KC-110	آذربایجان غربی	خوی	MR	20R
۹	KC-112	آذربایجان غربی	خوی	S	1R, 10S
۱۰	KC-113	آذربایجان غربی	خوی	MR	10MR
۱۱	KC-117	آذربایجان غربی	خوی	MR	10R
۱۲	KC-118	آذربایجان غربی	خوی	MR	5R, MR
۱۳	KC-120	آذربایجان غربی	خوی	S	TR
۱۴	KC-121	آذربایجان غربی	خوی	R	5R
۱۵	KC-122	آذربایجان غربی	خوی	R	5MR
۱۶	KC-124	آذربایجان غربی	خوی	R	TR
۱۷	KC-125	آذربایجان غربی	خوی	R	TR
۱۸	KC-127	آذربایجان غربی	خوی	R	5MR
۱۹	KC-129	آذربایجان غربی	خوی	R	10R, 10S
۲۰	KC-130	آذربایجان غربی	خوی	MR	1R, 2PMS
۲۱	KC-131	آذربایجان غربی	خوی	MR	TR
۲۲	KC-133	آذربایجان غربی	خوی	R	5R, 30S
۲۳	KC-134	آذربایجان غربی	خوی	R	10R
۲۴	KC-136	آذربایجان غربی	خوی	R	5R
۲۵	KC-137	آذربایجان غربی	خوی	S	10R
۲۶	KC-138	آذربایجان غربی	خوی	S	5R
۲۷	KC-139	آذربایجان غربی	خوی	S	5R
۲۸	KC-140	آذربایجان غربی	خوی	R	5R
۲۹	KC-142	آذربایجان غربی	خوی	R	5R-MS
۳۰	KC-144	آذربایجان غربی	خوی	S	TR
۳۱	KC-146	آذربایجان غربی	خوی	R	5MR
۳۲	KC-149	آذربایجان غربی	خوی	R	1R, 20MS
۳۳	KC-151	آذربایجان غربی	خوی	R	1R, 5MS
۳۴	KC-152	آذربایجان غربی	خوی	MR	5MR
۳۵	KC-158	آذربایجان غربی	خوی	R	TR
۳۶	KC-180	آذربایجان غربی	ارومیه	S	10MR
۳۷	KC-190	آذربایجان غربی	ارومیه	S	10MR-MS

موجرلو و همکاران: ارزیابی واکنش برخی از ژنوتیپ های ...

1MR, 20MS	S	میاندوآب	آذربایجان غربی	KC-231	۳۸
TR	S	سراب	آذربایجان شرقی	KC-324	۳۹
TR	S	مغان	آذربایجان شرقی	KC-352	۴۰
TR	R	بروجرد	لرستان	KC-433	۴۱
TR	S	بروجرد	لرستان	KC-439	۴۲
TR	R	بروجرد	لرستان	KC-440	۴۳
40R-MR	S	باختران	-	KC-545	۴۴
20R	MR	باختران	-	KC-553	۴۵
5R	MR	خرم آباد	لرستان	KC-653	۴۶
5R	S	خرم آباد	لرستان	KC-655	۴۷
5R	S	گلپایگان	اصفهان	KC-717	۴۸
10MR-MS	S	مغان	آذربایجان شرقی	KC-764	۴۹
10MR-MS	S	همدان	همدان	KC-886	۵۰
10R	R	خرم آباد	لرستان	KC-977	۵۱
20R-MS	R	خرم آباد	لرستان	KC-1013	۵۲
10R	MR	-	-	KC-1033	۵۳
10R-MR	MR	-	-	KC-1044	۵۴
10R	R	-	-	KC-1048	۵۵
10MR-MS	R	-	-	KC-1058	۵۶
TR	R	بروجرد	لرستان	KC-1060	۵۷
20R-MR	R	تربت جام	خراسان	KC-1082	۵۸
10R	MR	-	-	KC-1085	۵۹
10R	MR	-	-	KC-1104	۶۰
20R-MR	MR	-	-	KC-1110	۶۱
10R	S	-	-	KC-1198	۶۲
80S	S	-	-	Bolani	۶۳

*R واکنش مقاومت، S واکنش حساسیت، MR واکنش نسبتاً مقاوم، MS واکنش نسبتاً حساس، TR واکنش مقاومت با درصد آلودگی کمتر از ۵ درصد.

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس مقادیر AUDPC ژنوتیپ‌ها در برابر قارچ *Puccinia graminis* f.sp. *tritici*

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
تیمار	۶۲	۳۱۲/۳۸۳	۵/۰۳۸	*۲/۴۱۹
خطا	۶۳	۱۳۱/۲۳۹	۲/۰۸۳	
کل	۱۲۵	۴۴۳/۶۲۱		

*معنی دار در سطح یک درصد، ضریب تغییرات = ۳۹/۴۴ درصد

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس مقادیر RAUDPC ژنوتیپ‌ها در برابر قارچ *Puccinia graminis f.sp. tritici*

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
تیمار	۶۲	۳/۴۴۶	۰/۰۵۶	*۲/۴۶۴
خطا	۶۳	۱/۴۲۱	۰/۰۲۳	
کل	۱۲۵	۴/۸۶۸		

*معنی دار در سطح یک درصد، ضریب تغییرات = ۱۴/۹۲ درصد

جدول ۴- سطح زیر منحنی پیشرفت زمانی بیماری و تیپ آلودگی (S حساس، R مقاوم، MR نسبتاً مقاوم)

گیاهچه‌های ژنوتیپ‌های گندم بومی بررسی شده در این تحقیق

ردیف	شماره نمونه ژنتیکی	سطح زیر منحنی پیشرفت زمانی بیماری	شاخص نسبی RAUDPC	تیپ آلودگی در مرحله گیاهه ای
۱	KC-42	26.75 ABC	0.884 AB	S
۲	KC-55	18 ABC	0.632 ABCDE	MR
۳	KC-59	27.75 ABC	0.917 AB	S
۴	KC-101	14.37 ABCD	0.475 ABCDE	S
۵	KC-106	12.5 ABCD	0.439 ABCDE	MR
۶	KC-107	25 ABC	0.877 ABC	S
۷	KC-109	12.37 ABCD	0.409 ABCDE	S
۸	KC-110	22.12 ABC	0.731 ABCD	MR
۹	KC-112	25.75 ABC	0.851 ABCD	S
۱۰	KC-113	11.12 ABCD	0.368 ABCDE	MR
۱۱	KC-117	20.62 ABC	0.682 ABCD	MR
۱۲	KC-118	20.87 ABC	0.732 ABCD	MR
۱۳	KC-120	22 ABC	0.727 ABCD	S
۱۴	KC-121	0 D	0 E	R
۱۵	KC-122	14.75 ABCD	0.488 ABCDE	R
۱۶	KC-124	3.75 CD	0.124 DE	R
۱۷	KC-125	22.75 ABC	0.752 ABCD	R
۱۸	KC-127	9 ABCD	0.316 ABCDE	R
۱۹	KC-129	0 D	0 E	R
۲۰	KC-130	17 ABCD	0.562 ABCDE	MR
۲۱	KC-131	24.31 ABC	0.853 ABCD	MR
۲۲	KC-133	11.62 ABCD	0.384 ABCDE	R
۲۳	KC-134	4.25 BCD	0.140 CDE	R
۲۴	KC-136	0 D	0 E	R
۲۵	KC-137	14.5 ABCD	0.479 ABCDE	S
۲۶	KC-138	27.5 ABC	0.909 AB	S
۲۷	KC-139	27.37 ABC	0.905 AB	S
۲۸	KC-140	0 D	0 E	R
۲۹	KC-142	10.5 ABCD	0.368 ABCDE	R
۳۰	KC-144	18.87 ABC	0.662 ABCDE	S

موجرلو و همکاران: ارزیابی واکنش برخی از ژنوتیپ های ...

R	0.727 ABCD	22 ABC	KC-146	۳۱
R	0.364 ABCDE	11 ABCD	KC-149	۳۲
R	0.182 BCDE	5.5 ABCD	KC-151	۳۳
MR	0.884 AB	26.75 ABC	KC-152	۳۴
R	0 E	0 D	KC-158	۳۵
S	0.893 AB	27 ABC	KC-180	۳۶
S	0.670 ABCDE	20.25 ABC	KC-190	۳۷
S	0.405 ABCDE	12.25 ABCD	KC-231	۳۸
S	0.797 ABCD	24.12ABC	KC-324	۳۹
S	0.930 AB	28.12 ABC	KC-352	۴۰
R	0 E	0 D	KC-433	۴۱
S	0.826 ABCD	25 ABC	KC-439	۴۲
R	0.421 ABCDE	12 ABCD	KC-440	۴۳
S	0.849 ABCD	25.69 ABC	KC-545	۴۴
MR	0.737 ABCD	21 ABC	KC-553	۴۵
MR	0.579 ABCDE	16.5 ABCD	KC-653	۴۶
S	0.876 ABC	26.5 ABC	KC-655	۴۷
S	0.624 ABCDE	18.87 ABC	KC-717	۴۸
S	0.512 ABCDE	15.5 ABCD	KC-764	۴۹
S	0.938 A	28.37 ABC	KC-886	۵۰
R	0 E	0 D	KC-977	۵۱
R	0 E	0 D	KC-1013	۵۲
MR	0.368 ABCDE	10.5 ABCD	KC-1033	۵۳
MR	0.797 ABCD	24.12 ABC	KC-1044	۵۴
R	0.289 ABCDE	8.25 ABCD	KC-1048	۵۵
R	0.614 ABCDE	17.5 ABCD	KC-1058	۵۶
R	0.545 ABCDE	16.5 ABCD	KC-1060	۵۷
R	0 E	0 D	KC-1082	۵۸
MR	0.517 ABCDE	14.75 ABCD	KC-1085	۵۹
MR	0.895 AB	25.5 ABC	KC-1104	۶۰
MR	0.979 A	29.62 AB	KC-1110	۶۱
S	0.884 AB	26.75 ABC	KC-1198	۶۲
S	1 A	30.25 A	Bolani	۶۳

منابع

- ۱- مافی، م.، نظری، ک.، زمانی زاده، ح.ر.، افشاری، ف. و بیات، ز. ۱۳۸۹ الف. ارزیابی مقاومت تعدادی از ارقام تجاری و لاین های پیشرفته گندم نسبت به چهارده پاتوتیپ قارچ *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* در گلخانه. نوزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، ۹-۱۲ مرداد، تهران. ص ۳۵۵.

۲- مافی، م.، نظری، ک.، زمانی زاده، ح.ر.، افشاری، ف. و بیات، ز. ۱۳۸۹ ب. بررسی مقاومت تعدادی از ارقام افتراقی زنگ ساقه، ارقام تجاری و لاین‌های پیشرفته گندم نسبت به نژاد بیماریزا برای ژن مقاومت *Sr31* در گلخانه. نوزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، ۹-۱۲ مرداد، تهران. ص ۳۵۴.

۳- مافی، م.، نظری، ک.، زمانی زاده، ح.ر.، افشاری، ف. و بیات، ز. ۱۳۸۹ ج. شناسایی پاتوتیپ‌های *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* عامل بیماری زنگ ساقه گندم از چند منطقه ایران در گلخانه. نوزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، ۹-۱۲ مرداد، تهران. ص ۱۶۹.

۴- نجفیان، گ.، امین، ح.، افشاری، ف.، پژومند، م.ا.، دادآیین، م.، ذاکری، ع.، یاسایی، م.، رجایی، س.، نیکزاد، ا.، نیکوسرشت، ر.، قندی، ا.، جعفرنژاد، ا.، شعبان زاده، ب.، عبدی، ح.، ساریخانی، ش.، زارع فیض آبادی، ا.، طباطبایی، م.، عطا حسینی، م.، اقوم، ر.، صفایی، د.، حسن پور، ج.، ناظری، ع.، شادفر، م.ح.، محمودی، خ.، کمال الدینی، م.، عزیزیان، ع.، محمدی، ع.، اشرفی، ق.، مومن، ع. و کبیریان، ح.ر. ۱۳۸۹ الف. سیوند، رقم جدید گندم نان مقاوم به زنگ سیاه (نژاد UG99) و با کیفیت نانوائی خوب برای کاشت در مزارع آبی مناطق معتدل ایران. مجله به نژادی نهال و بذر، ۲۶ (۱): ۲۸۵-۲۸۹.

۵- نجفیان، گ.، امین، ح.، افشاری، ف.، پژومند، م.ا.، دادآیین، م.، ذاکری، ع.، یاسایی، م.، رجایی، س.، نیکزاد، ا.، نیکوسرشت، ر.، قندی، ا.، جعفرنژاد، ا.، شعبان زاده، ب.، عبدی، ح.، ساریخانی، ش.، زارع فیض آبادی، ا.، طباطبایی، م.، عطا حسینی، م.، اقوم، ر.، صفایی، د.، حسن پور، ج.، ناظری، ع.، شادفر، م.ح.، محمودی، خ.، کمال الدینی، م.، عزیزیان، ع.، محمدی، ع.، اشرفی، ق.، مومن، ع. و کبیریان، ح.ر. ۱۳۸۹ ب. پارسی، رقم جدید گندم نان مقاوم به زنگ سیاه (نژاد UG99) و با کیفیت نانوائی خوب برای کاشت در مزارع آبی مناطق معتدل ایران. مجله به نژادی نهال و بذر، ۲۶ (۱): ۲۸۹-۲۹۲.

۶- نصرالهی، م.، ترابی، م. و محمدی گل تپه، ا. ۱۳۸۰. فاکتور های بیماریزایی زنگ ساقه و واکنش ژنوتیپ های پیشرفته گندم در مقابل جدایه هائی از عامل بیماری در مرحله گیاهچه ای. نهال و بذر، ۱۷: ۲۴۴-۲۶۱.

7. Campbell, C.L., and Madden, L.V. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley and Sons. 532 P.
8. Jin, Y., and Singh, R.P. 2006. Resistance in U.S. wheat recent Eastern African isolates of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* with virulence to resistance gene Sr31. Plant Disease, 90: 476-480.
9. Jin, Y., Singh, R.P., Ward, R.W., Wanyera, R., Kinyua, M.G., Njau, P., Fetch, T.J., Pretorius, Z.A. and Yahyaoui, A. 2007. Characterization of seedling infection types and adult plant infection responses of monogenic Sr gene lines to race TTKS of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. Plant Disease, 91: 1096-1099.
10. Jin, Y., Szabo, L., Rouse, M., Fetch, T.J., Pretorius, Z.A., Wanyera, R. and Njau, P. 2009. Detection of virulence to resistance gene Sr36 within race TTKS lineage of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. Plant Disease, 93: 367-370.

11. Jin, Y., Szabo, L.J., Pretorius, Z.A., Singh, R.P., Ward, R. and Fetch, T.J. 2008. Detection of virulence to resistance gene Sr24 within race TTKS of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. *Plant Disease*, 92: 923–926.
12. Nazari, K., Mafi, M., Yahyaoui, A., Singh, R.P. and Park, R.F. 2009. Detection of wheat stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) race TTKSK (Ug99) in Iran. *Plant Disease*, 93: 317.
13. Park R., Fetch T., Hodson D., Jin Y., Nazari K., Prashar M. and Pretorius Z. 2011. International surveillance of wheat rust pathogens: progress and challenges. *Euphytica*, 179: 109-117
14. Pretorius, Z.A., Singh, R.P., Wagoire, W.W. and Payne, T.S. 2000. Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene Sr31 in *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in Uganda. *Plant Disease*, 84(2): 203.
15. Roelfs, A.P., Singh, R.P. and Saari, E.E. 1992. *Rust Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management*. Mexico, DF: CIMMYT, 81 P.
16. Roelfs, A. P., and Martens, J. W. 1988. An international system of nomenclature for *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. *Phytopathology*, 78, 526–533.
17. Rowell, J.B. 1984. Controlled infection by *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* under artificial conditions. In Bushnell W. R. and Roelfs A. P. (eds.), *The Cereal Rusts, Vol.1. Origins, Specificity, Structure, and Physiology*. Academic Press, Orlando, pp: 292-332
18. Saari, E.E., and Prescott, J.M. 1985. World distribution in relation to economic losses. In *The Cereal Rusts, II: Diseases, Distribution, Epidemiology, and Control*, ed. AP Roelfs, WRBushnell, Orlando, FL: Acad. Press, pp: 259–98.
19. Shank, R. 1994. Wheat stem rust and drought effects on bale agricultural production and future prospects. Report on February 17–28 assessment. In United Nations Emergencies Unit for Ethiopia. Addis Ababa, Ethiopia. http://www.africa.upenn.edu/eue_web/Bale_mar.txt.
20. Singh, R.P., Hodson, D.P., Huerta-Espino, J., Jin, Y., Bhavani, S., Njau, P., Herrera-Foessel, S., Singh, P.K., Singh, S. and Govindan, V. 2011. The emergence of Ug99 races of the stem rust fungus is a threat to world wheat production. *Annual Review of Phytopathology*, 49: 13.1–13.17.
21. Singh, R.P., Hodson, D.P., Huerta-Espino, J., Jin, Y., Njau, P., Wanyera, R., Herrera-Foessel, S.A. and Ward, W.R. 2008. Will stem rust destroy the world's wheat crop? *Advances in Agronomy*, 98: 271–309.
22. Stakman, E.C. and Piemeisel, F.J. 1917. A new strain of *Puccinia graminis*. *Phytopathology*, 7: 73.

23. Szabo, L.J. 2007. Development of simple sequence repeat markers for the plant pathogenic rust fungus, *Puccinia graminis*. *Molecular Ecology Notes*, 7: 92–94.
24. Visser, B., Herselman, L. and Pretorius, Z. 2009. Genetic comparison of Ug99 with selected South African races of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. *Molecular Plant Pathology*, 10: 213–22.
25. Wanyera, R., Kinyua, M.G., Jin, Y. and Singh, R. 2006. The spread of stem rust caused by *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, with virulence on Sr31 in wheat in Eastern Africa. *Plant Disease*, 90(1): 113.
26. Yuen, J.E., and Forbes, G.A. 2009. Estimating the level of susceptibility to *Phytophthora infestans* in potato genotypes. *Phytopathology*, 99: 782-786.