

شناسایی جدایه‌های *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* با بیماری‌زایی برای ژن مقاومت Sr31 در  
استان‌های غربی ایران  
**Detection of Isolates of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* Virulent to Sr31  
Resistance Gene in Western Provinces of Iran**

کیومرث نظری<sup>۱</sup>، معصومه مافی<sup>۲</sup>، محمود نصر الهی<sup>۳</sup>، مهرداد چایچی<sup>۴</sup>،  
فرزاد افشاری<sup>۱</sup> و زهره حسن بیات<sup>۱</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۱۲/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۷/۱۹

- ۱- به ترتیب مربی، استادیار و تکنیسین، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
- ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته بیماری‌شناسی گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران
- ۳- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، بروجرد
- ۴- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۱۲/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۷/۱۹

نظری، ک.، مافی، م.، نصر الهی، م.، چایچی، م.، افشاری، ف.، و حسن بیات، ز. ۱۳۸۷. شناسایی جدایه‌های *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* با بیماری‌زایی برای ژن مقاومت Sr31 در استان‌های غربی ایران. **نهل و بذر** ۲۴: ۲۱۳-۲۰۷.

موفقیت‌آمیز این بیماری در ۴۰ سال گذشته به طور معنی‌داری موجب کاهش خسارت بیماری و همچنین فعالیت‌های تحقیقاتی شده بود. حدود ۵۰ ژن مقاومت به زنگ سیاه شناسایی شده است که تعدادی از آن‌ها در ارقام گندم در سطح جهانی به کار گرفته شده‌اند. به استثنای ژن غیراختصاصی *Sr2* (Race non-specific) که باعث مقاومت تدریجی (Slow rusting) در مرحله گیاه کامل (Adult plant) می‌شود، بقیه ژن‌های مقاومت

زنگ سیاه یا زنگ ساقه گندم (Black or stem rust) با عامل *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* (Pgt) روزگاری مخرب‌ترین بیماری گندم در جهان محسوب می‌شد. اهمیت این بیماری به دلیل ظهور آن در حدود سه هفته قبل از برداشت و انهدام کل محصول در مدت زمان کوتاه، قابل درک خواهد بود. این بیماری در یک قرن گذشته با به کارگیری ژن‌های مقاومت در ارقام تجاری کنترل شده است. کنترل

نویسنده مسئول: [nkumarse@yahoo.com](mailto:nkumarse@yahoo.com)

است که در سیستم نامگذاری آمریکای شمالی این نژاد TTKSK نام گذاری شده است. این نژاد در مدت کوتاهی به کشورهای کنیا (سال ۲۰۰۲-۱۹۹۹)، اتیوپی (۲۰۰۳) و نهایتاً به یمن (۲۰۰۶) مهاجرت کرد. مسیر مهاجرتی این نژاد با مسیر طی شده توسط نژاد پر آزار *Puccinia striiformis f. sp. tritici* برای ژن *Yr9* در سال‌های ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۱ کاملاً مشابه است. این نژاد زنگ زرد که از آفریقا به ایران در سال ۳-۱۹۹۲ مهاجرت کرد موجب بروز اپیدمی و خسارت ۱ و ۱/۵ میلیون تنی محصول گندم به ترتیب در سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۷۳ شد. مسیر حرکتی جریان‌های هوایی و همچنین پراکنش ارقام تجاری کاشته شده در این منطقه که همگی حساس به نژاد Ug99 هستند، عامل مشابهت مسیر مهاجرتی نژاد جدید زنگ سیاه با آنچه در مورد زنگ زرد اتفاق افتاد، محسوب می‌شود. مشابهت ریخته ژنتیکی ارقام مورد کشت در مسیر احتمالی مهاجرت نژاد Ug99، که شدیداً نسبت به این نژاد حساسیت دارند، احتمال بروز اپیدمی زنگ سیاه را در این منطقه اپیدمیولوژیکی شدت بخشیده است. بر اساس تاریخچه وقایع اتفاق افتاده در مورد زنگ زرد و همچنین پیش بینی‌های انجام شده، ایران از جمله کشورهایی است که در مسیر مهاجرتی این نژاد قرار دارد. نژاد حامل ژن *Yr9* تنها پنج سال پس از پیدایش وارد کشور ایران شد. شرایط محیطی مناسب برای توسعه زنگ سیاه در ایران وجود دارد و بروز اپیدمی زنگ سیاه

حالت ویژگی نژادی (Race specific) داشته و در هر دو مرحله گیاهچه‌ای و گیاه کامل بروز می‌کنند. حدود چهل سال پیش ژن *Sr2* همراه تعدادی دیگر از ژن‌های ناشناخته کوچک اثر که به نام 'Sr2-Complex' معروف هستند، به عنوان عامل پایداری مقاومت به زنگ سیاه شناخته شد و به عنوان منبع مقاومت به این بیماری در ژرم پلاسما گندم تولید شده در سیمیت مورد استفاده قرار گرفت. استفاده وسیع از این ژن و تعداد دیگری از ژن‌های مقاومت به *Pgt* مانند *Sr24*، *Sr26*، *Sr31* و اخیراً ژن *Sr38* که از منابع خویشاوند گندم منتج شده‌اند، باعث کم اهمیت شدن این بیماری در دنیا شده است. به استثنای *Sr26*، همه تبادلات کروموزومی در گندم (Translocations) علاوه بر حمل ژن‌های مقاومت به *Pgt* حامل ژن‌های مقاومت به سایر بیماری‌های گندم هستند. ژن *Sr31* که بر روی قطعه تبادل کروموزومی 1B.1R قرار دارد با ژن‌های *Yr9* و *Lr26* که به ترتیب عامل مقاومت به زنگ زرد و زنگ قهوه‌ای هستند، پیوستگی ژنتیکی کامل دارد. در اواسط دهه ۱۹۸۰، تبادل کروموزومی 1B.1R به طور وسیعی در گندم‌های بهاره، نیمه زمستانه و زمستانه در کشورهای اروپایی، چین و آمریکا و همچنین در تعدادی از ارقام با منشاء سیمیت معرفی شده در کشورهای در حال توسعه، مورد استفاده قرار گرفت. پر آزاری برای ژن *Sr31* برای نخستین بار در سال ۱۹۹۹ در کشور اوگاندا گزارش شد. نام عمومی این نژاد Ug99

(Seri 82) به عنوان نشانه‌هایی از بروز احتمالی نژاد Ug99 در این مناطق ارزیابی شد. آلودگی زنگ سیاه هر دو ژنوتیپ در کرت‌های آزمایشی در مرکز تحقیقات کشاورزی همدان (اکباتان) نسبت به بروجرد شدیدتر بود. این آلودگی‌ها به عنوان احتمال حضور این نژاد در ایران که از قبل به عنوان هدف بعدی بروز بیماری پیش‌بینی شده بود، مورد توجه قرار گرفتند. نمونه‌های بیماری از مناطق مذکور جمع‌آوری و با استفاده از ارقام حساس بولانی و موروکو در گلخانه‌های واحد تحقیقات بیماری‌های غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تکثیر شدند. به منظور تعیین نژاد، دو نمونه جمع‌آوری شده از بروجرد و همدان در سال ۱۳۸۶، یک جدایه از نمونه‌های تعیین نژاد شده در سال ۱۳۷۵ که از منطقه بروجرد جمع‌آوری شده بود و در واحد تحقیقات بیماری‌های غلات نگهداری می‌شود (Nasrollahi *et al.*, 2001) و دو نمونه جمع‌آوری شده در سال ۱۳۸۶ از مناطق کلاردشت (استان مازندران) و پلدختر (استان لرستان) در تعیین نژاد‌های فیزیولوژیک با استفاده از لاین‌های تک ژنی زنگ سیاه مورد استفاده قرار گرفتند. علاوه بر این لاین‌ها، ارقام تجاری گندم حامل ژن *Sr31* مانند فلات و شیروودی و همچنین دو رقم حساس بین‌المللی موروکو و Local Red نسبت به این جدایه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. گیاهچه‌های هشت روزه ارقام و لاین‌های مورد آزمایش با استفاده

در اثر نژاد Ug99 و یا هر نژادی که برای ژن مقاومت *Sr31* که در اکثر ارقام ایرانی با منشاء سیمیت وجود دارد، باعث بروز خسارت بسیار شدید به تولید ملی گندم کشور خواهد شد. قبل از استفاده از ژرم پلاسما گندم سیمیت در ۷۸-۱۹۷۷، زنگ سیاه یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گندم در ایران بود. (Scharif *et al.*, 1971). گرچه این بیماری هر از چند گاهی به صورت منطقه‌ای در بعضی ارقام محلی گندم دیده می‌شد، اما پس از اپیدمی سال ۷۶-۱۹۷۵ در مناطق سواحل دریای خزر و مناطق جنوبی کشور (Bamdadian and Torabi, 1978) این بیماری خسارت اقتصادی نداشته است. در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ چندین گزارش مبنی بر بروز بیماری زنگ سیاه در مناطقی از استان‌های لرستان (بروجرد) و همدان دریافت شد که خصوصاً برای منطقه همدان که منطقه کشت ارقام زمستانه است و بیماری زنگ سیاه در این منطقه سابقه ندارد، غیر معمول ارزیابی شد. نتایج بررسی‌های انجام شده موید آلودگی دیر هنگام بیماری در کرت‌های آزمایشی و همچنین در بعضی از مزارع گندم کشاورزان در این مناطق بود. بعضی از مزارع آلودگی نسبتاً بالایی نشان دادند (آلودگی در بعضی مزارع تا ۶۰٪ دیده شد). بروز آلودگی در تعدادی از ارقام و لاین‌های حامل قطعه کروموزومی 1B.1R (دارای ژن *Sr31*) مانند لاین Federation×4/Kavkaz و رقم فلات

بررسی بیست جدایه زنگ سیاه از مناطق مختلف ایران، بیماریزائی برای ژن *Sr31* را در یک نمونه که از منطقه بروجرد جمع آوری شده بود روی لاین ایزوژنیک حاوی این ژن گزارش کرده بودند ولی به دلیل عدم وجود بیماری به علت شرایط نامناسب جوی، بررسی بیشتر در مورد فاکتورهای بیماریزائی زنگ سیاه در سال‌های بین ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۶ امکان‌پذیر نبود، بنابراین نمی‌توان به طور دقیق در مورد وضعیت بیماریزائی برای ژن *Sr31* در ده سال گذشته اظهار نظر کرد. این موضوع که نمونه‌های بررسی شده در سال ۱۳۸۶ نژاد Ug99 باشند و یا از جمعیت‌های محلی زنگ سیاه تولید شده‌اند، نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد. به هر حال بروز بیماری زائی برای ژن *Sr31* موجود در ارقام تجاری گندم در چند منطقه کشور به عنوان خطری جدی برای تولید گندم در ایران ارزیابی می‌شود. ارزیابی مقاومت مزرعه‌ای تعداد ۱۰۰ رقم و لاین پیشرفته گندم ایرانی نسبت به نژاد بیماری‌زا برای ژن *Sr31* (نژاد Ug99) در کنیا در سال ۱۳۸۵ نشان داد که ۹۸٪ از این مواد نسبت به این نژاد کاملاً حساس هستند. نتایج این بررسی مقدماتی نشان‌دهنده وجود بیماری‌زائی برای ژن *Sr31* در ایران است و می‌تواند زنگ خطر جدی برای بروز همه جا گیر زنگ سیاه در مزارع گندم کشور در سال‌های با شرایط آب و هوائی مناسب باشد.

از مخلوط یوردینوسپور و پودر تالک در مرحله برگ اول مایه‌زنی شدند. گیاهچه‌های مایه‌زنی شده در در دمای ۲۶-۲۴ درجه سانتی‌گراد، نور طبیعی و رطوبت نسبی اشباع به مدت ۲۴ ساعت نگهداری و سپس به شرایط گلخانه‌ای با دمای ۲۸-۲۶ درجه سانتی‌گراد و ۱۶ ساعت نور منتقل شدند. چهارده روز بعد از مایه‌زنی، تیپ آلودگی گیاهچه‌ای بر اساس روش مک اینتاش و همکاران (McIntosh *et al.*, 1995) و در مقیاس ۰-۴ یادداشت‌برداری شد. لاین‌های حامل ژن *Sr31* (Federation×4/Kavkaz) و *Line E/ Kavkaz*) و همچنین ارقام فلات و شیروودی نسبت به جدایه‌های جمع‌آوری شده از مناطق پلدختر و کلاردشت در سال ۱۳۸۶ و همچنین جدایه تعیین نژاد شده از منطقه بروجرد در سال ۱۳۷۵ تیپ آلودگی پائین (تیپ آلودگی  $1^+$  تا  $2^-$ ) نشان دادند. ژنوتیپ‌های مذکور نسبت به هر دو جدایه جمع‌آوری شده از مناطق بروجرد و همدان در سال ۱۳۸۶ تیپ آلودگی بالا  $3^+4$  نشان دادند هر دو رقم حساس فوق نیز نسبت به همه جدایه‌ها حساس بودند (جدول ۱ و شکل ۱).

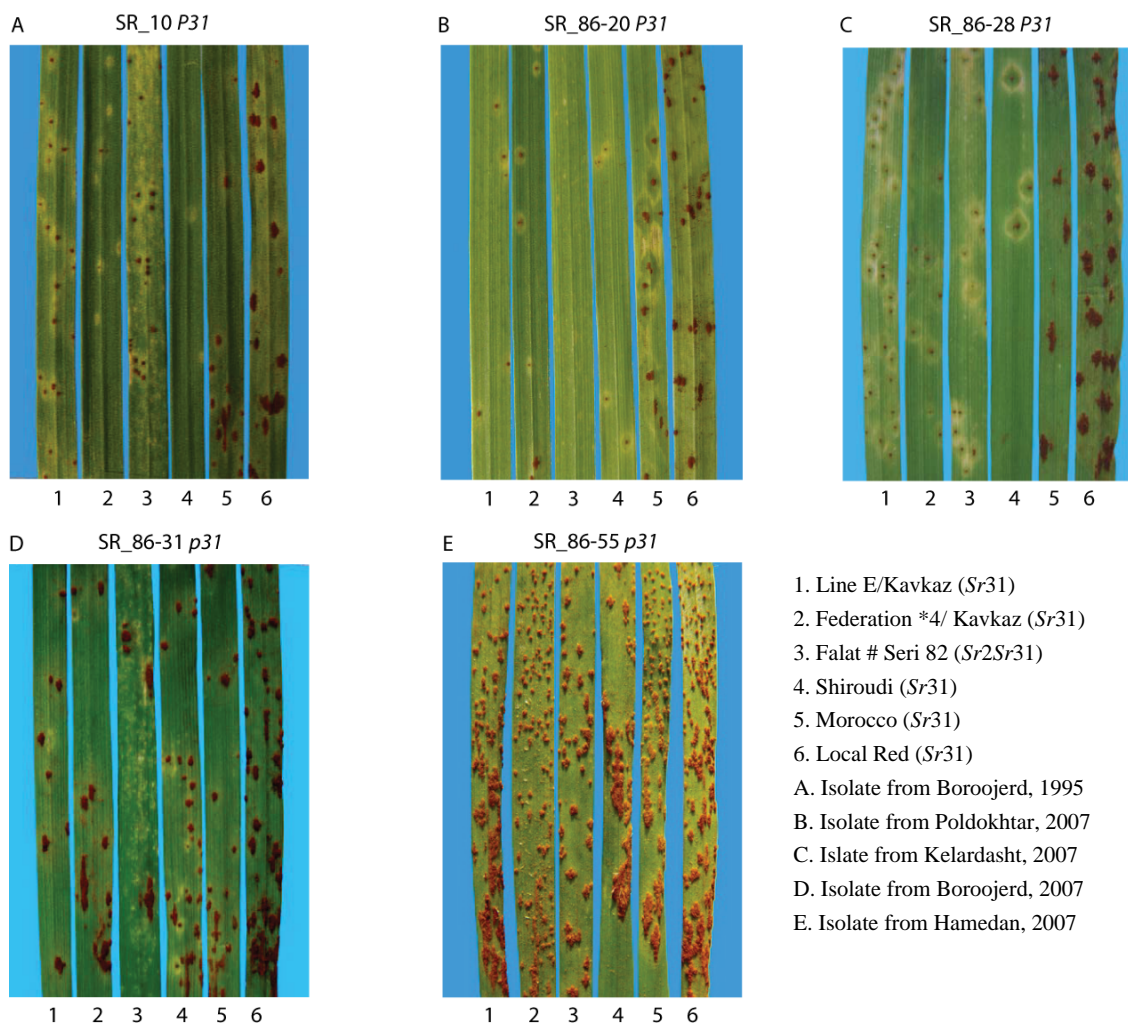
نتایج حاصل از بررسی حاضر نشان داد که جدایه‌های جمع‌آوری شده بروجرد و همدان در سال ۱۳۸۶ برای ژن *Sr31* بیماری‌زائی (ویرولانسی) داشتند. قبلاً نصرالهی و همکاران (Nasrollahi *et al.*, 2001) با جمع‌آوری و

جدول ۱- تیپ‌های آلودگی گیاهچه‌های لاین‌های تک ژنی و ارقام تجاری حامل ژن *Sr31* و ارقام حساس Morocco و Local Red نسبت به پنج جدایه *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* جمع‌آوری شده در ایران

Table 1. Seedling infection types of selected *Sr*-isogenic lines and commercial cultivars carrying *Sr31* and the susceptible cultivars Morocco and Local Red against five isolates of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* collected in Iran

ژنوتیپ Genotype	<i>Sr</i> -gene/s	جدایه Isolate				
		SR10 بروجرد - ۱۳۷۵ Boroojerd 1996	SR86-20 پلدختر - ۱۳۸۶ Poldokhrar 2007	SR86-28 کلاردشت - ۱۳۸۶ Kelardasht 2007	SR86-31 بروجرد - ۱۳۸۶ Boroojerd 2007	SR86-55 همدان - ۱۳۸۶ Hamedan 2007
Line E/Kavkaz	<i>Sr31</i>	2=	11 +	22 +	3 +	4
Federation*4/Kavkaz	<i>Sr31</i>	11-	2=	2	4	4
Falat (Seri-82)	<i>Sr31Sr2</i>	22-	0;1=	0;	3 +	4
Shiroudi (Attila)	<i>Sr31</i>	0;1=	11 +	1+2=	3 +	4
Morocco	-	3+4	3 +	4	4	4
Local Red	-	4	4	4	4	4

Infection types 0-2 indicate resistance; 3-4 indicate susceptibility.



شکل ۱- عکس العمل گیاهیچه‌ای تعدادی از لاین‌ها و ارقام گندم حامل ژن *Sr31* و ارقام حساس Morocco و Local Red نسبت به پنج جدایه زنگ سیاه

Fig. 1. Seedling response of some lines and cultivars of wheat carrying *Sr31* and susceptible cultivars Morocco and Local Red to five isolates of stem rust

## References

- Bamdadian, A., and Torabi, M. 1978.** Epidemiology of wheat stem rust in southern areas of Iran in 1976. *Iranian Journal of Plant Pathology* 14: 14-19 (in Farsi).
- McIntosh, R. A., Wellings, C. R., and Park, R. F. 1995.** *Wheat Rusts: An Atlas of Resistance Genes.* CSIRO Publications, Victoria, Australia.
- Scharif, G., Bamdadian, A., and Danesh-Pejoo, B. 1971.** Physiologic races of *Puccinia graminis* var. *tritici* Erikss. & Henn. In Iran (1965-1970). *Iranian Journal of Plant Pathology* 6: 29-42 (in Farsi).

Archive of SID