

آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۷۷، شماره ۱، شهریور ۱۳۸۸

ارزیابی مقاومت مزرعه‌ای و گیاهچه‌ای تعدادی از لاین‌های پیشرفته

و امید بخش گندم نسبت به قارچ *Blumeria graminis f.sp. tritici*

عامل بیماری سفیدک پودری گندم در ایران

Evaluation of the field and seedling resistance of some advanced and elite lines of wheat
to *Blumeria graminis f.sp. tritici* the causal agent of wheat powdery mildew in Iran

محمد رضوی^{۱*}، محمد علی دهقان^۲، صفرعلی صفوی^۳، حسین براری^۴،

محمد ترابی^۵، منصور کریمی جشنی^۱ و همایون کاظمی^۱

۱- موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران؛ ۲- مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان

۳- مرکز تحقیقات کشاورزی استان اردبیل، مغان؛ ۴- مرکز تحقیقات کشاورزی

استان مازندران؛ ۵- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

(تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۸۶، تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۸۷)

چکیده

بیماری سفیدک پودری گندم با عامل *Blumeria graminis f. sp. tritici* در سال‌های اخیر در بعضی از مناطق کشور به ویژه استان‌های شمالی خسارت قابل توجهی را به گندم وارد نموده است و مناسب‌ترین و مؤثرترین راه برای مدیریت و کنترل بیماری، استفاده از ارقام مقاوم به شمار می‌آید. در این بررسی، تعداد ۵۸ لاین از آزمایش‌های مقایسه عملکرد امید بخش (ERWYT) اقلیم‌های معتدل، ساحل خزری (گرم و مرطوب شمال) و سرد و تعداد ۲۰۰ لاین از آزمایش‌های عملکرد پیشرفته هم اقلیم (ARWYT) مربوط به سال زراعی ۱۳۸۲-۱۳۸۳ این اقلیم‌ها که از نظر عملکرد و سایر خصوصیات زراعی نسبت به سایر ارقام برتری نشان داده

* Corresponding author: mor845@mail.usask.ca

رضوی و همکاران: ارزیابی مقاومت مزرعه‌ای و گیاهچه‌ای تعدادی از لاین‌های پیشرفته ...

بودند، انتخاب و بطور متوالی در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ در مناطق گرگان، ساری، مغان و ورامین در شرایط طبیعی کشت و در مرحله تورم سنبله و دو هفته بعد از آن، واکنش ارقام مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج دو ساله بررسی‌های مزرعه‌ای نشان داد که از مجموع ۵۸ لاین آزمایش‌های مقایسه عملکرد امیدبخش، در منطقه گرگان ۸ لاین، در مغان ۲۵ لاین، در ورامین ۳۰ لاین و در مازندران ۱۶ لاین، مقاوم بودند. همچنین از تعداد ۲۰۰ لاین آزمایش‌های عملکرد پیشرفته هم اقلیم، در گرگان ۳۱ لاین، در مغان ۵۵ لاین، در ورامین ۱۰۹ لاین و در مازندران ۶۵ لاین، مقاومت نشان دادند. تعداد ۳۹ لاین که در طی دو سال آزمایش و در تمامی مناطق فوق در شرایط مزرعه‌ای مقاوم بودند انتخاب و واکنش گیاهچه‌ای آن‌ها در شرایط گلخانه‌ای با پنج پاتوتیپ قارچ عامل بیماری که قبلاً شناسایی شده بودند، بررسی شد. نتایج نشان داد که اغلب لاین‌ها در مرحله گیاهچه‌ای نسبت به بیماری حساس بودند اما بطور نسبی لاین ARWYT-N-83-8 با نیای SITE/ORL9127 در مقابل جدایه‌های شماره ۱ و ۴ مغان و جدایه‌های شماره ۳ و ۵ ورامین مقاوم، ولی در مقابل جدایه شماره ۲ گرگان حساس بود. همچنین لاین ARWYT-C-83-49 با نیای APPOLO / HIL 81A در مقابل جدایه‌های شماره ۴ مغان و ۵ ورامین مقاومت نشان داد ولی در برابر سایر جدایه‌ها حساس بود. لاین ARWYT-C-83-69 با نیای APPOLO/90Zhong87، نیز نسبت به جدایه‌های شماره ۱ مغان و ۳ ورامین مقاوم بود ولی در برابر سایر جدایه‌ها حساس بود. با توجه به نتایج این بررسی مشخص شد لاین‌هایی که در نیای خود رقم APPOLO را دارند، در مقابل بیشتر پاتوتیپ‌های قارچ عامل بیماری مقاوم بودند. از این ارقام می‌توان در صورت دارا بودن خصوصیات مناسب دیگر از جمله عملکرد زیاد محصول و مقاومت به سایر تنش‌های زنده و غیر زنده جهت کشت در مناطق آلوده استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: گندم، بیماری سفیدک پودری، مقاومت مزرعه‌ای، مقاومت گیاهچه‌ای.

Abstract

Powdery mildew caused by *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* is one of the most important diseases of wheat, specially in Northern provinces of Iran. Use of resistant cultivars is the most effective way for controlling the disease. In this study, 58 elite lines (ERWYT) related

to Moderate, Cold and North zones and 200 advanced lines (ARWYT) (2003-2004) were evaluated for two years in Gorgan, Sari, Moghan and Varamin areas. Materials were sown in autumn 2004 and 2005. The reaction of plants was recorded twice in booting stage and two weeks after the first record. Results of two years showed that, among 58 elite lines, in Gorgan 8 lines, in Moghan 25 lines, in Varamin 30 lines and in Mazandaran 16 lines were resistant. Among 200 advanced lines, in Gorgan 31, in Moghan 55, in Varamin 109 lines and in Mazandaran 65 lines were resistant. Based on the field results, totally 39 lines were selected and tested again with five pathotypes of the fungus under controlled conditions at the seedling stage. These pathotypes had been characterized already. The results showed that most of the lines were susceptible to the disease at the seedling stage. However, line ARWYT-N83-8 having SITE/ORL9127 in pedigree was resistant to four pathotypes (except isolate # 2 of Gorgan). In addition, line ARWYT-C83-49, carrying APPOLO / HIL 81A, in its pedigree was resistant against isolate #4 of Moghan and # 5 of Varamin but susceptible to other isolates. Line ARWYT-C83-69 having APPOLO/90ZHONG87 in its pedigree was resistant to isolate #1 of Moghan and #3 of Varamin but susceptible to other isolates. This study showed that lines having APPOLO in their pedigree were resistant to most of the pathogen pathotypes in Iran. These lines have potential to be used as commercial varieties in the region but needs further tests for other agronomical traits.

Key words: Wheat, Powdery mildew, Resistance.

مقدمه

سفیدک پودری گندم با عامل *Blumeria graminis* (DC) E. O. Speer f. sp. *tritici* Em. یکی از بیماری‌های مهم این محصول بوده و انتشار جهانی دارد. میزان خسارت این بیماری قابل توجه بوده و در کشورهای مختلف از جمله انگلستان، نیوزلند و هند تا ۴۵٪ (Large & Doling, 1962; Herbert *et al.*, 1948; Johnson *et al.*, 1972) و در ایالت متحده آمریکا تا ۳۵٪ گزارش شده است (Upadhyay *et al.*, 1970; Kingsland, 1982). این بیماری در ایران یکی از بیماری‌های مهم گندم بوده و در بعضی مناطق کشور بویژه استان‌های شمالی خسارت قابل توجهی وارد می‌سازد. میزان خسارت این بیماری در ارقام تجاری منطقه گرگان حدود ۱۸-۱۲٪ گزارش شده است (دهقان، گزارش منتشر نشده) و در شرایط مساعد و در حضور ارقام حساس میزان خسارت بسیار بیشتر

می‌باشد. در سال ۱۳۷۳ در ۸۵ درصد از مزارع گندم مازندران آلودگی نسبتاً شدید به این بیماری مشاهده شد و در همین سال در کرخ، میزان آلودگی در مزارع آزمایشی روی ارقام حساس سرخ تخم و مورکو صد در صد گزارش شد (Salari et al., 2002 b). معمولاً مدیریت بیماری سفیدک پودری گندم با استفاده از ارقام مقاوم، تناوب زراعی، کشت تاخیری و کنترل شیمیایی صورت می‌گیرد (Persaud & Lipps, 1995). اگر چه کنترل شیمیایی موثرترین روش مبارزه با این بیماری می‌باشد ولی کاربرد آن در سطح وسیع اقتصادی نبوده و همچنین اثرات نامطلوبی بر محیط زیست دارد. از اینرو لازم است تا از منابع مقاومت بعنوان یکی از روشهای موثر و مقرون به صرفه، در تلفیق با دیگر روش‌ها، برای کنترل بیماری استفاده گردد.

بررسی‌های انجام شده در این زمینه، نشان می‌دهد که ژن‌های مقاومت به این بیماری، در میان گونه‌های مختلف گندم و سایر گیاهان خانواده گندمیان، شناسایی و در پاره‌ای موارد به ارقام پر محصول گندم، منتقل شده‌اند. این ژن‌ها بتدریج و با پیشرفت علم شناسایی و افزایش می‌یابند. (Mc Intosh et al. (1995) اعلام کردند که تا کنون ۲۷ آلل مقاومت در ۲۱ جایگاه ژنی برای مقاومت به سفیدک پودری گندم شناسایی شده‌اند که بیشتر آن‌ها از ارقام وحشی گندم بدست آمده‌اند. (Szunics & Szunics (1999) طی بررسی‌های خود گزارش نمودند که تا به حال ۲۴ ژن اصلی مقاومت به سفیدک پودری در گندم شناسایی شده‌اند که بر روی کروموزوم‌های مختلف قرار دارند. (Huang & Roder (2004) اعلام کردند تا امروز تعداد ۴۸ ژن *Pm* یا آلل در ۳۲ جایگاه ژنی شناخته شده است. همواره به موازات استفاده از ارقام حاوی ژن‌های مقاومت جدید، تغییرات بیماری‌زایی در جمعیت قارچ عامل بیماری بوجود آمده و بعد از مدتی بر مقاومت ارقام غالب می‌گردد (Persaud & Lipps, 1995)، از اینرو همواره باید به دنبال کشف منابع مقاومت جدید بود. کسب اطلاعات در مورد ژن‌های مقاومت موجود در ارقام مهم و همچنین شناخت کافی از فاکتورهای بیماری‌زایی در جمعیت‌های قارچ عامل بیماری، ما را در برنامه‌ریزی و انتخاب راهکارهای مناسب در مدیریت و پیش‌بینی احتمال شکستن مقاومت ارقام به این بیماری یاری خواهد کرد. در چین، Wang et al. (1993)، واکنش ۳۶ واریته گندم از وجود ویروالانس روی آن‌ها را بررسی نمودند و نشان دادند که رقم 81 Zheng Zhou نسبت به

سفیدک پودری مقاوم و بقیه ارقام نیز نیمه حساس تا کاملاً حساس بودند. (Chen & Liu (1991) در بررسی ۴۹ ژنوتیپ انتخابی گندم از نظر میزان مقاومت به بیماری‌های زنگ زرد و سفیدک پودری گندم در شرایط آلودگی طبیعی و مصنوعی، لاین‌های M8007، M8003، 884033، 887013 و 886355 را نسبت به بیماری زنگ زرد مقاوم و لاین‌های 7923، 74140، FR81-3 و GR8537 را نسبت به بیماری سفیدک پودری گندم دارای مقاومت پایدار معرفی نمودند. در هند، Kapoor (1990) طی سال‌های ۸۷-۱۹۸۶ ارقام مختلف گندم را از نظر مقاومت به بیماری‌ها در شرایط مزرعه‌ای مورد بررسی قرار داد و در نهایت رقم HB-208 را بعنوان رقمی که سرعت پیشرفت و شدت بیماری‌های زنگ زرد و سفیدک پودری روی آن نسبت به سایر ارقام مورد بررسی، پایین‌تر بود، معرفی نمود. در سال ۱۹۹۰، در چین برای دستیابی به منابع مقاومت به بیماری سفیدک پودری گندم، تعداد ۲۰۳ ژنوتیپ گندم در منطقه بیجینگ با استفاده از مایه زنی مصنوعی با ۱۱ نژاد از عامل بیماری سفیدک پودری گندم مورد بررسی قرار گرفت که تعداد ۱۵ ژنوتیپ نسبت به نژادهای مورد استفاده، مقاوم معرفی گردیدند (Li *et al.*, 1995). در ایران، سالاری ۷۰ رقم تجاری گندم را در شرایط مزرعه مورد آزمایش قرار داد که رقم سرخ تخم به عنوان حساس‌ترین و رقم هیرمند بعنوان مقاوم‌ترین رقم، نسبت به جدایه‌های عامل بیماری از مناطق سیستان و بلوچستان بود (Salari, 2002 a). همچنین در بررسی‌های Karimi jashni *et al.* (2005)، لاین‌های امید بخش N-78-8، 5-C-73، N-80-16، N-80-19 و M-81-13 نسبت به ۴ جدایه قارچ عامل بیماری بعنوان مقاوم‌ترین و سایر ارقام و لاین‌ها، نیمه حساس و یا حساس بودند. با این وجود، در زمینه شناسایی منابع مقاومت و یا تولید ارقام مقاوم به این بیماری، اجرای برنامه‌های تحقیقاتی جامع و هدفمند ضروری است و اجرای این تحقیق، گام مهمی در این جهت بوده و موجب بکارگیری ارقام مقاوم، افزایش عملکرد و حفظ و پایداری محصول در مناطق آلوده خواهد شد.

روش بررسی

در این بررسی تعداد ۵۸ لاین از آزمایش‌های مقایسه عملکرد امید بخش (ERWYT) اقلیم‌های سرد، معتدل و ساحل خزری و تعداد ۲۰۰ لاین از آزمایش‌های عملکرد پیشرفته هم

اقلیم (ARWYT) سال ۸۳-۱۳۸۲ اقلیم‌های مذکور مربوط به برنامه به نژادی بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر که از نظر عملکرد و سایر خصوصیات زراعی نسبت به سایر لاین‌ها برتری نشان داده بودند، انتخاب و تحت شرایط مزرعه‌ای در مناطق گرگان، ساری، مغان و ورامین و در هر منطقه با ۲ تکرار (بصورت مشاهده‌ای) بر روی پشته‌هایی به عرض ۳۰ سانتی‌متر به صورت خطوط یک متری به فاصله ۱۵ سانتی‌متر در پایین سال‌های زراعی ۸۴-۱۳۸۳ و ۸۵-۱۳۸۴ کشت گردیدند. در حاشیه خزان ۳ ردیف و در بین هر ۱۰ ژنوتیپ یک ردیف رقم حساس به سفیدک پودری (رقم بولانی) کشت شد. در طول فصل زراعی مراقبت‌های لازم صورت گرفت. در مناطق گرگان و مغان جهت تأمین رطوبت از سیستم مه پاشی استفاده شد ولی در مناطق ساری و ورامین به دلیل فراهم نبودن سیستم فوق هر ده روز یکبار پای بوته‌ها به طریق غرقابی آبیاری گردید. علائم بیماری بصورت کلنی‌های قارچ روی برگ، ساقه و یا سنبله گیاه بروز نمود. یادداشت برداری از واکنش لاین‌ها (شدت و تیپ آلودگی)، حداقل در دو نوبت (مرحله تورم سنبله و دو هفته بعد از آن) با استفاده از روش تغییر یافته دو رقمی (۹۹-۰۰) (Saari & Prescott (1975) انجام گردید. در پایان سال دوم، لاین‌هایی که در شرایط مزرعه‌ای از مقاومت خوبی برخوردار بودند، جهت بررسی مقاومت گیاهچه‌ای، انتخاب شدند. در شرایط گلخانه‌ای، مقاومت هر یک از لاین‌ها، با استفاده از ۵ پاتوتیپ قارچ عامل بیماری مربوط به مناطق گرگان، مغان و ورامین که دارای فاکتورهای بیماری‌زایی بالایی بودند (رضوی، نتایج منتشر نشده)، بطور جداگانه و در ۳ تکرار، مورد ارزیابی قرار گرفت. مراحل آزمایش در شرایط بهینه رشد قارچ (دمای ۲۰-۱۸ °C، نور ۱۰۰۰۰ لوکس با دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی/۱۲ ساعت تاریکی و رطوبت نسبی ۱۰۰-۹۵ درصد) انجام شد. هر پاتوتیپ قارچ در طی چند مرحله روی گیاهچه‌های رقم بولانی، تکثیر و سپس در آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفت. لاین‌های انتخاب شده از آزمایش‌های مزرعه‌ای، در گلدان‌های متوسط، به قطر ۱۲ سانتی‌متر حاوی خاک سترون (مخلوط خاک مزرعه و کود برگی به نسبت ۱/۲) کشت شدند و بعد از رشد گیاهچه‌ها در مرحله یک برگی، به روش مالشی مایه زنی شدند. جهت یادداشت برداری، در دو نوبت ۱۲ و ۱۶ روز پس از مایه زنی با مقیاس ۹-۰ بر اساس الگوی (Leath et al. (1990 اقدام شد و نهایتاً ارقامی که هم در شرایط مزرعه‌ای

و هم در شرایط گلخانه‌ای مقاوم بودند، انتخاب شدند. فرمول بیماری‌زایی و محل جداسازی پاتوتیپ‌های قارچ عامل بیماری مورد استفاده در بررسی‌های گلخانه‌ای در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- فرمول بیماری‌زایی و محل جداسازی پاتوتیپ‌های

Blumeria graminis f.sp. *tritici* قارچ

Table 1- Virulence and avirulence formula of 5 pathotype of *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* and their locations

شماره جدایه Isolate No.	فرمول غیر بیماری‌زایی / بیماری‌زایی Virulence/Avirulence formula	محل جداسازی Location
1	1, 2, 3a, 3b, 3c, 3d, 4a, 4b, 5, 6, 7, 8, 17, 2+6 / 2+4b+8, 1+2+9	(Kesht Sanat Moghan)
2	1, 2, 3a, 3c, 3d, 4a, 4b, 5, 7, 8, 17, 1+2+9 / 3b, 6, 2+6, 2+4b+8	Gorgan (Kabudval)
3	1, 2, 3a, 3b, 3c, 3d, 4a, 4b, 5, 6, 7, 8, 1+2+9 / 17, 2+6, 2+4b+8	Varamin
4	1, 2, 3a, 3b, 3c, 3d, 4a, 4b, 5, 6, 7, 8, 2+6, 2+4b+8, 1+2+9 / 17	(K. Sanat Pars Moghan)
5	1,2, 3a, 3b, 3c, 3d, 4a, 4b, 5, 6, 8, 17, 2+6 / 7, 2+4b+8, 1+2+9	Varamin

نتیجه و بحث

نتایج داده‌های حاصل از آزمایش‌های مزرعه‌ای، با در نظر گرفتن مقیاس ۰-۹ (۰ = عاری از آلودگی، ۱ تا ۳ = مقاوم، ۴ = نیمه مقاوم، ۵ و ۶ = نیمه حساس، ۷ و ۸ و ۹ = حساس)، در جدول شماره ۲ ارائه گردیده است. در این جدول تعداد لاین‌های هر اقلیم که هر یک از واکنش‌های حساسیت تا مقاومت را بروز داده بودند در هر منطقه مورد بررسی و به تفکیک سال آورده شده است.

رضوی و همکاران: ارزیابی مقاومت مزرعه‌ای و گیاهچه‌ای تعدادی از لاین‌های پیشرفته ...

جدول ۲- نتایج بررسی‌های مزرعه‌ای لاین‌های پیشرفته و امید بخش گندم

نسبت به بیماری سفیدک پودری طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۸۶

Table 2- Results of field tests of advanced and elite lines of wheat to powdery mildew during 2004-2006 years

تعداد و نوع لاین‌ها** Kind of lines and their numbers**	مناطق مورد بررسی Locations	سال اول First year				سال دوم Second year			
		S	MS	MR	R	S	MS	MR	R
		لاین‌های امید بخش مناطق معتدل (۲۰ عدد) Elite lines of Wheat In Temperate Regions (20 lines)	Gorgan	2	13	0	5	0	9
	Moghan	0	4	6	10	0	2	6	12
	Varamin*	15	1	0	4	0	0	0	0
	Mazandaran*	0	0	0	0	6	7	0	7
لاین‌های امید بخش مناطق شمال (۱۹ عدد) Elite-lines of Wheat In North Regions (19 lines)	Gorgan	0	13	0	6	0	10	0	9
	Moghan	0	1	0	18	0	0	2	17
	Varamin*	6	2	0	11	0	0	0	0
	Mazandaran*	0	0	0	0	13	0	0	6
لاین‌های امید بخش مناطق سرد (۱۸ عدد) Elite lines of Wheat In cold Regions (18 lines)	Gorgan ¹	0	15	0	3	0	8	0	9
	Moghan	0	4	4	10	1	5	9	3
	Varamin*	2	0	0	16	0	0	0	0
	Mazandaran*	0	0	0	0	8	5	1	4

ادامه‌ی جدول ۲- نتایج بررسی‌های مزرعه‌ای لاین‌های پیشرفته و امید بخش گندم

نسبت به بیماری سفیدک پودری طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۸۶

Table 2 Continued- Results of field tests of advanced and elite lines of wheat to powdery mildew during 2004-2006 years

تعداد و نوع لاین‌ها**	مناطق مورد بررسی	سال اول				سال دوم			
		First year				Second year			
Kind of lines and their numbers**	Locations	S	MS	MR	R	S	MS	MR	R
لاین‌های پیشرفته مناطق معتدل (۶۰ عدد) Advanced lines of Wheat In Temperate Regions (60 lines)	Gorgan ²	7	40	0	13	4	34	0	21
	Moghan ³	1	5	5	47	2	14	29	15
	Varamin*	16	1	0	43	0	0	0	0
	Mazandaran*	0	0	0	0	28	4	2	26
لاین‌های پیشرفته مناطق شمال (۶۰ عدد) Advanced lines of Wheat In North Regions (60 lines)	Gorgan ⁴	4	41	0	15	0	31	0	25
	Moghan	3	5	11	41	1	5	20	34
	Varamin*	20	2	0	38	0	0	0	0
	Mazandaran*	0	0	0	0	41	8	1	10
لاین‌های پیشرفته مناطق سرد (۸۰ عدد) Advanced lines of Wheat In Cold Regions (80 lines)	Gorgan ⁵	0	46	0	34	0	41	0	37
	Moghan ⁶	3	11	10	53	1	20	27	32
	Varamin*	32	0	0	48	0	0	0	0
	Mazandaran*	0	0	0	0	26	10	2	42

* در سال اول در منطقه مازندران و در سال دوم در منطقه ورامین بدلیل عدم ظهور بیماری داده‌ها مورد استناد قرار نگرفتند.

**نماهای ۱ تا ۶ بیانگر تعداد لاین‌های رشد نکرده در مناطق اشاره شده می‌باشد: ۱- از لاین‌های امیدبخش مناطق سرد در سال دوم در منطقه گرگان یک لاین، ۲ و ۳- از لاین‌های پیشرفته مناطق معتدل در سال دوم در منطقه گرگان یک لاین و در سال اول در منطقه مغان دو لاین، ۴- از لاین‌های پیشرفته مناطق شمال در سال دوم در منطقه گرگان، چهار لاین، ۵ و ۶- از لاین‌های پیشرفته مناطق سرد در سال دوم در منطقه گرگان، دو لاین و در سال اول در منطقه مغان سه لاین.

* Due to unfavorable environmental condition the disease was not observed in susceptible cultivar in Mazandaran and Varamin at the first and second year, respectively. Therefore, the data was not included in the analysis.

**Numbers 1 to 6 show the number of lines did not germinate in the field: 1- in ERWYT-C lines, one line at second year in Gorgan, 2 and 3- in ARWYT-M lines, one line at second year in Gorgan, and two lines at first year in Moghan, 4- in ARWYT-N lines, four lines at second year in Gorgan and 5 and 6- in ARWYT-R lines, two lines at second year in Gorgan and three lines in Moghan.

رضوی و همکاران: ارزیابی مقاومت مزرعه‌ای و گیاهچه‌ای تعدادی از لاین‌های پیشرفته ...

بطور کلی، ۱۸ لاین ERWYT-C83، ۲۰ لاین ERWYT-M83، ۲۰ لاین ERWYT-N83، ۶۰ لاین ARWYT-M83، ۶۰ لاین ARWYT-N83 و ۸۰ لاین ARWYT-C83 در آزمایش‌های مزرعه‌ای مورد بررسی قرار گرفتند. در این بررسی، در سال ۱۳۸۴ در منطقه ساری (ایستگاه قراخیل) شرایط محیطی جهت ظهور بیماری حتی در رقم حساس (بولانی) نیز فراهم نبود و در سال ۱۳۸۵ نیز، در منطقه ورامین بدلیل عدم ظهور کامل بیماری در رقم بولانی که بعنوان رقم حساس در بین تیمارها، کشت گردیده بود داده‌های حاصل از این منطقه نیز مورد استناد تشخیص داده نشد و در محاسبات منظور نگردید.

مساعدترین شرایط برای رشد قارچ *B. graminis* f. sp. *tritici*، رطوبت نسبتاً بالا و دمای ۱۸-۲۰°C است و در صورتی که این شرایط فراهم نباشد استقرار بیماری نیز به خوبی صورت نمی‌گیرد. از اینرو در استان مازندران، احتمالاً بارندگی نسبتاً زیاد و وجود رطوبت آزاد در سطح گیاه، و در ورامین نیز کمبود رطوبت موجود در هوا و یا نامساعد بودن دما می‌توانند از عوامل عدم استقرار قارچ در برخی موارد در این بررسی باشند.

از مجموع نتایج دو سال بررسی مزرعه‌ای در مناطق گرگان، مغان، ساری و ورامین مجموعاً ۳۹ لاین که در تمامی مناطق مورد بررسی از مقاومت خوبی برخوردار بودند انتخاب گردیدند. مشخصات لاین‌های انتخاب شده و نتایج حاصل از بررسی‌های مزرعه‌ای و گلخانه‌ای آن‌ها در جدول ۳ درج گردیده است. نتایج بررسی‌های گلخانه‌ای واکنش لاین‌ها با پنج پاتوتیپ قارچ عامل بیماری که قبلاً با استفاده از ارقام افتراقی شناسایی شده بودند، نشان داد که در مرحله گیاهچه‌ای بطور نسبی ۳ لاین از ۳۹ لاین در برابر برخی از نژادهای قارچ عامل بیماری مقاوم بودند. لاین ARWYT-N83-8 که نیای آن SITE/ORL9127 می‌باشد، توانست نسبت به جدایه‌های شماره ۱ و ۴ مغان و جدایه‌های شماره ۳ و ۵ ورامین مقاومت نماید ولی در برابر جدایه شماره ۲ گرگان حساس بود. لاین ARWYT-C83-49 که نیای آن APPOLO/HIL 81A می‌باشد، نیز توانست در مقابل جدایه‌های شماره ۴ مغان و ۵ ورامین مقاومت نشان دهد ولی در برابر سایر جدایه‌ها حساس بود. همچنین لاین شماره ARWYT-C83-69 که نیای آن APPOLO/90Zhong87 می‌باشد نسبت به جدایه‌های ۱ مغان و ۳ ورامین مقاوم، اما در برابر سایر جدایه‌ها حساس بود (جدول ۳).

جدول ۳- واکنش ۳۹ لاین امید بخش و پیشرفته گندم به پاتوتیپ های قارچ *Blumeria graminis*

f.sp. *tritici* در مرحله گیاه بالغ در شرایط مزرعه و گیاهچه ای در گلخانه

Table 3- Reaction of 39 elite and advanced lines of wheat to *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* cause of powdery mildew of wheat, in field and green house conditions

No	Line	Greenhouse assay with 5 Pathotypes of <i>Bgt</i>					Field assay in 3 regions		
		1	2	3	4	5	Gorgan	Moghan	Mazandaran
1	ARWYT-M83- 6	S	S	S	S	S	MS	R	R
2	ARWYTC83- 80	R	S	S	S	S	R	R	R
3	ARWYT-N83- 8	R	S	R	R	R	MS	R	R
4	ARWYT-N83-5	S	S	S	S	S	MS	R	MS
5	ARWYT-C83- 49	S	S	S	R	R	R	R	MS
6	ARWYT-M83- 49	S	S	S	S	S	R	MR	R
7	ARWYT-C83- 64	S	S	S	S	S	R	R	R
8	AR WYT-C83- 69	R	S	R	S	S	R	R	R
9	AR WYT-M83- 16	S	S	S	S	S	MS	R	R
10	AR WYT-C83- 78	S	S	R	S	S	R	R	R
11	AR WYT-C83- 57	S	S	S	S	S	R	R	R
12	AR WYT-M83- 19	S	S	S	S	S	MS	R	R
13	AR WYT-M83- 27	S	S	S	S	S	MS	R	R
14	AR WYT-M83- 26	S	S	S	S	S	MS	MR	R
15	AR WYT-M83- 18	S	S	S	S	S	MS	R	R
16	AR WYT-M83-43	S	S	S	S	S	MS	MR	R
17	AR WYT-M83- 17	S	S	S	S	S	MS	MR	R
18	AR WYT-N83- 59	S	S	S	S	S	MS	R	R
19	AR WYT-C83- 70	S	S	R	S	S	MS	R	R
20	AR WYT-N83- 35	S	S	S	S	S	MS	R	R
21	AR WYT-C83- 50	S	S	S	S	S	MS	R	R
22	AR WYT-C83- 56	S	S	S	S	S	MS	R	R
23	ER WYT-C83- 8	S	S	S	S	S	MS	R	R
24	ER WYT-C83- 13	S	S	S	S	S	MS	MR	MS
25	ER WYT-C83- 2	S	S		S	S	MS	MR	R
26	ER WYT-M83- 18	S	S	S	S	S	MR	R	R
27	ER WYT - M83- 1	S	S	S	S	S	R	R	R
28	ER WYT-M83- 14	S	S	S	S	S	MS	MR	MS
29	ER WYT-C83- 14	S	S	S	S	S	R	MR	R
30	ER WYT-M83- 19	S	S	S	S	S	MR	MS	R
31	AR WYT-C83- 24	S	S	S	S	S	MS	R	R
32	ER WYT-N83- 13	S	S	S	S	S	R	R	R
33	AR WYT-C83- 25	S	S	S	S	S	R	R	R
34	AR WYT-C83- 26	S	S	S	S	S	R	R	R
35	AR WYT-C83- 34	S	S	S	S	S	R	MR	R
36	AR WYT-C83- 5	S	S	S	S	S	MS	R	R
37	AR WYT-C83- 15	S	S	S	S	S	R	R	R
38	AR WYT-C83- 3	S	S	S	S	S	R	MR	R
39	AR WYT-C83- 13	R	S	S	S	S	R	MS	R
40	CERCO (control)	S	S	S	S	S	S	S	S
41	Bolani	S	S	S	S	S	S	S	S

S= حساس MS = نیمه حساس MR = نیمه مقاوم R = مقاوم

بطور کلی در این بررسی مشاهده گردید که اکثر لاین‌های امید بخش و پیشرفته، نسبت به عامل بیماری سفیدک سطحی گندم در مناطق مورد بررسی حساس بوده و با توجه به تغییرات نسبتاً زیاد قارچ عامل بیماری و گسترش آن لازم است تا در مورد یافتن منابع مقاومت و یا تولید ارقام مقاوم به این بیماری تحقیقات گسترده‌تری صورت گیرد.

حساسیت گسترده لاین‌های بررسی شده، نشان دهنده عدم وجود ژن‌های مقاومت گیاهچه‌ای و گیاه بالغ مؤثر در آن‌ها نسبت به سفیدک پودری می‌باشد و بالا بودن نسبت ارقام حساس به مقاوم بیانگر نامناسب بودن منابع ژنتیکی مورد استفاده در برنامه به نژادی از نظر مقاومت به سفیدک سطحی گندم می‌باشد. این موضوع سبب فراهم نمودن فرصت برای ایجاد تنوع در قارچ عامل و گسترش بیماری می‌شود. در بررسی‌های Imani *et al.* (2002) بیش از ۸۷٪ جدایه‌های مورد بررسی بیشتر از ۵ ژن بیماری‌زایی داشتند و در بررسی‌هایی که اخیراً در کشور توسط Razavi *et al.* (2006) (نتایج منتشر نشده) نیز انجام گردیده است، ۹۰٪ جدایه‌های مورد بررسی دارای بیش از ۱۰ فاکتور بیماری‌زایی بودند. بنابراین بالا بودن درجه بیماری‌زایی جدایه‌های قارچ عامل بیماری در ایران، هر چند که در ارقام و لاین‌های مورد استفاده نیز ژن‌های مقاومت متناظر وجود داشته باشد، موجب بالا رفتن نسبت ارقام حساس به مقاوم شده است. تا کنون در بررسی‌های مختلفی که بر روی مقاومت ارقام و لاین‌های گندم به این بیماری صورت گرفته است اغلب منابع ژنتیکی فاقد مقاومت تشخیص داده شده‌اند و این نتایج با بررسی‌های دیگران در کشور (Karimi Jashni *et al.*, 2005; Salari *et al.*, 2002 a; Salari *et al.*, 2002 b) نیز مطابقت دارد.

با توجه به واکنش لاین‌های مورد بررسی در شرایط گلخانه با ۵ پاتوتیپ قارچ عامل بیماری، لاین ARWYT-N-83-8 که نیای آن SITE/ORL9127 می‌باشد توانست نسبت به جدایه‌های شماره ۱، ۳، ۴ و ۵ مقاومت نماید با توجه به فاکتورهای بیماری‌زایی شناخته شده هر جدایه، این لاین احتمالاً با یک یا چند ژن مقاومت از مجموعه ژن‌های $Pm2+6$ ، $Pm2+4b+8$ ، $Pm1+2+9$ و $Pm7$ یا ژن‌های ناشناخته دیگر نسبت به هر جدایه مقاومت نشان داده است از طرف دیگر این لاین در مقابل جدایه شماره ۲ گرگان حساس بود، از اینرو با توجه به اینکه جدایه شماره ۲ نیز فاقد فاکتورهای بیماری‌زایی بر روی ژن‌های $Pm3b$ ، $Pm2+6$

$Pm2+4b+8$ است. لذا، احتمال وجود این ژن‌ها در این لاین منتفی است. در نتیجه، احتمالاً ژن‌های $Pm17$ ، $Pm1+2+9$ و $Pm7$ یا ژن‌های ناشناخته دیگر می‌توانند در مقاومت این لاین دخیل باشند. لاین 49-ARWYT-C83 که نیای آن APPOLO / HIL 81A می‌باشد، نیز توانست در مقابل جدایه‌های ۴ و ۵ مقاومت نشان دهد ولی در برابر سایر جدایه‌ها حساس بود. با این توضیح احتمال وجود ژن‌های $Pm3b$ ، $Pm6$ ، $Pm17$ ، $Pm2+6$ ، $Pm2+4b+8$ و $Pm1+2+9$ در آن منتفی است زیرا در صورت وجود و یا بیان هر یک از این ژن‌ها در این لاین، در برابر جدایه‌هایی که فاقد فاکتورهای بیماری‌زایی متناظر هستند مقاومت گیاهچه‌ای مشاهده می‌شد. از اینرو ممکن است که ژن $Pm17$ یا ژن‌های ناشناخته دیگر در بروز مقاومت به جدایه‌های ۴ و ۵ دخیل بوده باشند. همچنین لاین شماره 69-ARWYT-C83 که نیای آن APPOLO/90Zhong87 می‌باشد نسبت به جدایه‌های ۱ و ۳ مقاوم، اما در برابر سایر جدایه‌ها حساس بود. بنابراین این رقم احتمالاً فاقد تمامی ژن‌های مقاومت $Pm3b$ ، $Pm6$ ، $Pm17$ ، $Pm2+6$ ، $Pm2+4b+8$ ، $Pm1+2+9$ و $Pm7$ که در برخی لاین‌های فوق احتمالاً موجب مقاومت هستند، بوده و با ژن‌های ناشناخته دیگری به جدایه‌های ۱ و ۳ مقاومت نموده است. برخی از این ژن‌ها مانند $Pm7$ در مرحله گیاهچه‌ای بطور کامل بیان نمی‌شوند و در مراحل بعدی بیان می‌گردند. اما برخی بطور کامل در مرحله گیاهچه‌ای بیان می‌شوند (Heun & Friebe, 1990). اطلاق وجود و یا عدم وجود هر یک از ژن‌های مقاومت، با فرض بیان آن‌ها در دوره گیاهچه‌ای، صورت گرفته است و این موضوع با استفاده از روش‌های مولکولی می‌تواند کاملاً به اثبات برسد.

بررسی‌هایی که اخیراً (Razavi *et al.* (2006) (نتایج منتشر نشده) در ارتباط با نژادهای فیزیولوژیکی این قارچ انجام داده‌اند نشان می‌دهد که رقم APPOLO نسبت به اغلب نژادهای این قارچ در ایران مقاوم است. این مقاومت حاصل بیان ژن‌های مقاومت آن که شامل ترکیب ژنی $Pm2+4b+8$ است، می‌باشد. از اینرو می‌توان از ارقامی که در نیای خود رقم APPOLO را دارند، در صورت داشتن مقاومت مؤثر در مناطق آلوده استفاده نمود و یا این ترکیب ژنی را از رقم APPOLO به ارقام پر محصول انتقال داد. مقاومت این رقم در اغلب کشورهای اروپایی نیز به اثبات رسیده است (Szunics & Szunics, 1999).

احتمالاً بدلیل عدم انتقال ترکیب ژنی $Pm2+4b+8$ از رقم APPOLO به لاین‌های ARWYT-

رضوی و همکاران: ارزیابی مقاومت مزرعه‌ای و گیاهچه‌ای تعدادی از لاین‌های پیشرفته ...

C83-49 و ARWYT-C83-69، این لاین‌ها در برابر جدایه‌های فاقد ژن‌های بیماری‌زایی متناظر ایجاد مقاومت نکرده‌اند. این پدیده در مطالعات (Persaud *et al.*, 1994) نیز مشاهده گردید که ارقام حاصل از تلاقی رقم Tyler حاوی ژن *Pm3a* با رقم OH470، فاقد ژن مذکور بوده‌اند. ارقام افتراقی دیگر از جمله Normandi حاوی ترکیب ژنی $Pm1+2+9$ و Maris Hantsman حاوی ترکیب ژنی $Pm2+6$ نیز در برابر برخی از جدایه‌های قارچ عامل بیماری در ایران مقاومت نشان داده‌اند (Karimi Jashni *et al.*, 2006) و این بدین مفهوم است که جدایه‌های قارچ فاقد فاکتورهای بیماری‌زایی متناظر بوده و لذا این ژن‌ها در ایجاد مقاومت مؤثر هستند. موفقیت ارقام حاوی ترکیب‌های ژنی $Pm2+4b$ و $Pm2+6$ در آزمایش‌های Wang *et al.* (2005) نیز به اثبات رسیده است. این ترکیبات ژنی در بروز مقاومت مؤثرند و از آن‌ها در برنامه‌های ایجاد ارقام مقاوم به سفیدک سطحی گندم می‌توان استفاده نمود (Imani *et al.*, 2002).

وجود حساسیت در دوره گیاهچه‌ای ۳۶ لاین که در آزمایش‌های مزرعه‌ای در برابر جدایه‌های قارچ عامل سفیدک سطحی گندم مقاوم بودند، نشان دهنده این است که مقاومت در اغلب این ارقام از نوع گیاه بالغ بوده و احتمالاً توسط چند ژن کوچک اثر کنترل می‌شود. در مورد مقاومت گیاه بالغ تحقیقات زیادی انجام گردیده است و برخی محققان در سیمیت مطالعاتی را بر روی استفاده از مقاومت گیاه بالغ حاوی چند ژن مقاومت در مورد زنگ‌های نواری و برگ گندم انجام داده‌اند و پیشنهاد کرده‌اند که استفاده از چند ژن مقاومت کوچک با قابلیت توارث متوسط تا زیاد می‌تواند موجب پایداری مقاومت گردد (Singh *et al.*, 2001). مقاومت گیاه بالغ معمولاً در ارقام فاقد ژن‌های اصلی و یا ارقامی که مقاومت حاصل از ژن‌های اصلی خود را از دست داده‌اند، دیده می‌شود (Bennett, 1984). مقاومت گیاه بالغ نسبت به مقاومت گیاهچه‌ای بسیار پایدارتر می‌باشد. برخی اصلاح‌کنندگان گندم، علاقمند به استفاده از مقاومت گیاه بالغ هستند و تعداد زیادی از ژنوتیپ‌های حاوی این نوع مقاومت شناسایی و در اصلاح ارقام گندم نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Yu *et al.*, 2001).

چندین راهکار برای ایجاد مقاومت پایدار در ارقام نسبت به سفیدک سطحی وجود دارد که شامل هرم بندی ژن‌های مقاومت (Vander Plank, 1984)، استفاده از مولتی لاین‌ها با ژن‌های مقاومت متفاوت (Browning & Frey, 1969) و اصلاح ارقام دارای مقاومت گیاه بالغ و یا

مقاومت *slow mildewing* (Shaner, 1973) می‌باشد. اما بدلیل دشواری اصلاح و تهیه ارقام با مقاومت گیاه بالغ، معمولاً از هرم‌بندی و انتقال ژن‌های اصلی مقاومت استفاده می‌گردد و استفاده از مارکرهای مولکولی برای هرم‌بندی ژن‌ها امیدواری‌های بیشتری را بوجود آورده است (Liu *et al.*, 2000). اما تکیه بر مقاومت گیاهچه‌ای ممکن است موجب بروز سریع جدایه‌های حاوی فاکتورهای بیماری‌زایی متناظر با ژن‌های مقاومت اصلی شود (Groth, 1976). بنابراین استفاده از مقاومت گیاه بالغ به همراه مقاومت گیاهچه‌ای مناسب‌ترین راهکار برای اصلاح ارقام گندم با مقاومت پایدار به این بیماری می‌باشد. نتایج مطالعات نیز نشان می‌دهد که امکان همراه بودن ژن‌های اصلی به همراه ژن‌های کوچک اثر فرعی مقاومت در یک گیاه وجود دارد (Wang *et al.*, 2005). با این توضیحات می‌توان بیان نمود که احتمالاً در ۳ لاین ARWYT-N83-8، ARWYT-C83-49 و ARWYT-C83-69، هر دو گروه ژن‌های اصلی و فرعی وجود دارد که موجب بروز مقاومت گیاهچه‌ای و گیاه بالغ گردیده است. لذا پیشنهاد می‌شود که ارقامی که در این بررسی هم تحت شرایط مزرعه‌ای و هم تحت شرایط گلخانه‌ای از مقاومت خوبی برخوردار بودند با ارقام تجاری رایج از نظر عملکرد و سایر خصوصیات زراعی مقایسه گردند و همچنین رقم APPOLO بر روش تلاقی برگشتی به ارقام پرمحصول کراس داده شود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از معاونت تولیدات گیاهی به خصوص دفتر الگوی کشت و محصولات ویژه وزارت جهاد کشاورزی که حمایت مالی این طرح را بر عهده داشته‌اند و همچنین از موسسات تحقیقات گیاهپزشکی و اصلاح و تهیه نهال و بذر به خاطر فراهم نمودن امکانات اجرای طرح قدردانی می‌گردد*.

* نشانی نگارندگان: دکتر محمد رضوی، مهندس منصور کریمی جشنی و مهندس همایون کاظمی، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، صندوق پستی ۱۴۵۴، تهران ۱۹۳۹۵، ایران؛ مهندس محمد علی دهقان، مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان، ایران؛ مهندس صفرعلی صفوی، مرکز تحقیقات کشاورزی استان اردبیل، مغان، ایران؛ مهندس حسین براری، مرکز تحقیقات کشاورزی استان مازندران، ایران؛ دکتر محمد ترابی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران.

منابع

- BENETT, F. G. A. 1984. Resistance to powdery mildew in wheat: a review of its use in agriculture and breeding programs. *Plant Pathol.* 33: 279-300.
- BRWNING, J. A. and K. J. FREY, 1969. Multiline cultivars as a means of disease control. *Annu. Rev. Phytopathol.* 7: 355-382.
- CHEN, G. D. and J. LIU, 1991. Evaluation of wheat breeding materials for resistance to strip rust and powdery mildew. *Shaanxi J. of Agri. Sci.* 3: 7-8.
- GROTH, J. V. 1976. Multilines and "super races": a simple model. *Phytopathology.* 66:937-939.
- HERBERT, T. T., W. H. RANKING and G. K. MIDDELTON, 1948. Interaction of nitrogen fertilization and powdery mildew on yield of wheat. *Phytopathology.* 38:569-570.
- HEUM, M. and B. FRIEBE, 1990. Introgression of powdery mildew resistance from rye into wheat. *Phytopathology.* 80:242-245.
- HUANG, X. Q. and M. S., RODER, 2004. Molecular mapping of powdery mildew resistance genes in wheat: A review. *Euphytica.* 137:203- 223.
- IMANI, Y., A. OUASSOU and C. A. GRIFFEY, 2002. Virulence of *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* populations in Morocco. *Plant Dis.* 86:383-388.
- JOHNSON, J. W., P. S. BAENZIGER, W. T. YAMAZAKI and R. T. SMITH, 1970. Effects of powdery mildew on yield and quality of isogenic lines of "Chancellor" wheat. *Crop Sci.* 19: 349-352.
- KAPOOR, A. S. 1990. Evaluation of slow rusting and slow mildewing resistance in wheat under field conditions. *Himachal J. Agri.* 16:1-2.
- KARIMI JASHNI, M., M. TORABI, A. ROUSTAEE, H. R. ETEBARIAN, M. OKHOVAT, and F. YAZDANPANA, 2005. Evaluation of resistance of some wheat Commercial Cultivars and Advanced Lines to Four Pathotypes of *Blumeria graminis* (Dc Ex Mert) Speer f.sp. *tritici* in greenhouse. *Seed and Plant.* 21(3): 411-424.
- KARIMI JASHNI, M., M. TORABI, A. ROUSTAEE, H. R. ETEBARIAN, M. OKHOVAT, M. RAZAVI and F. YAZDANPANA, 2006. Pathotypes of *Blumeria graminis* (Dc Ex Mert) Speer f. sp. *tritici* the causal agent of powdery mildew from some Regions of Iran. *Seed and Plant.* 22 (2): 257-271.
- KINGSLAND, G. D. 1982. Triadimefon for control of powdery mildew of wheat. *Plant Dis.*

- 66: 139- 141.
- LARGE, E. C. and D. A. DOLING, 1962. The measurement of cereal mildew and its effect on yield. *Plant Pathol.* 11: 47-57.
- LEATH, S., M. ARS and M. HEUM, 1990. Identification of powdery mildew resistance genes in cultivars of soft winter wheat. *Plant Dis.* 74: 747 – 752.
- LI, W. M., J. Q. YAO, and B. Q. SHENG, 1995. Brief report on the evaluation of disease resistance in wheat germplasm from Tibet. *Crop Gen. Res.* 101: 32-33.
- LIU, J., D. LIU, W. TAO, W. LI, S. WANG, P. CHEN, S. CHENG and D. GAO, 2000. Molecular marker-facilitated pyramiding of different genes for powdery mildew resistance in wheat. *Plant Breed.* 119:21-24.
- MC INTOSH, R. A., G. E. HART and M. D. GALE, 1995. Catalogue of gene symbols for wheat. In: *Proc. Int. Wheat Genetics Symp.*, 8th. Z. L. Li and Z. Y. Xin, eds. China Agricultural Sciencetech, Beijing, Pages 1333-1500.
- PERSAUD, R. R. and P. E. LIPPS, 1995. Virulence genes and virulence gene frequencies of *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* in Ohio. *Plant Dis.* 79: 494-499.
- PERSAUD, R. R., P. E. LIPPS and K. G. CAMPBELL, 1994. Identification of powdery mildew resistance genes in soft red winter wheat cultivars and Ohio breeding lines. *Plant Dis.* 78: 1072-1075.
- RAZAVI, M., M. TORABI, M. KARIMI JASHNI and H. KAZEMI, 2006. Virulence variability among isolates of *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* from wheat in Iran. *Phytopathology*, 96: S96 (abstract).
- SAARI, E. E. and J. M. PRESCOTT, 1975. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. *Plant Dis.* 59: 377-380.
- SALARI, M., D. YAZDANI, M. OKHOVAT and A. AKBARI, 2002b. Evaluation of resistance of some wheat Cultivars to powdery mildew in Mazandaran. *Applied Entomol. and Phytopathol.* 70:25-36.
- SALARI, M., M. OKHOVAT, A. SHARIFI TEHRANI, GH. A. HEJAROD, J. ZAD and M. MOHAMADI, 2002a. Genetics of pathogenicity and variation in virulence in *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* isolates in Sistan and reactions of wheat cultivars to powdery mildew. *Applied Entomol. and Phytopathol.* 70: 85-99.
- SHANER, G. 1973. Evaluation of slow-mildewing resistance of Knox wheat in the field. *Phytopathology.* 63:867-872.

- SINGH, R. P., J. HUERTA-ESPINO and M. WILLIAM, 2001. Slow rusting genes based resistance to leaf and yellow rusts in wheat. In: Proc. 10th Assembly Wheat Breed. Soc. Aust. Inc. R. Eastwood, G. Hollamby, T. Rathjen, and N. Gororo, eds. Mildura, Australia, Pages 103- 108.
- SZUNICS, H. and H. SZUNICS, 1999. Wheat powdery mildew resistance genes and their application in practiques. Acta- Agronomica-Hungarica, 47: 69-89.
- UPADHYAY, M. K., R. KUMAR and N. C. SINGH, 1972. Sources of resistance to powdery mildew of wheat. Indian J. Genet. Plant Breed. 32: 242-246.
- VANDERPLANK, J. E. 1984. Disease Resistance in Plant, 2nd ed. Academic Press, New York.
- WANG, X., F. ZOHNG, C. C. WANG, 1993. Evaluation of wheat varieties for their resistance to powdery mildew by mean of infection percent. Crop Gen. Res. 2: 2729.
- WANG, Z. L., L. H. LI, Z. H. He, X. Y. DUAN, Y. L. ZHOU, X. M. CHEN, M. LILLEMO, R. P. SINGH, H. WANG and X. C. XIA, 2005. Seedling and adult plant resistance to powdery mildew in Chinese bread wheat cultivars and lines. Plant Dis. 89:457-463.
- YU, D. Z., X. J. YANG, L. J. YANG, M. J. JEGER and J. K. M. BROWN, 2001. Assessment of partial resistance to powdery mildew in Chinese wheat varieties. Plant Breed. 120:279-284.

Address of the authors: Dr. M. RAZAVI, Eng. M. KARIMI JASHNI and Eng. H. KAZEMI, Department of Plant Pathology, Iranian Research Institute of Plant Protection, P. O. Box 1454, Tehran 19395, Iran; Eng. M. A. DEGHAN, Agricultural and Natural Resources Research Center of Golestan, Iran; Eng. S. A. SAFAVI, Agricultural and Natural Resources Research Center of Ardabil (Mogan), Iran; Eng. H. BARARI, Agricultural and Natural Resources Research Center of Mazandaran, Iran; Dr. M. TORABI, Cereal Research Department, Seed and Plant Improvement Research Institute, Karaj, Iran.