

ارزیابی مقاومت تعدادی از لاین‌های امیدبخش گندم نسبت به پاتوتیپ‌های قارچ عامل بیماری  
سفیدک پودری در مرحله گیاهچه‌ای و گیاه کامل

**Evaluation of Resistance of some Wheat Advanced Lines to Pathotypes of  
Wheat Powdery Mildew at Seedling and Adult Plant Stages**

مریم منزّه<sup>۱</sup>، محمد ترابی<sup>۲</sup>، سعید رضایی<sup>۳</sup>، محمد رضوی<sup>۴</sup> و محمدعلی دهقان<sup>۵</sup>

- ۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران
- ۲- استاد، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
- ۳- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران
- ۴- استادیار، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی، تهران
- ۵- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱/۲۹

### چکیده

منزّه، م.، ترابی، م.، رضایی، س.، رضوی، م.، و دهقان، م.ع. ۱۳۸۸. ارزیابی مقاومت تعدادی از لاین‌های امیدبخش گندم نسبت به پاتوتیپ‌های قارچ عامل بیماری سفیدک پودری در مرحله گیاهچه‌ای و گیاه کامل. *مجله به‌نژادی نهال و بذر* ۱-۲۵: ۳۳-۴۹.

به منظور بررسی مقاومت ۶۰ لاین امید بخش گندم نسبت به قارچ عامل بیماری سفیدک پودری نمونه‌هایی از گندم آلوده به عامل بیماری از استان‌های مختلف کشور جمع‌آوری و در گلخانه بعد از خالص‌سازی، تکثیر شدند. تعیین پاتوتیپ‌های عامل بیماری با استفاده از ۱۷ رقم افتراقی انجام شد. برای ارزیابی مقاومت در گلخانه، سه پاتوتیپ با توان بیماری‌زایی بالا از مناطق گرگان، مغان و ورامین انتخاب شدند. ارقام امیدبخش گندم هر کدام در سه تکرار در گلدان‌های پلاستیکی در اطاق کشت کاشته شدند و در مرحله یک تا دو برگ، گیاهچه‌ها جداگانه با کنیدی‌های هر پاتوتیپ مایه‌زنی و همراه با رقم حساس بولانی به عنوان شاهد در زیر یک سرپوش پلاستیکی در گلخانه قرار داده شدند. بعد از ۱۲ و ۱۶ روز، تیپ آلودگی هر یک از لاین‌ها بر اساس مقیاس ۹-۰ یادداشت برداری شد. همه لاین‌ها در مرحله گیاهچه‌ای و در شرایط گلخانه در مقابل پاتوتیپ‌های عامل بیماری حساس بودند. بر اساس نتایج ارزیابی مقاومت این لاین‌ها در شرایط مزرعه که در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و با پاتوتیپ موجود در گرگان انجام شد، لاین N-83-13 مقاوم‌ترین لاین بود. از ۶۰ لاین مورد بررسی ۳۳ لاین نسبت به عامل بیماری مقاوم و بقیه لاین‌ها نیمه حساس بودند. با توجه به واکنش لاین‌ها در مزرعه و گلخانه، لاین‌های دارای مقاومت گیاه کامل مشخص شدند. واژه‌های کلیدی: گندم، سفیدک پودری، پاتوتیپ، لاین‌های امیدبخش، مقاومت گیاهچه‌ای، مقاومت گیاه کامل.

مقدمه

به عامل سفیدک پودری در گندم به نام *Pm* شناخته شده است. تاکنون ۲۴ ژن اصلی مقاومت به سفیدک پودری، در گندم شناسائی شده، که بر روی کروموزوم‌های مخصوص قرار گرفته‌اند. منبع این ژن‌ها چاودار (*Secalis cereale*)، بعضی از گونه‌های *Aegilops*، بعضی از گونه‌های گندم‌های دیپلوئید و تتراپلوئید از جمله *T. monococcum*، *Triticum dicoccum* و گونه هگزاپلوئید *T. aestivum* (گندم نان) هستند (Griffey and Saghai Maroof, 2001). مقاومت براساس مراحل رشدی گیاه میزبان، به صورت مقاومت گیاهچه‌ای و مقاومت گیاه کامل ظاهر می‌شود. مقاومت گیاهچه‌ای (*Seedling resistance*) مقاومتی است که در گیاهچه خیلی جوان ظاهر می‌شود و تا زمان گیاه کامل باقی می‌ماند. این نوع مقاومت تحت کنترل ژن‌های با اثر زیاد (*Major gene*) است (Roberts and Boothroyd, 1984).

مقاومت گیاه کامل (*Adult plant resistance*) مقاومتی است که گیاه در مراحل اولیه رشد حساس است اما در مراحل رشدی بالاتر این نوع مقاومت در آن ظاهر می‌شود. مقاومت گیاه کامل اغلب پلی ژنیک است اما در مواردی دیده شده که این مقاومت به صورت تک ژنی نیز کنترل می‌شود (Pearce et al., 1996; Das and Griffey, 1995). ترکیبی از فاکتورها شامل کاهش جوانه‌زنی کیندی قارچ، کمتر شدن سرعت رشد بیمارگر و کلنی، کاهش اسپورزائی، کاهش اندازه و کارائی

سفیدک پودری گندم یکی از بیماری‌های مهم گندم خصوصاً در مناطق مرطوب و خشک است. عامل بیماری قارچ *Blumeria graminis f.sp. tritici* با فرم غیرجنسی *Oidium monilioides* است (Wiese, 1987). میزان خسارت این بیماری در انگلستان، نیوزلند و هند بیش از ۴۰٪ (Wiese, 1987) و در ایالات متحده آمریکا تا ۳۵٪ گزارش شده است (Namuco et al., 1987). در یک بررسی در مورد بیماری‌های گندم در مراکش گزارش شده است که انتشار و شدت سفیدک پودری گندم طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۱۹۹۹ از ۳۱ درصد به ۵۰ درصد افزایش یافته است (Imani et al., 2002). این بیماری در ایران یکی از بیماری‌های مهم گندم خصوصاً در استان‌های شمالی کشور است. دامادزاده و حسن‌پور (Damadzadeh and Hasanpour, 1991) میانگین آلودگی این بیماری را در سال‌های ۶۹-۱۳۶۷ در اصفهان ۸/۴ درصد برآورد کرده‌اند. یزدانی (Yazdani, 1994) حدود ۸۵ درصد مزارع گندم استان مازندران را با آلودگی نسبتاً شدید گزارش کرد. میزان خسارت این بیماری در ارقام تجاری گندم در سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ در منطقه گرگان ۱۸-۱۲٪ برآورد شده است (دهقان، مذاکرات شخصی). یکی از روش‌های مؤثر و مقرون به صرفه کنترل این بیماری استفاده از ارقام مقاوم است. ژن مقاومت

(Petrova *et al.*, 1999).

هدف از انجام این بررسی، ارزیابی مقاومت لاین‌های امیدبخش گندم به پاتوتیپ‌های عامل سفیدک پودری گندم بود و با توجه به این که در ارزیابی مقاومت ارقام، شناخت وضعیت ژنتیکی بیمارگر ضروری است، ابتدا پاتوتیپ‌های قارچ عامل بیماری تعیین شدند.

#### مواد و روش‌ها

##### ارزیابی مقاومت لاین‌های گندم در شرایط

##### گلخانه

برای ارزیابی مقاومت ارقام گندم نسبت به بیماری سفیدک پودری ابتدا پاتوتیپ‌های عامل بیماری تعیین شدند. در بهار سال ۱۳۸۴ نمونه‌هایی از گندم آلوده به عامل بیماری از استان‌های مختلف کشور جمع‌آوری و به گلخانه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج انتقال یافتند. جدایه‌های عامل بیماری روی گیاهچه‌های رقم حساس بولانی، خالص‌سازی و تکثیر شدند. تعیین پاتوتیپ‌های عامل بیماری با استفاده از ۱۷ رقم افتراقی (لاین‌های ایزوژنیک) انجام شد (Monazzah, 2006; Karimi Jashni *et al.*, 2006). صفت مورد ارزیابی تیپ آلودگی بود که دوازده و شانزده روز بعد از مایه‌زنی براساس مقیاس ۹-۰ الگوی لیث و هیوم (Leath and Heum, 1990) یادداشت‌برداری شد. پس از مشخص شدن فرمول بیماریزائی / غیر بیماریزائی هر جدایه، تعداد فاکتور بیماریزائی در هر کدام مشخص و پاتوتیپ آن تعیین شد (Monazzah, 2006).

مکینه (Haustorium) در اثر فعالیت ژن‌های مقاومت پدید می‌آیند که موجب بروز مقاومت نسبی (Slow mildewing) در گیاه می‌شود (Rouse *et al.*, 1980). ارقام گندم با مقاومت تک ژنی اغلب به دلیل به وجود آمدن پاتوتیپ‌های جدید بیمارگر فقط برای مدت چند سال موثر باقی می‌مانند. ولی ارقام دارای مقاومت گیاه کامل و مقاومت نسبی مدت زمان طولانی‌تری مقاومت خود را حفظ می‌کنند (Jenkyn and Bainbridge, 1978).

وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 1993) در چین واکنش ۳۶ رقم گندم را به بیماری سفیدک پودری بررسی و نشان دادند که رقم Zhengzhou 81 مقاومت بالائی به سفیدک پودری داشته و بقیه ارقام نیمه حساس تا کاملاً حساس به بیماری بودند. چن و لیو (Chen and Liu, 1991) در بررسی ۴۹ رقم لاین گندم، لاین‌های GR8537، FR81-3، 74140 و 7923 را نسبت به سفیدک پودری گندم دارای مقاومت پایدار معرفی کردند. کاپور (Kapoor, 1990) رقم HB-208 را به عنوان رقمی که از نظر شدت بیماری و هم سرعت و پیشرفت بیماری در مزرعه نسبت به بیماری زنگ زرد و سفیدک پودری پایین‌تر از سایر ارقام مورد بررسی قرار داشت، به عنوان رقم مقاوم معرفی کرد. مطالعه‌ای در بلغارستان و روسیه در سال ۱۹۹۹ نشان داد که در بین ارقام موجود در بلغارستان، ارقام Pliska و Kristal به همه جدایه‌های مورد آزمایش مقاوم بودند

با استفاده از گوش پاک کن برای انتقال اسپور قارچ بر روی لاین مورد نظر زیر دستگاه لامینار ایر فلو (Laminar air flow) که با الکل ضد عفونی شده بود انجام شد. همه گیاهچه‌های مایه زنی شده با یک پاتوتیپ قارچ همراه با رقم حساس بولانی در زیر چارچوب‌های با پوشش پلاستیکی قرار داده شدند. دوازده و شانزده روز بعد از مایه‌زنی، تیپ آلودگی لاین‌ها بر اساس مقیاس ۹-۰ الگوی لیث و هیوم (Leath and Heum, 1990) به صورت زیر یادداشت‌برداری شد:

تیپ OE: فاقد هر گونه آلودگی (احتمالاً فرار از بیماری).

تیپ ۱: مقاوم (رشد میسلیم خیلی کم و به سختی دیده می‌شود، فاقد اسپورزائی ولی گاهی همراه با کلروزیا نکروز).

تیپ ۲: مقاوم (رشد میسلیم خیلی کم و قابل دید، فاقد اسپورزائی ولی گاهی همراه با کلروزیا نکروز).

تیپ ۳: مقاوم (رشد میسلیم کم و فاقد اسپورزائی ولی گاهی دارای کلروزیا نکروز).

تیپ ۴: مقاوم (رشد میسلیم متوسط، فاقد اسپورزائی و گاهی دارای کلروزیا نکروز).

تیپ ۵: نیمه مقاوم (رشد میسلیم زیاد، فقط روی پایه برگ دیده می‌شوند و فاقد اسپورزائی).

تیپ ۶: نیمه حساس (رشد میسلیم زیاد، اسپورزائی ضعیف و کلنی‌ها بر روی برگ پراکنده‌اند).

تیپ ۷: حساس (رشد میسلیم زیاد و

از بین پاتوتیپ‌های شناسایی شده در سال ۱۳۸۴ سه پاتوتیپ با توان بیماریزائی بالا که روی اکثر ارقام افتراقی قادر به ایجاد بیماری بودند از مناطق گرگان، مغان و ورامین انتخاب و از آن‌ها برای ارزیابی مقاومت ۶۰ لاین امیدبخش استفاده شد. اسپور سه پاتوتیپ انتخاب شده ابتدا بر روی رقم بولانی تکثیر شد تا به مقدار کافی اسپور برای مایه‌زنی در اختیار باشد. در این بررسی واکنش ۶۰ لاین امیدبخش گندم (Elite Regional Wheat Yield Trials) مربوط به آزمایش‌های بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر نسبت به سه پاتوتیپ انتخاب شده مورد ارزیابی قرار گرفت. این لاین‌ها مربوط به آزمایش سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ اقلیم معتدل (Moderate: M) و آزمایش سال ۱۳۸۳ ساحل خزری یا اقلیم شمال (North: N) بودند.

بذر لاین‌های گندم و رقم حساس بولانی به عنوان شاهد در گلدان‌های حاوی خاک پاستوریزه (مخلوطی از خاک مزرعه و کودبرگی به نسبت ۲ به ۱)، کاشته شد. کلیه مراحل آزمایش در گلخانه و در شرایط اپتیمم رشد قارچ (دمای ۱۸-۲۰ درجه سانتی‌گراد، نور ۱۰۰۰۰ لوکس و رطوبت نسبی ۹۵-۱۰۰ درصد) انجام شد. برای هر لاین سه تکرار و در هر گلدان هشت عدد بذر کاشته شد. پس از رشد گیاهچه‌ها در مرحله یک برگی عمل مایه‌زنی با استفاده از اسپور هر پاتوتیپ انجام شد. برای مایه زنی ابتدا بر روی برگ‌ها مه‌پاشی با آب انجام شد و سپس مایه‌زنی

اواخر اسفند و اوائل بهار بقایای محصول سال قبل آلوده به سفیدک پودری گندم، خرد شده و به منظور فراهم شدن مایه اولیه قارچ در بین ردیف‌ها پخش شد.

یادداشت‌برداری در فصل بهار پس از ظهور علائم و در دو نوبت (مرحله سنبله‌دهی و سه هفته بعد از آن) با استفاده از روش ساری و پرسکات (Saari and Prescott, 1975) انجام شد. صفت مورد ارزیابی تیپ آلودگی و شدت آلودگی بود. در یادداشت‌برداری‌های مزرعه‌ای با توجه به گسترش افقی کلنی‌های قارچ روی برگ‌ها و درصدی از سطح برگ که توسط قارچ پوشیده شده شدت آلودگی نیز برآورد شد و به صورت ۰-۹ در سمت راست عدد مربوط به تیپ آلودگی نوشته شد. به این روش مقیاس ۰۰-۹۹ یا روش دو شماره‌ای (Double digit) نیز گفته می‌شود.

شرح تیپ آلودگی به صورت زیر است:

O: بدون آلودگی.

OE: بدون آلودگی، اما احتمالاً به دلیل فرار

از بیماری.

۱: مقاوم (کلنی‌های کوچک که به طور جداگانه فقط در روی پائین‌ترین برگ‌ها قرار دارند).

۲: مقاوم (کلنی‌های پراکنده در برگ دوم با آلودگی کم در روی برگ اول).

۳: مقاوم (آلودگی کم در قسمت پائین گیاه، آلودگی برگ‌های پائین‌تر در حد متوسط تا نسبتاً شدید).

اسپورزائی به مقدار متوسط، قطر کلنی متوسط و بدون کلروز).

تیپ ۸: حساس (رشد میسلیم زیاد و اسپورزائی به مقدار زیاد، قطر کلنی زیاد و بدون کلروز).

تیپ ۹: حساس (رشد میسلیم زیاد و اسپورزائی به مقدار خیلی زیاد، قطر کلنی زیاد و اغلب سطح برگ را می‌پوشاند و به صورت پودر ریزش دارد، بدون کلروز).

در این بررسی تیپ‌های ۶-۰ به عنوان واکنش ناسازگار (مقاوم) و تیپ‌های ۹-۷ به عنوان واکنش سازگار (حساس) در نظر گرفته شد.

#### ارزیابی مقاومت لاین‌های گندم در شرایط

##### مزرعه

در این بررسی تعداد ۶۰ لاین از آزمایش‌های مقایسه عملکرد امیدبخش (ERWYT) اقلیم‌های معتدل (M) و ساحل خزری (N)، در شرایط مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان کاشته شدند.

مقدار ۱۰ گرم از بذر هریک از لاین‌ها در روی پشته‌های به عرض ۶۰ سانتی‌متر به صورت دو خط یک متری به فاصله ۳۰ سانتی‌متر در دو تکرار در آبان ۱۳۸۴ کاشته شد. در حاشیه خزانه سه ردیف و در بین هر ده لاین یک ردیف رقم حساس به سفیدک پودری (رقم بولانی) به عنوان پخش‌کننده بیماری (Spreader) کاشته شد. برای تأمین رطوبت، از سیستم مه‌پاشی در مزرعه (Mist irrigation) استفاده شد. همچنین در

۴: نیمه مقاوم (آلودگی متوسط برگ‌های پائین تر و گسترش کم آن به صورت پراکنده تا برگی که درست در زیر نقطه میانی گیاه قرار دارد).

۵: نیمه حساس (آلودگی شدید برگ‌های پائین تر و آلودگی متوسط تا کم، که تا نقطه میانی گیاه گسترش یافته است).

۶: نیمه حساس (آلودگی شدید تا یک سوم پائین گیاه، آلودگی متوسط روی برگ‌های میانی و گاهی پخش نقاط آلوده روی برگ‌های بالاتر از نقطه میانی).

۷: حساس (آلودگی شدید برگ‌های میانی و پائینی و گسترش آن تا برگ زیر برگ پرچم و با آلودگی کم روی برگ پرچم).

۸: حساس (آلودگی شدید روی برگ‌های پائینی و میانی و آلودگی متوسط تا شدید در قسمت یک سوم بالای گیاه که آلودگی کمی در روی برگ پرچم دیده می‌شود).

۹: بسیار حساس (آلودگی شدید روی تمام برگ‌ها، آلودگی سنبله‌ها به درجات مختلف). آلودگی سنبله بر حسب درصدی از کل سطح سنبله که با قارچ پوشیده شده است با علامت (/) از شماره آلودگی برگ جدا می‌شود.

N: زمانی که به دلیل نکرور برگ در اثر سایر بیماری‌ها، امکان یادداشت برداری نباشد.

گروه‌بندی ارقام و لاین‌های امیدبخش گندم با استفاده از میانگین شاخص‌های تیپ‌آلودگی و شدت آلودگی در مزرعه مطابق روش جاکارد با نرم‌افزار SPSS انجام شد.

## نتایج و بحث

### ارزیابی در گلخانه

پس از تعیین تیپ آلودگی ارقام افتراقی، فرمول بیماریزایی / غیر بیماریزایی پاتوتیپ‌ها مشخص شد (Monazzah et al., 2008)؛ (Monazzah, 2006). سه پاتوتیپ از مناطق مغان، ورامین و گرگان با توان بیماریزایی بالا جهت ارزیابی مقاومت لاین‌های امیدبخش انتخاب شدند. فرمول بیماریزایی این سه پاتوتیپ در جدول ۱ آمده است. نتایج حاصل از بررسی واکنش ۶۰ لاین امیدبخش گندم به سه پاتوتیپ قارچ سفیدک پودری گندم نشان داد که این ارقام واکنش‌های متفاوتی به سه پاتوتیپ انتخاب شده نداشتند. تمامی لاین‌های مورد بررسی تیپ آلودگی ۷، ۸ یا ۹ را در مقابل این سه پاتوتیپ نشان دادند و همگی در مقابل پاتوتیپ‌های قارچ حساس بودند و میزان اسپورزایی قارچ روی این لاین‌ها از متوسط تا خیلی شدید بود و در هیچ کدام مقاومت گیاهچه‌ای دیده نشد (جدول‌های ۲، ۳ و ۴).

این موضوع نشان می‌دهد که در برنامه‌های اصلاحی به این بیماری توجه زیادی نشده و لازم است منابع مقاومت در برنامه‌های دورگ‌گیری منظور شود تا ژن‌های مقاومت آن‌ها به لاین‌ها و ارقام پرمحصول منتقل شود. در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ حدود ۱۰۰ هزار هکتار در کشور علیه این بیماری سم‌پاشی شد (گزارش سازمان حفظ نباتات) و اگر رقم مقاوم تهیه نشود سطح سمپاشی

جدول ۱- فرمول بیماریزائی و غیر بیماریزائی سه پاتوتیپ عامل سفیدک پودری گندم

Table 1. Virulence and avirulence formula of three pathotypes of wheat powdery mildew

شماره	منطقه	فرمول بیماریزائی / غیر بیماریزایی
پاتوتیپ	Pathotype Region	Avirulence/ Virulence formula
No.		
4	Moghan	<i>Pm1, Pm2,4b,8, Pm1,2,9 / Pm2, Pm3a, Pm3b, Pm3c, Pm4a, Pm4b, Pm5, Pm6, Pm8, Pm17, Pm2,6, Pm3d, Pm7</i>
12	Varamin	<i>Pm2,4b,8, Pm1,2,9 / Pm1, Pm2, Pm3a, Pm3b, Pm3c, Pm4a, Pm4b, Pm5, Pm6, Pm8, Pm17, Pm2,6, Pm3d, Pm7</i>
17	Gorgan	<i>Pm2,4b,8, Pm2,6, Pm1,2,9 / Pm1, Pm2, Pm3a, Pm3b, Pm3c, Pm4a, Pm4b, Pm5, Pm6, Pm8, Pm17, Pm3d, Pm7</i>

جدول ۲- میانگین تیپ آلودگی و واکنش لاین های امیدبخش گندم سال ۱۳۸۳ اقلیم شمال نسبت به سه

پاتوتیپ قارچ سفیدک پودری گندم در شرایط گلخانه

Table 2. Mean infection type and reaction of wheat advanced lines of north climate (N-83) to three pathotypes of wheat powdery mildew in greenhouse condition

No.	Line	Pathotype 4	Pathotype 12	Pathotype 17	Infection type	Reaction
1	N-83-1	7.33	7.66	9.00	7.99	S
2	N-83-2	8.33	9.00	9.00	8.77	S
3	N-83-3	7.33	8.66	9.00	8.33	S
4	N-83-4	8.66	8.33	9.00	8.66	S
5	N-83-5	8.00	8.33	9.00	8.44	S
6	N-83-6	8.33	8.00	9.00	8.44	S
7	N-83-7	9.00	8.66	9.00	8.88	S
8	N-83-8	8.00	8.33	9.00	8.44	S
9	N-83-9	8.33	8.00	9.00	8.44	S
10	N-83-10	9.00	9.00	9.00	9.00	S
11	N-83-11	8.33	8.66	9.00	8.66	S
12	N-83-12	7.33	7.33	7.66	7.44	S
13	N-83-13	7.33	8.00	7.33	7.55	S
14	N-83-14	8.33	7.00	8.00	7.77	S
15	N-83-15	8.33	7.66	9.00	8.33	S
16	N-83-16	8.00	8.00	9.00	8.33	S
17	N-83-17	9.00	8.33	9.00	8.77	S
18	N-83-18	8.66	7.00	9.00	8.22	S
19	N-83-19	9.00	9.00	8.33	8.77	S
20	N-83-20	8.66	8.00	9.00	8.55	S
21	Bolani	9.00	9.00	9.00	9.00	S

S: Susceptible

جدول ۳- میانگین تیپ آلودگی و واکنش لاین های امیدبخش گندم سال ۱۳۸۳ اقلیم معتدل نسبت به سه پاتوتیپ قارچ سفیدک پودری گندم در شرایط گلخانه

Table 3. Mean infection type and reaction of wheat advanced lines of moderate climate (M-83) to three pathotypes of wheat powdery mildew in greenhouse condition

No.	Line	Pathotype	Pathotype	Pathotype	Infection type	Reaction
		4	12	17		
1	M-83-1	8.00	9.00	9.00	8.66	S
2	M-83-2	8.66	9.00	9.00	8.88	S
3	M-83-3	8.33	9.00	8.33	8.55	S
4	M-83-4	8.00	9.00	9.00	8.66	S
5	M-83-5	8.66	8.33	9.00	8.66	S
6	M-83-6	8.66	9.00	9.00	8.88	S
7	M-83-7	9.00	9.00	9.00	9.00	S
8	M-83-8	9.00	9.00	9.00	9.00	S
9	M-83-9	9.00	9.00	9.00	9.00	S
10	M-83-10	9.00	9.00	9.00	9.00	S
11	M-83-11	9.00	8.66	9.00	8.88	S
12	M-83-12	9.00	8.33	9.00	8.77	S
13	M-83-13	9.00	9.00	9.00	9.00	S
14	M-83-14	8.66	7.66	9.00	8.44	S
15	M-83-15	9.00	9.00	9.00	9.00	S
16	M-83-16	9.00	9.00	9.00	9.00	S
17	M-83-17	9.00	9.00	9.00	9.00	S
18	M-83-18	8.66	9.00	9.00	8.88	S
19	M-83-19	9.00	9.00	9.00	9.00	S
20	M-83-20	8.33	9.00	9.00	8.77	S
21	Bolani	9.00	9.00	9.00	9.00	S

S: Susceptible

لاین بود. روی این لاین کلنی کوچک روی پایین ترین برگ ها مشاهده شد که حدود ده درصد از سطح برگ ها را پوشانده بود. از ۶۰ لاین مورد بررسی، ۳۳ لاین نسبت به پاتوتیپ گرگان مقاوم (R) بودند و ۲۷ لاین واکنش نیمه حساس (MS) نشان دادند. تمامی لاین های مقاوم (به غیر از لاین

سال به سال زیادتر می شود.

#### ارزیابی در مزرعه

نتایج حاصل از یادداشت برداری های مزرعه (جدول ۵) نشان داد که در میان ۶۰ لاین امیدبخش گندم با توجه به تیپ و شدت آلودگی در واکنش به جدایه گرگان، لاین N-83-13 با تیپ و درصد آلودگی ۱۱ مقاوم ترین



جدول ۴- میانگین تیپ آلودگی و واکنش لاین های امیدبخش گندم سال ۱۳۸۴ اقلیم معتدل نسبت به سه پاتوتیپ قارچ سفیدک پودری گندم در شرایط گلخانه

Table 4. Mean infection type and reaction of wheat advanced lines of moderate climate (M-84) to three pathotypes of wheat powdery mildew in greenhouse condition

No.	Line	Pathotype 4	Pathotype 12	Pathotype 17	Infection type	Reaction
1	M-84-1	9.00	9.00	8.66	8.88	S
2	M-84-2	9.00	9.00	9.00	9.00	S
3	M-84-3	9.00	9.00	9.00	9.00	S
4	M-84-4	9.00	9.00	9.00	9.00	S
5	M-84-5	9.00	8.33	8.33	8.55	S
6	M-84-6	9.00	9.00	8.66	8.88	S
7	M-84-7	9.00	9.00	8.66	8.88	S
8	M-84-8	9.00	7.66	8.00	8.22	S
9	M-84-9	9.00	7.66	8.00	8.22	S
10	M-84-10	9.00	9.00	9.00	9.00	S
11	M-84-11	9.00	7.66	9.00	8.55	S
12	M-84-12	8.66	9.00	9.00	8.88	S
13	M-84-13	9.00	9.00	9.00	9.00	S
14	M-84-14	8.00	9.00	9.00	8.66	S
15	M-84-15	8.33	9.00	9.00	8.77	S
16	M-84-16	9.00	9.00	9.00	9.00	S
17	M-84-17	9.00	9.00	8.66	8.88	S
18	M-84-18	8.00	8.33	9.00	8.44	S
19	M-84-19	9.00	8.33	9.00	8.77	S
20	M-84-20	8.66	9.00	9.00	8.88	
21	Bolani	9.00	9.00	9.00	9.00	S

S: Susceptible

۱۳-۸۳-۸) تیپ آلودگی ۳ داشتند. در این لاین ها آلودگی روی برگ های پائینی در حد متوسط تا نسبتاً شدید و روی برگ های میانی آلودگی کم مشاهده شد. شدت آلودگی برگ ها از ۱۰ درصد تا ۶۰ درصد متغیر بود. ارقام با واکنش نیمه حساس تیپ آلودگی ۵ داشتند. در این لاین ها آلودگی تا نقطه میانی گیاه گسترش یافته بود و آلودگی شدید روی برگ های پائین تر مشاهده می شد. شدت آلودگی برگ ها از ۱۰ درصد تا ۸۰ درصد متغیر بود.

از ۲۰ لاین بررسی شده مربوط به اقلیم شمال سال ۱۳۸۳، ۹ لاین مقاوم و ۱۱ لاین نیمه حساس بودند و مقاومت قابل قبولی در مقابل پاتوتیپ عامل بیماری نشان ندادند (جدول ۵). دندروگرام رسم شده از این ارقام نشان داد که ارقام در سه زیر کلاستر قرار می گیرند (شکل ۱). در زیر کلاستر اول ارقام با تیپ

جدول ۵ - تعداد لاین امیدبخش گندم در هر تیپ و شدت آلودگی سفیدک پودری در شرایط مزرعه  
Table 5. Number of wheat advanced lines with different infection types and severities of powdery mildew in field condition

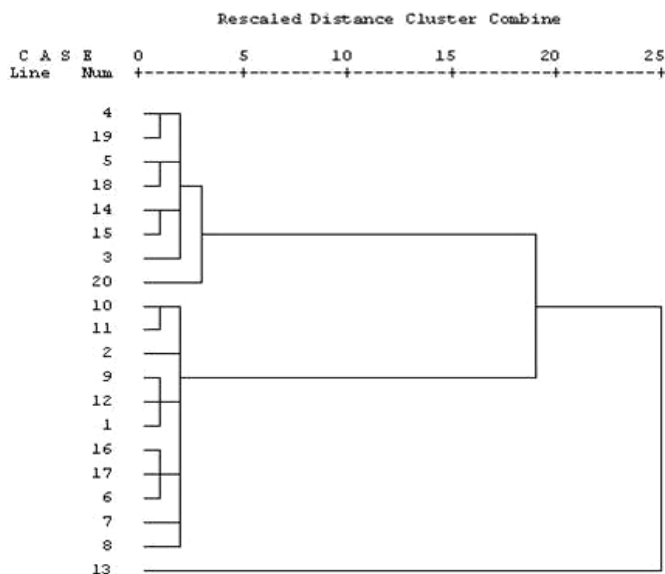
تیپ و شدت آلودگی	تعداد لاین امیدبخش	واکنش	ارقام امیدبخش
Type and severity of infection	Number of lines	Reaction	Advanced line
11	1	VR	N-83-13
31	6	VR	N-83-14 , N-83-15, M-83-15, M-83-17, M-84-9 , M-84-19
32	4	VR	N-83-3, M-83-18, M-84-8, M-84-17
33	10	VR	N-83-5, N-83-18, M-83-1, M-83-5, M-83-7, M-83-8 , M-83-19, M-84-3, M-84-5, M-84-11,
34	10	VR	N-83-4 , N-83-19, M-83-2, M-83-6, M-83-9, M-83-16, M-83-20, M-84-1, M-84-2, M-84-6
35	1	VR	M-84-20
36	1	VR	N-83-20
51	1	MS	N-83-8
52	1	MS	N-83-7
53	3	MS	N-83-6, N-83-16, N-83-17
54	10	MS	N-83-1, N-83-9, N-83-12, M-83-4, M-83-11, M-84-4 , M-84-10, M-84-14, M-84-15, M-84-18
55	3	MS	N-83-2, M-84-7, M-84-16
56	6	MS	N-83-10, N-83-11, M-83-3, M-83-10 , M-83-12, M-84-12
57	2	MS	M-83-13, M-84-13
58	1	MS	M-83-14
78	-	S	Bolani ( Control )

نشان دادند (جدول ۵). دندروگرام رسم شده از این لاین‌ها نشان می‌دهد که لاین‌ها در دو زیر کلاستر قرار گرفتند (شکل ۲). در زیر کلاستر اول لاین‌ها با واکنش مقاوم (R) و در زیر کلاستر دوم لاین‌ها با واکنش نیمه حساس (MS) قرار گرفتند، بنابراین بیشتر لاین‌های M-83 از نظر بروز عکس‌العمل در مقابل عامل بیماری در گروه مقاوم قرار گرفتند.

از ۲۰ لاین منطقه معتدل سال ۱۳۸۴، ۱۱ لاین مقاوم و ۹ لاین نسبت به پاتوتیپ گرگان

آلودگی ۳ قرار داشتند. این لاین‌ها با توجه به تیپ و شدت آلودگی و واکنش به عامل بیماری در گروه مقاوم (R) طبقه‌بندی شدند. در زیر کلاستر دوم ارقام با تیپ آلودگی ۵ در گروه نیمه حساس MS طبقه‌بندی شدند. زیر کلاستر سوم شامل لاین N-83-13 با تیپ و درصد آلودگی ۱۱ بود که نسبت به بقیه لاین‌ها، مقاوم‌تر بود.

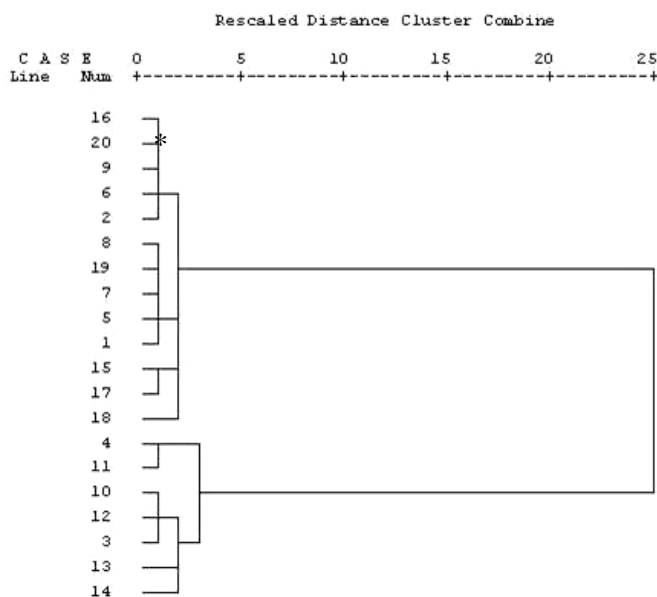
از ۲۰ لاین منطقه اقلیم معتدل سال ۱۳۸۳، ۱۳ لاین مقاوم و ۷ لاین واکنش نیمه حساس



شکل ۱- گروه‌بندی لاین‌های امیدبخش گندم اقلیم شمال (N-83) در واکنش به سفیدک پودری در گرگان

Fig. 1. Classification of north climate wheat advanced lines (N-83) in response to powdery mildew in Gorgan

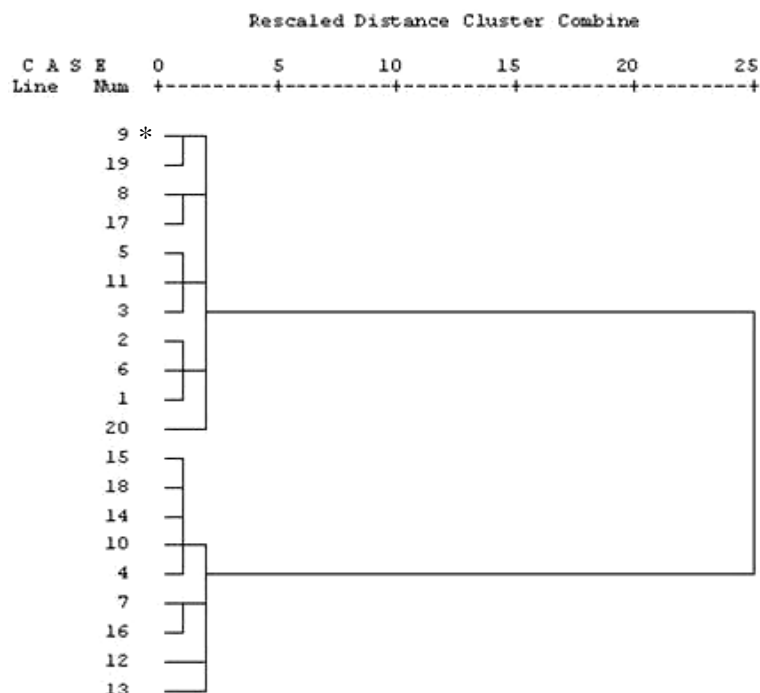
\* For lines numbers and codes see Table 2.



شکل ۲- گروه‌بندی لاین‌های امیدبخش گندم اقلیم معتدل (M-83) در واکنش به سفیدک پودری در گرگان

Fig. 2. Classification of moderate climate wheat advanced lines (M-83) in response to powdery mildew in Gorgan

\* For lines numbers and codes see Table 3.



شکل ۳- گروه بندی لاین های امیدبخش گندم اقلیم معتدل (M-84) در واکنش به سفیدک پودری در گرگان

Fig. 3. Classification of moderate climate wheat advanced lines (M-84) in response to powdery mildew in Gorgan

\* For lines numbers and codes see Table 4.

سال ۱۳۸۳، نسبت به پاتوتیپ گرگان مقاوم بودند. با توجه به تیپ و درصد آلودگی روی شاهد حساس بولانی (تیپ و درصد آلودگی ۷۸) می توان نتیجه گرفت که شرایط آلودگی مزرعه خوب بوده است.

نتایج ارزیابی مقاومت لاین های امیدبخش اقلیم معتدل سال ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ و لاین های اقلیم ساحل خزری سال ۱۳۸۳ در مرحله گیاهچه ای در شرایط گلخانه نسبت به پاتوتیپ گرگان

نیمه حساس بودند (جدول ۵). نتایج گروه بندی این ارقام نشان می دهد که ارقام در دو زیر کلاستر قرار گرفتند (شکل ۳). در زیر کلاستر اول ارقام با واکنش مقاوم (R) و در زیر کلاستر دوم ارقام با واکنش نیمه حساس (MS) قرار گرفتند.

با توجه به نتایج این بررسی، اکثر لاین های منطقه معتدل سال ۱۳۸۳ در مقایسه با لاین های منطقه معتدل سال ۱۳۸۴ و ساحل خزری شمال

جدول ۶- ارقام امیدبخش گندم با مقاومت گیاه کامل با سفیدک پودری

Table 9. Wheat advanced lines with adult plant resistance to powdery mildew

ارقام امیدبخش Advanced line	ارقام با مقاومت گیاه کامل Adult plant resistance
North climate lines (N-83)	N-83-13, N-83-14, N-83-15, N-83-3, N-83-18, N-83-5, N-83-19, N-83-4, N-83-20
Moderate climate lines (M-83)	M-83-17, M-83-15, M-83-18, M-83-19, M-83-8, M-83-7, M-83-5, M-83-1, M-83-20, M-83-16, M-83-9, M-83-6, M-83-2
Moderate climate lines (M-84)	M-84-19, M-84-9, M-84-17, M-84-8, M-84-11, M-84-5, M-84-3, M-84-6, M-84-2, M-84-1, M-84-20

داشته باشند (Huang *et al.*, 1997). این نوع مقاومت باعث کاهش سرعت تکثیر عامل بیماری، کاهش مقدار بیماری در انتهای فصل و کاهش رشد بیمارگر می شود که در نهایت سرعت توسعه اپیدمی را در مزرعه کاهش دهد (Das and Griffey, 1994) و همچنین نقش مهمی در محدود کردن تنوع نژادی در عامل بیماریزا دارد. مقاومت گیاه کامل از مقاومت وابسته به نژاد پایدارتر است. برای مثال، ارقام Knox و Massey با وجود این که به صورت تجاری در سطح های وسیع کاشته شده اند، بیش از ۲۰ سال به بیماری سفیدک پودری مقاوم بوده اند (Shaner, 1973)؛ (Griffey and Das, 1994). اصلاح کنندگان گندم علاقمند به استفاده از ژن های مربوط به مقاومت گیاه کامل در برنامه های اصلاحی هستند و بسیاری از ارقام گندم با مقاومت گیاه کامل را شناخته و در برنامه های اصلاحی گندم استفاده کرده اند (Yu *et al.*, 2001). وانگ و

نشان دهنده بروز عکس العمل حساسیت این لاین ها در مرحله گیاهچه ای بود. نتایج ارزیابی مقاومت همین لاین ها در مرحله گیاه کامل در مزرعه نسبت به پاتوتیپ گرگان نشان داد که تعدادی از لاین ها عکس العمل مقاومت در مرحله گیاه کامل دارند (جدول ۶). بنابراین وجود عکس العمل حساسیت در مرحله گیاهچه ای و مقاومت در مرحله کامل در لاین های مورد بررسی ذکر شده، نشان دهنده این است که این لاین ها دارای مقاومت گیاه کامل (Adult plant resistance) هستند. این نوع مقاومت مانند مقاومت تدریجی (Slow mildewing) معمولاً در ارقامی که ژن های مقاومت وابسته به نژاد (Non-race specific) ندارند، دیده می شود (Das and Griffey, 1995). این لاین ها با دارا بودن چندین ژن کوچک اثر (Minor gene) ولی به صورت ترکیبی از ژن های فرعی قادرند مقاومت نسبی مطلوبی

شده است (Bennett, 1984; Shaner, 1973). مطالعات بسیاری در مورد ارزیابی مقاومت ارقام گندم به این بیماری در جهان انجام شده است. یو و همکاران (Yu *et al.*, 2001) نشان دادند که ارقام Hx8541 و Lin5064 دارای مقاومت نسبی نسبت به بیماری سفیدک پودری گندم هستند. در ایران تحقیقات انجام شده در سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۷۶ نشان داد که در میان ارقام کشت شده در سیستان، ارقام هیرمند و چمران دارای مقاومت گیاهچه‌ای و ارقام پاستور و بیات دارای مقاومت گیاه کامل بودند ولی رقم سرخ تخم هم در شرایط مزرعه و هم شرایط گلخانه حساس بود (Salari, 2003). در یک بررسی، از هشت رقم تجاری رایج و مربوط به اقلیم‌های مختلف کشور با استفاده از چهار پاتوتیپ مربوط به استان‌های فارس و شمال کشور، رقم هیرمند دارای مقاومت گیاهچه‌ای و از میان ۲۴ لاین پیشرفته مورد آزمایش، لاین N-78-8 مقاوم‌ترین لاین معرفی شد (Karimi Jashni *et al.*, 2005).

با توجه به این که کاشت ارقام با مقاومت تک ژنی باعث فشار انتخابی در جهت بیماریزایی بیشتر در جمعیت بیمارگر و در نتیجه باعث کاهش پایداری مقاومت در ارقام گندم می‌شود، استفاده از ارقام با چند ژن مقاومت و یا ارقام با مقاومت نسبی و مقاومت در مرحله گیاه کامل، نرخ اپیدمی را کاهش می‌دهد و باعث کاهش میزان بیماری و میزان خسارت به محصول می‌شود (Knott, 1998). بنابراین با

همکاران (Wang *et al.*, 2005) با ارزیابی مقاومت ارقام در مرحله گیاهچه‌ای و در مرحله گیاه کامل به جدایه‌های جمع‌آوری شده از چین، ۲۲ لاین پیشرفته و همچنین رقم Bainong 64 را با مقاومت گیاه کامل گزارش کردند. در این مطالعه ۱۷ لاین که با مقاومت وابسته به نژاد (Race-specific resistance) بودند، در مرحله گیاهچه‌ای حساس ولی در مزرعه مقاومت گیاه کامل را نشان دادند، این نشان می‌دهد که شاید این لاین‌ها دارای ژن‌های با اثر کوچک (Minor genes) علاوه بر ژن‌های با اثر زیاد (Major genes) هستند. نتایج این مطالعه نشان داد که ترکیب ژن‌های مقاومت با اثر زیاد و ژن‌های با اثر کوچک برای دستیابی به مقاومت پایدار (Durable resistance) در ارقام گندم به بیماری سفیدک پودری امکان‌پذیر است (Wang *et al.*, 2005).

چندین استراتژی برای ایجاد مقاومت پایدار به این بیماری پیشنهاد شده است از جمله هرمی کردن ژن‌های مقاومت، استفاده از مولتی لاین‌ها با ژن‌های مقاومت مختلف، استفاده از ارقام با مقاومت گیاه کامل و مقاومت تدریجی (Shaner, 1973). هرمی کردن ژن‌های مقاومت ممکن است باعث تشکیل سریع جدایه‌هایی شود که بتواند به تمام ژن‌های مقاوم یک ژنوتیپ غلبه نماید (Groth, 1976). بنابراین استفاده از مقاومت گیاه کامل به عنوان یک استراتژی برای اصلاح ارقام گندم و ایجاد ارقامی با مقاومت پایدار به این بیماری، پیشنهاد

ارقام مقاوم به این بیماری می‌شود. بنابراین لازم است که علاوه بر بررسی مداوم وضعیت پاتوتیپ‌های عامل این بیماری در هر منطقه، با ارزیابی میزان مقاومت ارقام بومی، تجاری و امیدبخش گندم و منابع ژنی آنها برنامه‌ریزی مناسبی برای کنترل این بیماری انجام داد تا خسارت ناشی از بیماری کاهش یابد، همچنین به این بیماری باید اهمیت بیشتری داده شود و در برنامه اصلاح نژاد گندم بدان توجه بیشتری شود. نتایج ارزیابی‌های مقاومت ارقام و لاین‌های گندم نسبت به پاتوتیپ‌های این بیماری جهت کنترل و جلوگیری از کاهش محصول، در برنامه اصلاح گندم جهت انتقال ژن‌های مقاومت به ارقام پر محصول و مناسب، مفید است.

توجه به گسترش بیماری در سال‌های اخیر در مناطق گندم‌خیز کشور یافتن منابع با ژن‌های مقاومت نسبی و مقاومت گیاه کامل ضروری به نظر می‌رسد. جمعیت عامل بیماری همواره در حال تغییر است و این تغییرات موجب به وجود آمدن نژادهای جدید می‌شود. نژادهای جدید قادر به زنده ماندن بر روی گیاه مقاوم بوده و بدون هیچ گونه رقابت، رشد و تکثیر شده، جمعیت بزرگی تولید و پس از انتشار در محیط رقم مقاوم را نابود می‌کنند، به این ترتیب مقاومت رقم گیاه میزبان شکسته می‌شود (Agrios, 1997). تنوع زیاد در فاکتورهای بیماری‌زایی جمعیت این بیمارگر و تولید سریع نژادهای جدید در عامل بیماری سفیدک پودری گندم، نیز باعث در هم شکسته شدن مقاومت

#### References

- Agrios, G. N. 1997.** Plant Pathology. 4<sup>th</sup> edition. Academic Press. USA. 635pp.
- Bennett, F. G. A. 1984.** Resistance to powdery mildew in wheat: A review of its use in agriculture and breeding programmes. *Plant Pathology* 33: 279-300.
- Chen, G. D., and Liu, J. 1991.** Evaluation of wheat breeding materials for resistance to stripe rust and powdery mildew. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences* 3: 7-8.
- Damadzadeh, M., and Hasanpour, H. 1991.** A survey on the cereal diseases of Esfahan. Proceedings of the Tenth Plant Protection Congress of Iran, University of Shahid Bahonar, Kerman, Iran. Page 122.
- Das, M. K., and Griffey, C. A. 1994.** Heritability and number of genes governing adult-plant resistance to powdery mildew in Houser and Redcoat winter wheats. *Phytopathology* 84: 406-409.
- Das, M. K., and Griffey, C. A. 1995.** Gene action for adult- plant resistance to powdery mildew in wheat. *Genome* 38: 277-282.
- Griffey, C. A., and Das, M. K. 1994.** Inheritance of adult-plant resistance to powdery mildew in Knox 62 and Massey winter wheats. *Crop Science* 34: 641-646
- Griffey, C. A., and Saghai Maroof, M. A. 2001.** Identification of molecular markers associated with adult plant resistance to powdery mildew in common wheat cultivar Massey. *Crop Science* 41: 1268-1275.
- Groth, J. V. 1976.** Multilines and "superraces": a simple model. *Phytopathology* 66: 937-939.

- Huang, X. Q., Hsam, S. L. K., and Zeller, F. J. 1997.** Identification of powdery mildew resistance genes in common wheat (*Triticum aestivum* L.em Thell) cultivars, land races and breeding lines grown in China. *Plant Breeding* 116: 233-238.
- Imani, Y., Ouassou, A., and Griffey, C.A. 2002.** Virulence of *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* populations in Morocco. *Plant Disease* 86: 383-388.
- Jenkyn, J. F., and Bainbridge, A. 1978.** Biology and pathology of cereal powdery mildews. pp. 411-441. In: Spencer, D.M.(ed.). *The Powdery Mildews*. Academic Press, New York.
- Kapoor, A. S. 1990.** Evaluation of slow rusting and slow mildewing resistance in wheat under field conditions. *Himachal Journal of Agricultural* 16: 1-2.
- Karimi Jashni, M., Torabi, M., Roostaie, M. A., Etebarian, H. R., Okhovvat, S. M., and Yazdanpanah, F. 2005.** Evaluation of resistance of some wheat commercial cultivars and advanced lines to four pathotypes of *Blumeria graminis* ( Dc.Ex Merat) Speer f.sp. *tritici* in greenhouse. *Seed and Plant* 21: 411-423 ( in Farsi).
- Karimi Jashni, M., Torabi, M., Roustae, A., Etebarian, H. R., Okhovvat, S. M., Razavi, M., and Yazdanpanah, F. 2006.** Pathotypes of *Blumeria graminis* (Dc. Ex Merat) Speer f.sp. *tritici*, the causal agent of wheat powdery mildew from some regions of Iran. *Seed and Plant* 22: 257-271 (in Farsi).
- Knott, D. R. 1998.** Using polygenic resistance to breed for stem rust resistance in wheat. pp. 39-47. In: Simmonds, N. W., and Rajaram, S. (eds) *Breeding Strategies for Resistance to Rusts of Wheat*. CIMMYT, Mexico, D. F.
- Leath,S., and Heum, M. 1990.** Identification of powdery mildew resistance genes in cultivars of soft red winter wheat. *Plant Disease* 74: 747-752.
- Monazzah, M. 2006.** Evaluation of resistance of some wheat advanced to wheat powdery mildew. MSc. Thesis. Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. 132pp.
- Monazzah, M., Torabi, M., Rezaie, S., and Razavi, M. 2008.** Patholypes of *Blumeria graminis* f. sp. *Tritici*, the causal agent of wheat powdery mildew from some regions of Iran. *Seed and Plant* 24: 161- 176 (in Farsi).
- Namuco, L. D., Coffman, W. R. , Bergstrom, G. C., and Sorrels, M. E. 1987.** Virulence spectrum of the *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici* population in New York. *Plant Disease* 71: 539-541.
- Pearce, W. L., Vansarford, D. A., and Hershman, D. E. 1996.** Partial resistance to powdery mildew in soft red winter wheat. *Plant Disease* 80: 1359-1362.
- Petrova, N., Hsam, S. L. K., Spetsov, P., and Zeller, F. J. 1999.** Identification of powdery mildew and leaf rust resistance genes in common wheat (*Triticum aestivum* L.em. Thell.) cultivars grown in Bolgaria and Russia. *PGR Newsletter*. 122: 32-35.
- Roberts, A.D., and Boothroyd, C.W. 1984.** *Fundamentals of Plant Pathology*. W.H. Freeman and Company 432 pp.
- Rouse, D. I., Nelson, R. R., Mackenzie, D. R., and Armitage, C. R. 1980.** Components of rate-reducing resistance in seedlings of four wheat cultivars and parasitic fitness in six isolate of *Erysiphe graminis* f.sp *tritici*. *Phytopathology* 70: 1097-1100.



- Saari, E. E., and Prescott, J. M. 1975.** A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. *Plant Disease Reporter* 59: 377-380.
- Salari, M. 2003.** Identification of physiological races of powdery mildew in Sistan and investigation on several anatomical and enzymatic factors involved in disease resistance mechanism in wheat Ph.D. thesis. College of Agriculture. University of Tehran, Iran. 183 pp.
- Shaner, G. 1973.** Evaluation of slow-mildewing resistance of Knox wheat in the field. *Phytopathology* 63: 867-872.
- Wang, X. F., and Zhong, Wang. C. C. 1993.** Evaluation of wheat varieties for their resistance to powdery mildew by mean of infection percent crop. *Genetic Resources* No 2: 2729.
- Wang, Z. L., Li, L. H., He, Z. H., Duan, X. Y., Zhou, Y. L., Chen, X. M., Lillemo, M., Singh, R. P., Wang, H., and Xia, X.C. 2005.** Seedling and adult plant resistance to powdery mildew in Chinese bread wheat cultivars and lines. *Plant Disease* 89: 457-463.
- Wiese, M.V. 1987.** *Compendium of Wheat Diseases*, 2nd ed. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA. 107 pp.
- Yazdani, D. 1994.** An investigation on wheat powdery mildew disease and evaluation of powdery mildew resistance in some wheat cultivars in Mazandaran province. MSc. Thesis. College of Agriculture. University of Tehran, Iran. 111 pp.
- Yu, D. Z., Yang, X. J., Yang, J. L., Jeger, M. J., and Brown, J. K. M. 2001.** Assessment of partial resistance to powdery mildew in Chinese wheat varieties. *Plant Breeding* 120: 279-284.

