

## شناسائی نژادهای فیزیولوژیک قارچ *Blumeria graminis* f.sp.*tritici* در سیستان و بررسی مقاومت ارقامی از گندم به بیماری سفیدک سطحی

محمد سالاری<sup>۱</sup>، سید محمود اخوت<sup>۲</sup>، عباس شریفی تهرانی<sup>۳</sup>، قربانعلی حجارود<sup>۴</sup>،  
سید جواد زاده<sup>۵</sup> و مجتبی محمدی<sup>۶</sup>  
۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، دانشجوی دوره دکتری، استادان و استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران  
تاریخ پذیرش مقاله ۸۱/۱۰/۴

### خلاصه

سفیدک سطحی یکی از مهمترین بیماری‌های گندم در کشور می‌باشد که هر ساله خسارت زیادی به محصول آن وارد می‌نماید. در سالهای زراعی ۱۳۷۶-۱۳۸۰ مزارع گندم سیستان مورد بازدید قرار گرفت و نمونه‌های آلوده به گلخانه منتقل و با استفاده از روش‌های تک پوستول و تک اسپور روی ارقام حساس ابتدا خالص و سپس تکثیر گردیدند. هرجدایه روی هشت رقم افتراقی طبق روشهای بین‌المللی مایه‌زنی و پس از یادداشت برداری از تیپ آلودگی، نژادها تشخیص داده شدند. نتایج این تحقیق وجود نژادهای ۶۶، ۲۷، ۱۱، ۳۱، ۵۰، ۱۴، ۲۸، ۵۸، ۲۱، ۵، ۱۹، ۳۲، ۲۴، ۸۴، ۵۳، ۷۳ و ۴۴ را در مناطق مختلف سیستان نشان داد. این نژادها برای اولین بار از سیستان گزارش و برای سیستان و ایران جدید می‌باشند. در بین ۱۷ نژاد شناسایی شده، نژادهای ۱۱، ۵۳ و ۷۳ با در بر گرفتن ۴۰ درصد از کل جدایه‌ها، نژادهای غالب منطقه بودند. نژاد ۵۳ با دارا بودن ۱۶ درصد از کل جدایه‌ها بزرگترین جمعیت و با ۶۲/۵ درصد بیماری‌زایی به تنهایی در بین کل نژادها، نژاد غالب و غالب بیماری‌زا در جمعیت بیمارگر در منطقه در طول چهار سال معرفی می‌شود. لاین‌ها و ارقام استاندارد از حیث واکنش در مقابل جدایه‌های قارچ نسبتاً متفاوت بودند. بدین ترتیب نتایج این بررسی نشان داد که اکثر جدایه‌های سیستانی با ژن‌های *pm3*، *pm8* و *pm3b* سازگار و در مقابل ژن *pm4b* ناسازگار بودند. مقاومت ۷۰ رقم و لاین گندم در مرحله گیاهچه و بلوغ در گلخانه و مزرعه طی سالهای ۱۳۷۹ - ۱۳۷۷ نسبت به نژاد ۱۱ قارچ مورد بررسی قرار گرفتند. در این میان از ارقام تحت کشت سیستان، رقم هیرمند فاقد علائم در گلخانه و حداقل آلودگی را در مزرعه نشان داده و در واقع عکس‌العمل آن مانند لاین افتراقی *Weihenst. M1* بود که احتمالاً دارای ژن مقاومت *pm4b* می‌باشد. رقم چمران مقاومت بالا و رقم سرخ تخم در شرایط گلخانه و مزرعه حساس بود. سایر ارقام، مقاومت نسبی از خود در مقابل عامل بیماری نشان دادند.

**واژه‌های کلیدی:** سفیدک سطحی، گندم، نژادهای فیزیولوژیک، مقاومت

### مقدمه

بیماری سفیدک سطحی گندم یکی از بیماری‌های مهم گندم در جهان و ایران به شمار می‌رود. این بیماری در ایران برای اولین بار در سال ۱۳۴۳ به وسیله منوچهری از روی گندم جمع‌آوری و گزارش شده است (۳). طبق نظر براون و هاین لاین

۱ (۱۹۸۷، ۱۹۹۰) بیماری سفیدک سطحی در اثر قارچ<sup>۱</sup>

*Blumeria graminis* (DC.Ex Merat) Speer f.sp.  
(syn.*Erysiphe graminis* DC.Ex Merat *tritici*)  
*Oidium* f.sp.*tritici* EM.Marchal<sup>۲</sup> و با فرم غیرجنسی<sup>۳</sup>  
*monilioides* (Nees) link ایجاد می‌شود. ارشاد (۱۳۷۴)

1. Telemorph  
2. Anamorph

به مدت چهار سال مزارع گندم در سیستان مورد بازدید قرار گرفت و به منظور تعیین نژادهای فیزیولوژیک قارچ، نمونه‌های بوته‌های آلوده گندم از مزارع مناطق مختلف جمع‌آوری و به طور جداگانه و با مشخصات کامل از جمله تاریخ جمع‌آوری، محل جمع‌آوری و نوع رقم میزبان به گلخانه با دمای  $25 \pm 2$  درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی  $75 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنای طبیعی و مصنوعی با شدت بالا (۱۶۰۰۰-۱۴۰۰۰ لوکس) و ۸ ساعت تاریکی منتقل گردید. در مجموع ۴۹ جدایه از نمونه‌های جمع‌آوری شده در طول چهار سال به تفکیک و به طور جداگانه بررسی گردید. در آزمایشهای گلخانه‌ای، نمونه‌ها با استفاده از روشهای تک پوستول<sup>۱</sup> و تک اسپور<sup>۲</sup> روی رقم حساس شعله ابتدا خالص‌سازی و سپس تکثیر گردیدند (جدول ۱ و ۲). بدین منظور بوته‌های آلوده در زیر پوشش نایلونی قرار گرفت و یک گلدان حاوی رقم شعله که چهار روز قبل کاشت گردیده بود بطور جداگانه در مجاور آنها قرار داده شد. بدین ترتیب آلودگی از بوته‌ها با تکان دادن، به گلدان‌های جدید منتقل و به عنوان منبع آلودگی مورد استفاده قرار گرفت، که روی آنها قابهای چوبی گذاشته شد. ضمناً در تعداد زیادی از گلدانهای متوسط ارقام حساس گندم کاشته و با پاکت پلاستیکی پوشیده شد. پس از گذشت ۵ روز که گندمها رشد کافی نمودند به آرامی قابهای چوبی روی یکی از گندمها را برداشته، یک کلنی مجزا و کامل را انتخاب و برگ را از آن ناحیه قطع و سپس با برداشتن پاکت نایلونی گلدان‌ها، کلنی مزبور به آرامی در بالای گندم‌های موجود در آنها تکان داده شد. این عمل چند بار برای هر یک از گلدانها به تفکیک تکرار و بدین ترتیب از هر کدام، چند گلدان آلوده و خالص که می‌توانست معرف نژادهای مختلف باشد، بدست آمد (۲۵). در مرحله بعدی ارقام استاندارد (۸ رقم) را در گلدانهای کوچک حاوی خاک مزرعه، ماسه، کود حیوانی پوسیده و خاک برگ به نسبت ۳:۲ و ۱ پاستوریزه و ۸ گلدان را در گلخانه با شرایط فوق در زیر قابهای چوبی به ابعاد  $40 \times 40 \times 60$  سانتی‌متر که دو سمت آنها با پارچه سفید ململ ریزبافت و سه سمت دیگر آن با نایلون شفاف پوشانده شده بود، قرار داده و پس از گذشت ۷-۵ روز اسپوره‌های هر جدایه با پودر تالک مخلوط و بوسیله گردپاش

بیماری را از برخی مناطق کشور گزارش نموده که در سطح وسیعی از مزارع گندمکاری ایران وجود دارد. دامادزاده و حسن‌پور (۱۳۷۰) میانگین آلودگی را در سالهای ۶۹-۶۷ در اصفهان ۸/۴ درصد گزارش کردند. یزدانی در سال ۱۳۷۱ حدود ۸۵٪ از مزارع گندم استان مازندران را با آلودگی نسبتاً شدیدی مشاهده نمود. در این بررسی مشاهده شد که ارقام حساس بخصوص با وجود شرایط محیطی مناسب، خسارت زیادی را متحمل شده‌اند. اسپنسر (۱۹۷۸) از خسارت بیماری بصورت گسترده در مناطق گندم خیز دنیا گزارش نموده است. کوک و وست (۱۹۹۰) خسارت بیماری را در بخشهایی از اروپا بیش از ۳۰٪، در انگلستان ۱۴-۶٪ و در ایالت متحده آمریکا تا ۲۵٪ گزارش نموده‌اند، بطوری که کاهش محصول تا ۴۰٪ بوده است. محققین نژادهای متعددی از قارچ عامل بیماری را از نقاط مختلف دنیا گزارش نموده‌اند. طبق تحقیقات سونچ و همکاران (۲۰۰۱) در سال ۲۰۰۱ از بین ۷۸ نژاد شناسایی شده فقط ۱۱ نژاد بیش از ۱۵ سال بیماری‌زایی خود را حفظ کردند و بسیاری از آنها فقط در یک یا دو سال یافت می‌شدند. وی این نژادها را در چهار گروه تقسیم نموده که تعداد زیادی از جدایه‌ها روی اکثر ژنهای مقاوم بیماریزا هستند. یزدانی (۱۳۷۳) در سال ۱۳۷۲ براساس معیارهای بین المللی سه نژاد از مازندران شناسایی و معرفی کرده است. از آنجایی که در بین تمام محصولات زراعی، غلات و از میان غلات، گندم بیشترین سهم را در تأمین غذا و انرژی جوامع بشری داشته و از طرفی با توجه به سطح زیر کشت آن در ایران و بخصوص در سیستان با وجود استقرار و گسترش بیماری سفیدک سطحی که خسارت آن در بعضی از سالها و در برخی از مزارع حدود ۴۰-۳۰ درصد در سال مشاهده شده است، اهمیت بیماری و میزبان آن مشخص می‌گردد (۱، ۱۱). بنابراین با توجه به اهمیت بیماری در منطقه، بررسی نژادها و همچنین یافتن ارقام مقاوم نسبت به بیماری ضروری به نظر می‌رسد.

## مواد و روش‌ها

### ۱- شناسایی نژادهای فیزیولوژیک قارچ عامل بیماری سفیدک سطحی گندم

این تحقیق بر اساس روش توزا و همکاران (۱۹۹۰) و شارما و سینگ (۱۹۹۰) صورت گرفت. در سالهای زراعی ۱۳۸۰-۱۳۷۶

1. Single pustule
2. Single spore

مینیاتوری ساده روی برگها به طور یکسان اسپورپاشی و مایه‌زنی

جدول ۱- شناسایی نژادهای فیزیولوژیک قارچ *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* عامل بیماری سفیدک سطحی در سیستان با استفاده از واکنش

هشت رقم و لاین افتراقی استاندارد بین‌المللی در سال‌های زراعی ۱۳۷۶-۱۳۸۰

| *جدایه های جمع آوری شده و واکنش ارقام افتراقی نسبت به آنها |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | نوع ژن<br>شناخته شده | رقم استاندارد   |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------------------|-----------------|
| ۱۷   | ۱۶ | ۱۵ | ۱۴ | ۱۳ | ۱۲ | ۱۱ | ۱۰ | ۹  | ۸  | ۷  | ۶  | ۵  | ۴  | ۳  | ۲  | ۱  |                      |                 |
| S  | S  | S  | S  | R  | S  | R  | R  | R  | S  | R  | R  | S  | S  | S  | S  | S  | Pm8                  | Salzmunde 14/44 |
| R  | R  | S  | R  | S  | R  | R  | S  | S  | R  | S  | R  | R  | S  | S  | R  | S  | Pm2                  | Ulka            |
| R  | S  | S  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | S  | R  | Pm1                  | Axminster       |
| R  | S  | R  | S  | S  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | S  | R  | R  | Pm2+M1d              | Halle 13471     |
| R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | R  | Pm4b                 | Weihenst. M1    |
| S  | R  | S  | R  | R  | R  | S  | R  | R  | S  | S  | R  | S  | R  | R  | S  | S  | Pm5                  | Hope            |
| S  | R  | R  | R  | R  | S  | S  | S  | S  | R  | R  | S  | R  | R  | R  | R  | R  | Pm3b                 | Chul            |
| S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | R  | S  | S  | S  | S  | -                    | Carsten V.      |
| 44   | 73 | 53 | 84 | 24 | 32 | 19 | 5  | 21 | 58 | 28 | 14 | 50 | 31 | 11 | 27 | 66 | نژاد شناسایی شده:    |                 |

مناطق جمع‌آوری شده جدایه‌ها از سیستان:

۱- زهک ۲- قلعه نو ۳- چاه‌نیمه ۴- جاریکه ۵- لوتک ۶- ده ورقه ۷- فیروزه‌ای ۸- حسن آباد ۹- سد سیستان ۱۰- قائم‌آباد ۱۱- ده کمالی ۱۲- پل

S: suceptible

اسبی ۱۳- ادیمی ۱۴- باغک ۱۵- اطراف زهک ۱۶- ده خمر ۱۷- میلک

R: Resistance

جدول ۲- بیماریزایی نژادهای فیزیولوژیک شناسایی شده عامل بیماری سفیدک سطحی گندم در سیستان با استفاده از ارقام بین‌المللی در سالهای

زراعی ۱۳۷۶-۱۳۸۰

| ردیف | نژاد<br>(شماره) | تعداد<br>جدایه | تاریخ<br>جمع آوری | تعداد نمونه جمع آوری<br>شده (میزبان گندم) | فراوانی و تنوع نژاد در جمعیت<br>بیمارگر در منطقه <sup>۱</sup> (درصد) | بیماریزایی نژاد<br>(درصد) <sup>۲</sup> | کل بیماریزایی نژاد<br>(درصد) <sup>۳</sup> |
|------|-----------------|----------------|-------------------|---|--|--|---|
| ۱    | ۶۶              | ۳              | ۱۳۷۶              | ۳   | ۶/۱  | ۵۰                                     | ۲/۹۴                                      |
| ۲    | ۲۷              | ۲              | ۱۳۷۶              | ۲   | ۴  | ۵۰                                     | ۲/۹۴                                      |
| ۳    | ۱۱              | ۷              | ۱۳۷۷              | ۶   | ۱۴/۳   | ۵۰                                     | ۲/۹۴                                      |
| ۴    | ۳۱              | ۲              | ۱۳۷۷              | ۲   | ۴  | ۳۷/۵                                   | ۲/۲                                       |
| ۵    | ۵۰              | ۱              | ۱۳۷۷              | ۲   | ۲  | ۲۵                                     | ۱/۴۷                                      |
| ۶    | ۱۴              | ۱              | ۱۳۷۷              | ۱   | ۲  | ۲۵                                     | ۱/۴۷                                      |
| ۷    | ۲۸              | ۲              | ۱۳۷۷              | ۲   | ۴  | ۳۷/۵                                   | ۲/۲                                       |
| ۸    | ۵۸              | ۲              | ۱۳۷۸              | ۲   | ۴  | ۳۷/۵                                   | ۲/۲                                       |
| ۹    | ۲۱              | ۲              | ۱۳۷۸              | ۳   | ۴  | ۳۷/۵                                   | ۲/۲                                       |
| ۱۰   | ۵               | ۱              | ۱۳۷۸              | ۱   | ۲  | ۲۵                                     | ۱/۴۷                                      |
| ۱۱   | ۱۹              | ۴              | ۱۳۷۸              | ۵   | ۸/۲  | ۳۷/۵                                   | ۲/۲                                       |
| ۱۲   | ۳۲              | ۱              | ۱۳۷۹              | ۱   | ۲  | ۳۷/۵                                   | ۲/۲                                       |
| ۱۳   | ۲۴              | ۳              | ۱۳۷۹              | ۴   | ۶/۱  | ۳۷/۵                                   | ۲/۲                                       |
| ۱۴   | ۸۴              | ۲              | ۱۳۷۹              | ۲   | ۴  | ۳۷/۵                                   | ۲/۲                                       |
| ۱۵   | ۵۳              | ۸              | ۱۳۷۹              | ۹   | ۱۶/۳   | ۶۲/۵                                   | ۳/۶۷                                      |
| ۱۶   | ۷۳              | ۵              | ۱۳۸۰              | ۶   | ۱۰/۲   | ۵۰                                     | ۲/۹۴                                      |
| ۱۷   | ۴۴              | ۳              | ۱۳۸۰              | ۴   | ۶/۱  | ۵۰                                     | ۲/۹۴                                      |

۱- اعداد از تقسیم تعداد جدایه بر کل جدایه‌ها بدست آمده است.

۲- اعداد از مجموع واکنشهای سازگار (S) تقسیم بر کل ارقام افتراقی بدست آمده است.

۳- اعداد از تقسیم درصد بیماریزائی نژاد بر کل نژادها بدست آمده است. صورت گرفت و برای تک تک گلدانها به تفکیک و به طور جداگانه تکرار گردید. برای این منظور تراکم اسپورها روی یک اسلاید آغشته به وازلین بین ۲۵۰-۲۰۰ اسپور در سانتی مترمربع تعیین شد. پس از گذشت ۱۰-۷ روز، ارقام استاندارد به دقت مورد بازدید قرار گرفت و بعد از یادداشت برداری از تیپ آلودگی<sup>۱</sup> (۱۸، ۲۴) و با استفاده از جداول تعیین نژادهای سفیدک سطحی گندم (۱۳) نژادها شناسایی شدند که در جدول ۱ آمده است. بمنظور گروه بندی نژادها با توجه به عکس العمل ارقام افتراقی بین المللی آنالیز کلاستر<sup>۲</sup> به روش جاگرد<sup>۳</sup> انجام گرفت.

## ۲- بررسی مقاومت ارقام گندم در گلخانه

بررسی مقاومت ارقام و لاین های گندم در گلخانه از روش مینز و دیتز (۱۹۳۰) و روسه و همکاران (۱۹۸۰) با اندکی تغییر، استفاده شد. در این بررسی واکنش ۷۰ رقم و لاین در سال ۷۷-۷۸ به نژاد ۱۱ قارچ عامل بیماری بعلت اینکه یکی از نژادهای غالب و بیماریزای منطقه بود، ارزیابی گردید. برای اجرای این آزمایش ابتدا نژاد ۱۱ قارچ بر روی گیاهان حساس (طبق بند یک) خالص و تکثیر گردید. پس از تهیه مایه قارچ، بذور ارقام و لاین های گندم، هر کدام در چهار گلدان متوسط و در هر گلدان ۱۵ بذر ضد عفونی شده با هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت یک دقیقه کاشته و به گلخانه منتقل شدند. پس از رشد کامل برگ اول و ظهور برگ دوم در هر گلدان، ۵ گیاهچه که از نظر رشدی یکسان بوده، انتخاب و بقیه حذف گردید. گیاهچه را جهت مایه زنی به داخل دستگاه لامینار فلو<sup>۴</sup> ضد عفونی شده با الکل برده شد. آنگاه با اسپور نژاد ۱۱ برگها به طور یکنواخت در بعد از ظهر برای استفاده از تاریکی شب مایه زنی و بلافاصله پس از مایه زنی به گلخانه با شرایط فوق منتقل و در یک طرح کاملاً تصادفی مرتب شدند. صفت مورد مطالعه تیپ آلودگی (بر مبنای مقیاس صفر تا چهار) (۱۹، ۲۲) و درصد آلودگی در هر تیمار و تکرار بود. یادداشت برداری ۱۰ روز پس از مایه زنی صورت گرفت و جهت تأیید چهار روز بعد از اولین بار تکرار گردید. سپس میانگین تیمارها در هر تکرار و

میزان ضریب آلودگی<sup>۵</sup> محاسبه گردید. میزان ضریب آلودگی در هر تیمار و تکرار طبق روشی که برای بررسی عکس العمل ارقام در خزانه برای زنگ زرد توصیف شده (۲۱) نیز بدست آمد. این عمل موجب می شود که مقادیر کیفی تیپ آلودگی تبدیل به مقادیر کمی شده و تجزیه واریانس و مقایسه میانگین های دو میزبان با تیپ آلودگی و درصد آلودگی متفاوت امکان پذیر گردد. از این رو ابتدا اعداد با استفاده از فرمول  $\sqrt{X + 0.5}$  تعدیل نرمال و در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین ها به روش دانکن صورت گرفت. سپس جهت بررسی بیشتر و گروه بندی وضعیت مقاومت ارقام به نژاد ۱۱ بیمارگر با توجه به شاخص های میانگین تیپ و درصد آلودگی، آنالیز کلاستر به روش مربع فواصل اقلیدسی<sup>۶</sup> بعمل آمد (۶ و ۸).

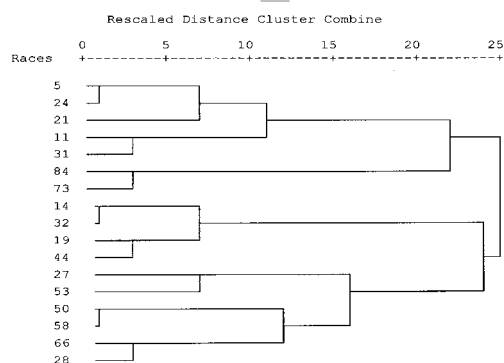
## ۳- بررسی مقاومت ارقام در مزرعه

مقاومت ۷۰ رقم و لاین گندم در مزرعه طبق روش ساری و پرسکات (۱۹۷۵) تغییر یافته توسط ابال و همکاران (۱۹۸۷) در سال زراعی ۷۸-۷۹ مورد بررسی قرار گرفت. بدین ترتیب مقدار ۲۰ گرم از بذور هر یک از ارقام در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در روی دو خط یک متری به فاصله ۳۰ سانتیمتر در مزرعه دانشکده کشاورزی کرج در چهار تکرار کاشته شد. در حاشیه مزرعه مخلوطی از بذور ارقام شعله، بولانی و سرخ تخم بعنوان پخش کننده<sup>۷</sup> بیماری کشت گردید. برای این منظور ابتدا مایه تلقیح نژاد ۱۱ را به روش بند یک تهیه و به وسیله گردپاش دستی<sup>۸</sup> کلیه تیمارهای هر تکرار را به طور یکنواخت در دو زمان یکی مرحله کامل شدن برگ اول و ظهور برگ دوم گیاهچه و مرحله دوم در زمان قبل از تورم سنبله در هنگام عصر مایه زنی گردید. یادداشت برداری در بهار و در دو نوبت صورت گرفت. صفت مورد ارزیابی، تیپ آلودگی یا گسترش عمودی بیماری (که از صفر تا ۹ متغیر بود) (۱۲، ۲۳) و شدت آلودگی یا گسترش افقی بیماری و درصد آلودگی (صفر تا ۱۰۰ درصد) تیمارها و در هر یک از تکرارها بود. برای تجزیه واریانس آزمایش

5. Coefficient of infection
6. Squared Euclidean Distance
7. Spreader
8. Duster

1. Infection type
2. Cluster analysis
3. Jaccard method
4. Lamin air flow

نشان می‌دهد، نژادها در اولین رده کلاستر در ۱۴ گروه جداگانه طبقه‌بندی شده‌اند. اگر براساس استانداردهای آماری درصد تشابه نژادها بالاتر از ۹۵٪ در نظر گرفته شود، نژادهای ۵، ۲۴ و ۲۱، نژادهای ۱۴ و ۳۲ و نژادهای ۵۰ و ۵۸ با ضریب تشابه ۱۰۰٪ بیشترین مشابهت را دارند. بنابراین تعداد واقعی جدایه‌های موجود در منطقه احتمالاً ۱۳ نژاد خواهند بود. در حالیکه نژاد ۲۷ با ۲۱ و ۲۴، نژاد ۱۹ با ۱۱، نژاد ۵۳ با ۱۴، نژاد ۷۳ با ۱۸ و ۲۱ و نژاد ۴۴ با ۲۴ با حداقل ضرایب تشابه، حداکثر دوری و فاصله را نسبت به یکدیگر و سایر نژادها داشتند. بنابراین خصوصیات پاتولوژیک، بیولوژیک و سایر ویژگیهای جدایه‌های مزبور بویژه نژادهای ۱۱، ۵۳ و ۷۳ با نژادهای دیگر متفاوت بود. یافته‌های این تحقیق حکایت از تنوع ژنتیکی بیمارگر در جمعیت عامل بیماری و در نتیجه سبب بروز فنوتیپهای بیماریزایی متعدد توسط نژادهای موجود در سیستم می‌نماید. این نژادها در مناطق مختلف مورد بررسی پراکنده بودند. لاین‌های افتراقی از حیث واکنش در مقابل جدایه‌های قارچ عامل بیماری سفیدک سطحی نسبتاً متفاوت بودند، به طوریکه لاین Carsten V. بجز جدایه ۵ به همه جدایه‌ها حساسیت نشان داد. بدین ترتیب میزان سازگاری آن برابر ۹۴/۴۱ درصد بود. سازگاری ارقام Hope، Salzmunde 14/44 و Ulka به ترتیب ۶۴/۷، ۴۷/۰۵ و ۴۷/۰۴ درصد بود. این موضوع نشان می‌دهد که غالب جدایه‌های سیستمی با ژن‌های *pm3*، *pm8* و *pm3b* سازگار بوده و طبق تئوری ژن برای ژن، ژن غیر بیمارزایی (avr) مقابل هر یک از ژنهای مقاومت فوق در این جدایه‌ها فعال نیست و یا احتمالاً اصلاً وجود ندارد. بنابراین واکنش سازگار بین ارقام فوق و نژادها برقرار می‌شود (جدول ۳).



شکل ۱- دندروگرام نژادها به روش جاکارد در آزمایش شناسایی

نژادهای فیزیولوژیک قارچ *B. graminis* f. sp. *tritici*

جهت تعدیل نرمال داده‌ها از فرمول لگاریتمی استفاده شد (۸،۶). آنگاه پس از تجزیه واریانس، میانگین‌ها با آزمون دانکن مقایسه و گروه‌بندی شدند. به منظور دسته بندی ارقام در واکنش به عامل بیماری در مزرعه با استفاده از میانگین صفات و شاخص‌های تیپ، شدت و درصد آلودگی آنالیز کلاستر براساس الگوی مربع فواصل اقلیدسی انجام گردید. بطورکلی گروه‌بندی تجزیه خوشه‌ای بصورت توأم و اجماعی از ارقام در واکنش به بیمارگر در گلخانه و مزرعه با توجه به صفات مورد بررسی (۵ متغیر) انجام گرفت. همچنین جهت تجزیه و تحلیل آماری بر اساس آنالیز همبستگی بین صفات گلخانه و مزرعه با استفاده از نرم افزار رایانه‌ای SPSS بعمل آمد که یافته‌های آن در بخش نتایج آمده است. در طول فصل زراعی به منظور مطالعه و ورود احتمالی سایر نژادها به محض ظهور علائم و نشانه‌های بیماری، شناسایی سه دفعه انجام شد که نژاد ۱۱ مجدداً تشخیص داده شد.

## نتایج و بحث

باتوجه به ماهی زنی ۴۹ جدایه قارچ *B. graminis* f. sp. *tritici*

جمع‌آوری شده از مزارع گندم در سیستم بر روی لاین‌های افتراقی ایزوژنیک ۱۷ نژاد ۶۶، ۲۷، ۱۱، ۳۱، ۵۰، ۱۴، ۲۸، ۵۸، ۲۱، ۵، ۱۹، ۳۲، ۲۴، ۸۴، ۵۳، ۷۳ و ۴۴ در طول سالهای ۱۳۸۰ - ۱۳۷۶ بر طبق روشهای بین المللی و فرضیه ژن بر ژن شناسایی گردید (۵، ۱۳، ۱۸، ۲۰، ۲۴، ۲۵، ۲۸). این نژادها اولین بار از سیستم و ایران گزارش و برای سیستم و ایران جدید می‌باشند (جدول ۱ و ۲). در بین نژادهای شناسایی شده، نژادهای ۱۱، ۵۳ و ۷۳ با در بر گرفتن ۴۰ درصد از کل جدایه‌های آزمایش شده، نژادهای غالب منطقه بودند. مابقی جدایه‌ها (۶۰٪) متعلق به سایر نژادها بود، بطوریکه ۶۰٪ نژادهای موجود در جمعیت بیمارگر در منطقه را شامل می‌شدند. نژاد ۵۳ با دارا بودن ۱۶ درصد از کل جدایه‌ها، بزرگترین جمعیت مربوط به بیمارگر در منطقه را در طول چهار سال تشکیل داد. این نژاد با ۶۲/۵ درصد بیماریزایی به تنهایی در بین کل نژادها، نژاد غالب و غالب بیماریزا در جمعیت بیمارگر در منطقه معرفی می‌شود (جدول ۱ و ۲). نتایج تجزیه خوشه‌ای نژادها براساس واکنش ارقام افتراقی بین المللی به صورت حساسیت (S) و مقاومت (R) بترتیب با ارزش عددی ۰ و ۱ به روش جاکارد در شکل ۱ آمده است. همانطور که نتایج

جدول ۳- فراوانی ژنهای ویروالانس نژادهای فیزیولوژیک بین المللی شناسائی شده عامل بیماری سفیدک سطحی گندم در سیستان در سالهای زراعی ۱۳۷۶-۱۳۸۰

| ردیف | نوع ژن شناخته شده مقاومت | رقم افتراقی بین المللی | فراوانی ژنهای بیماریزایی نژادها (درصد) <sup>۱</sup> | فراوانی ژنهای مقاومت ارقام استاندارد (درصد) <sup>۲</sup> |
|------|--------------------------|------------------------|---|--|
| ۱    | <i>Pm8</i>               | Salzmunde 14/44        | ۶۴/۷  | ۳۵/۳   |
| ۲    | <i>Pm2</i>               | Ulka                   | ۴۷/۰۴   | ۵۲/۹۶  |
| ۳    | <i>Pm1</i>               | Axminster              | ۱۷/۶۵   | ۸۲/۳۵  |
| ۴    | <i>Pm2+M1d</i>           | Halle 13471            | ۲۳/۵۳   | ۷۶/۴۷  |
| ۵    | <i>Pm4b</i>              | Weihenst. M1           | ۰   | ۱۰۰  |
| ۶    | <i>Pm5</i>               | Hope                   | ۴۷/۰۵   | ۵۲/۹۵  |
| ۷    | <i>Pm3b</i>              | Chul                   | ۲۹/۴۱   | ۷/۵۹   |
| ۸    | -                        | Carsten V.             | ۹۴/۴۱   | ۵/۵۹   |

۱- اعداد از تقسیم مجموع واکنشهای سازگار (S) بر کل نژادها بدست آمده است.

۲- اعداد از تقسیم مجموع واکنشهای ناسازگار (R) بر کل نژادها بدست آمده است.

مشخص شد که درجه و شدت پرآزاری (ویروالانس) نژادها بر روی ژنهای *pm8*، *pm3* و *pm3b* ارقام افتراقی متفاوت می باشد، اما بر روی اغلب ژنها، بیماریزایی داشتند (جدول ۳). اگر هم مرز بودن و داشتن مرزهای طولانی سیستان با کشورهای افغانستان و قسمتی از پاکستان را در نظر گرفت، می توان چنین اذعان کرد که عامل بیماری سفیدک سطحی گندم به واسطه ورود منابع اینوکولوم جدید از سایر مناطق کشور به خصوص کشورهای همسایه و یا از جنوب خراسان وارد سیستان و بالاخره ایران شده اند و به مرور زمان و تحت شرایط آب و هوایی تغییر فیزیولوژیک داشته اند. نتایج حاصل از ارزیابی مقاومت لاینها و ارقام گندم در مزرعه و گیاهچه در گلخانه در جداول ۴ و ۵ آمده است. همانطور که نتیجه تجزیه واریانس و مقایسه میانگینها نشان می دهد، تیمارها (ارقام و لاینها) در سطح یک درصد دارای اختلاف معنی داری شده و با توجه به آزمون مقایسه میانگینها در گلخانه و مزرعه عکس العمل ارقام و لاینهای مورد بررسی نسبت به عامل بیماری واکنشهای متفاوتی نشان داده اند. ولی همانطور که از نتایج پیداست، در مجموع ارقام سرخ تخم و هیرمند در گلخانه به ترتیب در گروه A و T و در مزرعه در گروه A و G قرار گرفته اند، به طوریکه به نژاد ۱۱ قارچ عامل بیماری سفیدک سطحی به ترتیب حساسترین و مقاومترین ارقام بوده اند. از طرفی سایر ارقام به

بر خلاف ارقام فوق، رقم Weihenst.M1 در مقابل تمام جدایه های شناسایی شده مقاومت نشان داد. واکنش مقاومت در بسیاری از حالات به صورت لکه های بسیار ریز و به رنگ زرد متمایل به قهوه ای بروز می کرد و گاهی هم لکه ای روی برگها دیده نمی شد. رقم فوق دارای ژن مقاومت شناخته شده *pm4b* می باشد. این تحقیق نشان داد که تمام جدایه ها در مقابل ژن فوق ناسازگار هستند. بعبارت دیگر فاقد ژنهای بیماریزایی برای غلبه بر ژنهای مقاومت فوق هستند و یا ژنهای *avr* مقابل هر یک از ژنهای مقاومت فوق در جدایه های شناسایی شده فعال می باشد (۲۰). یکی از ارقام دیگر Axminster با ژن *pm1* بود که در مقابل سه جدایه واکنش سازگار نشان داد، به طوریکه در مقابل ۱۷/۶۵ درصد از جدایه ها سازگار بود. بنابراین سه جدایه، ژن *avr* در مقابل این ژن را نداشت و لذا با ژنهای بیماریزایی بر مقاومت فوق غلبه نمود (جدول ۳).

منشاء تغییرات در جمعیت قارچ در یک منطقه ممکن است در اثر موتاسیون، ژنهای پرآزار و ورود اینوکولوم جدید از کانونهای آلودگی از مناطق دیگر مثل کشورهای افغانستان، پاکستان و یا جنوب خراسان و سایر مناطق در جریان تولید مثل جنسی و غیر جنسی باشد. هوانگ و همکاران (۱۹۹۷) در چین مطالعاتی روی ۱۱ جدایه از قارچ عامل بیماری سفیدک سطحی داشته اند. در تعیین نژادهای جدایه های جمع آوری شده،

جدول ۴ - مقایسه میانگین های آلودگی در آزمایش بررسی مقاومت ارقام و لاین های مختلف گندم در مرحله گیاهچه در واکنش به نژاد ۱۱ قارچ عامل بیماری سفیدک سطحی

| ردیف | نام لاین یا رقم      | گروه بندی تیمارها | ردیف | نام لاین یا رقم | گروه بندی تیمارها | ردیف | نام لاین یا رقم | گروه بندی تیمارها |
|------|----------------------|-------------------|------|-----------------|-------------------|------|-----------------|-------------------|
| ۱    | M <sup>۲</sup>       | ۰/۷۸Q-T           | ۲۵   | خلیج            | ۰/۸۹K-S           | ۴۹   | طیسی            | ۱/۱۴۵C            |
| ۲    | شیرودی               | ۱/۰۵F-J           | ۲۶   | شعله            | ۱/۷۰AB            | ۵۰   | پاستور          | ۰/۸۳N-T           |
| ۳    | تجن                  | ۰/۸۲O-T           | ۲۷   | قدس             | ۰/۹۴I-P           | ۵۱   | فلات            | ۰/۸۰O-T           |
| ۴    | اترک                 | ۰/۹۷H-N           | ۲۸   | عدل قدیم        | ۰/۹۴I-P           | ۵۲   | کرج ۳           | ۰/۷۹Q-T           |
| ۵    | بولانی               | ۱/۶۴B             | ۲۹   | دیپیم           | ۰/۷۹Q-T           | ۵۳   | کراس اروند      | ۰/۸۶L-S           |
| ۶    | زاگرس                | ۰/۸۲O-T           | ۳۰   | قفقاز           | ۰/۸۰Q-T           | ۵۴   | شاه پسند        | ۰/۸۶L-S           |
| ۷    | مهدوی                | ۰/۸۶L-S           | ۳۱   | بولیوی          | ۰/۹۴I-P           | ۵۵   | داراب ۲         | ۰/۸۳N-T           |
| ۸    | امید                 | ۰/۸۳N-T           | ۳۲   | اروند ۱         | ۰/۹۳I-Q           | ۵۶   | زرندی           | ۰/۸۷K-S           |
| ۹    | کراس آزادی           | ۰/۷۷R-T           | ۳۳   | دارا ب ۱        | ۰/۸۲O-T           | ۵۷   | مغان ۲          | ۰/۸۰O-T           |
| ۱۰   | آکوا                 | ۰/۹۵H-O           | ۳۴   | گلستان          | ۱/۰۴F-J           | ۵۸   | مغان ۱          | ۰/۷۹Q-T           |
| ۱۱   | آرزانتین             | ۰/۸۲O-T           | ۳۵   | سفیدک           | ۱/۰۹F-H           | ۵۹   | کراس بیات       | ۰/۸۳N-T           |
| ۱۲   | اینیا                | ۰/۷۹P-T           | ۳۶   | پنجامو          | ۰/۸۰O-T           | ۶۰   | بزوستایا        | ۰/۸۲N-T           |
| ۱۳   | سرخ تخم              | ۱/۸۱A             | ۳۷   | کراس البرز      | ۰/۸۵M-T           | ۶۱   | رشید            | ۰/۸۸K-S           |
| ۱۴   | S-72-20 <sup>۳</sup> | ۰/۷۴ST            | ۳۸   | زرین            | ۱/۰۴F-J           | ۶۲   | توباری          | ۰/۹۰J-R           |
| ۱۵   | Sha. <sup>۴</sup>    | ۰/۷۵ST            | ۳۹   | کاوه            | ۰/۹۷H-N           | ۶۳   | ماهوتی          | ۱/۱۷EF            |
| ۱۶   | کویر                 | ۱/۱۷FG            | ۴۰   | بیات            | ۰/۸۷K-S           | ۶۴   | نیک نژاد        | ۰/۸۵۱M-T          |
| ۱۷   | روشن                 | ۱/۳۹C             | ۴۱   | بناب            | ۰/۹۷H-N           | ۶۵   | شاهین           | ۰/۸۳N-T           |
| ۱۸   | چمران                | ۰/۸۰O-T           | ۴۲   | شاهی            | ۰/۸۶L-S           | ۶۶   | ناز             | ۱/۲۹CD            |
| ۱۹   | کراس فلات            | ۰/۹۹G-L           | ۴۳   | کرج ۲           | ۰/۹۳I-Q           | ۶۷   | هیرمند          | ۰/۷۰T             |
| ۲۰   | Yava <sup>۵</sup>    | ۱/۰۴F-J           | ۴۴   | البرز           | ۰/۸۵M-T           | ۶۸   | کراس امید       | ۰/۸۲Q-T           |
| ۲۱   | مرودشت               | ۰/۹۱J-R           | ۴۵   | آذر             | ۰/۸۷K-S           | ۶۹   | کرج ۱           | ۰/۸۶L-S           |
| ۲۲   | خزر ۱                | ۰/۸۲O-T           | ۴۶   | آزادی           | ۱/۰۲G-K           | ۷۰   | کارون           | ۰/۸۲O-T           |
| ۲۳   | الوند                | ۰/۷۹Q-T           | ۴۷   | سرداری          | ۱/۰۶F-I           |      |                 |                   |
| ۲۴   | الموت                | ۰/۷۹Q-T           | ۴۸   | استار           | ۰/۸۳N-T           |      |                 |                   |

۱. تیمارهایی با حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی دار در سطح ۰.۵٪ هستند و در یک کلاس قرار می گیرند. از فرمول  $\sqrt{X + 0.5}$  برای نرمال کردن اعداد و برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن بر حسب مقیاس ۴-۰ در گلخانه در سال ۱۳۷۷-۱۳۷۹ استفاده شده است. منظور از Q-T تیمارهای با حداقل یک حرف مشترک بوده که در گروه QRST قرار می گیرند.

2. Azadi/HD2172/5/Huac"s" / Resel / 3/ Atr\*2/7c//Nac/4/sara

3. Kaus\*2//opata/Kaus

4. Shaw/mold

5. Yavaros

جدول ۵ - مقایسه میانگین های<sup>۱</sup> آلودگی در آزمایش بررسی مقاومت ارقام و لاین های مختلف گندم در واکنش به نژاد ۱۱ قارچ عامل بیماری سفیدک سطحی

| ردیف | نام لاین یا رقم      | گروه بندی تیمارها | ردیف | نام لاین یا رقم | گروه بندی تیمارها | ردیف | نام لاین یا رقم | گروه بندی تیمارها |
|------|----------------------|-------------------|------|-----------------|-------------------|------|-----------------|-------------------|
| ۱    | M <sup>۲</sup>       | ۱/۲۳F             | ۲۵   | خلیج            | ۱/۷۷CD            | ۴۹   | طیسی            | ۱/۸۷A-C           |
| ۲    | شیرودی               | ۱/۷۵CD            | ۲۶   | شعله            | ۱/۹۶AB            | ۵۰   | پاستور          | ۱/۵۵E             |
| ۳    | تجن                  | ۱/۵۵E             | ۲۷   | قدس             | ۱/۷۶CD            | ۵۱   | فلات            | ۱/۵۶E             |
| ۴    | اترک                 | ۱/۷۶CD            | ۲۸   | عدل قدیم        | ۱/۷۵CD            | ۵۲   | کرج ۳           | ۱/۵۲E             |
| ۵    | بولانی               | ۱/۸۹AB            | ۲۹   | دیپیم           | ۱/۵۴E             | ۵۳   | کراس اروند      | ۱/۷۴CD            |
| ۶    | زاگرس                | ۱/۵۲E             | ۳۰   | قفقاز           | ۱/۵۳E             | ۵۴   | شاه پسند        | ۱/۵۵E             |
| ۷    | مهدوی                | ۱/۵۶E             | ۳۱   | بولبوی          | ۱/۷۵CD            | ۵۵   | داراب ۲         | ۱/۲۱F             |
| ۸    | امید                 | ۱/۵۶E             | ۳۲   | اروند ۱         | ۱/۷۵CD            | ۵۶   | زرندی           | ۱/۷۶CD            |
| ۹    | کراس آزادی           | ۱/۲۴F             | ۳۳   | دارا ۱          | ۱/۲۴F             | ۵۷   | مغان ۲          | ۱/۵۴E             |
| ۱۰   | آکوا                 | ۱/۷۶CD            | ۳۴   | گلستان          | ۱/۷۷CD            | ۵۸   | مغان ۱          | ۱/۱۸F             |
| ۱۱   | آرژانتین             | ۱/۵۵E             | ۳۵   | سفیدک           | ۱/۷۶CD            | ۵۹   | کراس بیات       | ۱/۵۶E             |
| ۱۲   | اینیا                | ۱/۵۷E             | ۳۶   | پنجامو          | ۱/۱۸F             | ۶۰   | بزوستایا        | ۱/۵۶E             |
| ۱۳   | سرخ تخم              | ۱/۹۹A             | ۳۷   | کراس البرز      | ۱/۲۴F             | ۶۱   | رشید            | ۱/۷۳D             |
| ۱۴   | S-72-20 <sup>3</sup> | ۱/۱۸F             | ۳۸   | زرین            | ۱/۷۵F             | ۶۲   | توباری          | ۱/۷۴CD            |
| ۱۵   | Sha. <sup>4</sup>    | ۱/۱۸F             | ۳۹   | کاوه            | ۱/۷۵CD            | ۶۳   | ماهوتی          | ۱/۸۶B-D           |
| ۱۶   | کویر                 | ۱/۸۷A-C           | ۴۰   | بیات            | ۱/۵۶E             | ۶۴   | نیک نژاد        | ۱/۵۴E             |
| ۱۷   | روشن                 | ۱/۸۷A-C           | ۴۱   | بناب            | ۱/۷۶CD            | ۶۵   | شاهین           | ۱/۲۲F             |
| ۱۸   | چمران                | ۱/۲۱F             | ۴۲   | شاهی            | ۱/۵۹E             | ۶۶   | ناز             | ۱/۸۷A-C           |
| ۱۹   | کراس فلات            | ۱/۷۶CD            | ۴۳   | کرج ۲           | ۱/۷۶CD            | ۶۷   | هیرمند          | ۰/۵۲G             |
| ۲۰   | Yava <sup>5</sup> .  | ۱/۷۵CD            | ۴۴   | البرز           | ۱/۵۷E             | ۶۸   | کراس امید       | ۱/۵۵E             |
| ۲۱   | مردودشت              | ۱/۵۵E             | ۴۵   | آذر             | ۱/۵۶E             | ۶۹   | کرج ۱           | ۱/۷۶CD            |
| ۲۲   | خزر ۱                | ۱/۵۴E             | ۴۶   | آزادی           | ۱/۷۶CD            | ۷۰   | کارون           | ۱/۲۵F             |
| ۲۳   | الوند                | ۱/۲۴F             | ۴۷   | سرداری          | ۱/۸۶A-C           |      |                 |                   |
| ۲۴   | الموت                | ۱/۵۵E             | ۴۸   | استار           | ۱/۵۶E             |      |                 |                   |

۱- تیمارهایی با حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ هستند و در یک کلاس قرار می گیرند. اعداد با فرمول لگاریتمی تعدیل نرمال شده اند و برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن با مقیاس ۹۹-۰۰ در مزرعه در سال زراعی ۱۳۷۸-۱۳۷۹ استفاده شده است. منظور از A-C تیمارهایی با حداقل یک حرف مشترک بوده که در گروه ABC قرار می گیرند.

2. Azadi/HD2172/5/Huac<sup>3</sup>/Resel/3/Atr\*2/7c/Nac/4/sara

3. Kaus\*2//opata/Kaus

4. Shaw/mold

5. Yavaros



جدول ۶- ضرائب همبستگی بین صفات گلخانه و مزرعه در آزمایش بررسی مقاومت ارقام و لاین های گندم به نژاد ۱۱ قارچ

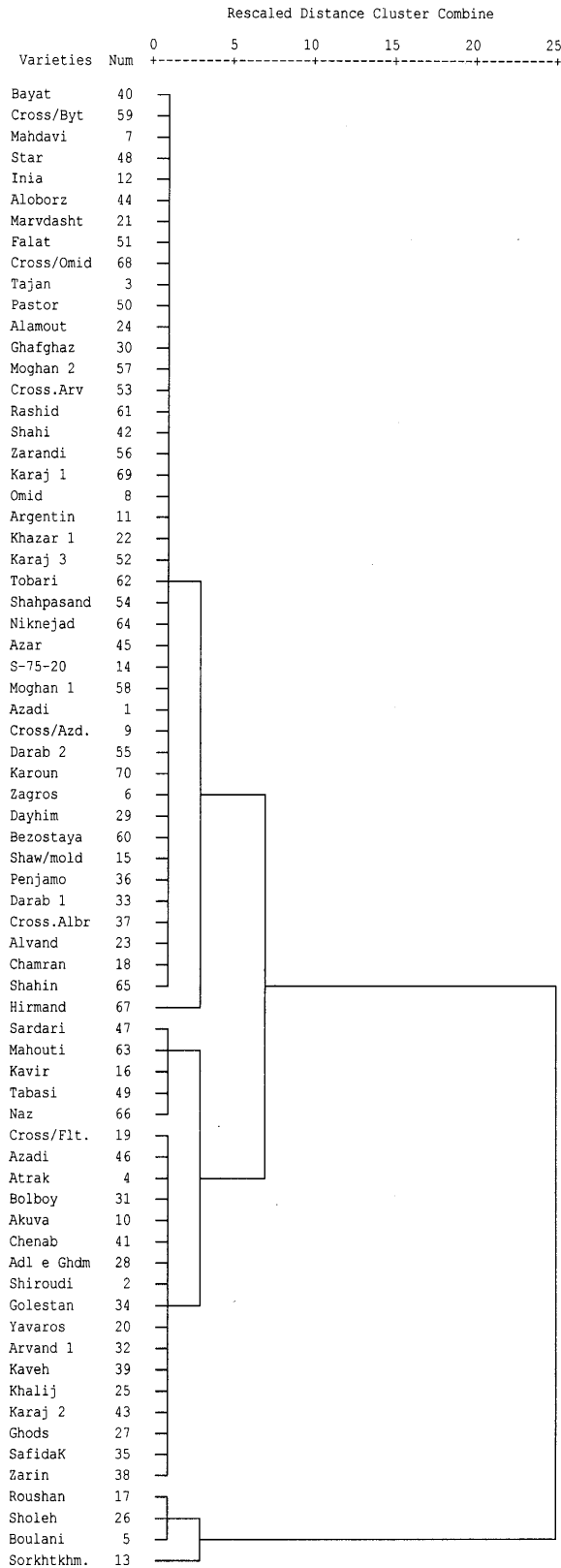
| عامل بیماری سفیدک سطحی |                      |                       |                     |                      |                      |
|------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| اجزاء مقاومت           | تیپ آلودگی در گلخانه | درصد آلودگی در گلخانه | تیپ آلودگی در مزرعه | درصد آلودگی در مزرعه | شدت آلودگی در مزرعه  |
| تیپ آلودگی در گلخانه   | ۱                    | ۰/۷۱۰**               | ۰/۸۷۴**             | ۰/۷۶۲**              | ۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>  |
| درصد آلودگی در گلخانه  |                      | ۱                     | ۰/۷۸۰**             | ۰/۹۰۸**              | -۰/۰۳۴ <sup>ns</sup> |
| تیپ آلودگی در مزرعه    |                      |                       | ۱                   | ۰/۹۰۶**              | -۰/۱۰۳ <sup>ns</sup> |
| درصد آلودگی در مزرعه   |                      |                       |                     | ۱                    | ۰/۰۱۴ <sup>ns</sup>  |
| شدت آلودگی در مزرعه    |                      |                       |                     |                      | ۱                    |

\*\* معنی دار در سطح ۱٪

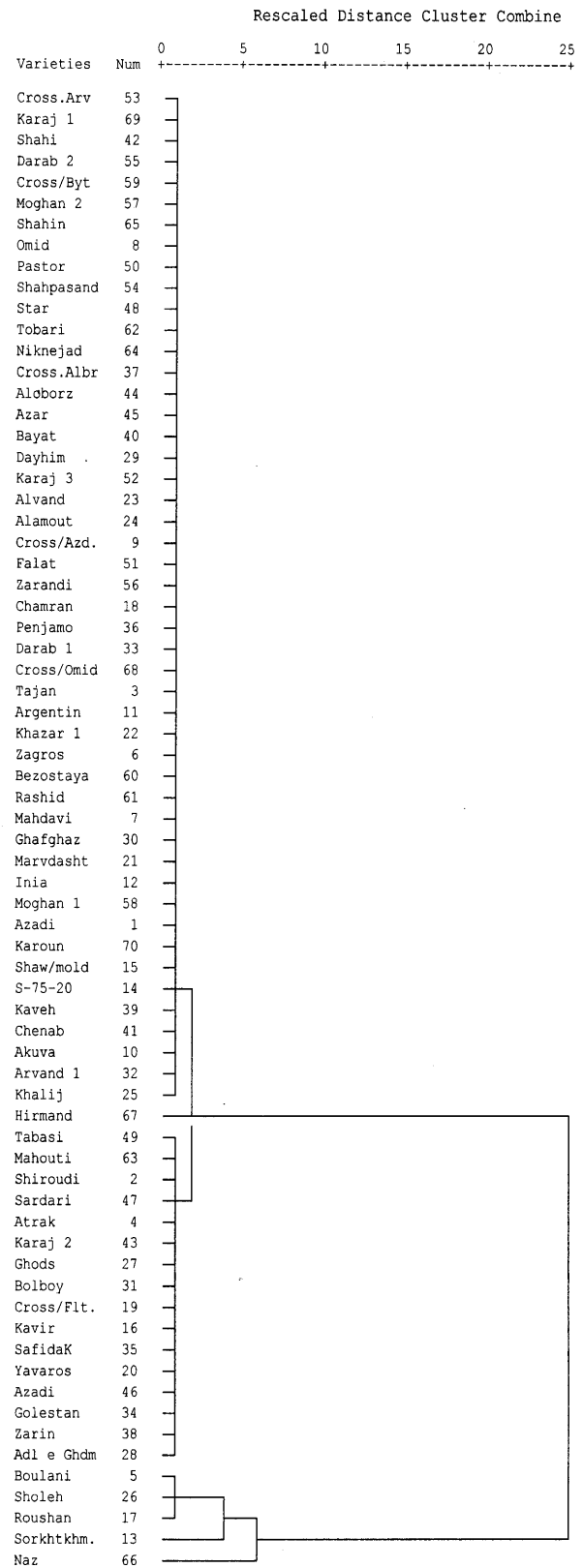
ns غیرمعنی دار

گردیدند. زیرکلاستر ۱ در گلخانه و مزرعه به ترتیب مرکب از ۴۸ و ۳۸ رقم بود. بدین ترتیب، اولین زیرکلاستر پرجمعیت را در بین ارقام تشکیل داد و حکایت از تشابه زیاد ارقام در واکنش به عامل بیماری دارد. بطورکلی ارقام سرخ تخم و هیرمند در همه دندرگرامها در زیرکلاستر انفرادی و با فاصله دورتری از سایر زیرکلاسترها قرارگرفتند. این وضعیت در تجزیه خوشه‌ای توأم و اجماعی ارقام در گلخانه و مزرعه مشهود است (شکل ۴). همانگونه که آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان داد، رقم سرخ تخم و هیرمند در جامعه مورد مطالعه به ترتیب ارقام حساس و مقاوم بودند. همچنین آنالیز میزان همبستگی بین مقادیر متغیرهای گلخانه و مزرعه نشان داد که بین تیپ و درصد آلودگی ارقام در گلخانه و تیپ و درصد آلودگی در مزرعه همبستگی مستقیم و نسبتاً شدیدی وجود دارد. در صورتیکه بین تیپ آلودگی گلخانه و شدت آلودگی در مزرعه همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. از این رو می‌توان از طریق بررسیهای گلخانه‌ای به برخی از نتایج مزرعه‌ای به احتمال نسبتاً زیادی دسترسی پیدا کرد (جدول ۶). در بررسی‌های انجام شده در دانشگاه کارولینای شمالی در زمینه تعیین ژن مقاوم در ۲۲ رقم گندم زمستانه قرمز نسبت به ۲۷ جدایه سفیدک، ژن‌های *pm3a*، *pm5* و *pm6* در عده ای از ارقام شناسایی شد (۱۷). یزدانی (۱۳۷۳) لاین "s" Ad"m"/Pewee را مقاوم و رقم *Carpentrop* را در مقابل بیماری نیمه مقاوم و ارقام مورکو و گلستان را به بیماری حساس معرفی کرده است. به دلیل تغییراتی که در شدت بیماریزایی (پرزاری) نژادهای جدید به

قارچ عامل بیماری واکنش‌های نسبتاً مقاوم (نسبتاً حساس) داشتند. نتایج نشان داد که رقم هیرمند در مرحله گیاهچه تحت شرایط گلخانه علائمی از بیماری مانند ظهور جوش و رشد ریشه را نشان نداد و در شرایط مزرعه هم دارای حداقل میانگین تیپ، شدت و درصد آلودگی بود. در واقع عکس‌العمل آن مانند لاین افتراقی *Weihenst.M1* بوده و احتمالاً دارای ژن *pm4b* نیز می‌باشد (جدول ۳). از سوی دیگر رقم سرخ تخم در مرحله گیاهچه و گیاه کامل با داشتن حداکثر تیپ، شدت و درصد آلودگی در برابر نژاد عامل بیماری در گلخانه و مزرعه، رقم حساس بود. لذا این رقم ژن مقاومی در مقابل نژاد مورد آزمایش نداشت. برخی از ارقام دارای واکنش نسبتاً حساس تا نسبتاً مقاوم بودند. چنین ارقامی را می‌توان دارای مقاومت قابل قبول یا ارقامی با خصوصیات مقاومت نسبی در نظر گرفت. این ارقام با دارا بودن چندین ژن کوچک مقاومت ولی به صورت ترکیبی از ژنهای فرعی قادرند مقاومت نسبی مطلوبی داشته باشند (۱۵). این موضوع نقش مهمی در محدود کردن تنوع نژادی در عامل بیماریزا خواهد داشت. تجزیه کلاستر به روش مربع فواصل اقلیدسی ارقام در واکنش به نژاد ۱۱ بیمارگر با توجه به میانگین‌های شاخص‌های تیپ و درصد آلودگی در گلخانه و میانگین‌های تیپ، شدت و درصد آلودگی در مزرعه و به صورت توأم و اجماعی از گلخانه و مزرعه (۵ صفت مزبور) در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ آمده است. در مجموع ارقام در اولین رده کلاستر به ۶ زیرکلاستر گروه‌بندی شده اند. در حالیکه ارقام در تجزیه خوشه‌ای اجماعی از گلخانه و مزرعه در ۷ زیرکلاستر طبقه‌بندی

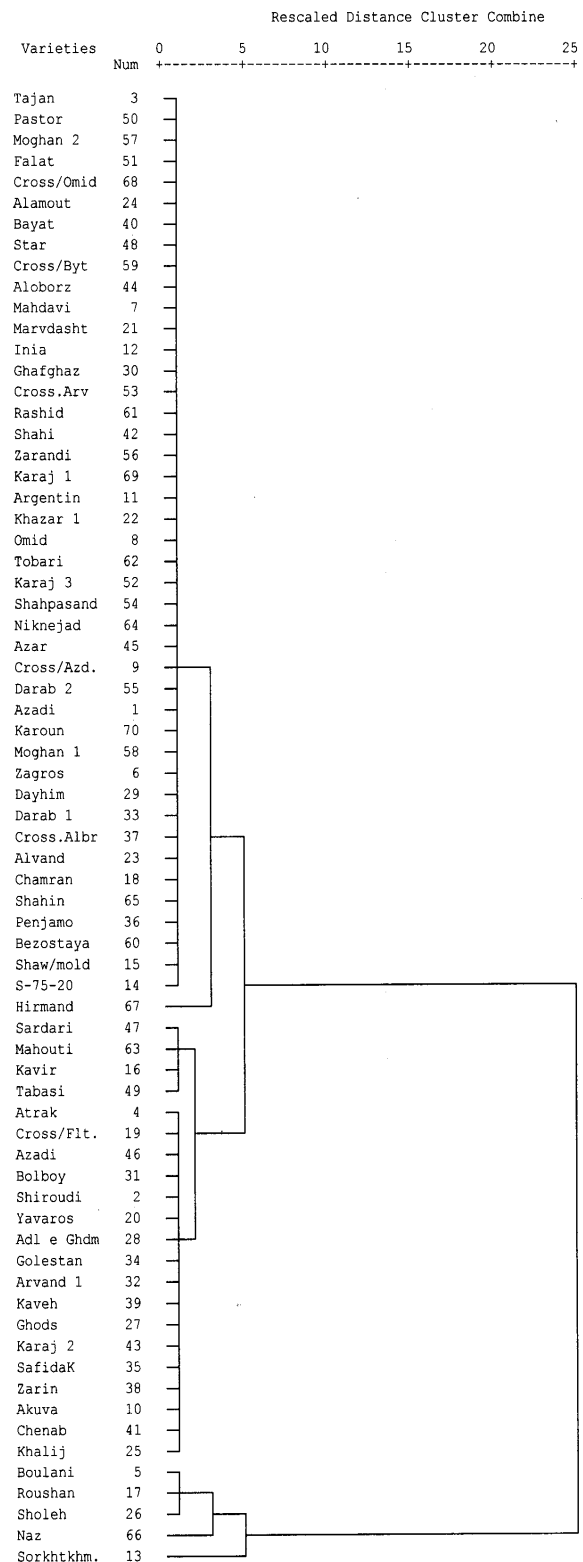


شکل ۳- دندروگرام مقاومت ارقام و لاین‌های گندم به روش مربع فواصل اقلیدسی در واکنش به نژاد ۱۱ قارچ عامل بیماری سفیدک سطحی در مزرعه. نام ارقام با توجه به شماره زیر کلاسترها در جداول ۴ و ۵ آمده است.



شکل ۲- دندروگرام مقاومت ارقام و لاین‌های گندم به روش مربع فواصل اقلیدسی در واکنش به نژاد ۱۱ قارچ عامل بیماری سفیدک سطحی در گلخانه. نام ارقام با توجه به شماره زیر کلاسترها در جداول ۴ و ۵ آمده است.

وجود می‌آید بایستی تغییرات حاصله در جمعیت بیمارگر را تعقیب نمود تا بتوان به محض ظهور یک نژاد جدید، ژنهای مقاوم در مقابل آن را از منابع مختلف ژنتیکی تهیه و به رقم مورد نظر منتقل نمود. نکته قابل ذکر آنکه ارقام با مقاومت تک ژنی باعث فشار انتخابی<sup>۱</sup> در جهت بیماریزایی بیشتر در جمعیت بیمارگر می‌شود، اما مقاومت نسبی علی‌رغم تیپ آلودگی بالا، نرخ اپیدمی را کاهش می‌دهد (۱۶). در کشور هندوستان از بین نژادهای شناخته شده با استفاده از لاینهای افتراقی نژادهای ۳ و ۴ روی ژنهای *pm3a*، *pm3b* و *pm3c* در شمال و روی ژنهای *pm1* و *pm4* در سایر مناطق بیماریزا بوده‌اند (۲۴). در این مورد یزدانی (۱۳۷۳) نژادهای ۴۶، ۵۲، ۷۵ را در سال ۱۳۷۳ از مازندران گزارش کرده است. هوانگ و همکاران (۱۹۹۷) در چین روی رقم گندم در مقابل ۱۱ جدایه قارچ عامل سفیدک سطحی تحقیقاتی به عمل آوردند. در این بررسیها ۴۵ رقم فاقد ژن مقاومت بودند و ۳۰ رقم ژن مقاوم مجزا داشتند. ژن مقاوم *pm8* در اکثر موارد وجود داشت که در ۱۱ رقم به طور جداگانه یافت می‌شد و در سه رقم با *pm4a* و در سه رقم دیگر با *pm4b* همراه بود. بطور کلی در این تحقیق بیش از ۵ رقم از ۱۲ رقم بررسی شده به همه جدایه‌ها مقاومت داشتند (۱۵). حتی کوک و وست (۱۹۹۰) دوام بیشتر ارقام با مقاومت چند ژنی را از نظر تأخیر در بروز بیماری مناسب تر از ارقام با مقاومت تک ژنی می‌دانند، لذا محققین در جهت کنترل بیماریها از جمله سفیدک‌های سطحی اقدام به شناسایی نژادهای مقاوم با ژنهای مقاومت با مقاومت نسبی می‌نمایند. بنابراین شیوه انتخاب رقم مناسب بر علیه نژادی از عامل بیماریزا در مناطق شیوع بیماری و کاشت رقم مقاوم بایستی با دید کارشناسی و تخصص اصلاح نباتات، زراعت و گیاهپزشکی و رعایت جنبه‌های مبارزه تلفیقی بر علیه آفات و بیماریها از نقطه نظرهای گوناگون به طور مداوم مورد بررسی و استفاده قرار گیرد. بنابراین برای کنترل سفیدک سطحی گندم به دلیل تغییرات مستمر در نژادهای قارچ نه تنها نژادهای موجود در منطقه بایستی شناسایی شوند، بلکه برنامه تعیین نژاد به طور مداوم و همه ساله به منظور تدوین طیف نژادی منطقه و تعیین نژادهای غالب و غالب بیماریزا دنبال شده و روند تغییرات آنها مورد مطالعه و جستجو



شکل ۴- دندروگرام مقاومت ارقام و لاینهای گندم به روش مربع فواصل اقلیدسی در واکنش به نژاد ۱۱ قارچ عامل بیماری سفیدک سطحی به صورت اجماعی از گلخانه و مزرعه. نام ارقام با توجه به شماره زیر کلاسترها در جداول ۴ و ۵ آمده است.

## سپاسگزاری

این تحقیق قسمتی از رساله دکتری و یکی از طرحهای تحقیقاتی بوده و از محل اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه تهران به اجرا در آمده است که بدین وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

قرار گیرد. از طرف دیگر با ارزیابی مقاومت توده‌های بومی و ارقام تجاری گندم تحت کشت در منطقه و تعیین میزان مقاومت و منابع ژنی آنها می‌توان استراتژی کنترل بیماری در منطقه را به کمک سایر روش‌ها توصیه و به کمک اجرای چنین تحقیقاتی احتمالاً زمینه برای اظهار نظر قطعی‌تر میسر خواهد شد.

## REFERENCES

## مراجع مورد استفاده

۱. آمارنامه کشاورزی. ۱۳۷۰. اداره کل آمار و اطلاعات، معاونت طرح و برنامه وزارت کشاورزی، استان سیستان و بلوچستان. ۱۱۵ صفحه.
۲. ارشاد، ج. ۱۳۷۴. قارچهای ایران. مؤسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی. تهران - اوین. ۸۷۴ صفحه.
۳. بهداد، ا. ۱۳۶۲. بیماریهای گیاهان زراعی در ایران. انتشارات چاپخانه نشاط اصفهان. ۴۴۲ صفحه.
۴. دامادزاده، م. و ح. حسن پور. ۱۳۷۰. بررسی اجمالی بیماریهای برگ گندم و جو در استان اصفهان، دهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، دانشگاه شهید باهنر کرمان. ص ۱۲۲.
۵. فتاده‌ها، م. ۱۳۷۸. عمل ژن برای مقاومت در مرحله بلوغ نسبت به زنگ زرد گندم. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۰ (۲) ۴۰۷-۳۹۷. دانشکده کشاورزی تهران، کرج.
۶. مقدم، م.، محمدی شوطی، ا. و م. آقائی سربرزه. ۱۳۷۳. آشنایی با روشهای آماری چند متغیره. انتشارات پیشتاز علم. ۲۰۸ صفحه.
۷. یزدانی، د. ۱۳۷۳. بررسی بیماری سفیدک حقیقی (سطحی) گندم و تعیین میزان مقاومت ارقام نسبت به بیماری در منطقه مازندران. پایان نامه کارشناسی ارشد (فوق لیسانس) رشته بیماری شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج. ۱۱۱ صفحه.
۸. یزدی صمدی، ب. رضائی، ع. م. و م. ولی زاده. ۱۳۷۷. طرحهای آماری در پژوهشهای کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران. ۷۶۴ صفحه.
9. Braun, U. 1987. A Monograph of Erysiphales (powdery mildew). J. Cramer, Berlin. 700 pp.
10. Cooke, R.J. & R.J. Weseth. 1990. Wheat Health Management. APS Press. USA. 152 pp.
11. Eshed, N. & I. Wahi, 1975. Role of wild grasses in epidemics of powdery mildew of small grain. *Phytopathology* 5: 57-62.
12. Eyal, Z., A.L. Scharen, J.M. Perscoot & M. van Ginkel. 1987. The *Septosia* diseases of wheat : concepts and methods of disease management. Mexico. D.F. CIMMYT. 125pp.
13. Frauenstein, K, H. Meyer, & H. Woleram. 1979. Pathotypes of *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici* Marchal and *Erysiphe graminis* f.sp. *hordei* Marchal in Europe, Arch. Phytopathol. U. Pflanzenschutz. Berlin 15, 6, S. 391-399.
14. Hanlin, R.T. 1990. Illustrated Genera of Ascomycetes. APS. Press, Minnsota, USA. 263 pp.
15. Huang, X.Q., S.L.K. Hsam, & F.J. Zeller. 1997. Identification of powdery mildew resistance genes in common wheat (*Triticum aestivum* L.em Thell) IX cultivars, land races and breeding lines grown in China. *Plant Breeding* 116: 233-238.
16. Knott, D.R. 1998. Using polygenic resistance to breed for stem rust resistance in wheat. In: Simmonds N.W. and Rajaram S. (eds) *Breeding Strategies for Resistance to Rusts of Wheat*, pp. 39-47.
17. Leath, S. & M. Heun. 1990. Identification of powdery mildew resistance genes in cultivars of soft red winter wheat. *Plant Disease*. Vol. 74:747-752.
18. Loegering, W.Q. 1957. Method for recording cereal rust data. International spring wheat rust nursery. Oregon univ. Press. 125 pp.
19. Mains, E.B. & S.M. Dietz. 1930. Physiological forms of barley mildew, *Erysiphe graminis hordei* Marchal. *Phytopathology* 20:229-239.
20. Menzies, J. G. & B.H. Macneill. 1989. Infection of species of the gramineae by *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici* on winter wheat in southern ontario. *Can. J. plant Pathology* 11:276-283.

21. Roelfs, A.P. , R.P. Singh , & E.E. Saari. 1992. Rust Diseases of Wheat : concepts and methods of disease management. Mexico, D.F. CIMMYT. 8pp.
22. Rouse, D.I., R.R. Nelson, D.R. Mackenzie & C.R. Armitage 1980. Components of rate – reducing resistance in seedlings of four wheat cultivars and parasitic fitness in six isolates of *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*. *Phytopathology* 70 : 1097-1100.
23. Saari, E.E. & J.M. Prescott. 1975. A Scale for apperaising the foliar intensity of wheat diseases. *Plant Dis. Reporter* 59 : 377-380.
24. Sharma, T.R. & B.M. Singh. 1990. Physiologic races of *Erysiphe graminis tritici* in Himachal pradesh. *Indian phytopath* 43 (1) : 33-37.
25. Solc, C. & C. Paulech. 1980. New physiological races of the fungus *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*. *Phytopathology Z.* 98:64-67.
26. Spencer, D.M. 1978. *The Powdery Mildew*. Academic Press. London 565 pp.
27. Szunics, L., Lu. Szunics, G. Vioa, Z. Bedo, & M. Svec. 2001. Dynamics of changes in the races and virulence of wheat powdery mildew in Hungary between 1971 and 1999. In: Beds and L. Lang leds. , *Wheat in a Global Environment*, Kluwer Academic Publications. Printed in Netherland. *Development in plant breeding*. Vol. 9:373-379.
28. Tosa, Y.T. Akzyama, & H. Ogura. 1990. Cytological aspects of interaction between form a speciales of *Erysiphe graminis* and genera of gramineous plants and their evolutionary implications. *Canadian Journal of Botany* 68 : 1249-1253.

Archive of SID

## Identification of Physiological Races of *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* in Sistan and an Evaluation of Resistance of Some Wheat Cultivars to Powdery Mildew

M. SALARI<sup>1</sup>, S. M. OKHOVVAT<sup>2</sup>, A. SHARIFI-TEHRANI<sup>3</sup>,  
GH. A. HEDJAROUD<sup>4</sup>, S. J. ZAD<sup>5</sup> AND M. MOHAMMADI<sup>6</sup>

1, 2, 3, 4, 5, 6, Ph.D Student, Professors and Assistant Professor, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran.

Accepted Dec., 25, 2002

### SUMMARY

Powdery mildew in wheat caused by *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* is one of the most important fungal diseases in Iran including Sistan province. During the years 1998 to 2001, wheat fields in the province were surveyed, powdery mildew infected samples collected from different areas, and transferred to the laboratory. In greenhouse, spores of the fungus were purified and then inoculated on susceptible wheat cultivars using single pustule as well as single spore procedures. Selected pure isolates were then inoculated on the first leaves in eight differential varieties for the identification of races. The results showed the presence of *B.graminis* f.sp. *tritici* races 66, 27, 11, 31, 50, 14, 28, 58, 21, 5, 19, 32, 24, 84, 53, 73 and 44 in Sistan province. These races were new for Sistan Province as well as Iran. Among 17 races studied, races 11, 53 and 73 were the important dominant ones, constituting 40% of total population. Race 53 constituted 16% of all isolates and was the dominant race in the area with 62.5% pathogenicity. Therefore, this race was introduced as the most virulent one during the study period. This work indicated that the isolates were compatible with host plant genes pm8, pm3 and pm3b but incompatible with gene pm4b. Powdery mildew resistance was evaluated with race 11 on 70 wheat cultivars in seedling stages as well as adult plant under both greenhouse and field conditions during years 1999 to 2001. Among wheat lines tested for resistance against powdery mildew, cultivar Hirmand resembled the differential line Weihenst. M1 in that both probably possess gene pm4b, showing no symptoms under either the greenhouse or field conditions. Cultivar Chamran was found to be highly resistant whereas Sorkhtokhm susceptible. Other cultivars showed partial resistance against the disease.

**Key words:** Powdery mildew, Wheat, Physiological races, Resistance