

آفات و بیماری‌های گیاهی

جلد ۷۰، شماره ۱، شهریور ۱۳۸۱

بررسی مقاومت ارقامی از گندم به سفیدک سطحی در مازندران

Evaluation of powdery mildew resistance in wheat cultivars in Mazandaran province

محمد سالاری^۱، داراب یزدانی^۱، سید محمود اخوت^۱ و عظیم اکبری حقیقی^۲

۱- گروه بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج ۲- موسسه اصلاح

و تهیه نهال و بذر وزارت جهاد کشاورزی

(تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۷۹، تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۸۱)

چکیده

مقاومت ۴۴ رقم گندم انتخاب شده از میان ۴۰۰ رقم نسبتاً مقاوم به بیماری‌های مختلف در سال زراعی ۱۳۷۲ در مزرعه قراخیل (بین قائم شهر و بابل) و ۳۴ رقم با مقاومت بالا به سفیدک سطحی در سال ۱۳۷۳ در شرایط طبیعی مزارع قراخیل و باج کلا (واقع در جاده نیروگاه نکا) مازندران نسبت به این بیماری مورد بررسی قرار گرفت. پانزده رقم و لاین گندمی که از مقاومت زیادی برخوردار بودند شناسایی شدند. تیپ آلودگی این ارقام که از صفر تا ۹ درجه بندی شده (۰ = کاملاً مقاوم و ۹ = کاملاً حساس) کمتر از ۵ بود، از بین آنها لاین Carpentero/Ald "S" هیچ گونه آلودگی به بیماری نشان نداد و "S" / Pewee "m" / Ad مقاومت بالایی داشت.

در آزمایش‌های انجام شده در گلخانه و با استفاده از ارقام استاندارد بین‌المللی (۸ رقم ایزوژنیک) نژادهای ۴۶، ۵۲ و ۷۵ قارچ بعنوان نژادهای عامل بیماری سفیدک سطحی در منطقه شناسایی شدند. این رقم‌ها در گلدان پلاستیکی کاشته شد و در حاشیه مزرعه در خاک قرار گرفت. در بهار سال ۷۳ مشخص شد که رقم Weihenst. M₁ با ژن Pm_{4b} در مقابل نژادهای موجود مورد آزمایش مقاوم بوده و در گلخانه نیز نسبت به سه نژاد قارچ مقاومت نشان داد. در بررسی دامنه میزبانی قارچ عامل بیماری، علف‌های هرز گرامینه غالب در مزارع

استان مازندران، بجز *Lolium temulentum* L. که هیچگونه علائمی از بیماری روی آن مشاهده نشد، گونه‌های *Aegilops triuncialis* L. ، *Avena sativa* L. ، *Bromus* ، *Phalaris minor* ، *japonicus* مبتلا به بیماری شناخته شدند. کنیدیوم‌های قارچ از گندم که روی این گیاهان پاشیده شد، تنها گونه‌های جنس *Triticum* و *Aegilops* آلودگی نشان دادند.
واژه‌های کلیدی: مقاومت، سفیدک سطحی، گندم، ارقام، نژاد، دامنه میزبانی

مقدمه

بیماری سفیدک سطحی گندم در اثر *Blumeria graminis* (Dc. Ex Merat) Speer f. sp. با آنامورف *Oidium tritici* (syn. *Erysiphe graminis* Dc. Ex Merat f. sp. *tritici* (Em. Marchal) *monilioides* (Nees) Link (Braun, 1987; Hanlin, 1990) به صورت گسترده در مناطق گندم خیز دنیا خصوصا نواحی معتدله موجب خسارت می‌گردد (Spencer, 1978). خسارت بیماری در بخش‌هایی از اروپا بیش از ۳۰ درصد، در انگلستان ۱۴-۶ درصد و در ایالات متحده تا ۲۵ درصد گزارش شده است و کاهش محصول تا ۴۰ درصد نیز می‌رسند (Cooke & Weseth, 1990). دامادزاده و همکاران (Damadzadeh et al., 1991) میانگین آلودگی را در سال‌های ۶۷-۶۹ در اصفهان ۸/۴ درصد گزارش کردند. یزدانی در سال ۱۳۷۳ حدود ۸۵ درصد مزارع گندم استان مازندران را با آلودگی نسبتا شدیدی مشاهده می‌نماید که ارقام حساس، خسارت زیادی متحمل شدند. در همین بررسی گزارش می‌شود در صورتیکه شرایط محیطی بخصوص رطوبت نسبی در اثر باران مناسب شود میزان کاهش محصول افزایش خواهد یافت. کما اینکه ارقام حساسی مانند موروکو و سرخ تخم که در سال زراعی ۷۲-۱۳۷۱ که بارندگی در کرج زیاد بود صدد درصد آلودگی را داشته‌اند. دامنه میزبانی قارچ عامل بیماری اختصاصا از گندم محدود به جنس *Triticum* است (Wiese 1987; Yazdani, 1994). در مجارستان طی تحقیقات ۳۰ ساله (۱۹۷۱-۱۹۹۹) از بین ۷۸ نژاد مشخص شده فقط ۱۱ نژاد بیش از ۱۵ سال بیماری‌زایی خود را حفظ کردند و بسیاری فقط یک یا دو سال دارای چنین شرایطی بودند. این نژادها را نیز در ۴ گروه تقسیم نموده که تعداد زیادی از جدایه‌ها روی اکثر ژن‌های مقاوم بیماری‌زا هستند. مقاومت کامل بوسیله ژن‌های مقاوم Pm9 و Pm4b ، Pm2 (Mld) ، Pm1 ، Pm2 ، به ترتیب توسط رقم Halle 13471 ، لاین 31512 Tp و کولتیوار Normandie در

مقابل نژادها ایجاد می‌شود. غالب ارقام زراعی حامل ژن مقاوم Pm8 در اثر جابجانی IB/IR (Translocation) می‌باشند (Szunics et al., 2001).

Ershad در سال ۱۹۹۵ وجود بیماری سفیدک سطحی را در سطح وسیعی از مزارع گندم‌کاری ایران پراکنده می‌باشد وجود دارد و هدف از این تحقیق، انتخاب و یافتن ارقامی از گندم مقاوم به این بیماری است تا در صورت احراز عملکرد بالا و داشتن کیفیت‌های مطلوب مانند ارزش نانوائی خوب بتوان نسبت به کاشت آنها اقدام نمود یا در برنامه اصلاح نژاد جهت معرفی ژن‌های مقاوم به ارقام پرمحصول و مناسب استفاده کرد. نظر به اینکه در مطالعات مقاومت ارقام شناخت وضعیت ژنتیکی بیمارگر ضروری می‌باشد شناسایی نژادهای عامل بیماری‌زا در منطقه از جمله اهدافی بوده که در قدم نخست به انجام آن مبادرت گردید.

روش بررسی

۱- تعیین مقاومت ارقام گندم به سفیدک سطحی

از بیش از ۴۰۰ رقم و لاین گندم که در موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج مورد بررسی قرار گرفته و مقاومت نسبی بالائی در مقابل بیماری‌های مختلف داشتند ۴۴ رقم انتخاب شد. این ارقام در سال زراعی ۷۱-۷۲ در ایستگاه تحقیقات قراخیل (واقع در جاده قائم شهر - بابل) کشت شدند سپس در زمان‌های مختلف، تیپ آلودگی بوته‌ها با استفاده از مقیاس ۰-۹ (Saari and Prescott, 1975) نمره‌دهی گردیدند. برای این کار ۱۰ گرم از بذر ارقام (بیش از ۲۵۰ بذر) در دو خط یک متری به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر در آذرماه ۱۳۷۱ کاشته شدند. در حاشیه تمامی ارقام، رقم پولانی که حساس به بیماری است نیز بعنوان Spreader کشت گردید. یادداشت برداری‌ها در فروردین، اردیبهشت و خرداد ۱۳۷۲ براساس تیپ آلودگی نمره‌دهی شد (جدول ۱). در سال بعد ۳۴ رقم از ارقام مقاوم‌تر انتخاب و در ایستگاه‌های تحقیقاتی قراخیل و بایع کالا (واقع در جاده نیروگاه نکا) بعنوان تکرار و تایید در شدت آلودگی کاشته شد.

یادداشت برداری‌ها در فروردین و اردیبهشت ماه ۱۳۷۳ انجام شد و ۱۵ رقم که مقاومت بالائی در برابر بیماری داشتند مشخص شدند (جدول ۲). در این یادداشت برداری‌ها

جدول ۱، ارزیابی تیپ آلودگی بیماری‌های برگ‌گی گندم با استفاده از مقیاس ۹-۰ بر اساس روش ساری و پرسکات.

Table 1. Scale for appraising foliar intensity of wheat diseases, 0 to 9 (Sarri & Prescott, 1975).

تیپ آلودگی (Infection type)	علائم، نشانه‌های بیماری و میزان مقاومت یا حساسیت Symptoms, signs of diseases and rate of resistance or susceptibility	
0	Free from infections	بدون آلودگی (ایمن)
OE	Free from infection but probably represents an escape	بدون آلودگی احتمالاً فرار از بیماری
1	Very resistant: Few isolated lesions in lowest most leaves only	خیلی مقاوم: فقط چند لکه روی برگ‌های پایینی
2	Resistant: Scattered lesions on the second set of leaves with first leaves infected at light intensity	مقاوم: لکه‌های پراکنده روی برگ‌های ثانوی با آلودگی نسبتاً ملایم برگ‌های اولیه
3	Moderately resistant: Light infection of lower third of plant, lowest most leaves infected at moderate levels	نسبتاً مقاوم: آلودگی ملایم برگ‌های بالایی و آلودگی متوسط برگ‌های پایینی
4	Low intermediate: Moderate to severe infection of lower leaves with scattered to light infection extending to the leaf immediately below the mid-point of the plant	مقاومت کم: آلودگی شدید برگ‌های پایینی با آلودگی پراکنده تا ملایم روی برگ‌های میانی
5	Intermediate: Severe infection of lower leaves	آلودگی متوسط: آلودگی شدید برگ‌های پایینی
6	Moderate to light infection extending to the mid-point of the plant with upper leaves free. Infections do not extend beyond mid-point of plant	آلودگی خفیف تا متوسط برگ‌های میانی
7	High intermediate: Severe infection of lower third of plant, moderate degree on middle leaves and scattered lesions beyond the mid-point of the plant	نسبتاً حساس: آلودگی شدید برگ‌های ثلث پایینی آلودگی متوسط برگ‌های میانی و لکه‌های پراکنده روی برگ‌های بالایی تر
8	Moderately susceptible: Lesions severe on lower and middle leaves with infections extending to the leaf below the flag leaf, or with trace infections on the flag leaf	حساسیت متوسط: آلودگی شدید برگ‌های پایینی و میانی، برگ پرچم تا حدی بیشتر از مورد قبل آلوده می‌شود
9	Susceptible: Lesions severe on lower and middle leaves moderate to severe infection of upper third of plant. Flag leaf infected in amounts more than a trace	حساس: آلودگی شدید برگ‌های پایینی و میانی، برگ پرچم تا حدی بیشتر از مورد قبل آلوده می‌شود
9	Very susceptible: Severe infection on all leaves and the spike infected to some degree. Spike Infections are scored as a modified scale (1 to 9) or as the percentage of the total area covered. The spike infection score is separated from the foliar score by an /	بسیار حساس: آلودگی شدید همه برگ‌ها و خوشه تا حدی بدرجات (۱ تا ۹) مختلف و درصدی از قارچ پوشیده می‌شود. آلودگی خوشه را از برگ‌ها با خط / متمایز می‌کنند
N	Used to indicate no scoring possible due to necrosis as a result of other diseases or factors	یادداشت برداری در اثر سایر عوامل میسر نبود

برای دخالت دادن دو فاکتور علاوه بر تیپ آلودگی، شدت آلودگی نیز ملاک مقاومت قرار گرفت و در تجزیه‌های آماری استفاده شد که میزان یا شدت آلودگی برای هر تیمار عبارتست

از تیپ آلودگی یا گسترش عمودی بیماری تا برگ پرجم و درصد آلودگی یا تراکم کلنی قارچ روی برگ‌ها و خوشه‌ها که از فرمول زیر بدست آمد.

تیپ آلودگی × درصد آلودگی

$$\text{میزان آلودگی} = \frac{\text{تیپ آلودگی} \times \text{درصد آلودگی}}{9}$$

۹

۲- تعیین دامنه میزبانی *B. graminis* f. sp. *tritici*

در طول فصل زراعی به منظور تعیین آلودگی علف‌های هرز گرامینه عمده موجود در مزارع استان مازندران به سفیدک سطحی بازدید و بذر آنها جمع‌آوری شد. بذر این گیاهان در گلدان کاشته (هر جنس گیاهی در دو گلدان) و پس از رشد کافی که به حدود ۱۵ سانتی‌متر رسیدند با کنیدیوم‌های سفیدک سطحی که روی گندم رقم سرخ تخم تکثیر شده بودند مایه‌زنی گردیدند (جدول ۳). در تمامی مدت آزمایش (دو هفته) رطوبت گلخانه توسط مه‌پاش در سطح بالا نگه داشته شد و دما با استفاده از کولر در محدوده ۲۰-۲۵ درجه سانتیگراد بود.

۳- تعیین نژادهای *B. graminis* f. sp. *tritici*

طبق روش توسا و یزدانی در اوایل فصل بهار هنگامیکه علائم بیماری به وفور روی ارقام مختلف گندم مشاهده شد. تعدادی از بوته‌های آلوده از خاک چند مزرعه مازندران خارج و در گلدانهای بزرگ کاشته و به گلخانه انتقال یافتند. این گلدان‌ها در زیر پوشش‌های نایلونی قرار گرفت و یک گلدان حاوی ارقام گلستان یا سرخ تخم که ۴ روز قبل کشت گردیده بود در مجاور آنها قرار داده شد. بدین ترتیب، آلودگی به بوته‌های در گلدان‌های جدید منتقل و به عنوان منبع آلودگی مورد استفاده قرار گرفت و روی آنها قاب‌های چوبی گذاشته شد. ضمناً در تعداد زیادی از گلدان‌های متوسط ارقام حساس گندم کاشته و با پاکت پلاستیکی پوشیده شدند (Safari et al. 2000; Tosa et al., 1990; Yazdani, 1994). پس از گذشت ۵ روز که گندم‌ها رشد کافی نمودند، به آرامی قاب‌های چوبی روی یکی از گلدان‌ها را برداشته، یک کلنی مجزا و کامل را انتخاب و برگ را از آن ناحیه قطع سپس با برداشتن پاکت نایلونی گلدان، کلنی مزبور به آرامی به بالای گندم‌های موجود در آن تکان داده شد. این عمل چهار بار تکرار و بدین ترتیب از هر کدام چهار گلدان که می‌توانست

جدول ۲. تیپ آلودگی و میزان مقاومت ارقام و لاین‌های انتخابی گندم نسبت به بیماری سفیدک سطحی در مازندران (۱۳۷۳-۱۳۷۲).

Table 2. Infection type and resistance rate of some cultivars or lines of wheat to powdery mildew in Mazandaran province (1992-1993).

شجره، اصل و نسب ارقام و لاین‌ها Pedigree	تیپ آلودگی Infection type 1994 1994		شدت آلودگی (درصد) Severity infection (Percent)	میزان آلودگی Rate of infection 1994
Falat	3	7	31	23.30*
Alborz	3	7	25	19.44*
Inia	3	8	40	35.55*
Hyrmand (Bayat X (Jar.)jo	3	5	10	5.55
Prl	3	6	25	16.66*
Pf 8160	5	5	35	19.44*
Bez - Kaveh	3	3	5	1.66
Bow	5	5	10	5.55
Ad "m" / Pewee "S"	3	1	0	0.00
las 20-4567-71 x vee "S"	1	3	3	1.00
Kvz / cgn sc 1066-9s-1s ...]	1	4	5	2.22
Prl "S" / vee " S" em 6424	1	5	10	5.55
Carp I I 30724-1c-4c-Oc ...	1	4	1	0.44
Bege / Hork // Alden cmu ...	3	5	25	13.89*
Rmn F3 / 71 / Torim swm	5	7	60	46.66*
Bow "S"/tsi em 64491-14Y ...	1	5	5	2.78
Shahi / kvx / 5 / Shahi / 4 / ...	3	5	25	13.89
Vec "S"/5/1158-57/4/maya ...	1	7	10	7.78
Kvz//cno 67/pj 62/3/mn 6231.	3	5	20	11.11
F231613/cm/Kt//y50//zar ...	1	7	75	58.33*
Capentero / Ald "S"	1	0	0	0.00
Enterlago de montjip	1	4	30	13.33
Rsh / 3/ T. Aest / mo // nac ...	1	6	15	10.00
Anza / 3/ pi / nar // hys ...	1	5	10	5.55
1-66-4/cf 1770	1	7	50	38.89*
Ghods / 4/ A / Anza / 3/ pi/...	1	6	30	13.33
Psi "S" // maya 74 "S"/bow ...	1	6	30	20.00
lapard 6 tapeyara	3	5	25	13.89*
Pf 8237	5	8	80	71.11*
Goy/az / mus / 3/p37	1	5	5	2.78
Pionero inia	1	9	80	80.00*
Milan	1	5	5	2.78
Milan	1	5	15	8.33*
Milan	1	5	10	5.55

Infection type. 0= Resistant

Infection type. 9= Very susceptible

*= The susceptible varieties according their rate of infection in 1994

جدول ۳، عکس العمل بعضی از جنس‌های گرامینه در مقابل مایه‌زنی با کنیدیوم‌های قارچ *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* در گلخانه.

Table 3, Reaction of some genus of poaceae to powdery mildew after inoculation with *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* in greenhouse.

Species of poaceae	گونه‌های گرامینه	Reaction	عکس العمل
<i>Lolium temulentum</i> L.		Non infection	
<i>Avena sativa</i> L.		Non infection	
<i>Aegilops triuncialis</i> L.		Infection	
<i>Phalaris minor</i> Retz.		Non infection	
<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench		Non infection	
<i>Triticum durum</i> L.		Infection	
<i>Secale cereal</i> L.		Non infection	
<i>Hordeum vulgare</i> L.		Non infection	
<i>Triticum aestivum</i> L.		Infection	

معرف چهار نژاد مختلف باشد بدست آمد. در مرحله بعدی ارقام استاندارد (۸ رقم) را در گلدان‌های کوچک کاشته و ۸ گلدان را زیر پوشش قرار داده و پس از گذشت ۷-۵ روز کلنی‌های سفیدک را از بوته‌های تکثیری روی ارقام استاندارد به همان روش قبل پاشیده و برای تک تک گلدان‌ها تکرار گردید. در طول آزمایش رطوبت نسبی گلخانه در حد ماکزیمم و دما در محدوده ۲۵-۸ درجه سانتی‌گراد بود. پس از گذشت ۱۰-۷ روز ارقام استاندارد با دقت مورد بازدید قرار گرفت و برحسب وجود علائم بیماری و باتوجه به جدول بین‌المللی مربوطه، نژادهای عامل سفیدک سطحی شناسائی شد که نتایج در جدول ۴ آمده است.

نتیجه و بحث

۱- تعیین مقاومت ارقام گندم به سفیدک سطحی

از بین بیش از ۴۰۰ رقم گندم مقاوم به بیماری‌ها که ۴۴ رقم انتخاب و در سال ۱۳۷۱ در مزرعه قراخیل کاشته شدند ۳۴ رقم با تیپ آلودگی کمتر از ۵ انتخاب گردید. این ارقام سال بعد در دو ایستگاه قراخیل و بایع کلا در مازندران کشت و پس از تعیین شدت آلودگی (با محاسبه دو فاکتور تیپ آلودگی و درصد آلودگی) و حذف ارقام حساس بالاتر از ۵ تعداد ۱۵ رقم برگزیده شدند (جدول ۲). ارقام کاملاً مقاوم را می‌توان در اصلاح نباتات جهت انتقال

جدول ۴، تعیین نژادهای *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* با استفاده از ارقام افتراقی گندم در گلخانه.

Table 4. Identification of physiological races of *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* with differential varieties in greenhouse.

محل قرار گرفتن ژن روی کروموزوم	نژادها Races			ژن مقاومت Resistance gene	رقم یا لاین Cultivars or line
Gene location on chromosome	52	75	46		
1R/1R	S	S	S	* Pm8	Salzmunde 14.44
SDS	S	S	S	Pm2	Ulka
7 AL	S	S	S	Pm1	Axminster
1 B.5D	R	S	R	Pm2	Helle 13471
1B	R	R	R	Pm4b	Weihenst. M1
7B1	R	S	S	Pm5	Hope
1 AS	S	S	S	Pm3b	Chul
1 A	S	S	S	Pm3a	Carsten V.

Powdery mildew = Pm

* ارقام فوق از آکادمی علوم مجارستان دکتر Szunics و انستیتوی اصلاح و تولید غلات کرواسی دکتر Koric و از دانشکده کشاورزی دانشگاه Kochi دکتر Tosa تهیه گردید.

1- These cultivars obtained from Academy of Science of Majarestan, Dr. Szunics, breeding and production of Korovaci Cereal Institute, Dr. Koric and College of Agriculture, University of Kochi, Dr. Tosa.

ژن مقاوم نسبت به بیماری به ارقام پرمحصول و احیانا حساس استفاده نمود. از بین این ارقام دو رقم بشماره ۹ ("S" / Pewee / "m" Ad) و شماره ۲۱ ("S" / A1d / Carpentero) در مقابل بیماری بترتیب با تیپ آلودگی ۱ و ۰ مقاوم و بقیه نیمه مقاوم (با تیپ آلودگی ۳ تا ۵ در مقیاس ۰-۹) بودند.

رقم Carp II 30724 IC-4C-OC با تیپ آلودگی ۴ و شدت آلودگی ۱ نیز مقاوم است. محققین ارقامی مانند موروکو، سرخ تخم و گلستان را حساس به بیماری معرفی کرده اند (Yazdani, 1994; Okhovvat and Yazdani 1998).

در سالهای قبل ارقامی مانند فلات، البرز و اینیا که مقاوم اعلام شده بودند در این تحقیق حساسیت نشان دادند و آنها را می توان در تیمار شاهد و یا Spreader مورد استفاده قرار داد. نکته قابل ذکر آن است که ارقام با مقاومت عمودی (تک ژنی) ناپایدارتر از ارقام با

مقاومت افقی (پلی ژنتیک) هستند که ارقام اخیر دارای مقاومت نسبی بوده و پایداری طولانی تری نسبت به بیمارگر دارند (Hanlin, 1990; Huang et al., 1997).

۲- تعیین دامنه میزبانی

وضعیت آلودگی گرامینه‌های رویش یافته در مزارع گندم و حاشیه آنها بررسی شد و هیچگونه علائمی از بیماری روی علف‌هرز *Lolium temulentum* L. در مزرعه دیده نشد اما بیماری روی سایر جنس‌ها مشاهده گردید. در شرایط گلخانه تنها گونه‌های دو جنس *Triticum* و *Aegilops* آلودگی داشتند (جدول ۳). این بررسی می‌تواند از لحاظ آگاهی از منابع آلودگی به سفیدک سطحی و نقل و انتقال آن از روی گیاهان میزبان و یا ایجاد نژاد جدید مورد توجه بوده و حائز اهمیت باشد و از بین بردن این منابع و بقایای گیاهان آلوده در کاهش بیماری تاثیر گذار هستند.

بنظر Spencer 1978 نیز دامنه میزبانی قارچ فوق به جنس *Triticum* محدود می‌شود و هیچکدام از کنیدیوم‌های جدا شده از ۴۰ گونه گرامینه وحشی متعلق به ۱۶ جنس، قادر به آلوده کردن گندم زراعی نبود. تنها در یک مورد فرم اختصاصی *tritici* جدا شده از گونه *T. dicoccoides* قادر گردید علاوه بر گندم معمولی، جو را نیز آلوده نماید و تنها گرامینه‌های وحشی متعلق به یک جنس و با یک فرم اختصاصی قارچ آلوده می‌شوند (Spencer, 1978).

جدایه‌هایی از قارچ *B. graminis* که از گندم جدا شده قادر بود در ۳۷ درصد از موارد مایه زنی، گونه *Bromus tectorum* و در ۲۲ درصد موارد مایه‌زنی، گونه *B. biebersteinii* را آلوده کند (Yazdani, 1994). فرم‌های اختصاصی با میزبان‌های خود دقیقا از ارتباط فیلوژنتیکی میزبان تبعیت می‌کند بدین معنی که در مواردی بعضی از گونه‌های *Agropyron* و همچنین اکثر گونه‌های *Aegilops* توسط فرم اختصاصی *tritici* آلوده می‌شدند و لسی جو (*Hordeum vulgare*) آلوده نمی‌شود و این موضوع دقیقا منطبق با رابطه فیلوژنتیکی نزدیکتر گندم با *Agropyron* و *Aegilops* نسبت به جو می‌باشد (Tosa et al., 1990).

می‌توان نتیجه گرفت که علف‌های هرز موجود در مزارع گندم در منطقه مازندران به جز بعضی از گونه‌های *Aegilops* نقشی در زمستان‌گذرانی و اپیدمی شدن بیماری سفیدک

سطحی گندم ندارند اما همانطوریکه قبلا نیز ذکر شد بوته‌های گندم خودرو (Volunteer) نقش عمده‌ای را در اپیدمی شدن بیماری ایفا می‌کنند.

۳- شناسایی نژادهای عامل سفیدک سطحی گندم

براساس نتایج حاصل از مایه‌زنی جدایه‌های مختلف قارچ جمع‌آوری شده از استان مازندران روی ارقام افستراقی (ایزوژنیک) ۳ نژاد ۴۶، ۵۲ و ۷۵ براساس فرضیه ژن بر ژن (Gen for Gen) شناسایی گردیدند، این نژادها در مناطق مختلف مورد بررسی، یکسان بودند. البته امکان وجود نژادهای دیگر و تغییرات آن طی سال‌ها در برخی نقاط استان وجود دارد که نیاز به انجام یک کار گروهی با تحقیقات منسجم و با امکانات گلخانه‌ای لازم و بدون محدودیت زمانی دارد.

منشاء تغییرات در جمعیت قارچ در یک منطقه ممکن است در اثر موتاسیون، ورود اینوکولوم جدید از کانون‌های آلودگی در مناطق دیگر، ترکیب (recombination) ژن‌های ویروالانس در جریان تولید مثل جنسی و غیرجنسی باشد (Yazdani, 1994).

نتایج حاصل از بازدیدهای انجام شده در بهار ۷۳ از گلدان‌های حاوی ارقام استاندارد در حاشیه مزرعه در ایستگاه تحقیقاتی باغ کلا مشخص شد که رقم Weihenst با ژن مقاوم Pm4b روی کروموزوم 1B هیچ گونه علائمی از آلودگی به بیماری سفیدک سطحی را نشان نمی‌دهد که مفهوم آن اینست که این رقم در مقابل تمامی نژادهای موجود در منطقه مقاوم است. بررسی در مقابل نژادهای قارچ در گلخانه نیز مؤید این موضوع می‌باشد. رقم Halle 13471 در مقابل نژادهای ۴۶ و ۵۲ و Hope به نژاد ۵۲ مقاومت نشان داد ولی سایر ارقام حساس بودند (جدول ۴). برهمین اساس، نژادهای ۶۶، ۲۷، ۱۱ و ۳۱ در سال ۷۷-۷۶ و نژادهای ۱۴-۲۸، ۵۸، ۲۱، ۵۰ را در ۷۸ و ۷۷ در مناطق مختلف سیستان بود شناسایی قرار گرفتند (Salari et al., 2000). مقاومت ارقام گندم نسبت به بیماری سفیدک سطحی ممکن است در مراحل مختلف آلودگی متفاوت باشد. در هنگام تشکیل اپرسوریوم (چنگک) با تشکیل پاییل (تغییر حالت مواد دیواره‌ای و مواد ناشناخته دیگر درست در زیر محل نفوذ پاتوژن می‌باشد) که جهت جلوگیری از نفوذ پاتوژن به دیواره سلول اپیدرمی اعمال می‌شود (Tosa et al., 1990).

مکانیسم مقاومت در تعامل جنس میزبان و فرم اختصاصی قارچ و همچنین رقم میزبان و نژاد قارچ، تحت واکنش فوق حساسیت سلول‌های اپیدرم یا مزوفیل قرار می‌گیرد که سبب اختلال و تغییر یا تخریب هوستوریوم (مکه) پاتوژن در سلول‌های میزبان می‌شود. نتیجه این عکس‌العمل در ارقام مقاوم مانع گسترش بیماری و اسپورزایی قارچ شده و میزان خسارت را تقلیل می‌دهد (Spencer, 1978). هوانگ و همکاران (۱۹۹۷) در چین مطالعاتی روی ۹۴ رقم گندم در مقابل ۱۱ جدایه قارچ عامل سفیدک سطحی بعمل آوردند. در این تحقیقات ۴۵ رقم دارای ژن غالب نبودند و ۳۰ رقم ژن مقاوم مجزا داشتند. ژن Pm 8 در اکثر موارد وجود داشت که در ۱۱ رقم بطور جداگانه یافت شد و در ۳ رقم با Pm 4a و در ۳ رقم دیگر با Pm 4b همراه بود. تعداد ۱۲ رقم دارنده کروموزوم جفتی جابجائی گندم چاودار T1BL-IRS ژن Pm 8 را بیان نکردند. ژن Pm2 در ۴ رقم و با Pm 6 در یک رقم بود. ژن‌های Pm 4a و Pm 4b بترتیب در ۴ و ۵ رقم مشاهده شد. ۶ رقم دیگر ژن Pm5 را داشته و یک مجموعه از ژن‌های Pm2+Pm4b+Pm6 در یک رقم وجود داشت. ۱۲ رقم و لاین اصلاح شده نشان دادند که توانستند ژن‌های مقاومت یا ترکیب‌های ژنی موجود در ارقام مختلف را بیان کنند. بیش از ۵ رقم از ۱۲ رقم به همه جدایه‌های آزمایش شده مقاومت داشتند (Huang et al., 1997). در بررسی‌هایی انجام شده (Leath & Heun, 1990) در دانشگاه کارولینای شمالی در زمینه تعیین ژن مقاوم در ۲۲ رقم گندم زمستانه قرمز نسبت به ۲۷ جدایه سفیدک وضع یک رقم کاملاً مشخص نشد در حالیکه بعضی از آنها ژن‌های مقاومی را نداشتند. ژن‌های Pm3a و Pm5 و Pm6 در عده‌ای از ارقام وجود داشت. در بررسی حاضر بعضی از ارقام از جمله / Carpentero "Aid S" نسبت به سفیدک کاملاً مقاوم بود، بدلیل تغییراتی که در شدت بیماری‌زایی (پرازدادی) نژادهای جدید پدید می‌آید باید تغییرات بوجود آمده را در جمعیت پاتوژن 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 معرفی نمود. نکته قابل ذکر آنکه ارقام با مقاومت تک ژنی باعث فشار انتخابی (Selection pressure) در جهت بیماری‌زایی بیشتر در جمعیت بیمارگر می‌شود اما مقاومت نسبی علیرغم تپ آلودگی بالا نرخ اپیدمی را کاهش می‌دهد که قنادها و Knott به آن اشاره دارند (Ghannadha, 1999; Knott, 1988). کوک و وست (Cooke & Weseth, 1990) دوام بیشتر ارقام با مقاومت چند ژنی را از نظر تاخیر در بروز بیماری مناسبتر از ارقام با مقاومت

تک ژنی می‌دانند. لذا محققین در جهت کنترل بیماری‌ها از جمله سفیدک سطحی کشت مخلوط چند رقم را توصیه کرده‌اند.

نتایج مطالعات انجام شده در دانمارک نشان می‌دهد که استفاده از مخلوط واریته‌های گندم زمستانه، شدت بیماری سفیدک سطحی را به میزان ۵۰ درصد کاهش داده و موجب ازدیاد نسبی محصول شد. اختلاف در کرت‌های مخلوط و خالص در برخی موارد از نظر آماری معنی‌دار بوده و گاهی با محصول کرت‌های خالص حساس سمپاشی شده با قارچ‌کش‌ها مشابه مشاهده شده است (Basant *et al.*, 1989; Welling and Olsen, 1991) در آزمایش‌هایی که نسبت‌های دو رقم حساس (گلستان) و مقاوم (میلان) را مخلوط و در مازندران کاشت گردید مشاهده شد که بهترین ترکیب ۵۰/۵۰ می‌باشد و در سال‌هایی که بیماری شدید است در کرت‌های کشت مخلوط ۷۰٪ شدت بیماری در مقایسه با کرت‌های یک رقم حساس به بیماری کاهش یافت و عملکرد بمیزان ۱۷۵۰ کیلوگرم در هکتار افزوده شد (Okhovvat and Yazdani, 1998). شیوه انتخاب رقم مناسب بر علیه نژادی از عامل بیماری‌زا در مناطق شیوع بیماری‌ها و کاشت مخلوط چند رقم بایستی با دید کارشناسی و تخصص اصلاح نباتات، زراعت و گیاه‌پزشکی با رعایت مبارزه تلفیقی بر علیه آفات و بیماری‌ها از جنبه‌های مختلف بطور مداوم مورد بررسی و استفاده قرار گیرد (Salari *et al.*, 2000).

سپاسگزاری

این بررسی، در قالب طرح تحقیقاتی از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه تهران با همکاری مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر در مازندران و دانشکده کشاورزی در کرج به اجرا درآمده که از دست اندرکاران ذیربط تشکر می‌گردد.

نشانی نگارندگان: مهندس محمد سالاری، گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج، مهندس داراب یزدانی، گروه بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج، دکتر سید محمود اخوت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج، دکتر عظیم اکبری حقیقی، مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر وزارت جهاد کشاورزی.