

ارزیابی مقاومت لاین‌های امید بخش گندم اقلیم سرد (C-81) نسبت به بیماری زنگ زرد در اردبیل

• صفرعلی صفوی

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل

• محمد ترابی

عضو هیات علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

تاریخ دریافت: اسفندماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: مردادماه ۱۳۸۶

Email: safavi_502002@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش ۱۵ لاین امید بخش گندم مربوط به اقلیم سرد به منظور تعیین میزان مقاومت آن‌ها نسبت به زنگ زرد در اردبیل ارزیابی شدند. هر یک از ژنوتیپ‌های آزمایشی در دو خط یک متری بر روی یک پشته به فاصله ۳۰ سانتی متر از یکدیگر تحت شرایط آبیاری مه‌پاش و آلودگی مصنوعی کشت گردیدند. آزمایش در طی سال‌های زراعی ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ و بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. به منظور استقرار بهتر بیماری، علاوه بر کاشت رقم حساس بولانی در فاصله هر ۵ لاین، اطراف قطعه آزمایش نیز بوسیله دو خط از رقم مذکور محصور گردید. عملیات تلقیح مصنوعی خزانه در فصل بهار و در فاصله بین زمان ساقه دهی تا قبل از ظهور برگ پرچم با مخلوط اسپور زنگ زرد و پودر تالک به کمک گردپاش و در هنگام غروب انجام شد. یادداشت برداری از شدت بیماری بر اساس مقیاس اصلاح شده کاب و همچنین از واکنش گیاه به آلودگی (تیپ آلودگی) طبق روش Roelfs و همکاران انجام گردید (۲۵). سپس از ترکیب این دو ضریب آلودگی (Coefficient of infection= CI) محاسبه گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ساده و مرکب بیانگر تفاوت معنی‌دار بین لاین‌ها و اثر متقابل لاین × سال در سطح احتمال ۱٪ بود. مقایسه میانگین ضرایب آلودگی برای دو سال (به صورت جداگانه و با هم) و برای مقادیر rAUDPC در سال ۱۳۸۳ نشان داد که لاین‌های C-۸۱-۱۵ (شاهد) و C-۸۱-۲ دارای بالاترین ضریب آلودگی و مقدار rAUDPC بوده و به عنوان لاین‌های حساس در نظر گرفته شدند. همچنین لاین‌های C-۸۱-۱ و C-۸۱-۱۲ مقدار متوسطی از ضریب آلودگی و مقدار rAUDPC را داشتند که به عنوان لاین‌های نیمه حساس انتخاب شدند. بقیه لاین‌ها هیچگونه آلودگی نداشته و یا در سطح پایینی از آلودگی بودند بنابراین به عنوان لاین‌های مقاوم و یا نیمه مقاوم انتخاب شدند.

کلمات کلیدی: گندم، زنگ زرد، ارزیابی مقاومت، rAUDPC

Pajouhesh & Sazandegi No 78 pp: 180-187

Resistance evaluation of elite wheat lines of cold area (C-81) to yellow rust in Ardabil

By: S. A. Safavi Agricultural Research Center and Natural Resources of Ardabil, M. Torabi Seed and Plant Improvement Research Institute-Karaj

In this research, 15 Elite wheat lines of cold area were evaluated to yellow rust in Ardabil in order to determine their resistance level. Each genotype was planted in two 1 m long rows spacing 30 cm apart and under mist irrigation with artificial inoculation. The experiment was conducted in 2002-2004 cropping years, based on complete block design with three replications. To increase disease development, a susceptible cultivar (Bolani) was sowed among lines (5 entry intervals) and also as borders of nursery. Besides, artificial inoculation of the nursery was carried out using a mixture of spores and talcum powder at sun set and Gs36 stage by means of a duster. The disease severity and infection type were recorded respectively based on the modified Cobb's scale and Roelfs et al. Method. Then, coefficients of infection (CI) were calculated by combination of disease severity and infection type. Results of simple and combined variance analysis showed significant differences among lines and line \times year at %1 probability level. Mean comparison of CI for two years (separately and combined) and of rAUDPC (relative Area Under Disease Progress Curve) for 2004 indicated that the lines; C-81-15 (check) and C-81-2 had the highest CI and rAUDPC. The lines C-81-1 and C-81-12 had the moderate level of CI and rAUDPC, therefore they were selected as moderately susceptible lines. The rest of lines had not any infection or were at low level of infection. Thus, they were selected as resistant or moderately resistant lines.

Key words: Wheat, Yellow rust, Resistance evaluation, rAUDPC**مقدمه**

نوع مقاومت مشکل تراز مقاومت کیفی می‌باشد (۱۱).

در زمینه ارزیابی مقاومت ارقام و لاین‌های گندم نسبت به زنگ زرد از سال‌ها پیش تاکنون تحقیقات متعددی در نقاط مختلف دنیا صورت گرفته است. Dijik و همکاران (۱۵) در آزمایشی که با ارقام مختلف گندم در مقابل ۱۶ نژاد زنگ زرد در هلند انجام دادند ۲۹ رقم دارای مقاومت پایدار را در مقایسه با ۸ رقم دارای مقاومت ناپایدار، مقاوم‌تر معرفی نمودند. Arora و همکاران (۴) در مقایسه ۱۵۸ رقم گندم نان و دوروم از نظر مقاومت به زنگ زرد و قهوه‌ای در هند، فقط ۱۴ لاین را مقاوم به زنگ زرد و ۴ لاین را مقاوم به زنگ قهوه‌ای گزارش نمودند. استفاده از مقاومت گیاهچه‌ای و گیاه کامل در ارقام گندم در ارتباط با زنگ زرد در نیوزیلند توسط Cromey (۱۳) گزارش شده است. Beresford (۷) مقیاس مقاومت در مرحله گیاه کامل را ۵٪ آلودگی برگ پرچم ذکر کرده و رقم Karama را (با ۵٪ آلودگی) نسبت به رقم Tiritea با ۸۰ تا ۱۰۰٪ آلودگی، رقم مقاوم معرفی نمود.

Saidi و همکاران (۲۷) در ارزیابی مقاومت ۳۸ لاین و رقم پیشرفته نسبت به ۳ نژاد زنگ زرد در مرحله گیاهچه‌ای از اجزای مقاومت یادداشت برداری نمودند که بر این اساس اغلب لاین‌ها مقاومت خوبی نسبت به نژادهای مورد استفاده نشان دادند. این ارقام از نظر تیپ آلودگی و دوره نهان آلودگی^۴ تفاوت معنی‌داری با هم داشتند و تعدادی از این لاین‌ها مقاومت بالایی را نسبت به این ۳ نژاد که از نظر ویروالانس متفاوت بودند نشان دادند.

در تحقیق دیگری مقاومت مزرعه‌ای ۲۰ لاین امیدبخش گندم اقلیم سرد تحت شرایط آلودگی مصنوعی و طبیعی در اردبیل بررسی شد و مشخص گردید که لاین‌های C-۸۰-۲۰، C-۸۰-۱۶، C-۸۰-۱۱، C-۸۰-۱۰، C-۸۰-۴ دارای واکنش مقاوم یا نیمه مقاوم بودند (۱).

دوام مقاومت به زنگ‌های غلات به شناسائی و استفاده از منابع مقاومت پایدار و یا استفاده از منابع مقاومت جدید در ترکیب با ژن‌های مقاومت مؤثر

زنگ زرد گندم با عامل *Puccinia striiformis* Westend. f.sp. tritici Eriksson یکی از بیماری‌های مهم این محصول در سراسر دنیا می‌باشد (۱۲). منشاء زنگ زرد گندم را در جنوب منطقه‌ای بین دریای سیاه و دریای خزر دانسته‌اند و بیماری از این منطقه به تمام نقاط دنیا پراکنده شده است (۳۴). خسارت ناشی از این بیماری بواسطه دانه‌های چروکیده و آسیب‌پنجه‌ها می‌تواند تا ۵۰٪ رسیده و تا ۱۰۰٪ افت محصول نیز دیده می‌شود (۲۵). در چند دهه گذشته این بیماری به دفعات به صورت همه‌گیر در کشورهای آسیای میانه و غرب آسیا ظاهر شده و خسارات چشمگیری به محصول وارد نموده است. در ترکیه در سالهای ۱۹۹۱ و ۱۹۹۸ خسارت این بیماری روی رقم Gerek ۷۹ به ترتیب ۲۶/۵٪ و ۵۰٪ برآورده شده است (۹). در کشور سوریه نیز در طی ۱۰ سال گذشته همه‌گیری‌های متعدد زنگ زرد گزارش شده است که شدیدترین آن مربوط به سال ۱۹۹۸ بوده است. این بیماری در سال ۱۹۹۴، ۳۰٪ کل محصول این کشور را که عمدتاً با کشت ارقام ۸۲ Seri و Mexipak تأمین می‌شد، از بین برد (۲۰، ۲۱). ارزش کنترل بیماری زنگ زرد گندم در کشور استرالیا نیز حدود ۱۳۹ میلیون دلار استرالیا تخمین زده شده است (۱۰). در ایران میزان خسارت وارده ناشی از همه‌گیری زنگ زرد گندم در سال ۱۹۹۳ حدود ۱/۵ میلیون تن و به عبارتی ۱۵٪ از محصول گندم برآورد شد (۳۷).

در بین روش‌های موجود برای کنترل زنگ زرد، استفاده از ارقام مقاوم مؤثرترین، اقتصادی‌ترین و از لحاظ محیطی سالم‌ترین روش می‌باشد (۱۹). دو نوع مقاومت در رابطه پاتوژن و میزبان گزارش شده است. مقاومت فوق حساسیت (کیفی)^۱ و مقاومت کمی^۲ (۲۸). مقاومت کمی مدت زمان زیادی دوام آورده و در واقع همان مقاومت پایدار است اما مقاومت کیفی مدت زمان کوتاهی پایدار می‌ماند، استفاده از مقاومت کمی در برنامه به نژادی مستلزم آزمایشات مزرعه‌ای دقیق بوده و از لحاظ ژنتیکی اصلاح برای این

بستگی دارد (۵). در این راستا پژوهش حاضر نیز به منظور تعیین میزان مقاومت ۱۵ لاین امیدبخش گندم اقلیم سرد انجام گردید تا منابع مقاومت جدید به منابع مقاومت قبلی افزوده شوند و در صورت دارا بودن صفات مطلوب دیگر و مقاومت پایدار احتمالاً معرفی خواهند شد.

مواد و روش‌ها

بررسی حاضر در سال‌های زراعی ۸۲-۱۳۸۱ و ۸۳-۱۳۸۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل (واقع در فاصله ۱۵ کیلومتری جنوب غربی جاده اردبیل-خلخال با طول جغرافیای ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵۴ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۴۳۵ متر) به منظور ارزیابی مقاومت ۱۵ لاین امید بخش گندم اقلیم سرد (جدول ۱) به اجرا درآمد. مواد منتخب برای این بررسی در سال‌های قبل در آزمایشات مقایسه عملکرد پیشرفته در مناطق مختلف کشور نسبت به زنگ زرد ارزیابی شده بودند.

هر کدام از لاین‌ها به میزان ده گرم روی دو خط یک متری با فاصله ۳۰ سانتی متر از همدیگر روی یک پشته کاشته شدند و بعد از هر پنج رقم و نیز در کل حاشیه آزمایش روی دو خط یک متری (یک پشته) رقم حساس بولانی کشت گردید. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد و در طول فصل زراعی عملیات داشت شامل آبیاری غرقابی (یک بار در فصل پاییز و ۵ بار در فصل بهار با فاصله هر ده روز یکبار)، آبیاری مه‌پاش، وجین علفهای هرز، کودپاشی و یکبار اسپورپاشی انجام گرفت. عملیات تلقیح مصنوعی خزانه در فاصله بین زمان ساقه‌دهی تا قبل از ظهور برگ پرچم (Gs) با مخلوط اسپور زنگ زرد (که در فصل زراعی سال قبل جمع‌آوری و در یخچال نگهداری شده بودند) و پودر تالک به کمک گردپاش و در هنگام غروب انجام گردید. یادداشت برداری از شدت بیماری زنگ زرد در سه نوبت و به فاصله هر ۷ روز یکبار از زمان ظهور برگ پرچم (Gs۴۷) تا مرحله گلدهی (Gs۶۹) براساس مقیاس اصلاح شده کاب پیشنهادی Peterson و همکاران (۲۴) انجام شد. همچنین از واکنش گیاه (تیپ آلودگی) بر اساس روش Roelfs و همکاران یادداشت برداری گردید (۲۵). سپس داده‌های مربوط به شدت بیماری و عکس العمل میزبان با هم ترکیب شده و از ترکیب آن‌ها ضریب آلودگی محاسبه گردید. ضریب آلودگی از ضرب شدت بیماری در ثابت مربوط به عکس‌العمل میزبان (imm=۰/۱۰، R=۰/۲، MR=۰/۴، M=۰/۶، MS=۰/۸، S=۱) بدست آمد (۳۵). داده‌های ضریب آلودگی پس از تبدیل با معادله $X = \sqrt[3]{CI + 0.5}$ برای محاسبه سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری^۵ (AUDPC) با فرمول زیر:

$$AUDPC = \frac{[n_1(x_1+x_2)] + [n_2(x_2+x_3)]}{2}$$

استفاده شدند که در این فرمول: AUDPC = سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری، n_1 = فاصله اولین یادداشت برداری با دومین یادداشت برداری به روز، n_2 = فاصله دومین یادداشت برداری با سومین یادداشت برداری، x_1 ، x_2 ، x_3 به ترتیب ضریب آلودگی اولین، دومین و سومین یادداشت برداری می‌باشند (۲۳). همچنین برای محاسبه مقدار نسبی سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری^۶ (rAUDPC) از فرمول:

$$rAUDPC = \frac{AUDPC \times 100}{\text{رقم حساس}}$$

استفاده گردید (۸).

داده‌های بدست آمده از ضریب آلودگی، AUDPC، rAUDPC با استفاده از نرم افزار Mstatc تجزیه واریانس گردیده و معنی دار بودن میزان آلودگی لاین‌ها با مقایسه میانگین آن‌ها مشخص گردید.

نتایج

با مشاهده میزان آلودگی لاین حساس در سالهای ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ ملاحظه شد که آلودگی بسیار خوبی در خزانه مستقر گردیده بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای ضرایب آلودگی در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳، سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) و مقدار نسبی آن (rAUDPC) در سال ۱۳۸۳ بیانگر تفاوت معنی‌دار بین لاین‌ها در سطح احتمال ۱٪ بود (جدول ۲). در مقایسه میانگین ضریب آلودگی لاین‌ها در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ (بطور جداگانه و با هم) مشخص گردید که از ۱۵ لاین بررسی شده لاین‌های C-۸۱-۱۵ (شاهد) و C-۸۱-۲ دارای بیشترین آلودگی بودند که به عنوان لاین‌های حساس و لاین‌های C-۸۱-۱ و C-۸۱-۲ که آلودگی متوسطی داشتند به عنوان لاین‌های نیمه حساس در نظر گرفته شدند (جدول ۴). بقیه لاین‌ها آلودگی جزئی داشته و یا اصلاً آلودگی نداشتند و به عنوان لاین‌های نیمه مقاوم و یا مقاوم انتخاب شدند.

در بررسی مقادیر سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری و مقدار نسبی آن (جدول ۴) همچنین مشخص گردید که لاین‌های C-۸۱-۱۵ (شاهد) و C-۸۱-۲ دارای بیشترین مقدار بودند که به عنوان لاین‌های حساس و لاین‌های C-۸۱-۱ و C-۸۱-۲ که AUDPC و rAUDPC متوسطی داشتند به عنوان لاین‌های نیمه حساس انتخاب گردیدند. بقیه لاین‌ها مقادیر AUDPC و rAUDPC کمتری داشتند.

تجزیه واریانس مرکب ضریب آلودگی لاین‌ها در جدول ۳ نیز نشان می‌دهد که تفاوت لاین‌ها و اثر متقابل لاین × سال در سطح ۱٪ معنی دار است.

بحث

روش مقایسه ضریب آلودگی به علت همبستگی با کاهش محصول در اثر آلودگی به زنگ‌های غلات به عنوان یکی از روش‌های مناسب ارزیابی ذکر شده است (۲۲). با وجود این، در این بررسی برای مقایسه لاین‌ها علاوه بر استفاده از معیار ضریب آلودگی از سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) نیز استفاده گردیده است. استفاده از AUDPC در مقایسه لاین‌ها به این دلیل مورد تاکید است، زیرا یک معیار کمی از کل مقاومت بوده و تمام مولفه‌های مقاومت نظیر فراوانی آلودگی، دوره نهان آلودگی، اندازه ارودیوم و مقدار اسپورزایی را در یک سطح مشخص می‌سازد (۲۳). بنابراین لاین‌هایی که دارای مقدار پایین AUDPC و rAUDPC باشند احتمال دارد از مقاومت پایدار برخوردار باشند.

لاین‌هایی که در این بررسی آلودگی جزئی داشته و یا اصلاً آلودگی نداشتند احتمال دارد مقاومت این لاین‌ها به علت ژن‌های مقاومت اختصاص - نژادی^۷ بوده و یا به دلیل اثر افزایشی^۸ چند ژن مقاومت بزرگ اثر^۹ باشد که به صورت اختصاص - نژادی عمل می‌کنند (۱۸). با توجه به تجربه سالهای قبل، لاین‌هایی که دارای ژن‌های مقاومت اختصاص - نژادی باشند احتمال شکست آن‌ها در اثر تغییر ویرولانس عامل بیماری بالا خواهد بود (۳).

جدول ۱- مشخصات لاین‌های امید بخش گندم مورد بررسی در این مطالعه

Ent. No.	Plot No.		Pedigree	Origin
	2003	2002		
1	C-81-1	-	Shahreyar (C-73-20)	-
2	C-81-2	-	C-75-5	-
3	C-81-3	4	1-61-12/Tjn	Karadj
4	C-81-4	6	Ald " s"/Snb " s"/6/T. Aest / 5/ Ti / 4 /La /3 /Fr /Kad / Gb	Karadj
5	C-81-5	7	Ures 81 // HD 2206 / Hork " s"/ 3/ 1-67-78	Karadj
6	C-81-6	8	Fin /Acc // Ana / 3 Pew " s"/ 4 F12. 71/ Coc // Cno 79	Karadj
7	C-81-7	18	Pri " s"/ Pew " s"// Shi # 4414 / Crow" s"	Karadj
8	C-81-8	19	Bow " s"/ Crow" s"// GRU 90- 204781	Karadj
9	C-81-9	31	1-27-6275/ Cf 1770/5/ Ghods/ 4 / Anza / 3 /...	Miandoab
10	C-81-10	32	1-27-6275/ Cf 1770/5/ Ghods/ 4 / Anza / 3 /...	Miandoab
11	C-81-11	34	K 2340 /Sx // Mt / Gb/ 3/K340 / Fr/ Pi /...	Miandoab
12	C-81-12	40	Vee " s"/Tsi / 5 / Wal / 3 / 1154/45/Wal/ Su 92 / 4 Sol	Karadj
13	C-81-13	57	Torik-15	AYT
14	C-81-14	59	Vorona/Kauz	AYT
15	C-81-15	-	Bolani	-

جدول ۲. تجزیه واریانس ساده ضریب آلودگی، rAUDPC، AVDPD و ۱۵ لاین امیدبخش گندم اقلیم سرد (C-۸۱) نسبت به زنگ زرد گندم

میانگین مربعات rAUDPC سال ۱۳۸۳	میانگین مربعات AUDPC سال ۱۳۸۳	میانگین مربعات ضریب آلودگی سال ۱۳۸۳	میانگین مربعات ضریب آلودگی سال ۱۳۸۲	درجه آزادی	منبع تغییرات
۲۱/۸۱ ^{ns}	۳۸/۷۳ ^{ns}	۱۶/۲۶ ^{ns}	۲/۴۸ ^{ns}	۲	تکرار
۲۱۵۵/۱۶ ^{***}	۳۲۸۵/۲۰ ^{***}	۲۶۲۹/۱۴ ^{***}	۳۶۲۹/۳۰ ^{***}	۱۴	تیمار
۱۹/۰۲	۲۸/۷۴	۲۴/۸۳	۷/۸۲	۲۸	اشتباه آزمایشی
۲۰/۶	۲۰/۵	۳۵/۶	۱۷/۱		ضریب تغییرات

ns = غیر معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ *** = تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪

صفات مانند ژن‌های مقاومت HTAP باشد. در این نوع مقاومت بسته به دمای محیط واکنش گیاه متفاوت است بطوریکه در بررسی Shultz, Line (۲۹) مشخص گردیده است که گیاهان بالغ نسبت به زنگ زرد در چرخه حرارتی روزانه ۱۰ تا ۳۰ درجه سانتیگراد مقاوم و در چرخه حرارتی روزانه ۲۱-۶ درجه سانتیگراد حساس می‌باشند. همچنین ارقام مختلف در حرارت‌های مختلف درجات متفاوتی از مقاومت HTAP را نشان می‌دهند (۲۹).

با توجه به پتانسیل بالای عامل بیماری در ایجاد نژادهای جدید به دلیل مهاجرت آسان در مسافت‌های طولانی، انتشار وسیع، موتاسیون و فشار انتخابی (۶، ۱۷) توصیه می‌گردد که در انتخاب مواد و معرفی آن‌ها بر مقاومت پایدار تاکید شود که مقاومت تدریجی (۱۴، ۳۶) و مقاومت HTAP (۲۹) از این نوع مقاومت می‌باشند.

بروز حساسیت در تعداد زیادی از ارقام جدید و آن هم پس از مدت کوتاهی بعد از توسعه کشت نشان دهنده وجود ژن‌های مقاومت اختصاص - نژادی در این ارقام است (۳). علاوه بر این تکیه بر مقاومت کامل وبدون هر گونه آلودگی و یا آلودگی کم و با تیپ آلودگی مقاوم (R) در انتخاب ارقام تاکیدی بر نحوه انتخاب ژن‌های مقاومت اختصاصی نسبت به نژاد بوده است این موضوع به خوبی در شناسنامه معرفی اکثر ارقام معرفی شده پس از همه‌گیری سال ۱۳۷۲ مشهود است (۳).

بنابراین تکیه بر مقاومت پایدار بایستی مهمترین دغدغه به نژادگران باشد. زیرا ارقام دارای این مقاومت‌ها علیرغم تغییرات و پروانسان عامل بیماری چندین سال دوام آورده و پایدار مانده‌اند. به عنوان مثال رقم Luke را می‌توان نام برد که از زمان معرفی آن در سال ۱۹۷۰ در آمریکا تا به حال مقاومت قابل قبولی در برابر زنگ زرد از خود نشان داده است و دلیل این امر به علت مقاومت HTAP می‌باشد (۲۳). این نوع مقاومت که در مرحله گیاه کامل و در چرخه حرارتی ۳۰-۱۰ ظاهر می‌گردد (۲۹)، بدلیل اینکه توسط چند ژن کنترل می‌شود و این ژن‌ها اثرات جزئی داشته اما به صورت افزایش عمل می‌کنند، بنابراین از حالت پایداری برخوردار خواهد بود (۲۳). در مشاهدات شخصی نگارنده نیز ارقام Nugaines و Luke که دارای مقاومت HTAP می‌باشند (۲۳)، طی چندین سال بررسی در اردبیل (از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵) مقاومت قابل قبولی نسبت به زنگ زرد نشان داده‌اند (تحقیقات منتشر نشده است) و رقم Luke نسبت به رقم Nugaines متحمل تر بوده‌است.

بحث و نتیجه‌گیری کلی

اگر چه لاین‌های مورد بررسی در این پژوهش از بین مواد آزمایشات مقایسه عملکرد پیشرفته انتخاب گردیده اند که در نقاط مختلف در برابر نژادهای مختلف ارزیابی شده‌اند (تحقیقات منتشر نشده است). با وجود این، استفاده از پاتوتیپ‌های مختلف در ارزیابی مقاومت ارقام ولاین‌ها در شرایط کنترل شده در مرحله گیاهچه‌ای می‌تواند تا حدودی به تشخیص ژن‌های مقاومت و تعیین میزان موفقیت در ایجاد تنوع ژنتیک مقاومت در ارقام ولاین‌های پیشرفته منجر گردد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان دهنده کاربرد چشمگیر ژن‌های مر بوط به مقاومت اختصاصی در برنامه به نژادی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه است واکنش مزرعه‌ای این ژنوتیپ‌ها این ادعا را تایید می‌کند، لذا با توجه به اینکه این نوع مقاومت‌ها معمولاً ناپایدار هستند افزایش تعداد منابع مقاومت به بیماری و به ویژه استفاده از منابع مقاومت پایدار مبتنی بر مقاومت تدریجی و HTAP توصیه می‌گردد.

بنابراین در انتخاب چنین لاین‌های باید دقت نمود تا در صورت وجود ژن‌های مقاومت دیگر (بویژه مقاومت پایدار) آن‌ها را به عنوان منبع مقاوم معرفی کرد. برای اثبات وجود ژن‌های دیگر به آزمایشات دقیق تجزیه ژنتیکی نیاز خواهد بود.

لاین‌هایی که آلودگی متوسط دارند احتمال اینکه چنین لاین‌هایی دارای ژن‌های کوچک اثر^{۱۰} بوده و به صورت افزایشی عمل کنند بالا می‌باشد (۲، ۱۶). در این لاین‌ها احتمال وجود ژن‌های کنترل کننده مقاومت تدریجی^{۱۱} و ژن‌های مقاومت گیاه کامل در درجه حرارت بالا^{۱۲} (HTAP) زیاد است. از آنجا که این نوع مقاومت‌ها به دلیل اثر افزایشی ژن‌ها مدت زمان زیادی دوام می‌آورند (۱۴، ۲۹)، بنابراین بایستی بیشتر مورد توجه قرار گیرند. همانطوریکه در مورد لاین‌های کاملاً مقاوم نیز اشاره شد برای اثبات وجود ژن‌های مقاومت HTAP و مقاومت تدریجی آزمایشات تجزیه ژنتیکی دقیق ضروری می‌باشد.

لاین‌هایی که آلودگی بالایی (ضریب آلودگی بیشتر از ۲۰) دارند برای انتخاب به عنوان منبع مقاومت و معرفی توصیه نمی‌گردند (۲).

نکته قابل توجه در این بررسی وجود رقم Anza در شجره لاین‌های C-۸۱-۱۰ و C-۸۱-۹ می‌باشد (جدول ۱). رقم مذکور به دلیل دارا بودن ژن‌های مقاومت Yr18 و Lr34 که به ترتیب مسئول مقاومت تدریجی نسبت به زنگ زرد و زنگ قهوه‌ای هستند (۳۶) و نیز ژن BdV1 که نسبت به ویروس کوتولگی زرد جو^{۱۳} مقاوم می‌باشد (۳۱)، دارای اهمیت است. بنابراین لاین‌های دارنده رقم مذکور بایستی مورد توجه باشند زیرا ژن‌های یاد شده با یکدیگر (۳۱) و با نکرور نوک برگ پیوستگی دارند (۳۰) و در صورتی که لاین‌های حامل رقم Anza در شجره خود از ژن‌های دیگر مقاومت تدریجی و نیز ژن‌های مقاومت HTAP برخوردار باشند از مقاومت پایداری برخوردار خواهند بود.

در شجره لاین‌های C-۸۱-۷، C-۸۱-۸، C-۸۱-۸ رقم Crow به کار رفته است (جدول ۱) که این نکته نیز بایستی مورد توجه واقع شود زیرا این لاین‌ها علاوه بر داشتن مقاومت کامل به بیماری زنگ زرد، به دلیل داشتن رقم Crow دارای ژن Lr34 همراه با دو تا سه ژن اضافی دیگر می‌باشند (۳۲) که مسئول مقاومت تدریجی نسبت به زنگ قهوه‌ای هستند. بنابراین در صورت اثبات پایداری مقاومت (با انجام آزمایشات دقیق تجزیه ژنتیکی) لاین‌های مذکور می‌توانند در صورت دارا بودن صفات مطلوب زراعی به عنوان منبع مقاومت انتخاب شده و یا مستقیماً برای معرفی کاندیدا شوند.

لاین C-۸۱-۱۴ بدلیل داشتن رقم Kauz در شجره خود (جدول ۱) دارای ژن Yr9 می‌باشد (۲۲). ژن یاد شده نسبت به نژاد زنگ زرد اردبیل حساس می‌باشد (۲۶) بنابراین، بایستی ژن یا ژن‌های دیگری در ساختار این لاین باشد تا واکنش آن در برابر بیماری زنگ زرد به صورت مقاومت بروز نماید.

در جدول ۳ ملاحظه می‌شود که اثر متقابل لاین × سال در سطح ۱٪ معنی دار شده است. وجود چنین حالتی با توجه به نتایج محققین دیگر دور از انتظار نیست. با ملاحظه جدول ۵ تفاوت درجه حرارت و رطوبت در زمان گسترش بیماری در دو سال ۸۲ و ۸۳ مشهود است، از طرفی تغییرات آب و هوا به راحتی در اثرات متقابل پاتوژن - میزبان تأثیر گذاشته و حتی مقاومت آن‌ها را نیز تغییر می‌دهد (۳۳). بنابراین اثر متقابل لاین × سال در بررسی حاضر نیز می‌تواند بدلیل تغییرات داده‌های محیطی و اثر آن روی برخی

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب داده‌ها برای ضریب آلودگی ۱۵ لاین امیدبخش گندم اقلیم سرد (C-۸۱) نسبت به بیماری زنگ زرد در ۲ سال

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح احتمال
سال	۱	۹۸/۱۷	۹۸/۱۷	ns ۴/۵	۰/۰۸۰۸
اشتباه اصلی	۴	۷۲/۷۱	۱۸/۱۷	-	-
لاین	۱۴	۸۵۶۳۹/۲۸	۶۱۱۷/۰۹	۳۵۱/۲۳ ^{**}	۰/۰۰۰
لاین×سال	۱۴	۱۷۱۱/۸۲	۱۲۲/۲۷۳	۷/۰۲ ^{**}	۰/۰۰۰
اشتباه فرعی	۵۶	۹۷۵/۲۸	۱۷/۴۱۶		
کل	۸۹	۸۸۴۹۷/۲۸	-		
ضریب تغییرات					٪۲۷/۲۶

ns = غیر معنی‌دار در سطح ٪۱ و ٪۵ *** = تفاوت معنی‌دار در سطح ٪۱

جدول ۴- مقایسه میانگین ضریب آلودگی، AUDPC و rAUDPC ۱۵ لاین امیدبخش گندم اقلیم سرد (C-۸۱) نسبت به بیماری زنگ زرد بر اساس آزمون دانکن

لاین‌ها	میانگین ضریب آلودگی سال ۱۳۸۲	میانگین ضریب آلودگی سال ۱۳۸۳	AUDPC سال ۱۳۸۳	rAUDPC سال ۱۳۸۳	میانگین ضریب آلودگی دو سال
C-۸۱-۱	۱۷/۳۳C	۲۱/۳۳C	۴۶/۷C	۳۷/۸ C	۱۹/۳۳ C
C-۸۱-۲	۱۰۰A	۶۶/۶۷B	۷۸/۴B	۶۳/۵B	۸۳/۳ B
C-۸۱-۳	۰/۰۰D	۰/۰۰D	۹/۸E	۷/۹ E	۰/۰۰ D
C-۸۱-۴	۰/۰۰D	۰/۰۰D	۹/۸ E	۷/۹ E	۰/۰۰ D
C-۸۱-۵	۰/۰۰D	۰/۰۰D	۹/۸ E	۷/۹ E	۰/۰۰ D
C-۸۱-۶	۰/۰۰D	۰/۰۰D	۹/۸ E	۷/۹ E	۰/۰۰ D
C-۸۱-۷	۰/۰۰D	۰/۰۰D	۹/۸ E	۷/۹ E	۰/۰۰ D
C-۸۱-۸	۰/۰۰D	۰/۰۰D	۹/۸ E	۷/۹ E	۰/۰۰ D
C-۸۱-۹	۰/۰۰D	۱/۳۳ D	۱۱/۴ E	۹/۲ E	۰/۶۶ D
C-۸۱-۱۰	۰/۰۰D	۰/۰۰D	۹/۸ E	۷/۹ E	۰/۰۰ D
C-۸۱-۱۱	۲/۶۶ D	۲/۶۶ D	۱۳/۱ E	۱۰/۶ E	۲/۶۶ D
C-۸۱-۱۲	۲۵/۳۳B	۱۷/۳۳ C	۲۶/۵ D	۲۱/۳ D	۲۱/۳۳ C
C-۸۱-۱۳	۰/۰۰D	۰/۰۰D	۹/۸ E	۷/۹ E	۰/۰۰ D
C-۸۱-۱۴	۰/۰۰D	۰/۶۶ D	۱۲/۸ E	۱۰/۳ E	۰/۳۳ D
C-۸۱-۱۵	۱۰۰ A	۱۰۰ A	۱۲۳/۵ A	۱۰۰ A	۱۰۰ A

اختلاف بین میانگین‌های هر ستون که دارای حرف مشترک نیستند با آزمون دانکن در سطح ٪۱ معنی‌دار است

جدول ۵- میانگین داده‌های هواشناسی از زمان ظهور اولین علائم زنگ زرد تا آخرین یادداشت برداری در سالهای ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در اردبیل

سال ۱۳۸۳			ماه	سال ۱۳۸۲			ماه
میزان بارندگی (mm)	رطوبت نسبی (%)	میانگین حرارت (درجه سانتی‌گراد)		میزان بارندگی (mm)	رطوبت نسبی (%)	میانگین حرارت (درجه سانتی‌گراد)	
۵۴/۴	۶۴/۶	۱۴/۱	نیمه دوم اردیبهشت	۱۲/۹	۶۷/۲	۱۲	نیمه دوم اردیبهشت
۱۱/۴	۷۰	۱۵	خرداد	۲۶/۸	۷۱	۱۴/۸	خرداد
۲/۵	۶۵/۳	۱۹/۸	دهه اول تیر	۰/۸	۷۵/۶	۱۳/۵	دهه اول تیر

۱۳۷۹؛ وضعیت بیماریزایی *Puccinia striiformis* و عکس العمل ارقام اصلاح شده و رگه‌های پیشرفته گندم نسبت به زنگ زرد در استانهای شمالی ایران. نهال و بذر ۱۶: ۴۲۴ - ۳۹۳.

4- Arora, P. C., A. Gupta, B. Ramand, and S. Singh. 1988; Screening of wheat germplasm against brown and yellow rust. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology 17: 69-71.

5- Bariana, H. S. and R. A. McIntosh. 1995; Genetics of adult plant resistance in four Australian and the French cultivar Hybrid de Bersee. Plant Breeding 114: 485-491.

6- Ben Yehuda, P., T. Eilam, J. Manisterski, A. Shimoni and Y. Akster. 2004; Leaf rust on *Aegilops speltoides* caused by a new forma specialis of *Puccinia triticina*. Phytopathology 94: 94-101.

7- Beresford, R. M. 1982; Stripe rust (*Puccinia striiformis*), a new disease of wheat in Newzealand. Cereal Rust Bulletin 10: 35-41.

8- Bjarko, M. E., and R. F. Line. 1988; Heritability and number of genes controlling leaf rust resistance in four cultivars of wheat. Phytopathology 78: 457-461.

9- Braun, H. I. and E. E. Saari. 1992; An assessment of the potential of *Puccinia striiformis* f. sp. tritici to cause yield losses in wheat on the Anatolian plateau of Turkey. Pp.121-123. In: Zeller, F. J and G. Fischbeck (eds). Proceeding of 8th European and Mediterranean Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference. 8-10 September 1992; Wheihenstephen, Germany.

10- Brennan, J. P., and G. M. Murray. 1988; Australian wheat diseases: Assessing their economic importance. Agricultural Science New Series 1: 26-35.

11- Castro, A., X. Chen, P. M. Hayes, S. T. Knapp, R. F. line, T. Joojinda and H. Vivar. 2002; Coincident QTL which determine seedling and adult plant resistance to stripe rust in barley. Crop Science 42:1701-1708.

12- Chen, X. M., M. Moore, E. A. Milus, D. L. Long, R. F. Line,

سیاسگزاری

بدینوسیله از آقای مهندس غلامرضا امین زاده ریاست محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل و آقای جاوید محمدزاده و کلیه همکارانی که در اجرای این تحقیق بنده را یاری کردند تشکر و قدر دانی خود را اعلام می‌کنم.

باورقی‌ها

- 1- Qualitative or hypersensitive resistance
- 2- Quantitative resistance
- 3- Durable resistance
- 4- Latent period
- 5- Area Under Disease Progress Curve (AUDPC)
- 6- Relative Area Under Disease Progress Curve (rAUDPC)
- 7- Race- specific resistance
- 8- Additive effects
- 9- Major genes
- 10- Minor genes
- 11- Slow rusting
- 12- High-Temperature, Adult Plant resistance (HTAP)
- 13- Barley yellow dwarf virus

منابع مورد استفاده

- ۱- صفوی، ص.ع و م.ترابی. ۱۳۸۳؛ بررسی واکنش مقاومت لاینهای امیدبخش گندم نسبت به بیماری زنگ زرد در اردبیل در سال‌های زراعی ۸۲-۸۰. چکیده مقالات شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، دانشگاه تبریز، صفحه ۶.
- ۲- نظری، ک.، م. ترابی، م. حسن پور حسینی، ا. کاشانی، ر. هوشیار، و م. ص. احمدیان مقدم. ۱۳۷۹؛ ارزیابی مقاومت ارقام و لاین‌های پیشرفته گندم دیم نسبت به زنگ زرد در مراحل گیاهچه‌ای و گیاه کامل. نهال و بذر ۱۶: ۲۶۲ - ۲۵۲.
- ۳- نظری، ک.؛ م. ترابی، م. ع. دهقان، ر. اقنوم، م. ص. احمدیان مقدم و ح. فلاح.

- D. Marshal, and L. Jackson. 2002; Wheat stripe rust epidemics and races of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in the United States in 2000; Plant Disease 86: 39-46.
- 13- Cromey, M. G. 1992; Adult plant resistance to stripe rust (*Puccinia striiformis*) in some Newzealand wheat cultivars. Newzealand Journal of Crop and Horticulture Science 20: 413-419.
- 14- Dehghani, H. and M. Moghaddam. 2004; Genetic analysis of latent period of stripe rust in wheat seedlings. Journal of Phytopathology 122: 325-330.
- 15- Dijik, P., J. E. Van parlevliet, G. H. J. Kema, G. Zeven, and R. W. Stubbs. 1988; Characterization of the durable resistance to yellow rust in old winter cultivars in Netherlands. Euphytica 38: 149-158.
- 16- El-Naimi, M., A. Yahyaoui, H. Ketata, O. Abdalah, M. Nachit and S. Hakim. 2001; Screening for yellow rust resistance in bread and durum wheat. Abstracts of First Regional Yellow Rust Conference for Central & West Asia and North Africa. 8-14 May 2001, Karaj, Iran.
- 17- Hovmoller, M. S. 2001; Disease severity and pathotype dynamics of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in Denmark. Plant Pathology 50:181-189.
- 18- Johnson, R. 1988; Durable resistance to yellow (stripe) rust in wheat and its implications in plant breeding. In N. W. Simmonds and S. Rajaram, eds. Breeding strategies for resistance to the rusts of wheat, p. 63-75. Mexico, D. F. CIMMYT.
- 19- Line, R. F., and X. M. Chen. 1995; Success in breeding for and managing durable resistance to wheat rusts. Plant Disease 79:1254-1255.
- 20- Mamluk, O. F., and M. EL-Naimi. 1992; Occurrence and virulence of wheat yellow rust in Syria pp.115-117. In: Zeller, F. J. and G. Fischbeck, (eds). Proceedings of the 8th European and Mediterranean Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference. 8-10 September 1992, Wheihenstephen, Germany.
- 21- Mamluk, O. F., M. P. Haware, K. M. Makouk, and S. B. Hanounil. 1989; Occurrence, losses and control of important cereal and legume diseases in West and North Africa. Pp.131-140 In: Proceedings 22nd International symposium Tropical Agriculture Research, 25-27 August 1988, Kyoto, Japan.
- 22- McIntosh, R. A., Wellings, C. R., and Park, R. F. 1995; Wheat Rusts: An Atlas of Resistance Genes. Csiro, Australia, 200 pp.
- 23- Milus, E. A., and R. F. Line. 1986; Gene action for inheritance of durable, high- temperature, adult plant resistances to stripe rust in wheat. Phytopathology 76: 435-441.
- 24- Peterson, R. F., A. B. Champbell, and A. E. Hannah. 1948; A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals. Canadian Journal of Research. Section C 26: 496-500
- 25- Roelfs, A. P., R. P. Singh, and E. E. Saari. 1992; Rust Disease of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. CIMMYT. Mexico, D. F. 81pp.
- 26- Safavi, S. A., and F. Afshari. 2004; Effective and ineffective resistance genes to yellow rust of wheat in Ardabil (Abstracts). Second Regional Yellow Rust Conference for Central & West Asia and North Africa. 22-26-March 2004; Islamabad- Pakistan.
- 27- Saidi, A., K. Nazari, and M. Torabi. 1998; Seedling resistance to yellow rust in current Iranian bread wheat In: A. E. Slinkard (ed.). Proceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium, poster presentation, Vol. 3. Pp. 308-310.
- 28- Sandoval- Islas, J. S., L. H. M. Broers, H. Vivar, and K. S. Osada. 1998; Evaluation of quantitative resistance to yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*) in the ICARDA/CIMMYT barley-breeding program. Plant Breeding 117: 127-130.
- 29- Schultz, T. R. and R. F. Line. 1992; High – temperature, adult plant resistances to wheat stripe rust and effects on yield components. Agronomy Journal 84: 170-175.
- 30- Singh, R. P. 1992; Association between gene Lr34 for leaf rust resistance and leaf tip necrosis in wheat. Crop Science 32: 874-878.
- 31- Singh, R. P., P. A. Burnett, M. Albarran, and S. Rajaram. 1993; Bdv1: a gene for tolerance to barley dwarf virus in bread wheat. Crop Science 33: 231-234.
- 32- Singh, R. P. and S. Rajaram. 1992; Genetics of adult plant resistance to leaf rust in ‘ forntana’ and three CIMMYT wheats. Genome 35: 24-31.
- 33- Stella, M. C., S. Harald, and C. Sukumar. 1999; Climate change and plant disease management. Annual Review of Phytopathology 37: 399-426.
- 34- Stubbs, R. W. 1985; Stripe rust. PP. 61-101. In: Roelfs, A. P. and W. R. Bushnell. (eds). The cereal Rust. Diseases, Distribution. Epidemiology and Control. Vol. II. Academic Press: Orlando, USA.
- 35- Stubbs, R. W., J. M. Prescott, E. E. Saari, and H. J. Dubin. 1986; Cereal Disease Methodology Manual. CIMMYT: Mexico, D. F. 46pp.
- 36- Suenaga, K., R. P. Singh, J. Huerta- Espino, and H. M. William. 2003; Microsatellite markers for genes Lr34/Yr18 and other quantitative trait loci for leaf rust and stripe rust resistance in bread wheat. Phytopathology 93: 881-890.
- 37- Torabi, M., V. Madoukhi, K. Nazari, F. Afshari, A. R. Forootan, M. A. Ramai, H. Golzar, and A. S. Kashani. 1995; Effectiveness of wheat yellow rust resistance genes in different parts of Iran. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin. Vol. 23, part 1: 9-12.