مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۳۹، شماره ۱، ۱۳۸۷ (۲۰۲-۱۹۳)

بررسی واکنش ارقام و لاینهای پیشرفته گندم دیم نسبت به بیماری زنگ زرد (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) در مرحله گیاهچه

علی ملیحی پور*[1] و محمد ترابی[2]
۱، ۲، مربی و استاد پژوهش موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
(تاریخ دریافت: ۸۲/۱۰/۹ - تاریخ تصویب: ۸۵/۷/۱۹)

چکیده

به منظور بررسی واکنش ۲۰۰ رقم و لاین پیشرفته گندم دیم در مرحله گیاهچه نسبت به بیماری زنگ زرد (***Puccinia striiformis* f. sp. *tritici***)، بذرهای هر کدام از ارقام و لاینهای آزمایشی در گلدانهای محتوی خاک معمولی در گلخانه کاشته شده و گیاهچه ها در مرحله برگ اول با اسپورهای قارچ عامل بیماری (نژاد **134E134A+** جمع آوری شده از کرج و نژاد **134E142A+** جمع آوری شده از مراغه) مایه زنی شدند. گیاهچه ها بعد از مایه‌زنی به مدت ٤٨ ساعت در شرایط مرطوب و سرد (۱۰ °C) در تاریکی قرار داده شده و سپس به گلخانه با دمای ۱۵ °C در روز (١٦ ساعت) و ۱۰ °C در شب (۸ ساعت) منتقل شدند. بعد از گذشت ۱۷-۱۵ روز از زمان مایه زنی، یادداشت برداری از واکنش مواد آزمایشی با استفاده از روش مک نیل و همکاران (۱۹۷۱) انجام شد. نتایج نشان داد که ٤٩٪ از ژنوتیپهای مورد آزمایش در برابر نژاد **134E134A+** دارای تیپ آلودگی ۹-۷، ۳۹٪ دارای تیپ آلودگی ۲- ۰، و ۷٪ دیگر دارای تیپ آلودگی ٦-۳ میباشند. در برابر نژاد **134E142A+**، ۵۵٪ ژنوتیپها تیپ آلودگی ۹-۷، ۳۰٪ تیپ آلودگی ۲- ۰، و ۹٪ تیپ آلودگی ٦-۳ نشان دادند. همچنین ٤١/٥٪ از مواد آزمایشی در برابر هر دو نژاد فوق الذکر تیپ آلودگی حساسیت (۹-۷)، ٢٤/٥٪ تیپ آلودگی ۲- ۰ و ۱٪ دیگر تیپ آلودگی ٦-۳ داشتند. درصد بالای ژنوتیپهای قرار گرفته در محدوده واکنش ۹-۷ در برابر دو نژاد فوق الذکر نشان دهنده این است که در اکثر ارقام و لاینهای مورد آزمایش ژن مقاومت گیاهچه ای وجود نداشته و یا اینکه فقط دارای ژن یا ژنهایی هستند که نژادهای مورد استفاده در این بررسی برای همه آنها دارای ویرولانس میباشند (***Yr2***، ***Yr6***، ***Yr7***، ***Yr9***، ***YrA***، و ***Yr*ND**). ژنوتیپهای قرار گرفته در محدوده تیپهای آلودگی مقاوم حداقل یک ژن مقاومت گیاهچه ای دارند که نژادهای مورد استفاده در این تحقیق فاقد ویرولانس برای آن میباشند. این ژنوتیپها همچنین ممکن است یک یا چند تا از ژنهایی را نیز که دو نژاد فوق الذکر برای آنها ویرولانس دارند به همراه داشته باشند. با توجه به نتایج بدست آمده در این بررسی، توصیه کشت ارقام پیشرفته دارای مقاومت گیاهچه ای در مناطقی که نژادهای مورد مطالعه یا مشابه شایع هستند مقدور خواهد بود. ضمن اینکه امکان بروز مقاومت گیاه کامل در شرایط مزرعه ای در ارقامی که تحت شرایط گلخانه ای حساسیت نشان دادند نیز منتفی نیست.

واژه‌های کلیدی: گندم، دیم، زنگ زرد، ***Puccinia striiformis* f. sp. *tritici***، حساسیت، مقاومت گیاهچه ای، مقاومت گیاه کامل

* نویسنده مسئول: علی ملیحی پور تلفن: ۰۲۶۱-۶۷۰۳۷۹۰ E-mail:a_malihipour@yahoo.com

مقدمه

زنگ زرد یا زنگ نواری که توسط قارچ *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* ایجاد می‌شود یکی از مهمترین بیماریهای گندم در بسیاری از مناطق جهان بشمار می‌رود. زنگ زرد گندم در شرایط آب و هوایی خنکتر (دمای ۱۵-۲ درجه سانتیگراد) که عموماً با ارتفاعات بلندتر، عرضهای جغرافیایی شمالی تر، یا سالهای خنکتر مرتبط است دیده میشود. خسارت ناشی از این بیماری بواسطه دانه‌های چروکیده و آسیب پنجه‌ها می‌تواند تا ۵۰٪ رسیده و در برخی موارد تا ۱۰۰٪ افت محصول نیز دیده می‌شود (۱۹).

بیماری زنگ زرد در ایران اولین بار توسط اسفندیاری (۱۹۴۸) گزارش شده است ولی مطمئناً بیماری مزبور از سالهای خیلی دور در ایران شیوع داشته است. در حال حاضر این بیماری یکی از مهمترین بیماریهای گندم در ایران است که در تمام مناطق کشور وجود داشته و هر چند سال یک بار با مساعد شدن شرایط برای توسعه آن بصورت همه گیر ظاهر شده و خسارت سنگینی به محصول گندم وارد میکند. در سال زراعی ۷۲-۱۳۷۱ ظهور همه گیر این بیماری در مناطق عمده کشت گندم ایران باعث کاهش حدود ۱۵٪ از کل محصول گندم کشور (معادل ۱/۵ میلیون تن) گردید (۲۲). در سال ۱۳۷۴ اپیدمی دیگری از بیماری نیز در کشوراتفاق افتاد (۲۳).

دستیابی به منابع مقاومت به نژادهای مختلف زنگ زرد و استفاده از ارقام مقاوم به بیماری اصولی ترین و مطمئن ترین روش برای کنترل بیماری و کاهش خسارت ناشی از بروز اپیدمی‌های آن است (۸، ۹، ۱۵). بیش از ۳۰ ژن که سبب مقاومت گیاهچه‌ای و مقاومت گیاه بالغ به زنگ زرد میشوند در گندم شناخته شده‌اند (۱۲). اکثر این ژنهای مقاومت در مرحله گیاهچه قابل تشخیص هستند، از طریق واکنش فوق حساسیت[1] مشخص می‌شوند، و در تمام مراحل رشدی گیاه مؤثرند. این ژنها معمولاً اختصاصی نژاد[2] هستند. ارقام حامل ژنهای مقاومت گیاهچه ای در صورت قرار گرفتن در معرض نژاد یا نژادهایی از عامل بیماریزا که برای آنها ویرولانس نداشته باشند از خود مقاومت نشان می دهند. از آنجایی که ژنهای مقاومت گیاهچه‌ای[3] معمولاً از نوع ژنهای با اثر زیاد[4] هستند و با توجه به اینکه انتقال و وارد کردن این نوع ژنها به گندمهای موردنظر در مقایسه با ژنهای دیگر (ژنهای با اثر جزئی[5]) راحتتر است در برنامه‌های اصلاحی علاقه زیادی به کار کردن روی آن وجود دارد. مقاومت گیاهچه‌ای ممکن است در برابر بیماری از پایداری زیادی برخوردار نباشد زیرا عامل بیماری قابلیت ایجاد پاتوتیپهای جدید با ویرولانس بالا را دارد. به هر حال شناسایی و استفاده از مقاومت گیاهچه ای در مواد اصلاحی ضروری است زیرا بعضی از ترکیبات ژنی ممکن است مقاومت مطلوبی ایجاد نمایند.

ارزیابی واکنش ارقام و لاینهای مختلف گندم در مرحله گیاهچه و یا گیاه کامل به منظور اطلاع از وضعیت حساسیت/ مقاومت ژنوتیپها، شناسایی ژنهای احتمالی مقاومت، و نهایتاً استفاده از آنها در برنامه‌های اصلاح گندم در کشورهای مختلف مورد توجه قرار گرفته است. در ایران نیز در سالهای اخیر مطالعات و بررسی‌هایی در این مورد انجام گرفته است.

نظری (۱۹۹۷) در بررسی مقاومت ۸۵ لاین پیشرفته گندم نان و ۴۵ لاین گندم دوروم نسبت به زنگ زرد در مراحل گیاهچه و گیاه کامل در شرایط گلخانه و مزرعه در ایکاردا[6] نشان داد که حدود ۵۲٪ از لاینهای گندم نان دارای تیپ آلودگی ۹-۷، ۱۰٪ تیپ آلودگی ۲-۰، و ۳۸٪ تیپ آلودگی ۶-۳ هستند. در حالیکه از گندمهای دوروم، حدود ۳٪ تیپ آلودگی ۹-۷، ۸۰٪ تیپ آلودگی ۲-۰، و ۱۸٪ تیپ آلودگی ۶-۳ نشان دادند. ترابی و نظری (۲۳) در ارزیابی واکنش ۲۵ رقم و لاین پیشرفته گندم در مراحل گیاهچه و گیاه کامل نشان دادند که تعدادی از ژنوتیپ‌ها دارای مقاومت گیاهچه ای و تعدادی دیگر دارای مقاومت گیاه کامل[7] می باشند. ترابی و همکاران (۱۹۹۹) مقاومت

1 . hypersensitivity reaction
2 . race-specific

3 . seedling resistance
4 . major genes
5 . minor genes
6 . International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)
7 . adult-plant resistance

۱۲ رقم و لاین گندم نان و دوروم را در مراحل گیاهچه (در گلخانه) و گیاه کامل (در پنج منطقه از کشور) نسبت به زنگ زرد مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آن تحقیق نشان داد که در مرحله گیاهچه گندم دوروم Omrabi 6 نسبت به تمام نژادها مقاوم، رقم سبلان نسبت به نژاد سنندج نیمه حساس و به نژادهای دیگر مقاوم، رقم دوروم سیمره (Omrabi 5) در مقابل اکثر نژادها نیمه حساس، و بالاخره ارقام زاگرس ("s" /Vee "s" Tan") و سرداری نسبت به تمام نژادها حساس هستند. براساس نتایج این تحقیق برخی ارقام و لاینها علیرغم حساسیت در مرحله گیاهچه از مقاومت خوبی در مرحله گیاه کامل برخوردار بودند. سعیدی و همکاران (۱۹۹۹) در بررسی مقاومت مواد مربوط به آزمایشهای یکنواخت سراسری کشور نسبت به زنگ زرد گندم در گلخانه و مزرعه نشان دادند که بین ارقام و لاینهای مورد آزمایش در مرحله گیاهچه بر اساس جدایه‌های مورد آزمایش در تیپ آلودگی اختلاف وجود دارد. نتایج این محققین نیز نشان داد که تعدادی از مواد آزمایشی علیرغم داشتن حساسیت در مرحله گیاهچه دارای مقاومت در مرحله گیاه کامل هستند. پورعلی بابا (۱۹۹۹) ضمن ارزیابی مقاومت صد رقم و لاین پیشرفته گندم دیم در مرحله گیاهچه با استفاده از نژادهای $^{+}$134E134A، $^{+}$142E150A، $^{+}$172E182A، و $^{-}$6E0A بطور انفرادی با انجام تجزیه خوشه‌ای[1] آنها را به دو دسته ژنوتیپهای دارای ژنهای با اثر زیاد (۶۶٪) و ژنوتیپهای دارای ژنهای با اثر جزئی (۳۴٪) تفکیک نمود. وی نتیجه گیری نمود که ۶۲٪ مواد آزمایشی دارای حساسیت در مرحله گیاهچه و مقاومت در مرحله گیاه کامل هستند. حسنپورحسنی و ترابی (۲۰۰۱) نیز تعدادی از ارقام و لاینهای پیشرفته گندم نان مناطق دیم را در مراحل گیاهچه و گیاه کامل نسبت به دو پاتوتیپ از قارچ عامل زنگ زرد مورد ارزیابی قرار داده و با انجام تجزیه خوشه‌ای روی ۱۱ جزء مقاومت مواد آزمایشی را به چهار گروه تقسیم نمودند: گروه ۱ (بدون آلودگی در مراحل گیاهچه و گیاه کامل)، گروه ۲ (حساس یا نسبتاً حساس در مرحله گیاهچه و مقاوم در مرحله گیاه کامل)، گروه ۳ (حساس در مرحله گیاهچه و نسبتاً حساس در مرحله گیاه کامل)، و گروه ۴ (حساس در هر دو مرحله گیاهچه و گیاه کامل). بالاخره ملیحی پور و همکاران (۲۰۰۲) تعداد ۴۱۵ شماره از ژنوتیپهای مربوط به آزمایشات مقدماتی ایستگاهی[2] کشور را در مراحل گیاهچه (نسبت به سه نژاد از قارچ عامل بیماری زنگ زرد) و گیاه کامل (در چهار منطقه از کشور) مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که در مرحله گیاهچه اکثر ژنوتیپها به هر سه نژاد آزمایشی حساسند، برعکس در مرحله گیاه کامل اکثر ژنوتیپها مقاومت مطلوبی را از خود بروز دادند. بر اساس این تحقیق ۶/۷٪ مواد آزمایشی (۲۷ رقم و لاین) در هر دو مرحله گیاهچه و گیاه کامل به هر سه نژاد زنگ زرد مقاومت داشتند.

با توجه به اینکه یکی از مهمترین اهداف مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم معرفی ارقام گندم با عملکرد بالا و مقاوم به زنگ زرد است لازم است مواد مربوط به برنامه های بهنژادی گندم این مؤسسه همزمان با انجام آزمایشات مقایسه عملکرد، از نظر مقاومت به زنگ زرد نیز ارزیابی شوند تا بتوان از طریق شناسایی منابع ژنهای مقاومت و انتقال و حفظ آنها در لاینهای پیشرفته از معرفی ارقام حساس به بیماری در سطح کشور جلوگیری شود. به همین منظور و با هدف شناسایی مقاومت گیاهچه ای و استفاده بعدی از آنها در برنامه های بهنژادی گندم مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم، در این تحقیق وضعیت حساسیت/مقاومت ۲۰۰ رقم و لاین پیشرفته گندم که مواد مربوط به برنامه بهنژادی گندم آن مؤسسه بودند در مرحله گیاهچه نسبت به دو نژاد از قارچ عامل بیماری زنگ زرد مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در تحقیق حاضر ۲۰۰ رقم و لاین پیشرفته گندم دیم متشکل از مواد مربوط به آزمایشهای مختلف برنامه بهنژادی

1 . cluster analysis

2 . Preliminary Wheat Screening Nursery (PWSN)

گندم موسسه تحقیقات کشاورزی دیم مورد استفاده قرار گرفت. جزئیات مشخصات مواد مذکور به شرح زیر است:

- مواد مربوط به آزمایشهای مقایسه عملکرد گندم نان برای سال زراعی ۷۷-۷۶ (BWYT, 97-98) به تعداد ۶۲ نمونه

- مواد مربوط به آزمایشهای مقایسه عملکرد گندم نان برای سال زراعی ۷۸-۷۷ (BWYT, 98-99) به تعداد ۲۲ نمونه

- مواد مربوط به آزمایشهای مقایسه عملکرد منطقه ای یکنواخت گندم نان برای سال زراعی ۷۸-۷۷ (URWYT, 98-99) به تعداد ۱۴ نمونه

- مواد مربوط به آزمایشهای گندم نان مناطق گرم برای سال زراعی ۷۸-۷۷ (BW-Warm, 98-99) به تعداد ۵۴ نمونه

- مواد مربوط به آزمایشهای مقایسه عملکرد منطقه ای یکنواخت گندم نان مناطق گرم برای سال زراعی ۷۸-۷۷ (URWYT-Warm, 98-99) به تعداد ۱۴ نمونه

- مواد مربوط به آزمایشهای مقایسه عملکرد منطقه ای یکنواخت گندم دوروم مناطق گرم برای سال زراعی ۷۸-۷۷ (URDYT-Warm, 98-99) به تعداد ۱۳ نمونه

- مواد مربوط به آزمایشهای گندم دوروم مناطق گرم برای سال زراعی ۷۸-۷۷ (DW-Warm, 98-99) به تعداد ۱۹ نمونه

- دو نمونه دیگر از آزمایشهای گندم دوروم

ب- مایه زنی و نگهداری ارقام و لاینهای آزمایشی

دو جدایه از قارچ عامل بیماری زنگ زرد گندم (*P. striiformis*) که از دو منطقه کرج و مراغه جمع آوری و پس از خالص سازی در واحد پاتولوژی بخش تحقیقات غلات بترتیب به نامهای $134E134A^{+}$ و $134E142A^{+}$ تعیین نژاد شده بودند و در این واحد نگهداری می‌شدند مورد استفاده قرار گرفتند.

پس از کاشت بذرهای هر کدام از ارقام و لاینهای آزمایشی در گلدانهای محتوی خاک معمولی (۶-۴ بذر در هر گلدان به قطر ۵ سانتیمتر) و ظهور برگ اول گیاهچه‌ها بطور کامل، ضمن مرطوب کردن برگها بوسیله آب همراه با Tween 20 (یک قطره Tween 20 در یک لیتر آب)، گیاهچه ها به کمک یک اسپری دستی کوچک با قارچ عامل بیماری که به نسبت ۴:۱ با پودر تالک مخلوط شده بود (یک قسمت اسپور زنگ زرد و چهار قسمت پودر تالک) مایه زنی شدند. مجدداً روی گیاهچه‌ها مه پاشی شده و بعد از گذاشتن درپوشهای پلاستیکی مرطوب روی آنها، به مدت ۴۸ ساعت در اتاق سرد ($10^{o}C$) در تاریکی قرار داده شدند. بعد از این مدت گیاهچه ها به داخل گلخانه های با دمای $15^{o}C$ در روز و $10^{o}C$ در شب و در شرایطی که ۱۶ ساعت در شبانه روز نور (۱۵-۱۰ هزار لوکس) دریافت می‌کردند منتقل شدند.

به منظور تعیین واکنش ارقام و لاینهای آزمایشی نسبت به دو نژاد از قارچ عامل بیماری این مواد در دو سری جداگانه کاشته شده و نسبت به دو نژاد فوق الذکر ازریابی شدند.

ارزیابی بیماری

بعد از گذشت مدت ۱۷- ۱۵ روز از زمان مایه زنی، یادداشت برداری از واکنش ژنوتیپها با استفاده از روش مک نیل و همکاران (۱۹۷۱) به شرح جدول ۱ انجام شد (۱۳):

جدول۱- توصیف واکنش میزبان و تیپهای آلودگی مورد استفاده در زنگ زرد گندم

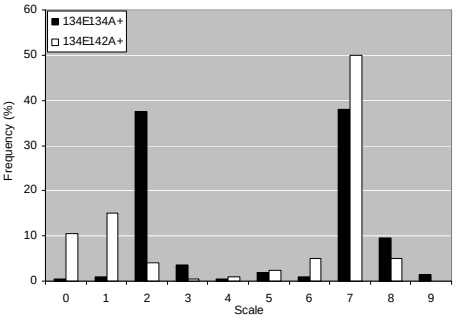
واکنش میزبان	تیپ آلودگی	علائم میزبان
ایمن	۰	هیچگونه آلودگی قابل رویت نیست
خیلی مقاوم	۱	لکه‌های(flecks) نکروتیک/کلروتیک، بدون اسپورزایی
مقاوم	۲	نوارهای(stripes)نکروتیک/کلروتیک،بدون اسپورزایی
نیمه مقاوم	۳	اسپورزایی جزئی، نوارهای نکروتیک/کلروتیک
متوسط پایین	۴	اسپورزایی کم (light)، نوارهای نکروتیک/کلروتیک
متوسط	۵	اسپورزایی بینابین (intermediate)، نوارهای نکروتیک /کلروتیک
متوسط بالا	۶	اسپورزایی متوسط (moderate)، نوارهای نکروتیک/کلروتیک
نیمه حساس	۷	اسپورزایی فراوان، نوارهای نکروتیک/کلروتیک
حساس	۸	اسپورزایی فراوان، با کلروز
خیلی حساس	۹	اسپورزایی فراوان، بدون کلروز

پس از تعیین واکنش مواد آزمایشی به شرح فوق اقدام به دسته بندی آنها بر اساس روش پیشنهادی مملوک و ون اسلاگرن (۱۱) به شرح زیر گردید:

- مقاومت کامل[1]: ارقام و لاینهای آزمایشی با تیپ آلودگی ۲- ه
- مقاومت ناقص[2]: ارقام و لاینهای آزمایشی با تیپ آلودگی ۶-۳
- حساسیت[3]: ارقام و لاینهای آزمایشی با تیپ آلودگی ۹-۷

نتایج و بحث

فراوانی هر یک از تیپهای آلودگی ه تا ۹ در جمعیت ارقام و لاینهای آزمایشی مورد استفاده در این تحقیق براساس واکنش این مواد در برابر دو نژاد از قارچ عامل بیماری زنگ زرد گندم (نژادهای $134E134A^+$ و $134E142A^+$) در شکل ۱ آورده شده است. همانگونه که در این شکل دیده می شود تیپهای آلودگی ۲ و ۷ دارای بیشترین فراوانی، تیپ آلودگی ۸ دارای فراوانی متوسط و سایر تیپهای آلودگی دارای فراوانی بسیار کم و تقریباً مشابه هم در برابر نژاد $134E134A^+$ بودند. در برابر نژاد $134E142A^+$ تیپ آلودگی ۷ دارای بیشترین فراوانی، تیپهای آلودگی ه و ۱ دارای فروانی متوسط و سایر تیپهای آلودگی دارای فراوانی بسیار کم بودند. بطوریکه تیپ آلودگی ۹ دارای فراوانی صفر بود.



شکل ۱- فراوانی تیپ‌های آلودگی ژنوتیپ‌های آزمایشی بر واکنش آنها در برابر دو نژاد از قارچ عامل بیماری زنگ زرد

چنانچه ژنوتیپها آزمایشی براساس روش پیشنهادی مملوک و ون‌اسلاگرن (۱۹۹۴) دسته بندی گردند (جدول ۲) در آنصورت درک و تفسیر نتایج بدست آمده از این تحقیق آسانتر خواهد بود. در این جدول فراوانی و درصد سه دسته تیپ آلودگی ۲- ه (مقاومت کامل)، ۶-۳ (مقاومت ناقص)، و ۹-۷ (حساسیت) در برابر دو نژاد از قارچ عامل بیماری زنگ زرد بصورت جداگانه و باهم آورده شده است. همانطوریکه ملاحظه می شود ۴۹٪ از ژنوتیپهای آزمایشی در برابر نژاد $134E134A^+$ دارای تیپ آلودگی ۹-۷، ۳۹٪ دارای تیپ آلودگی ۲- ه و ۷٪ دیگر دارای تیپ آلودگی ۶-۳ بودند. در برابر نژاد $134E142A^+$، ۵۵٪ مواد تیپ آلودگی ۹-۷، ۳۰٪ تیپ آلودگی ۲- ه و ۹٪ تیپ آلودگی ۶-۳ نشان دادند. همچنین ۴۱/۵٪ از مواد آزمایشی در برابر هر دو نژاد فوق الذکر تیپ آلودگی حساسیت (۹-۷)، ۲۴/۵٪ ژنوتیپها تیپ آلودگی ۲- ه و ۱٪ دیگر از آنها تیپ آلودگی ۶-۳ داشتند.

با این اطلاعات مشخص می شود که واکنش ژنوتیپهای آزمایشی و فراوانی تیپهای آلودگی مشاهده شده در این جمعیت در برابر دو نژاد از این قارچ تقریباً مشابه هم است. بدین معنی که اکثر ارقام و لاینهای آزمایشی در برابر هر کدام از دو نژاد مورد استفاده تیپ آلودگی ۹-۷ نشان داده اند، تعداد نسبتاً زیادی تیپ آلودگی۲- ه و تعداد معدودی نیز تیپ آلودگی ۶-۳ داشته‌اند. ضمناً تعدادی از ارقام و لاینهای آزمایشی در برابر نژادهای آزمایش شده واکنش ناهمگن (تیپهای آلودگی متفاوت) نشان دادند. یکی از دلایل تشابه واکنش مواد آزمایشی نسبت به نژادهای مذکور میتواند تشابه ارقام و لاینهای آزمایشی از نظر ساختار ژنتیکی باشد. ملاحظه شجره نامه[4] این مواد (همه اطلاعات در اینجا آورده نشده‌اند) تا حدودی مشابه بودن این مواد را از نظر ژنتیکی نشان میدهد. این اطلاعات نشان میدهد که درصد نسبتاً زیادی از ژنوتیپها (۱۰،۵٪) در شجره خود دارای Veery یا مشتقات آن میباشند. بعد از آن بیشترین مشارکت را "Crow "S (۷٪)، "Bow "S، Sabalan (هر کدام ۶٪)، Shi#4414 (۵،۵٪)، Seri، Opata، Pavon، Shahi (هر کدام ۴٪)، Hys (۳،۵٪)، Pi، 1-27-5489، و

1. Seedling complete resistance
2. Seedling incomplete resistance
3. susceptibility
4. pedigree

Omid (هر کدام ۳٪) در ساختار ژنتیکی مواد آزمایشی دارا هستند. دلیل دوم برای تشابه واکنش مواد آزمایشی میتواند به تشابه دو نژاد شایع در دو منطقه کرج و مراغه و مورد استفاده در این تحقیق از نظر درجه بیماریزایی (ویرولانس) نسبت داده شود. نژاد $134E134A^{+}$ نماینده کرج که معمولاً در برنامه های بهنژادی گندم برای مایه‌زنی خزانه ها و غربال کردن مواد آزمایشی بکار می رود برای ژنهای *Yr2*، *Yr6*، *Yr7*، *Yr9*، و*YrA* دارای ویرولانس است. نژاد $134E142A^{+}$ نیز که در آزمایشات گندم مربوط به مراغه بکار می رود برای ژنهای مذکور به اضافه ژن *YrND* ویرولانس دارد. بنابراین تنها تفاوت این دو نژاد در وجود یا عدم وجود ویرولانس برای ژن *YrND* میباشد.

به هر حال درصد بالای ژنوتیپهای قرار گرفته در محدوده ۹-۷ در مورد دو نژاد فوق الذکر نشان دهنده این است که در اکثر ارقام و لاینهای آزمایشی ژن مقاومت گیاهچه ای وجود نداشته و یا اینکه فقط دارای ژن یا ژنهای گفته شده در بالا (*Yr2*، *Yr6*، *Yr7*، *Yr9*، *YrA*، و *YrND*) هستند که نژادها ی مورد استفاده در این بررسی برای همه آنها دارای ویرولانس میباشند.

جدول۲- گروه بندی تیپهای آلودگی و فراوانی آنها در جمعیت ژنوتیپهای آزمایشی براساس واکنش آنها در برابر دو نژاد از قارچ عامل بیماری زنگ زرد گندم

Infection Type	$134E134A^{+}$	$134E142A^{+}$	$134E134A^{+}$ $134E142A^{+}$
0-2 (Complete resistance)	78 (39%)	60 (30%)	49 (24.5%)
3-6(Incomplete resistance)	14 (7%)	18 (9%)	2 (1%)
7-9 (Susceptibility)	98 (49%)	110 (55%)	83 (41.5%)
Mixed reaction	10 (5%)	12 (6%)	-

مشخصات و شجره نامه ژنوتیپهایی که واکنش آنها در برابر هر دو نژاد آزمایشی در محدوده تیپهای آلودگی۲- ۰ و ۶-۳ قرار می گیرند در جدول ۳ آورده شده است (۴۹ لاین اول در دامنه تیپهای آلودگی ۲-۰ و دو لاین آخر در دامنه ۶-۳ قرار دارند). آنچه که سبب بروز مقاومت در این ژنوتیپها می‌شود وجود حداقل یک ژن مقاومت گیاهچه ای است که نژادهای مورد استفاده در این تحقیق فاقد ویرولانس برای آن می‌باشند. این مواد همچنین ممکن است یک یا چند تا از ژنهایی را نیز که دو نژاد فوق الذکر برای آنها ویرولانس دارند همراه داشته باشند. مواد آزمایشی قرار گرفته در محدوده تیپهای آلودگی ۶ -۳ احتمالاً دارای ژنهای با اثر جزئی هستند که باعث بروز مقاومت ناقص می شوند. البته برخی ژنهای با اثر زیاد نیز چنین تیپهای آلودگی ایجاد می‌کنند.

هرچند که ممکن است ژنهای مقاومت *Yr7* و *Yr9* موجود در گندمهای تیپVeery (۵، ۱۲)، *Yr6* و*Yr7* موجود در گندم Pavon 76 (۵) و *YrA* موجود در Condor (۲۴) به ژنوتیپهای آزمایشی گفته شده در بالا نیز وارد شده باشند ولی به علت وجود ویرولانس برای آنها در هر دو نژاد مورد استفاده این ژنها نمیتوانند در بروز مقاومت در مواد آزمایشی نقش داشته باشد مگر آنکه با ژن یا ژنهای دیگری که نژادهای فوق الذکر برای آنها ویرولانس ندارند همراه باشند. در رقم Yamhill که در شجره دو تا از لاینهای آزمایشی مشارکت دارد وجود ژنهای *Yr2* (۲، ۳، ۴، ۱۲)، *Yr3a* (۳، ۱۲)، *Yr4a* (۳، ۴، ۱۲) و *YrYam* (۴، ۱۲) به اثبات رسیده است و ممکن است این ژنها در ایجاد مقاومت در لاینهای مذکور نقش داشته باشند. ضمناً ممکن است ژن (های) ناشناخته دیگری نیز که در این مواد یا سایر مواد موجود در شجره نامه ارقام و لاینهای آزمایشی وجود دارند سبب ایجاد مقاومت در آنها شده باشند.

ارقام و لاینهای آورده شده در جدول ۳ با دارا بودن ژنهای مقاومت گیاهچه ای در صورت قرار گرفتن در معرض نژاد یا نژادهایی از عامل بیماریزا که برای آن ژنها ویرولانس نداشته باشند (همانند دو نژاد مورد استفاده در این بررسی) از خود مقاومت نشان داده و بطور معمول در تا پایان دوره رشد گیاه مقاومت خود را حفظ خواهند کرد. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق، توصیه کشت ارقام مقاوم و لاینهای پیشرفته فوق الذکر در مناطقی که نژادهای مورد مطالعه یا نژادهای با خصوصیات ژنتیکی مشابه شایع هستند مقدور خواهد بود.

موضوعی که حایز اهمیت زیادی است آن است که امکان بروز مقاومت گیاه کامل در ارقام و لاینهایی که در مرحله گیاهچه حساسیت نشان می دهند منتفی نیست. این امر در مورد زنگهای غلات و تعدادی دیگر از بیماریها به اثبات رسیده است. در ایران نیز مطالعات انجام شده توسط تعدادی از محققان در مورد زنگ زرد گندم شواهدی برای این مدعا فراهم می کند (۱۰، ۱۶، ۱۸، ۲۱، ۲۳).

جدول۳- مشخصات و شجره نامه ژنوتیپهای با واکنش در محدوده تیپهای آلودگی ۲- ه در برابر هر دو نژاد از قارچ عامل بیماری زنگ زرد گندم

Serial No.	Ent. No.	Seed Source	Variety/Cross	134E134A+	134E142A+
1	1	1URWYT[1] 98-99	Sabalan/1-27-5614	2	2
2	6	6URWYT 98-99	Genaro/Shahi	2	1
3	7	7URWYT 98-99	Shahi (Lr64....Ste)...	2	1
4	8	8URWYT 98-99	Shahi/pri"S"	2	1
5	9	9URWYT 98-99	Agri/093.44//Momtchil	2	1
6	10	10URWYT 98-99	Sbn/1-64-/99	2	0
7	11	11URWYT 98-99	Sbn/1-64-/99	2	0
8	12	12URWYT 98-99	Genaro/Sardari	2	0
9	13	13URWYT 98-99	Yamhill/A12/32438/3/Sardari	2	0
10	14	14URWYT 98-99	Yamhill/A12/32438/3/Sardari	2	0
11	15	1BWYTB[2] 98-99	Ptz Niska/Ut1556-170 Wrb860365	2	1
12	16	2BWYTB 98-99	Pvn"S"/Chi//Sabalan	2	1
13	17	3BWYTB 98-99	Pvn"S"/Chi//Sabalan	2	1
14	20	6BWYTB 98-99	Omid//1-27-5489/Condor"S"	2	1
15	21	7BWYT 98-99	Bow"S"/Gem//Shahi	2	1
16	23	9BWYTB 98-99	Ns732/Her//Shi#4414/Crow"S"	2	1
17	24	10BWYTB 98-99	Seri82/Shi#4414/Crow"S"	2	1
18	27	13BWYTB 98-99	Bow"S"/Gen//Shahi	2	0
19	28	14BWYTB 98-99	Bow"S"/Gen//Shahi	2	1
20	29	15BWYTB 98-99	87Zhong291	0	0
21	34	21BWYTB 98-99	Pvn"S"/Chi//Sabalan	2	1
22	36	23BWYTB 98-99	Sb-360-1 Sb-360 Usa-Ks	1	1
23	37	4BWYTB2 97-98	Haw19/5/Cnn/Kkv//Kc66/3/Skp35/4/Vee0YC-1YC-0YC	2	1
24	40	5BWYTB 97-98	Trs Fmu"S"Tyb-84-1543	2	1
25	42	10BWYTB 97-98	90Zhong657	0	0
26	52	7BWYTA6 97-98	Rpb898/Chrc//Ut1567.121/3/Tjb368.251/Bvc WXD880137A-10H-0YC-5YC-0YC	2	1
27	61	2BWYTA5 97-98	Omid//1-27-5489/Condor"S"	2	0
28	63	5BWYTA5 97-98	Pvn"S"/Chi//Sabalan	2	1
29	64	6BWYTA5 97-98	Pvn"S"/Chi//Sabalan	2	1
30	65	7BWYTA5 97-98	Omid//1-27-5489/Condor"S"	2	0

1. Uniform Regional Wheat Yield Trials
2. Bread Wheat Yield Trials – B

ادامه جدول۳

Serial No.	Ent. No.	Seed Source	Variety/Cross	134E134A +	134E142A +
31	66	10BWYTA5 97-98	Shi#4414/Crow"S"//Tsi/Vee"S"	2	0
32	76	15BWYTA4 97-98	Rpb868/Chrc//Ut1567.121/3/Tjb	2	1
33	85	16BWYTA2 97-98	Grk/Kauz//Sxl/Vee 0SE-9YC-0YC-2YC-0YC	2	2
34	88	23BWYTA2 97-98	Shi#4414/Crow"S"//Tsi/Vee"S"	1	2
35	95	19BWYTA1 97-98	Sabalan	2	0
36	97	22BWYTA1 97-98	Omid//1-27-5489/Condor"S"	2	1
37	98	23BWYTA1 97-98	Omid//1-27-5489/Condor"S"	2	0
38	111	11URWYT 98-99 WARM	SK98/4/BW/W/15/3/Bj"S"/Boll*Z	2	1
39	112	12URWYT 98-99 WARM	Irena CM 91575-7Y-0H-0Y-2M-0Y-05Y	2	1
40	157	4URDYT[1] 98-99 WARM	Omguer-1 ICD 85-0988-6AP-TP-7AP	2	2
41	158	5URDYT 98-99 WARM	Mrb11//Snipe/Magh/3/Rufom-7 ICD91-1251-AB-3AP-0AP-6AP-0AP	2	0
42	159	6URDYT 98-99 WARM	Mrb11//Snipe/Magh/3/Rufom-7 ICD91-1251-AB-8AP-0AP-11AP-0AP	2	2
43	169	3B-BW[2] 98-99 WARM	Outrob-4	2	0
44	172	6B-BW 98-99 WARM	Chanst ICD85-1328-ABL-8AP-0TR-5AP-0TR-6AP-0TR	2	0
45	173	7B-BW 98-99 WARM	Mrb3/Chen ICD85-0642-ABL-5AP-0TR-7AP-0TR-8AP-0TR	2	1
46	174	8B-BW 98-99 WARM	Chahba 88/Deraa ICD89-0664-ABL-0AP-6AP-0AP	2	0
47	178	12B-BW 98-99 WARM	43261	2	1
48	188	7A1-DW[3] 98-99 WARM	Sebah	2	2
49	200	19A1-DW 98-99 WARM	Chanst	2	1
50	3	3URWYT 98-99	Sbn//Trm/K253	6	5
51	84	14BWYTA2 97-98	Tsi/Vee//Plk70/Lira/3/Trk13 0Ap-0Yc-0Yc-1Yc-0Yc	6	4

1. Uniform Regional Durum Yield Trials 2. B-Bread Wheat 3. Al-Durum Wheat

مخصوصاً در ژنوتیپهایی که در شجره آنها موادی با مقاومت گیاه کامل مشارکت دارند احتمال بروز مقاومت در مرحله گیاه کامل (علیرغم نداشتن مقاومت گیاهچه‌ای) زیاد است. در این مورد می‌توان دو رقم Pavon 76 و Opata 85 را نام برد که در ساختار ژنتیکی تعدادی از ژنوتیپهای آزمایشی (هر کدام ۴٪) مشارکت دارند و وجود مقاومت گیاه کامل در آنها به اثبات رسیده است. ژنهای *Yr29* و *Yr30* به اضافه یک ژن دیگر در Pavon 76 (۱۹) و ژنهای *Yr18* و سه ناحیه دیگر روی بازوهای کروموزومی 3BS، 3DS و 5DS در Opata 85 (۲۰) عامل مقاومت پایدار[1] در این ارقام هستند. احتمال دارد که چنین ژنهایی حتی در آن دسته از ژنوتیپهایی که در مرحله گیاهچه حساسیت داشته اند در مرحله گیاه کامل سبب پیدایش مقاومت پایدار شوند.

ژنهای مقاومت گیاهچه‌ای که عمدتاً از نوع اختصاصی نژاد هستند تولید تیپ آلودگی پایین می‌نمایند که طبعاً ارقام دارای این نوع ژنها دارای مقاومت کامل خواهند بود. به دلیل سهولت در وراثت پذیری و انتخاب و همچنین بالا بودن میزان مقاوت ارقام دارای این نوع از ژنهای مقاومت، در اصلاح برای مقاومت به زنگ زرد بطور وسیعی از این نوع ژنها استفاده میشود. اما باید بخاطر داشت که ممکن است این نوع مقاومتها در برابر بیماری پایداری زیادی نداشته باشد زیرا عامل بیماری قابلیت ایجاد پاتوتیپهای جدید با ویرولانس بالا را دارد. بنابراین لازم است کاربرد و استفاده از این نوع مقاومتها با احتیاط و در صورت امکان از طریق استفاده از ترکیبی از ژنهای مقاومت گیاهچه ای و ژنهای با اثرات جزئی صورت گیرد.

1 . durable resistance

سپاسگزاری

از آقایان مهندس مقصود حسنپور حسنی و مهندس مظفر روستایی اعضای هیأت علمی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم (مراغه) بخاطر در اختیار گذاشتن بذرهای آزمایشی سپاسگزاری می‌شود.

REFERENCES

1. Chen, X. M., S. S. Jones, & R. F. Line. 1996. Chromosomal location of genes for resistance to *Puccinia striiformis* in seven wheat cultivars having resistance genes at *Yr3* and *Yr4* loci. Phytopathology 86: 1228-1233.
2. Chen, X. M. & R. F. Line. 1992. Identification of stripe rust resistance genes in wheat cultivars used to differentiate North American races of *Puccinia striiformis*. Phytopathology 82: 1428-1434.
3. Chen, X. M., & R. F. Line. 1993. Inheritance of stripe rust resistance in wheat cultivars postulated to have resistance genes at *Yr*3 and *Yr*4 loci. Phytopathology 83: 382-388.
4. Chen, X. M., R. F. Line., & S. S. Jones. 1994. Chromosomal location of genes for resistance to *Puccinia striiformis* in wheat cultivars Druchamp, Stephens, and Yamhill. Phytopathology 84: 1116.
5. Dubin, H. J., R. Johnson, & R. W. Stubbs. 1989. Postulated genes to stripe rust in selected CIMMYT and related wheats. Plant Disease 73: 472-475.
6. Esfandiari, E. 1947. Cereal rusts in Iran. Journal of Entomology and phytopathology, Plant Pests and Diseases Research Institute, Iran. 4: 67-76.
7. Hassanpour-Hosni, M., & M. Torabi. 2001. Seedling and adult plant reactions of some rainfed bread wheat advanced lines/cultivars to two pathotypes of yellow rust (*Puccinia striiformis* f.sp *tritici*) by measuring components of resistance. Abstracts of First Regional Yellow Rust Conference for Central & West Asia and North Africa. 8-14 May 2001, Karaj, Iran.
8. Johnson, R. 1981. Durable disease resistance. Pages 55-63 In: Strategies for Control of Cereal Diseases. J. F. Jenkyn, & R. T. Plumb, eds. Blackwell, Oxford, UK.
9. Johnson, R. 1993. Durability of Resistance in Crops: Some closing remarks about the topic of the symposium. Pages 283-300 In: Durability of Disease Resistance. T. Jacobs and J.E. Parlevliet, eds. Kluwer Academic Publisher, The Netherlands.
10. Malihipour, A., M. Torabi, R. Houshyar, A. Tarinejad, & M. S. Ahmadian-Moghaddam. 2002. Seedling and adult plant resistance to yellow rust in the genotypes of Preliminary Wheat Screening

Nursery (PWSN) of Iran in 1999-2000 cropping season. Pages 122-128 in: Meeting the Challenge of Yellow Rust in Cereal Crops (Proceedings of the Regional Conference on Yellow Rust in the Central and West Asia and North Africa Region, 8-14 May 2001, Karaj, Iran). Johnson, R., Yahyaoui, A., Wellings, C., Saidi, A., and Ketata, H. (eds.). 280 pp.

11. Mamluk, O. F. & M. V. van Slageren. 1994. Sources of resistance to wheat diseases in *Aegilops* and *Amblyopyrum* spp. Pages 269-270 In: Proceedings of 9th Congress of the Mediteranean Phytopathology. Union – Kusadasi – Aydin – Turkiye.
12. McIntosh, R.A., G. E. Hart, K. M. Devos, M. D. Gale, & W. J. Rogers. 1998. Catalogue of Gene Symbols for Wheat. A.E. Slinkard (ed.). Proc. 9th Int. Wheat Genetics Symp., 2-7 Aug. 1998, Saskatoon, Canada. 15: 1-235.
13. McNeal, F. H., C. F. Konzak, E. P. Smith, W. S. Tate, & T. S. Russell. 1971. A uniform system for recording and processing cereal research data. U. S. Dept. Agric. Res. Serv., ARS 34-121. 42pp.
14. Nazari, K. 1997. Resistance of advanced lines of *Triticum aestivum* L. and *T. turgidum* var. *durum* to yellow rust. Seed and Plant 13: 9-22.
15. Parlevliet, J. E. 1978. Further evidence of polygenic inheritance of partial resistance in barley to leaf rust. Euphytica. 27: 369-379.
16. Pouralibaba, H. 1998. Identification of races of yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) in northwest of Iran and evaluation of some cultivars / advanced lines of dryland wheat to them. MSc. Thesis. College of Agriculture, University of Tabriz, Iran. 101pp.
17. Roelfs, A. P., R. P. Singh, & E. E. Saari. 1992. Rust Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. Mexico, D. F.: CIMMYT. 81pp.
18. Saidi, A., M. Torabi, & K. Nazari. 1999. Evaluation of genotypes of Elite Regional Wheat Yield Trials for resistance to wheat yellow rust in greenhouse and field using AUDPC. Proeedings of the 13th. Iranian Plant Protection Congress, Karaj, Iran.
19. Singh, R. P., J. Huerta-Espinosa, & H. M. William. 2005. Genetics and breeding for durable resistance to leaf and stripe rusts in wheat. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 29: 121-127.
20. Singh, R. P., J. C. Nelson, & M. E. Sorrells. 2000. Mapping *Yr28* and other genes for resistance to stripe rust in wheat. Crop Science 40: 1148–1155.
21. Torabi, M., M. Hassanpour Hosni, & V. Mardoukhi. 1999. Evaluation of resistance of advanced lines of wheat candidate for release in dry land areas of Iran. Proceedings of the 13th. Iranian Plant Protection Congress, Karaj, Iran.
22. Torabi, M., V. Mardoukhi, K. Nazari, F. Afshari, A. R. Forootan, M. A. Ramai, H. Golzar, & A. S. Kashani. 1995. Effectiveness of wheat yellow rust resistance gees in different parts of Iran. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin 23: 9-12.
23. Torabi, M. & K. Nazari. 1998. Seedling and adult plant resistance to yellow rust in Iranian bread wheats. Euphytica 100: 51–54.
24. Wellings, C. R., R. A. McIntosh, & M. Hussain. 1988. A new source of resistance to *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in spring wheats (*Triticum aestivum*). Plant Breeding 100: 88-96.