ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های پیشرفته‌ی گندم دوروم نسبت به سیاهک پنهان معمولی گندم در استان کرمانشاه

امیر دریایی[1]، هدی غزالی بیگلر[2]، رضا حق پرست[1]، رضا محمدی[1] و بهزاد آژنگ[1]

۱- موسسه‌ی تحقیقات کشاورزی دیم، سرارود، کرمانشاه

۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه

Email: adariaee@yahoo.com

Archive of SID

چکیده

سیاهک پنهان معمولی گندم (*Tilletia laevis*) شایع‌ترین نوع سیاهک پنهان در ایران می‌باشد که هر ساله خسارت قابل توجهی به محصول گندم وارد می‌کند. به منظور ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم دوروم نسبت به این بیماری، در سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۸۳ بذرهای ۹ ژنوتیپ با اسپورهای ۱۱ جدایه خالص عامل بیماری جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان کرمانشاه آلوده شدند. پس از رسیدن گندم و جمع‌آوری کل سنبله‌ها، سنبله‌های آلوده برای هر ژنوتیپ شمارش و درصد آلودگی آن‌ها تعیین گردید. نتایج حاصل از آزمایش در دو سال متوالی نشان داد که ژنوتیپ‌های Chi/Brch،G۱۲۵۲، Syrian-۴، Heidar/Mt/Ho و Zardak نسبت به تمام پاتوتیپ‌ها مقاومت کامل داشتند و ژنوتیپ Syrian-۱ تنها نسبت به جدایه ۱۱، دارای واکنش نیمه مقاومت بود. این ژنوتیپ‌ها با پایین‌ترین درجه‌ی حساسیت به سیاهک پنهان جزو برترین ژنوتیپ‌ها از نظر مقاومت بودند. ژنوتیپ‌های GBM-۹۹ و Omgenil-۳ با بالاترین درجه‌ی حساسیت به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. آزمایش مولتی پاتوتیپ با مقایسه‌ی الگوی مقاومت و حساسیت ژنوتیپ‌های پیشرفته با ژنوتیپ‌های افتراقی دارای ژن یا ژن‌های مقاومت مشخص نشان داد که بعضی از ژنوتیپ‌های مقاوم پیشرفته دارای ژن‌های شناخته

www.SID.ir

شده‌ی مقاومت Bt_{1}، Bt_{4}، Bt_{6}، Bt_{9} ، Bt_{10}، Bt_{11}، Bt_{p}، Bt_{12} و $Bt_{8,9,10}$ می‌باشند. برای اثبات این مطلب باید از تست آللیسم (Allelism test) استفاده شود. ژنوتیپ‌هایی که الگوی حساسیت و مقاومت آن‌ها مشابه با ژنوتیپ‌های افتراقی نبود، به احتمال دارای ژن‌های جدید ناشناخته می‌باشند.

کلمات کلیدی: گندم دوروم، سیاهک پنهان معمولی گندم، ژنوتیپ‌های افتراقی.

مقدمه

سیاهک‌های گندم به خصوص سیاهک پنهان معمولی از مهم‌ترین بیماری‌های گندم محسوب می‌شود که هر ساله خسارت قابل توجهی را به خصوص در مناطقی که بذرها را ضدعفونی نمی‌کنند، وارد می‌سازد. این بیماری بر روی گندم‌های بهاره و زمستانه در تمام نواحی گندم کاری دنیا اتفاق می‌افتد(Wilcoxson & Saari ۱۹۹۶). از آنجایی‌که خاور نزدیک به عنوان مرکز و مبداء گندم شناخته شده است، منشاء بیماری سیاهک پنهان معمولی نیز در این منطقه ذکر می‌شود. به همین دلیل در این منطقه، سیاهک پنهان گسترده‌ترین و مهم‌ترین بیماری گندم بعد از زنگ‌ها می‌باشد (Hoffmann, ۱۹۸۲). این بیماری در تمام مناطق گندم‌خیز ایران مشاهده می‌گردد اما شدت آن در مناطق غرب و شمال غرب بیش‌تر است (Akbari & Zolghadri, ۱۹۸۸; Bamdadian,۱۹۹۳ a,b). هر چند این بیماری به وسیله‌ی ضدعفونی کردن بذرها با سم‌های قارچ‌کش به مقدار زیادی کنترل می‌شود اما با توجه به هزینه‌های بالای ضدعفونی، عدم دسترسی به سم‌های موثر، عدم توزیع یکنواخت سم روی بذرها، ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی، کاهش غلظت سم قبل از جوانه‌زنی بذر به خصوص در دیم زارها و ایجاد مقاومت در نژادهای قارچ نسبت به سم‌های متداول بهترین روش کنترل بیماری کشت ارقام مقاوم می‌باشد (Kuiper, ۱۹۵۶).

در اواخر سال ۱۹۵۰ چندین رقم مقاوم معرفی شدند که عبارت‌اند از رقم Martin دارای ژن مقاومت Bt_{1}، رقم Redit دارای ژن مقاومت Bt_{3}، رقم Turkey دارای ژن Bt_{4} و رقم Rio دارای ژن مقاومت Bt_{6} (Briggs & Holton, ۱۹۵۰). در سال ۱۹۵۷ چندین رقم مقاوم معرفی شدند که به تمام نژادهای سیاهک پنهان حتی جدایه‌های بیماری‌زا روی ژن‌های Bt_{3}، Bt_{1} و Bt_{4} مقاوم بودند (Kendrick & all., ۱۹۵۷). در میان آن‌ها رقم PI۱۷۸۳۸۳ که منشاء آن شرق ترکیه بود، به طور گسترده‌ای در اصلاح ارقام به کار گرفته شد، مطالعات ژنتیکی نشان داد که این رقم دارای سه ژن مقاومت Bt_{9}، Bt_{8} و Bt_{10} می‌باشد (Metzger & all, ۱۹۷۷). ارقامی چون Omar، Colombia، Itanx، Brever، Westmont، Tenday و Dolmar به عنوان

Archive of SID

www.SID.ir

ارقام مقاوم معرفی شده بودند که مقاومت آن‌ها شکسته شد (Purdy & all, ۱۹۶۳). رقم تجارتی Geff دارای ژن‌های مقاومت *Bt*۹ و *Bt*۱۰ از نتایج PI۱۷۸۳۸۳ می‌باشد (Sunderman & Bruinsma, ۱۹۷۵). اغلب منابع مقاومت سیاهک پنهان که تاکنون شناسایی شده‌اند از شرق ترکیه منشاء گرفته‌اند. سیاهک پنهان گندم از گذشته در آنجا وجود داشته است و ژرم‌پلاسم جمع‌آوری شده در سال ۱۹۷۹ شامل صدها رقم گندم بومی و خویشاوندان آن‌ها بود که منابع مقاومت جدید از میان آن‌ها تعیین گردید (Wilcoxson & Sarri, ۱۹۹۶). در سال‌های ۸۷-۱۹۸۳ تعداد ۱۲۸ ژرم پلاسم گندم در کشور آذربایجان به وسیله‌ی *T. laevis* تلقیح مصنوعی گردیدند که ۲۶ منبع مقاومت با منشاء خارجی انتخاب شدند که ارقام TAM۱۰۶، WA۵۹۸۸، WA۶۱۴۶ و A۵۰۰۶۷/۴۰۱از آمریکا بهترین بودند (Zhukova & all, ۱۹۹۰). بر اساس مطالعات انجام شده در مرکز تحقیقات کشاورزی ایکاردا در سوریه جهت دست‌یابی به منابع مقاومت با بررسی ۴۲ ژرم‌پلاسم گندم دوروم تلقیح شده با ۹ جدایه سیاهک پنهان که از کشورهای حوزه‌ی WANA جمع‌آوری شده بودند، ۲۶ ژنوتیپ گندم دوروم مقاوم به بیماری شناخته شدند (Mamluk & Nachit, ۱۹۹۴) . در سال‌های ۸۷-۱۹۸۴ تعداد ۴۸۹ ژرم‌پلاسم گندم نان در ازبکستان به وسیله‌ی *T. laevis* تلقیح مصنوعی گردیدند. نتیجه‌ی آزمایش‌ها نشان داد که ارقام Winter Minflor, ۰۳۰۱۶، ۲۹۶۶-۱۶، Buvma، Purdue، CAN۲۵۴۱ و Vivqo دارای مقاومت کامل نسبت به عامل بیماری بودند (Amanov & all, ۱۹۸۹). جهت بررسی و شناسایی منابع مقاومت به سیاهک، روی هم رفته ۴۵۰ نمونه از *Triticum boeticum* و *T. dicoccoides* در ایکاردا ارزیابی شدند. منشاء *T. boeticum* شمال سوریه و جنوب ترکیه و منشاء *T. dicoccoides* به طور عمده شمال غرب اردن، جنوب سوریه و جنوب ترکیه بود. در نتیجه‌ی ارزیابی مشخص شد که ۸۳٪ از نمونه‌های *T. boeticum* و ۷۰٪ از نمونه‌های *T. dicoccoides* نسبت به بیماری سیاهک پنهان مقاوم یا نیمه مقاوم بودند (Mamluk and Van Slageren, ۱۹۹۳). در هندوستان مقاومت رقم Kalyansona که به پاتوتیپ‌های *T. laevis* و *T. caries* مقاوم بودند مورد بررسی قرار گرفت و با کراس زدن به ۸ رقم استاندارد مقاوم که هر کدام دارای یک ژن مقاومت بودند نسل‌های F_2 و F_3 این کراس‌ها توسط عامل بیماری تلقیح مصنوعی شده و در نتیجه مشخص شد که این رقم دارای ژن غالب *Bt*۴ می‌باشد (Sing & Chopra, ۱۹۹۳). در سال ۱۹۹۶ در کانادا رقم Mc Barrie معرفی شد که به بیماری‌های سیاهک پنهان، سیاهک آشکار، زنگ سیاه و زنگ قهوه‌ای مقاوم بود. این رقم از کراس ارقام مقاوم به دست آمده بود (Mc Caig & all, ۱۹۹۶). در زمینه‌ی معرفی ارقام مقاوم نیز در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی انجام شده است. به طوری که رقم Rod (Peterson & all, ۱۹۹۵)، رقم

Archive of SID
www.SID.ir

Tjalvar (Blazkova & all, ۱۹۹۷)، به طوری که رقم Ac Crystal (Fernandez & all, ۱۹۹۸) و لاین‌های P۸۹۱۷-B۴D۴، P۸۹۱-V۲A۵ و P۸۹۲۱-Q۴C۵ (Knox & all, ۱۹۹۸) معرفی گردیدند. مقاومت ممکن است به دلیل به وجود آمدن نژادهای بیماری‌زای انتخابی یا با توسعه ژن‌های بیماری‌زای نوترکیب در بین توده سیاهک پنهان، شکسته شود. بنابراین همیشه باید منابع جدید مقاومت شناسایی شوند (Purdy & all, ۱۹۶۳).

مواد و روش‌ها

نه رقم و ژنوتیپ پیشرفته‌ی گندم دوروم از معاونت موسسه‌ی تحقیقات کشاورزی دیم- سرارود تهیه گردید (جدول ۱). صد عدد از بذرهای این ژنوتیپ‌ها برای کاشت در ۲ خط یک متری در نظر گرفته شدند. به منظور تهیه‌ی مایه‌ی تلقیح از بین جدایه‌های گونه‌ی *T. laevis* جمع‌آوری شده از مزارع گندم استان کرمانشاه، ۱۱ جدایه به عنوان نماینده‌ی مناطق مختلف استان که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی را نسبت به سایر نمونه‌ها داشتند، جهت آزمایش انتخاب شدند. سورهای هر تک سنبله به عنوان یک جدایه خالص به آرامی در هاون چینی کوبیده شد، سپس بقایای گیاهی توسط الک ریز جدا گردیدند و اسپورهای خالصی که به این صورت آماده شده بودند با مقداری پودر تالک (به منظور افزایش حجم و اختلاط بهتر با بذرها) مخلوط شدند.

مایه‌زنی بذرهای ژنوتیپ‌های پیشرفته‌ی گندم دوروم یک روز قبل از پیاده نمودن آزمایش انجام گرفت. بذرها در لوله‌های درب‌دار استریل به طور جداگانه ریخته شدند، سپس در هر لوله به نسبت وزنی ۰/۰۰۵ اسپور جدایه‌ی مورد نظر مخلوط شده با کمی پودر تالک ریخته شد و پس از بستن درب لوله، برای اختلاط یکنواخت اسپورها با بذرها، لوله‌ها به شدت تکان داده شدند. با این روش یک گرم بذر به طور تقریبی با ۸۰۰۰۰ عدد اسپور آغشته می‌شود (Ismail & all, ۱۹۹۵).

کشت در زمینی که عملیات آماده‌سازی زمین و تهیه بستر کاشت از قبیل شخم زدن، دیسک زدن، در آوردن جوی و پشته توام با کوددهی در مقادیر مناسب از کودهای اوره و فسفات صورت گرفته بود انجام شد. در تاریخ ۱۳۸۳/۸/۳۰ که درجه حرارت خاک برای انجام آزمایش مناسب بود، هر یک از ژنوتیپ‌های پیشرفته‌ی گندم دوروم تلقیح شده، در دو خط یک متری با فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متر و عمق ۵-۴ سانتی‌متر کشت شدند و بین هر دو ژنوتیپ یک خط به صورت نکاشت باقی ماند. یکسری کامل از ژنوتیپ‌ها نیز به صورت بدون تلقیح به عنوان شاهد کاشته شدند. بین هر دسته از جدایه‌ها نیز به منظور سهولت در تشخیص، سرکشی و یادداشت برداری‌های لازم دو

Archive of SID

www.SID.ir

خط به صورت نکاشت باقی ماند. بعد از کاشت جهت سبز کردن بذرها، مزرعه آبیاری شد و در طول دوره‌ی رشد مراقبت‌های لازم از قبیل وجین علف‌های هرز، مخلوط کشی و اتیکت گذاری ژنوتیپ‌ها انجام شد. پس از رسیدن گندم سنبله‌های هر رقم به صورت جداگانه برداشت شد و برای محاسبه‌ی دقیق درصد آلودگی به آزمایشگاه منتقل گردید. شناسایی سنبله‌های آلوده از سنبله‌های سالم از روی مشخصات ظاهری آن‌ها صورت گرفت. پس از شناسایی با شمارش کل سنبله‌های هر ژنوتیپ و شمارش سنبله‌های آلوده، درصد آلودگی محاسبه گردید. عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها در مقابل جدایه‌ها به صورت مقاوم، نیمه مقاوم، نیمه حساس و حساس با استفاده از روش پیشنهادی (Van Slageren & Mamluk, ۱۹۹۳) به صورت مقاوم با درصد آلودگی کمتر از ۵٪، نیمه مقاوم با درصد آلودگی بین ۱۰٪-۵٪ نیمه حساس با درصد آلودگی بین ۱۵٪-۱۰٪ حساس با درصد آلودگی بیش‌تر از ۱۵٪ مشخص شد. برای تعیین قدرت بیماری‌زایی جدایه‌ها و درجه حساسیت ژنوتیپ‌ها نسبت به این جدایه‌ها، به واکنش‌های مقاومت (R)، نیمه مقاومت (MR)، نیمه حساسیت (MS) و حساسیت (S) به ترتیب امتیازهای ۰، ۱، ۲ و ۳ داده شد. از مجموع امتیازهای یک ژنوتیپ در واکنش نسبت به هر یک از جدایه‌های عامل بیماری، درجه حساسیت آن ژنوتیپ محاسبه گردید و از مجموع امتیاز تمام ژنوتیپ‌ها در واکنش نسبت به یک جدایه، قدرت بیماری‌زایی هر جدایه محاسبه شد. آزمایش مولتی پاتوتیپ (Multipathotype test) برای تعیین ژن‌های مقاومت احتمالی در ژنوتیپ‌های پیشرفته‌ی گندم دوروم صورت گرفت. برای این منظور هم زمان با مایه‌زنی و کاشت این ژنوتیپ‌ها، یکسری از ژنوتیپ‌های افتراقی نیز که دارای یک یا چند ژن مقاومت شناخته شده بودند مایه‌زنی و کشت گردیدند. در این آزمایش از سری کامل ژنوتیپ‌های زمستانه (۱۸ ژنوتیپ) به اضافه‌ی ۲ ژنوتیپ بهاره حامل ژن‌های $Bt_{۱۴}$ و $Bt_{۱۵}$ دریافتی از واحد پاتولوژی غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه‌ی نهال و بذر کرج و هم‌چنین رقم بولانی به عنوان شاهد حساس استفاده شد (جدول ۲). تمامی مراحل مایه زنی ژنوتیپ‌ها، آماده‌سازی زمین، کاشت در مزرعه، مراقبت‌های زمان رشد و تعیین درصد آلودگی همانند ارقام پیشرفته گندم دوروم انجام شد. این روش با استفاده از بررسی تشابه یا تفاوت الگوی مقاومت و حساسیت این ژنوتیپ‌ها با ژنوتیپ‌های پیشرفته‌ی گندم دوروم تا حدودی به تعیین ژن‌های مقاومت در ژنوتیپ‌های پیشرفته کمک می‌کند. به منظور اطمینان از نتایج به دست آمده، آزمایش در سال دوم نیز تکرار گردید.

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج و بحث

نتایج دو ساله به طور کامل یکسان حاصل از آزمایش، در مورد ژنوتیپ‌های پیشرفته‌ی گندم دوروم نشان داد که ژنوتیپ‌های G۱۲۵۲، Chi/Brch، Syrian-۴، Heidar/Mt/Ho و Zardak با مقاومت کامل نسبت به همه‌ی جدایه‌های مورد بررسی و دارا بودن پایین‌ترین درجه‌ی حساسیت، به عنوان مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها می‌توانند برای انتقال مقاومت به سایر ارقام در برنامه‌های به نژادی گندم مورد استفاده قرار گیرند. ژنوتیپ GBM-۹۹ با درجه‌ی حساسیت ۱۸ به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ پیشرفته‌ی گندم دوروم نسبت به جدایه‌های ۱، ۴، ۷، ۸، ۹ و ۱۱ شناخته شد. ژنوتیپ Syrian-۱ نسبت به جدایه‌ی ۱۱ دارای واکنش نیمه مقاومت و ژنوتیپ Mna-۱/Rfm-۷ نسبت به جدایه‌های ۴ و ۸ دارای واکنش نیمه حساسیت بوده که به ترتیب دارای درجه حساسیت قابل قبول ۱ و ۴ بودند و با توجه به خصوصیات زراعی مطلوب آن‌ها برای کشت در سطح وسیع در مناطق مختلف استان قابل توصیه هستند. ژنوتیپ Omgenil-۳ با درجه حساسیت ۱۰ نسبت به جدایه‌های ۴ و ۸ حساسیت، در مقابل جدایه ۱۱ نیمه حساسیت و در برابر جدایه‌های ۱ و ۹ واکنش نیمه مقاومت نشان داد که با در نظر گرفتن درجه‌ی حساسیت به نسبت بالای این ژنوتیپ، کشت آن در مناطقی که در برابر جدایه‌های آن منطقه حساس بود، توصیه نمی‌گردد و یا باید در این مناطق ضدعفونی بذر به طور حتم اجرا و با دقت کامل اعمال گردد (جدول ۳).

نتایج دو ساله‌ی کاملاً یکسان حاصل از آزمایش در مورد ژنوتیپ‌های افتراقی نیز نشان داد که ژنوتیپ‌های Sel ۲۰۹۲، Turkey ۱۵۵۸، Rio.، M۸۲-۲۰۹۸، M۸۲-۲۱۰۲، M۸۲-۲۱۲۳، P.I.۱۷۸۳۸۳، P.I. ۱۷-۳۴۳۸ و M۸۲-۲۱۴۱ نسبت به تمامی جدایه‌ها کاملاً مقاوم و دارای درجه حساسیت صفر بودند. ژنوتیپ‌های M۸۲-۲۱۶۱ و Doubi با درجه حساسیت ۳ تنها نسبت به ۱ جدایه حساس بودند. ژنوتیپ‌های Heines VII و رقم Bolani با درجه حساسیت ۳۳ در برابر تمام جدایه‌ها حساسیت کامل داشتند. ژنوتیپ SEL ۵۰۰۷۷ و ژنوتیپ‌های۵۰۰۷۷ SEL و Ridit به‌ترتیب با درجه حساسیت‌های۲۴ و ۲۲ در مرتبه دوم و سوم حساسیت نسبت به جدایه‌ها قرار گرفتند (جدول ۴).

مطالعه روی ژن‌های مقاومت موجود در ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم دوروم با درجه حساسیت پایین که در مقابل تمامی یا اکثریت جدایه‌ها واکنش مقاومت داشتند و انتقال این ژن‌ها به ارقام و ژنوتیپ‌های با خصوصیات زراعی مطلوب، می‌تواند راهکار مناسبی برای تولید ارقام زراعی پرمحصول و مقاوم به بیماری سیاهک پنهان معمولی گندم باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه‌ی الگوی حساسیت و مقاومت ژنوتیپ‌های پیشرفته با ژنوتیپ‌های افتراقی پاتوتیپ‌های سیاهک پنهان گندم و در نتیجه تشابه این الگوها در ژنوتیپ‌های G۱۲۵۲، Chi/Brch، Syrian-۴، Heidar/Mt/Ho و Zardak گندم دوروم با برخی از ژنوتیپ‌های افتراقی تک ژنی حاوی ژن‌های مقاومت $Bt_{۱}$، $Bt_{۴}$، $Bt_{۶}$، $Bt_{۹}$، $Bt_{۱۰}$، $Bt_{۱۱}$، Bt_{p} و $Bt_{۱۲}$ و یک ژنوتیپ چند ژنی با ژن مقاومت $Bt_{۸,۹,۱۰}$ نشان می‌دهد که ممکن است این ژنوتیپ‌ها دارای ژن‌های مقاومت مشابه با ژن‌های موجود در ژنوتیپ‌های افتراقی باشند که برای اثبات این مطلب باید از تست آللیسم (Allelism test) استفاده شود و سایر ژنوتیپ‌ها که الگوی حساسیت و مقاومت آن‌ها مشابه با ارقام افتراقی نیستند، به طور احتمال ژن‌های جدید ناشناخته دارند.

با توجه به مجموع قدرت بیماری‌زایی جدایه‌ها بیش‌ترین و کمترین قدرت بیماری‌زایی مربوط به جدایه‌های جمع‌آوری شده از بید سرخ و روانسر با قدرت بیماری‌زایی ۲۵ و گیلان غرب با قدرت بیماری‌زایی ۹ بود. جدایه‌های جمع‌آوری شده از ماهیدشت و سنقر و هم‌چنین جدایه‌های جمع‌آوری شده از روانسر و بیدسرخ دارای قدرت بیماری‌زایی یکسانی بودند که با توجه به یکسانی الگوی بیماری‌زایی آن‌ها در هر دو گروه ژنوتیپ‌های پیشرفته و افتراقی این احتمال می‌رود که این جدایه‌ها پاتوتیپ‌های یکسانی باشند. در مناطق روانسر و بیدسرخ با توجه به دارا بودن قوی‌ترین جدایه‌ها از نظر قدرت بیماری‌زایی و به منظور جلوگیری از ایجاد پاتوتیپ‌های جدید عامل بیماری سیاهک پنهان معمولی گندم و گسترش این بیماری در آن مناطق، استفاده از ارقام و ژنوتیپ‌های کاملاً مقاوم توصیه می‌شود.

در مناطق مختلف پاتوتیپ‌های متفاوتی بیماری‌زا هستند بنابراین ژن‌های مقاومت در نقاط مختلف متفاوت هستند و ارقام مقاوم برای هر منطقه اختصاصی بوده و نمی‌توان آن را برای سایر نقاط به‌عنوان رقم مقاوم معرفی نمود. به طور کلی لازمست در مورد ارقام مقاوم آزمایش‌های چند منطقه‌ای (Multilocation test) صورت گیرد و پایداری مقاومت ارقام نیز هر چند سال مورد ارزیابی قرار گرفته تا بتوان به ارقامی با مقاومت پایدار دست یافت و هم‌چنین با توجه به تغییرات ژنتیکی احتمالی در بیماری‌زایی پاتوتیپ‌های عامل بیماری و پیدایش پاتوتیپ‌های جدید، لازم است در مورد این بیماری مهم گندم که هر ساله باعث خسارت اقتصادی می‌شود، مطالعات پیگیر و مستمر صورت گیرد و مقاومت ژن‌های موثر در مقابل پاتوتیپ‌های غالب به طور مرتب شناسایی شود تا در صورت مشاهده پاتوتیپ جدید، با برنامه‌ریزی برای تعیین منابع جدید مقاومت و تهیه ارقام مقاوم به همراه سایر روش‌های مدیریت کنترل بیماری از خسارت این بیماری کاسته شود.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱: ارقام و ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم دوروم

ردیف	رقم/ لاین
۱	G-۱۲۵۲
۲	NO.۹۹-IRGBM ۷۷-۷۸
۳	Chi/Brch
۴	Syrian-۱
۵	Omgenil-۳
۶	Syrian-۴
۷	Mna-۱/Rfm-۷
۸	Heidar/Mt//Ho
۹	Zardak

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲: ژنوتیپ‌های افتراقی پاتوتیپ‌های قارچ *T. laevis*

ژن مقاومت	ردیف	سری زمستانه	ردیف	سری بهاره
$Bt_{.}$	۱	VII Heines		M۸۴-۵۰۴ to ۵۱۰, Red Bobs
$Bt_{۱}$	۲	SEL ۲۰۹۲		M۸۴-۵۱۲ to ۵۲۰, RB/Wf ۳۸.
$Bt_{۲}$	۳	SEL ۱۱۰۲		M۸۴-۵۲۲ to ۵۳۰, RB/SEL ۱۴۰۳
$Bt_{۳}$	۴	Ridit		M۸۴-۵۳۲ to ۵۳۸ RB/RDT.
$Bt_{۴}$	۵	Turkey ۱۵۵۸		M۸۲-۵۴۲ to ۵۵۰, RB/TK ۳۰۵۵.
$Bt_{۵}$	۶	Hohenheimer		M۸۲-۳۴۱, Promese
				Red Bobs/ Hohenheimer
$Bt_{۶}$	۷	Rio.		M۸۴-۵۵۲ to ۵۶۰, RDT.
$Bt_{۷}$	۸	SEL ۵۰۰۷۷		M۸۴-۵۶۲ to ۵۷۰, RB/TK ۳۰۵۵.
$Bt_{۸}$	۹	P.I. ۱۷۳۴۳۸ x Elgin (M۸۲-۲۱۶۱)	۱۰	M۷۸-۹۴۹۶, RB/PI ۱۷۸۲۱۰. (White seed)
			۱۱	M۸۳-۱۶۰۱, RB/PI ۱۷۸۲۱۰ (Red seed)
$Bt_{۹}$	۱۰	Elgin x P.I. ۱۷۸۳۸۳ (M۸۲-۲۰۹۸)	۱۲	M۸۴-۵۹۷ to ۶۰۵, RB/CI ۷۰۹۰.
	۱۱	R۶۴-۶۹۶۸		
$Bt_{۱۰}$	۱۲	P.I. ۱۷۸۳۸۳ x Elgin (M۸۲-۲۱۰۲)	۱۳	M۸۴-۶۲۵, SEL. M۸۳-۱۶۲.
$Bt_{۱۱}$	۱۳	Elgin x P.I. ۱۶۶۹۱۰ (M۸۲-۲۱۲۳)		-
$Bt_{۸,۹,۱۰}$	۱۴	P.I.۱۷۸۳۸۳		-
$Bt_{۳,۷,۸}$	۱۵	M۷۳-۲۱۵۴		-
Bt_{P}	۱۶	P.I. ۱۷-۳۴۳۸		-
$Bt_{۱۲}$	۱۷	P.I. ۱۱۹۳۳۳ (M۸۲-۲۱۴۱), BW		-
$Bt_{۱۳}$	۱۸	Thule III; P.I. ۱۸۱۴۶۳,BW		-
$Bt_{۱۴}$			۱۴	Doubi, DW
$Bt_{۱۵}$			۱۵	Carlton, DW

(اقتباس از Wilcoxson & Saari, ۱۹۹۶)

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳: عکس‌العمل ژنوتیپ‌های پیشرفته‌ی گندم دوروم نسبت به جدایه‌های سیاهک پنهان معمولی *(Tilletia laevis* Kuhn.*)*

جدایه	ژنوتیپ محل جمع آوری	G-۱۲۵۲	GBM-۹۰۰۰۴	Chi/Brch	Syrian-۱	Omgenil-۳	Syrian-۴	Mna-۱/Rfm-۷	Heidar/Mt/Ho	Zardak	قدرت بیماری زایی جدایه
۱	ماهیدشت	R	S	R	R	MR	R	R	R	R	۴
۲	کوزران	R	R	R	R	R	R	R	R	R	۰
۳	سرپل‌ذهاب	R	R		R	R	R	R	R	R	۰
۴	روانسر	R	S		R	S	R	MS	R	R	۸
۵	سرفیروزآباد	R	R		R	R	R	R	R	R	۰
۶	سرارود	R	R		R	R	R	R	R	R	۰
۷	درودفرامان	R	S		R	R	R	R	R	R	۳
۸	بیدسرخ	R	S		R	S	R	MS	R	R	۸
۹	سنقر	R	S	R	R	MR	R	R	R	R	۴
۱۰	گیلان غرب	R	R	R	R	R	R	R	R	R	۰
۱۱	بیستون	R	S	R	MR	MS	R	R	R	R	۶
درجه حساسیت به بیماری		۰	۱۸	۰	۱	۱۰	۰	۴	۰	۰	–

R= مقاومت= صفر، MR= نیمه مقاومت= ۱، MS= نیمه حساسیت= ۲ ، S= حساسیت= ۳

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴: عکس‌العمل ژنوتیپ‌های افتراقی و رقم حساس بولانی نسبت به جدایه‌های سیاهک پنهان گندم

***(Tilletia laevis* Kuhn.)**

جدایه	ژنوتیپ و ژن مقاومت	Heines VII	Sel ۲۰۹۲	Sel ۱۱۰۲	Ridit	Turkey ۱۵۵۸	Hohenheimer	Rio	Sel ۵۰۰۷۷	M۸۲-۲۱۶۱	M۸۲-۲۰۹۸	M۸۲-۲۱۲۰	M۸۲-۲۱۲۳	P.I ۱۷۸۳۸۲	MV۳-۲۱۵۴	P.I ۱۷۳۴۳۸	M۸۲-۲۱۴۱	Thule III	Doubi	Carlton	Bolani(Local check)	قدرت بیماری‌زایی
	محل جمع‌آوری	$Bt_{۰}$	$Bt_{۱}$	$Bt_{۲}$	$Bt_{۳}$	$Bt_{۴}$	$Bt_{۵}$	$Bt_{۶}$	$Bt_{۷}$	$Bt_{۸}$	$Bt_{۹}$	$Bt_{۱۰}$	$Bt_{۱۱}$	$Bt_{۸۹۰۰}$	$Bt_{۳۷۸}$	Bt_{n}	$Bt_{۱۲}$	$Bt_{۱۳}$	$Bt_{۱۴}$	$Bt_{۱۵}$	-	
۱	ماهیدشت	S	R	S	MS	R	R	R	S	R	R	R	R	R	MS	R	R	S	R	R	S	۱۹
۲	کوزران	S	R	S	S	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	MR	S	۱۶
۳	سرپل‌ذهاب	S	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	MR	S	۱۳
۴	روانسر	S	R	S	S	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	MS	S	۱۷
۵	سرفیروزآباد	S	R	S	S	R	MS	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	MS	S	MR	S	۲۳
۶	سرارود	S	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	۱۲
۷	درودفرامان	S	R	MR	MS	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	۱۲
۸	بیدسرخ	S	R	S	S	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	MS	S	۱۷
۹	سنقر	S	R	S	MS	R	R	R	S	R	R	R	R	R	MS	R	R	S	R	R	S	۱۹
۱۰	گیلانغرب	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	S	۹
۱۱	بیستون	S	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	MS	R	R	S	۱۱
	درجه حساسیت	۳۳	۰	۲۲	۲۲	۰	۲	۰	۲۴	۳	۰	۰	۰	۰	۴	۰	۰	۱۶	۳	۸	۳ ۳	-

R= مقاومت= صفر، MR= نیمه مقاومت= ۱، MS= نیمه حساسیت= ۲ ، S= حساسیت= ۳

Archive of SID
www.SID.ir

منابع

۱. kbari, A., and Zolghadri, M. ۱۹۸۸. Current status of crop production, research infrastructure and constraints in Iran. In: J.P. Srivastava, M.C. Saxena, S. Varma and M. Tahir, (eds), Winter Cereals and Food Legumes in Mountainous Areas. ICARDA, Aleppo, Syria, P: ۱۸۱-۱۸۹.

۲. Amanov, A.A., Kiryash,V.A., and Yusupov, B. ۱۹۸۹. Forms of wheat immune to bunt. Selektsiya-i-Semenovodstvo-Moskva, ۵: ۳۴.

۳. Bamdadian, A. ۱۹۹۳a. Wheat smuts. Diseases of Wheat in Iran, ۱۸-۵۱.

۴. Bamdadian, A. ۱۹۹۳b. A short report on the wheat bunt in Iran. Plant Protection Research Institute. Evin, Iran, ۲ pp.

۵. Blazkova V., Bartos P., Skorpik M., and Hanusova R. ۱۹۹۷. Wheat cultivar Tjelvar as a source of bunt (Tilletia spp.) resistance . Genetika-a- Slechteni, ۳۳: ۲۴۱-۲۵۰

۶. Briggs, F.N., and Holton, C.S. ۱۹۵۰. Reaction of wheat varieties with known genes for resistance to races of bunt, T. caries and T. foetida. Agronomy Journal, ۴۲: ۴۸۳-۴۸۶.

۷. Fernandez, M.R., DePauw, R.M., Knox, R.E., Clarke, J.M., McCaig, T.N., and McLeod, J.G. ۱۹۹۸. AC Crystal red spring wheat. Canadian Journal of Plant Science, ۷۸:۳۰۷-۳۱۰.

۸. Hoffmann, J.A. ۱۹۸۲. Bunt of wheat. Plant Disease, ۶۶: ۹۷۹-۹۸۷.

۹. Ismail, S.F., Mamluk, O.F., and Azmeh, M.F. ۱۹۹۵. New pathotype of common bunt of wheat from syria. Phylopathologia Mediteranea, ۳۴: ۱-۶.

۱۰. Knox, R.E., Thomas, J.B., Depauw, R.M., Demeke, T., Laroche, A., and Gaudet, D.A. ۱۹۹۸. Registeration of common bunt resistance wheat

Archive of SID

www.SID.ir

۱۱.germplasm lines P۸۹۱۳-V۲A۵۰, P۸۹۱۷-B۴D۴ and P۸۹۲۱-Q۴C۵. Crop Science, ۳۹: ۵۶۹-۵۷۰.

۱۲.Kuiper, J. ۱۹۶۵. Failure of hexachlorobenzene to control common bunt of wheat. Nature, ۲۰۶: ۱۲۱۹-۱۲۲۰.

۱۳. Mamluk, O.F., and Nachit, M.M. ۱۹۹۴. Sources of resistance to common bunt *(T. foetida and T. caries)* in durum wheat. Journal of Phytopathology, ۱۴۲: ۱۲۲-۱۳۰.

۱۴. Mamluk, O.F., and Van Slageren, M.W. ۱۹۹۳. Resistance to common bunt, yellow rust, leaf rust and Septoria tritici blotch in wild einkorn and wild emmer wheat. Phytopathologia Mediterranea, ۳۲: ۱۴-۱۹.

۱۵. McCaig, T.N., Depauw, R.M., Clarke, J.M., McLead, J.G., Fernandez, M.R., and Knox, R.E. ۱۹۹۶. Ac Barrie hard red spring wheat. Canadian Journal of Plant Science, ۷۶: ۳۳۷-۳۳۹.

۱۶. Metzger, R.J., Rhode, C.R., and Hoffmann, J.A. ۱۹۷۷. Inheritance of resistance to common bunt in *Triticum aestivum* L. 'P۱۱۷۸۳۸۳'. Agronomy Abstracts. P: ۶۴.

۱۷. Peterson, C.J.J., Allan, R.E., Morris, C.F., Miller, B.C., Moser, D.F., and Line, R.F. ۱۹۹۵. Registration of 'Rod' wheat. Crop Science, ۳۵: ۲, ۵۹۴.

۱۸. Purdy, L.H., and Kendrick, E.L. ۱۹۶۳. Influence of environmental factors on the development of wheat bunt in the Pacific Northwest. IV. Effect of soil temperature and moisture on infection by soil spores. Phytopathology, ۵۳: ۴۱۶-۴۱۸.

۱۹. Singh, S.R., and Chopra, V.L. ۱۹۹۳. Indentification of the gene enditioning resistance to bunt (*T. foetida*) in wheat CV. Kalyansona. Proceeding of the Indian National Science Academy Part B. Biological Science, ۵۹: ۵۰۱-۵۰۴.

۲۰. Sunderman, D.W., and Bruinsma, B. ۱۹۷۵. Registration of Jeff wheat. Crop Science. ۱۵: ۱۰۵.

Archive of SID
www.SID.ir

۲۱. Wilcoxson, R.D., and Sarri, E.E. ۱۹۹۶. Bunt and smut diseases of wheat. Concepts and Methods of Disease Management. Mexico. D.F. CIMMYT. ۶۶ pp.

۲۲. Zhukova, A., Zeinalov, I., and Seidov, M. ۱۹۹۰. Source material for breeding winter wheat resistant to bunt in Azerbaidzhan. Sbornik Nauchnykh Trudov po Prikladnoi Botanike. Genetike-i-Selektsii, ۱۳۲: ۳۱-۳۵.

Archive of SID

www.SID.ir