واکنش لاین‌های پیشرفته و امیدبخش گندم نسبت به عامل بلایت فوزاریومی سنبله F*usariumm graminearum* در شرایط مزرعه

Response of wheat advanced and elite lines to *Fusarium graminearum*, the causal agent of fusarium head blight in field condition

مریم خیرخوانی[۱]، محمد ترابی[۲] و محمدعلی دهقان[۳]

دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۲ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۱۴

چکیده

به‌منظور ارزیابی مقاومت لاین‌های پیشرفته و امیدبخش گندم نسبت به بیماری بلایت فوزاریومی سنبله ناشی از قارچ *Fusarium geraminearum* که یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گندم در شمال کشور به‌شمار می‌رود، ۶۱ لاین امیدبخش و پیشرفته گندم از بخش تحقیقات غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج دریافت گردید. این بذرها در سال ۱۳۹۱ در سه تکرار و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط مزرعه در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان کاشته شدند. با استفـاده از کشت خالص قارچ عامل بیماری در آزمایشگاه روی محیط کشت کاه و کلش گندم زادمایه قارچ تکثیر و لاین‌ها در دو نوبت در زمان تشکیل سنبله و گلدهی مایه‌زنی شدند. بعد از ظهور علائم بیماری در شرایط مزرعه، درصد وقوع بیماری (Disease incidence) و شدت بیماری(Disease severity) یادداشت‌برداری و سپس ضریب شاخص بیماری (Disease index) برای هر یک از لاین‌های مورد بررسی محاسبه و تعیین شد. نتایج نشان داد که لاین‌های ARWYT-N-90-2، ERWYT-N-90-20 و ERWYT-N-89-4 با داشتن کم‌ترین شاخص بیماری مقاومت قابل قبولی نسبت به بیماری بلایت سنبله نشان دادند. اما با این وجود هیچ‌کدام از لاین‌های مورد بررسی نسبت به بیماری مصون نبودند.

واژگان کلیدی: گندم، بلایت فوزاریومی سنبله، شدت بیماری، شاخص بیماری، مقاومت.

۱و۲- به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین-پیشوا، دانشکده کشاورزی، گروه بیماری‌شناسی گیاهی، ورامین

۳- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، گرگان

نویسنده مسئول مکاتبات: m.torabi28@yahoo.com

مقدمه

گندم یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی جهان است که در سطح بسیار وسیع کشت می‌شود و بیش‌ترین نیاز غذایی بشر را تأمین می‌کند (Fry *et al.*, 1998). در دنیای امروزه گندم نه تنها به‌عنوان یک ماده مهم و اساسی است بلکه از نظر سیاسی نیز دارای اهمیت می‌باشد. در کشور ما هر ساله به علت افزایش جمعیت، به میزان مصرف گندم افزوده شده و نیاز به تولید گندم سال به سال بیش‌تر می‌شود. رعایت اصول به‌زراعی و به‌نژادی و کاهش خسارت آفات و بیماری‌های گیاهی می‌تواند مؤثرترین راه برای رسیدن به خوداتکایی باشد (بهنیا، ۱۳۷۶). هر ساله بیش از ۴۰ درصد تولید گندم در دنیا را بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز کاهش می‌دهند (Fry *et al.*, 1998)، که سهم بیماری‌ها در این میان، ۲۰ درصد می‌باشد (Feuillet and Ketler, 1998). بیماری بلایت فوزاریومی سنبله (Fusarium Head Blight) یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گندم و سایر غلات دانه ریز در مناطق مرطوب و نیمه‌مرطوب جهان بوده که سالیانه خسارات فراوانی به محصول گندم جهان وارد می‌کند (Schroeder and Christensen, 1963; Gilbert and Tekauz, 2000). این بیماری اولین بار در ایران توسط ارشاد در سال ۱۳۵۶، از مزارع دشت ناز ساری گزارش شد (ارشاد، ۱۳۷۴). با توجه به کارایی پایین روش‌های مختلف مبارزه با این بیماری نظیر تناوب زراعی، ضدعفونی بذر، نابودی کاه و کلش، مبارزه شیمیایی و غیره، بهترین روش کنترل این بیماری استفاده از ارقام مقاوم یا متحمل، همراه با اعمال مدیریت زراعی مناسب، می‌باشد (کلاته عربی، ۱۳۸۱). مقاومت به فوزاریوز سنبله گندم پیچیده است و تحقیقات نشان می‌دهد که مقاومت به این بیماری به بعضی فاکتورهای مربوط به رقم گندم نظیر عادت گلدهی، ارتفاع بوته و عکس‌العمل‌های دفاعی و فیزیولوژیکی خاص نیز وابسته است. ظاهراً هر یک از این عوامل تحت تأثیر شرایط محیطی قرار دارند که این مسأله به نوبه خود مطالعات را پیچیده‌تر می‌کند (ممرآبادی، ۱۳۷۵). در حال حاضر با توجه به این‌که در صورت وجود شرایط خیلی مناسب برای عامل بیماری، هیچ کدام از ارقام مقاوم به بیماری فوزاریومی سنبله گندم، مقاومت قابل توجهی نشان نمی‌دهند، لذا بایستی به منظور پیشرفت‌های قابل ملاحظه در امر اصلاح گندم، منابع ژنتیکی مقاوم‌تر و مؤثرتری در بین ارقام و لاین‌های خویشاوندان گندم مورد مطالعه قرار گیرد، زیرا یکی از اهداف اصلاح گندم در مورد این بیماری، تهیه ارقام مقاوم به آن است (بامدادیان و ترابی، ۱۳۶۲ ;Chen *et al.*, 1997; Miedaner, 1999; Johnes and; Mirocha, 1997). کشور ما یکی از خاستگاه‌های قارچ *F. graminearum* در دنیا می‌باشد، به ویژه استان‌های مازندران و گلستان که اپیدمی‌های این بیماری اغلب در این استان‌ها مشاهده گردیده است. پاری و همکاران (Parry *et al.*, 1995) در انگلستان ۱۹ رقم گندم را در شرایط آلودگی طبیعی و ۵۸ رقم گندم را در شرایط آلودگی مصنوعی مورد ارزیابی قرار دادند. در نهایت مشاهده گردید که یک سری از ارقام در هر دو روش آلودگی، بالاترین مقاومت را نسبت به بیماری فوزاریومی سنبله از خود نشان دادند. اشنایدر (Snijders, 1990a) در هلند ۲۵۸ ژنوتیپ گندم زمستانه و بهاره را طی چهار سال مورد ارزیابی قرار داد و توانست تنوع زیادی را در بین آن‌ها از نظر مقاومت به بیماری فوزاریوم سنبله مشاهده نماید. ساور (Saur, 1991) در فرانسه ۲۳۰ ژنوتیپ و ۳۳۴ لاین از ۱۵ گونه مختلف متعلق به جنس *Triticum* sp. را از نظر مقاومت به بیماری فوزاریومی سنبله غربال نمود و مشاهده کرد که واکنش ارقام و لاین‌های مورد بررسی از خیلی حساس تا نسبتاً مقاوم متغیر بود. در این بررسی، گونه‌های مربوط به گندم، مقاومت بالایی نداشتند. گلزار (۱۳۷۴) نیز در یک بررسی دو ساله (۷۳-۱۳۷۲) تعدادی از ارقام و لاین‌های دریافتی از داخل و خارج از کشور را در شرایط مزرعه با آلودگی مصنوعی مورد ارزیابی قرار داده و اعلام کرد که سه رقم چینی Ning 7840، Sumai#3 و Wang Shui-bai مقاومت مطلوبی نسبت به بیماری فوزاریوم سنبله دارند و می‌توان از آن‌ها به عنوان منابع مقاومت، در برنامه‌های دورگ‌گیری استفاده کرد. اعتباریان و ترابی (۱۳۷۵) تعداد ۳۱ رقم از گندم‌های ایرانی، آمریکایی و چینی را در ایستگاه تحقیقات کشاورزی قراخیل مازندران در شرایط آلودگی مصنوعی از نظر مقاومت به بیماری فوزاریومی سنبله مورد ارزیابی قرار دادند و اعلام نمودند که ارقام چینی Shanghai 5، Shanghai 3 وSumai#3 رقم آمریکایی Marshal و ارقام ایرانی امید و قفقاز کم‌ترین آلودگی

را نسبت به این بیماری داشته و درصد آلودگی سنبلچه‌ها در این ارقام از ۵/۷ درصد بیش‌تر نبود. عابدینی اصفهلانی و همکاران (۱۳۷۹) به‌منظور بررسی روش‌های مختلف ارزیابی مقاومت به گسترش فوزاریوم سنبله، واکنش ۲۸ ژنوتیپ گندم بهاره را در سال ۱۳۷۷ نسبت به دو جدایه *F. graminearum* در شرایط گلخانه‌ای مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه گرفتند که اختلاف بین ژنوتیپ‌ها برای هر سه روش ارزیابی (روش مایه‌زنی نقطه‌ای، روش محاسبه سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری و روش محاسبه درصد آلودگی محور سنبله) معنی‌دار بوده و همبستگی بین آن‌ها نیز مثبت و معنی‌دار بود. هدف از انجام این تحقیق ارزیابی لاین‌های پیشرفته جدید گندم نسبت به بیماری بلایت فوزاریومی سنبله در شرایط مزرعه بود تا در صورت شناسائی لاین‌های مقاوم بتوان آن‌ها را به عنوان کاندید برای معرفی رقم جدید و یا به عنوان منابع مقاومت در برنامه‌های به‌نژادی در آینده استفاده کرد. لازم به توضیح است که لاین‌های مورد بررسی در این تحقیق از نظر عملکرد، صفات زراعی و پایداری عملکرد در مناطق مختلف نیز آزمایش شده و به‌عنوان لاین‌های انتخابی برای معرفی شناسائی شده‌اند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۱ در مرکز تحقیقات کشاورزی گلستان و مزرعه آزمایشی آن در گرگان انجام شد.

جمع‌آوری نمونه، کشت و خالص‌سازی قارچ عامل بیماری

در این بررسی از پنج جدایه قارچ *Fusarium geraminearum* برای ارزیابی مقاومت لاین‌های گندم استفاده شد.، به‌منظور جمع‌آوری قارچ عامل بیماری از مناطق مختلف استان گلستان که سابقه آلودگی به این بیماری دارند در مرحله خمیری دانه‌ها در بهار بازدید و سنبله‌های آلوده جمع‌آوری گردید. هر نمونه با کلیه مشخصات منطقه و نوع رقم در کسیه پلاستیکی نگهداری و برای بررسی به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه بعد از ضدعفونی سطحی بذرها، سنبلچه‌های آلوده با هیپوکلریت سدیم ۱ درصد به محیط کشت PDA انتقال داده شدند. محیط‌های کشت درانکوباتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس و دوره نوری۱۶ساعت تاریکی و ۸ ساعت نور فلوئورسنت نگهداری شدند تا قارچ‌های موجود در نمونه‌ها رشد کنند. در مدت نگهداری، کلنی‌های قارچ فوزاریوم با میسیلیوم‌های سفید، صورتی و ارغوانی درتشتک‌های پتری رشد کردند. پس از خالص‌سازی با روش نوک ریسه، برای تولید اسپور قارچ‌های فوزاریوم از محیط کشت اختصاصی آن‌ها استفاده شد. برای این منظور قطعاتی از محیط کشت حاوی این جدایه‌ها به صورت کیکی بریده و به محیط کشت برگ میخک- آگار (Carnation Leaf Agar: CLA) منتقل شد. محیط کشت‌های CLA حاوی میسیلیوم قارچ جهت اسپورزایی در دمای۲۵درجه سلسیوس و زیر نور فلوئورسنت، قرار داده شدند. پس از تشکیل اسپورها به صورت نقطه‌های نارنجی رنگ (اجتماع ماکروکنیدی‌ها)، خالص‌سازی و شناسایی انجام شد.

تشخیص جدایه‌ها

جدایه‌ها، با مطالعه خصوصیات ظاهری قارچ همچون شکل ماکروکنیدی، وجود یا عدم وجود میکروکنیدی و شکل آن، وجود یا عدم وجود کلامیدوسپور، نوع فیالید و سرهای دروغین (False heads) روی محیط کشت‌های CLA و PDA با استفاده از کلیدهای شناسائی نلسون و همکاران (Nelson *et al.*, 1983) مورد تشخیص قرار گرفتند. سپس جدایه‌ها روی رقم حساس گندم فلات مایه‌زنی و در گلخانه در شرایط مناسب نگهداری شدند تا علائم بیماری ظاهر و بیماری‌زا بودن آن‌ها ثابت شود.

تهیه زادمایه تلقیح (اینوکلوم)

در این مرحله از محیط کشت PDA مربوط به هر جدایه، یک قطعه کوچک همراه با میسیلیوم به صورت کیکی بریده و به محیط آب و کاه، حاوی ۷ گرم کاه گندم آسیاب شده که قبلا در اتوکلاو استریل شده بود به همراه ۱۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. محیط‌های آب و کاه، در ارلن ریخته شده و به مدت ۷-۵ روز در شیکر انکوباتور در دمای ۳۰ -۲۵ سانتی‌گراد و دور چرخش ۱۲۰ rpm قرار داده شد. پس از این مدت، محیط کشت‌ها به وسیله پارچه ململ استریل، صاف گردید. به کمک لام شمارش گلبول (هماسایتومتر)، تعداد ماکروکنیدی‌ها در هر میلی‌لیتر شمارش شد. در این بررسی مایه تلقیح مورد استفاده برای اسپور پاشی، شامل ۳×۱۰^{۵} یا ۳×۱۰^{۳} اسپور در هر میلی‌لیتر بود.

ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های امیدبخش و پیشرفته گندم نسبت به بیماری

کاشت لاین‌های آزمایشی در مزرعه و آلوده‌سازی مصنوعی

در این آزمایش ۶۱ لاین امیدبخش و پیشرفته گندم شامل بیست لاین امیدبخش گندم نان اقلیم گرم و مرطوب شمال کشور مربوط به سال ۱۳۹۰ (Ellite Regional Wheat Yield Trials North-1390: ERWYT-N-90) و بیست لاین امیدبخش همین اقلیم مربوط به سال ۱۳۸۹ (ERWYT-N-89) به همراه بیست لاین پیشرفته گندم مربوط به سال ۱۳۹۰ (Advanced Regional Wheat Yield Trials North-1390: ARWYT-N-90) در سه تکرار در مزرعه کشت شدند. عملیات تهیه بستر بذر شامل شخم، دیسک و ماله بود. کود پایه پس از تجزیه خاک محل اجرای آزمایش توسط آزمایشگاه تحقیقات خاک و آب، بر مبنای ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، قبل از کاشت به خاک افزوده شد و عملیات خاک‌ورزی انجام گرفت. کاشت در ۱۵ آذر ماه به صورت دستی در مزرعه انجام شد. هر لاین یا ژنوتیپ گندم در دو خط و روی پشته کشت گردید. در مرحله داشت، عملیات وجین، کوددهی، استفاده از علف‌کش‌ها، مخلوط‌کشی، آبیاری و غیره صورت گرفت. استفاده از کود سرک اوره در مراحل پنجه‌زدن و ساقه رفتن هر بار بر مبنای ۵۰ کیلوگرم در هکتار انجام شد. به‌منظور کنترل شیمیایی علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ، اقدام به مصرف علف‌کش تاپیک به میزان یک لیتر در هکتار و گرانستار به میزان ۲۰ گرم در هکتار به صورت مخلوط با یک‌دیگر در اوایل مرحله ساقه‌دهی گردید. همچنین به‌منظور حفظ سبزینه برگ‌ها و ممانعت از خسارت ناشی از آفات برگ‌خوار مانند سوسک لما (*Lema melanopa (L. melanopus*، اقدام به سم‌پاشی مزرعه، با سم سوین به صورت محلول‌پاشی به میزان ۱/۵ کیلوگرم در هکتار گردید. در مواقع نیاز گیاه مزرعه آبیاری شد. به منظور تأمین رطوبت و مهیا نمودن شرایط محیطی مناسب برای رشد و گسترش قارچ عامل بیماری، از سیستم آبیاری مه‌پاش استفاده شد. در مرحله گلدهی با استفاده از مخلوط جدایه‌های منطقه (۵ جدایه) مایه‌زنی به صورت پاشش سوسپانسیون (مخلوط جدایه‌های قارچ تهیه شده بر روی محیط کشت کاه و کلش گندم در آب مقطر به غلظت ۳×۱۰^{۵} اسپور در هر میلی‌لیتر) انجام گرفت و به‌منظور بالا بردن شدت آلودگی و نیز به‌دلیل این‌که زمان تورم سنبله در مورد لاین‌های مختلف متفاوت است، اسپورپاشی چهار بار دیگر هر کدام به فاصله هفت روز، تکرار شد.

یادداشت‌برداری از بیماری

درصد وقوع بیماری (DIC: Disease Incidence)

به‌منظور تعیین این عامل، تعداد سنبله‌های آلوده (مقاومت تیپ I) تعداد کل سنبله‌های موجود در هر لاین، شمارش و از فرمول زیر، درصد وقوع بیماری برای هر ژنوتیپ محاسبه گردید:

$$\text{درصد وقوع بیماری} = \frac{\text{تعداد سنبله‌های آلوده} \times 100}{\text{تعداد کل سنبله‌ها}}$$

ارزیابی واکنش لاین‌ها براساس درصد وقوع بیماری مطابق روش‌های ویلکاکسیون و همکاران (Wilcoxson *et al*., 1992) و ایرتا و جیل کریست (Ireta and Gilchrist, 1994) که در جدول ۱ آمده، صورت گرفت.

شدت بیماری (Disease severity: DS)

برای تعیین شدت بیماری (مقاومت تیپ II) این عامل در مورد هر لاین تعداد ۵۰ سنبله مربوط به پنجه‌های اصلی به صورت تصادفی انتخاب شد و تک تک سنبله‌ها از نظر وجود یا عدم وجود آلودگی ظاهری و سنبله‌های آلوده از نظر میزان پیشرفت آلودگی بررسی شد.

مقیاس مورد استفاده برای تعیین واکنش لاین‌ها از نظر شدت بیماری، مقیاس Rajaram *et al*. (1997) بود، که در جدول ۱ آمده است.

شاخص بیماری (DIX: **Disease index**)

برای تعیین شاخص بیماری (مقاومت تیپ III) نیز ۵۰ سنبله مربوط به پنجه‌های اصلی در هر لاین به صورت تصادفی، انتخاب شد و براساس پیشرفت بیماری روی سنبله‌ها درجات آلودگی ۱ تا ۵ به آن‌ها داده شد (Ireta and Gilchrist, 1994) و شاخص بیماری برای هر لاین از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{شاخص بیماری} = \frac{(\text{تعداد سنبله‌های درجه ۱} \times 1) + (\text{تعداد سنبله‌های با درجه ۲} \times 2) + \cdots + (\text{تعداد سنبله‌های درجه ۵} \times 5)}{\text{تعداد کل سنبله‌های آلوده و سالم} \times 5} \times 100$$

واکنش لاین‌ها براساس شاخص بیماری مطابق جدول ۱ تعیین شد.

۱- ارزیابی واکنش لاین‌ها براساس شدت بیماری، درصد وقوع بیماری و شاخص بیماری

Table 1. Evaluation of the response of lines according to disease severity, disease incidence and disease index

واکنش Response		شدت بیماری Disease severity	وقوع بیماری Disease incidence	شاخص بیماری Disease index
Immune	مصون	0	0	0
Resistant	مقاوم	1-20	1-5	1-10
Moderately resistant	نیمه مقاوم	20-40	6-25	10-20
Moderately susceptible	نیمه حساس	40-60	26-50	20-30
Susceptible	حساس	60-80	51-75	30-40
Very susceptible	خیلی حساس	>80	>75	>40

داده‌های مربوط به درصد وقوع بیماری، شدت بیماری و شاخص بیماری پس از تبدیل به آرک سینوس و نرمالیته بودن تجزیه واریانس شدند. مقایسه میانگین این صفات با روش آزمون چند دامنه دانکن انجام شد. تمام محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد.

نتایج و بحث

جداسازی و انتخاب جدایه‌های قارچ عامل بیماری برای مایه‌زنی مصنوعی در مزرعه

در آزمایش جداسازی و خالص‌سازی و آزمون بیماری‌زائی پنج جدایه که بیش‌ترین شدت بیماری را داشتند انتخاب شدند این پنج جدایه برای تهیه مایه تلقیح باهم مخلوط شدند.

جدول ۲- تجزیه واریانس درصد وقوع بیماری، شدت بیماری و شاخص بیماری لاین‌های پیشرفته و امیدبخش گندم نسبت به بیماری بلایت فوزاریومی سنبله

Table 2. Analysis of variance for disease incidence, disease severity and disease index of elite and advanced line of wheat to fusarium head blight

منابع تغییرات S.O.V.		درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean Squares		
			شاخص بیماری Disease index	شدت بیماری Disease severity	درصد وقوع بیماری Disease incidence
Replication	تکرار	۲	1151.96	172.25	402.28
Line	لاین	۶۰	474.79**	301.46**	901.01 **
Error	اشتباه	۱۲۰	162.79	125.21	261.36
Total	کل	۱۸۲			
درصد ضریب تغییرات CV%			19.50	15.20	30.00

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

** : Significant at 1% level of probability

واکنش ارقام و لاین‌های امیدبخش و پیشرفته گندم در مزرعه

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد وقوع بیماری، شدت بیماری و شاخص بیماری برای لاین‌های مختلف نشان داد که بین لاین‌های مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ ٪ وجود داشت که بیانگر متفاوت بودن لاین‌ها از نظر این صفات بود (جدول ۲). مقایسه میانگین درصد وقوع بیماری، شدت بیماری و شاخص بیماری لاین‌های گندم پیشرفته و امیدبخش اقلیم شمال و واکنش آن‌ها نسبت به بیماری فوزاریومی سنبله در جدول ۳ نشان داده شده است.

در این بررسی لاین ERWYT-N-89-12 با ۸۷/۹۱ درصد وقوع بیماری دارای واکنش خیلی حساس و لاین ARWYT-N-90-2 با ۱۹/۷۹ درصد وقوع بیماری دارای واکنش نیمه مقاوم بود. براساس این متغیر و براساس درصد وقوع بیماری و واکنش آن‌ها در چهار گروه به شرح زیر تقسیم‌بندی شدند: گروه ۱) یک لاین با واکنش نیمه مقاوم، گروه ۲) بیست و هفت لاین با واکنش نیمه حساس، گروه ۳) بیست و سه لاین با واکنش حساس و گروه ۴) سیزده لاین با واکنش خیلی حساس. هیچ یک از لاین‌ها در برابر بیماری مصون ویا مقاوم نبودند. شدت آلودگی ایجاد شده در اثر اسپورپاشی بالا و دامنه تغییرات آن در ژنوتیپ‌های مختلف (با در نظر گرفتن کل لاین‌های مورد آزمایش) بین ۱۹/۷۹ تا۹۵/۶ درصد بود (جدول ۳). ویلکسون و همکاران (Wilcoxson *et al.*, 1992) نیز چنین دامنه‌ای را گزارش کردند. محلول‌پاشی مایه تلقیح (اینوکلوم) روی سنبله و ارزیابی تعداد سنبلجه‌های آلوده، امکان ارزیابی مقاومت تیپ I و II را توأماً فراهم می‌کند در صورتی که در مایه‌زنی یکی از سنبلچه‌ها، فقط مقاومت تیپ II ارزیابی می‌شود (Schroeder and Christensen, 1963; Saur and Morlais, 1984; Mesterhazy *et al.*, 1999).

براساس شدت بیماری نیز لاین‌ها در چهار گروه به شرح زیر تقسیم بندی شدند:

گروه ۱) یک لاین با واکنش نیمه مقاوم، گروه ۲) دو لاین با واکنش نیمه حساس، گروه ۳) چهل و هشت لاین با واکنش حساس و گروه ۴) هفت لاین با واکنش خیلی حساس. لاین ERWYT-N-89-12 با ۸۷/۹۱ درصد شدت بیماری

دارای واکنش خیلی حساس و لاین ERWYT-N-90-20 با ۳۵/۵۳ درصد شدت بیماری دارای واکنش نیمه مقاوم بود. در این بررسی هیچ‌یک از لاین‌ها براساس شدت بیماری در برابر بیماری مصون یا مقاوم نبودند (جدول ۳).

گروه‌بندی لاین‌ها براساس شاخص بیماری و واکنش آن‌ها به شرح زیر بود:

گروه ۱) یک لاین با واکنش نیمه حساس، گروه ۲) یک لاین با واکنش حساس و گروه ۳) پنجاه و نه لاین با واکنش خیلی حساس.

لاین ERWYT-N-90-20 با ۲۴ درصد شاخص بیماری دارای واکنش نیمه حساس بود، لاین ARWYT-N-90-2 با ۳۰/۸ درصد شاخص بیماری دارای واکنش حساس و ۵۹ لاین دیگر دارای واکنش خیلی حساس بودند. رقم مروارید که در سال‌های اخیر برای منطقه شمال کشور معرفی شده است نیز از نظر شاخص بیماری خیلی حساس ارزیابی شد. ارزیابی ژنوتیپ‌ها نسبت به بیماری فوزاریومی سنبله معمولاً از طریق درصد وقوع بیماری، شدت بیماری و شاخص بیماری صورت می‌گیرد که در بین آن‌ها، شاخص بیماری (DIX) که منتج از تعداد سنبله‌ها آلوده و درصد سنبلچه‌های نکروتیک در سنبله می‌باشد، بهترین برآورد را ارائه می‌دهد (Wiese, 1987).

براساس گزارش‌های محققین زیادی از جمله Miedaner (1997)، Snijders (1990b) و Snijders and Krechting (1992) معتبرترین معیار ارزیابی ژنوتیپ‌ها در آلودگی‌های مصنوعی، به‌خصوص مواقعی که توده‌های زیادی جهت غربال کردن وجود دارد، شاخص بیماری (DIX) می‌باشد. کلاته عربی (۱۳۸۱) در بررسی ۲۳ ژنوتیپ گندم نان بهاره به همراه دو شاهد حساس و مقاوم (فلات و Sumai#3) در شرایط تنش بیماری (آلودگی مصنوعی با مایه تلقیح قارچ عامل بیماری نشان داد که نقش شاخص بیماری در گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب بهتر از دو معیار دیگر (درصد وقوع و شدت بیماری) بود و ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر معیارهای شدت بیماری و شاخص بیماری دارای واکنش مصون نبودند. براساس یافته‌های این پژوهش نیز از نظر درصد وقوع بیماری ۲٪ لاین‌ها نیمه مقاوم، ۲٪ خیلی حساس، ۴۲٪ نیمه حساس و ۳۶٪ حساس بودند. از نظر شدت بیماری ۲٪ لاین‌ها نیمه مقاوم، ۳٪ حساس، ۸۳٪ حساس و ۱۲٪ خیلی حساس بودند و از نظر شاخص بیماری ۲٪ حساس، ۱٪ نیمه حساس و ۹۱٪ خیلی حساس بودند.

در این تحقیق نیز براساس تمام معیارهای مورد بررسی ژنوتیپ‌ها دارای واکنش مصون نبودند و بر اساس معیارهای بیماری نشان داد که نقش شدت بیماری در گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب بهتر از دو معیار دیگر (درصد وقوع و شاخص بیماری) بود. با توجه به این‌که در شمال ایران این بیماری همیشه مشکل ساز بوده و کلیه ارقام معرفی شده تا به‌حال حساس شده‌اند، از جمله مشکلاتی که می‌توان در مورد مقابله با این بیماری بحث کرد تهیه ارقام مقاوم به این بیماری است. از ارقام مقاوم Xin zhong، Sumai#3 و Wang Shui-bai-chang در برنامه‌های به‌نژادی به‌عنوان والد استفاده گردید ولی انتقال مقاومت به ارقام برگزیده و ممتاز کار مشکلی بود (Wang *et al.*, 1989; Liu *et al*., 1991). با این وجود، رقم Sumai#3 هم دارای مقاومت بالا نسبت به بیماری فوزاریومی سنبله است و هم از نظر عملکرد و سایر خصوصیات مناسب می‌باشد. لذا این رقم به‌طور وسیعی در برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار گرفته است (Wang *et al.*, 1989; Bai *et al*., 1990; Liu *et al*., 1991).

جدول ۳- مقایسه میانگین درصد وقوع بیماری، شدت بیماری، شاخص بیماری و واکنش لاین‌های گندم پیشرفته و امیدبخش اقلیم شمال نسبت به بیماری بلایت فوزاریومی سنبله در مرزعه

Table 3. Mean comparison of disease incidence, disease severity and disease index of wheat elite and advanced lines to fusarium head blight in field

کد لاین	وقوع بیماری	واکنش	شدت بیماری	واکنش	شاخص بیماری	واکنش
Line code	Disease incidence	Response	Disease severity	Response	Disease index	Response
1-Falat	65.62 k-t	S	75.76 d-m	S	68.26 d-o	VS
ERWYT-N-89-2	56.25 f-q	S	70.4 b-i	S	66.53 c-n	VS
ERWYT-N-89-3	42.91 a-l	MS	78.26 d-n	S	72.66 g-p	VS
ERWYT-N-89-4	26.04 ab	MS	74.06 b-k	S	71.03 f-o	VS
ERWYT-N-89-5	28.95 a-e	MS	77.66 d-n	S	70.93 f-o	VS
ERWYT-N-89-6	39.16 a-j	MS	70.47 b-i	S	61.33 c-l	VS
ERWYT-N-89-7	47.08 b-n	MS	65.47 b-g	S	52.66 c-g	VS
ERWYT-N-89-8	26.25 abc	MS	68.2 b-h	S	58.26 c-k	VS
ERWYT-N-89-9	49.37 b-o	MS	82.06 g-n	VS	74.13 h-p	VS
ERWYT-N-89-10	54.16e-q	S	75.93 d-m	S	68 d-n	VS
ERWYT-N-89-11	33.33 a-g	MS	79.13 d-n	S	67.06 c-n	VS
ERWYT-N-89-12	87.91 t	VS	89.13 k-n	VS	80.26 l-p	VS
ERWYT-N-89-13	64.16 i-t	S	82.66 h-n	VS	74.8 h-p	VS
ERWYT-N-89-14	60.41 h-s	S	93.6 mn	VS	93.06 p	VS
ERWYT-N-89-15	61.45 i-s	S	95.6 n	VS	92.13 p	VS
ERWYT-N-89-16	46.87 b-n	MS	83.6 i-n	VS	77.46 j-p	VS
ERWYT-N-89-17	73.95 o-t	S	82.9 h-n	VS	82.9 m-p	VS
ERWYT-N-89-18	35.20 a-h	MS	64.03 c-g	S	57.73 c-j	VS
ERWYT-N-89-19	28.95a-e	MS	67.37 b-h	S	57.46 c-j	VS
ERWYT-N-89-20	44.79 a-m	MS	73.57 b-k	S	59.86 c-l	VS
Falat-21	54.79 e-q	S	70.7 b-i	S	64 c-m	VS
ERWYT-N-90-2	59.37 g-r	S	73.6 b-k	S	67.86 c-o	VS
ERWYT-N-90-3	41.87 a-k	MS	57.13 bc	MS	49.86 b-f	VS
ERWYT-N-90-4	n-t 71.25	S	74.93b-k	S	68.53d-o	VS
ERWYT-N-90-5	p-t 75	VS	91.53l-m	VS	87.86 op	VS

Table 3. continued

ادامه جدول ۳

ERWYT-N-90-6	j-t 65	S	82.06g-n	VS	74.53h-p	VS
ERWYT-N-90-7	st 83.54	VS	81.66e-n	VS	78.53k-p	VS
ERWYT-N-90-8	l-t 68.95	S	79.13d-n	S	70.8f-o	VS
ERWYT-N-90-9	rst 82.29	VS	75.13b-k	S	66.4c-n	VS
ERWYT-N-90-10	g-s 59.37	S	64.9b-g	S	48.8b-d	VS
ERWYT-N-90-11	q-t 78.75	VS	78.3d-n	S	71.06f-o	VS
ERWYT-N-90-12	st 85	VS	72.43b-j	S	68.13d-o	VS
ERWYT-N-90-13	o-t 73.54	S	78.76d-n	S	69.4d-o	VS
ERWYT-N-90-14	m-t 70.20	S	76.06d-m	S	69.6e-o	VS
ERWYT-N-90-15	54.58e-q	S	72.43b-j	S	57.06c-j	VS
ERWYT-N-90-16	o-t 73.33	S	74.23b-k	S	61.86c-l	VS
ERWYT-N-90-17	53.95e-q	S	63.73c-f	S	49.73b-e	VS
ERWYT-N-90-18	st 83.33	VS	74.9b-k	S	62.66c-m	VS
ERWYT-N-90-19	46.45b-n	MS	63.47b-d	S	49.86b-e	VS
ERWYT-N-90-20	ab 25.83	MS	35.53a	MR	24a	VS
Falat- 41	38.12a-i	MS	65.87b-h	S	56.8c-i	VS
ARWYT-N-90-2	a 19.79	MR	45.43ab	MS	30.8ab	S
ARWYT-N-90-3	a-d 27.08	MS	66.2b-h	S	58.46c-k	VS
ARWYT-N-90-4	a-f 32.29	MS	66.67b-h	S	54.46c-h	VS
ARWYT-N-90-5	44.79a-m	MS	80.13d-n	VS	76.93i-p	VS
ARWYT-N-90-6	52.7d-q	S	76.63d-m	S	69.53e-o	VS
ARWYT-N-90-7	i-t 62.91	S	71.17b-j	S	66.16c-n	VS
ARWYT-N-90-8	51.45b-o	S	73.17b-j	S	65.2c-m	VS
ARWYT-N-90-9	45.2a-n	MS	68.8b-h	S	57.06c-j	VS
ARWYT-N-90-10	42.5a-k	MS	71.37b-j	S	58.6c-k	VS
ARWYT-N-90-11	54.16e-q	S	70.2b-i	S	66.13c-n	VS
ARWYT-N-90-12	40.62a-k	MS	74.93b-k	S	66.26c-n	VS
ARWYT-N-90-13	i-t 63.33	S	77.53d-n	S	69.93e-o	VS

Table 3. continued

ادامه جدول ۳

ARWYT-N-90-14	50.2b-o	MS	87.73j-n	VS	86.66n-p	VS
ARWYT-N-90-15	52.29c-p	S	76.8d-m	S	69.2d-o	VS
ARWYT-N-90-16	41.45a-k	MS	69.43b-h	S	60.13c-l	VS
ARWYT-N-90-17	31.66 a-f	MS	63.97c-f	S	50.8b-f	VS
ARWYT-N-90-18	48.12b-o	MS	70.87b-i	S	58.6c-k	VS
ARWYT-N-90-19	30.2 a-f	MS	62.67b-d	S	47.33bc	VS
ARWYT-N-90-20	53.12d-q	S	63.6c-e	S	60.13c-l	VS
Morvarid- 61	70 m-t	S	81.76f-n	VS	77.33i-p	VS

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ براساس آزمون چند دامنه دانکن هستند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% level of probability according to Duncans multiple range test.

منابع References

ارشاد، ج. ۱۳۷۴. قارچ‌های ایران. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران. ۸۷۴ صفحه.

اعتباریان، ح. ر. و ترابی، م. ۱۳۷۵. بررسی مقاومت ارقام مختلف نسبت به فوزاریوم سنبله گندم. بیماری‌های گیاهی ۳۲: ۱۵-۹.

اکبری بوئینی، ع. ۱۳۸۲. تولید و ارزیابی لاین‌های دابلدهاپلوئید گندم برای تحمل به بیماری فوزاریوم سنبله.

بامدادیان، ع. و ترابی، م. ۱۳۶۲. بیماری‌های مهم گندم و جو و نحوه یادداشت‌برداری از آنها. انتشارات مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، تهران. ۶۷ صفحه.

بهنیا، ر. ۱۳۷۶. غلات سردسیری. انتشارات دانشگاه تهران. ۶۱۰ صفحه.

عابدینی اسفهلانی، م.، سعیدی، ع.، کریم‌زاده، ق. و علیزاده، ع. ۱۳۷۹. بررسی روش‌های مختلف ارزیابی مقاومت به گسترش *F. graminearum* در سنبله‌های گندم. نهال و بذر ۱۶: ۴۹۴-۴۸۱.

کلاته عربی، م. ۱۳۸۱. ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم نان بهاره از نظر مقاومت به بیماری فوزاریومی سنبله و عملکرد دانه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل. ۱۱۸ صفحه.

گلزار، ح. ۱۳۷۴. معرفی چند منبع مقاومت به فوزاریوز خوشه گندم. خلاصه مقالات دوازدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، آموزشکده کشاورزی، کرج. صفحه ۵۱.

ممرآبادی، م. ۱۳۷۵. بررسی مقاومت نسبی ارقام و لاین‌های مختلف گندم به بیماری فوزاریومی خوشه گندم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران. ۹۵ صفحه.

Chen, **P.**, l**iu**, **D. and sun**, **W. 1997**. New countermeasure of breeding wheat for scab resistance. Pp. 59-65. In: Dublin, H, J., Gilbert, L., Reeves, J., and McNab, A. (eds.) Fusarium Head Scab: General Status and Future Prospects, CIMMYT, Mexico, D.F, Mexico.

Feuillet, C. and ketler, **B**. **1998**. Molecular aspects of biotic stress resistance in wheat. pp. 171-177. In: Proceedings of the 9th International Wheat Genetic Symposium, Vol. 1. , Slinkard, A.E. (ed.). University of Saskatchewan, Canada.

Fry, J.E., Cheng, M., Hu, T., Layton, J., Wan, Y., Zhou, h., Duncan, d.r., Hironaka, c., Pang, s., Liang, j., and **Conner, t. 1998**. Advances in the genetic engineering of wheat. pp. 156-158. In:

Proceedings of the 9th International Wheat Genetic Symposium, Vol. 1. Slinkard, A. E. (ed.). University of Saskatchewan, Canada.

Gilbert, J. and Tekauz, A. 2000. Review: Recent developments in research on fusarium head blight of wheat in Canada. Canadian Journal of Plant Pathology 22: 1-8.

Ireta, J., and Gilchrist, S. 1994. Fusarium head scab of wheat. Wheat special Report, No. 2lb, CIMMY, Mexico, D.F.

Johnes, **R.K. and** M**irocha**, **C.J. 1999**. Quality parameters in small grains from Minnesota affected by Fusarium head blight. Plant Disease 83: 506-511.

Liu, Z.Z., Wang, Z.Y., Huang, D.C., Zhao, W.J., Huang, X.M., Yao, Q.H., Sun, X.J., and Yang, Y.M. 1991. Generality of scab resistance transgression in wheat and utilization of scab resistance genetic resources. Acta. Agric. Shanghai 7: 65- 70.

Mesterhazy, **A., Bartok**, **T., Mirocha**, **C.G. and Komoroczy**, **R**. **1999**. Nature of wheat resistance to Fusarium bead blight and the role of deoxynivalenol for breeding. Plant Breeding 118: 97-110.

Miedamer, **T. 1997**. Breeding wheat and rye for resistance to Fusarium diseases- review article. Plant Breeding 116: 97-110.

Nelson, P.E. Toussoun, T.A., and Marasas, W.O. 1983. Fusarium Species; An Illustrated Manual for Identification. Pennsylvania State Univ.Press, Univ. Park. 193pp.

Parry, **D. W., Jenkinson**, **P. and** M**cleod**, **L. 1995**. Fusarium ear blight (Scab) in small grain cereals. Review of Plant Pathology 44: 207-233.

Rajaram, S., Gilchrist, L., Mujeeb- Kazi, A., Van Ginkel, Hivar, H., and **Pfeiffer, W. 1997**. Fusarium scab screening program at CIMMYT. In: Fusarium Head Scab: General Status and Future Prospects, eds. Dublin, H.J., Gilbert, L., Reeves, J., and McNab, A. Pp. 7-12. CIMMYT, Mexico, D.F.

Saur, **L. 1991**. Sources of resistance to head blight caused by Fusarium in bread wheat and related species. Agronomie 11: 535-541.

Saur, **L. and** M**orlais**, **J.Y. 1984**. Behaviour of four wheat cultivars towards head blight caused by *Fusarium roseum* var. *culmorum.* Agronomie 11: 939- 943.

Schroeder, **H.W**., **and** C**hristensen**, **J.J. 1963**. Factors affecting the resistance of wheat to scab cauesd by *Gibberella zeae.* Phytopathology 53: 831- 838.

S**nijders, C. H. A. 1990a**. Fusarium head blight and mycotoxin contamination of wheat, A review. Netherlands Journal of Plant Pathology 96: 187-198.

Snijders, **C.H.A**. **and Krechting**, **C.F. 1992**. Inhibition of deoxynivalenol treanslocation and fungal colonization in Fusarium head blight resistant wheat. Canadian Journal of Botany 70: 1570- 76.

Snijders, C.H.A. 1990.b Genetic variation for resistance to Fusarium head blight in bread wheat. Euphytica 50: 171-179.

Wang, Z.Y., Liu, Z.Z., Zhao, W.J., Huang, D.Z., and **Huang X.M. 1989**. Advance of scab resistance testing and improvement in wheat varieties. Jiangsu Agricul Scientific Supplement 1: 64-68.

Wiese, **M.V**. **1987**. Compendium of Wheat Diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA. 112pp.

Wilcoxson, R.D., Bush, R.H., and Ozmon, E.A. 1992. Fusarium head blight resistance in spring wheat cultivars. Plant Disease 79:658-661.