ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان انتخابی از کلکسیون بخش تحقیقات غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر نسبت به بیماری بلایت فوزاریومی سنبله در شرایط مزرعه

Evaluation of resistance of selected bread wheat genotypes of cereal research department of Seed and plant institutes to *Fusarium* head blight in field conditions

محمدعلی دهقان[1*]، علی ملیحی‌پور[1] و منوچهر خدارحمی[1]

دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۶ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۱۶

چکیده

در این تحقیق، ۲۲۴ ژنوتیپ گندم انتخابی از بین ۱۷۰۰ ژنوتیپ موجود در کلکسیون بخش تحقیقات غلات موسسه اصلاح و تهیـه نهال و بذر کرج که خصوصیات زراعی نسبتاً مناسبی داشتند، جهت ارزیابی مقاومت آن‌ها نسبت به بیماری‌های بلایت فوزاریومی سنبله، زنگ قهوه‌ای و سفیدک پودری در شرایط مزرعه‌ای واقع در استان گلستان مورد بررسی قرار گرفتند. پس از آماده‌سازی زمین، بذر هر ژنوتیپ در یک خط به طول ۱/۵ متر بر روی یک پشته زیر سیستم مه‌پاش کشت شد. سنبله‌ها در مرحله ۵۰ درصد گلدهی (مرحله ۶۵ از جدول زادوکس) با سوسپانسیون اسپور جدایه قارچ‌های عامل بلایت فوزاریوم سنبله منطقه (*Fusarium graminearum*، *F. culmorum*) طی دو مرحله به فاصله ۳ روز از هم مایه‌زنی شدند. برای ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌ها نسبت به بیماری زنگ قهوه‌ای، در مرحله ساقه رفتن ژنوتیپ‌ها (مرحله ۳۵ از جدول زادوکس)، با مخلوط اسپور بیمارگر اسپورپاشی شدند. ژنوتیپ‌ها نسبت به سفیدک پودری، با آلودگی طبیعی منطقه ارزیابی شدند. یادداشت‌برداری از واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به بیماری‌های فوق‌الذکر، با استفاده از روش استاندارد ارزیابی برای هر بیماری انجام شد. نتایج نشان داد ۶۰ درصد ژنوتیپ‌ها از نظر درصد ظهور بیماری فوزاریوم سنبله واکنش نیمه‌حساس و ۳۰ درصد حساسیت نشان دادند و بقیه در گروه نیمه‌مقاوم و مقاوم بودند، اما از نظر شدت بیماری، ۳۰ درصد آن‌ها واکنش نیمه‌حساس، ۳۷ درصد حساس و بقیه در گروه مقاوم و نیمه‌مقاوم جای گرفتند. اما در گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص بیماری مشخص شد که، ۲۰ درصد ژنوتیپ‌های مورد بررسی در گروه نیمه‌حساس، ۲۲ درصد حساس، ۳۴ درصد نیمه‌مقاوم و ۲۴ درصد مقاومت نسبی مطلوب نشان دادند. نتایج واکنش ژنوتیپ‌های مورد بررسی نسبت به نژادهای موجود زنگ قهوه‌ای منطقه نشان داد که، ۴۳ درصد آن‌ها مقاوم، ۴۷ درصد حساس و ۱۰ درصد بقیه در گروه نیمه‌مقاوم و نیمه‌حساس قرار گرفتند.۱۷ درصد ژنوتیپ‌های مورد بررسی نسبت به سفیدک پودری گندم واکنش مقاومت، ۲۵ درصد نیمه‌مقاوم، ۲۷ درصد نیمه‌حساس و ۳۱ درصد کاملاً حساس بودند. بعد از تجزیه کل داده‌ها، ۲۰ ژنوتیپ که دارای مقاومت نسبی مطلوب به هر یک از بیماری‌های مورد بررسی بودند، به عنوان منابع مقاومت و بررسی مولکولی ژنتیک مقاومت به واحد ژنتیک، بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر معرفی شدند.

واژگان کلیدی: گندم، مقاومت، فوزاریوم سنبله، زنگ قهوه‌ای و سفیدک پودری

۱-اعضای هیئت علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر،کرج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

نویسنده مسئول مکاتبات: Dehghan21@gmail.com

مقدمه

بیماری بلایت فوزاریومی سنبله (*Fusarium* Head Blight (FHB با عامل *Fusarium graminearum* و *F. culmorum* یکی از مهم‌ترین بیماری‌های غلات دانه ریز بخصوص گندم نان و گندم دوروم در مناطق مرطوب و نیمه‌مرطوب با درجه حرارت بالا است که سالیانه خسارات فراوانی به محصول وارد می‌کند (Mesterházy, 2003; Gilbert and Tekauz, 2000; Gilchrist *et al*., 1997; Ban, 2001). خطر شیوع این بیماری در آب و هوای گرم هنگامی که میانگین درجه حرارت محیط در زمان گلدهی گندم ۲۵ درجه سلسیوس بوده و زادمایه[1] طبیعی در دوره گلدهی (مواد آلوده کننده یا پروپاگول‌های عامل بیماری) بر روی بقایای گیاهی در سطح خاک فراوان باشد، افزایش می‌یابد (Buerstmayre *et al*., 2000). این بیماری اولین بار بیش از یک قرن پیش شناسایی شده و طی سال‌های ابتدایی قرن بیستم به عنوان تهدید بزرگی برای تولید گندم و جو مورد توجه قرار گرفت (Gilbert and Tekauz, 2000). این بیماری حداقل از ۲۵ کشور جهان از جمله ایالات متحده آمریکا، اتریش، روسیه، ژاپن، کره جنوبی و برزیل با سابقه آلودگی طولانی و بیش‌ترین خسارت محصول مشاهده و گزارش شده است (Parry *et al*., 1995). خسارت بیماری دارای چند جنبه است که شامل کاهش ۷۰-۳۰ درصدی محصول (McMullen *et al*., 1997)، کاهش ۲۶-۴۵ درصد وزن هزار دانه (Tuite *et al*., 1990; Snijders and Perkowski, 1990) و کاهش شدید کیفیت آرد تولیدی از دانه‌های آلوده می‌باشد. به‌طور مثال کاهش عملکرد ۱۰۰-۵۰ درصدی محصول در مزارع گندم واقع در اطراف رودخانه یانگ تسه[2] در چین (Wang *et al*., 1982)، کاهش عملکرد ۷۰-۴۰ درصدی محصول در کشور رومانی و کاهش ۲۶ درصدی محصول در استرالیا (Mcknigt and Hart, 1966) اشاره کرد. قارچ عامل بیماری در دانه‌های آلوده گندم میکوتوکسین‌های مضر از جمله توکسین‌های استروژنیک[3] مانند زیرالنون[4] و زیرالنول[5] و تریکوتسین‌هایی مانند نیوالنول[6] و داکسی نیوالنول[7] (Tiech and Hamillton, 1985; Dexter *et al*., 1997; Snijders *et al*., 2006) تولید می‌کند. عوامل بیماری علاوه بر خساراتی که در بالا ذکر شده، مشکلاتی از جمله کاهش درصد قوه نامیه بذور، مرگ گیاهچه‌ها را ایجاد کرده و باعث پوسیدگی ریشه و طوقه در گندم و جو می‌شوند (Wang *et al*., 1982; Parry *et al*., 1995). در بسیاری از مناطق جهان، گونه‌های *F. culmorum*، *Fusarium graminearum* به عنوان گونه‌های غالب عامل بیماری بلایت فوزاریومی سنبله گزارش شده است که انتشار جغرافیایی آن‌ها در ارتباط با نیازهای حرارتی این گونه-ها است، به‌طوری‌که در نواحی گرم‌تر (مناطقی که میانگین درجه حرارت محیط در زمان گلدهی بالاتر از ۲۰ درجه سلسیوس باشد) غالباً گونه *F. graminearum* و در نواحی سردتر (مناطقی که درجه حرارت هوا در زمان گلدهی گندم پائین‌تر از ۱۸ درجه سلسیوس) گونه *F. culmorum* غالبیت دارد (Parry *et al*., 1995). اپیدمی‌های گسترده‌ای از بیماری طی یکی دو دهه اخیر در مناطق مختلف جهان رخ داده است که گسترده‌ترین موارد آن در مناطق غرب، میانه و ایالت‌های شرقی امریکا و نیز در استان‌های مانیتوبا و آنتاریوی کانادا اتفاق افتاد (Tuite *et al*., 1990; Wong *et al*., 1992; Kephart, 1991).

دومین بیماری مهم در غلات به‌خصوص گندم و جو در مناطقی مثل استان‌های شمالی کشور با شرایط آب و هوائی مرطوب و نیمه‌گرمسیری، بیماری سفیدک پودری با عامل *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* می‌باشد. خسارت بیماری به‌صورت کاهش در تعداد پنجه‌زنی، کاهش وزن هزار دانه، کاهش عملکرد دانه و نیز کاهش کیفیت آرد و نان تولید شده در گیاهان آلوده قابل مشاهده است (Wiese, 1991). خسارت بیماری سفیدک پودری غلات در بعضی شرایط محیطی

[1] .Inoculums
[2] . Yangtze
[3] . Estrogenic
[4] .Zeralenon
[5] .Zeralenol
[6] .Nivalenol
[7] Deoxynivalenol

بسیار بالا است. به عنوان نمونه، خسارت این بیماری در انگلستان، نیوزیلند و هند تا ۴۵ درصد (Large and Doling, 1962) و در بعضی از ایالت‌های آمریکا تا ۳۵ درصد گزارش شده است (Johnson *et al*., 1970). اما در بعضی منابع، میانگین خسارت این بیماری را در دنیا بین ۳۴-۱۳ درصد گزارش کردند (Ilive *et al*., 2000). شدت آلودگی و خسارت‌زائی بیماری سفیدک پودری در مناطقی از چین که ارقام نسبتا پا کوتاهی با توان کودپذیری بالا کشت می‌شوند، بسیار بالا می‌باشد (Yang *et al*., 2005).

بیماری زنگ قهوه‌ای از دیرباز به عنوان یکی از بیماری‌های مهم مناطق شمالی کشور شناخته شده بود و هر ساله در مراحل مختلفی رشدی گندم بخصوص از مرحله تورم خوشه با گرم‌تر شدن هوا، بر روی ارقام مختلف گندم و جو ظاهر شده و خسارت وارد می‌کند. عامل بیماری قارچ *Puccinia triticina* می‌باشد. نشانه‌های بیماری به صورت جوش‌های اوردیا با بیش از ۱/۵ میلی‌متر قطر، روی سطح بالایی پهنک برگ‌ها ظاهر می‌شود. این جوش‌ها قهوه‌ای و نارنجی رنگ و شکوفا می‌باشند. جوش‌های تلیاء در زیر اپیدرم به‌خصوص روی برگ و غلاف‌ها تشکیل می‌شوند. بررسی‌هائی که روی گندم‌های بهاره حامل ژن‌های مقاومت از گونه‌های مختلف آجیلوپس در روسیه انجام شده بود، نشان داد که بعضی از این ژنوتیپ‌ها مقاومت نسبی مطلوبی نسبت به دو بیماری زنگ قهوه‌ای و سفیدک پودری داشتند (Dzhenin *et al*., 2009). این بیماری‌ها در بسیاری از مناطق ایران از جمله بیماری‌های مهم گندم و جو محسوب می‌شود.

این پژوهش با توجه به این‌که بیماری فوزاریوم سنبله گندم بیش‌ترین اهمیت را از نظر کمی و کیفی برای تولید محصول در استان گلستان دارد، این بیماری مورد مطالعه قرار گرفت. بیماری فوزاریوم سنبله از زمان‌های دور در کشور وجود داشته و باعث خسارات محصول شد، ولی از اوایل دهه ۱۳۶۰ به دلیل افزایش سطح زیر کشت گندم در کشور، جایگزینی ارقام گندم بومی و متحمل (ارقامی چون سرخ تخم، روشن، جریبی و ...) با ارقام جدید و پر محصول ولی حساس به عامل بیماری و مصرف بالای کودهای ازته، موجب شد تا درصد و شدت آلودگی در مزارع گندم واقع در استان‌های گلستان، مازندران و اردبیل افزایش یافته و همچنین آلودگی به این بیماری در تعدادی از استان‌های دیگر (استان‌های ایلام، خوزستان و اصفهان) هم برای اولین بار مشاهده و گزارش شد (ملیحی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵). این بیماری به دلیل شرایط آب و هوایی و کاشت ارقام حساس در مناطق شمالی مثل دشت مغان و نواحی جنوبی کشور همه‌گیر شده و خسارت شدیدی به محصول تولید در این مناطق وارد کند (بامدادیان و ترابی، ۱۳۶۲).گونه‌های غالب قارچ عامل بیماری در ایران، گونه‌های *F. graminearum* و *F.culmorum* می‌باشند ولی بسته به شرایط اقلیمی و میزان حساسیت ارقام کشت شده، غالبیت قارچ‌های عامل بیماری تغییر می‌کند (کاظمی ۱۳۷۵ و زمانی‌زاده و همکاران، ۱۳۷۶).

برای کنترل بلایت فوزاریومی سنبله گندم، روش‌های مختلفی شامل روش های شیمیائی، بیولوژیکی، استفاده از ارقام مقاوم ذکر شده است. همانند بسیاری از بیماری‌های مهم گیاهی، تولید، دستیابی و استفاده از ارقام مقاوم، عملی‌ترین، اقتصادی‌ترین و سالم‌ترین روش از نظر زیست محیطی برای کنترل پایدار این بیماری به شمار می‌رود (Yang *et al*., 2005). آرتور اولین کسی بود که تفاوت میزان مقاومت و یا حساسیت ارقام مختلف گندم نسبت به بیماری بلایت فوزاریومی سنبله را مطرح نمود (Arthur, 1891). از آن زمان تاکنون تلاش‌های فراوانی برای تولید و دستیابی به منابع مقاومت به بیماری فوزاریوم سنبله گندم به منظور استفاده در برنامه‌های اصلاحی صورت گرفت (Liu and Wang, 1990; Liu *et al*., 1989). تحقیقات اخیر ژنتیک مولکولی والدین و ارقام مقاوم، تا حد زیادی توانستند ژن‌های دخیل در مقاومت به این بیماری را شناسائی کنند. در همین رابطه، ۲۵۸ ژنوتیپ گندم زمستانه و بهاره در هلند طی چهار سال (Snijders, 1990)، ۵۶۴ ژنوتیپ در فرانسه (Saur, 1991) و بیش از ۳۰ هزار رقم یا لاین پیشرفته گندم در شرایط مزرعه و آزمایشگاه طی سال‌های ۱۹۷۷ تا ۱۹۸۳ در چین مورد بررسی قرار گرفتند که از میان آن‌ها، ۳۲ لاین

که دارای درجات بالایی از مقاومت را نشان دادند، انتخاب شدند (Wang *et al*., 1989; Liu *et al*., 1991). رقم سوماتری[1] به عنوان رقم مقاوم به طور وسیع در برنامه‌های اصلاحی در چین مورد استفاده قرار گرفته است (Wang *et al*., 1989; Bai and Shaner, 1994). در بررسی‌های که در آمریکا در شرایط مزرعه‌ای صورت گرفت، دو رقم گندم زمستانه با نام‌های فریدوم [2] و ارنی [3] آلودگی پائینی نشان دادند (Rudd *et al*., 2001). اخیرا تعد بیش‌تری از ارقام گندم زمستانه و بهاره که دارای تحمل‌پذیری بالا و یا مقاومت نسبی مطلوبی به بیماری فوزاریوم سنبله هستند، معرفی شدند که می‌توان به رقم گندم زمستانه با نام ترومان[4] (McKendry *et al*., 2005) و نیز دو رقم گندم بهاره با نام‌های استل ان-دی[5] (Mergoum *et al*., 2005) و گلن[6] (Mergoum *et al*., 2006) اشاره کرد.

در ایران هم برنامه‌های اصلاحی و ارزیابی مقاومت ارقام مختلف گندم نسبت به عوامل بیماری‌زا بیش از نیم قرن سابقه دارد که از جمله آن می‌توان به ارزیابی مقاومت ۷۱۷ ژنوتیپ گندم داخلی و خارجی نسبت به بیماری فوزاریومی سنبله در طی سه سال در مازندران (فروتن و همکاران، ۱۳۷۳)، بررسی مقاومت ۳۱ رقم از گندم‌های ایرانی، آمریکایی و چینی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی قراخیل ساری (فروتن و همکاران، ۱۳۷۴) و ارزیابی ۴۵۰ لاین و رقم گندم داخلی و کشورهایی همچون چین، آمریکا و مرکز تحقیقات بین‌المللی سیمیت (مکزیک) اشاره کرد. در همین راستا، بیش از دو دهه است که تحقیقات گسترده‌ای برای تولید و دستیابی به ارقام مقاوم به بیماری فوزاریوم سنبله گندم در حال اجراست و تاکنون بیش از ۵۰ هزار ژنوتیپ مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند که تعداد زیادی ژنوتیپ متحمل یا مقاوم به مناطق مذکور معرفی شدند که در سطح وسیع مورد کشت و زرع قرار گرفته است و لذا کمک فراوانی به افزایش تولید محصول شده است. این برنامه‌ها سال به سال وسیع‌تر، منظم‌تر، هدفمندتر و با در نظر گرفتن تمامی اطلاعات و تکنولوژی زیستی و با شناخت دقیق از واکنش ژن‌ها، میزان ترکیب‌پذیری و در جهت رسیدن به تولید بالا در حال انجام است (ملیحی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵). در همین راستا، کلکسیون نسبتاً بزرگی از ژرم پلاسم گندم داخلی و خارجی در بخش تحقیقات غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (کرج) وجود دارد که تاکنون واکنش آن‌ها نسبت به بیماری بلایت فوزاریومی سنبله بررسی نشده و اطلاعاتی درباره میزان مقاومت یا حساسیت آن‌ها در برابر این بیماری و یا بیماری‌های مهم دیگر گندم در دسترس نیست (ملیحی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵). هدف از اجرای این تحقیق جستجو و پایش در بین این ژنوتیپ‌ها برای دستیابی به منابع مقاومت و استفاده از آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی و یا دستیابی به ارقام مقاوم با عملکرد بالا جهت معرفی به مناطق آلوده برای کشت در سطح تجاری است.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این تحقیق، طی دو سال‌های ۹۵-۱۳۹۳، ۲۲۴ ژنوتیپ گندم نان بهاره، انتخابی از بین ۱۷۰۰ ژنوتیپ کلکسیون گندم بخش تحقیقات غلات، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (کرج) که دارای خصوصیات زراعی نسبتاً مناسبی بودند، انتخاب شدند و مقاومت آن‌ها نسبت به بیماری بلایت فوزاریومی سنبله در شرایط مزرعه‌ای گرگان (استان گلستان) مورد بررسی قرار گرفتند. برای اجرای پروژه، بعد از تهیه زمین و انجام عملیات خاکورزی، بذر هر ژنوتیپ در یک خط به طول ۱/۵ متر در زیر سیستم مه‌پاش کشت شد. سنبله‌ها در مرحله ۵۰٪ گلدهی (مرحله ۶۵ از جدول زادوکس) با سوسپانسیون اسپور جدایه قارچ‌های عامل بیماری در استان گلستان (*F. graminearum* و

1 .Sumai#3
2 .Freedom
3. Ernie
4 .Truman
5 .Steele-ND
6 .Glenn

F. culmorum) طی دو مرحله و به فاصله ۳ روز از هم به‌وسیله سمپاش پشتی، مایه‌زنی شدند. به منظور تهیه زادمایه[1] بیماری از روش تعدیل شده وگنر (تولید زادمایه در داخل ارلن ۲۵۰میلی‌لیترحاوی آب مقطر در کاه و کلش گندم و جو بر روی شیکر انکوباتور) و اسپری کردن زادمایه با غلظت $۱۰^{۴} \times ۵$ اسپور در هر میلی‌لیتر در مرحله گلدهی و تکرار آن ۳ روز بعد بر روی سنبله‌های مورد بررسی انجام شد (Wegener, 1992). برای بیماری زنگ قهوه‌ای نیز اسپورپاشی در مرحله ساقه رفتن (مرحله ۳۵ از جدول زادوکس) با اسپور مخلوطی از جدایه قارچ عامل منطقه صورت گرفت. برای ارزیابی حساسیت ژنوتیپ‌ها نسبت به بیماری سفیدک پودری، از آلودگی در شرایط طبیعی استفاده شد. یادداشت‌برداری از واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به بیماری فوزاریوم سنبله، زمانی که درصد ظهور بیماری در شاهد حساس در آزمایش (رقم فلات) به بیش از ۸۰٪ رسیده (حدود ۳ هفته پس از آخرین مایه‌زنی) انجام شد. یادداشت‌برداری از واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به بیماری فوزاریوم سنبله به صورت درصد ظهور بیماری و درصد میانگین شدت بیماری بر روی سنبله‌های هر ژنوتیپ انجام شد. یادداشت‌بردای از درصد ظهور بیماری، شدت آلودگی و شاخص بیماری از فرمول ذیل انجام شد. (Fedak *et al*., 2003). ارزیابی مقاومت به بیماری زنگ قهوه‌ای، در مرحله خمیری دانه‌ها، در مقیاس اصلاح شده کاب توسط پترسون و همکاران (Peterson *et al*., 1948) از شدت آلودگی بوته‌ها و ارزیابی ژنوتیپ-ها از نوع یا تیپ آلودگی، از روش رولفز و همکاران (Roelfs *et al*., 1992) استفاده شد. همچنین برای ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌ها نسبت به بیماری سفیدک پودری در مرحله شیری دانه‌ها از مقیاس دو رقمی (۹۹-۰۰) با تعیین پیشرفت عمودی بیماری در یک بوته و درصد خسارت برگ، غلاف و سنبله‌ها انجام شد (Eyal *et al*., 1987; Sharma and Duveiller, 2007; Saari and Prescott, 1975).

درصد ظهور بیماری[2]

به منظور تعیین درصد وقوع بیماری، تعداد سنبله‌های آلوده در هر لاین و تعداد کل سنبله‌های موجود در هر لاین، شمارش و از روش‌های وتوئیت و همکاران و با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Tuit *et al*., 1990; Ireta and Gilchrist, 1994).

$$100\times D.inc=N^{inf} / N^{T}$$

D^{inc}: درصد ظهور بیماری، N^{inf}: تعداد سنبله‌های آلوده، N^{T}: تعداد کل سنبله‌ها

شدت بیماری[3]

در هر پلات ۵۰ سنبله اصلی به صورت تصادفی انتخاب و تعداد سنبلچه‌های آلوده در هر سنبله آلوده، شمارش و بر مبنای فرمول و مقیاس زیر درجه‌بندی شدند (Gilbert and Tekauz, 2000).

$$D.sev = (N^{1}\times1 + N^{2}\times2 + \ldots\ldots N^{5}\times5) / N^{Tinf}\times100$$

D^{sev}: شدت بیماری در یک ژنوتی N1: تعداد سنبله با شدت بیماری N Tinf: تعداد کل سنبله‌های آلوده ۰= سنبلچه فاقد آلودگی (مصون).

1 .Inoculums
2 .Disease Incidence
3 .Disease severity

شاخص بیماری[1]

برای تعیین شاخص بیماری, ۵۰ سنبله اصلی در هر ژنوتیپ به صورت تصادفی انتخاب و پس از تعیین شدت آلودگی هر سنبلـه با استفاده از مقیـاس ۵-۰ و قـرار دادن داده‌ها در فرمول زیر، شاخص بیماری ژنوتیپ‌ها تعیین شد (Wilcoxson *et al*., 1992; Suenaga, 2000)

$$D.inx = (N^1\times1 + N^2\times2 + \ldots\ldots N^5\times5) / NT\ spikes \times5\ \times100$$

D inx: شاخص بیماری ژنوتیپ، N1: تعداد سنبله آلوده با درجه یک، NT spikes: تعداد کل سنبله‌ها

نتایج

نتایج بدست آمده از اجرای این پژوهش نشان می‌دهد که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر میزان مقاومت و یا حساسیت به بیماری فوزاریوم سنبله گندم و دو بیماری زنگ قهوه‌ای و سفیدک پودری تفاوت‌های بسیاری وجود دارد (جدول ۱). همانطور که داده‌های جدول ۱ نشان می‌دهند، در بیش از ۲۰ درصد ژنوتیپ‌ها هیچ‌گونه واکنش مقاومتی در مقابل ورود، نفوذ و گسترش قارچ‌های عامل بیماری در بافت‌های اولیه و نرم سنبله‌های گندم نشان ندادند و ۳۰ درصد آن‌ها واکنش‌های جزئی در مقابل نفوذ قارچ نشان دادند و حدود ۶۰ درصد ژنوتیپ‌های مورد بررسی، بیش‌تر از ۵۰ درصد آلودگی نشان دادند و تنها ۶ درصد مقاوم به بیماری بودند. شدت بیماری فوزاریوم سنبله در ژنوتیپ‌های مورد بررسی نیز متفاوت بود، به‌طوری که ژنوتیپ‌هائی که به راحتی اجازه نفوذ قارچ‌های عامل به داخل بافت‌های سنبله را می‌دهند، گسترش عامل بیماری و کلونیزه کردن بافت‌های گیاهی توسط عامل بیماری نیز بدون هیچ گونه مقاومتی در آن‌ها صورت می‌گیرد. شدت بیماری فوزاریوم سنبله در ۳۷ درصد ژنوتیپ های مورد بررسی در گروه حساس ها قرار گرفت، ۳۰ درصد آنها واکنش نیمه مقاوم ، ۳۰ درصد واکنش نیمه حساس و تنها ۸ درصد نسبت به عامل بیماری مقاومت نشان دادند. با محاسبه دو ساله داده های شاخص بیماری، از بین ۲۲۴ ژنوتیپ مورد بررسی، ۲۲ درصد ژنوتیپ‌ها در گروه مقاوم به این بیماری قرار گرفتند و بیش از ۳۱ درصد آن‌ها واکنش نیمه‌مقاوم، ۲۱ درصد نیمه‌حساس و ۲۶ درصد آن‌ها حساس به این بیماری بودند. همچنین نتیجه بررسی مقاومت ژنوتیپ‌های مورد بررسی در بیماری سفیدک پودری و زنگ قهوه‌ای گندم در ستون‌های ۵، ۶، ۱۰ و ۱۱ جدول ۱ آمده است. نتایج بدست آمده نشـان داد، بیش از ۴۳ درصد ژنوتیپ‌های مورد بررسی نسبت به نژادهای قارچ عامل بیماری زنگ قهـوه‌ای مقـاوم بودند، در حالی که ۴/۵ درصد آن‌ها واکنـش نیمه‌مقاوم ، ۵/۳ درصد نیمه‌حساس و بیش از ۴۷ درصد این ژنوتیپ‌های نسبت به ویرولانس‌ها و نژادهای عامل بیماری در این منطقه حساسیت نشان دادند. واکنش ژنوتیپ‌های مورد بررسی نسبت به بیماری سفیدک پودری هم بسیار متفاوت بود، به‌طوری که داده‌های موجود در ستون‌های ۵ و ۱۰ جدول ۱ و ستون ۵ از جدول ۲ نشان می‌دهد، تنها ۱۷ درصد ژنوتیپ‌ها نسبت به پاتوتیپ‌های عامل بیماری در این منطقه مقاومت نشان دادند. اما تعداد ژنوتیپ‌های نیمه‌مقاوم و نیمه‌حساس نسبت به این بیماری حدود ۲۶ درصد بود و در این میان بیش از ۳۱ درصد این ژنوتیپ‌ها در مقابل پاتوتیپ‌های عامل بیماری در این منطقه کاملا حساس بودند.

1 .Disease Index

جدول ۱- واکنش ۲۲۴ ژنوتیپ انتخابی گندم کلکسیون بخش تحقیقات غلات (کرج) نسبت به بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه‌ای در شرایط مزرعه‌ای گرگان

Table1. Reaction of 224 selective genotypes of wheat cereal collections (Karaj) to *Fusarium* head blight, powdery mildew and brown rust diseases in field conditions of Gorgan

شماره ژنوتیپ NO.	بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۴-۱۳۹۳ FHB,PM. and LR. in 1393-94					بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۵-۱۳۹۴ FHB,PM. and LR. in 1394-95				
	درصد ظهور Incidence %	شدت بیماری Severity %	شاخص بیماری Index	سفیدک پودری Powdery mildew	زنگ قهوه ای Leaf Rust	درصد ظهور Incidence %	شدت بیماری Severity %	شاخص بیماری Index	سفیدک پودری Powdery mildew	زنگ قهوه ای Leaf Rust
1	70	85	59	78	90S	60	80	48	59	90S
2	70	70	49	98	90S	60	60	36	99	70S
3	90	75	67	96	80S	80	80	64	76	70S
4	90	80	72	98	90S	100	50	50	78	80S
5	90	60	54	97	90S	100	50	50	97	60S
6	90	90	81	96	80S	90	90	81	76	50S
7	60	95	57	98	70S	90	80	72	90	40S
8	80	95	76	56	40MS	70	80	56	55	65MS
9	90	75	67	78	90S	60	65	39	75	80S
10	100	90	90	76	80S	100	85	85	75	60S
11	80	100	80	58	90S	70	80	56	55	70S
12	90	100	90	98	100S	70	100	70	98	50S
13	100	95	95	98	100S	80	80	64	79	80S
14	90	95	85	98	100S	100	90	90	98	100S
15	100	100	100	78	100S	100	90	90	79	100S
16	80	90	72	78	100S	70	80	56	58	100S
17	40	50	20	56	100S	30	20	6	54	100S
18	50	50	25	58	70S	30	50	15	54	50S
19	90	95	85	76	100S	50	50	25	77	100S
20	90	90	81	76	90S	90	80	72	77	80S
21	100	100	100	58	90S	100	90	90	58	90S
22	50	50	25	74	90S	50	60	30	72	100S
23	100	100	100	98	100S	100	90	90	98	100S
24	90	95	85	58	50MS	60	70	42	54	60MS
25	70	80	56	57	100S	50	40	20	55	100S

ادامه جدول ۱

Continued Table 1.

شماره ژنوتیپ NO.	بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۴-۱۳۹۳ FHB,PM. and LR. in 1393-94					بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۵-۱۳۹۴ FHB,PM. and LR. in 1394-95				
	درصد ظهور Incidence %	شدت بیماری Severity %	شاخص بیماری Index	سفیدک پودری Powdery mildew	زنگ قهوه ای Leaf Rust	درصد ظهور Incidence %	شدت بیماری Severity%	شاخص بیماری Index	سفیدک پودری Powdery mildew	زنگ قهوه ای Leaf Rust
26	90	90	81	75	100S	90	80	72	72	100S
27	80	95	76	54	80S	60	50	30	52	50S
28	90	80	72	32	60MS	80	50	40	13	30MS
29	90	80	72	56	60MS	80	80	64	54	30MS
30	90	90	81	58	90S	70	60	42	54	100S
31	60	90	54	74	10R	60	60	36	54	10R
32	90	90	81	58	20MR	80	80	64	72	10MR
33	90	80	81	74	90S	80	70	56	78	90S
34	90	70	63	78	100S	90	80	72	74	100S
35	90	100	90	76	100S	80	90	72	76	100S
36	80	95	76	59	40S	80	60	48	55	30S
37	60	100	60	78	60S	70	60	42	79	50S
38	80	80	64	74	70S	60	70	42	74	50S
39	85	100	85	54	60S	60	70	42	55	60S
40	100	90	90	75	60S	80	60	48	75	70S
41	95	100	95	78	100S	90	60	54	74	100S
42	65	90	58	32	10MR	50	40	20	51	5MR
43	70	60	42	56	20R	80	60	48	55	5R
44	50	50	25	74	100S	70	70	49	72	100S
45	80	95	76	76	40S	80	90	72	72	50S
46	70	60	42	58	20R	80	90	72	54	20R
47	70	40	28	74	0	90	90	81	58	0
48	70	65	45	32	40S	70	70	49	32	20S
49	80	45	36	74	0	70	80	56	59	0
50	80	60	48	56	0	80	90	72	54	0

ادامه جدول ۱

Continued Table 1.

شماره ژنوتیپ NO.	بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۴-۱۳۹۳ FHB, PM. and LR. in 1393-94					بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۵-۱۳۹۴ FHB, PM. and LR. in 1394-95				
	درصد ظهور Incidence%	شدت بیماری Severity%	شاخص بیماری Index	سفیدک پودری Powdery mildew	زنگ قهوه ای Leaf Rust	درصد ظهور Incidence %	شدت بیماری Severity%	شاخص بیماری Index	سفیدک پودری Powdery mildew	زنگ قهوه ای Leaf Rust
51	10	20	2	54	30S	10	20	2	74	50S
52	30	55	16	57	40S	50	60	30	54	30S
53	80	45	35	56	0	80	40	32	52	10MR
54	80	60	48	58	30S	20	10	2	55	40S
55	30	70	21	76	30S	80	50	40	72	20S
56	90	25	22	76	100S	60	50	30	79	100S
57	60	80	48	79	90S	20	10	2	79	90S
58	30	35	10.5	76	50S	50	30	15	72	70S
59	60	25	15	58	0	20	40	8	55	0
60	60	70	42	32	30MS	50	60	30	31	40MS
61	30	30	9	36	30S	40	30	12	34	35S
62	10	20	2	56	30S	10	10	1	58	35S
63	30	10	3	32	60S	30	10	3	31	70S
64	10	20	2	32	10R	10	15	1.5	32	10R
65	10	10	1	32	R	20	20	4	32	15R
66	10	20	2	12	R	10	5	0.5	31	15R
67	50	60	30	34	30S	15	20	3	31	50S
68	30	45	13.5	54	20R	10	10	1	58	30R
69	30	25	7.5	32	10R	40	30	12	31	10R
70	50	15	7.5	74	40S	30	30	9	77	50S
71	10	45	4.5	54	0	10	10	1	59	0
72	50	75	3.7	54	0	40	20	8	56	0
73	70	80	56	56	0	60	50	30	58	0
74	45	80	36	52	0	40	40	16	55	0
75	5	20	1	54	10R	10	10	1	59	15MR

ادامه جدول ۱

Continued Table 1.

NO. شماره ژنوتیپ	بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۴-۱۳۹۳ FHB,PM. and LR. in 1393-94					بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۵-۱۳۹۴ FHB,PM. and LR. in 1394-95				
	درصد ظهور Incidence %	شدت بیماری Severity %	شاخص بیماری Index	سفیدک پودری Powdery mildew	زنگ قهوه ای Leaf Rust	درصد ظهور Incidence %	شدت بیماری Severity%	شاخص بیماری Index	سفیدک پودری Powdery mildew	زنگ قهوه ای Leaf Rust
76	10	10	1	78	30S	20	10		72	50S
77	40	65	26	54	30S	30	50		58	50S
78	40	45	20	74	50S	40	50		72	40S
79	80	100	80	78	50S	70	100		78	50S
80	90	95	85	54	R	70	100		55	R
81	30	65	19.5	32	0	20	30		32	0
82	70	80	56	32	0	50	70		31	0
83	90	90	81	32	0	90	80		32	0
84	80	90	72	54	0	70	80		52	0
85	80	45	36	32	0	80	100		31	0
86	30	25	7.5	52	0	20	20		51	0
87	90	90	81	32	0	90	100		31	0
88	90	80	72	11	0	90	100		11	0
89	80	65	52	11	0	70	80		31	0
90	40	60	24	11	0	30	20		35	0
91	85	60	51	0	0	80	50		0	0
92	40	85	34	0	0	50	70		11	0
93	30	40	12	0	0	30	20		0	0
94	40	35	14	32	40S	40	10		31	60S
95	10	25	2.5	56	0	10	10		54	0
96	20	25	5	32	0	10	5		32	0
97	30	20	6	31	0	10	5		52	0
98	10	25	2.5	11	0	15	20		51	0
99	10	10	1	11	0	15	30		11	0
100	60	45	27	11	0	50	60		11	0

ادامه جدول ۱

Continued Table 1.

NO. شماره ژنوتیپ	بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۴-۱۳۹۳ FHB,PM. and LR. in 1393-94					بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۵-۱۳۹۴ FHB,PM. and LR. in 1394-95				
	درصد ظهور Incidence%	شدت بیماری Severity%	شاخص بیماری Index	سفیدک پودری Powdery mildew	زنگ قهوه ای Leaf Rust	درصد ظهور Incidence %	شدت بیماری Severity%	شاخص بیماری Index	سفیدک پودری Powdery mildew	زنگ قهوه ای Leaf Rust
101	70	65	45	32	30MS	50	50	25	52	10MS
102	10	35	3.5	32	40S	10	30	3	31	50S
103	60	40	24	53	0	60	50	30	55	0
104	40	25	10	31	0	40	20	8	36	10MS
105	80	25	20	34	0	50	10	5	36	0
106	10	20	2	11	0	5	50	25	31	0
107	60	45	27	34	0	50	30	15	31	0
108	40	25	10	32	0	40	30	12	31	0
109	30	25	7.5	32	0	20	20	4	35	10MR
110	20	25	5	11	0	20	20	4	11	0
111	10	15	1.5	0	0	10	10	1	0	0
112	10	10	1	0	0	5	50	25	0	0
113	10	15	1.5	34	50S	5	10	5	32	50S
114	5	25	12.5	11	0	5	20	1	13	0
115	10	10	1	32	0	10	5	0.5	31	10MS
116	30	30	9	54	0	10	20	2	51	0
117	10	20	2	56	0	5	20	1	58	0
118	60	70	42	78	0	50	10	5	78	0
119	40	25	10	78	70S	50	20	10	78	70S
120	30	25	7.5	56	0	30	20	6	55	0
121	20	25	5	54	0	30	10	3	52	0
122	30	30	9	32	0	20	50	10	31	15MS
123	20	25	5	54	0	20	10	2	58	0
124	10	25	2.5	54	0	5	10	5	56	0
125	20	50	10	32	0	5	30	15	31	0

ادامه جدول ۱

Continued Table 1.

NO. شماره ژنوتیپ	بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۴-۱۳۹۳ FHB,PM. and LR. in 1393-94					بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۵-۱۳۹۴ FHB,PM. and LR. in 1394-95				
	درصد ظهور Incidence%	شدت بیماری Severity%	شاخص بیماری Index	Powdery mildew سفیدک پودری	Leaf Rust زنگ قهوه ای	درصد ظهور Incidence %	شدت بیماری Severity%	شاخص بیماری Index	سفیدک پودری Powdery mildew	زنگ قهوه ای Leaf Rust
126	40	55	22	32	0	30	50	15	31	0
127	30	40	12	0	0	20	30	6	0	0
128	20	40	8	0	0	10	30	3	0	0
129	60	45	27	0	0	20	50	10	13	0
130	60	65	39	0	0	50	40	20	0	15MS
131	40	30	12	32	0	50	60	30	52	0
132	30	20	6	32	0	20	20	4	52	10MR
133	70	70	49	54	100S	50	40	20	52	100S
134	30	40	12	34	40S	20	50	10	31	60S
135	40	50	20	54	20MS	40	50	20	52	10MS
136	40	55	22	56	70S	40	60	24	54	60S
137	80	70	56	58	100S	80	60	48	52	100S
138	70	70	49	56	50S	80	80	64	59	30S
139	70	65	45.5	32	30S	80	50	40	31	50S
140	70	65	45.5	56	20S	70	60	42	55	10S
141	80	70	56	32	0	80	40	32	32	0
142	40	65	26	35	0	50	60	30	38	15MS
143	70	60	42	35	60S	80	50	40	35	60S
144	20	30	6	34	0	30	40	12	32	0
145	40	30	12	31	0	30	20	6	31	20MS
146	10	25	2.5	34	0	50	20	10	34	0
147	40	30	12	0	0	50	20	10	0	0
148	60	40	24	0	0	80	30	24	0	10MR
149	40	50	20	32	90S	80	60	48	38	100S
150	80	85	68	54	100S	40	50	20	56	100S

ادامه جدول ۱

Continued Table 1.

NO. شماره ژنوتیپ	بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۴-۱۳۹۳ FHB,PM. and LR. in 1393-94					بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۵-۱۳۹۴ FHB,PM. and LR. in 1394-95				
	درصد ظهور Incidence %	شدت بیماری Severity %	شاخص بیماری Index	Powdery mildew سفیدک پودری	Leaf Rust زنگ قهوه ای	Incidence % درصد ظهور	شدت بیماری Severity%	شاخص بیماری Index	سفیدک پودری Powdery mildew	زنگ قهوه ای Leaf Rust
151	30	45	13.5	74	50S	40	30	12	78	70S
152	60	40	24	54	30S	60	30	18	52	50S
153	70	85	60	34	70S	80	80	64	31	50S
154	60	65	39	74	60S	70	60	42	76	60S
155	80	70	56	56	60S	80	60	48	52	70S
156	70	70	49	74	60S	80	80	64	76	70S
157	70	70	49	74	70S	50	100	50	76	60S
158	90	95	85.5	74	90S	60	100	60	72	100S
159	70	95	66	76	80S	70	90	63	75	100S
160	40	20	8	75	60S	30	30	9	72	80S
161	40	70	28	76	80S	40	50	20	78	80S
162	60	20	12	54	80S	50	20	10	55	60S
163	30	45	13.5	74	30MS	50	30	15	78	20MS
164	10	65	6.5	54	50S	40	50	20	54	40S
165	60	45	27	75	30MS	80	50	40	72	30MS
166	20	15	3	0	0	30	10	3	0	0
167	10	40	4	0	0	5	20	1	0	0
168	70	50	35	54	60S	60	20	12	52	70S
169	70	25	17.5	56	100S	70	40	28	51	100S
170	80	75	60	32	50MS	70	30	21	31	30MS
171	80	85	68	54	100S	60	60	36	71	100S
172	90	90	81	34	90S	90	80	72	32	80S
173	90	100	90	58	100S	90	80	72	56	100S
174	100	100	100	54	100S	90	90	81	52	100S
175	20	25	5	32	0	10	10	1	31	10 MR

ادامه جدول ۱

Continued Table 1.

NO. شماره ژنوتیپ	بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۴-۱۳۹۳ FHB,PM. and LR. in 1393-94					بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۵-۱۳۹۴ FHB,PM. and LR. in 1394-95				
	درصد ظهور Incidence %	شدت بیماری Severity %	شاخص بیماری Index	Powdery mildew سفیدک پودری	Leaf Rust زنگ قهوه ای	Incidence % درصد ظهور	شدت بیماری Severity%	شاخص بیماری Index	سفیدک پودری Powdery mildew	زنگ قهوه ای Leaf Rust
176	60	75	45	78	0	70	60	42	72	0
177	30	45	24	76	100S	40	30	12	78	100S
178	50	60	30	32	0	50	30	15	31	10MR
179	70	80	56	0	30MS	80	60	48	0	30MS
180	70	60	42	0	40S	70	50	35	0	60S
181	60	70	42	34	0	50	50	25	32	10MS
182	20	30	6	36	30MR	30	60	18	38	40MR
183	60	60	36	32	0	60	50	30	32	0
184	100	100	100	78	60S	90	80	72	76	50S
185	80	90	72	58	0	80	90	72	55	0
186	90	90	81	76	100S	60	90	54	72	100S
187	40	90	32	34	0	50	90	45	31	20MS
188	40	45	18	34	0	50	20	10	32	0
189	90	90	81	78	40S	80	80	64	75	30S
190	30	40	12	32	0	20	30	6	31	0
191	60	45	27	74	0	50	30	15	73	0
192	90	100	90	56	50S	80	80	64	54	40S
193	90	95	85	34	30S	80	90	72	32	30S
194	90	45	40	31	0	80	50	40	35	0
195	40	45	18	32	0	40	50	20	38	10MS
196	80	50	40	0	0	90	40	36	0	0
197	40	40	16	0	30MS	30	40	12	11	30MS
198	50	55	27	0	70S	60	50	30	0	50S
199	50	50	25	54	0	50	60	30	56	0
200	60	40	24	34	50S	40	20	8	36	30S

ادامه جدول ۱

Continued Table 1.

NO. شماره ژنوتیپ	بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۴-۱۳۹۳ FHB,PM. and LR. in 1393-94					بیماری فوزاریوم سنبله، سفیدک پودری و زنگ قهوه ای در سال ۹۵-۱۳۹۴ FHB,PM. and LR. in 1394-95				
	درصد ظهور Incidence %	شدت بیماری Severity %	شاخص بیماری Index	Powdery mildew سفیدک پودری	Leaf Rust زنگ قهوه ای	Incidence % درصد ظهور	شدت بیماری Severity%	شاخص بیماری Index	سفیدک پودری Powdery mildew	زنگ قهوه ای Leaf Rust
201	40	40	16	32	0	20	40	8	36	10MR
202	20	15	3.6	32	20S	30	20	6	31	30S
203	30	15	4.5	32	0	30	15	4.5	31	20MS
204	30	10	3	32	0	20	5	1	32	20MS
205	30	10	3	34	30S	10	10	1	39	40S
206	40	35	14	34	0	50	35	17	31	0
207	10	10	1	54	0	5	5	0.25	54	0
208	10	100	10	0	0	5	80	4	0	0
209	20	30	6	32	30S	10	30	3	33	40S
210	10	15	1.5	31	0	10	10	1	31	0
211	60	65	39	74	0	50	65	32	77	0
212	70	75	52	34	40MS	80	75	60	34	20MS
213	20	50	10	0	0	30	40	12	0	0
214	70	45	31.5	54	0	80	45	36	55	0
215	40	65	26	74	40S	40	70	28	74	60S
216	60	60	36	54	20S	50	60	30	52	40S
217	10	15	1.5	54	40S	20	20	4	52	30S
218	10	15	1.5	32	0	10	20	2	31	0
219	80	70	56	0	20MR	80	75	60	0	10MR
220	40	75	30	0	0	30	60	18	0	0
221	40	55	22	35	0	50	55	27	31	20MS
222	50	45	22	15	0	50	30	15	32	10MS
223	55	50	27	32	0	40	40	16	52	10MR
224	40	20	8	54	0	30	30	9	51	15MR

بحث

هر سه بیماری مورد بررسی در این پروژه جزء بیماری‌های مهم در مناطق شمالی کشور به‌خصوص استان‌های مازندران، گلستان به حساب می‌آیند و بسته به شرایط محیطی در زمستان و بهار، ظهور و همه‌گیر شدن آن‌ها در بین لاین‌های مورد بررسی و ارقام تجاری کشت شده در مزارع منطقه متفاوت است. پایش ۲۰ ساله این بیماری‌ها در مزارع منطقه از طرف نویسنده نشان داد که ارتباط مستقیمی بین زمان ظهور بیماری و امکان اپیدمی شدن آن‌ها در منطقه وجود دارد، به‌طوری که اگر بیماری زنگ قهوه‌ای و سفیدک پودری گندم و جو، در اواخر بهمن و نیمه اول اسفند ماه در مزارع به صورت پراکنده ظاهر شود، احتمال اپیدمی شدن آن‌ها در بهار بسیار بالا خواهد بود، زیرا عامل بیماری فرصت زیادی برای استقرار، کلونیزه کردن و پوشش کامل بر روی بخش‌های مختلف گیاه خواهد داشت. با وجود تلاش فراوانی در تولید و معرفی ارقام مقاوم به این بیماری‌ها، ولی باز هم مقاومت مطلوبی در ارقام تجاری معرفی شده ده اخیر دیده نمی‌شود و همین امر باعث وارد آمدن خسارت پنهان و گاهی مشخص و شدید به تولید منطقه می‌شود (دهقان و همکاران، ۱۳۹۵).

روش‌های مختلفی جهت ارزیابی میزان مقاومت یا حساسیت ژنوتیپ در شرایط مزرعه‌ای نسبت به بیماری فوزاریوم سنبله گندم توسط محققان در تمام دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد که بعضی از این روش‌ها نسبت به سایر روش‌ها دقیق‌تر و ارجحیت دارد. نتایج به‌دست آمده از اجرای این پژوهش نشان داد که ولی بهترین داده‌ای که می‌توان با آن یک رقم را نسبت به بیماری فوزاریوم سنبله ارزیابی کرد، محاسبه و به‌دست آوردن شاخص بیماری است که با استفاده از یادداشت درصد ظهور و شدت بیماری در شرایط مزرعه است، زیرا در شاخص بیماری هم به صورت کلی و جامع، درصد آلودگی بوته‌های یک ژنوتیپ درنظر گرفته می‌شود و هم میزان آلودگی و انهدام سنبلچه‌ها و به تبع آن دانه‌ها و نهایتا تاثیرگذاری بر روی عملکرد محصول را نشان می‌دهد. لذا این داده یک محک بسیار مطمئن در ارزیابی مقاومت ارقام محسوب می‌شود و در ارزیابی‌ها می‌بایستی مورد استفاده قرار گیرند (ملیحی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵). داده‌های ستون چهارم و نهم جدول۱ محاسبه داده‌های شاخص بیماری در دو سال اجرای آزمایش در شرایط مزرعه‌ای گرگان می‌باشد. داده‌های این ستون‌ها نشان می‌دهد که هیچکدام از یادداشت‌های درصد ظهور و شدت بیماری به تنهائی نمی‌توانند نشان‌دهنده حساسیت و یا مقاومت گیاه در مقابل این بیماری باشند، زیرا هر کدام تاثیر مشخصی بر روی اجزای عملکرد محصول می‌گذارند که ممکن است، تاثیرگذاری مستقیم و خطی بر روی کاهش عملکرد محصول نداشته باشند (Ban, 1997).

در همین رابطه، بررسی ۹۰ ژنوتیپ پیشرفته و امیدبخش اقلیم شمال سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در دو منطقه ساری و گرگان نشان داد که ۵۵ درصد آن‌ها نسبت به پاتوتیپ‌های عامل بیماری در دو منطقه حساس، ۲۵ درصد نیمه‌حساس و ۱۵ درصد نیمه‌مقاوم و تنها ۵ درصد مقاومت نشان دادند (دهقان و ابراهیم‌نژاد، ۱۳۹۵)، که حکایت از مطابقیت نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با بررسی‌های قبلی می‌باشد. همچنین نتایج به‌دست آمده از بررسی مقاومت ژنوتیپ‌ها نسبت به عامل بیماری زنگ قهوه‌ای گندم نشان داده که، این نتایج با بررسی اجزای مقاومت به زنگ قهوه‌ای در لاین‌های امیدبخش سال ۱۳۹۰ و ۱۳۸۹ مناطق جنوب و شمال که نشان داد، فقط ۴ لاین نسبت به نژادهای قارچ عامل بیماری این دو منطقه مقاومت نسبی خوبی داشتند، مطابقت دارد (مانیا و همکاران، ۱۳۹۱).

از بین بیماری‌های مختلف گندم، بیماری فوزاریوم سنبله از اهمیت بسیار بالایی برخودار است. کاهش شدید عملکرد، تجمع توکسین‌های مضر عوامل بیماری در دانه‌های آلوده، مشکلاتی که دانه‌های آلوده پس از تهیه آرد و آماده کردن آن‌ها برای نانوایی‌ها به‌وجود می‌آورد. آلودگی بذور به عامل بیماری و انتقال آسان عوامل بیماری توسط بذر آلوده، اهمیت این بیماری را در اقلیم شمال دو چندان می‌کند. با توجه به این‌که علائم مشخص و قابل رویتی که کارشناسان و مروجان به راحتی بتوانند این بیماری را بدون اقدامات میکروسکپی و آزمایشگاهی تشخیص دهند، تا مرحله کامل شیری و خمیری شدن دانه‌ها (مرحله ۷۷-۸۵ از جدول

زادوکس) ظاهر نخواهد شد (Parry *et al*., 1995). پس از ظهور که علائم بیماری کار مبارزه با این بیماری را مشکل‌تر می‌نماید، اقدام به مبارزه شیمیائی با آن فقط می‌تواند مانع از پیشرفت آلودگی به سایر گلچه‌های سنبله و یا آخرین گره ساقه در زیر سنبله می‌گردد. ولی باز هم موفقیت در بیش‌تر در جلوگیری از خسارت سنگین به محصول، بستگی به مؤثر بودن قارچکش‌های مورد استفاده، ادوات سمپاشی و شرایط آب و هوایی دارد (دهقان و ابراهیم‌نژاد، ۱۳۹۵؛ Fedak *et al*., 2003). ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این پروژه از بین ارقام بومی، ارقام قدیمی موجود در کلکسیون بخش تحقیقات غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و لاین‌هائی که شناسنامه کاملا مشخص و شناخته شده‌ای ندارند، انتخاب شدند، فقط با شماره کلکسیونی شناخته می‌شوند. از بین ۲۲۴ ژنوتیپ مورد بررسی در این پروژه، بیش از ۶۰ درصد آن‌ها، ارقامی پا بلند، دیررس و با عملکرد پائین بودند. این ژنوتیپ‌ها با این خصوصیات زراعی فقط می‌توانند به عنوان منابع مقاومت در برنامه‌های اصلاحی و انتقال ژن مورد استفاده قرار گیرند. بحثی که در رابطه با مقاومت در بلایت فوزاریومی سنبله مطرح است و در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی هم صدق می‌کند، مکانیسم مقاومت در این ارقام است به طوری که گاهی فشرده بودن سنبله‌های یک رقم، ارتفاع گیاه و بعضی از خصوصیات مرفولوژیکی یک رقم باعث مقاومت در مقابل این بیماری گردد (Mesterhazy, 2003). برای اطمینان از واکنش ژنتیکی مقاومت و مشاهده عکس‌العمل ژن های مقاومت در جلوگیری از آلودگی این ارقام، نیازمند بررسی‌های مولکولی آن‌ها است. در همین رابطه، با اجرای دو ساله ۲۲۴ ژنوتیپ انتخابی از کلکسیون گندم، ۲۰ ژنوتیپ که دارای مقاومت نسبی مطلوبی نسبت به بیماری‌های مورد بررسی در این تحقیق بودند، برای بررسی دقیق تر و نیز بررسی مولکولی و ژنتیکی مقاومت، به واحد ژنتیک بخش تحقیقات غلات و نیز برای بررسی بیش‌تر در آزمایشات تکمیلی، به واحد اصلاح بخش تحقیقات غلات معرفی شدند.

منابع References

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.

زمانی‌زاده، خرسندی، ی. ۱۳۷۶.گونه‌های مختلف فوزاریوم و مایکوتکسین‌های آن در استان مازندران. بیماری‌های گیاهی ۲۳: ۳۱-۳۷.

دهقان، م. ع. و ابراهیـــم‌نژاد، ش. ۱۳۹۵. ارزیابی مقـاومت و میزان خسـارت بیماری فوزاریوم سنبله بر ژنوتیپ‌های امیدبخش و پیشرفته گندم در شرایط گرم و مرطوب شمال ایران. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، پ/۱۰۷۹.

کاظمی، ه. ۱۳۷۵. فعالیت آنزیم پروکسیداز و نقش آن در مقاومت گیاهان به بیماری فوزاریوم سنبله و نقش آن در تولید پلی‌فنل اکسیداز. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس تهران. ۱۱۷ صفحه.

مانیا، ف، افشاری، ف، خدارحمی، م. و محمدی، م. ۱۳۹۱. بررسی اجزای مقاومت بیماری زنگ قهوه‌ای در لاین‌های امیدبخش گندم مربوط به اقلیم‌های گرم و خشک جنوب و مرطوب شمال، دوازدهمین کنگره ژنتیک ایران، تهران، ۱۹۷صفحه.

ملیحی‌پور، ع.، دهقان، م. ع. و شهبازی، ک. ۱۳۹۵. تعیین واکنش بخشی از ژرم پلاسم گندم موجود در کلکسیون بخش تحقیقات غلات نسبت به بیماری بلایت فوزاریومی سنبله در شرایط مزرعه و گلخانه. گزارش نهائی پروژه تحقیقاتی. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. شماره فروست ۴۹۸۴۶، ۳۵ صفحه.

فروتن، ع.، ناطق، ز.، امیدی، م.، رستمی، ف. ۱۳۷۴ . انتخاب ارقام و لاین‌های متحمل به بیماری فوزاریوم سنبله در مازندران. دوازدهمین کنگره گیاهپزشکی. دانشکده کشاورزی کرج، ۴۹ صفحه.

Arthur, J. C. 1891. Wheat scab. Indiana Agricultural Experiment Station Bulletin 36: 129-138.

Bai, G. H. and Shaner, G. E. 1994. Scab of wheat: prospects for control. Plant Disease 78: 760-766.

Ban, T. 2001. Studies on the genetics of resistance to Fusarium head blight caused by *Fusarium graminearum* in wheat (*Triticum aestivum* L.). Kyushu Agricultural Experiment Station Bulletin 38: 27-78.

Buerstmayr, H., Steiner, B., Lemmens, M. and Ruckenbauer, P. 2000. Resistance to Fusarium head blight in winter wheat: heritability and trait associations. Crop Science 40: 1012-1018.

Dexter, J. E., Marchylo, B. A., Clear, R. M. and Clarke, J. M. 1997. Effect of fusarium head blight on semolina milling and pasta-making quality of durum wheat. Cereal Chemistry 74: 519-525.

Dzhenin, S. V., Lapochkina, I. F., Zhemchuzhina, A. I. and Kovalenko, E. D. 2009. Donors of spring common wheat resistance to leaf rust and powdery mildew with genetic material of the species *Aegilops speltoides* L., *Aegilops triuncialis* L., and *Triticum kiharae* Dorof. ET Migusch. Russian Agricultural Sciences 35: 293-297.

Eyal, Z., Scharen, A. L., Prescott, J. M. and Ginkel, M. V. 1987. The Septoria disease of wheat: concepts and methods of disease management. CIMMYT, Mexico, D.F.

Fedak, G., Han, F., Cao, W., Burvill, M., Kritenko, S., and Wang, L. 2003. Identification and characterization of novel sources of resistance to FHB. In Proceedings of 10th International Wheat Genetics Symposium, Paestum, Italy 354-356.

Johnson, J. W., Baenziger, P. S., Yamazaki, W. T. and Smith, R. T. 1970. Effects of powdery mildew on yield and quality of isogonics lines of "Chancellor" wheat. Crop Science 19: 349-352.

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.

Gilchrist, L., Rajaram, S., Mujeeb-kazi, A., van Ginkel, M., Vivar, H. and Pfeiffer, W. 1997. *Fusarium* scab screening program at CIMMYT. Pp. 7-12. In: Dubin, J., Gilchrist, L., Reeves, J. and McNab, A. (eds.) CIMMYT Fusarium Head Scab: Global Status and Future Prospects. Mexico D.F., Mexico.

Ireta, J. and Gilchrist, S. 1994. Fusarium head scab of wheat. Wheat special Report, No. 2lb, CIMMY, Mexico, D.F.178 pp.

Ilive, I., Barn, B. and Kiraly, Z. 2000. Resistance of common winter wheat lines to powdery mildew and stem rust-Institute of wheat and sun flower, Dobroudja, General Toshevo 9520, Bulgaria.

Kephart, K. 1991. Climatic conditions and regional differences. Pp. 5-10. In: Jones, E. (ed.) Soft Red Winter Wheat Quality: Issues for Producers, Merchants, and Millers. VPI Coop. Ext. Publ. 448-051. Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, VA, USA.

Large, E. C. and Doling, D. A. 1962. The measurement of cereal mildew and its effect on yield. Plant Pathology 11: 47-57.

Liu, D. J., Weng, Y. Q., Chen, P. D. and Wang, Y. N. 1989. Gene transfer of scab resistance from *Roegneria kamoji* and *Elymus giganteus* to common wheat. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences 1: 97-100.

Liu, Z.-Z. and Wang, Z. Y. 1990. Improved scab-resistance in China: Sources of resistance and problems. Pp. 178-188. In: Saunders, D. A. (ed.) Wheat for the Nontraditional Warm Areas, Proceedings of International Conference. CIMMYT, Mexico D.F., Mexico.

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 Agriculturae Shanghai 7: 65- 70.

McKendry, A. L., Tague, D. N., Wright, R. L., Tremain, J. A. and Conley, S. P. 2005. Registration of 'Truman' *wheat.* Crop Science 45: 421-423.

McMullen, M., Jones, R. and Gallenberg, D. 1997. Scab of wheat and barley: A reemerging disease of devastating impact. Plant Disease 81: 1340-1348.

Mcknight, T. and Hart, J. 1966. Some field observation on Crown rot disease of wheat caused by *Fusariumgraminearum.* Queensland Journal of Agricultural and Animal Science 23: 373-378.

Mergoum, M., Frohberg, R. C., Miller, J. D. and Stack, R. W. 2005. Registration of 'Steele-ND'wheat. Crop Science 45: 1163-1164.

Mergoum, M., Frohberg, R. C., Miller, J. D., Stack, R. W., Olsona, T., Friesen, T. L. and Rasmussen, J. B. 2006. Registration of 'Glenn' wheat. Crop Science 46: 473-474.

Mesterhazy, A. 1987. Selection of head blight resistant wheats through improved seedling resistance. Plant Breeding 98: 25-36.

Mesterhazy, A. 2003. Breeding wheat for *Fusarium* head blight resistance in Europe. Pp. 211-240. In: Leonard, K. J. and Bushnell, W. R. (eds.) Fusarium Head Blight of Wheat and Barley. APS Press, StPaul, MN, USA.

Parry, D. W., Jenkinson, P. and McLeod, L. 1995. *Fusarium* ear blight (scab) in small grains-a review. Plant Pathology 44: 207-238.

Peterson, R. F., Campbell, A., B. and Hannah, A. E. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stems of cereals. Canadian Journal of Research 26: 496-500.

Roelfs, A. P., Singh, R. P. and Saari, E. E. 1992. Rust diseases of wheat: concepts and methods of disease management. CIMMYT, Mexico, 65p.

Rudd, J. C., Horsley, R. D., McKendry, A. L. and Elias, E. M. 2001. Host plant resistance genes for fusarium head blight: Sources, mechanisms, and utility in conventional breeding systems. Crop Science 41: 620-627.

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

Saari, E. E. and Prescott, J. M. 1975. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases, Plant Disease 59: 377-380.

Sharma, R. C. and Duveiller, E. 2007. Advancement toward new spot blotch resistant wheat in south Asia. Crop Science 47: 961-968.

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

Snijders, C. H. A. and Perkowski, J. 1990. Effects of head blight caused by *Fusarium culmorum*on toxin content and weight of wheat kernels. Phytopathology 80: 566-570.

Sanjarian, F., Mousavi, A., Alizadeh, A., Weindorfer, H. and Adam, G. 2006. Evaluation of the yeast acetyltransferase (AYT1) in detoxification of the F. *graminearum* toxin deoxynivalenol in transgenic plants. Iranian Journal of Biology 19: 222-223.

Tiech, A. H. and Hamillton, J. R. 1985. Effect of cultural Practices, soil Phospbrous, Potassium and PH on the incidence of Fusarium head blight and dexinivalenol levels in wheat. APPL. Environ. Microbiology 42: 1429-1431.

Tuite, J., Shaner, G. and Everson, R. J. 1990. Wheat scab in soft red winter wheat in Indiana USA in 1986 and its relation to some quality measurements. Plant Disease 74: 959-962.

Wang, Y. Z., Yong, X. N. and Xiao, Q.-P. 1982. The improvement of identification technique of scab resistance of wheat and the development of resistant sources. Scientia Agricola Sinica 5: 67-77.

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 Journal of Agricultural Sciences 1: 64-68.

Wegener, M. 1992. Optimierung von saatgutpillierungen mit mikrobiellen antagonisten zur biologischen biologischen fung von *Fusarium culmorum* (W. G. Smith) Sacc. in weizen. Diplomarbeit, Georg-August-Universitaet Göttingen. Göttingen, Germany.

Wiese, M. V. 1991. Compendium of wheat diseases. The American phytopathological society 30-31.

Wilcoxon, R. D., Busch, R. H. and Ozmon, E. A.. 1992. Fusarium head blight resistance in spring wheat cultivars. Plant Disease 76(7): 658-661

Wong, L. S. L., Tekauz, A., Leisle, D., Abramson, D. and McKenzie, R. I. H. 1992. Prevalence, distribution, and importance of FHB in wheat in Manitoba. Canadian Journal of Plant Pathology 14: 233-238.

Yang, Z., Gilbert, J., Fedak, G. and Somers, D. J. 2005. Genetic characterization of QTL associated with resistance to Fusarium head blight in a doubled-haploid spring wheat population. Genome 48: 187-196.