



دانشگاه گورگان و منابع طبیعی گورگان

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیست و هشتم، شماره اول، ۱۴۰۰

۱۷-۲۲

<http://jopp.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jopp.2021.16453.2501

بررسی مقاومت ارقام منتخب و ارتباط آن با افزایش عملکرد دانه در بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله گندم نان در منطقه شمال ایران

هنگامه آخوندادکانی^۱، *حسن سلطانیلو^۲، نجیب‌ا... مازندرانی^۱، سیده ساناز رمضانپور^۲،

مجتبی آل خان^۳، راضیه قربانی^۳ و سمیرا ایمانی^۱

^۱دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران،

^۲دانشیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران،

^۳دانشجوی دکتری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۴

چکیده

سابقه و هدف: بیماری بادزدگی سنبله ناشی از قارچ *Fusarium graminearum* L. یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گندم است که آسیب قابل توجهی به کیفیت و مقدار گندم تولید شده در سراسر جهان وارد می‌کند. منطقه شمال ایران به‌علت شرایط ویژه رطوبت و گرما مناسب نسبت به بیماری فوزاریوم سنبله گندم همه‌گیر است. یکی از روش‌های مقرون به صرفه برای کنترل این بیماری استفاده از مقاومت ژنتیکی است. غربالگری سالانه ارقام گیاهی می‌تواند اطلاعات مفیدی در مورد مقاومت ارقام به بیماری *Fusarium* در گونه‌های موجود در هر منطقه برای پژوهشگران به ارمغان آورد. در این مطالعه مقاومت ارقام منتخب گندم نان به بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله در منطقه شمال ایران بررسی شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه ۲۱ رقم گندم نان مشتمل بر ارقام آبی و دیم در حال کشت به همراه سه رقم استاندارد بسیار مقاوم و بسیار حساس در سه تکرار در دو شرایط محیطی در قالب طرح بلوکهای کامل در مزرعه آموزشی-پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی گرگان در سال ۱۳۹۵ کشت شد. یک محیط دارای تنش بیماری و یک محیط فاقد تنش بیماری بود. در محیط دارای تنش بیماری، آلودگی مصنوعی با اسپورپاشی سنبله گندم با سوسپانسیون اسپور قارچ صورت گرفت و در محیط فاقد تنش از قارچ‌کش فالكون برای کنترل بیماری استفاده شد. هر رقم گندم بر روی یک خط چهار و نیم متری کشت شد. فاصله خطوط از همدیگر ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بذور پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در این آزمایش، از سوسپانسیون تازه قارچ با غلظت 1×10^8 ماکروکنیدی در هر میلی‌لیتر استفاده شد. اسپور پاشی سوسپانسیون اسپور قارچ فوزاریوم روی سنبله‌ها در اوایل مرحله گلدهی زمان در شروع بیرون آمدن بساک‌ها انجام گرفت. پس از اسپور پاشی شاخص‌های بیماری شامل درصد وقوع بیماری شدت بیماری و شاخص بیماری و پس از برداشت درصد دانه آلوده و شاخص‌های مربوط به عملکرد اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، بین ارقام مورد آزمایش در سطح احتمال یک درصد برای میزان بروز، شدت بیماری و درصد دانه‌های آلوده تفاوت معنی‌داری وجود داشت. تحلیل داده‌های عملکرد با استفاده از تجزیه مرکب نشان داد که از بین ارقام

* مسئول مکاتبه: soltanlooh@gau.ac.ir

دیم مورد بررسی به ترتیب رقم قابوس، آفتاب و لاین ۱۷ و در بین ارقام آبی رقم مروارید بهترین ارقام در واکنش به بادزدگی فوزاریومی سنبله بودند. در بین ارقام مورد مطالعه رقم‌های قابوس و آفتاب کم‌ترین خسارت عملکردی را داشتند و مناسب کشت در مناطق با اپیدمی بادزدگی فوزاریومی سنبله است.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که بروز یک تنش زنده مانند بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله اثر منفی بر عملکرد دانه دارد که ارقام مقاوم‌تر میزان خسارت عملکردی پایین‌تر است. نتایج این پژوهش می‌تواند به عنوان منبع ژنوتیپ‌های مقاوم برای انجام اقدامات اصلاحی مورد استفاده قرار گیرد. ارقام قابوس و آفتاب مناسب در مناطقی با خطر بالای بیماری *Fusarium* سنبله معرفی می‌شوند. رقم احسان دانه درشت است و عملکرد خوبی در یک محیط بدون بیماری دارد شاید بتوان آن را مناسب برای کشت در مناطقی یافت که رطوبت کم‌تر باشد.

واژه‌های کلیدی: ارقام دیم و آبی گندم نان، خسارت عملکرد، مقاومت ژنتیکی، *Fusarium graminearum*

مقدمه

زراعی و رعایت تناوب چندان مورد قبول کشاورزان نمی‌باشد، هم‌چنین کاربرد روش‌های شیمیایی و استفاده از قارچ‌کش‌ها گرچه مؤثر و کارآمد می‌باشد ولی نبود الگوی پیش آگاهی برای شناسایی زمان مناسب سمپاشی (۲)، گرانی و عدم صرفه اقتصادی قارچ‌کش، ارتباط مستقیم بین زمان استفاده و تأثیر قارچ‌کش و به دلیل اثرات زیست‌محیطی آن‌ها در سطح مزارع کشور محدودیت دارد. براساس مطالعات انجام شده توسط صفایی و علیزاده (۲۰۰۶) اولین مدل پیش آگاهی پیشرفت بیماری فوزاریوم سنبله معرفی شد که استفاده از آن جهت کنترل بیماری بسیار مطلوب می‌باشد و باید اعتبار مدل برای کاربرد در استان گلستان تعیین شود (۲۴) روش‌های زیستی تاکنون به صورت گسترده مرسوم نشده است اما ثابت شده که این عمل امکان‌پذیر است به‌ویژه زمانی که امکان استفاده از قارچ‌کش وجود ندارد (۶). بنابراین تنها راه کنترل و مدیریت بیماری استفاده از ارقام مقاوم است. این بیماری از سال‌ها پیش به‌طور پراکنده در ایران وجود داشته و یکی از بیماری‌های مهم گندم در مازندران، گرگان، گنبدکاووس و مغان به شمار می‌رود (۹). با توجه به این‌که استفاده از روش‌های شیمیایی و زراعی برای کنترل این بیماری مشکلات و

بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله گندم^۱ مهم‌ترین بیماری‌های گندم در سراسر جهان است. ۱۸ گونه از جنس فوزاریوم به عنوان عامل بیماری معرفی شد که از بین آن‌ها گونه *Fusarium graminearum* مهم‌ترین عامل ایجاد بیماری در ایران است. فوزاریوم یک قارچ از زیر شاخه *Peizizomycotina* رده *Sordariomycetes* زیر رده *Hypocreomycetidae* راسته *Hypocreales* و خانواده *Nectriaceae* می‌باشد (۱۲). منطقه شمال ایران به دلیل شرایط خاص رطوبتی و حرارتی، مستعد همه‌گیری بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله گندم است. این بیماری ویرانگر است و گندم و سایر غلات دانه ریز را آلوده می‌کند و بین ۳۰ تا ۷۰ درصد عملکرد گندم را کاهش می‌دهد (۱۷) و هر ساله خسارت کیفی و کمی قابل‌توجهی را در شمال کشور ایجاد می‌کند. در سال‌های اخیر به علت مساعد بودن شرایط آب و هوایی، رطوبت بالا و هم‌زمانی وجود شبنم با زمان گلدهی و پر شدن دانه‌ها در شمال کشور، گسترش زیادی در گندم‌زارها داشته است تاکنون روش‌های مختلف کنترل بیماری چندان مؤثر نبوده است. روش‌های زراعی مثل بهداشت

1- *Fusarium* head blight

است (۱۵). در اکثر برنامه‌های اصلاحی مقاومت نوع دو یا مقاومت در برابر گسترش آلودگی درون سنبله، مورد توجه است و ارزیابی شدت بیماری معیار خوبی برای ارزیابی مقاومت نوع دو است (۵). درصد دانه‌های آلوده نیز به عنوان شاخصی برای مقاومت نوع سوم یا مقاومت در برابر آلوده شدن دانه‌ها، در نظر گرفته می‌شود (۸). غربال سالیانه ژرم پلاسما حاوی ارقام رایج تحت کشت در یک منطقه می‌تواند اطلاعات مفیدی از میزان تحمل یا مقاومت ارقام در برابر بیماری فوزاریوم در مقابل سویه‌های مستقر در آن منطقه ارائه دهد.

مطالعه حاضر به منظور پاسخ به این سوال که در صورت وقوع آلودگی شدید فوزاریوم کدام یک از ارقام زیر کشت رایج در منطقه شمال کشور می‌تواند دچار بیش‌ترین خسارت عملکردی شوند. چون وقوع همه‌گیری فوزاریوم به صورت طبیعی در سال‌های مختلف بسته به شرایط آب و هوایی به صورت متفاوتی رخ می‌دهد، بنابراین اطلاع از میزان خسارت عملکردی ارقام مختلف گندم می‌تواند اطلاعات مفیدی برای پیشگیری از کشت ارقام نامناسب دارای خسارت عملکردی بالا نسبت به بیماری فوزاریوم از طریق پیش بینی شرایط مساعد آب و هوایی مناسب همه‌گیری شود. در این پژوهش ارقام گندم دیم و آبی رایج تحت کشت در منطقه شمال ایران به همراه لاین‌های استاندارد حساس و مقاوم به فوزاریوم کشت و تحت آلودگی شدید فوزاریوم میزان خسارت عملکردی اندازه‌گیری شد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه ۲۱ رقم گندم نان مشتمل بر ارقام آبی و دیم در حال کشت به همراه سه رقم استاندارد

محدودیت‌هایی دارد، استفاده از روش‌های جدید کنترل در کشاورزی پایدار مانند استفاده از رقم‌های مقاوم و افزایش تحمل گیاه به بیماری یکی از مهم‌ترین راه‌های کنترل مورد توجه است (۱۶ و ۲۲). با توجه به محدودیت‌های افزایش سطح زیر کشت گندم و پایین بودن میانگین عملکرد گندم در کشور، افزایش عملکرد گندم با کشت ارقام دارای حداقل خسارت عملکردی تحت تنش‌های زنده و غیرزنده می‌تواند یکی از راه کارهای عملی برای پاسخگویی به نیازهای روزافزون کشور برای تامین امنیت غذایی با توجه به نرخ رشد جمعیت باشد.

یکی از عمده‌ترین تنش‌های زنده محدودیت آفرین برای تولید گندم در نوار شمالی کشور مشرف به دریای خزر و نیز منطقه مغان، بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله گندم یا FHB می‌باشد. البته توجه به این نکته ضروری است که طی سال‌های گذشته ارقام مقاوم خوبی از جمله احسان، گند، مروارید و غیره برای این بیماری معرفی شده است. هر چند برای کنترل بیماری مدیریت تلفیقی لازم است و تنها رقم مقاوم کنترل‌کننده بیماری نیست (۱۳). این بیماری به شدت تحت تأثیر شرایط آب و هوایی می‌باشد (۲۱). اسپورها از طریق باد و یا آب تا مجاورت گلچه‌ها گسترش می‌یابند (۱۸).

پنج سازوکار مختلف به عنوان مقاومت فعال معرفی شده است. مقاومت نوع یک در برابر آلودگی اولیه از طریق اندازه‌گیری درصد سنبله‌های آلوده محاسبه می‌شود، نوع دوم مقاومت در برابر گسترش آلودگی در سنبله آلوده است که با عنوان شدت بیماری محاسبه می‌شود، نوع سوم به توانایی میزبان در سالم نگه داشتن دانه و نوع چهارم به توانایی میزبان برای حفظ عملکرد دانه بستگی دارد. نوع پنجم توانایی میزبان در متوقف کردن تجمع مایکوتوکسین در دانه آلوده معرفی شده

قرار داده شدند. پس از این‌که دمای ارلن‌ها به دمای معمولی اتاق رسید با استفاده از تیغ جراحی استریل به اندازه یک سانتی‌مترمربع از محیط کشت هفت روزه قارچ فوزاریوم به هر کدام از ارلن‌ها اضافه شد. درب ارلن‌ها با استفاده از پنبه و فویل آلومینیومی پوشیده شده و به مدت ۹۶ ساعت در انکوباتور شیکردار با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس زیر هود با استفاده از پارچه ململ استریل صاف شد. محیط صاف شده به رنگ قهوه‌ای تیره بود.

با استفاده از لام هموسیتمتر غلظت سوسپانسیون بر حسب تعداد ماکروکنیدی^۲ در میلی‌لیتر تعیین شد. در این آزمایش، از سوسپانسیون تازه قارچ با غلظت 1×10^8 ماکروکنیدی در هر میلی‌لیتر استفاده شد.

آلودگی مصنوعی ارقام گندم در مزرعه: اسپورپاشی سوسپانسیون اسپور قارچ فوزاریوم روی سنبله‌ها در اوایل مرحله گلدهی زمانی که بساک‌ها شروع بیرون آمدند، انجام شد. سوسپانسیون رقیق شده به صورت دستی روی سنبله‌ها اسپری شد. سپس سنبله‌های اسپورپاشی شده برای تامین رطوبت با کیسه پلاستیکی به مدت ۴۸ ساعت پوشیده شدند (۱). سپس کیسه‌های پلاستیکی برداشته شدند. عمل اسپورپاشی در یک روز برای کل ژنوتیپ‌ها انجام شد. دو هفته بعد از اسپورپاشی با ظهور علائم بیماری مانند شکل ۱ شمارش میزان آلودگی آغاز شد و در فواصل زمانی سه روزه یادداشت‌برداری صورت گرفت.

بسیار مقاوم و بسیار حساس در سه تکرار در دو شرایط محیطی در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در مزرعه آموزشی-پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی گرگان در سال ۱۳۹۵ کشت شد. یک محیط دارای تنش بیماری و یک محیط فاقد تنش بیماری بود. در محیط دارای تنش بیماری، آلودگی مصنوعی با اسپورپاشی سنبله گندم با سوسپانسیون اسپور قارچ صورت گرفت و در محیط فاقد تنش از قارچ‌کش فالكون برای کنترل بیماری استفاده شد. قارچ‌کش باعث عدم توانایی عامل بیماری در تغذیه از بساک پرچم به عنوان منبع غذایی و ایجاد آلودگی می‌گردد (۳). البته لازم به یادآوری است که بیماری فوزاریوم سنبله صرفاً با استفاده از قارچ‌کش کنترل نمی‌شود و در کنترل آن باید مدیریت تلفیقی شامل تناوب زراعی، شخم عمیق بقایا، در مبارزه با بیماری و استفاده از رقم مقاوم با هم استفاده شوند. هر رقم گندم بر روی یک خط چهار و نیم متری کشت شد. با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف آماری ژنوتیپ‌ها، همه ژنوتیپ‌ها با آزمون دانکن گروه‌بندی شدند.

تهیه سوسپانسیون اسپور قارچ فوزاریوم: اسپور قارچ کشت شده روی محیط سیب‌زمینی دکستروز آگار^۱ از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه گردید. جهت تهیه سوسپانسیون از روش وگنر (۱۹۹۲) استفاده شد (۳۲). برای این منظور پنج گرم پودر کاه گندم درون ارلن‌های ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و ۱۲۵ سی‌سی آب مقطر به هر ارلن اضافه گردید. درب ارلن‌ها با استفاده از پنبه و فویل آلومینیومی پوشانده شده و ارلن‌ها دو بار به فاصله ۲۴ ساعت به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و فشار یک اتمسفر



شکل ۱- علائم بیماری روی ارقام حساس و مقاوم. A: رقم مقاوم، B: رقم حساس.

Fig. 1. Disease symptoms on susceptible and resistance cultivars. A: Susceptible cultivar, B: Resistant cultivar.

۳۰ سنبله علامت‌گذاری شده برای همه ارقام انجام شد.

برای محاسبه مقاومت تیپ یک از درصد وقوع بیماری^۱ رابطه زیر استفاده شد (۸).

$$\text{درصد وقوع بیماری} = \frac{100 \times \text{تعداد سنبله‌های دارای سنبلچه آلوده}}{30} \quad (1)$$

۰ = تمامی سنبلچه‌های موجود در یک سنبله فاقد هر گونه علائم بیماری، ۱ = تا ۲۰ درصد سنبلچه‌های هر سنبله آلوده، ۲ = تا ۴۰ درصد سنبلچه‌های هر سنبله آلوده، ۳ = تا ۶۰ درصد سنبلچه‌های هر سنبله آلوده، ۴ = تا ۸۰ درصد سنبلچه‌های هر سنبله آلوده، ۵ = بیش از ۸۰ درصد از سنبلچه‌های هر سنبله آلوده.

سپس با استفاده از رابطه زیر شدت بیماری^۲ محاسبه شد (۲۳).

$$\text{شدت بیماری} = \frac{(0 \times \text{سنبله با درجه ۰}) + (1 \times \text{سنبله‌های با درجه ۱}) + \dots + (5 \times \text{سنبله‌های با درجه ۵})}{5 \times \text{تعداد سنبله‌های آلوده}} \quad (2)$$

ارزیابی شاخص‌های بیماری: به‌منظور محاسبه شاخص‌های بیماری ۳۰ سنبله از هر تکرار در کل ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی، اتیکت‌زنی شدند و محاسبه شاخص‌های بیماری با استفاده از همین

برای محاسبه شدت بیماری به عنوان شاخص مقاومت تیپ دوم ابتدا کل سنبلچه‌های یک سنبله شمارش شده و سپس تعداد لکه‌های ناشی از فوزاریوم شمرده می‌شود و به صورت تعداد سنبلچه‌های آلوده به تعداد کل سنبلچه محاسبه شده و براساس الگوی زیر درجه‌بندی می‌شود.

1- Disease Incidence

2- Disease Severity

جداگانه در پاکت کاغذی قرار داده شدند و برای محاسبه درصد دانه‌های آلوده^۱ استفاده شد. (رابطه ۳).

$$\text{درصد دانه‌های آلوده} = \frac{\text{تعداد دانه‌های آلوده}}{\text{تعداد کل دانه‌ها}} \quad (۳)$$

درصد دانه‌های آلوده از رابطه زیر استفاده شد (۷).

$$ISK = (0.3 \times \text{Severity}) + (0.3 \times \text{Incidence}) + (0.4 \times \text{FDK}) \quad (۴)$$

پیشرفت آلودگی است.

در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی بوته‌های گندم، هر کدام از ارقام و لاین‌ها به صورت دستی برداشت شدند و ۱۵ سنبله از سنبله‌های اتیکت زده شده به صورت

برای محاسبه ISK^۲، به عنوان میانگین وزنی از سه شاخص درصد وقوع بیماری، شدت بیماری و

برای محاسبه میزان گسترش بیماری از AUDPC^۳ استفاده شد (۳۱) که مبتنی بر سطح زیر منحنی

$$AUDPC = \sum_n^1 \left(\frac{Y_i + Y_{i-1}}{2} \right) (X_i - X_{i-1}) \quad (۵)$$

عملکرد دانه: برای محاسبه عملکرد یک مترمربع از سنبله‌های هر کرت برداشت شد و بذرها با استفاده از خرمن کوب تحقیقاتی در آزمایشگاه جدا شدند. سپس از شاخص حساسیت به تنش^۴ به عنوان یک شاخص استاندارد برای ارزیابی میزان کاهش عملکرد استفاده شد.

که در آن، Y_i امتیاز اکتسابی در یادداشت برداری i ام، Y_{i-1} امتیاز اکتسابی در یادداشت برداری قبلی، X_i روز یادداشت برداری i ام، X_{i-1} روز یادداشت برداری قبلی و n تعداد یادداشت برداری است.

شاخص‌های عملکرد: به خاطر این که بیماری فوزاریوم سنبله باعث پوکی، سفید شدگی و سبک شدن دانه‌های آلوده به دلیل بسته شدن راه‌های آوندی می‌گردد، برای جلوگیری از حذف شدن بذرها آلوده برداشت به صورت دستی انجام گرفت و با ارقام کشت شده فاقد علائم بیماری با استفاده از تجزیه مرکب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به منظور محاسبه وزن هزاردانه، یک متر مربع از هر تکرار برداشت شده و دانه‌ها با دست از سنبله جدا شد و پس از شمارش وزن هزاردانه هر ژنوتیپ محاسبه شد.

- 1- Fusarium Damaged Kernels
- 2- Incidence Severity Kernels
- 3- Area Under Disease Progress Curve
- 4- Stress Susceptibility Index

$$SSI = [1 - (Y_s) / (Y_p)] / SI \quad (6)$$

که در آن، Y_p عملکرد ژنوتیپ موردنظر در شرایط بدون تنش بیماری، Y_s عملکرد ژنوتیپ مورد نظر در شرایط تنش بیماری، SI شدت تنش است که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$SI = 1 - (Y_s / Y_p) \quad (7)$$

میزان آن عدد مثبت ۰/۹۵۷۶ بود که بین پارامترهای شدت بیماری و شاخص بیماری مشاهده شد و این بدان معناست که روند هم جهت بودن این دو پارامتر، جدی‌تر از سایر شاخص‌های مرتبط با مقاومت به بلایت فوزاریومی سنبله است. در واقع مثبت بودن ضریب همبستگی به این معناست که در فضایی که مطالعه و بررسی انجام شده، افزایش یک پارامتر با افزایش پارامتر دیگر و نیز کاهش آن پارامتر با دیگری همراه است و عدد ۰/۹۵۷۶ درصد نشان‌دهنده این است که ۹۵ درصد از تغییرات شاخص بیماری توسط شدت بیماری توجیه می‌شود و ۱-۹۵ درصد توسط سایر عوامل کنترل می‌گردد. کم‌ترین میزان ضریب همبستگی هم مربوط به شاخص درصد دانه آلوده و درصد وقوع بیماری با عدد مثبت ۰/۳۹ می‌باشد که با نتیجه دهقان و ابراهیم‌نژاد (۲۰۱۷) مطابقت دارد (۷). تأثیر بیماری بر عملکرد بلایت فوزاریومی سنبله بر تعداد سنبله در واحد سطح به عنوان جزئی از اجزای عملکرد تأثیری نمی‌گذارد و عملکرد دانه و وزن هزاردانه مهم‌ترین شاخص‌های کاهش عملکرد در بیماری فوزاریوم سنبله هستند. هم‌چنین تفاوت معنی‌داری برای عملکرد دانه بین دو محیط تنش و فاقد تنش بیماری وجود داشت (۳۰).

که در آن، Y_s میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش بیماری، Y_p میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط فاقد تنش بیماری.

برای انجام تجزیه واریانس از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۴) استفاده شد. برای محاسبه مقادیر مورد نیاز از رویه GLM و برای محاسبه شاخص مربوط به عملکرد از تجزیه مرکب استفاده شد. ضرایب همبستگی بین شاخص‌های مقاومت از دستور CORR به‌دست آمد. دیاگرام دوبعدی با نرم‌افزار SPSS-24 رسم شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مشخص شد که تفاوت معنی‌داری بین ارقام مورد آزمایش در سطح احتمال یک درصد برای شاخص‌های درصد وقوع بیماری، شدت بیماری و درصد دانه‌های آلوده وجود دارد (جدول ۱). هم‌چنین ضرایب همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به فوزاریوم (جدول ۲) نشان داد که همه شاخص‌های بیماری مورد بررسی دارای همبستگی معنی‌داری بین شاخص‌های مقاومت در سطح احتمال یک درصد بودند که با نتایج به‌دست آمده گیلبرت و وودز (۲۰۰۶) و سلیمیان‌ریزی و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت (۸ و ۲۷). بالاترین

جدول ۱- تجزیه واریانس برای شاخص‌های درصد وقوع بیماری، شدت بیماری و درصد دانه‌های آلوده.

Table 1. Analysis of variance for incidence rate, severity of disease and percentage of contaminated grains.

شاخص ISK	AUDPC	درصد دانه‌های آلوده Fusarium Damaged Kernels	شاخص بیماری Disease Index	شدت بیماری Disease severity	درصد وقوع بیماری Percentage of disease Incidence	درجه آزادی Degrees of freedom	منابع تغییرات Sources of variation
518.56656**	0.14**	2849.4640**	0.1092996**	0.1014866**	18.6325*	2	بلوک Block
0.2028 ^{ns}	18.1 ^{ns}	26.63060 ^{ns}	0.0080063 ^{ns}	0.00890119*	144.966943**	20	رقم Cultivar
15.92656	11.02	32.00558	0.00365968	0.00172536	22.117820	40	اشتباه Error
18.124140	5.4	10.25650	12.59486	8.806520	4.855069		ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)

*، ** و ^{ns} به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیرمعنی‌دار.

*، ** and ^{ns} were significant at the 5% and 1% probability levels and non-significant, respectively.

جدول ۲- مقادیر ضریب همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به بیماری فوزاریوم.

Table 2. Correlation coefficient values between resistance indices.

شاخص ISK	درصد دانه‌های آلوده Fusarium Damaged Kernels	شاخص بیماری Disease Index	شدت بیماری Disease severity	درصد وقوع بیماری Percentage of disease Incidence	منابع تغییرات Sources of variation
				0.5757**	شدت بیماری Disease severity
			0.9576**	0.48469**	شاخص بیماری Disease Index
		0.6464**	0.64605**	0.39954*	درصد دانه‌های آلوده Fusarium Damaged Kernels
	0.58**	0.54**	0.8**	0.76**	شاخص ISK
0.62**	0.85836**	0.60613**	0.60891**	0.575336**	شاخص SSI

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد.

** Significant at a probability level of 1%, * Significant at a probability level of 5%.

بیماری در اکثر ارقام ۱۰۰ درصد وقوع بیماری مشاهده شد. دامنه تغییرات این صفت بین ۷۰ تا ۱۰۰ درصد بود که به ترتیب ارقام سومای‌تری، فرونتانا و آفتاب دارای کم‌ترین مقدار درصد وقوع بیماری بودند. در

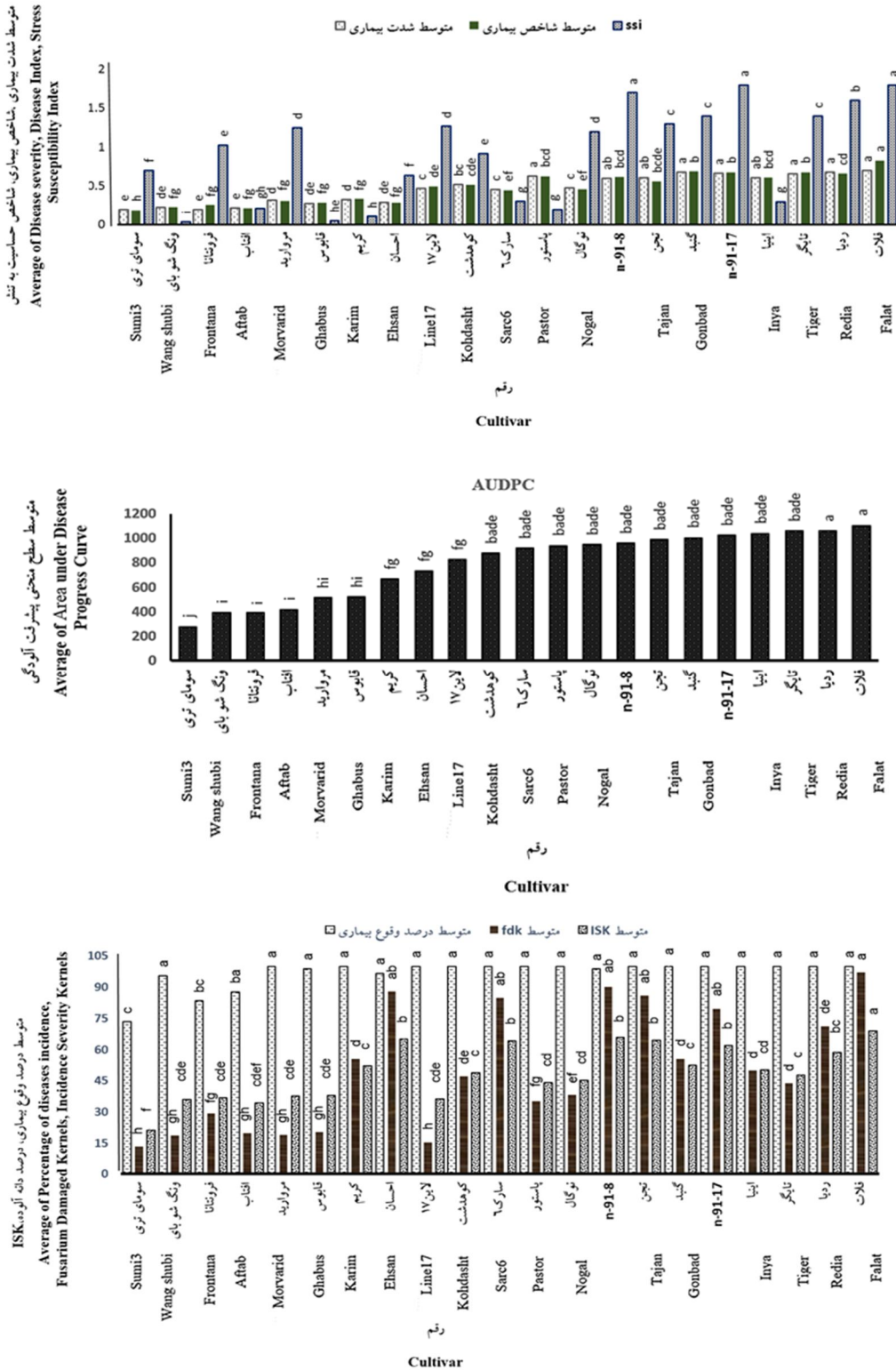
مقاومت ژنوتیپ‌های مورد بررسی: در این آزمایش درصد وقوع بیماری بر اساس درصد سنبله‌های حاوی سنبله‌های آلوده صورت گرفت (شکل ۲). با توجه به شرایط مناسب آب و هوایی جهت گسترش عامل

به عرض جغرافیایی منطقه مورد کشت و وضعیت رطوبت آن منطقه دارد. کمترین میزان شدت بیماری به ترتیب در ارقام سومای تری، فرونتانا، آفتاب و گروه بعدی ونگ شو بای، قابوس و احسان مشاهده شد. با وجود مقاومت بالای دو رقم سومای تری و فرونتانا منشا مقاومت در این دو رقم متفاوت است و توسط ژنهای متفاوتی کنترل می‌گردد (۲۵). در نتایج پژوهش‌های قبلی شدت بیماری در رقم سومای تری و فرونتانا ۳/۳۳ درصد و در ارقام رقم مروارید ۳۱ درصد و رقم فلات ۸۸ درصد بود که مشابه نتیجه به دست آمده در این پژوهش است (۷). از ارقام مورد کشت در استان کمترین شدت در ارقام آفتاب، قابوس و احسان مشاهده شد که بر اساس نتایج محمدی و همکاران (۲۰۱۵) رقم آفتاب نسبت به بیماری فوزاریوم سنبله در گرگان، حداکثر ۱۵ درصد آلودگی با تیپ مقاوم نشان داده است که نتیجه به دست آمده از این پژوهش را تأیید می‌کند (۱۹). در بررسی شاخص بیماری که این شاخص از دهه نود میلادی به عنوان شاخصی برای بیان میزان مقاومت به بیماری فوزاریوم سنبله به کار رفته است (۸). کمترین میزان شاخص بیماری مربوط به رقم سومای تری و بیشترین مربوط به رقم فلات بود. مطالعه شاخص بیماری توسط دهقان و ابراهیم‌نژاد (۲۰۱۷) نشان داد ژنوتیپ‌هایی که در والدین آنها در شجره‌نامه مانند شانگهای، ونگ‌شوبای، میلان و باباکس بود در ارزیابی شاخص بیماری خوب بودند که براساس نتیجه به دست آمده رقم ونگ‌شوبای از نظر شاخص بیماری مناسب است و از نتایج آن می‌توان در برنامه‌های اصلاحی مقاومت به فوزاریوم سنبله استفاده کرد (۷). رقم سومای تری به عنوان بهترین رقم از نظر شاخص بیماری بود و ارزیابی رقم فلات با نتیجه حاصل از آزمایش مزرعه‌ای در ژنوتیپ‌های پیشرفته

واقع رقم فرونتانا یکی از ژنوتیپ‌های دارای مقاومت نوع یک می‌باشد. رقم فرونتانا با مبدا کشور برزیل و رقم چینی سومای تری ارقام استاندارد مقاومت به بیماری فوزاریوم سنبله می‌باشد و درصد وقوع بیماری کم‌تر از سایر ارقام دور از انتظار نیست ولی رقم آفتاب از ارقام در حال کشت استان، مقاومت نوع یک خوبی نشان داد. درصد وقوع بیماری در ارقام گندم شمال ایران به‌ویژه رقم فلات بالغ بر ۷۰ درصد برآورد شد (۹). در پژوهش انجام شده توسط سپهوند و همکاران (۲۰۰۹) درصد وقوع بیماری در رقم فلات ۹۸ درصد بود که با نتیجه به دست آمده از این پژوهش مطابقت دارد (۲۵). به نظر می‌رسد در شرایط مزرعه‌ای به دلیل حجم بالای مایه تلقیح عامل بیماری در اثر اسپور پاشی و ایجاد محیطی مصنوعی آلوده، شانس زیادی برای آلودگی گلچه‌های یک سنبله وجود داشت. بنابراین این شاخص در اکثر موارد نمی‌تواند نشان‌دهنده مقاومت یک لاین یا رقم باشد شاید در بررسی این شاخص بهتر است ارقام در مناطق دارای همه‌گیری بیماری کشت شوند و آلودگی آنها به بیماری بدون اسپورپاشی صورت گیرد تا نتایج به واقعیت نزدیک‌تر باشند. با وجود تشابه درصد وقوع بیماری، شدت بیماری در ارقام پاستور، تایگر، ۱۷-۹۱-N، ردیا، گنبد و فلات بیش‌تر از بقیه ارقام بوده و در یک گروه آماری قرار دارند و رقم فلات دارای بیش‌ترین شدت بیماری بود. رقم فلات در بسیاری از پژوهش‌ها آلوده‌ترین رقم به عامل بیماری فوزاریوم سنبله به شمار می‌رود. براساس نتیجه به دست آمده توسط دهقان و ابراهیم‌نژاد (۲۰۱۷) شدت بیماری در رقم فلات ۸۶ درصد و بالاتر از سایر ارقام مورد ارزیابی برآورد شد (۷). سایر ارقام از جمله رقم گنبد و ۱۷-۹۱-N، جزء ارقام نیمه حساس به شمار می‌روند و میزان آلودگی آنها بستگی

و آفتاب دارای کم‌ترین میزان شدت بیماری در طول زمان چهار دوره ارزیابی بودند. شدت بیماری در مقدار سطح زیر منحنی پیشرفت آلودگی با نمودار شدت بیماری متفاوت است. در نمودار شدت بیماری فقط از یک ارزیابی استفاده می‌شود ولی در شاخص سطح زیر منحنی پیشرفت آلودگی در چهار زمان ارزیابی شدت بیماری صورت گرفته است. کم‌ترین میزان حساسیت به تنش مربوط به رقم ونگ شو بای بود که این رقم ژنوتیپی استاندارد شناخته شده و بسیار مقاوم به تنش است. ارقام ونگ شو بای قابوس، کریم آفتاب دارای کم‌ترین میزان حساسیت و فلات، حساس‌ترین رقم است و بیش‌ترین میزان حساسیت به تنش را دارد و از میان ارقام حساس به بیماری طبق ارزیابی شاخص‌های قبل، رقم سارک ۶ دارای کم‌ترین میزان حساسیت به تنش بود. بر اساس این شاخص هر چه این عدد کوچک‌تر باشد میزان مقاومت بالاتر است. در محاسبه مقدار شاخص ISK درصد وقوع بیماری، شدت بیماری و درصد دانه‌های آلوده به کار می‌رود و به‌گونه‌ای میانگین وزنی بین این سه شاخص به حساب می‌آید (۸). بر اساس شکل ۲ رقم سومای‌تری کم‌ترین مقدار و رقم فلات بیش‌ترین میزان شاخص ISK را نشان داد که با نتایج به‌دست آمده توسط سلیمیان (۲۰۱۲) مطابقت دارد (۲۷). در واقع این شاخص یک فرمول کاربردی برای جمع‌بندی میزان مقاومت نوع یک، نوع دو و سه بیماری فوزاریوم سنبله است که می‌تواند در جهت راهنمایی پژوهشگران در شناسایی رقم مقاوم مؤثر واقع شود.

در سال زراعی ۱۳۹۰ که ژنوتیپ فلات (سری ۸۲) از نظر شاخص بیماری ۷۹ درصد آلودگی نشان داد مطابقت دارد (۷). این شاخص در بین شاخص‌های ارزیابی پیش از برداشت بهترین برآورد را ارائه می‌دهد (۲۶ و ۳۰). در درصد دانه آلوده که با استفاده از این شاخص، مقاومت نوع سوم یا توانایی میزبان در سالم نگه داشتن دانه قابل محاسبه است (۸). بر اساس شکل (۲) ارقام سومای‌تری و لاین ۱۷ دارای کم‌ترین آلودگی دانه و رقم فلات دارای بیش‌ترین تعداد دانه آلوده بود. با توجه به زیاد بودن شدت بیماری در رقم فلات این میزان درصد دانه آلوده دور از انتظار نبود ولی در رقم لاین ۱۷ با وجود شدت بیماری متوسط دارای کم‌ترین درصد دانه آلوده بود. با توجه به اهمیت میزان دانه آلوده برای کشاورزان در هنگام برداشت، این شاخص به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی مقاومت ارقام به فوزاریوم است چون مقدار دانه آلوده کم‌تر امکان فروش محصول با قیمت بالاتر و کاهش میزان هدر رفتن دانه‌های آلوده در هنگام برداشت و خسارت اقتصادی کم‌تری برای کشاورزان در پی خواهد داشت از این نظر لاین ۱۷ انتخاب مناسبی جهت کشت به شمار می‌رود. مقدار سطح زیر منحنی پیشرفت آلودگی در چهار نقطه زمانی در ۱۴، ۱۸، ۲۱ و ۲۴ روز بعد از اسپور باشی محاسبه شد که بر اساس شکل ۲ کم‌ترین مقدار مربوط به رقم سومای‌تری و بیش‌ترین میزان مربوط به رقم فلات است که با نتایج به دست آمده از سپهوند و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد (۲۵). ارقام سومای‌تری و ونگ شوبای و فرونتانا



شکل ۲- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی براساس شاخص‌های ارزیابی مقاومت با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد. Fig. 2. Categorization of evaluated genotypes based on resistance evaluation indices using Duncan test at a probability level of 1%.

صفتی که حداقل دارای حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ندارند. Characters that have at least one common language have no significant difference at the level of 1% probability.

تنش در برابر شاخص ISK جمع‌بندی مناسبی در ارتباط با واکنش ارقام در برابر بیماری ارائه می‌دهد زیرا میزان کاهش عملکرد هر یک از ارقام در برابر شاخص ISK که بر اساس فرمول آن میانگین وزنی از سه شاخص مهم بیماری است ارزیابی می‌گردد و براساس آن بهترین ارقام سومای تری، ونگ‌شوبای، فرونتانا، قابوس و رقم آفتاب و حساس‌ترین ارقام و لاین‌ها فلات، N-91-8، N-91-17، تجن، احسان و ردیا بودند.

عملکرد دانه: بادزدگی فوزاریومی سنبله به عنوان یک تنش زنده باعث کاهش عملکرد و خسارت اقتصادی برای تولید گندم می‌باشد.

دانه‌ها بر اثر بیماری فوزاریوم سنبله، سبک و چروکیده و به رنگ سفید می‌شوند و در فرایند بوجاری همراه کاه و کلش گندم دور ریخته می‌شوند. وجود قارچ فوزاریوم در دانه گندم باعث ایجاد اثرات مضر بر کیفیت دانه از طریق کاهش محتوی پروتئین و نشاسته ذخیره شده و تخریب دیواره سلولی گردد. همچنین یکی از مهم‌ترین موارد خطرناک در این بیماری تولید توکسین توسط عامل بیماری است که در دانه‌ها انباشته می‌شوند و تهدید جدی برای ایمنی مواد غذایی است (۲۸). در این آزمایش تجزیه مرکب برای دو شاخص عملکرد دانه و وزن هزاردانه در دو محیط دارای تنش و فاقد تنش، اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد نشان داد (جدول ۳). معنی‌دار بودن اثر ژنوتیپ در محیط به این دلیل است که روند تغییرات عملکرد در دو محیط مشابه نبوده است. بادزدگی فوزاریومی سنبله وزن دانه را به دو صورت کاهش می‌دهد. در دانه‌هایی که آلوده شده‌اند، گلچه‌ها به رنگ صورتی، سفید گچی و یا خاکستری کم‌رنگ بوده، دانه‌ها چروکیده و با آندوسپرم کم یا بدون آندوسپرم هستند. در این دانه‌ها وزن حجمی به‌طور معنی‌داری کم

در بررسی درصد وقوع بیماری و درصد دانه آلوده رقم‌های لاین ۱۷، مروارید، فرونتانا و پاستور با درصد وقوع بیماری مشابه، دارای درصد دانه آلوده متفاوتی هستند به طوری که رقم لاین ۱۷ از نظر درصد دانه آلوده بعد از رقم سومای تری در رتبه دوم قرار گرفت و بیش‌ترین مقدار آلودگی دانه مربوط به رقم فلات بوده است. از میان ارقامی که درصد وقوع بیماری صد در صد دارد، کم‌ترین درصد دانه آلوده در ارقام مروارید، فرونتانا و پاستور بود که در این میان رقم مروارید به‌عنوان یک رقم نیمه مقاوم که به نقل از سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان نسبت به کم آبی نیز مقاومت خوبی دارد، می‌توان به عنوان یک رقم قابل توصیه معرفی شود این رقم در صورت داشتن عملکرد بالا و مقاومت مطلوب در برابر سایر بیماری‌ها می‌تواند کاندید مناسبی برای جایگزینی ارقام قدیمی در این اقلیم باشند (۱۴). در بررسی میزان متوسط شدت بیماری (به عنوان شاخص مقاومت تیپ دو) و درصد دانه‌های آلوده (شاخص مقاومت تیپ سه) ارقام تایگر، گنبد و فلات دارای بیش‌ترین شدت بیماری بودند که از نظر درصد دانه آلوده با هم تفاوت دارند و رقم گنبد با شدت بیماری زیاد بعد از رقم فلات دارای درصد دانه آلوده ۶۷/۵۵ درصد می‌باشد. ارقام N-91-8 با شدت بیماری ۰/۶ درصد و درصد دانه آلوده ۶۹/۶۸ نسبت به بیماری فوزاریوم حساس بوده و از این نظر به‌عنوان رقمی مناسب برای کشت در مناطق مرطوب نخواهد بود. و رقم احسان با شدت بیماری متوسط ۰/۲۹ درصد دارای درصد دانه آلوده قابل توجه به‌میزان ۸۷/۷۹ درصد بود. ارقام سومای تری، آفتاب و ونگ شو بای میزان شدت بیماری و درصد دانه آلوده کمی را دارند و از نظر این دو شاخص بیماری جایگاه مناسبی دارند. بررسی درصد شاخص حساسیت به

بای و کم‌ترین مربوط به رقم فلات بود (۲۷). ارقام قابوس و آفتاب مناسب کشت در مناطق با اپیدمی بلایت فوزاریومی سنبله معرفی می‌شود. این ارقام به دلیل مقاومت به بیماری‌های رایج گندم قابلیت کشت در بیش‌تر مناطق دیم استان را دارند به علاوه رقم آفتاب دارای وزن هزاردانه مناسب، زودرسی، عملکرد بالا و پایداری عملکرد در شرایط مختلف آب و هوایی است و با وجود این صفات مهم زراعی و مقاومت به بیماری، مناسب کشت در دیم‌زارهای استان می‌باشد (۱۹ و ۲۰). رقم احسان دانه درشت و عملکرد مناسبی در محیط بدون بیماری داشت و شاید بتوان این رقم را مناسب برای کشت در مناطقی که میزان رطوبت در آن کم‌تر است در نظر گرفت.

است. در ژنوتیپ‌های بسیار حساس، باعث کاهش آشکار در وزن دانه‌ها خواهد شد (۱۰). در هر حال کاهش وزن دانه‌ها به این دلیل است که به علت بسته شدن بافت آوندی میزان مواد غذایی دریافتی دانه‌ها کاهش می‌یابد (۴). در مقایسه ژنوتیپ‌های مختلف مورد ارزیابی از نظر وزن هزاردانه کم‌ترین خسارت مربوط به رقم سومای تری بوده که در محیط سالم دارای وزن هزاردانه ۳۹/۴۳ گرم بر مترمربع و در محیط آلوده دارای وزن هزاردانه ۳۷/۶۲ گرم بر مترمربع بود. بالاترین خسارت مربوط به رقم فلات برآورد شد که با نتایج به دست آمد از سلیمیان ریزی و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد و در مقایسه ارقام از نظر عملکرد دانه بالاترین عملکرد مربوط به رقم ونگ شو

جدول ۳- شاخص‌های عملکرد ارزیابی آلودگی بلایت فوزاریومی سنبله.

Table 3. Performance indicators of fusarium spike pollen pollution.

عملکرد دانه Grain performance	وزن هزاردانه 1000 seed weight	درجه آزادی Degrees of freedom	منابع تغییرات source of variation
6155.2542**	7391.28**	1	محیط Environment
4.09204 ^{ns}	3.240017 ^{ns}	4	بلوک × محیط environment × Block
3178.324530**	104.263475**	20	ژنوتیپ Genotype
3205.157949**	66.627416**	20	ژنوتیپ × محیط Environment Genotype
1.23669	5.03498	80	اشتباه آزمایش Test error
4.241111	2.321423		ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)

** و ^{ns} معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و غیرمعنی‌دار.

** and ^{ns} were significant at the 5% probability levels and non-significant.

محصول، سازش گونه‌ها یا ترکیبی از فرآیندها در گیاه القا و ایجاد (۲۹). در این آزمایش ارقام متحمل‌تر کاهش عملکرد کم‌تری نشان دادند. از نتایج این

نتیجه‌گیری

عامل بیماری می‌تواند تغییر فیزیولوژیک را به صورت‌های گوناگون مانند کاهش رشد، کاهش

ارزیابی آلودگی زیادی نشان ندادند و میزان کاهش عملکرد نیز در این ارقام قابل توجه نیست.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از دکتر مختارپور ریاست محترم بخش نهال و بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، دکتر محمدرضا نیک‌خواه که در تهیه ارقام مورد آزمایش مساعدت نمودند، و از مهندس مهدی کلاته‌عربی به خاطر راهنمایی‌های ارزنده‌شان سپاسگزاری می‌نمایند...

پژوهش می‌توان به واکنش ارقام مقاوم یا حساسی که بعد از ارزیابی‌های گسترده لاین‌ها در مناطق مستعد بیماری فوزاریوم سنبله بررسی می‌گردد پی برد. براساس نتایج، ارقام قابوس و آفتاب در مناطق با همه‌گیری بادزدگی فوزاریومی سنبله معرفی می‌شوند. بررسی ارقام و شاخص‌های مورد ارزیابی در این مطالعه نشان داد که میزان حساسیت به فوزاریوم سنبله تحت تأثیر ژن‌های مقاومتی می‌باشد و محیط رویش و میزان رطوبت به عنوان عامل گسترش بیماری در مرتبه بعدی قرار می‌گیرد، زیرا ارقام استاندارد مانند رقم سومای‌تری و ونگ شوبای در هیچ‌یک از شاخص‌های

منابع

1. Abedini-Esfahlani, M., Saeedi, A., Karimzadeh, Gh. and Alizadeh, A. 2000. Study of different assessment methods of resistance to *Fusarium graminearum* spread in wheat spikes. J. Seed Plant. 16: 4. 481-494. (In Persian)
2. Aghajani, M.A. 2015. A Survey on the predictability pattern of Fusarium blight disease. Elec. J. Res. Achieve. Improve. Crop Prod. 2:1. 69-86. (In Persian)
3. Aghajani, M.A., Frotan, A. and Kazemi, H. 2015. Executive instruction. Management Fusarium head blight disease. Iran. Res. Institute Plant Protect. 14p. (In Persian)
4. Bai, G. and Shaner, G. 1994. Scab of wheat: prospects for control. J. Plant Dis. 78: 8. 760-766.
5. Bai, G. and Shaner, G. 2004. Management and resistance in wheat and barley to Fusarium head blight. Annu. Rev. Phytopathol. 42: 135-161.
6. Baghati, F., Rahnama, K., Aghajani, M.A. and Dehghan, M.A. 2012. Biological control of Fusarium head blight (*Fusarium graminearum*) by application of three native *Trichoderma* species in field. J. Plant Prod. 19: 2. 123-139. (In Persian)
7. Dehghan, M.A. and Ebrahimnejad, S. 2017. Evaluation of resistance and damage of Fusarium head blight in wheat Promising and advanced genotypes in hot and humid conditions in north of Iran. Crop Breed. 8: 20. 151-142. (In Persian)
8. Gilbert, J. and Woods, S. 2006. Strategies and considerations for multi-location FHB screening nurseries. In The global *Fusarium* initiative for international collaboration: a strategic planning workshop. CIMMYT, El Batàn, Mexico, Pp: 93-102.
9. Golzar, H. 1993. Distribution of Fusarium head blight in Gorgan and Gonbad areas and response of commercial wheat cultivars to disease. 33 Proceedings of the 11th Iranian Plant Protection Congress, Gillan Univ, Rasht. 33p. (In Persian)
10. Jones, R.K. and Mirocha, C.J. 1999. Quality parameters in small grains from Minnesota affected by Fusarium head blight. J. Plant Dis. 83: 6. 506-511.
11. Kolb, F.L. and Boze, L.K. 2003. An alternative to the FHB index: incidence, severity, kernel rating (ISK) index. In: S.M. Cantry, J. Lewis, and R.W. Ward, editors, Proceedings of the National Fusarium Head Blight Forum, Bloomington, MN. 13-15 Dec. 2003. Michigan State University, East Lansing, MN. 259p.
12. Khezri-Nejad, N. and Rezaee-Danesh, Y. 2016. Identification of Fusarium species associated with wheat, barley and corn in Azarbaijan province, Iran. Agro. Eco. J. 12: 4. 49-62. (In Persian)

13. Ireta, J. and Gilchrist, S. 1994. Fusarium Head Scab of Wheat (*Fusarium graminearum* Schwabe). Wheat Special Report No. 21b. Mexico, D.F, CIMMYT.
14. Malihipoor, A., Dehghan, M.A. and Shahbazi, K. 2017. Analysis of resistance to Fusarium spikelet blight disease in promising wheat genotypes of 1392, Wet and warm climate of North of Iran. Iran. J. Crop Sci. 49: 2. 25-40.
15. Malihipoor, A., Dehghan, M., Shahbazi, K. and Barati, A. 2018. Reaction of Iranian wheat landraces to Fusarium head blight (FHB) under field and greenhouse conditions. J. Plant Prod. Res. 64: 53-66. (In Persian)
16. Mesterhazy, A. 1995. Types and components of resistance to Fusarium head blight of wheat. J. Plant Breed. 114: 5. 377-386.
17. Miedaner, T. 1997. Breeding wheat and rye for resistance to Fusarium diseases. J. Plant Breed. 116: 3. 201-220.
18. Miyanabi, S., Mirabolfathi, M. and Gayatzamahir, M. 2014. Molecular studies of *Fusarium graminearum* species group isolated of Wheat in Ardabil Province Iran. J. Agric. Biotech. 5: 1. 89-97. (In Persian)
19. Mohammadi, M., Hasanpur, M., Ghojigh, H., Hoseinpour, T., Karimizadeh, R.A., Roustae, M., Armiyon, M., Alatjafarbai, J. and Mehraban, A. 2015. Aftab Wheat suitable for cultivation under tropical dry farming conditions. Agricultural Education Publication, Iran, Gorgan, 10p. (In Persian)
20. Norinia, A., Soghi, H.A., Mobsheri, T., Jafarian, J., Ghojigh, H., Sadegh Nejad, H.R., Kazemi Talachi, M. and Mohammadi, R. 2017. Technical instruction on wheat planting stage in Golestan province. Golestan Agricultural Jihad Gorgan Publication, Iran, Gorgan, 15p. (In Persian)
21. Parry, D.W. 1990. The incidence of *Fusarium spp.* in stem bases of selected crops of winter wheat in the Midlands, UK. J. Plant Pathol. 39: 4. 619-622.
22. Parry, D.W., Jenkinson, P. and McLeod, L. 1995. Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals-a review. J. Plant Pathol. 44: 2. 207-238.
23. Sabbagh, S., Kermanizadeh, B., Gholamalizadeh-Ahangar, A. and Sirousmehr, A. 2016. Effects of fertilizer treatments on components, performance components and induce resistance to wheat scab disease. Iran. J. Field Crop Sci. 47: 1. 77-85. (In Persian)
24. Safaee, N. and Alizadeh, A. 2006. Evaluation of temporal disease progress models of wheat Fusarium head blight and developing a forecasting model for Golestan province. J. Plant Dis. 42: 597-617. (In Persian)
25. Sepahvand, N., Heydari, F. and Tutiyaei, A. 2009. Field and Molecular evaluation of resistance of Iranian bread wheats to Fusarium head blight. J. Agric. Biotech. 1: 1. 63-80. (In Persian)
26. Singh, R.P. and Van Ginkel, M. 1997. Breeding strategies for introgressing diverse scab resistances into adapted wheats. Fusarium Head Scab: Global Status and Future Prospects. H.J Dubin, L. Gilchrist, J. Reeves and A. McNab Eds., Mexico, DF: CIMMYT. Pp: 86-92.
27. Saleimianrizi, S., Navavbpoor, S., Kalate Arabi, M. and Soltanloo, H. 2012. Evaluation of resistance and response of grain yield and yield components of spring wheat genotypes to Fusarium head blight. Elec. J. Crop Prod. 2: 4. 149-166. (In Persian)
28. Shi, J.R., Qiu, J.B., Dong, F., Xu, J.H., Ji, F., Liu, X. and Yu, M.Z. 2016. Risk of Fusarium toxins of wheat in China. J. Trit. Crop. 36: 129-135.
29. Tavakoli Hasanlou, N. 2014. Effect of potassium and nitrogen on changes of some wheat metabolites in the Fusarium blight disease of wheat spike. M.Sc. Thesis, Mohagheghe Ardebili University, Ardebil, Iran. (In Persian)
30. Verges, V.L. 2004. Breeding for Fusarium head blight resistance in soft red winter wheat. M.Sc. Thesis, University of Kentucky, 188p.

31. Villegas-Fernandez, A.M., Sillero, J.C. and Rubiales, D. 2011. Screening faba bean for chocolate spot resistance: evaluation methods and effects of age of host tissue and temperature. *Euro. J. Plant Pathol.* 132: 443-453.
32. Wegener, M. 1992. Optimierung Von Saatgutpillirungen mit mikrobiellen antagonisten zur biologischen Bekämpfung von *Fusarium culmorum* (W.G.SM.) Sacc. In Weizen, Diplomarbeit, Universtot Gottingen, Germany.
33. Wiese, M.V. 1987. Compendium of wheat disease. 2nd ed., St Paul, MN, USA, APS Press, Phytopathological Society, America, 112p.