مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد دوم، شماره چهارم، زمستان ۸۸
۱۶۶-۱۴۹
www.ejcp.info

ارزیابی مقاومت و واکنش عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گندم بهاره به بلایت فوزاریومی سنبله

***سیاوش سلیمیان‌ریزی[۱]، سعید نواب‌پور[۲]، مهدی کلاته‌عربی[۳] و حسن سلطانلو[۲]**

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]استادیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۳]عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان

چکیده

بلایت فوزاریومی سنبله از بیماری‌های مهم گندم در سراسر جهان است که علاوه‌بر کاهش عملکرد باعث افت کیفیت دانه‌ها و آلودگی آنها به مایکوتوکسین‌ها می‌شود. اصلاح برای ایجاد ارقام مقاوم از مؤثرترین روش‌های مبارزه با این بیماری محسوب می‌شود. در این مطالعه ۳۰ ژنوتیپ گندم بهاره شامل ۲۸ ژنوتیپ گندم نان و دو رقم گندم دوروم در قالب یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. به‌منظور مطالعه عملکرد دانه و اجزای آن، یک بخش سالم به‌عنوان شاهد در مقابل بخش آلوده مورد ارزیابی قرار گرفت. درصد وقوع بیماری، شدت بیماری، درصد دانه‌های آلوده و شاخص حساسیت به تنش برای کاهش عملکرد (SSI) به‌ترتیب به‌عنوان شاخص‌های تیپ اول تا چهارم بیماری مورد ارزیابی قرار گرفتند. دیاگرام دوبعدی شاخص‌های درصد وقوع بیماری، شدت بیماری و درصد دانه‌های آلوده دوبه‌دو در مقابل یکدیگر رسم شد و واکنش ژنوتیپ‌های از نظر مقاومت‌های تیپ اول تا سوم با یکدیگر مقایسه شد. تجزیه مرکب برای اجزای عملکرد مشخص کرد که وزن هزاردانه کاهش معنی‌داری در بخش آلوده نسبت به بخش سالم نشان داد و کاهش عملکرد دانه در این آزمایش به‌علت کاهش وزن هزاردانه بود. دیاگرام دوبعدی ISK به‌عنوان میانگین وزنی شاخص‌های درصد وقوع بیماری، شدت بیماری و درصد دانه‌های آلوده در برابر شاخص SSI رسم شد و واکنش کاهش عملکرد نسبت به واکنش مقاومت آنها در مزرعه مورد بررسی قرار گرفت. فلات داری بیشترین کاهش عملکرد در بین ژنوتیپ‌ها و فرونتانا و سومای‌تری دارای کمترین کاهش عملکرد در بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی بودند.

واژه‌های کلیدی: گندم، بلایت فوزاریومی سنبله، تیپ‌های مقاومت، عمکلرد دانه، اجزای عملکرد

*- مسئول مکاتبه: siavash.salimian@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

بلایت فوزاریومی سنبله (FHB)[1] از بیماری‌های مهم گندم در سرتاسر جهان است. حدود ۱۷ گونه از قارچ فوزاریوم عامل این بیماری شناخته شده‌است که در این بین *F. graminearum* و *F. culmorum* به‌عنوان عوامل اصلی این بیماری شناخته شده‌اند (توث و همکاران، ۲۰۰۸). این بیماری از سال‌ها پیش به‌طور پراکنده در ایران وجود داشته و یکی از بیماری‌های مهم گندم در استان‌های مازندران، گلستان، زنجان، فارس و اردبیل (دشت مغان) به حساب می‌آید (برنوسی و همکاران، ۲۰۰۲). بلایت فوزاریومی سنبله گندم در کشورهای مختلف جهان نظیر روسیه، سوئد، فرانسه، ایتالیا، آلمان، استرالیا، برزیل، نروژ، ژاپن و کانادا گزارش شده است. در بیشتر گزارش‌ها *F. graminearum* به‌عنوان عامل اصلی بیماری معرفی شده است (پری و همکاران، ۱۹۹۵). خسارت‌های این بیماری به محصول گندم دارای ابعاد گوناگونی است. افت عملکرد دانه از طریق کاهش تعداد و وزن دانه‌ها حاصل می‌شود. این کاهش از ۳۰ تا ۷۰ درصد گزارش شده است (پری و همکاران، ۱۹۹۵). بلایت فوزاریومی سنبله با تخریب ذخایر نشاسته، پروتئین و آسیب به دیواره سلولی دانه‌ها موجب کاهش کیفیت نانوایی محصول می‌شود (سیرانیدو و همکاران، ۲۰۰۲). این بیماری با آسیب رساندن به جنین، موجب کاهش قوه نامیه و بنیه و ایجاد بلایت گیاهچه در کشت بعدی محصول می‌شود؛ همچنین آلودگی دانه‌ها به زهرابه‌های قارچی[2] نیوالنول، زرالنول و داکسی نیوالنول به‌عنوان خطری جدی برای سلامت انسان و دام محسوب می‌شود (شیما و همکاران، ۱۹۹۷).

به‌منظور مبارزه با بلایت فوزاریومی روش‌های گوناگونی شامل روش‌های کنترل زراعی، کنترل شیمیایی و در نهایت اصلاح واریته‌های مقاوم ارایه شده است. روش‌های کنترل زراعی مشتمل بر استفاده از تناوب مناسب، روش‌های صحیح آبیاری، استفاده بهینه از کود و عملیات صحیح تهیه زمین است (پری و همکاران، ۱۹۹۵) در این میان، اصلاح برای ایجاد ارقام مقاوم، مؤثرترین روش در کنترل این بیماری است. استفاده از این روش علاوه‌بر اینکه موافق با حفظ محیط زیست است، هم‌زمان با کاهش خسارت ناشی از کاهش عملکرد، خسارات ناشی از کاهش کیفیت و تجمع زهرابه‌های قارچی در دانه را پوشش می‌دهد (میدنر و همکاران، ۲۰۰۸).

1 -Fusarium Head Blight
2 -Mycotoxins

Archive of SID

www.SID.ir

مسترهازی (۱۹۹۵) ۵ مکانیسم مختلف را به‌عنوان مکانیسم‌های مقاومت فعال در مقابل بلایت فوزاریومی سنبله معرفی کرد. این مکانیسم‌ها شامل تیپ یک مقاومت یا مقاومت در برابر آلودگی اولیه، تیپ دو مقاومت یا مقاومت در برابر گسترش آلودگی درون سنبله، تیپ سوم یا مقاومت در برابر آلوده شدن دانه‌ها در سنبلچه‌های آلوده، تیپ چهارم مقاومت یا مقاومت در برابر کاهش عملکرد و تیپ پنجم مقاومت یا مقاومت در برابر تجمع توکسین‌ها در دانه‌های آلوده است.

عملکرد و حفظ آن از مهمترین اهداف در عملیات زراعی است. هر گونه تنشی که باعث کاهش عملکرد در گیاه شود به‌طور مستقیم باعث ایجاد خسارت اقتصادی برای کشاورز می‌شود. بلایت فوزاریومی سنبله به‌عنوان یک عامل تنش زنده عملکرد را کاهش می‌دهد. مطالعه در مورد ارتباط میان کاهش عملکرد و حساسیت به بلایت فوزاریومی سنبله می‌تواند علاوه‌بر شناسایی ارقام مقاوم به‌عنوان منابع ژنتیکی مقاومت در برنامه‌های اصلاحی، به درک بهتر اجزای عملکرد تحت‌تأثیر این بیماری کمک کند.

مواد و روش‌ها

۳۰ ژنوتیپ گندم بهاره با طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی عراقی‌محله گرگان در دو شرایط محیطی شامل محیط تنش بیماری (آلودگی مصنوعی با مایه تلقیح قارچ *F. graminearum*) و بدون تنش (کنترل بیماری با استفاده از قارچ‌کش تیلت) مورد ارزیابی قرار گرفتند. کشت هر ژنوتیپ بر روی ردیف‌های دو متری با عرض ٦٠ سانتی‌متر در دو خط و فاصله بوته ۳۰ سانتی‌متر به‌صورت دستی انجام شد. بدین منظور تعداد ۳۰ ژنوتیپ گندم بهاره شامل ۲۸ ژنوتیپ گندم نان (*Triticum aestivum*) و دو واریته گندم دوروم (*Triticum durum*) استورک و یاوارس مورد ارزیابی قرار گرفت.

تهیه سوسپانسیون اسپور قارچ: به‌منظور تهیه سوسپانسیون اسپور قارچ یک جدایه از *F. graminearum* (اهدایی از دکتر هاشمی) از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد. به‌منظور اثبات بیماری‌زایی، اقدام به آلودگی توسط میکروپیپت در سنبلچه میانی ۱۰ سنبله در مرحله ظهور بساک‌ها شد. پس از اثبات بیماری‌زایی، جدایه مذکور روی محیط کشت سیب‌زمینی دکستروز آگار (PDA) کشت شد. برای تهیه سوسپانسیون قارچ مقدار ۲/۵ گرم پودر کاه گندم و ۲/۵ گرم پودر کاه جو را در ارلن‌های ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته و ۱۲۵ میلی‌لیتر آب به آن افزوده شد. ارلن‌ها دو بار با فاصله ٢٤ ساعت به مدت ۳۰ دقیقه درون اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و فشار یک

Archive of SID

www.SID.ir

اتمسفر استریل شد. قطعات یک سانتی‌مترمربعی محیط PDA مذکور برش و هر قطعه، درون ارلن‌های فوق اضافه شد. ارلن‌ها در انکوباتور شیکردار در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۱۲۰ دور در دقیقه قرار داده شد. پس از ۹٦ ساعت پوشش ارلن‌ها در زیر هود باز و با استفاده از یک پارچه ململ استریل مایع درون ارلن صاف شد. غلظت ماکروکنیدی‌ها[1] با استفاده از لام هموسیتومتر محاسبه و با افزودن آب به ۱×۱۰^{۵} ماکروکنیدی در میلی‌لیتر رسانده شد.

آلوده کردن ژنوتیپ‌ها: آلودگی با استفاده از اسپورپاشی بر روی سنبله‌ها در اوایل مرحله گل‌دهی زمانی‌که بساک‌ها از وسط سنبله شروع به بیرون آمدن کردند، یعنی در مرحله ٦۰ زادوکس (زادوکس و همکاران، ۱۹۷٤)، انجام شد. عمل اسپورپاشی به تعداد ٤ بار با فاصله زمانی دو روز روی کل ژنوتیپ‌ها انجام شد.

محاسبه شاخص‌های بیماری: پیش از ظاهر شدن علائم آلودگی، به تصادف تعداد ۳۰ سنبله گندم از هر کرت انتخاب شده و اتیکت روی آنها نصب شد. پس از ظهور علایم آلودگی در ژنوتیپ‌ها، تعداد سنبلچه‌های آلوده در سنبله‌های اتیکت دار شمارش شد.

برای محاسبه درصد وقوع بیماری[2] به‌عنوان شاخص مقاومت تیپ یک، از رابطه زیر استفاده شد (گیلبرت و وودز، ۲۰۰٦).

$$\text{درصد وقوع بیماری} = \frac{\text{تعداد سنبله‌های حاوی سنبلچه‌های آلوده}}{۳۰} \times ۱۰۰$$

برای محاسبه شدت بیماری به‌عنوان شاخص مقاومت تیپ دوم، سنبله‌های مورد ارزیابی براساس درصد سنبلچه‌های آلوده در هر سنبله به‌صورت زیر درجه‌بندی شد:

۰ = تمامی سنبلچه‌های موجود در یک سنبله فاقد هر گونه علائم بیماری است، ۱ = تا ۲۰ درصد سنبلچه‌های هر سنبله آلوده‌اند، ۲ = تا ٤۰ درصد سنبلچه‌های هر سنبله آلوده‌اند، ۳ = تا ٦۰ درصد سنبلچه‌های هر سنبله آلوده‌اند، ٤ = تا ۸۰ درصد سنبلچه‌های هر سنبله آلوده‌اند، ۵ = بیش از ۸۰ درصد از سنبلچه‌های هر سنبله آلوده‌اند.

و سپس با استفاده از رابطه زیر، شدت بیماری[3] محاسبه شد (کلاته‌عربی، ۲۰۰۲).

1- Macroconidy
2- Disease Incidence
3- Disease Severity

Archive of SID

www.SID.ir

$$\text{شدت بیماری} = \frac{(۵\times\text{تعداد سنبله‌های با درجه ۵})+\ldots+(۲\times\text{تعداد سنبله‌های با درجه ۲})+(۱\times\text{تعداد سنبله‌های با درجه ۱})}{۵\times\text{تعداد سنبله‌های آلوده}}\times ۱۰۰$$

در زمان رسیدگی کامل بوته‌ها، برداشت دستی به‌صورت کف‌بر انجام شد. به تصادف تعداد ۱۵ سنبله از سنبله‌های دارای اتیکت انتخاب شد و برای جلوگیری از ریزش دانه‌ها سر سنبله‌ها درون پاکت‌های کاغذی قرار داده شد. دانه‌های سنبله‌های انتخاب شده با استفاده از دست از سنبله‌ها جدا شد و تعداد کل دانه‌ها و تعداد دانه‌های آلوده شمارش شد. درصد دانه‌های آلوده[1] (FDK) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$\text{درصد دانه‌های آلوده} = \frac{\text{تعداد دانه‌های آلوده}}{\text{تعداد کل دانه‌ها}}\times ۱۰۰$$

برای محاسبه شاخص آی اس کی[2] به‌عنوان میانگین وزنی سه شاخص شدت، درصد وقوع و درصد دانه‌های آلوده از رابطه زیر استفاده شد (کولب و بوز، ۲۰۰۳).

$$ISK= (۰/۳\times severity)+(۰/۳\times incidence)+(۰/٤\times FDK)$$

عملکرد دانه: پس از رسیدن محصول، هر ژنوتیپ در دو محیط تنش بیماری و شاهد به‌طور جداگانه با دست برداشت و توسط کمباین آزمایشات کوبیده و بذور آن جدا و سپس توزین گردید. در این روش باد کمباین طوری تنظیم شد که حتی‌المقدور مانع از حذف بذور سبک و پوسیده گردد. دانه‌های هر کرت توزین و با استفاده از رابطه زیر، شاخص SSI[3] به‌عنوان شاخصی برای کاهش عملکرد محاسبه شد (فیشر و مورر، ۱۹۷۸).

$$SSI = [۱-(Y_s)/(Y_p)]/SI$$

Y_p: عملکرد ژنوتیپ مورد نظر در شرایط بدون تنش بیماری، Y_s: عملکرد ژنوتیپ مورد نظر در شرایط دارای تنش، SI: شدت تنش.

$$SI = ۱-(\bar{Ys}/\bar{Yp})$$

مقادیر وزن هزاردانه، تعداد سنبله‌های هر کرت، تعداد دانه در سنبله محاسبه و با استفاده از تجزیه مرکب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

1- Fusarium Damaged Kernels
2- Incidence Severity Kerneks
3- Stress Susceptibility Index

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبات مربوط به ضرایب همبستگی با استفاده از رویه corr و تجزیه واریانس با استفاده از رویه GLM در نرم‌افزار SAS (۲۰۰٤) انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد برای شاخص‌های درصد وقوع، شدت بیماری و درصد دانه‌های آلوده بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت (جدول ۱).

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

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		درصد وقوع بیماری	شدت بیماری	درصد دانه‌های آلوده
رقم	۲۹	۲۹۲۷/٤۷**	٥۱۰/۷٥**	۱۰۲/۲۲**
بلوک	۲	۱۰۷/۸۷**	۱۱۹/۹٦**	۱/٥۱^{ns}
اشتباه	٥۸	۱٤/۲۷	۱۳/۷٦	۰/٥۹
ضریب تغییرات (cv)		۱۰/۰۷	۱۲/۹٥	۱٤/۱۳

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، ^{ns}غیرمعنی‌دار.

با توجه به تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص‌های بیماری، ژنوتیپ‌ها براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد گروه‌بندی شدند (جدول ۲).

تمامی شاخص‌های مرتبط با بیماری در این آزمایش همبستگی معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان دادند (جدول ۳). که با نتایج گیلبرت و وودز (۲۰۰٦) همخوانی دارد. همبستگی میان شاخص کاهش عملکرد (SSI) به‌عنوان شاخصی برای مقاومت به تیپ چهارم یا مقاومت در برابر کاهش عملکرد نشان داد که همبستگی مثبت و بسیارمعنی‌داری میان شاخص‌های مقاومت به بلایت فوزاریومی و کاهش عملکرد وجود دارد (جدول ۳).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی براساس شاخص‌های ارزیابی مقاومت با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال معنی‌داری یک درصد.

درصد دانه‌های آلوده	شدت بیماری	درصد وقوع	ژنوتیپ	درصد دانه‌های آلوده	شدت بیماری	درصد وقوع	ژنوتیپ
۰/۲۵^{k}	۲۰^{gh}	۹/۳۳^{klm}	نینگ ۸۳۴۳	۱۰/۸۷^{cd}	۳۲/۰۶^{cde}	۴۳/۲۲^{g}	آرتا
۳/۷۷^{hi}	۲۵/۰۸^{efgh}	۳۳/۳۳^{h}	نینگمای ۸۰۲۶	۷/۱۲^{g}	۲۱/۷۸^{fgh}	۴۱/۷۸^{g}	آتیلا/میلان
۱/۶۲^{jk}	۲۰/۸۳^{gh}	۱۲/۲۲^{kl}	شا۳/کتبرد	۱۶/۴۳^{b}	۲۹/۳۳^{defg}	۹۲/۲۲^{a}	اترک
۳/۵۹^{hi}	۲۷/۳۳^{defg}	۲۸/۸۹^{hi}	شا۴/چیل	۲/۷۷^{ij}	۲۷/۳۴^{def}	۴۵/۵۶^{fg}	اترک/وانگشوبای
۰/۱۷^{k}	۲۰^{gh}	۴/۴۴^{lm}	شانگهای۸	۰/۶۳^{k}	۲۰^{gh}	۶/۶۷^{klm}	کتبرد
۰/۶۲^{k}	۳۰/۶۷^{cdef}	۴/۴۴^{lm}	شانگهای۳	۷/۸۸^{fg}	۴۴/۸۶^{b}	۶۶/۱۱^{cd}	چمران
۵/۲۶^{h}	۳۹^{bc}	۵۲/۲۲^{ef}	شیرودی	۹/۶۲^{def}	۳۴/۶۵^{cd}	۵۸/۸۹^{de}	دسکنسیدو
۸/۶۲^{efg}	۶۱/۱۳^{a}	۹۱/۱۱^{a}	استورک	۰/۲۸^{k}	۲۰^{gh}	۳/۳۳^{lm}	ای۲-۹۲یو
۰/۷۶^{k}	۳/۳۳^{i}	۱/۱۱^{m}	سومای۳	۲۱/۹۴^{a}	۴۶/۷۶^{b}	۹۰^{a}	فلات
۱۲/۵۱^{c}	۲۹/۴۱^{defg}	۷۳/۳۳^{bc}	استار/sw893064	۰/۷۲^{k}	۲۰^{i}	۴/۴۴^{lm}	فرونتانا ام ایکس
۳/۷۹^{hi}	۲۶/۵۹^{defg}	۵۰^{fg}	تجن	۰/۴۴^{k}	۳/۳۳^{gh}	۱/۱۱^{m}	فرونتانا
۰/۵۲^{k}	۲۰^{gh}	۷/۷۸^{klm}	وانگشوبای	۲/۷۲^{ij}	۲۳/۷۶^{efgh}	۴۶/۶۷^{fg}	کوهدشت
۱۶/۹۵^{b}	۶۰/۰۱^{a}	۷۸/۵۵^{b}	یاوارس	۰/۴۷^{k}	۳۲/۵۶^{cde}	۱۴/۶۷^{jk}	میلان/امسل/کتبرد
۴/۱^{hi}	۳۶^{cd}	۲۲/۲۲^{ij}	زاگرس	۰/۱۸	۱۶/۶۷^{h}	۲/۲۲^{m}	میلان/شانگهای
۸/۵۱^{fg}	۳۵/۳۵^{cd}	۸۰^{b}	زمارا۸	۱۰/۳۳^{de}	۳۱/۳۱^{cde}	۶۰/۲۲^{de}	مغان۳

صفاتی که حداقل دارای حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ندارند.

جدول ۳- مقادیر ضرایب همبستگی میان شاخص‌های بیماری.

	درصد وقوع بیماری	شدت بیماری	شاخص بیماری	درصد دانه‌های آلوده	شاخص ISK
شدت بیماری	۰/۷۵**				
شاخص بیماری	۰/۹۰**	۰/۸۸**			
درصد دانه‌های آلوده	۰/۸۸**	۰/۶۶**	۰/۸۲**		
شاخص ISK	۰/۹۸**	۰/۸۶**	۰/۹۴**	۰/۹۰**	
شاخص SSI	۰/۷۷**	۰/۶۱**	۰/۶۸**	۰/۶۸**	۰/۷۶**

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه تیپ‌های مقاومتی در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی: برای مقایسه درصد وقوع بیماری (شاخص تیپ یک مقاومت) در برابر شدت بیماری (شاخص تیپ دو مقاومت)، دیاگرام دوبعدی این دو صفت در برابر یکدیگر رسم شد (شکل ۱). بیشترین درصد وقوع بیماری مربوط به سه ژنوتیپ استورک (دوروم)، اترک و فلات بود که با وجود تشابه درصد وقوع بیماری، استورک دارای بیشترین شدت بیماری و اترک دارای کمترین شدت بیماری در میان این سه رقم بود. یاوارس (دوروم) با وجود درصد وقوع بیماری کمتر نسبت به سه ژنوتیپ ذکر شده، شدت بیماری مشابه با استورک داشت. با توجه به تتراپلوئید[1] بودن گندم‌های دوروم، انتقال ژن مقاومت از گندم نان به این گندم تاکنون با موفقیت همراه نبوده است و بیشتر ارقام گندم دوروم نسبت به بلایت فوزاریومی سنبله، حساس هستند (استک و همکاران، ۲۰۰۲).

کمترین درصد وقوع و شدت بیماری در ژنوتیپ‌های سومای‌تری و فرونتانا مشاهده شد (شکل ۱). با وجود مقاومت بالای دو واریته سومای‌تری و فرونتانا، منشا مقاومت در این دو رقم متفاوت بوده و توسط ژن‌های متفاوتی کنترل می‌شود (گینکل و همکاران، ۱۹۹٦). با توجه به این موضوع می‌توان با استفاده از این ارقام در برنامه‌های اصلاحی و وارد کردن ژن‌های مقاومت از هر دو رقم در نتاج، اقدام به تولید واریته‌هایی با مقاومت بالاتر کرد (چپل، ۲۰۰۱). با مقایسه درصد وقوع بیماری به‌عنوان شاخص تیپ اول مقاومت و درصد دانه‌های آلوده به‌عنوان شاخص تیپ سوم (مسترهازی، ۱۹۹۵) مقاومت، ژنوتیپ‌های اترک، فلات و استورک با وجود دارا بودن بیشترین درصد وقوع بیماری دارای درصد دانه‌های آلوده متفاوتی بودند. در این میان فلات دارای بیشترین درصد دانه‌های آلوده در بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی بود. اترک با وجود درصد وقوع بیماری مشابه با فلات، از نظر درصد دانه‌های آلوده مشابه با یاوارس بود. در میان این سه ژنوتیپ کمترین درصد دانه‌های آلوده در رقم استورک مشاهده شد (شکل ۲). با توجه به اینکه درصد دانه‌های آلوده به‌طور مستقیم با وزن دانه‌ها و همچنین آلودگی آنها به مایکوتوکسین‌ها ارتباط دارد، استفاده از ژنوتیپ‌های با مقاومت تیپ سوم بیشتر، می‌تواند برای کشاورزان و مصرف‌کنندگان مفید باشد. مقایسه شدت بیماری به‌عنوان شاخص تیپ دوم مقاومت و درصد دانه‌های آلوده نشان داد با وجود شدت بیماری مشابه در یاوارس و استورک، درصد دانه‌های آلوده در استورک پایین‌تر بود که نشان‌دهنده مقاومت تیپ سوم بالاتر در

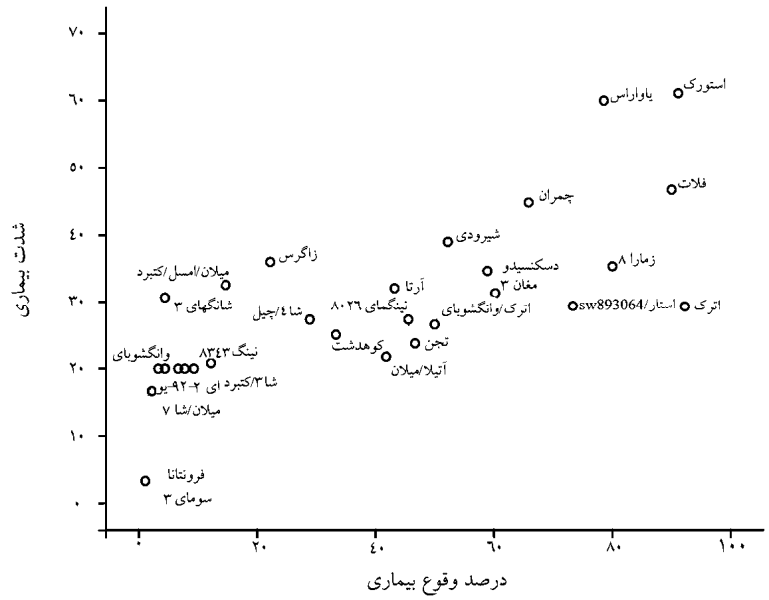
1- Tetraploid

Archive of SID

www.SID.ir

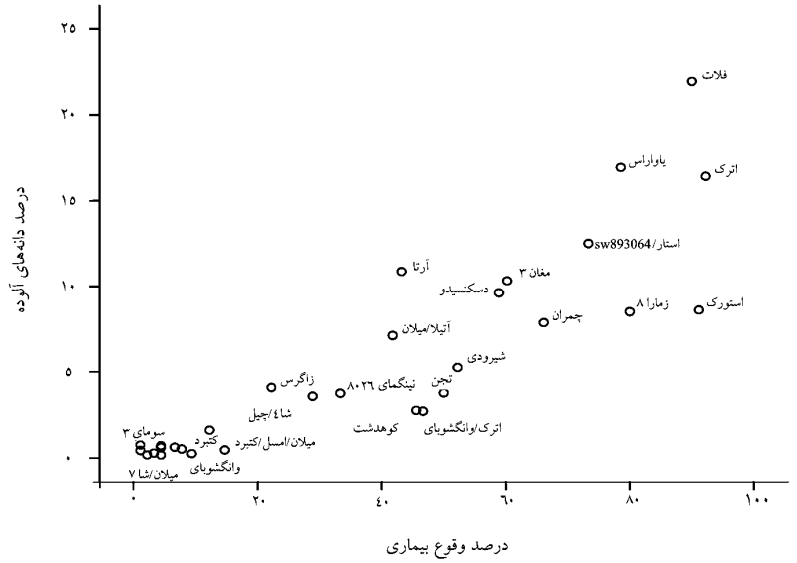
استورک نسبت به یاوارس بود. کمترین درصد دانه‌های آلوده در دو رقم سومای‌تری و فرونتانا مشاهده شد (شکل ۳).

حساسیت نسبی رقم تجن (جدول ۲) از نظر درصد وقوع بیماری در این پژوهش با نتایج بختیاری و همکاران (۲۰۰۹) در منطقه قراخیل مطابقت دارد.

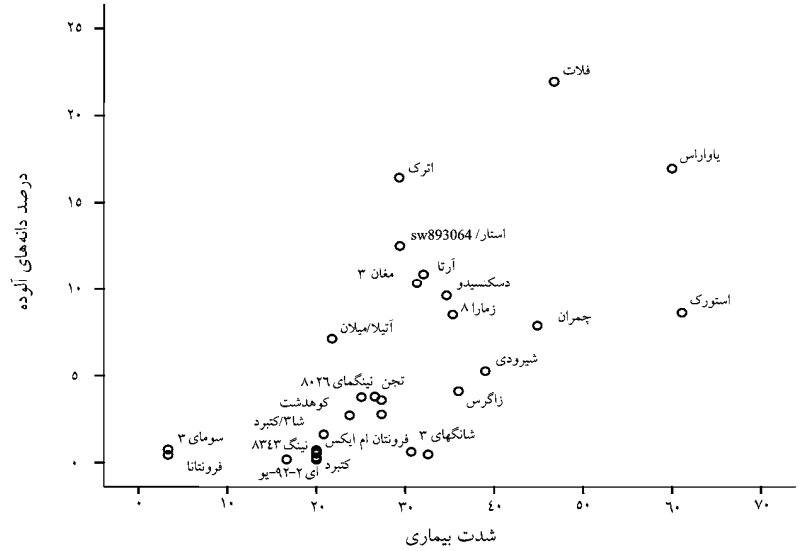


شکل ۱- دیاگرام دوبعدی درصد وقوع بیماری (شاخص تیپ اول مقاومت) در برابر شدت بیماری (شاخص تیپ دوم مقاومت) در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی.

www.SID.ir



شکل ۲- دیاگرام دوبعدی درصد وقوع بیماری (شاخص تیپ اول مقاومت) در برابر درصد دانه‌های آلوده (شاخص تیپ چهارم مقاومت) در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی.



شکل ۳- دیاگرام دوبعدی شدت بیماری (شاخص تیپ دوم مقاومت) در برابر درصد دانه‌های آلوده (شاخص تیپ چهارم مقاومت).

www.SID.ir

عملکرد دانه و اجزای آن: میزان عملکرد و ثبات آن از مهمترین اهداف زراعی است. هر گونه تنشی که باعث کاهش عملکرد در گیاه شود به‌طور مستقیم باعث ایجاد خسارت اقتصادی می‌شود. بلایت فوزاریومی سنبله به‌عنوان یک عامل تنش زنده، عملکرد را کاهش می‌دهد. دانه‌های روی گلچه‌های آلوده به فوزاریوم معمولاً همراه با کاه و پوشال طی عملیات برداشت دور ریخته می‌شوند. در ژنوتیپ‌های بسیار حساس حدود ۳۰ تا ۷۰ درصد دانه‌ها به این صورت دور ریخته می‌شوند (بای و شینر، ۱۹۹٤؛ میدانر، ۱۹۹۷). در این آزمایش، تجزیه واریانس به‌صورت تجزیه مرکب برای اجزای عملکرد با در نظر گرفتن دو محیط (محیط دارای تنش و محیط بدون تنش یا ست سالم) انجام شد.

تجزیه مرکب داده‌ها برای تعداد دانه در سنبله نشان داد، تفاوت معنی‌داری بین دو محیط وجود ندارد، همچنین اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار نشد (جدول ٤).

عدم تفاوت معنی‌دار بین تعداد دانه‌های دو محیط با نتایج کلاته‌عربی (۲۰۰۲) متفاوت بود. معنی‌دار نشدن تفاوت تعداد دانه در سنبله برای دو محیط در این آزمایش را می‌توان به‌دلیل این موضوع دانست که شرایط مناسب محیطی برای گسترش بیماری در تحت شرایط این آزمایش پس از تشکیل دانه‌ها ایجاد شده و بنابراین بیماری تأثیری در کاهش تعداد دانه‌ها نداشته است.

جدول ٤-تجزیه مرکب شاخص‌های مربوط به عملکرد.

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه	تعداد سنبله	عملکرد دانه
محیط	۱	۳۱/۹۷^{ns}	۳۲۷/٤۲**	۱٥۹٦/۰۲۷^{ns}	۹٤۷۲۲۳۱/۸۷**
بلوک در محیط	٤	۹/٤۲^{ns}	۳/۷٤^{ns}	٦٤۱٥/٥۰^{ns}	٦٤٤٥۷/۹٥^{ns}
ژنوتیپ	۲۹	۱۱۳/۱**	۱۳۸/۸**	۲۷۱۹۲/۸٤**	۲۰۱۷٦۲۷/٥۱**
ژنوتیپ × محیط	۲۹	۱۲/۸۰^{ns}	۲۱/۱۷^{ns}	۳۰۲۷/۳۰^{ns}	۳۸۰٤۱۷/٥۳^{ns}
اشتباه آزمایشی	۱۱٦	۱۳/۷٥	۱٥/۰۷	٤۳۰۰/٤٥۸	٤٥۱٦۸۰/٦
ضریب تغییرات		۸/٤٤	۸/۹۸	۱۳/۲٦	۱۳/٥۳

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، ^{ns}غیرمعنی‌دار.

تجزیه مرکب برای وزن هزاردانه نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی برای وزن هزاردانه در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین وزن هزاردانه در بخش آلوده کاهش معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نسبت به شاهد نشان داد (جدول ٤). بلایت فوزاریومی سنبله پس از تشکیل دانه‌ها با تأثیر بر روند پر شدن دانه‌ها با انسداد آوندهای گیاه و همچنین با آلوده کردن

Archive of SID

www.SID.ir

دانه‌های گندم به‌طور مستقیم به قارچ، باعث کاهش وزن هزاردانه در ژنوتیپ‌های حساس به بیماری شد. این موضوع نشان می‌دهد که حتی در صورت تأثیر اندک بلایت فوزاریومی سنبله بر کاهش عملکرد از طریق عدم تشکیل بذر، در صورت مساعد شدن شرایط محیطی برای گسترش عامل بیماری پس از تشکیل دانه‌ها، قارچ عامل بیماری می‌تواند باعث کاهش وزن هزاردانه و در نهایت کاهش عملکرد در واحد سطح شود.

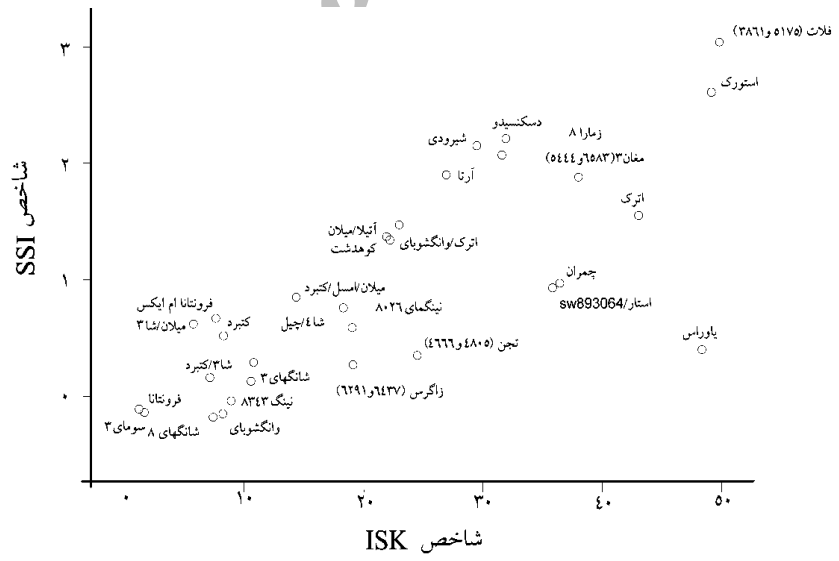
بلایت فوزاریومی سنبله وزن دانه را به دو صورت کاهش می‌دهد. در دانه‌هایی که آلوده شده‌اند، گلچه‌ها به رنگ صورتی، سفید گچی و یا خاکستری کم‌رنگ بوده، دانه‌ها چروکیده و با آندوسپرم کم یا بدون آندوسپرم هستند. در این دانه‌ها وزن حجمی به‌طور معنی‌داری کم است. در ژنوتیپ‌های بسیار حساس، تا ۸۰ درصد گلچه‌ها می‌توانند چنین علایمی را نشان دهند که باعث کاهشی آشکار در وزن دانه‌ها خواهد شد (جونز و میروکا، ۱۹۹۹). دومین اثر بلایت فوزاریومی سنبله بر کاهش وزن دانه‌ها بدون آلودگی مستقیم اتفاق می‌افتد. هنگامی‌که محور سنبله به‌وسیله میسلیوم‌های قارچ آلوده می‌شود، پیری گلچه‌ها در بالا و پایین نقطه‌ی آلودگی بر پر شدن دانه‌ها اثر می‌گذارد. در هر حال کاهش وزن دانه‌ها به این دلیل است که به‌علت بسته شدن بافت آوندی میزان مواد غذایی دریافتی دانه‌ها کاهش می‌یابد (بای و شینر، ۱۹۹٤).

در این آزمایش تجزیه مرکب برای تعداد سنبله‌های هر کرت در دو محیط دارای تنش و فاقد تنش بیماری نشان داد که بین ارقام از نظر تعداد سنبله‌های هر کرت تفاوت وجود دارد، ولی تفاوت معنی‌داری بین دو محیط و همچنین اثر متقابل ارقام در دو محیط از نظر این صفت مشاهده نشد (جدول ٤). علت این موضوع مرحله تأثیر این بیماری از ظهور بساک‌ها تا مرحله خمیری نرم است. با توجه به اینکه مرحله تأثیر این بیماری پس از تشکیل سنبله‌ها است بنابراین می‌توان گفت که با وجود تأثیر بیماری بر عملکرد (گولینسکی و همکاران، ۲۰۰۲) بلایت فوزاریومی سنبله بر تعداد سنبله در واحد سطح به‌عنوان جزیی از اجزای عملکرد تأثیری نمی‌گذارد. با توجه به نتایج تجزیه مرکب، بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری دارد. تفاوت معنی‌داری برای عملکرد دانه بین دو محیط تنش و فاقد تنش بیماری وجود داشت که با توجه به معنی‌داری وزن هزاردانه بین دو محیط این موضوع توجیه‌پذیر است (جدول ٤). معنی دار نبودن اثر متقابل رقم در محیط برای عملکرد نشان می‌دهد روند تغییرات عملکرد ارقام مختلف در دو محیط مشابه بوده است. به‌عبارت دیگر این روند تغییرات مستقل از محیط‌های آزمایشی بوده است. بر این اساس انتخاب ارقام با عملکرد برتر با دقت بیشتر و بدون اثر پوشانندگی محیط امکان‌پذیر است.

Archive of SID

www.SID.ir

دامنه تغییرات میزان عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار در محیط سالم از ٤٠٨٣ کیلوگرم در هکتار برای نینگ ٨٣٤٣ تا ٦٥٨٣ کیلوگرم برای مغان ٣ متغیر بود. دامنه تغییرات عملکرد در محیط آلوده از ٣٨٦١ کیلوگرم برای رقم فلات تا ٦٢٩١ کیلوگرم برای زاگرس متغیر بود. واکنش مقاومت ژنوتیپ‌ها در برابر کاهش عملکرد، با استفاده از دیاگرام دو بعدی شاخص ISK به‌عنوان شاخصی از حساسیت به بلایت فوزاریومی سنبله در مزرعه و شاخص حساسیت به تنش عملکرد (SSI) به‌عنوان شاخص تیپ چهارم مقاومت مورد مطالعه قرار گرفت (شکل ٤). در این آزمایش بیشترین میزان کاهش عملکرد مربوط به رقم فلات بود. در میان ژنوتیپ‌های حساس مورد ارزیابی، رقم یاوارس دارای کمترین میزان کاهش عملکرد بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده توسط وهاب‌زاده و همکاران (٢٠٠٨) رقم مغان ٣ دارای عملکرد بیشتری نسبت به تجن است که در نتایج به دست آمده در این آزمایش هم با وجود شاخص SSI بیشتر رقم مغان ٣ در مقایسه با تجن، میزان کلی عملکرد باز هم در مغان ٣ بیشتر از تجن بود (شکل ٤) که با نتایج به‌دست آمده توسط وهاب‌زاده و همکاران (٢٠٠٨) مطابقت می‌کند. کیفیت نانوایی مغان ٣ مناسب و از نظر ترکیب آللی زیرواحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا (HMW) این لاین دارای آلل‌های نول، ٩+٧ ١٠+٥ است (وهاب‌زاده و همکاران، ٢٠٠٨).



شکل ٤- دیاگرام دوبعدی شاخص ISK در برابر شاخص SSI عدد سمت راست در ژنوتیپ‌های مشخص شده میزان عملکرد (kg/ha) در محیط سالم و عدد سمت چپ نشان‌دهنده میزان عملکرد در محیط آلوده است.

www.SID.ir

با توجه به پایداری عملکرد مناسب زاگرس در دو محیط و عملکرد بالای این رقم در محیط آلوده این رقم به‌عنوان رقمی مناسب برای کشت در مناطق با اپیدمی بلایت فوزاریومی سنبله تشخیص داده شد. با توجه به مقاومت نسبی بالاتر مشاهده شده زاگرس به بلایت فوزاریومی سنبله نسبت به مغان ۳ و شاخص حساسیت به تنش برای عملکرد کمتر (شکل ٤)، زاگرس در این آزمایش رقم مناسب‌تری از لحاظ پایداری عملکرد و مقاومت به بلایت فوزایومی سنبله تشخیص داده شد. در بین تمام ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی رقم فلات با وجود عملکرد مناسب در محیط سالم، با کاهش عملکرد قابل توجه در محیط آلوده، در بین ارقام تحت بررسی کمترین میزان عملکرد را در محیط آلوده با ۳۸٦۱ کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص داد (شکل ٤). با توجه به نتایج به‌دست آمده، از ژنوتیپ‌های مقاوم ارزیابی شده در این پژوهش می‌توان به‌عنوان منابع مقاومتی در کارهای اصلاحی استفاده کرد. پیشنهاد می‌شود با استفاده از نشانگرهای ملکولی به بررسی ژن‌های عامل مقاومت در ژنوتیپ‌های یاد شده پرداخته شود و در صورت امکان با وارد کردن این ژن‌ها به‌طور همزمان در یک ژنوتیپ اقدام به تولید واریته‌هایی با مقاومت بالا شود. ارزیابی عملکرد ژنوتیپ‌ها در چند سال می‌تواند برای مشخص کردن مقاومت تیپ چهارم به بلایت فوزاریومی سنبله مناسب باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود آزمایش‌های مربوط به عملکرد در طی چند سال انجام شود تا با محاسبه‌ی عوامل محیطی دخیل در عملکرد، به بررسی دقیق‌تر کاهش عملکرد در برابر بلایت فوزاریومی سنبله پرداخته شود.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از پرسنل ایستگاه عراقی‌محله به ویژه آقای مهندس آبرودی که در مراحل اجرایی این طرح همکاری نموده‌اند صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایند. از جناب آقای دکتر هاشمی عضو هیأت علمی مرکز تهیه اصلاح نهال و بذر کرج نیز به‌خاطر در اختیار گذاشتن جدایه *F. graminerum* تقدیر و تشکر می‌نماییم.

منابع

Bai, G.H., and Shaner, G. 1994. Scab of wheat: prospects for control. Plant Dise. 78: 760-765.

Bakhtiari, F., Afshari, F., Seraj Azari, M., Ebrahimnejad, S., Soghi, H., Bozorgipoor, R., and Shahabi, S. 2009. Responses of some doubled haploid lines of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) to yellow rust and fusarium head blight and evaluation of some agronomic traits. Seed and Plant, 25: 171-183.

Archive of SID

www.SID.ir

Bernusi, I., Ghanadha, M.R., Omidi, M., Samadi, B.Y., and Hosseinzadeh, A. 2002. Inheritance of resistance to fusarium within a spike of wheat. Pajouhesh & Sazandegi, 63: 57-62.

Chappell, M.R., Chair, C.G., Stromberg, E., Buss, G., and Alley, M. 2001. Assessment and reaction of *Triticum aestivum* genotypes to *Fusarium graminearum* and effects on traits related to grain yield and seed quality. M.Sc. thesis, The Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, 88p.

Fischer, R.A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29: 5. 897-912.

Gilbert, J., and Woods, S.M. 2006. Strategies and considerations for multi-location FHB screening nurseries. The global Fusarium initiative for international collaboration, Pp: 93-102.

Ginkel, M.V., Schaar, W.V., Zhuping, D.Y., and Rajaram, S. 1996. Inheritance of resistance to scab in two wheat cultivars from Brazil and China, 80: 863-867.

Golinski, P., Kaczmarek, Z., Kiecana, I., Wisniewska, H., Kaptur, P., Kostecki, M., and Chelkowski, J. 2002. Fusarium Head Blight of Common Polish Winter Wheat Cultivars Comparison of Effects of *Fusarium avenaceum* and *Fusarium graminearum* on Yield Components. J. Phytopathol. 150p.

Jones, R.K., and Mirocha, C.J. 1999. Quality parameters in small grains from Minnesota affected by Fusarium head blight. Plant Dise. 83: 506-511.

Kalate-Arabi, M. 2002. Evaluation of resistance to fuarium head blight and yield components in spring wheat cultivars. M.Sc. Thesis-Ardebil azad univarsity.

Mesterhazy, A. 1995. Types and components of resistance to Fusarium head blight of wheat. Plant Breed, 114p.

Miedaner, T. 1997. Breeding wheat and rye for resistance to Fusarium diseases. Plant Breed, 116p.

Miedaner, T., Wilde, F., Korzun, V., and Ebmeyer, E. 2008. Phenotypic selection for high resistance to Fusarium head blight after introgression of quantitative trait loci (QTL) from exotic spring wheat and verification by simple sequence repeat markers a posteriori. Plant Breed. 127: 217-221.

Parry, D.W., Jenkinson, P., and Mcleod, I. 1995. Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals a review. Plant Pathol. 44: 207-238.

Shima, J., Shigehiro, T., Yoko, T., Yuzuru, I., Haruhiro, F., Yamazaki, M., and Kozo, O. 1997. Novel detoxification of the trichothecene mycotoxin deoxynivalenol by a soil bacterium isolated by enrichment culture. Environ. Microbiol. 63: 3825-3830.

Siranidou, E., Kang, Z., and Buchenauer, H. 2002. Studies on symptom development, phenolic compounds and morphological defense responses in wheat cultivars differing in resistance to Fusarium head blight. Phytopathol. 150: 200-208.

Archive of SID

www.SID.ir

Stack, R.W., Elias, E.M., Fetch, J., Mitchell, Miller, J.D., and Joppa, L.R. 2002. Fusarium Head Blight Reaction of Langdon *Durum-Triticum dicoccoides* Chromosome Substitution Lines. Crop Sci. 42: 637-642.

Toth, B., Kaszonyi, G., Bartok, T., Varga, J., and Mesterhazy, A. 2008. Common resistance of wheat to members of the Fusarium graminearum species complex and F. culmorum. Plant Breed. 127: 1-8.

Vahabzadeh, M., Aminzadeh, Gh., Ghasemi, M., Kalateh, M.A., Jafarian, J., Khavarinejad, S.A., Parikhan, M., Fallah, H., Tarinejad, A., Abroodi, A., Saeidi, A., Yahyayee, Gh., Nooorinia, A., Nazari, K., Afshari, F., Torabi, M., Seraj Azari, M., Dehghan, M., Ahmadian, M., Romayee, M., Dadrezayee, T., and Pirayeshfar, B. 2008. Moghan 3, a new bread wheat cultivar for warm humid climate of Khazar, Iran. Seed and Plant. 24: 767-771.

Zadoks, J.C., Chang, T.T., and Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stage of cereals Weed Res. 14: 415-421.

Archive of SID

www.SID.ir

EJCP., Vol. 2 (4): 149-166
www.ejcp.info

Evaluation of resistance and response of grain yield and yield components of spring wheat genotypes to Fusarium Head Blight

[*]S. Salimian Rizi[1], S. Navabpour[2], M. Kalateh Arabi[3] and H. Soltanloo[2]
[1]M.Sc. Student, Dept. of Plant Breeding and Biotechnology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR), Iran, [2]Asistant Prof., Dept. of Plant Breeding and Biotechnology, (GUASNR), Iran, [3]Faculty of Member, Golestan Center of Agricultural Researches

Abstract

Fusarium head blight (FHB) is an important disease in wheat worldwide that reduces grain yield, quality as well as contaminates grains to the mycotoxins. Thirty spring wheat genotypes including 28 bread wheat and two durum wheat genotypes were evaluated for FHB under a randomized complete block design with three replications. Grain yield and its components were evaluated by using two environmental conditions including disease-free environment (created by Tilt fungicide) as a control and disease-infested environment by hand sporing. The disease incidence (DIC), disease severity (DSV), Fusarium damaged kernels (FDK) and stress susceptibility index (SSI) were evaluated as four types of resistance indices. Combined analysis showed the significant reduction of grain yield via grain weight that was affected by FHB. The bi-plot diagram for ISK (Incidence-Severity-Kernels) and SSI (Stress Susceptibility Index) showed that the Falat cultivar was the most susceptible and Sumi3 and Frontan were two most resistant cultivars to yield reduction.

Keywords: Wheat; Fusarium head blight; Resistance types; Grain yield; Yield components

*- Corresponding Author; Email: siavash.salimian@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir