



"مقاله پژوهشی"

ارزیابی مقاومت تعدادی از ژنوتیپ‌های گندم نان نسبت به بیماری‌های لکه برگ سیپتوریایی و بادزدگی فوزاریومی سنبله

معصومه خیرگو^۱، ناصر پنجه‌که^۲ و فاختک طلایی^۳

۱- دانشجوی دکتری بیماری‌شناسی گیاهی، دانشگاه زابل، (نویسنده مسئول: mkheirgoo@gmail.com)

۲- دانشیار، دانشگاه زابل

۳- استادیار، دانشگاه گنبد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۳۰

صفحه: ۱۵۱ تا ۱۵۹

چکیده

از ارقام مقاوم به عنوان روشی موثر در مدیریت بیماری‌های لکه برگ سیپتوریایی و بادزدگی فوزاریومی سنبله گندم استفاده می‌شود. این پژوهش به منظور شناسایی منابع جدید مقاومت به این بیماری‌ها در بین تعداد زیادی از ارقام ایرانی و ژنوتیپ‌های جدید گندم انجام گرفت. ژنوتیپ‌ها در قالب طرح آگمنت در استان گلستان و در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ کشت شدند. آلودگی مصنوعی ژنوتیپ‌ها با پخش کردن برگ‌های آلوده و تلقیح سوسپانسیون اسپور انجام شد و از واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به عوامل بیماری‌زا یادداشت‌برداری صورت گرفت. تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌ها را در ۷ گروه قرار داد، به‌طوری‌که گروه‌های ۳ و ۴ به ترتیب مقاوم و حساس بودند. ژنوتیپ‌های شماره ۳ (هیرمند)، ۶، ۱۰، ۱۲، ۱۳ (گلستان)، ۳۸ (آفتاب)، ۴۰ (قابوس)، ۴۴ (پیشناز)، ۵۱، ۵۲ (شوش)، ۵۹ (پاستور)، ۶۴، ۶۸، ۷۳ (سپاهان)، ۸۷، ۹۲، ۹۵، ۹۷، ۹۹، ۱۱۰، ۱۱۶، ۱۲۷ (لاین ۷) و رقم شاهد احسان در گروه ۳ (مقاوم) قرار گرفتند. این گروه کمترین سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری را داشت و به هر دو بیماری مقاومت بالایی نشان داد. از ژنوتیپ‌های مقاوم شناسایی شده در این پژوهش می‌توان در برنامه‌های اصلاحی به منظور هرمی کردن ژن‌های مقاومت به بیماری لکه برگ سیپتوریایی و بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله و یا تلاقی‌های برگشتی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: بادزدگی فوزاریومی سنبله، تنوع ژنتیکی، گندم، لکه برگ سیپتوریایی، مقاومت

مقدمه

بیماری سیپتوریای برگ از مهم‌ترین بیماری‌های گندم در سراسر جهان است. این بیماری سالیانه خسارات فراوانی را به محصول گندم وارد می‌سازد (۱۹). عامل این بیماری می‌باشد (۳۶) که یک پاتوژن همی‌بیوتروف است و در تمام طول فصل رویش به‌صورت جنسی و غیرجنسی تولید مثل می‌کند (۲۴). این بیماری با کاهش سطح فتوسنتز و جذب کربوهیدرات‌ها در مرحله پرشدن دانه باعث کاهش کیفیت دانه‌ها می‌شود (۳۱). کنترل این بیماری از طریق استفاده از قارچ‌کش، به‌کاربردن ارقام مقاوم و همچنین استفاده از روش‌های زراعی (تناوب زراعی و از بین بردن بقایای گیاهان آلوده) است (۲). با توجه به عدم کارایی روش‌های زراعی در کنترل موثر بیماری، مقاومت جدایه‌های قارچ به سموم سیستمیک، هزینه‌ها و آلودگی ناشی از مصرف سموم شیمیایی، استفاده از ارقام مقاوم اقتصادی‌ترین، بهترین و از نظر زیست محیطی، سالم‌ترین روش مقابله با این بیماری است (۱۳). مطالعات متعددی روی مقاومت ارقام و لاین‌های گندم نسبت به بیماری سیپتوریای برگ در ایران غالباً با استفاده از مخلوط جدایه‌های قارچ عامل بیماری و یا در شرایط آلودگی طبیعی انجام گرفته است و نتایج نشان داده است که تفاوت معنی‌داری از نظر الگوی پرازایی در بین جدایه‌ها وجود دارد (۴۱). کیا و همکاران (۲۵) واکنش ۳۳ ژنوتیپ گندم نان در برابر پنج جدایه در مرحله‌ی گیاهچه‌ای بررسی کردند. ۱۱ ژنوتیپ در برابر یک یا چند جدایه مقاومت نشان دادند. سه ژنوتیپ نوگال، آرتا و N-92-9 مقاومت بالایی

به تمام جدایه‌ها داشتند. هفت ژنوتیپ در برابر یک یا چند جدایه نیمه‌مقاوم بودند و سایر ژنوتیپ‌ها در برابر جدایه‌های مورد بررسی حساسیت نشان دادند. شناسایی مداوم منابع جدید مقاومت به سیپتوریوز برگ و استفاده از آنها در برنامه‌های به‌نژادی به دلیل تغییرات ژنتیکی زیاد در جمعیت بیمارگر ضروری است (۱۱).

بررسی مقاومت ۲۱۹ رقم و لاین پیشرفته با استفاده از ۴ جدایه عامل بیماری سیپتوریای برگ جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان خوزستان نشان داد که هشت رقم Arina، M3، Riband، آریا، شتر دندان، کرخه، سایسون و چمران نسبت به هر چهار جدایه مقاوم می‌باشند (۳۳). همچنین بررسی مقاومت ۲۳۰ رقم تجاری و لاین امید بخش گندم نسبت به قارچ عامل بیماری لکه برگ سیپتوریایی در مرحله گیاهچه‌ای با استفاده از سه پاتوتیپ (۸۷۰۵۱، ۸۷۰۰۱ و ۸۸۰۵۵) نشان داد که به‌ترتیب ۴۹، ۲۵ و ۳۴ درصد از ارقام و لاین‌های مورد آزمایش نسبت به قارچ عامل بیماری مقاوم بودند و در مرحله گیاه کامل (در گرگان) ۳۹ درصد ژنوتیپ‌ها مقاومت نشان دادند (۱۵).

بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله گندم ناشی از قارچ *Fusarium graminearum* یکی از بیماری‌های مهم گندم در مناطق مرطوب و نیمه‌مرطوب جهان است. این بیماری هر ساله خسارت فراوانی به محصول گندم در سرتاسر جهان وارد می‌سازد (۶). مناطق ساحلی خزر به‌خاطر رطوبت بالا و آب و هوای نیمه‌استوایی برای توسعه بیماری بادزدگی فوزاریومی گندم مناسب است. به‌دلیل اپیدمی شدید این بیماری در سال‌های ۱۳۷۳-۱۳۶۸ بر روی رقم حساس فلات علاوه بر

دهانه‌ی پیکنیدها خارج می‌شدند با استفاده از یک سوزن سترون نازک برداشته‌شده و به محیط کشت سیب‌زمینی، دکستروز، آگار^۱ حاوی آنتی‌بیوتیک استرپتومایسین (۵۰ میلی‌گرم در لیتر) منتقل و داخل انکوباتور با دمای ۲۰ درجه سلسیوس به مدت ۵-۳ روز نگهداری شدند. پرگنه‌های رشد کرده به صورت مخطط روی محیط PDA کشت داده و سپس برای خالص‌سازی، تک پرگنه‌ها به محیط PDA جدید منتقل و در همان شرایط نگهداری شدند. در مجموع ۳ جدایه قارچ بیمارگر بر اساس وجود پیکنیدیوم‌های نیمه کروی با دهانه مرکزی و به رنگ قهوه ای تیره در بافت نکروتیک برگ، تشکیل کنیدیوم‌های شفاف و باریک سیلندری در پیکنیدیوم و رشد مخمر مانند در محیط کشت آگار مورد شناسایی قرار گرفتند (۳۶). از مخلوط سه جدایه برای مایه‌زنی ژنوتیپ‌ها استفاده شد.

برای تهیه‌ی زادمایه‌ی قارچ جهت مایه‌زنی ژنوتیپ‌ها، از محیط کشت مایع عصاره‌ی مخمر، عصاره‌ی مالت، ساکارز^۲ استفاده شد. قطعاتی از کلنی رشد کرده قارچ از سطح محیط کشت PDA برداشته و به داخل ارلن‌های حاوی محیط کشت منتقل شده و داخل شیکر انکوباتور با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه و دمای حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از مدت هفت روز، سوسپانسیون اسپور داخل ارلن‌ها با استفاده از پارچه ملل دو لایه صاف شد و سپس با استفاده از لام گلول‌شمار شمارش گردید و غلظت آن‌ها به مقدار 10^6 اسپور در هر میلی‌لیتر تنظیم گردید. برای کاهش کشش سطحی و افزایش سطح تماس اسپور قارچ با سطح برگ، مقدار ۰/۱ درصد توپین ۲۰ به سوسپانسیون اسپور اضافه شد.

ارزیابی مزرعه‌ای بیماری لکه برگی سپتوریایی

آلودگی مصنوعی ژنوتیپ‌ها با پخش کردن برگ‌های آلوده و تلقیح سوسپانسیون اسپور در ۳ نوبت انجام شد. برای ایجاد رطوبت نسبی اشباع مورد نیاز برای استقرار و گسترش عامل بیماری در مزرعه از سیستم آبیاری افشانه (میست) استفاده شد. یادداشت برداری از بیماری پنج نوبت و به فاصله هفت روز بر اساس پوشش پیکنیدیومی به‌روش ساری و پرسکات (۳۸) تغییر یافته توسط ایال و همکاران (۱۴) و در مقیاس ۹۹-۰۰ انجام شد. رقم اول (سمت چپ) بیان‌کننده ارتفاع نسبی بیماری و رقم دوم (سمت راست) بیان‌کننده میزان شدت بیماری (سطح نکروز برگ حاوی پیکنید) است. مقادیر سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری^۳ (AUDPC) (۴۴) و سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری (sAUDPC) و مقدار نسبی سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (rAUDPC) به صورت زیر محاسبه شدند: (۷)

$$AUDPC = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} \{ (y_{i+1} + y_i) (x_{i+1} - x_i) \}$$

$$rAUDPC = \left[\frac{AUDPC (genotype)}{AUDPC susceptible genotype} \right]$$

$$sAUDPC = \frac{AUDPC (genotype)}{T}$$

کاهش کیفیت در بعضی از مزارع تا ۷۰ درصد خسارت رخ داد (۴۸). گندم زمانی که در مرحله گل‌دهی تا خمیری نرم قرار دارد و همزمان شرایط آب و هوایی به صورت بارندگی‌های مکرر، رطوبت بالا یا شبنم زیاد باشد به قارچ فوزاریوم حساس است. بیش از ۱۸ گونه از قارچ فوزاریوم به عنوان عامل بیماری گزارش شده‌اند اما عامل اصلی بیماری در بسیاری از کشورهای جهان گونه *F. graminearum* است (۳۵). این بیماری به دلیل عقیم شدن گلچه‌ها و کاهش وزن دانه‌ها باعث کاهش معنی‌داری در عملکرد می‌شود. همچنین کیفیت محصول به دلیل تولید توکسین کاهش می‌یابد. میکوتوکسین‌های ناشی از این قارچ، سلامت انسان و دام را به مخاطره می‌اندازند (۴۵). در طی سال‌های اخیر به دلیل تغییر در مدیریت مزرعه همچون روش‌های کم‌خاکورزی و بی‌خاکورزی و قرار دادن ذرت در تناوب، وقوع بیماری افزایش یافته است (۲۹). به علاوه افزایش دما و رطوبت در مرحله گل‌دهی شرایط را برای وقوع بیماری مناسب می‌کند (۲۲). طی سه دهه اخیر همه‌گیری‌های گسترده‌ای از این بیماری در مناطق مختلف جهان از جمله در ایالات متحده آمریکا، کانادا و چین (۹) اتفاق افتاده است.

جمعیت‌های به شدت متنوع این پاتوژن‌ها می‌توانند به آسانی با فشارهای انتخاب ناشی از تغییر شرایط مانند استفاده از ارقام جدید (مقاوم) گندم سازگار شده و از این طریق منجر به بی‌اثر شدن ژن‌های مقاومت و شکسته شدن مقاومت ارقام شوند (۱). بنابراین لازم است تا همواره ژنوتیپ‌های جدید از نظر مقاومت به این بیماری‌ها بررسی شوند و ژنوتیپ‌های مقاوم شناسایی و در برنامه‌های به نژادی مورد استفاده قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

تعداد ۱۳۲ ژنوتیپ شامل ۶۲ رقم ایرانی و خارجی و ۷۰ لاین پیشرفته انتخاب شده از خزانه‌های اصلاحی مختلف در قالب طرح آگمنت در استان گلستان و در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ ارزیابی شدند. نام و شجره ژنوتیپ‌ها در پژوهش یاراحمدی و همکاران (۴۷) آمده است. ژنوتیپ‌ها در ۶ بلوک ناقص به همراه ارقام شاهد حساس کریم و شاهد مقاوم احسان کشت شدند. هر ژنوتیپ در خطی به طول ۱ متر کشت شد و فاصله بین خطوط ۵/۰ متر بود. برای شیوع بیشتر بیماری رقم حساس بولانی به عنوان منبع پخش اسپور در حاشیه‌ی مزرعه کشت شد. کاشت به صورت دستی انجام گرفت.

جداسازی قارچ بیمارگر سپتوریا و تهیه‌ی زاد مایه

برگ‌های گندم دارای نشانه‌های لکه برگی سپتوریایی از مزارع گندم آلوده استان گلستان جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس جداسازی و خالص‌سازی قارچ بیمارگر با استفاده از روش مستقیم ایال و همکاران (۱۴) انجام شد. تکه‌های برگ آلوده دارای پیکنید، پس از ضدعفونی سطحی با هیپوکلریت سدیم یک درصد و سه بار شستشو با آب مقطر سترون، روی لام شیشه‌ای چسبانده شده و درون تشتک پتری حاوی کاغذ صافی استریل مرطوب منتقل و داخل انکوباتور با دمای ۲۴ درجه سلسیوس به مدت ۱۲-۲۴ ساعت نگهداری شدند. سپس ترشحات حاوی پیکنیدیوسپورها که از

1- Potato Dextrose Agar (PDA)

2- Yeast Extract, Malt Extract, Sucrose (YMS)

3- Area Under Disease Progress Curve (AUDPC)

$$D^{sev} = (N^1 \times 1 + N^2 \times 2 + \dots + N^{10} \times 5) / N^{Tinf} \times 100$$

D^{sev} : شدت بیماری در یک ژنوتیپ

N^1 : تعداد سنبله با شدت بیماری ۱

N^{Tinf} : تعداد کل سنبله‌های آلوده

صفر = سنبلچه فاقد آلودگی (مصون)

۱ = ۲۰ درصد سنبلچه‌های هر سنبله آلوده‌اند (مقاوم)

۲ = ۲۱-۴۰ درصد سنبلچه‌های هر سنبله آلوده‌اند (نیمه‌مقاوم)

۳ = ۴۱-۶۰ درصد سنبلچه‌های هر سنبله آلوده‌اند (حساس)

۴ = ۶۱-۸۰ درصد سنبلچه‌های هر سنبله آلوده‌اند (حساس)

۵ = همه سنبلچه‌های هر سنبله آلوده‌اند (خیلی حساس) (۴۲)

شاخص بیماری

برای تعیین شاخص بیماری، ۱۰ سنبله اصلی در هر ژنوتیپ به صورت تصادفی انتخاب و پس از تعیین شدت آلودگی هر سنبله با استفاده از مقیاس ۵-۰ و با استفاده از رابطه زیر، شاخص بیماری ژنوتیپ‌ها تعیین شد (۴۰).

$$D_{inex} = (N^1 \times 1 + N^2 \times 2 + \dots + N^5 \times 5) / NT \text{ spikes} \times 5 \times 100$$

D_{inex} : شاخص بیماری ژنوتیپ

N^1 : تعداد سنبله آلوده با درجه یک

$NT \text{ spikes}$: تعداد کل سنبله‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها

گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها به روش UPGMA انجام شد. برش دندروگرام براساس مقادیر واریانس درون گروه‌ها انجام شد. مقایسه میانگین گروه‌ها با آزمون دانکن انجام شد. تجزیه‌ها با استفاده از نرم‌افزار XLSTAT انجام گرفت.

نتایج و بحث

بررسی مقادیر مساحت زیر منحنی پیشرفت شدت بیماری (AUDPC) و شاخص بیماری برای بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله در این پژوهش نشان داد که بیشترین میزان شدت بیماری در ژنوتیپ شماره ۱۱۷ (ناتاشا) و بیشترین سرعت پیشرفت بیماری در ژنوتیپ شماره ۱۹ (زاگرس) مشاهده شد (جدول ۱) و ژنوتیپ شماره ۹۲ کمترین سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری و شاخص بیماری را نشان داد. عدم ابتلای این ژنوتیپ به قارچ فوزاریوم احتمالاً به دلیل مکانیزم فرار از بیماری است زیرا این ژنوتیپ دیرتر از همه ژنوتیپ‌ها به سنبله رفت (۱۳۸ روز). دامنه تغییرات صفت روز تا سنبله‌دهی ۲۳ روز بود. تاخیر در سنبله‌دهی باعث می‌شود زمانی که ژنوتیپ به سنبله می‌رود شرایط محیطی برای توسعه بیماری مهیا نباشد و ژنوتیپ به این بیماری مبتلا نشود. همبستگی منفی معنی‌دار و بزرگ (۰/۵-) بین سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله و روز تا سنبله‌دهی مشاهده شد که نتایج پیشین را تایید می‌کند (جدول ۲). همچنین همبستگی منفی و معنی‌داری بین روز تا سنبله‌دهی و ارتفاع بوته با مقاومت به بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله گزارش گردید که نتایج پژوهش حاضر را تایید می‌کند (۳۲). بنابراین ژنوتیپ‌هایی که دیرتر به سنبله می‌روند احتمالاً به دلیل نامساعد شدن شرایط محیطی برای توسعه بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله کمتر به این بیماری مبتلا شدند. ژنوتیپ شماره ۱۱۳ (ارگ) بیشترین سطح زیرمنحنی پیشرفت بیماری لکه برگی سپتوریایی را داشت.

y_i : شدت بیماری در زمان X_i ، $X_{i+1} - X_i$ فاصله زمانی (روز) بین دو یادداشت‌برداری بیماری، n تعداد زمان‌های یادداشت‌برداری می‌باشند.

جداسازی و خالص‌سازی جدایه‌های عامل بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله

در مرحله خمیری دانه‌ها که آلودگی سنبله‌ها به فوزاریوم کاملاً نمایان است، از مناطق مختلف گندم‌کاری استان گلستان که سابقه آلودگی به فوزاریوم دارند، بازدید و سنبله‌های آلوده جمع‌آوری شده و به آزمایشگاه منتقل شد. جداسازی و خالص‌سازی قارچ عامل بیماری بر روی محیط کشت و PDA محیط کشت اختصاصی قارچ (*Fusarium* CLA)^۱ انجام شد. خالص‌سازی جدایه‌ها و شناسایی و تشخیص آن با استفاده از خصوصیات مرفولوژیکی قارچ از جمله شکل ماکروکنیدی، وجود و عدم وجود میکروکنیدی و شکل آن، وجود یا عدم وجود کلامیدوسپور، نوع فیالید با استفاده از کلید نلسون و همکاران (۳۴) و لژی و سامرل (۲۶) انجام شد.

تهیه زادمایه قارچ *Fusarium* جهت اسپورپاشی

برای تهیه زادمایه قارچ از روش وگنر (۴۶) استفاده شد. در این روش، قطعات ۵ میلی‌متر مربعی از محیط کشت PDA همراه با میسلیوم از هر جدایه قارچ به ارلن مایر، ۵۰۰ میلی‌لیتری حاوی محیط کشت مایع سترون شده متشکل از ۷ گرم کاه و کلش گندم و جو آسیاب شده و ۱۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شدند. ارلن‌ها به مدت ۷-۵ روز در شیکر انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و دور چرخش ۱۲۵ دور در دقیقه نگهداری شده و سپس بوسیله پارچه ملل سترون، صاف شده و به کمک لام شمارش اسپور (هموسایتومتر)^۲ تعداد ماکروکنیدی‌ها در هر میلی‌لیتر شمارش شد. سپس با رقیق کردن، غلظت سوسپانسیون کنیدی به 3×10^5 اسپور در هر میلی‌لیتر، برای مایه‌زنی ژنوتیپ‌ها انجام شد.

ارزیابی مزرعه‌ای بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله

مایه‌زنی مصنوعی از مخلوط چهار جدایه‌ی قارچ عامل بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان گلستان استفاده شد. به محض آن‌که هر توده گندمی به ۵۰ درصد گل‌دهی خود رسید، اقدام به اسپورپاشی سنبله‌های آن با استفاده از محلول اسپورهای قارچ عامل بیماری شد، به طوری که سنبله‌های مایه‌زنی شده کاملاً خیس شدند. مایه‌زنی دو بار به فاصله ۳ روز تکرار شد. برای کمک به توسعه بیماری آبیاری افشانه (میست) در خزانه آزمایشی برقرار شد. یادداشت‌برداری از شدت آلودگی در مزرعه با انتخاب ۱۰ سنبله از هر کرت به صورت تصادفی و ثبت شدت بیماری برای هر سنبله به صورت جداگانه و بر اساس درجه ۵-۰ تعیین گردید و نهایتاً با استفاده از فرمول‌های مربوطه، شدت بیماری و شاخص بیماری برای هر یک از ژنوتیپ‌ها محاسبه گردید.

شدت بیماری

در هر پلات ۱۰ سنبله اصلی به صورت تصادفی انتخاب و تعداد سنبلچه‌های آلوده در هر سنبله آلوده، شمارش و بر اساس فرمول و مقیاس زیر درجه‌بندی شدند.

کمترین و بیشترین سرعت پیشرفت بیماری لکه برگه سپتریایی به ترتیب در ژنوتیپ‌های شماره ۱۱۶ و ۱۱۳ مشاهده شد. دامنه تغییرات زیاد برای صفات مورد بررسی

نشان دهنده تنوع ژنتیکی بسیار بالای ژنوتیپ‌ها از نظر واکنش به بیماری‌های لکه برگه سپتریایی و بادزدگی فوزاریومی سنبله بود (جدول ۱).

جدول ۱- آماره‌های توصیفی مربوط به صفات مورد بررسی

Table 1. Descriptive statistics of the studied traits

متغیر	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
Dindex(F)	۰/۰ (۹۲)	۱۰۰ (۱۱۷)	۵۳/۲	۲۰/۷۴
AUDPC(F)	۰/۰ (۹۲)	۹۴۵ (۱۹)	۳۶۹/۴	۲۱۰/۳۰
AUDPC(S)	۵۱/۸ (۱۱۶)	۱۲۰۹/۹ (۱۱۳)	۵۸۵/۷	۲۰۹/۸۰
Days to heading	۱۱۵/۰ (۲۲)	۱۳۸ (۹۲)	۱۲۵/۷	۳/۳۹

شماره ژنوتیپ‌ها در داخل پرانتز آمده است.

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین صفات در ژنوتیپ‌های گندم بهاره

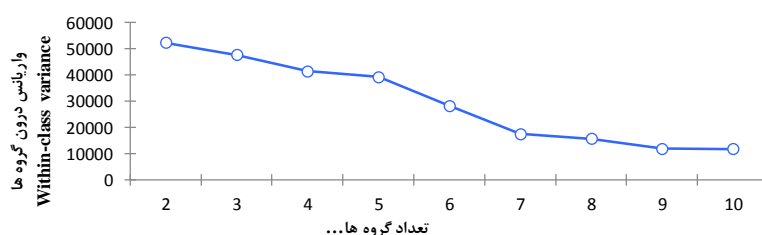
Table 2. Correlation coefficients of traits in spring wheat genotypes

Days to heading	AUDPC(S)	AUDPC(F)	Dindex(F)	
			۱/۰۰	Dindex(F)
		۱/۰۰	۰/۷۵**	AUDPC(F)
	۱/۰۰	-۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	AUDPC(S)
۱/۰۰	۰/۰۸ ^{ns}	-۰/۵۰**	-۰/۳۵**	روز تا سنبله‌دهی

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشند.

گیرند (۱۶). تجزیه خوشه‌ای در این پژوهش با هدف گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر صفات مورد بررسی انجام گردید. از میان روش‌ها و الگوریتم‌های مختلف برای تجزیه خوشه‌ای، روش UPGMA بهترین دندروگرام را از نظر گرافیکی و ضریب کوفتتیک دارا بود. برای اینکه گروه‌های حاصل از برش دندروگرام دارای حداکثر شباهت در درون گروه‌ها و حداکثر تفاوت در بین گروه‌ها باشند از مقایسه واریانس درون گروه‌ها در حالت‌های مختلف برش دندروگرام استفاده شد (شکل ۱). نمودار روند نزول واریانس درون گروه‌ها با هدف ایجاد تعداد کلاستر کمتر در حالتی که برش دندروگرام ۷ کلاستر ایجاد کند را تایید کرد (شکل ۱). در این حالت ۸۰/۲۳ درصد از واریانس کل در بین گروه‌ها و تنها ۱۹/۷۷ درصد از واریانس کل در درون گروه‌ها وجود داشت. جدول تجزیه واریانس گروه‌ها نشان داد که در بین گروه‌ها از نظر صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳).

بررسی ۲۵۸ ژنوتیپ گندم زمستانه و بهاره در هلند طی چهار سال (Saur, 1991)، بررسی ۵۶۴ ژنوتیپ در فرانسه و غربالگری آنها نسبت به بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله (۳۵)، ارزیابی ۱۲۸ رقم گندم در هند (۵) و بررسی و ارزیابی بیش از ۳۰ هزار ژنوتیپ در شرایط مزرعه و آزمایشگاه طی سال‌های ۱۹۷۷ تا ۱۹۸۳ در چین مؤید آن است که تفاوت ژنتیکی فراوانی از نظر واکنش به درصد ظهور بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله و شدت بیماری و نهایتاً خسارت به محصول بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد (۲۷،۴۲). همچنین ملیچی‌پور و همکاران (۲۸) ۳۰۵ ژنوتیپ گندم را در شرایط آلودگی مزرعه در ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی قراخیل و عراقی محله نسبت به بیماری بادزدگی فوزاریومی سنبله ارزیابی کردند و بیان کردند تنوع زیادی در بین ژنوتیپ‌ها از نظر مقاومت نسبت به این بیماری وجود دارد. هدف از تجزیه کلاستر شناسایی تعداد کمتری از گروه‌هاست بطوریکه افرادی که دارای شباهت بیشتری با یکدیگر هستند در یک گروه قرار



شکل ۱- ارتباط بین برش دندروگرام در نقاط مختلف و واریانس درون گروه‌ها
Figure 1. The relationship between dendrogram cutting in different locations and the within-class variance

جدول ۳- تجزیه واریانس گروه‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی

Table 3. analysis of variance of groups in a completely randomized design

منبع تغییرات	درجه آزادی	Dindex(F)	AUDPC(F)	AUDPC(S)
تیمار (گروه)	۶	۳۹۸۳/۵**	۸۷۱۰۰۴/۷**	۷۲۸۴۷۴/۳**
اشتباه	۱۲۵	۲۷۳/۱	۵۵۸۴/۴	۱۱۶۴۶/۴

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

۱۱۶، ۱۲۷ (لای ۷) و رقم شاهد احسان واقع در گروه ۳ به هر دو بیماری مقاومت بالایی نشان دادند (جدول ۵). از این ژنوتیپ‌ها می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی به‌منظور تولید ارقام مقاوم، هرمبندی ژن‌ها، تلاقی‌های چندگانه و مرکب و تلاقی‌های برگشتی به‌منظور ایجاد مقاومت در ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و حساس به بیماری استفاده کرد (۱۷).

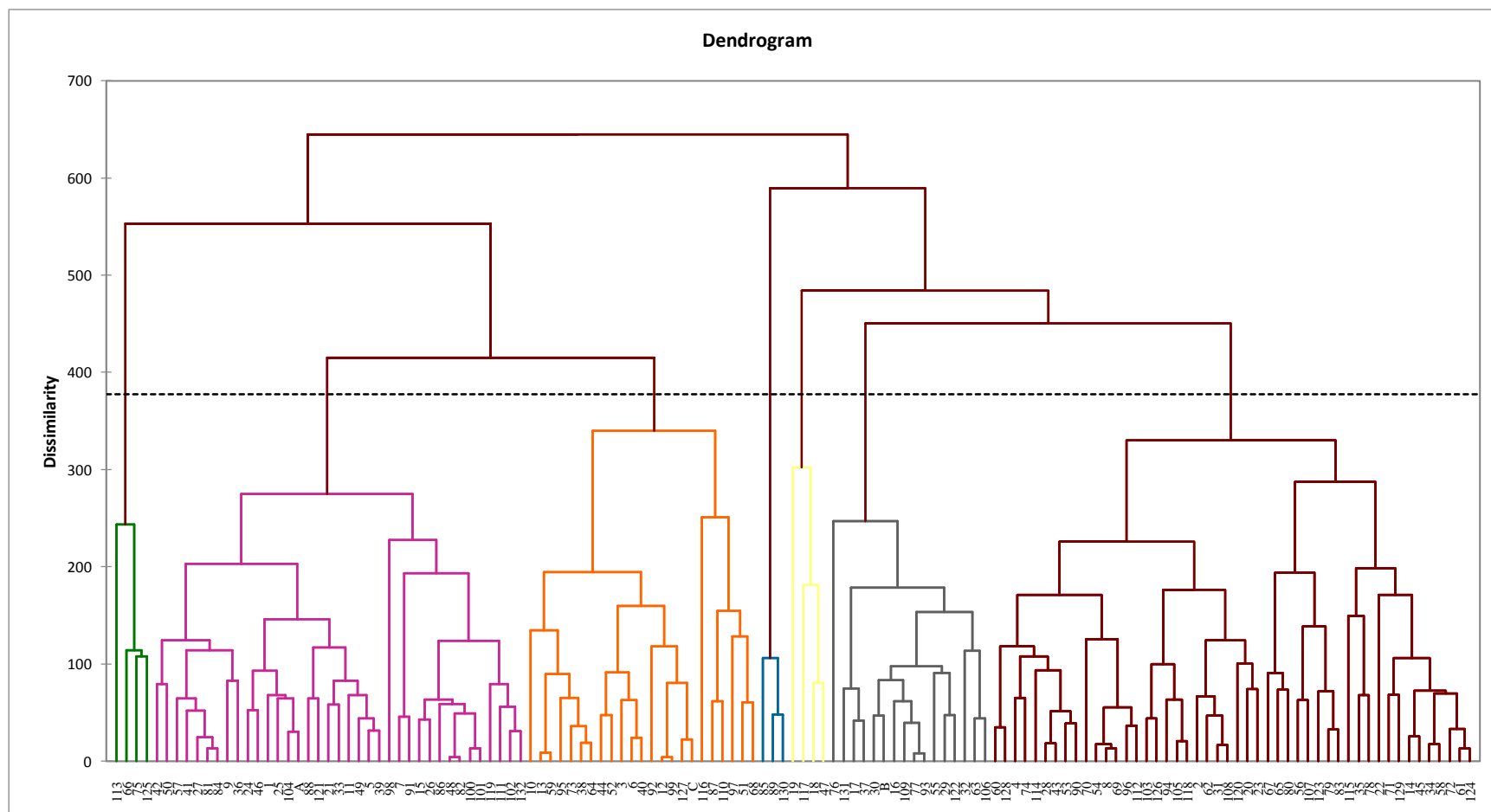
مقایسه میانگین گروه‌ها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که از نظر مقاومت به فوزاریوم گروه ۳ و از نظر مقاومت به سپتوریای گروه ۷ مقاوم‌ترین گروه‌ها بودند (جدول ۴). اما از نظر واکنش به هر دو بیماری گروه ۳ مقاوم‌ترین گروه بود (جدول ۴). ژنوتیپ‌های شماره ۳ (هیرمند)، ۶ (۱۰، ۱۲، ۱۳ (گلستان)، ۳۸ (آفتاب)، ۴۰ (قابوس)، ۴۴ (پیش‌تاز)، ۵۱، ۵۲ (شوش)، ۵۹ (پاستور)، ۶۴، ۶۸، ۷۳ (سپاهان)، ۸۷، ۹۲، ۹۵، ۹۷، ۹۹، ۱۱۰،

جدول ۴- مقایسه میانگین گروه‌ها با استفاده از آزمون دانکن

صفات	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	گروه ۴	گروه ۵	گروه ۶	گروه ۷
Dindex(F)	۴۳/۲	۶۲/۵	۳۳/۱	۶۶/۲	۸۱/۰	۴۶/۰	۶۹/۳
AUDPC(F)	C	AB	C	A	A	BC	A
AUDPC(S)	۱۸۷/۶	۵۳۱/۴	۱۳۵/۱	۵۳۷/۹	۸۲۱/۹	۱۷۱/۵	۴۴۹/۳
	C	B	D	B	A	CD	B
	۶۸۵/۹	۵۰۷/۱	۳۷۵/۶	۸۵۴/۹	۶۴۳/۸	۱۰۴۶/۸	۱۱۵/۲
	C	D	E	B	C	A	F

جدول ۵- گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از تجزیه کلاستر

گروه	کد ژنوتیپ
۱	۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۷، ۱۴۸، ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۵۱، ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۵، ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۶۸، ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۷۱، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۴، ۱۷۵، ۱۷۶، ۱۷۷، ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۸۳، ۱۸۴، ۱۸۵، ۱۸۶، ۱۸۷، ۱۸۸، ۱۸۹، ۱۹۰، ۱۹۱، ۱۹۲، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۶، ۱۹۷، ۱۹۸، ۱۹۹، ۲۰۰، ۲۰۱، ۲۰۲، ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۵، ۲۰۶، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۱۹، ۲۲۰، ۲۲۱، ۲۲۲، ۲۲۳، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۲۸، ۲۲۹، ۲۳۰، ۲۳۱، ۲۳۲، ۲۳۳، ۲۳۴، ۲۳۵، ۲۳۶، ۲۳۷، ۲۳۸، ۲۳۹، ۲۴۰، ۲۴۱، ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴، ۲۴۵، ۲۴۶، ۲۴۷، ۲۴۸، ۲۴۹، ۲۵۰، ۲۵۱، ۲۵۲، ۲۵۳، ۲۵۴، ۲۵۵، ۲۵۶، ۲۵۷، ۲۵۸، ۲۵۹، ۲۶۰، ۲۶۱، ۲۶۲، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۵، ۲۶۶، ۲۶۷، ۲۶۸، ۲۶۹، ۲۷۰، ۲۷۱، ۲۷۲، ۲۷۳، ۲۷۴، ۲۷۵، ۲۷۶، ۲۷۷، ۲۷۸، ۲۷۹، ۲۸۰، ۲۸۱، ۲۸۲، ۲۸۳، ۲۸۴، ۲۸۵، ۲۸۶، ۲۸۷، ۲۸۸، ۲۸۹، ۲۹۰، ۲۹۱، ۲۹۲، ۲۹۳، ۲۹۴، ۲۹۵، ۲۹۶، ۲۹۷، ۲۹۸، ۲۹۹، ۳۰۰، ۳۰۱، ۳۰۲، ۳۰۳، ۳۰۴، ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۰۷، ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۱، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۱۸، ۳۱۹، ۳۲۰، ۳۲۱، ۳۲۲، ۳۲۳، ۳۲۴، ۳۲۵، ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۲۸، ۳۲۹، ۳۳۰، ۳۳۱، ۳۳۲، ۳۳۳، ۳۳۴، ۳۳۵، ۳۳۶، ۳۳۷، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۴۰، ۳۴۱، ۳۴۲، ۳۴۳، ۳۴۴، ۳۴۵، ۳۴۶، ۳۴۷، ۳۴۸، ۳۴۹، ۳۵۰، ۳۵۱، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۴، ۳۵۵، ۳۵۶، ۳۵۷، ۳۵۸، ۳۵۹، ۳۶۰، ۳۶۱، ۳۶۲، ۳۶۳، ۳۶۴، ۳۶۵، ۳۶۶، ۳۶۷، ۳۶۸، ۳۶۹، ۳۷۰، ۳۷۱، ۳۷۲، ۳۷۳، ۳۷۴، ۳۷۵، ۳۷۶، ۳۷۷، ۳۷۸، ۳۷۹، ۳۸۰، ۳۸۱، ۳۸۲، ۳۸۳، ۳۸۴، ۳۸۵، ۳۸۶، ۳۸۷، ۳۸۸، ۳۸۹، ۳۹۰، ۳۹۱، ۳۹۲، ۳۹۳، ۳۹۴، ۳۹۵، ۳۹۶، ۳۹۷، ۳۹۸، ۳۹۹، ۴۰۰، ۴۰۱، ۴۰۲، ۴۰۳، ۴۰۴، ۴۰۵، ۴۰۶، ۴۰۷، ۴۰۸، ۴۰۹، ۴۱۰، ۴۱۱، ۴۱۲، ۴۱۳، ۴۱۴، ۴۱۵، ۴۱۶، ۴۱۷، ۴۱۸، ۴۱۹، ۴۲۰، ۴۲۱، ۴۲۲، ۴۲۳، ۴۲۴، ۴۲۵، ۴۲۶، ۴۲۷، ۴۲۸، ۴۲۹، ۴۳۰، ۴۳۱، ۴۳۲، ۴۳۳، ۴۳۴، ۴۳۵، ۴۳۶، ۴۳۷، ۴۳۸، ۴۳۹، ۴۴۰، ۴۴۱، ۴۴۲، ۴۴۳، ۴۴۴، ۴۴۵، ۴۴۶، ۴۴۷، ۴۴۸، ۴۴۹، ۴۵۰، ۴۵۱، ۴۵۲، ۴۵۳، ۴۵۴، ۴۵۵، ۴۵۶، ۴۵۷، ۴۵۸، ۴۵۹، ۴۶۰، ۴۶۱، ۴۶۲، ۴۶۳، ۴۶۴، ۴۶۵، ۴۶۶، ۴۶۷، ۴۶۸، ۴۶۹، ۴۷۰، ۴۷۱، ۴۷۲، ۴۷۳، ۴۷۴، ۴۷۵، ۴۷۶، ۴۷۷، ۴۷۸، ۴۷۹، ۴۸۰، ۴۸۱، ۴۸۲، ۴۸۳، ۴۸۴، ۴۸۵، ۴۸۶، ۴۸۷، ۴۸۸، ۴۸۹، ۴۹۰، ۴۹۱، ۴۹۲، ۴۹۳، ۴۹۴، ۴۹۵، ۴۹۶، ۴۹۷، ۴۹۸، ۴۹۹، ۵۰۰، ۵۰۱، ۵۰۲، ۵۰۳، ۵۰۴، ۵۰۵، ۵۰۶، ۵۰۷، ۵۰۸، ۵۰۹، ۵۱۰، ۵۱۱، ۵۱۲، ۵۱۳، ۵۱۴، ۵۱۵، ۵۱۶، ۵۱۷، ۵۱۸، ۵۱۹، ۵۲۰، ۵۲۱، ۵۲۲، ۵۲۳، ۵۲۴، ۵۲۵، ۵۲۶، ۵۲۷، ۵۲۸، ۵۲۹، ۵۳۰، ۵۳۱، ۵۳۲، ۵۳۳، ۵۳۴، ۵۳۵، ۵۳۶، ۵۳۷، ۵۳۸، ۵۳۹، ۵۴۰، ۵۴۱، ۵۴۲، ۵۴۳، ۵۴۴، ۵۴۵، ۵۴۶، ۵۴۷، ۵۴۸، ۵۴۹، ۵۵۰، ۵۵۱، ۵۵۲، ۵۵۳، ۵۵۴، ۵۵۵، ۵۵۶، ۵۵۷، ۵۵۸، ۵۵۹، ۵۶۰، ۵۶۱، ۵۶۲، ۵۶۳، ۵۶۴، ۵۶۵، ۵۶۶، ۵۶۷، ۵۶۸، ۵۶۹، ۵۷۰، ۵۷۱، ۵۷۲، ۵۷۳، ۵۷۴، ۵۷۵، ۵۷۶، ۵۷۷، ۵۷۸، ۵۷۹، ۵۸۰، ۵۸۱، ۵۸۲، ۵۸۳، ۵۸۴، ۵۸۵، ۵۸۶، ۵۸۷، ۵۸۸، ۵۸۹، ۵۹۰، ۵۹۱، ۵۹۲، ۵۹۳، ۵۹۴، ۵۹۵، ۵۹۶، ۵۹۷، ۵۹۸، ۵۹۹، ۶۰۰، ۶۰۱، ۶۰۲، ۶۰۳، ۶۰۴، ۶۰۵، ۶۰۶، ۶۰۷، ۶۰۸، ۶۰۹، ۶۱۰، ۶۱۱، ۶۱۲، ۶۱۳، ۶۱۴، ۶۱۵، ۶۱۶، ۶۱۷، ۶۱۸، ۶۱۹، ۶۲۰، ۶۲۱، ۶۲۲، ۶۲۳، ۶۲۴، ۶۲۵، ۶۲۶، ۶۲۷، ۶۲۸، ۶۲۹، ۶۳۰، ۶۳۱، ۶۳۲، ۶۳۳، ۶۳۴، ۶۳۵، ۶۳۶، ۶۳۷، ۶۳۸، ۶۳۹، ۶۴۰، ۶۴۱، ۶۴۲، ۶۴۳، ۶۴۴، ۶۴۵، ۶۴۶، ۶۴۷، ۶۴۸، ۶۴۹، ۶۵۰، ۶۵۱، ۶۵۲، ۶۵۳، ۶۵۴، ۶۵۵، ۶۵۶، ۶۵۷، ۶۵۸، ۶۵۹، ۶۶۰، ۶۶۱، ۶۶۲، ۶۶۳، ۶۶۴، ۶۶۵، ۶۶۶، ۶۶۷، ۶۶۸، ۶۶۹، ۶۷۰، ۶۷۱، ۶۷۲، ۶۷۳، ۶۷۴، ۶۷۵، ۶۷۶، ۶۷۷، ۶۷۸، ۶۷۹، ۶۸۰، ۶۸۱، ۶۸۲، ۶۸۳، ۶۸۴، ۶۸۵، ۶۸۶، ۶۸۷، ۶۸۸، ۶۸۹، ۶۹۰، ۶۹۱، ۶۹۲، ۶۹۳، ۶۹۴، ۶۹۵، ۶۹۶، ۶۹۷، ۶۹۸، ۶۹۹، ۷۰۰، ۷۰۱، ۷۰۲، ۷۰۳، ۷۰۴، ۷۰۵، ۷۰۶، ۷۰۷، ۷۰۸، ۷۰۹، ۷۱۰، ۷۱۱، ۷۱۲، ۷۱۳، ۷۱۴، ۷۱۵، ۷۱۶، ۷۱۷، ۷۱۸، ۷۱۹، ۷۲۰، ۷۲۱، ۷۲۲، ۷۲۳، ۷۲۴، ۷۲۵، ۷۲۶، ۷۲۷، ۷۲۸، ۷۲۹، ۷۳۰، ۷۳۱، ۷۳۲، ۷۳۳، ۷۳۴، ۷۳۵، ۷۳۶، ۷۳۷، ۷۳۸، ۷۳۹، ۷۴۰، ۷۴۱، ۷۴۲، ۷۴۳، ۷۴۴، ۷۴۵، ۷۴۶، ۷۴۷، ۷۴۸، ۷۴۹، ۷۵۰، ۷۵۱، ۷۵۲، ۷۵۳، ۷۵۴، ۷۵۵، ۷۵۶، ۷۵۷، ۷۵۸، ۷۵۹، ۷۶۰، ۷۶۱، ۷۶۲، ۷۶۳، ۷۶۴، ۷۶۵، ۷۶۶، ۷۶۷، ۷۶۸، ۷۶۹، ۷۷۰، ۷۷۱، ۷۷۲، ۷۷۳، ۷۷۴، ۷۷۵، ۷۷۶، ۷۷۷، ۷۷۸، ۷۷۹، ۷۸۰، ۷۸۱، ۷۸۲، ۷۸۳، ۷۸۴، ۷۸۵، ۷۸۶، ۷۸۷، ۷۸۸، ۷۸۹، ۷۹۰، ۷۹۱، ۷۹۲، ۷۹۳، ۷۹۴، ۷۹۵، ۷۹۶، ۷۹۷، ۷۹۸، ۷۹۹، ۸۰۰، ۸۰۱، ۸۰۲، ۸۰۳، ۸۰۴، ۸۰۵، ۸۰۶، ۸۰۷، ۸۰۸، ۸۰۹، ۸۱۰، ۸۱۱، ۸۱۲، ۸۱۳، ۸۱۴، ۸۱۵، ۸۱۶، ۸۱۷، ۸۱۸، ۸۱۹، ۸۲۰، ۸۲۱، ۸۲۲، ۸۲۳، ۸۲۴، ۸۲۵، ۸۲۶، ۸۲۷، ۸۲۸، ۸۲۹، ۸۳۰، ۸۳۱، ۸۳۲، ۸۳۳، ۸۳۴، ۸۳۵، ۸۳۶، ۸۳۷، ۸۳۸، ۸۳۹، ۸۴۰، ۸۴۱، ۸۴۲، ۸۴۳، ۸۴۴، ۸۴۵، ۸۴۶، ۸۴۷، ۸۴۸، ۸۴۹، ۸۵۰، ۸۵۱، ۸۵۲، ۸۵۳، ۸۵۴، ۸۵۵، ۸۵۶، ۸۵۷، ۸۵۸، ۸۵۹، ۸۶۰، ۸۶۱، ۸۶۲، ۸۶۳، ۸۶۴، ۸۶۵، ۸۶۶، ۸۶۷، ۸۶۸، ۸۶۹، ۸۷۰، ۸۷۱، ۸۷۲، ۸۷۳، ۸۷۴، ۸۷۵، ۸۷۶، ۸۷۷، ۸۷۸، ۸۷۹، ۸۸۰، ۸۸۱، ۸۸۲، ۸۸۳، ۸۸۴، ۸۸۵، ۸۸۶، ۸۸۷، ۸۸۸، ۸۸۹، ۸۹۰، ۸۹۱، ۸۹۲، ۸۹۳، ۸۹۴، ۸۹۵، ۸۹۶، ۸۹۷، ۸۹۸، ۸۹۹، ۹۰۰، ۹۰۱، ۹۰۲، ۹۰۳، ۹۰۴، ۹۰۵، ۹۰۶، ۹۰۷، ۹۰۸، ۹۰۹، ۹۱۰، ۹۱۱، ۹۱۲، ۹۱۳، ۹۱۴، ۹۱۵، ۹۱۶، ۹۱۷، ۹۱۸، ۹۱۹، ۹۲۰، ۹۲۱، ۹۲۲، ۹۲۳، ۹۲۴، ۹۲۵، ۹۲۶، ۹۲۷، ۹۲۸، ۹۲۹، ۹۳۰، ۹۳۱، ۹۳۲، ۹۳۳، ۹۳۴، ۹۳۵، ۹۳۶، ۹۳۷، ۹۳۸، ۹۳۹، ۹۴۰، ۹۴۱، ۹۴۲، ۹۴۳، ۹۴۴، ۹۴۵، ۹۴۶، ۹۴۷، ۹۴۸، ۹۴۹، ۹۵۰، ۹۵۱، ۹۵۲، ۹۵۳، ۹۵۴، ۹۵۵، ۹۵۶، ۹۵۷، ۹۵۸، ۹۵۹، ۹۶۰، ۹۶۱، ۹۶۲، ۹۶۳، ۹۶۴، ۹۶۵، ۹۶۶، ۹۶۷، ۹۶۸، ۹۶۹، ۹۷۰، ۹۷۱، ۹۷۲، ۹۷۳، ۹۷۴، ۹۷۵، ۹۷۶، ۹۷۷، ۹۷۸، ۹۷۹، ۹۸۰، ۹۸۱، ۹۸۲، ۹۸۳، ۹۸۴، ۹۸۵، ۹۸۶، ۹۸۷، ۹۸۸، ۹۸۹، ۹۹۰، ۹۹۱، ۹۹۲، ۹۹۳، ۹۹۴، ۹۹۵، ۹۹۶، ۹۹۷، ۹۹۸، ۹۹۹، ۱۰۰۰، ۱۰۰۱، ۱۰۰۲، ۱۰۰۳، ۱۰۰۴، ۱۰۰۵، ۱۰۰۶، ۱۰۰۷، ۱۰۰۸، ۱۰۰۹، ۱۰۱۰، ۱۰۱۱، ۱۰۱۲، ۱۰۱۳، ۱۰۱۴، ۱۰۱۵، ۱۰۱۶، ۱۰۱۷، ۱۰۱۸، ۱۰۱۹، ۱۰۲۰، ۱۰۲۱، ۱۰۲۲، ۱۰۲۳، ۱۰۲۴، ۱۰۲۵، ۱۰۲۶، ۱۰۲۷، ۱۰۲۸، ۱۰۲۹، ۱۰۳۰، ۱۰۳۱، ۱۰۳۲، ۱۰۳۳، ۱۰۳۴، ۱۰۳۵، ۱۰۳۶، ۱۰۳۷، ۱۰۳۸، ۱۰۳۹، ۱۰۴۰، ۱۰۴۱، ۱۰۴۲، ۱۰۴۳، ۱۰۴۴، ۱۰۴۵، ۱۰۴۶، ۱۰۴۷، ۱۰۴۸، ۱۰۴۹، ۱۰۵۰، ۱۰۵۱، ۱۰۵۲، ۱۰۵۳، ۱۰۵۴، ۱۰۵۵، ۱۰۵۶، ۱۰۵۷، ۱۰۵۸، ۱۰۵۹، ۱۰۶۰، ۱۰۶۱، ۱۰۶۲، ۱۰۶۳، ۱۰۶۴، ۱۰۶۵، ۱۰۶۶، ۱۰۶۷، ۱۰۶۸، ۱۰۶۹، ۱۰۷۰، ۱۰۷۱، ۱۰۷۲، ۱۰۷۳، ۱۰۷۴، ۱۰۷۵، ۱۰۷۶، ۱۰۷۷، ۱۰۷۸، ۱۰۷۹، ۱۰۸۰، ۱۰۸۱، ۱۰۸۲، ۱۰۸۳، ۱۰۸۴، ۱۰۸۵، ۱۰۸۶، ۱۰۸۷، ۱۰۸۸، ۱۰۸۹، ۱۰۹۰، ۱۰۹۱، ۱۰۹۲، ۱۰۹۳، ۱۰۹۴، ۱۰۹۵، ۱۰۹۶، ۱۰۹۷، ۱۰۹۸، ۱۰۹۹، ۱۱۰۰، ۱۱۰۱، ۱۱۰۲، ۱۱۰۳، ۱۱۰۴، ۱۱۰۵، ۱۱۰۶، ۱۱۰۷، ۱۱۰۸، ۱۱۰۹، ۱۱۱۰، ۱۱۱۱، ۱۱۱۲، ۱۱۱۳، ۱۱۱۴، ۱۱۱۵، ۱۱۱۶، ۱۱۱۷، ۱۱۱۸، ۱۱۱۹، ۱۱۲۰، ۱۱۲۱، ۱۱۲۲، ۱۱۲۳، ۱۱۲۴، ۱۱۲۵، ۱۱۲۶، ۱۱۲۷، ۱۱۲۸، ۱۱۲۹، ۱۱۳۰، ۱۱۳۱، ۱۱۳۲، ۱۱۳۳، ۱۱۳۴، ۱۱۳۵، ۱۱۳۶، ۱۱۳۷، ۱۱۳۸، ۱۱۳۹، ۱۱۴۰، ۱۱۴۱، ۱۱۴۲، ۱۱۴۳، ۱۱۴۴، ۱۱۴۵، ۱۱۴۶، ۱۱۴۷، ۱۱۴۸، ۱۱۴۹، ۱۱۵۰، ۱۱۵۱، ۱۱۵۲، ۱۱۵۳، ۱۱۵۴، ۱۱۵۵، ۱۱۵۶، ۱۱۵۷، ۱۱۵۸، ۱۱۵۹، ۱۱۶۰، ۱۱۶۱، ۱۱۶۲، ۱۱۶۳، ۱۱۶۴، ۱۱۶۵، ۱۱۶۶، ۱۱۶۷، ۱۱۶۸، ۱۱۶۹، ۱۱۷۰، ۱۱۷۱، ۱۱۷۲، ۱۱۷۳، ۱۱۷۴، ۱۱۷۵، ۱۱۷۶، ۱۱۷۷، ۱۱۷۸، ۱۱۷۹، ۱۱۸۰، ۱۱۸۱، ۱۱۸۲، ۱۱۸۳، ۱۱۸۴، ۱۱۸۵، ۱۱۸۶، ۱۱۸۷، ۱۱۸۸، ۱۱۸۹، ۱۱۹۰، ۱۱۹۱، ۱۱۹۲، ۱۱۹۳، ۱۱۹۴، ۱۱۹۵، ۱۱۹۶، ۱۱۹۷، ۱۱۹۸، ۱۱۹۹، ۱۲۰۰، ۱۲۰۱، ۱۲۰۲، ۱۲۰۳، ۱۲۰۴، ۱۲۰۵، ۱۲۰۶، ۱۲۰۷، ۱۲۰۸، ۱۲۰۹، ۱۲۱۰، ۱۲۱۱، ۱۲۱۲، ۱۲۱۳، ۱۲۱۴، ۱۲۱۵، ۱۲۱۶، ۱۲۱۷، ۱۲۱۸، ۱۲۱۹، ۱۲۲۰، ۱۲۲۱، ۱۲۲۲، ۱۲۲۳، ۱۲۲۴، ۱۲۲۵، ۱۲۲۶، ۱۲۲۷، ۱۲۲۸، ۱۲۲۹، ۱۲۳۰، ۱۲۳۱، ۱۲۳۲، ۱۲۳۳، ۱۲۳۴، ۱۲۳۵، ۱۲۳۶، ۱۲۳۷، ۱۲۳۸، ۱۲۳۹، ۱۲۴۰، ۱۲۴۱، ۱۲۴۲، ۱۲۴۳، ۱۲۴۴، ۱۲۴۵، ۱۲۴۶، ۱۲۴۷، ۱۲۴۸، ۱۲۴۹، ۱۲۵۰، ۱۲۵۱، ۱۲۵۲، ۱۲۵۳، ۱۲۵۴، ۱۲۵۵، ۱۲۵۶، ۱۲۵۷، ۱۲۵۸، ۱۲۵۹، ۱۲۶۰، ۱۲۶۱، ۱۲۶۲، ۱۲۶۳، ۱۲۶۴، ۱۲۶۵، ۱۲۶۶، ۱۲۶۷، ۱۲۶۸، ۱۲۶۹، ۱۲۷۰، ۱۲۷۱، ۱۲۷۲، ۱۲۷۳، ۱۲۷۴، ۱۲۷۵، ۱۲۷۶، ۱۲۷۷، ۱۲۷۸، ۱۲۷۹، ۱۲۸۰، ۱۲۸۱، ۱۲۸۲، ۱۲۸۳، ۱۲۸۴، ۱۲۸۵، ۱۲۸۶، ۱۲۸۷، ۱۲۸۸، ۱۲۸۹، ۱۲۹۰، ۱۲۹۱، ۱۲۹۲، ۱۲۹۳، ۱۲۹۴، ۱۲۹۵، ۱۲۹۶، ۱۲۹۷، ۱۲۹۸، ۱۲۹۹، ۱۳۰۰، ۱۳۰۱، ۱۳۰۲، ۱۳۰۳، ۱۳۰۴، ۱۳۰۵، ۱۳۰۶، ۱۳۰۷، ۱۳۰۸، ۱۳۰۹، ۱۳۱۰، ۱۳۱۱، ۱۳۱۲، ۱۳۱۳، ۱۳۱۴، ۱۳۱۵، ۱۳۱۶، ۱۳۱۷، ۱۳۱۸، ۱۳۱۹، ۱۳۲۰، ۱۳۲۱، ۱۳۲۲، ۱۳۲۳، ۱۳۲۴، ۱۳۲۵، ۱۳۲۶، ۱۳۲۷، ۱۳۲۸، ۱۳۲۹، ۱۳۳۰، ۱۳۳۱، ۱۳۳۲، ۱۳۳۳، ۱۳۳۴، ۱۳۳۵، ۱۳۳۶، ۱۳۳۷، ۱۳۳۸، ۱۳۳۹، ۱۳۴۰، ۱۳۴۱، ۱۳۴۲، ۱۳۴۳، ۱۳۴۴، ۱۳۴۵، ۱۳۴۶، ۱۳۴۷، ۱۳۴۸، ۱۳۴۹، ۱۳۵۰، ۱۳۵۱، ۱۳۵۲، ۱۳۵۳، ۱۳۵۴، ۱۳۵۵، ۱۳۵۶، ۱۳۵۷، ۱۳۵۸، ۱۳۵۹، ۱۳۶۰، ۱۳۶۱، ۱۳۶۲، ۱۳۶۳، ۱۳۶۴، ۱۳۶۵، ۱۳۶۶، ۱۳۶۷، ۱۳۶۸، ۱۳۶۹، ۱۳۷۰، ۱۳۷۱، ۱۳۷۲، ۱۳۷۳، ۱۳۷۴، ۱۳۷۵، ۱۳۷۶، ۱۳۷۷، ۱۳۷۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۰، ۱۳۸۱، ۱۳۸۲، ۱۳۸۳، ۱۳۸۴،



شکل ۲- دندروگرام ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد بررسی
Figure 2. Dendrogram of genotypes based on studied traits

منابع

1. Abrinbana, M., J. Mozafari, M. Shams-bakhsh and R. Mehrabi. 2010. Genetic structure of *Mycosphaerella graminicola* populations in Iran. *Plant Pathology*, 59: 829-838.
2. Adhikari, T.B., B. Balaji, J. Breeden and S.B. Goodwin. 2007. Resistance of wheat to *Mycosphaerella graminicola* involve early and late peaks of gene expression. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 71: 55-68.
3. Adhikari, T.B., H. Wallwork and S.B. Goodwin. 2004. Microsatellite Markers Linked to the Stb2 and Stb3 Genes for Resistance to *Septoria tritici* Blotch in Wheat. *Crop Science*, 44: 1403-1411.
4. Brading, P.A., E.C.P. Verstappen, G.H.J. Kema and J.K.M. Brown. 2002. A gene- for- gene relationship between wheat and *Mycosphaerella graminicola*, the *Septoria tritici* blotch pathogen. *Phytopathology*, 92: 439-445.
5. Brahma, R.N. 1988. Evaluation of Indian wheat cultivars and Agropyron species for resistance to wheat scab caused by *Fusarium graminearum*. *Indian Phytopathology*, 41: 148-149.
6. Buerstmayr, H., B. Steiner, M. Lemmens and P. Ruckenbauer. 2000. Resistance to *fusarium* head blight in winter wheat: heritability and trait associations. *Crop Science*, 40: 1012-1018.
7. Campbell, C.L. and L.V. Modden. 1990. *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. John Willey and Sons, New York, 532 pp.
8. Chartrain, L., P.A. Brading, J.C. Makepeace and J.K.M. Brown. 2004. Sources of resistance to *Septoria tritici* blotch and implications for breeding. *Plant Pathology*, 53: 454-460.
9. Chen, P. 2016. Improvement of wheat *Fusarium* head blight (FHB) resistance in China. In: E.M. Del Ponte, G.C. Bergstrom, W. Pavan, A. Lazzaretti and J.M.C. Fernandes (Eds.), *Proceedings of the 5th International Symposium on Fusarium Head Blight*, 18 pp., Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brazil.
10. Dehghan, M.A. and S. Ebrahim Nejad. 2016. Evaluation of Resistance and Damage of *Fusarium* Head Blight in wheat Promising and Advanced Genotypes in Hot and Humid Conditions in North of Iran. *Journal of Crop Breeding*, 8(20): 142-151 (In Persian).
11. Eslahi, M.R., N. Safaie, A. Saidi and M. Shams-Bakhsh. 2013. In vitro plant extract test for screening relative resistance of wheat cultivars against *Mycosphaerella graminicola*. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 5(4): 1-15 (In Persian).
12. Etebarian, H.R. and M. Torabi. 1996. Studies on resistance of wheat cultivars to fusarium head blight. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 32: 9-21 (In Persian).
13. Eyal, Z. 1999. The *Septoria tritici* and *Stagonospora nodorum* blotch diseases of wheat. *European Journal of Plant Pathology*, 105: 629-641.
14. Eyal, Z., A.L. Scharen, J.M. Prescott and, M. Van Ginkel. 1987. *The Septoria Disease of Wheat. Concepts and Methods of Disease Management*. Mexico, D. F. CIMMYT, 52 pp.
15. Fallahi Motlagh, S., R. Roohparvar, Sh. Kia and H. Zamanizadeh. 2015. Evaluation of resistance of some wheat cultivars and lines to *Septoria tritici* blotch at seedling and adult plant stages. *Seed and Plant*, 31: 509-529 (In Persian).
16. Farshadfar, E. 2006. *Multivariate Principles and Procedures of Statistics*. Razi University Press, 734 pp (In Persian).
17. Farsi, M. and A. Bagheri. 2010. *Principles of Plant Breeding*. 4th edn. Academic Center for Education, Culture and Research, Iran, 368 pp.
18. Foroutan, A., Z. Nategh, M. Olady and F. Rostami. 1995. Selection tolerant materials of wheat to scab in Mazandaran. In: *Proceedings of 12th Iranian Plant Protection Congress*, Karaj, Iran, 49 pp (In Persian).
19. Goodwin, S.B., S.B. M'barek, B. Dhillon, A.H. Wittenberg, C.F. Crane, J.K. Hane,... and J. Antoniwi. 2011. Finished genome of the fungal wheat pathogen *Mycosphaerella graminicola* reveals dispensome structure, chromosome plasticity, and stealth pathogenesis. *PLoS Genetics*, 7(6): e1002070.
20. Goudemand, E., V. Laurent, L. Duchalais, S.M. Tabib Ghaffary, G.H.J. Kema, P. Lonnet, E. Margale and O. Robert, 2013. Association mapping and meta-analysis: two complementary approaches for the detection of reliable *Septoria tritici* blotch quantitative resistance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Molecular Breeding*, 32: 563-584.
21. Grieger, A., L. Lamari and A. Brule-Babel. 2005. Physiologic variation in *Mycosphaerella graminicola* from western Canada. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 27: 71-77.
22. Juroszek, P. and A. von Tiedemann. 2015. Linking plant disease models to climate change scenarios to project future risks of crop diseases: a review. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 122: 3-15.
23. Kema, G.H.J. 2012. New broad-spectrum resistance to *Septoria tritici* blotch derived from synthetic hexaploid wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 124: 125-142.
24. Kema, G.H.J., E.C.P. Verstappen, M. Todorova and C. Waalwijk. 1996. Successful crosses and molecular tetrad and progeny analyses demonstrate heterothallism in *Mycosphaerella graminicola*. *Current Genetics*, 30: 251-258.

25. Kia, SH., K. Rahnama, H. Soltanloo, V. Babaeizad and M.A. Aghajani. 2017. Identification of resistance sources to *Septoria tritici* Blotch with causal agent *Zymoseptoria tritici* in bread wheat genotypes. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 10: 51-67 (In Persian).
26. Leslie, J.F. and B.A. Summerell. 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing, New York, USA, 369 pp.
27. Lipps, P. 1996. Head blight or scab of small grains. Extension Fact Sheet, Ohio State University, 375 pp.
28. Malihipour, A., A. Saidi, A. Alizadeh, M.A. Dehghan and A.R. Foroutan. 2000. Evaluation of resistance of some spring wheat advanced lines and cultivars to *fusarium* head blight in Iran. In: Z. Bedo and L. Láng (Eds.), *Proceedings of 6th International Wheat Conference*, Budapest, Hungary, 184 pp.
29. McMullen, M., G. Bergstrom, E. De Wolf, R. Dill-Macky, D. Hershman, G. Shaner and D. Van Sanford. 2012. A unified effort to fight an enemy of wheat and barley: *fusarium* head blight. *Plant Disease*, 96: 1712-1728.
30. Mergoum, M., P.K. Singh, S. Ali, E.M. Elias, J.A. Anderson, K.D. Glover and T.B. Adhikari. 2007. Reaction of elite wheat genotypes from northern Great Plains to *Septoria* diseases. *Plant Disease*, 91: 1310-1315.
31. Mergoum, M., V. Harilal, P. Singh, T. Adhikari, A. Kumar, F. Ghavami and S. Kianian. 2013. Genetic analysis and mapping of seedling resistance to *Septoria tritici* blotch in 'Steele-ND'/'ND 735' bread wheat population. *Cereal Research Communications*, 41(2): 199-210.
32. Miedaner, T., A.N. Sieber, H. Desaint, H. Buerstmayr, C. Friedrich, H. Longin and T. Würschum. 2017. The potential of genomic-assisted breeding to improve fusarium head blight resistance in winter durum wheat. *Plant breeding*, DOI: 10.1111/pbr.12515.
33. Mohammad Beygi, A., R. Roohparvar and M. Torabi. 2014. Resistance sources in selected wheat genotypes to septoria leaf blotch disease. *Seed and Plant Improvement Journal*, 3: 605-621 (In Persian).
34. Nelson, P.E., T.A. Toussoun and W.O. Marasas. 1983. *Fusarium Species, An Illustrated Manual for Identification*. Pennsylvania State Univ. Press, University Park, 193 pp.
35. Parry, D.W., P. Jenkinson and L. Mcleod. 1995. *Fusarium* ear blight (Scab) in small grain cereals. *Review of Plant Pathology*, 44: 207-233.
36. Quaedvlieg, W., G. Kema, J. Groenewald, G. Verkley, S. Seifbarghi, M. Razavi, A.M. Gohari, R. Mehrabi and P. Crous. 2011. *Zymoseptoria* gen. nov: a new genus to accommodate *Septoria*- like species occurring on graminicolous hosts. *Persoonia: Molecular phylogeny and Evolution of Fungi*, 26(57).
37. Rosielle, A.A. and A.G.P. Brown. 1979. Inheritance, heritability and breeding behavior of three sources of resistance to *Septoria tritici* in wheat. *Euphytica*, 28: 385-392.
38. Saari, E.E. and J.M. Prescott. 1975. A scale for appraising the foliar intensity of wheat disease. *Plant Disease*, 59: 377-380.
39. Saur, L. 1991. Sources of resistance to head blight caused by *Fusarium* bread wheat and related species. *Agronomy*, 11: 535-541.
40. Snijders, C.H.A. 1990. *Fusarium* head blight and Mycotoxin contamination of wheat, A review. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 96: 187-198.
41. Taher Mazandarani, F., R. Mehrabi and M. Maleki. 2014. Effectiveness of *Septoria tritici* Blotch (Stb) Resistance Genes to *Mycosphaerella graminicola* Isolates Collected from Fars Province. *Seed and Plant Improvement Journal*, 30(3): 669-682 (In Persian).
42. Tuile, J., G. Shaner and R.G. Everson. 1990. Wheat scab in soft red winter wheat in Indiana in 1986 and its relation to some quality measurements. *Plant Disease*, 74: 595-962.
43. Vakili Bastam, SH., S.S. Ramezani, H. Soltanloo, S.H. Kia and M. Kalate. 2010. Estimation of combining abilities and heterosis of *Septoria tritici* blotch resistance in wheat genotypes. *Australian Journal of Crop Science*, 4(7): 480-484.
44. Villegas-Fernandez, A.M., J.C. Sillero and D. Rubiales. 2011. Screening faba bean for chocolate spot resistance: evaluation methods and effects of age of host tissue and temperature. *European Journal of Plant Pathology*, 132: 443-453.
45. Visconti, A. and M. Pascale. 2010. An overview on *fusarium* mycotoxins in the durum wheat pasta production chain. *Cereal Chemistry*, 87: 21-27.
46. Wegener, M. 1992. Optimierung von saatgutpillierungen mit mikrobiellen antagonistien zur biologischen bekämpfung von *Fusarium culmorum* (W. G. Smith) Sacc. In weizen. Diplomarbeit, Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen, Germany.
47. Yarahmadi, S., Gh. Nematzade, H. Sabouri and H. Najafi Zarini. 2020. Relationships between Drought Stress Tolerance Indices and Their Use in Wheat Screening Programs. *Journal of Crop Breeding*, 12(33): 29-41 (In Persian).
48. Zamanizadeh, H.G. and E. Khorsandi. 1997. *Fusarium* species and mycotoxins in Mazandaran province. *Plant Disease*, 23: 31-37 (In Persian).

Evaluation of Resistance to *Zymoseptoria tritici* Blotch and *Fusarium* Head Blight in Some Genotypes of Bread Wheat

Masoumeh Kheirgoo¹, Naser Panjeke² and Fakhtak Taliey³

1- Ph. D. Student of Plant Pathology, Zabol University (Corresponding author: mkheirgoo@gmail.com)

2- Associate Professor, Zabol University

3- Assistant Professor, Gonbad Kavous University

Received: July 30, 2020

Accepted: September 20, 2020

Abstract

Using resistant cultivars is an effective method in management *Zymoseptoria tritici* Blotch and *Fusarium* Head Blight of wheat. This study was conducted to identify new sources of resistance to these diseases among a large number of Iranian cultivars and new wheat genotypes. The genotypes were cultivated in an augment design in the research farm of Aliabad Katoul Agricultural School. Artificial contamination of the genotypes were done using spreading infected leaves and inoculating with a pathogenic fungal spore suspension. Response of the genotypes to disease-causing were noted. Cluster analysis categorized genotypes into seven groups. Third and fourth groups were allocated as resistant and sensitive, respectively. Genotypes No 3 (Hirmand), 6, 10, 12, 13 (Golestan), 38 (Aftab), 40 (ghabous), 44 (Pishtaz), 51, 52 (shoosh), 59 (Pastor), 64, 68, 73 (Sepahan), 87, 92, 95, 97, 99, 110, 116, 127 (Line 7) and local check cultivar (Ehsan) were classified at group three (resistant). This group had the lowest area under the disease progress curve and showed high resistance to disease. Resistant genotypes identified in this study can be used in breeding programs for pyramiding resistance genes or using backcrossing method.

Keywords: *Fusarium* Head Blight, Genetic diversity, Resistance, Wheat, *Zymoseptoria tritici* blotch