Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۱۷، شماره ۱، خرداد ۱۳۸۰

نحوه توارث مقاومت به فوزاریوم سنبله در شش رقم گندم (*Triticum aestivum* L.)

Inheritance of Resistance to Fusarium Head Blight in Six Wheat Cultivars (*Triticum aestivum* L.)

عباس سعیدی، محمد عابدینی اسفهلانی، قاسم کریم‌زاده و عزیزالله علیزاده

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: ۱۳۷۹/۲/۸

چکیده

سعیدی، ع.، عابدینی اسفهلانی، م.، کریم‌زاده، ق. و علیزاده، ع. ۱۳۸۰. نحوه توارث مقاومت به فوزاریوم سنبله در شش رقم گندم (*Triticum aestivum* L.). نهال و بذر ۱۷: ۸۷-۷۴.

برای مطالعه نحوهٔ توارث مقاومت به گسترش قارچ *Fusarium graminearum* در سنبله‌های گندم در شرایط گلخانه‌ای، مقاومت شش رقم گندم بهاره (*Triticum aestivum* L.) با سطوح مختلف مقاومت و ۱۵ نتاج F1 حاصل از تلاقی دی آلل یک طرفه آن‌ها به دو جدایه قارچ مذکور به روش مایه‌زنی نقطه‌ای ارزیابی شد. برای ارزیابی مقاومت، گسترش بیماری ۲۸ روز بعد از مایه‌زنی بر اساس مقیاس ۵-۰ یادداشت‌برداری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تجزیهٔ دیالل به دو روش گریفینگ (روش دوم و مدل ثابت) و جینکز و هیمن انجام و مشخص شد که برای هر دو جدایه اثرات ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) معنی‌دار بوده ولی اثرات GCA نسبت به SCA خیلی بیشتر است. تجزیه واریانس ژنتیکی نیز نشان داد که واریانس ژنتیکی افزایشی مهم‌تر از غالبیت می‌باشد. وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای جدایه اوّل به ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۶۳ و برای جدایه دوّم به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۵۹ برآورد شد، در نتیجه انتظار می‌رود که انتخاب برای صفت مقاومت به فوزاریوم سنبله در نتاج حاصل از تلاقی ارقام مورد آزمایش مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: گندم (*Triticum aestivum* L.)، فوزاریوم سنبله، *Fusarium graminearum*، ژنتیک مقاومت، تجزیه دیالل.

* این مقاله بر اساس نتایج به دست آمده از اجرای طرح تحقیقاتی شماره ۷۸۲۷۱-۱۲-۱۰۰ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تنظیم گردیده و قسمتی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده دوّم می‌باشد که به گروه بیماری‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بیماری فوزاریوم سنبله گندم با عامل قارچی *Fusarium graminearum* یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گندم در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر بوده و در سال‌هائی که مرحله گلدهی و پر شدن دانه‌ها مواجه با هوای گرم و مرطوب باشد خسارت زیادی به محصول دانه وارد می‌نماید (Miedaner, 1997). خسارت‌های این بیماری به محصول گندم چند بُعدی است. با کاستن تعداد و وزن دانه‌ها، موجب کاهش کمّی عملکرد می‌شود. این کاهش ۳۰ تا ۷۰ درصد گزارش شده است (Miedaner, 1997; Tomasovic, 1998)، با تخریب دانه‌های نشاسته، ذخایر پروتئینی و دیوارهٔ سلولی دانه‌ها موجب کاهش کیفیت نانوایی محصول می‌شود و با آسیب رساندن به جنین موجب کاهش قوهٔ نامیه و بنیهٔ بذر (Vigor) و ایجاد بسلایت گیاهچه در کشت بعدی محصول می‌گردد. مهم‌ترین و جدی‌ترین خسارت، آلوده شدن دانه‌ها به مایکوتوکسین‌های قارچ عامل بیماری است که تهدید جدی برای سلامت انسان محسوب می‌شوند (Mesterhazy, 1997; Hilton *et al.*, 1999; Snijders, 1990a; Dexter *et al.*, 1996; Johnes and Mirocha, 1999).

روش‌های مختلف کنترل فوزاریوم سنبله گندم به طور نسبی مؤثر هستند زیرا قارچ‌های عامل این بیماری همه‌جازی بوده و دامنهٔ میزبانی وسیع دارند و از طرفی شیوع بیماری قویاً به عوامل محیطی مخصوصاً دما و رطوبت نسبی بستگی داشته و مقاومت کامل نسبت به بیماری نیز یافت نشده است (Wang, 1997). علیرغم آن تلاش برای کاهش اثرات مخرب بیماری به طرق ژنتیکی، زراعی و شیمیایی، گروه‌های تحقیقاتی را در کشورهای مختلف به خود مشغول کرده است. استفاده توأم از ارقام مقاوم با سایر روش‌ها به مراتب نتایج بهتری را به همراه داشته است (De Galich, 1997; Mesterhazy, 1997). به همین دلیل تلاش‌ها برای استفاده از روش کنترل ژنتیکی و تولید ارقام مقاوم بیشتر بوده و تحقیقات بیشتری روی آن متمرکز شده است.

اجزاء عمدهٔ مقاومت به فوزاریوم سنبله عبارتند از: مقاومت به آلوده شدن اوّلیه و مقاومت به گسترش قارچ در بافت‌های میزبان (Schroeder and Cheristensen, 1963). مقاومت به گسترش قارچ در بافت‌های میزبان یا مقاومت تیپ دو، به عنوان جزء پایدار مقاومت معرفی شده است که کمتر از اجزاء دیگر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (Bai and Shaner, 1996; Buerstmayr *et al.*, 1999). تا به حال پیشرفت در اصلاح ارقام مقاوم به فوزاریوم سنبله در گندم کُند بوده است. از دلایل آن می‌توان فقدان ایمنی ژنتیکی (مقاومت کامل)، پیچیدگی روابط بیمارگر - میزبان - محیط، ناشناخته بودن اساس ژنتیکی مقاومت و نبود روشی ارزان، سریع و مطمئن را برای ارزیابی آن نام برد (Miedaner, 1997; Walsh *et al.*, 1999; De Galich, 1997; Mesterhazg, 1997). توارث مقاومت بسته به مواد گیاهی و روش مورد استفاده به صورت مونوژنیک (Chen, 1989)، الیگوژنیک (*et al.*, 1998, 1999)

www.SID.ir

Archive of SID

1996; Ban and Suenaga, 1998; Buerstmayr et al., Van Ginkel) و پلی‌ژنیک (Liu and Wang, 1991) گزارش شده است.

در حال حاضر مقاومت بیشتر ارقامی که در ایران کشت می‌شوند در حد متوسط به پایین است و انتقال مقاومت به ارقام پرمحصول و سازگار ضرورتی اجتناب ناپذیر است. این تحقیق برای مطالعهٔ نحوهٔ توارث مقاومت به گسترش قارچ در سنبله انجام شده و هدف آن برآورد پارامترهای مختلف ژنتیکی مقاومت در ارقام مورد ارزیابی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش موادگیاهی شامل ٦ رقم گندم بهاره (*T. aestivum* L.) و ١٥ نتاج F1 آن‌ها (دیالل یک طرفه) بود که مقاومت آن‌ها در مقابل دو جدایه از قارچ *F. graminearum* ارزیابی شد. این ارقام شامل ۴ رقم تجاری شیرودی، اترک، تجن و فلات که در ایران کشت می‌شوند ولی حساس به فوزاریوم سنبله هستند و ۲ رقم Wangshui-bai و Nanjing 8201 به عنوان منابع مقاومت از کشور چین بودند. بذرهای هر ژنوتیپ توسط محلول هیپوکلریت سدیم ۲٪ (۲/۵ برابر رقیق شدهٔ وایتکس تجاری ۵٪) به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی و بعد سه مرتبه (هر مرتبه یک دقیقه) با آب مقطر استریل شسته شدند. برای جوانه‌زنی، بذرهای ضدعفونی شده در داخل ظروف پتری حاوی کاغذ صافی، به مدت سه روز در انکورباتور (٢٥°C) قرار داده شدند. شرایط نوری برای جوانه‌زنی ١٢ ساعت روشنایی و ١٢ ساعت تاریکی بود. تعداد ۵-۴ بذر جوانه زده در گلدان‌های پلاستیکی به قطر و ارتفاع ۱۵cm کشت شد. خاک گلدان‌ها از مخلوط خاک: ماسه: خاک برگ: کود دامی پوسیده به نسبت ۱:۱:۱:۲ تهیه شد. از هر ژنوتیپ ٦ گلدان (۳ گلدان به عنوان ۳ تکرار برای هر جدایه) کاشته و گلدان‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در روی سکوهای گلخانه قرار داده شدند. کشت گیاهان در ۲۰ بهمن ۱۳۷۷ در گلخانهٔ فوزاریوم بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر انجام شد. دمای گلخانه در مدت رشد گیاهان روی ٢٠°C تنظیم شد و شرایط نوری ١٦ ساعت روشنایی و ٨ ساعت تاریکی بود. نور گلخانه به صورت طبیعی و تکمیلی توسط لامپ‌های ۴۰۰W سدیمی تأمین می‌شد و شدت نور تقریباً برابر با ١٦ هزار لوکس بود. مرحلهٔ داشت شامل آبیاری، کوددهی و سمپاشی به طور منظم و معمول انجام شد. کود مصرفی (N:P:K) به نسبت (۴٦:٠:٠) به میزان یک گرم در سه مرحله به فاصلهٔ ۱۵ روز از هم به هر گلدان داده شد. مهم‌ترین آفت گلخانه، شته بود که به محض رویت آن، سمپاشی با متاسیستوکس ـ ار (Metasystox-R) با غلظت ۱/۵ در هزار با سمپاش دستی انجام می‌شد. همچنین با مشاهدهٔ سفیدک پودری از سم میلگو (Milgo با مادهٔ مؤثره Ethirimol) با غلظت ۰/۵ در هزار استفاده می‌شد. اثر سم میلگو بر روی فوزاریوم گزارش نشده است (ترابی، م.، مذاکرات شخصی).

برای انجام این بررسی دو جدایه به شماره‌های ١٦٢ و ١٧١ قارچ *F. graminearum* از واحد پاتولوژی بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات

www.SID.ir

Archive of SID

اصلاح و تهیه نهال و بذر دریافت گردید. برای تهیهٔ مایه قارچ از روش به کاربرده شده توسط ممرآبادی (۱۳۷۶) استفاده شد (Wegner, 1992). برای این منظور مقدار ۵ گرم کلش خرد شدهٔ گندم را در ارلن‌های ml ۲۵۰ ریخته و به آن ml ۱۲۵ آب مقطر اضافه گردید. مجموعهٔ حاصله را ۲ بار به فاصله ۲۴ ساعت در $121^{\circ}C$ و فشار ۱ اتمسفر به مدت ۳۰ دقیقه اتوکلاو کرده پس از خنک شدن، یک تکهٔ $1cm^2$ از محیط کشت همراه با مسیلیوم‌های روی آن، برداشته و به ارلن‌ها اضافه شد. ارلن‌ها بر روی شیکر چرخشی (Rotary Shaker) در $25^{\circ}C$ و ۱۲۰ دور در دقیقه قرار گرفتند. چهار روز بعد سوسپانسیونی با غلظت تقریبی 10^6 اسپور (ماکروکنیدی) در هر میلی لیتر تولید شد. شمارش اسپورها توسط لام شمارش (Haemocytometer) انجام شد.

مایه‌زنی سنبله‌ها در اوایل مرحلهٔ گلدهی انجام شد. زمانی که بساک‌ها از وسط سنبله شروع به خارج شدن می‌کردند. با استفاده از میکروپیپت (Micropipett)، $5\mu l$ از مایه قارچ در یکی از گلچه‌های وسطی هر سنبله تزریق شد. غلظت مورد استفاده مایه برای هر دو جدایه 2×10^4 اسپور در هر میلی‌لیتر بود. سنبله‌های مایه‌زنی شده توسط آبپاش دستی مرطوب و در داخل کیسهٔ پلاستیکی مرطوب قرار داده شدند. سه روز بعد سنبله‌ها از کیسه خارج و گلدان‌های مربوطه در اتاقک‌های پلاستیکی با رطوبت نسبی ۷۵-۷۰ درصد قرار داده شدند. همزمان نبودن گلدهی ژنوتیپ‌های مختلف منجر به مایه‌زنی آن‌ها در تاریخ‌های متفاوت گردید. علائم ظاهری بیماری از نقاط قهوه‌ای تیره یا آبسوخته در روی گلوم‌ها تا زرد شدن سنبلچه‌ها متغیر بود. یادداشت‌برداری میزان گسترش قارچ در درون سنبله ۲۸ روز بعد از مایه‌زنی و با استفاده از مقیاس ۵-۰، ارائه شده توسط ون و همکاران (Wan *et al.*, 1956) انجام شد.

برای تجزیه و تحلیل آماری، میانگین گسترش آلودگی سنبله‌های مربوط به یک گلدان محاسبه شد. میانگین حاصل به عنوان دادهٔ یک تکرار در نظر گرفته شد. تجزیه واریانس و مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و تجزیهٔ دیالل با استفاده از نرم‌افزار D_2 به دو روش گریفینگ (Griffing, 1956) (مدل ثابت و روش دوّم) و جینکز و هیمن (Jinks and Hayman, 1953) انجام شد.

نتایج

بین ژنوتیپ‌ها (ارقام و نتاج F1 آن‌ها) در شرایط هر دو جدایه، در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱) بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تنوع زیادی بین آن‌ها وجود دارد، و این مکان تجزیهٔ دیالل و بررسی عوامل ایجادکنندهٔ آن را فراهم می‌آورد.

مقایسهٔ میانگین ژنوتیپ‌ها (ارقام و نتایج F1 آن‌ها)، بر اساس آزمون دانکن در جدول ۲ ارائه شده است. در مقابل هر دو جدایه، فلات بیشترین و Wangshui-bai کمترین آلودگی را نشان دادند.

برای هر دو جدایه، میانگین مربعات قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی

www.SID.ir

Archive of SID

(General Combining Ability= GCA) و خصوصی (Specific Combining Ability=SCA) در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). می‌توان نتیجه گرفت که بین ارقام از نظر GCA و SCA اختلاف وجود دارد. میانگین مربعات GCA از SCA بزرگتر بود و نسبت پیشنهادی بیکر (Baker, 1978) [$2MS_{GCA}/(2MS_{GCA}+MS_{SCA})$] برای دو جدایه ۰/۹۴ و ۰/۹۳ به دست آمد که نشان دهندهٔ نقش بیشتر اثرات افزایشی نسبت به اثرات غیر افزایشی در بیان مقاومت یا حساسیت می‌باشد.

جدول ۱ ـ میانگین مربعات گسترش بیماری فوزاریوم سنبله در ارزیابی ۶ رقم گندم همراه با ۱۵ F1 آن‌ها با دو جدایه *F. graminearum*

Table 1. Mean squares of *Fusarium* head blight spread in evaluation of 6 wheat cultivars and 15 F1s with two isolates of *F. graminearum*

		درجهٔ آزادی	جدایه Isolate	
S.O.V.	منابع تغییرات	df	162	171
Block	بلوک	2	0.15^{ns}	0.40^{ns}
Genotype	ژنوتیپ	20	2.06^{**}	1.87^{**}
Error	خطا	40	0.25	0.24

** Significant at 1% level. ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

ns Not significant. ns غیر معنی‌دار.

اثرات GCA و SCA برای هر یک از والدین و تلاقی بین آن‌ها در جدول ۴ ارائه شده است. لازم به ذکر است که جهت افزایش مقاومت یا کاستن از شدت آلودگی مقادیر GCA یا SCA منفی، مطلوب می‌باشند. بررسی مقادیر GCA نشان داد که در شرایط هر دو جدایه، اثر GCA برای Wangshui-bai منفی و معنی‌دار می‌باشد، لذا می‌توان نتیجه گرفت که این رقم برای به دست آوردن آلودگی کمتر یا افزایش مقاومت، مناسب می‌باشد. بر عکس رقم فلات اثر GCA معنی‌دار مثبت داشت که نشان دهندهٔ اثر افزایش دهندگی میزان آلودگی آن می‌باشد. اثر SCA تلاقی بین تجن و فلات برای هر دو جدایه منفی و معنی‌دار بود و این با میانگین گسترش آلودگی F1 بین آن‌ها (جدول ۲) در توافق است و بیانگر وجود غالبیت برای مقاومت به فوزاریوم سنبله در هیبرید حاصله می‌باشد.

نتایج حاصله از تجزیه دیالل به روش هیمن و جینکز (جدول ۵) بیانگر این بود که مقادیر W_r+V_r و W_r-V_r معنی‌دار نیستند. معنی‌دار نشدن آن‌ها به ترتیب به معنی عدم وجود اثرات غالبیت و اثرات متقابل غیرآللی (اپیستازی)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ - مقایسه میانگین (±SE)گسترش بیماری فوزاریوم سنبله در ارزیابی ٦ رقم گندم همراه با F1 آن‌ها با دو جدایه *G. graminearum*

Table 2. Means (±SE) of *Fusarium* head blight spread in evaluation of 6 wheat cultivars and 15 F1s with two isolates of *F, graminearum*

Genotype	Isolate	
	162	171
Falat	4.61±0.28 a	4.85±0.15 a
Shiroodi	4.58±0.28 a	4.81±0.19 a
Atrak x Tajan	4.38±0.05 ab	4.67±0.21 a
Tajan	4.35±0.33 ab	4.67±0.33 a
Falat x Tajan	4.35±0.41 ab	4.37±0.25 ab
Tajan x Shiroodi	4.29±0.39 ab	4.37±0.28 ab
Tajan x Nanjing 8201	4.41±0.34 ab	4.34±0.18 ab
Atrak	3.89±0.35 abc	4.20±0.50 ab
Shiroodi x Falat	3.83±0.07 abc	4.18±0.19 ab
Nanjing 8201 x Atrak	3.43±0.23 bcd	4.16±0.50 ab
Tajan x Falat	3.18±0.44 cd	4.04±0.22 abc
Tajan x Wangshui-bai	3.18±0.29 cd	4.03±0.55 abc
Shiroodi x Atrak	3.15±0.17 cd	3.99±0.22 abc
Wangshui-bai x Falat	3.15±0.05 cd	3.92±0.21 abc
Nanjin 8201 x Falat	3.07±0.14 cd	3.61±0.40 bcd
Shiroodi x Nanjin 8201	3.06±0.36 cd	3.56±0.19 bcd
Nanjin 8201	2.98±0.33 cd	3.50±0.25 bcd
Nanjin 8201 x Wangshui-bai	2.56±0.23 de	3.17±0.42 cde
Atrak x Wangshui-bai	2.53±0.36 de	2.97±0.33 cde
Shiroodi x Wangshui-bai	2.01±0.19 e	2.59±0.30 e
Wangshui-bai	1.85±0.28 e	1.63±0.09 e

Means followed by similar letters in each column, are not significantly different ($P<0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ ـ میانگین مربعات قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) برای مقاومت به گسترش بیماری فوزاریوم سنبله گندم در مقابل دو جدایهٔ *F. graminearum*

Table 3. Mean squares of general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) of resistance to Fusarium head blight spread for two isolates of *F. graminearum*

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	جدایه Isolate	
S.O.V.	df	162	171
GCA	5	1.94^{**}	1.75^{**}
SCA	15	0.27^{**}	0.25^{**}
E خطا	40	0.08	0.08
$\frac{2GCA}{2GCA+SCA}$		0.94	0.93

** Significant at 1% level. ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

ns Not significant. ns غیر معنی‌دار

می‌باشد (Mather and Jinks, 1982). شیب خط رگرسیون (b) کوواریانس (W_r) بر روی واریانس (V_r)، با صفر اختلاف معنی‌دار داشته ولی اختلاف آن‌ها با یک معنی‌دار نبود. این بیانگر صادق بودن فرضیات هیمن مبنی بر وجود دو آلل در هر مکان ژنی، توزیع مستقل ژن‌ها در والدین و فقدان اثرات متقابل غیرآللی می‌باشد. واریانس اثرات افزایشی (D) نسبت به جزء مربوط به واریانس اثرات غالبیت ژن‌ها (H_1 و H_2) بزرگتر بوده و این نشان دهندهٔ اهمیت واریانس ژنتیکی افزایشی نسبت به واریانس ژنتیکی غالبیت در ایجاد مقاومت به گسترش فوزاریوم سنبله است. مقادیر مثبت F بیانگر وجود آلل‌های غالب بیشتر در والدین می‌باشد. درجهٔ غالبیت ($\sqrt{H_1/D}$) کوچکتر از یک برآورد شد، که گویای غالبیت نسبی می‌باشد. نسبت ژن‌های دارای اثرات مثبت (غالب) به منفی (مغلوب) در والدین (D/R) بزرگتر از یک بود و نشان‌دهنده بیشتر بودن آلل‌های غالب نسبت به مغلوب است. میانگین حاصلضرب فراوانی آلل‌های غالب در مغلوب ($\overline{UV}=H_2/H_1$) کمتر از ۰/۲۵ محاسبه شد و لذا می‌توان نتیجه گرفت که فراوانی ژن‌های افزایش دهندهٔ (غالب) و کاهش دهنده (مغلوب) مقاومت در مجموعهٔ والدین با هم برابر نیست. سطح غالبیت از یک مکان ژنی به مکان ژنی دیگر (I) برای جدایهٔ ۱۶۲ تقریباً نزدیک صفر و برای جدایهٔ ۱۷۱ نزدیک یک برآورد شد که می‌تواند بیانگر این مطلب باشد که برای جدایهٔ اوّل غالبیت مشاهده شده برای همهٔ مکان‌های ژنی ثابت می‌باشد، در صورتی که برای جدایهٔ دوّم غالبیت در مکان‌های ژنی متفاوت می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ - اثرات قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (روی قطر) و قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی (بالای قطر) برآورد شده برای مقاومت به‌گسترش بیماری فوزاریوم سنبله در مقابل دو جدایهٔ *F. graminearum*

Table 4. Estimated general combining ability (on diagonal) and specific combining ability (above diagonal) effects of resistance to Fusarium head blight spread for two isolates of *F. graminearum*

	Isolate	Shiroodi	Nanjin 8201	Tajan	Atrak	Wangshui-bai	Falat
Shiroodi	I_{162}	0.16^{ns}	-0.31^{ns}	0.21^{ns}	-0.65^{**}	-0.73^{**}	-0.11^{ns}
	I_{171}	0.33^{**}	0.45^{*}	0.09^{ns}	0.12^{ns}	0.34^{ns}	-0.38^{ns}
Nanjin 8201	I_{162}		-0.25^{*}	0.47^{*}	0.04^{ns}	0.23^{ns}	-0.46^{*}
	I_{171}		0.14^{ns}	0.08^{ns}	-0.02^{ns}	-0.53^{*}	0.28^{ns}
Tajan	I_{162}			0.46^{**}	0.29^{ns}	0.15^{ns}	-0.06^{**}
	I_{171}			0.05^{ns}	0.40^{ns}	0.47^{*}	-0.73^{**}
Atrak	I_{162}				0.18^{ns}	-0.22^{ns}	0.39^{ns}
	I_{171}				0.03^{ns}	0.98^{**}	0.06^{ns}
Wangshui-bai	I_{162}					-0.88^{**}	0.25^{ns}
	I_{171}					-0.91^{**}	0.28^{ns}
Falat	I_{162}						0.33^{**}
	I_{171}						0.39^{**}
	I_{162}: SE_{GCA}= 0.094		SE_{SCA}= 0.213				
	I_{171}: SE_{GCA}= 0.094		SE_{SCA}= 0.209				

* Significant at 5% level. ** Significant at 1% level. ns Non significant.

وراثت‌پذیری عمومی (h_{bs}^2) بزرگتر از وراثت‌پذیری خصوصی (h_{ns}^2) برآورد شد. برای دو جدایهٔ ۱۶۲ و ۱۷۱ وراثت‌پذیری‌عمومی به ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۷۸ و خصوصی به ترتیب ۰/۶۳ و ۰/۵۷ برآورد گردید (جدول ۵). کم بودن اختلاف وراثت‌پذیری عمومی با خصوصی نیز اهمیّت بیشتر واریانس ژنتیکی افزایشی نسبت به واریانس ژنتیکی غیرافزایشی (غالبیت و اپیستازی) را در ایجاد مقاومت به‌گسترش فوزاریوم سنبله و تأثیرکم عوامل محیطی حاکم بر آزمایش را می‌رساند. ضرایب همبستگی بین میانگین والد مشترک (P_r) و مجموع واریانس و کواریانس (W_r+V_r) برای هر ردیف معنی‌دار نشده است.لذا می‌توان نتیجه گرفت که توزیع آلل‌های غالب و

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵ - پارامترهای تجزیهٔ ژنتیکی برای مقاومت به گسترش فوزاریوم سنبله در مقابل دو جدایهٔ *F. graminearum*

Table 5. Genetic analysis of parameters of resistances to Fusarium head blight spread for two isolates of *F. graminearum*

	Isolate	
Parameter	162	171
W_r+V_r	ns	ns
W_r-V_r	ns	ns
B	1.10	1.02
A	-0.02	0.07
D	1.11^{**}	1.31^{**}
H1	0.88^{**}	0.86^{**}
H2	0.74^{**}	0.67^{**}
F	0.33^{**}	0.77^{**}
$\sqrt{H1/D}$	0.89	0.81
D/R	1.40	2.14
H2/4H1	0.21	0.19
$1= 0.5F/[D(H1-H2)]^{1/2}$	0.43	0.76
$h^2_{b.s.}$	0.89	0.86
$h^2_{n.s.}$	0.63	0.59
$r(P_r, W_r+V_r)$	0.49^{ns}	-0.23^{ns}
K	0.47	0.23

** Significant at 1% level. ns Not sugnificant.

مغلوب با فنوتیپ والد مشترک همبستگی معنی‌داری ندارد. تعداد فاکتورهای مؤثر یا ژن‌هایی که به صورت غالب و مغلوب عمل می‌کنند (K) کمتر از یک برآورد شد.

چون بین مجموع واریانس و کوواریانس ردیف‌ها، اختلاف معنی‌دار (W_r+V_r) وجود نداشت (جدول ۵) و همچنین ضرایب همبستگی بین میانگین والد مشترک و مجموع واریانس و کوواریانس نیز معنی‌دار نبود. لذا می‌توان نتیجه گیری کرد که پراکندگی والدین در اطراف خط رگرسیون کواریانس بر روی واریانس معنی‌دار نیست. یا به عبارت دیگر بین موقعیت

www.SID.ir

Archive of SID

والدین در روی خط رگرسیون اختلاف معنی‌دار وجود ندارد و با استفاده از آن نمی‌توان توزیع ژن‌های غالب و مغلوب را در والدین تعیین کرد. به همین دلیل از ارائه نمودارهای مربوطه و تفسیر آن‌ها (تجزیهٔ گرافیکی) خودداری می‌شود.

بحث

تفکیک واریانس ژنتیکی با استفاده از روش گریفینگ به دو جزء واریانس ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) نشان داد که اثرات GCA بزرگتر از GCA می‌باشد (جدول ۳) و این مهم بودن اثرات ژنتیکی افزایشی نسبت به اثرات غیرافزایشی را در بیان مقاومت در ارقام مورد استفاده‌در تلاقی‌ها را می‌رساند. غالب بودن اثرات GCA بر SCA و واریانس ژنتیکی افزایشی بر واریانس ژنتیکی غیرافزایشی در مقاومت به فوزاریوم سنبله، در آزمایش‌های متعدد دیگر نیز گزارش شده است (Buerstmayr *et al.*, 1997; Snijders, 1990b, c; Bai *et al.*, 1993; Ban, 1997).

اثرات GCA برای رقم Wangshui-bai در جهت مطلوب (کاهش آلودگی یا افزایش مقاومت) بیشترین مقدار را داشت، لذا می‌توان نتیجه گرفت که نتاج حاصله از آن کمترین آلودگی را داشته و این رقم برای افزایش مقاومت می‌تواند از ارزش فوق‌العاده‌ای برخوردار باشد. بیشتر بودن اثر GCA رقم Wangshui-bai در ترکیب با ارقام چینی توسط لین و همکاران (Lin *et al.*, 1992) نیز گزارش شده است. اثرات غیرافزایشی (غالبیت و اپیستازی) نیز در این تحقیق معنی‌دار بودند که در توافق با گزارش لین و همکاران (Lin *et al.*, 1992) می‌باشد. با توجّه به این که جزء افزایشی واریانس ژنتیکی بخشی است که می‌توان آن را در نتاج حاصل از تلاقی‌ها تثبیت کرد، لذا انتظار می‌رود که به روش‌های متداول اصلاح گندم بتوان مقاومت به فوزاریوم سنبله را در ارقام مورد نظر افزایش داد. در بررسی اثر SCA تلاقی‌ها نیز مشخص شد که در برخی از تلاقی‌هااثرات SCAمعنی‌دار است. برای نمونه در شرایط هر دو جدایه اثر SCA تلاقی فلات با تجن در جهت مطلوب معنی‌دار شده بود. مقایسهٔ میانگین شدت آلودگی هیبرید حاصله از تلاقی آن دو (جدول ۲)، بیانگر این است که هتروزیس در شرایط هر دو جدایه برای مقاومت به فوزاریوم سنبله وجود دارد. معنی‌دار شدن اثرات ژنتیکی غالبیت و واریانس بیان‌کنندهٔ هتروزیس برای مقاومت در برخی از تلاقی‌های F1 در آزمایش‌های دیگر نیز گزارش شده است (Snijders, 1990b; Tomasovic, 1998).

مقاومت به‌گسترش فوزاریوم درگندم در شرایط هر دو جدایه به مقدار زیادی توارث‌پذیر بود. توارث‌پذیری نسبتاً بالا توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (Singh *et al.*, 1995; Bai *et al.*, 1999; Snijders, 1990c). در آزمایش‌های مزرعه‌ای، با بررسی مقاومت ۲۳ فامیل F2، وارثت‌پذیری عمومی ۰/۸۹ - ۰/۰۵ گزارش شده است (Snijders, 1990c). در این تحقیق وراثت‌پذیری عمومی برای دو جدایه ۱۶۲ و ۱۷۱ به ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۸۶ برآورد شد (جدول ۵). اخیراً بای و همکاران

www.SID.ir

Archive

(Bai *et al.*, 1999) در چهار آزمایش گلخانه‌ای با بررسی نتاج حاصله از تلاقی Ning 7840 (به عنوان رقم مقاوم) با رقم Clark (رقم حساس) وراثت‌پذیری عمومی را ۸۶/۰ گزارش کرده‌اند که در محدودهٔ ۹۱/۰-۷۹/۰ متغیر بوده است. وراثت‌پذیری خصوصی در این مطالعه برای دو جدایه ۱۶۲ و ۱۷۱ به ترتیب ۶۳/۰ و ۵۹/۰ محاسبه گردید. در آزمایش سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 1995) وراثت‌پذیری خصوصی در تلاقی‌های مختلف ۹۳/۰-۶۶/۰ برآورد شده است.

با توجّه به مهم بودن اثر ژن‌های افزایشی در مقاومت به فوزاریوم سنبله گندم، که در این تحقیق نیز تأیید شد می‌توان انتظار داشت که انتخاب برای افزایش مقاومت به فوزاریوم سنبله می‌تواند مؤثر باشد. همچنین در کشورهای مختلف انتخاب دوره‌ای به منظور ترکیب ژن‌ها از منابع مختلف شروع شده است 1997; Rudd, 1997; Jiang *et al.*, 1994) (Chen *et al.*, 1997; De Galich,. لذا برای بالا بردن مقاومت ارقام موجود در ایران استفاده از این روش اصلاحی ممکن می‌باشد. در این روش والدین مناسب بایستی انتخاب شده و بین آن‌ها تلاقی و سپس انتخاب صورت گیرد. یک‌سری از والدین مورد نظر بایستی دارای مقاومت بالا و سری دیگر دارای صفات زراعی مطلوب باشند.

سپاسگزاری

از همکاران واحد پاتولوژی بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به خصوص آقای دکتر محمد ترابی و خانم مهندس سراج آذری به خاطر همکاری در طول مراحل اجرای این تحقیق تقدیر و تشکر می‌شود.

References

منابع مورد استفاده

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

Bai, G.H., Kollb, L., Shaner, G., and Domier, L.L. 1999. Amplified fragment lenght polymorphism markers linked to a major quantitative trait locus controlling scab resistance in wheat. Phytopathology 89: 343-48.

Bai, G.H., and Shaner, G. 1996. Variation in *Fusarium graminearum* and cultivar resistance to wheat scab. Plant Disease 80: 975-979.

Bai, G.H., Shaner, G., and Ohm, H. 1993. Inheritance of resistance to *Fusarium graminearum* in eight wheat cultivars. Phytopathology 83: 1414 (abstract).

Baker, R.J. 1978. Issues in diallel analysis. Crop Science 39: 88-94.

Ban, T. 1997. Genetic analysis of Fusarium head blight resistence using wheat double haploids. pp. 71-78. In: Dublin H.J., Gilbert, L., Reeves, J., and NcNab, A. (eds.)

www.SID.ir

Archive of SID

Fusarium Head Scab: General Status and Future Prospects. CIMMYT. Mexico, D.F.

Ban, T., and Suenga, K. 1998. Genetic analysis of resistance to *Fusarium* head blight caused by *Fusarium graminearum* in wheat. pp. 192-96. In: Slinkard A.E. (ed.) proceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium, Vol. 1, University of Saskatchewan, Canada.

Buerstmayr, H., Doldi, L., Lemmens, M., Steiner, B., Berlakovich, S., and Ruckenbauer, P. 1998. Analysis of *Fusarium* head blight (scab) resistance in wheat by classical, cytogenetical and molecular tools. pp. 197-199. In: Slinkard, A.E. (ed.) Proceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium, Vol. 1, University of Saskatchewan, Canada.

Buerstmayr, H., Lemmens, M., Fedak, G., and Ruckenbauer, P. 1999. Back-cross reciprocal momosomic analysis of *Fusarium* head blight resistance in wheat *(Triticum aestivum* L.). Theoretical and Applied Genetics 98: 76-85.

Buerstmayr, H., Lemmens, M., Grausgruber, P., and Ruckenbauer, P. 1997. Breeding for scab resistance in wheat: Inheritance of resistance and possibilities for *in vitro* selection. pp. 52-58. In: Dublin H.J., Gilbert, L., Reeves J., and McNab, A. (eds.) Fusarium Head Scab: General Status and Future Prospects. CIMMYT. Mexico, D.F.

Chen, J.L. 1989. Research on the inheritance of resistance to scab in famous scab resistant cultivar Sumai-3 and discussion on strategy of scab resistance breeding in wheat. Shannxi Journal of Agricultural Science 2: 2-12.

Chen, P., Liu, D., and Sun, W. 1997. New countermeasures of breeding wheat for scab resistance. pp. 59-65. In: Dublin H.J., Gillbert, L., Reeves, J., and McNab, A. (eds.) Fusarium Head Scab: General Status and Future Prospects. CIMMYT. Mexico, D.F.

De Galich, M.T.V. 1997. Fusarium head blight in Argentina. pp. 19-28. In: Dublin H.J., L. Gilbert, L., Reeves, J., and McNab, A. (eds.) Fusarium Head Scab: General Status and Future Prospects. CIMMYT. Mexico, D.F.

Dexter, J.E., Clear, R.M., and Preston, K.R. 1996. *Fusarium* head blight. Effect on the milling and baking of some Canadian wheats. Cereal Chemistery 73: 695-701.

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Australian Journal of Biological Science 9: 463-493.

Hilton, A.J., Jenkinson, P., Hollins, T.W., and Parry, D.W. 1999. Relationship between cultivar

www.SID.ir

Archive of SID

height and severity of Fusarium ear blight in wheat. Plant Pathology 48: 202-208.

Jiang, G., Wu, Z., and Huang, D. 1994. Effect of recurrent selection for resistance to scab (*Gibberella zeae*) in wheat. Euphytica 72: 107-113.

Jinks, J.L., and Hayman, B.I. 1953. The analysis of diallel crosses. Maize Genetics Newsletter 27: 48-54.

Johnes, R.K., and Mirocha, C.J. 1999. Quality parameters in small grain from Minnesota affected by Fusarium head blight. Plant Disease 83: 506-11.

Lin, Y., Yang, Z., and Wu, Z. 1992. Genetic analysis of resistance to scab (*Gibberella zeae*) in Wheat varieties from different regions. Acta Agricultural of Shanghhai 8: 31-36.

Liu, Z.Z., and Wang, Z.Y. 1991. Improved scab resistance in China: Sources of resistance problems. pp. 179-188. In: Saunders D.N. (ed.) Wheat for the Nontraditional Warm Areas. CIMMYT. Mexico.

Mather, K., and Jinks, J.L. 1982. Biometrical Genetics. 3rd ed., Chapman and Hall, London: UK. 396p.

Mesterhazy, A. 1997. Breeding for resistance to Fusarium head blight of wheat. pp. 79-85. In: Dublin H.J., Gilbert, L., Reeves, J., and McNab, A. (eds.) Fusarium Head Scab: General Status and Future Prospects. CIMMYT. Mexico, D.F.

Miedaner, T. 1997. Breeding wheat and rye for resistance to Fusarium diseases, review article. Plant Breeding 116: 201-220.

Rudd. J. 1997. Breeding wheat for scab resistance in the United State. pp. 66-70. In: Dublin H.J., Gilbert, L., Reeves, J., and McNab, A. (eds.) Fusarium Head Scab: General Status and Future Prospects. CIMMYT. Mexico, D.F.

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

Singh, R.P., Ma, H., and Rajaram, S. 1995. Genetic analysis of resistance to scab in spring wheat cultivar Frontana. Plant Disease 79: 238-240.

Snijders, C.H.A. 1990a. Fusarium head blight and mycotoxin contamination of wheat, a review. Netherlands Journal of Plant Pathology 96: 187-98.

Snijders, C.H.A. 1990b. Diallel analysis of resistance to head blight caused by *Fusarium culmorum* in winter wheat. Euphytica 50: 1-9.

www.SID.ir

Archive of SID

Snijders, C.H.A. 1990c. The inheritance of resistance to head blight caused by *Fusarium culmorum* in winter wheat. Eupytica 50: 11-18.

Tomasivic, S. 1998. Evaluation of wheat resistance to *Fusarium* head bliight (*Fusarium gramineanum* Schw.) through the most important grain yield components under the conditions of artificial and natural infection. pp. 326-328. In: Slinkard A.E. (ed.) Proceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium, Vol. 3, University of Saskatchewan, Canada.

Van Ginkel, M., Vanderschar, W., Yang, Z.P., and Rajaram, S. 1996. Inheritance of resistance to scab in two cultivars from Brazil and China. Plant Disease 80: 863-867.

Walsh, E.J., Fanning, M.J., and Bannon, E. 1998. An evaluation of screening techniques to assess Fusarium head blight resistance in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Cereal Research Communications 26: 59-66.

Wan, Y.F., Yen, C., and Yang, J.L. 1997. Sources of resistance to head scab in Triticum. Euphytica 94: 31-36.

Wang, Y.Z. 1997. Epidemiology and management of wheat scab in China. pp. 97-106. In: Dublin H.J., Gilbert, L., Reeves, J., and McNab, A. (eds.) Fusarium Head Scab: General Status and Future Prospects. CIMMYT. Mexico, D.F.

Wegner, M. 1992. Optimierung von saatgutpillierungen mit mikrobiellen anatagonisten zur biologischen Bekampfung von *Fusarium culmorum* (W. G. SM) Sacc. in Weizen. Diplomarbeit Universitat Güttingen, Germany.

آدرس نگارندگان:
عباس سعیدی - بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ۴۱۱۹، کرج ۳۱۵۸۵.
محمد عابدینی اسفهلانی - مرکز تحقیقات کشاورزی بلوچستان، ایرانشهر.
قاسم کریم‌زاده - گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
عزیزالله علیزاده - گروه بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

www.SID.ir