

"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: ۷۴-۸۷.

برای مطالعه نحوه 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. تجزیه دیالل به دوروش 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 اول به ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۶۳ و برای جدایه دوم 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 دوم می‌باشد که به گروه بیماری‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس ارائه شده است.

مقدمه

(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 عمده مقاومت به فوزاریوم سنبله عبارتند از: مقاومت به آلوده شدن اولیه و مقاومت به گسترش قارچ در بافت‌های میزبان (Schroeder and Christensen, 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 (1999 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; Mesterhazy, 1997; Tavarath et al., 1999).

توارث مقاومت بسته به مواد گیاهی و روش مورد استفاده به صورت مونوژنیک (Chen, 1989)، الیگوزنیک (1999, 1998, et al., 1999)

بیماری فوزاریوم سنبله گندم با عامل قارچی *Fusarium graminearum* یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گندم در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر بوده و در سال‌هایی 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 کمی عملکرد می‌شود. این کاهش ۳۰ تا ۷۰ درصد گزارش شده است (Miedaner, 1997; Tomasovic, 1998).

تخریب دانه‌های نشاسته، ذخایر پروتئینی و دیواره سلولی دانه‌ها موجب کاهش کیفیت نانوائی محصول می‌شود و با آسیب رساندن به جنین موجب کاهش قوه نامیه و بنیه بذر (Vigor) و ایجاد بلایت گیاهیچه 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 دامنه 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

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 ۶ گلدان (۳ گلدان به عنوان ۳ تکرار برای هر جدایه) کاشته و گلدان‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در روی سکوی گلخانه قرار داده شدند. کشت گیاهان در ۲۰ بهمن ۱۳۷۷ در گلخانه فوزاریوم بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر انجام شد. دمای گلخانه در مدت رشد گیاهان روی 20°C تنظیم شد و شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود. نور گلخانه به صورت طبیعی و تکمیلی توسط لامپ‌های ۴۰۰ W سدیمی تأمین می‌شد و شدت نور تقریباً برابر با ۱۶ هزار لوکس بود. مرحله داشت شامل آبیاری، کوددهی و سمپاشی به طور منظم و معمول انجام شد. کود مصرفی (N:P:K به نسبت ۰:۰:۴۶) به میزان یک گرم در سه مرحله به فاصله ۱۵ روز از هم به هر گلدان داده شد. مهم‌ترین آفت گلخانه، شته بود که به محض رویت آن، سمپاشی با متاسیستوکس -ار (Metasystox-R) با غلظت ۱/۵ در هزار با سمپاش دستی انجام می‌شد. همچنین با مشاهده سفیدک پودری از سم میلگو (Milgo) با ماده 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 ۱۶۲ و ۱۷۱ قارچ *F. graminearum* از واحد پاتولوژی بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات

1996; Ban and Suenaga, 1998; Buerstmayr (Van Ginkel *et al.*, و پلی ژنیک (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 مطالعه نحوه 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 مواد گیاهی شامل ۶ رقم گندم بهاره (*T. aestivum* L.) و ۱۵ 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 شیروودی، 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. بذره‌های هر ژنوتیپ توسط محلول هیپوکلریت سدیم ۲٪ (۲/۵ برابر رقیق شده وایتکس تجاری ۵٪) به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی و بعد سه مرتبه (هر مرتبه یک دقیقه) با آب مقطر استریل شسته شدند. برای جوانه‌زنی، بذره‌های ضدعفونی شده در داخل ظروف پتری حاوی کاغذ صافی، به مدت سه روز در انکوباتور 25°C قرار داده شدند. شرایط نوری برای جوانه‌زنی ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت

متفاوت گردید. علائم ظاهری بیماری از نقاط قهوه‌ای تیره یا آسوخته در روی گلوکوم‌ها تا زرد شدن سنبلیچه‌ها 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 داده یک تکرار در نظر گرفته شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و تجزیه دیال با استفاده از نرم‌افزار D₂ به دو روش گریفینگ (Griffing, 1956) (مدل ثابت و روش دووم) 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 تجزیه دیال با بررسی عوامل ایجادکننده آن را فراهم می‌آورد.

مقایسه 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

اصلاح و تهیه نهال و بذر دریافت گردید. برای تهیه مایه قارچ از روش به کاربرده شده توسط ممرآبادی (۱۳۷۶) استفاده شد (Wegner, 1992). برای این منظور مقدار ۵ گرم کلش خرد شده گندم را در ارلن‌های ۲۵۰ ml ریخته و به آن ۱۲۵ ml آب مقطر اضافه گردید. مجموعه حاصله را ۲ بار به فاصله ۲۴ ساعت در ۱۲۱ °C و فشار ۱ اتمسفر به مدت ۳۰ دقیقه اتوکلاو کرده پس از خنک شدن، یک تکه ۱ cm² از محیط کشت همراه با مسیلیوم‌های روی آن، برداشته و به ارلن‌ها اضافه شد. ارلن‌ها بر روی شیکر چرخشی (Rotary Shaker) در ۲۵ °C و ۱۲۰ دور در دقیقه قرار گرفتند. چهار روز بعد سوسپانسیون با غلظت تقریبی ۱۰^۶ اسپور (ماکروکنیدی) در هر میلی لیتر تولید شد. شمارش اسپورها توسط لام شمارش (Haemocytometer) انجام شد.

مایه‌زنی سنبله‌ها در اوایل مرحله گلدهی انجام شد. زمانی که بساک‌ها از وسط سنبله شروع به خارج شدن می‌کردند. با استفاده از میکروپیت (Micropipett)، ۵ μl از مایه قارچ در یکی از گلچه‌های وسطی هر سنبله تزریق شد. غلظت مورد استفاده مایه برای هر دو جدایه ۲ × ۱۰^۶ اسپور در هر میلی لیتر بود. سنبله‌های مایه‌زنی شده توسط آبیاش دستی مرطوب و در داخل کیسه 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

نسبت پیشنهادی بیکر (Baker, 1978) $[2MS_{GCA}/(2MS_{GCA}+MS_{SCA})]$ برای دو جدایه ۰/۹۴ و ۰/۹۳ به دست آمد که نشان دهنده نقش بیشتر اثرات افزایشی نسبت به اثرات غیر افزایشی در بیان مقاومت یا حساسیت می باشد.

(General Combining Ability= GCA) و خصوصی (Specific Combining Ability=SCA) در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۳). می توان نتیجه گرفت که بین ارقام از نظر GCA و SCA اختلاف وجود دارد. میانگین مربعات GCA از SCA بزرگتر بود و

جدول ۱ - میانگین مربعات گسترش بیماری فوزاریوم سنبله در ارزیابی ۶ رقم گندم همراه با ۱۵ F1 آن ها 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*

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	جدایه Isolate	
			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.

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪.

ns Not significant.

ns غیر معنی دار.

دهندگی میزان آلودگی آن می باشد. اثر SCA تلاقی بین تجن و فلات برای هر دو جدایه منفی و معنی دار بود و این با میانگین گسترش آلودگی F1 بین آن ها (جدول ۲) در توافق است و بیانگر وجود غالبیت برای مقاومت به فوزاریوم سنبله در هیبرید حاصله می باشد.

نتایج حاصله از تجزیه دیالل به روش هیمن و جینکز (جدول ۵) بیانگر این بود که مقادیر W_1+V_1 و W_1-V_1 معنی دار نیستند. معنی دار نشدن آن ها به ترتیب به معنی عدم وجود اثرات غالبیت و اثرات متقابل غیرآللی (اپیستازی)

اثرات GCA و SCA برای هر یک از والدین و تلاقی بین آن ها 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 می باشند. بررسی مقادیر GCA نشان داد که در شرایط هر دو جدایه، اثر GCA برای Wangshui-bai منفی و معنی دار می باشد، لذا می توان نتیجه گرفت که این رقم برای به دست آوردن آلودگی کمتر یا افزایش مقاومت، مناسب می باشد. بر عکس رقم فلات اثر GCA معنی دار مثبت داشت که نشان دهنده اثر افزایش

جدول ۲ - مقایسه میانگین (\pm SE) گسترش بیماری فوزاریوم سنبله در ارزیابی ۶ رقم گندم

همراه با F1 آن‌ها با دو جدایه *G. graminearum*

Table 2. Means (\pm 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 \pm 0.28 a	4.85 \pm 0.15 a
Shiroodi	4.58 \pm 0.28 a	4.81 \pm 0.19 a
Atrak x Tajan	4.38 \pm 0.05 ab	4.67 \pm 0.21 a
Tajan	4.35 \pm 0.33 ab	4.67 \pm 0.33 a
Falat x Tajan	4.35 \pm 0.41 ab	4.37 \pm 0.25 ab
Tajan x Shiroodi	4.29 \pm 0.39 ab	4.37 \pm 0.28 ab
Tajan x Nanjing 8201	4.41 \pm 0.34 ab	4.34 \pm 0.18 ab
Atrak	3.89 \pm 0.35 abc	4.20 \pm 0.50 ab
Shiroodi x Falat	3.83 \pm 0.07 abc	4.18 \pm 0.19 ab
Nanjing 8201 x Atrak	3.43 \pm 0.23 bcd	4.16 \pm 0.50 ab
Tajan x Falat	3.18 \pm 0.44 cd	4.04 \pm 0.22 abc
Tajan x Wangshui-bai	3.18 \pm 0.29 cd	4.03 \pm 0.55 abc
Shiroodi x Atrak	3.15 \pm 0.17 cd	3.99 \pm 0.22 abc
Wangshui-bai x Falat	3.15 \pm 0.05 cd	3.92 \pm 0.21 abc
Nanjin 8201 x Falat	3.07 \pm 0.14 cd	3.61 \pm 0.40 bcd
Shiroodi x Nanjin 8201	3.06 \pm 0.36 cd	3.56 \pm 0.19 bcd
Nanjin 8201	2.98 \pm 0.33 cd	3.50 \pm 0.25 bcd
Nanjin 8201 x Wangshui-bai	2.56 \pm 0.23 de	3.17 \pm 0.42 cde
Atrak x Wangshui-bai	2.53 \pm 0.36 de	2.97 \pm 0.33 cde
Shiroodi x Wangshui-bai	2.01 \pm 0.19 e	2.59 \pm 0.30 e
Wangshui-bai	1.85 \pm 0.28 e	1.63 \pm 0.09 e

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

جدول ۳ - میانگین مربعات قابلیت ترکیب پذیری عمومی (GCA) و قابلیت ترکیب پذیری خصوصی (SCA) برای مقاومت به گسترش بیماری فوزاریوم سنبله گندم در مقابل دو جدایه *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 S.O.V.	درجه آزادی df	جدایه Isolate	
		162	171
GCA	5	1.94**	1.75**
SCA	15	0.27**	0.25**
خطا E	40	0.08	0.08
$\frac{2GCA}{2GCA+SCA}$		0.94	0.93

** Significant at 1% level.

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪

ns Not significant.

ns غیر معنی دار.

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 ($\bar{UV} = H_2/H_1$) کمتر از ۰/۲۵ محاسبه شد و لذا می‌توان نتیجه گرفت که فراوانی ژن‌های افزایش دهنده (غالب) و کاهش دهنده (مغلوب) مقاومت در مجموعه والدین با هم برابر نیست. سطح غالبیت از یک مکان ژنی به مکان ژنی دیگر (I) برای جدایه ۱۶۲ تقریباً نزدیک صفر و برای جدایه ۱۷۱ نزدیک یک برآورد شد که می‌تواند بیانگر این مطلب باشد که برای جدایه اول غالبیت مشاهده شده برای همه مکان‌های ژنی ثابت می‌باشد، در صورتی که برای جدایه دوم غالبیت در مکان‌های ژنی متفاوت می‌باشد.

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 غیرآلی می‌باشد. واریانس اثرات افزایشی (D) نسبت به جزء مربوط به واریانس اثرات غالبیت ژن‌ها (H_1 و H_2) بزرگتر بوده و این نشان دهنده 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. درجه غالبیت ($\sqrt{H_1/D}$) کوچکتر از یک برآورد شد، که گویای غالبیت نسبی می‌باشد. نسبت

جدول ۴- اثرات قابلیت ترکیب پذیری عمومی (روی قطر) و قابلیت ترکیب پذیری خصوصی (بالای قطر) برآورد شده برای مقاومت به گسترش بیماری فوزاریوم سنبله در مقابل دو جدایه *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.

واریانس ژنتیکی غیرافزایشی (غالبیت و ایستازی) را در ایجاد مقاومت به گسترش فوزاریوم سنبله و تأثیر کم 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

وراثت‌پذیری عمومی (h_{bs}^2) بزرگتر از وراثت‌پذیری خصوصی (h_{ns}^2) برآورد شد. برای دو جدایه ۱۶۲ و ۱۷۱ وراثت‌پذیری عمومی 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 اهمیت بیشتر واریانس ژنتیکی افزایشی نسبت به

جدول ۵- پارامترهای تجزیه ژنتیکی برای مقاومت به گسترش فوزاریوم

سنبله در مقابل دو جدایه *F. graminearum*

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

Parameter	Isolate	
	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 significant.

وجود نداشت (جدول ۵) و همچنین ضرایب همبستگی بین میانگین والد مشترک و مجموع واریانس و کوواریانس نیز معنی دار نبود. لذا می توان نتیجه گیری کرد که پراکندگی والدین در اطراف خط رگرسیون کواریانس بر روی واریانس معنی دار نیست. یا به عبارت دیگر بین موقعیت

مغلوب با فنوتیپ والد مشترک همبستگی معنی داری ندارد. تعداد فاکتورهای مؤثر یا ژن هایی که به صورت غالب و مغلوب عمل می کنند (K) کمتر از یک برآورد شد. چون بین مجموع واریانس و کوواریانس (W_r+V_r) ردیف ها، اختلاف معنی دار

که در توافق با گزارش لین و همکاران (Lin et al., 1992) می‌باشد. با توجه 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 اصلاح‌گندم بتوان مقاومت به فوزاریوم سنبله را در ارقام مورد نظر افزایش داد. در بررسی اثر SCA تلاقی‌ها نیز مشخص شد که در برخی از تلاقی‌ها اثرات SCA معنی‌دار است. برای نمونه در شرایط هر دو جدایه اثر SCA تلاقی فلات با تجن در جهت مطلوب معنی‌دار شده بود. مقایسه 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 بیان‌کننده هتروزیس برای مقاومت در برخی از تلاقی‌های F1 در آزمایش‌های دیگر نیز گزارش شده است (Snijders, 1990b; Tomasovic, 1998).

مقاومت به گسترش فوزاریوم در گندم در شرایط هر دو جدایه به مقدار زیادی توارث‌پذیر بود. توارث‌پذیری نسبتاً بالا توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (Singh et al., 1995). در آزمایش‌های مزرعه‌ای، با بررسی مقاومت ۲۳ فامیل F2، وراثت‌پذیری 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

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 (تجزیه گرافیکی) خودداری می‌شود.

بحث

تشکیک 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 استفاده در 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 (1990b, c; Bai et al., 1993; Ban, 1997; Buerstmayr et al., 1997; Snijders,

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

از منابع مختلف شروع شده است (1997; Rudd, 1997; Jiang et al., 1994) (Chen et al., 1997; De Galich, 1997). 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.

Referencens

- 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 length 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 resistance using wheat double haploids. pp. 71-78. In: Dublin H.J., Gilbert, L., Reeves, J., and McNab, A. (eds.)

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

با توجه 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

منابع مورد استفاده

- 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 Ruckebauer, 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 Ruckebauer, 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 Ruckebauer, 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 Chemistry 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

- 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 Shanghai* 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.

- Snijders, C.H.A. 1990c.** The inheritance of resistance to head blight caused by *Fusarium culmorum* in winter wheat. *Eupytica* 50: 11-18.
- Tomasovic, S. 1998.** Evaluation of wheat resistance to *Fusarium* head bliight (*Fusarium graminearum* 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 Bekämpfung von *Fusarium culmorum* (W. G. SM) Sacc. in Weizen. Diplomarbeit Universität Göttingen, 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 بیماری شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.