Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۲۳ ، شماره ۳، سال ۱۳۸٦

تجزیه ژنتیکی مقاومت به سفیدک پودری در جو
Genetic Analysis of Resistance to Powdery Mildew in Barley

فرزان طاهری، منصوره کشاورزی، مهران پاتپور، سیدعلیرضا ولدآبادی و حسن سلطانلو

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۲/۱۴

چکیده

طاهری، ف.، کشاورزی، م.، پاتپور، م.، ولدآبادی، س. ع.، و سلطانلو، ح. ۱۳۸۶. تجزیه ژنتیکی مقاومت به سفیدک پودری در جو. **نهال و بذر** ۲۳: ۳۱۱-۳۲۳.

برای بررسی نحوه توارث مقاومت به سفیدک پودری، از چهار رقم جو به نام‌های افضل، هبه، لژیا و ایگری و شش نتاج F_1 حاصل از آن‌ها در یک طرح آمیزشی دای آلل یک طرفه استفاده شد. برای این منظور اجزای مقاومت شامل دوره کمون و تیپ آلودگی یادداشت‌برداری شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها برای صفات دوره کمون و تیپ آلودگی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. تجزیه دای آلل با روش‌های پیشنهادی گریفینگ و هیمن- جینکز نشان داد که برای هر دو صفت واریانس غلبه از اهمیت بالایی برخوردار بود . در میان والدین رقم ایگری، بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی را در جهت افزایش مقاومت داشت و در میان هیبریدها به ترتیب هبه × افضل و افضل × ایگری بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی را در جهت افزایش مقاومت داشتند. نتایج همچنین نشان داد که فراوانی ژن‌های مقاومت غالب بیشتر از ژن‌های مغلوب بود. توارث‌پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب ۹۸/۳٪ و ۳۶/۵٪ برآورد شد. کم بودن وراثت‌پذیری خصوصی نشان‌دهنده این بود که انتخاب در جهت کاهش صفت دوره کمون و تیپ آلودگی چندان مؤثر نخواهد بود. درجه غالبیت برای دو صفت دوره کمون و تیپ آلودگی بیش از یک به دست آمد که تأییدکننده عمل غالبیت و فوق غالبیت ژن‌ها در کنترل این دو صفت بود.

واژه‌های کلیدی: جو ، سفیدک پودری، نحوه توارث، دا ی آلل کراس.

قسمتی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول که به گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

سفیدک پودری جو *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* یکی از مهم‌ترین بیماری‌های جو در اکثر نقاط دنیا است که در شرایط مساعد به صورت همه‌گیری بروز می‌کند (Brown and Frey, 1969؛ Buesen *et al*., 1996).

لیمپرت (Limpert , 1987) میزان خسارت این بیماری را در کل اروپا سالیانه یک میلیارد مارک برآوردکرده است. در ایران نیز در صورت مساعد بودن شرایط آب و هوایی و همه‌گیری سفیدک پودری بروز می نماید (بهداد، ۱۳۶۹).

غلبه این بیماری بر روی ارقام مقاوم به وفور گزارش شده است(Brown and Frey, 1969). توان بالای بیمارگر در ایجاد موتاسیون در جهت کسب خصوصیات جدید بیماریزایی می‌تواند منجر به همه‌گیری‌های وسیع وخسارت بار شود که مقابله با آن مستلزم دردست‌بودن منابع جدید مقاومت به‌نژادهای بیماریزای عامل بیماری است. یکی از مؤثرترین راه‌های کنترل بیماری، شناسایی منابع مختلف‌مقاومت است که مستلزم شناخت زمینه‌ها و اجزاء مقاومت و نحوه توارث صفات دخیل در مقاومت است (کیا و پاتپور، ۱۳۸۳). بررسی‌های انجام شده برای تعیین نحوه توارث مقاومت به سفیدک پودری در ارقام بومی و غیربومی نشان داده که مقاومت به این بیماری توسط تعداد کمی ژن کنترل می‌شود (Wolf, 1972). به طور کلی سه نوع مکانیسم اصلی مقاومت ذکر شده است که شامل مقاومت اختصاصی، غیراختصاصی و غیرمیزبان هستند.

مقاومت اختصاصی با ژن‌های *Mla* کنترل می‌شود که در مرحله گیاهچه‌ای بروز می‌کند و بر اساس فرضیه ژن برای ژن فلور (Flor, 1971) موجب مقاومت در برابر نژاد خاصی از بیمارگر می‌شود.

یورگنسن (Jorgensen, 1977) و لینگجار و همکاران (Lyngkjar *et al*., 1995) مقاومت غیراختصاصی در جو را توسط ژن‌های مغلوب *mlo* می‌دانند که موجب ایمنی گیاه نسبت به کلیه جدایه‌های قارچ می‌شود. هیس (Heath, 1986) معتقد است که مقاومت غیرمیزبان که ژنتیک آن به خوبی شناخته نشده و عموماً چندژنی است، گیاه را از کلیه عوامل بیماری بالقوه از جمله سفیدک پودری محافظت می‌کند. کاربرد عملی نوع ژن‌های مقاومت موجود در جو به منظور اصلاح برای مقاومت، مستلزم شناخت نحوه توراث آن‌ها است، بنابراین دستیابی به منابع مقاومت و انتقال آن به ارقام پرمحصول یکی از اصولی‌ترین و مؤثرترین راه‌های کنترل به شمار می‌آید. یکی از موثرترین روش‌های شناسایی و تجزیه و تحلیل پارامترهای ژنتیکی، تجزیه دیالل است. در مورد بررسی نحوه توارث مقاومت به بیماری‌ها، از جمله بیماری سفیدک پودری در جو می‌توان به مطالعات نقوی و همکاران (۱۳۸۱)، Hasm and Zeller (1998) و Balkema-Boostra and Broek (1993)

www.SID.ir

Archive of SID

اشاره کرد. هدف اصلی این تحقیق شناسایی نحوه توارث مقاومت به سفیدک پودری و همچنین تجزیه و تحلیل پارامترهای ژنتیکی و شناسایی بهترین نوع تلاقی است که در هر برنامه اصلاحی مورد نیاز است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

برای تعیین مقاومت ژنتیکی، چهار رقم جو زمستانه و نیمه‌زمستانه به نام‌های ایگری (مقاوم)، هبه (نیمه مقاوم)، افضل (حساس)، لژیا (نیمه‌حساس) که از واحد پاتولوژی غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر معرفی شده بودند، در خطوط سه متری در چهار ردیف در مزرعه مؤسسه واقع در کرج کاشته شدند و پس از انجام تلاقی، بذرهای هیبرید برای آزمایش‌های گلخانه‌ای برداشت شدند.

تکثیر قارچ و مایه‌زنی

برای تکثیر اسپور در گلخانه از رقم حساس اَفضل استفاده شد. پس از رشد برگ‌های اول و ظاهر شدن برگ دوم مایه‌زنی با استفاده از مخلوط پودرتالک و اسپور قارچ انجام شد. پس از مایه‌زنی گلدان‌ها، سرپوش‌های پلاستیکی روی آن‌ها گذاشته شد و پس از آن به گلخانه‌ای با دمای ۲±۲۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۷۵ الی ۸۰ درصد و ۱۶ ساعت روشنایی منتقل شدند. پس از گذشت دوازده روز از مایه‌زنی، روی برگ‌ها پوشش‌های کلونی سفید رنگ مایل به خاکستری ظاهر شد و با گذشت بیست روز تعداد آن‌ها در سطح برگ بیشتر شد. بعد از این که اسپورزایی به حد کافی رسید و رنگ برگ‌ها از سبز به زرد تغییر یافت و سطح آن‌ها پر از اسپور قارچ شد، برای جمع‌آوری اسپورها اقدام شد. برای این منظور گلدان‌ها را بر روی یک ورقه آلومینیومی تکان داده و اسپور آن‌ها جمع‌آوری شد. در این مرحله دقت می‌شد که اسپور قارچ با اسپور قارچ‌های دیگر مخلوط نشود. به منظور تعیین بیماری‌زایی (Virulence) جدایه قارچ که در این آزمایش به کار رفته بود ابتدا بذر لاین‌های تقریباً ایزوژنیک (Near-isogenic lines) به تعداد ۱۵ تا ۲۰ بذر روی کاغذ صافی مرطوب در تشتک پتری قرار داده شدند. معمولاً بعد از گذشت ۷۲ ساعت ۱۰ الی ۲۰ عدد بذر جوانه زده از هر رقم که رشد یکسانی داشتند را انتخاب نموده و در گلدان‌های به قطر ۱۵ سانتی‌متر که حاوی دو قسمت خاک استریل، یک قسمت خاک برگ و یک قسمت ماسه بود کا شته شدند. پس از کامل شدن برگ اول، ابتدا گلدان‌ها با آب مقطر به اضافه روغن توئین- ۲۰ به نسبت یک قطره در یک لیتر (به منظور پخش یکنواخت آب و چسبندگی سطح برگ) مه‌پاشی شده و سپس یک نمونه از سفیدک پودری همراه با پودر تالک به نسبت ۱:۴ به روش پودرپاشی مایه‌زنی شد. روی گلدان‌های تیمار شده سرپوش‌های شفاف پلاستیکی گذاشته شد. پس از آن گلدان‌ها به گلخانه‌ای با درجه حرارت ۲±۲۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت

www.SID.ir

Archive of SID

نسبی ۷۵ الی ۸۰ درصد و ۱۶ساعت روشنایی منتقل شدند. در روز دوازدهم یادداشت‌برداری از تیپ آلودگی به روش مینز و دیتز (Mains and Dietz, 1930) در مقیاس ۴-۰ انجام شد و این یادداشت‌برداری تا روز بیستم ادامه داشت. در این روش تیپ آلودگی ۴ را به عنوان بیماریزایی و تیپ‌های آلودگی ۳-۰ به عنوان غیربیماریزایی (Avirulence) در نظر گرفته شدند. پس از برداشت بذر تلاقی‌های دیالل در خرداد ۱۳۸۳ در اواسط تیر ماه ۱۳۸۳ تعداد ده عدد بذر از هر یک از تلاقی‌ها انتخاب و در داخل تشتک پتری که در داخل آن کاغذ صافی مرطوب گذاشته شده بود به طور مرتب چیده وبرای جوانه‌زنی داخل ژرمیناتور در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سه روز بعد از جوانه‌زنی ۸-۵ عدد بذر از هر رقم که رشد یکسانی داشتند را انتخاب کرده و در گلدان‌هایی به قطر ۱۵ سانتی‌متر حاوی دو قسمت خاک استریل، یک قسمت خاک برگ و یک قسمت ماسه کاشته و در دمای ۲۰- ۱۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در مرحله کامل شدن برگ اول مایه‌زنی ارقام مورد بررسی نیز مطابق روش‌های قبل انجام شد.

برای اندازه‌گیری اولین جز مقاومت یعنی دوره کمون که بیانگر تعداد روز از زمان مایه‌زنی تا ظهور اولین پوشش‌های کلونی سفیدک پودری بر روی برگ‌ها است، پنج روز بعد از مایه‌زنی، برگ‌های اول و دوم هر گیاه به دقت بررسی شد و در صورت مشاهده اولین کلونی یک حلقه سیم رنگی دور ساقه آن گیاه قرار داده تا از بقیه مشخص شود. در روز بیستم نیز یادداشت‌برداری تیپ آلودگی به روش مینز و دیتز (Mains and Dietz, 1930) در مقیاس۴-۰ انجام شد. نتایج تیپ آلودگی و دوره کمون والدین و گیاهان F_1 با روش‌های گریفینگ (Griffing, 1956) و جینکز و هیمن (Jinks and Hayman, 1953) تجزیه شدند. با استفاده از این دو روش پارامترهای ژنتیکی از قبیل ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، وراثت‌پذیری، هتروزیس، پراکنش آلل‌های غالب و مغلوب در والدین، تعیین نوع عمل ژن، تعیین میانگین درجه غالبیت، تعیین وجود یا عدم وجود اپیستازی و اجزای واریانس ژنتیکی محاسبه شد. به دلیل نرمال بودن داده‌ها، تبدیلی بر روی آن‌ها صورت نگرفت.

نتایج و بحث

نتایج تعیین فرمول بیماریزایی قارچ عامل بیماری (جدایه کرج) مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به عکس‌العمل‌های به دست آمده و ارزش‌های تعیین شده برای هر کدام از ارقام تقریبا ایزوژنیک (NILs) براساس روش مینز و دیتز (۱۹۳۰)، جدایه کرج برای ژن‌های *Ml*at ، *Ml*nn ، *Ml*c ، *Ml* (*Du*2) . *Ml*a10 ، *Ml*a9 ، *Ml*a8 ، *Ml*h و *Ml*(La) بیماریزایی داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

همانطوری که در جدول ۲ مشاهده می‌شود تمام ژنوتیپ‌ها از نظر صفات دوره کمون و تیپ آلودگی در سطح احتمال ۱٪ با هم اختلاف معنی‌داری داشتند. گروه‌بندی ارقام به روش دانکن در جدول ۳ ارائه شده است. براساس تیپ آلودگی ژنوتیپ‌ها در سه گروه و براساس دوره کمون در دوگروه قرار گرفتند و اختلاف معنی‌دار بین ارقام امکان تجزیه ژنتیکی و محاسبه نحوه توراث صفات دخیل در مقاومت را داد.

دوره کمون

الف - تجزیه دیالل به روش جینکز و هیمن

نتایج تجزیه به روش جینکز و هیمن (Jinks and Hayman, 1953) نشان داد که مقدار انحراف ضریب رگرسیون از عدد یک (B-۱) برای دوره کمون معنی‌دار نبود (جدول۴) که نشان دهنده صحیح بودن فرضیات جینکز و هیمن و همچنین عدم وجود آلل‌های چندگانه در صفت مورد نظر است. مقدار W_r-V_r برای صفت دوره کمون معنی‌دار نبود (جدول ۵) که نشان‌دهنده عدم وجود اپیستازی است و مقدار W_r+V_r (جدول ۶) در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود که نشان‌دهنده حضور غالبیت است. با توجه به جدول۴ مقادیر H_2 ، F ، D و H_1 برای صفت دوره کمون به ترتیب ۲/۴۸، ۱۰/۷۲۶، ۷/۹۰۲، ۴/۰۱۸ به دست آمد که کم بودن مقدار D از مقادیر H_1 و H_2 نشان‌دهنده این است که جزء غیرافزایشی نسبت به جزء افزایشی از اهمیت بیشتری برخوردار است. مثبت بودن مقدار F بیانگر این است که آلل‌های غالب نسبت به آلل‌های مغلوب دارای فراوانی بیشتری هستند. میانگین درجه غالبیت بیشتر از واحد بود که بیانگر غالبیت است. مقادیر درجه غالبیت نشان می‌دهد که ژن‌های کنترل‌کننده صفت دوره کمون در مرحله گیاهچه‌ای به صورت فوق غالبیت عمل می‌کنند. این نتایج با نتایج به دست آمده توسط قنادها و همکاران (Ghannadha *et al*., 1995) بر روی زنگ زرد گندم مطابقت دارد. عرض از مبدأ خط رگرسیون برابر با ۲/۱۳- به دست آمده که نشان‌دهنده فوق غالبیت است. این نتیجه با نتایج حاصل از تجزیه گرافیکی مطابقت دارد.

مقدار $0.5F/\sqrt{D(H_1 - H_2)}$ ، ۰/۷۵ به دست آمد که نشان‌دهنده یکسان نبودن توزیع فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در مکان‌های ژنی کنترل‌کننده این صفت است. مقدار K یا تعداد عوامل مؤثر در صفت دوره کمون نزدیک به یک برآورد شد. میانگین حاصلضرب فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب برابر با ۰/۱۸۴ به دست آمد. اگر این نسبت نزدیک ۰/۲۵ باشد، نشان‌دهنده این است که ژن‌های غالب و مغلوب با فراوانی یکسان در والدین وجود دارند. بنابراین کمیت این پارامتر نشان‌دهنده این مطلب است که فراوانی ژن‌ها برای کاهش و افزایش دوره کمون یکسان نیست نسبت ژن‌های غالب به مغلوب ۲/۲۷ بود که بیشر بودن این مقدار از یک نشان‌دهنده این است که فراوانی ژن‌های

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- لاین‌های استاندارد تقریباً ایزوژنیک به کار برده شده برای تعیین بیماریزایی و واکنش‌های مشاهده شده به جدایه کرج عامل سفیدک پودری جو

Table 1. Standard near- isogenic lines used to determine virulence and their responses to Karaj isolate of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

شماره No.	Dif.	نام Name	منشاء Origen	ژن Gene	تیپ آلودگی Infection type*	عدم بیماریزایی/ بیماریزایی Avirulence/ virulence
1	P-01	ISO 1R	CI 16137 Algerian	*Ml*-a, +?	2	A
2	P-02	Ricardo	CI 6306 (Ricardo)	*Ml*-a3	3	A
3	P-03	ISO 20R	CI 16151 Franger	*Ml*-a6. *Ml*-a14	0	A
4	P-04A	Nordal	Carlsberg Heine 4808	*Ml*-a7. *Ml*-k, +?	0	A
5	P-04B	Nordal	Carlsberg Heine 4808	*Ml*-a7.+?	0	A
6	P-05	Barley	Filler	Filler	0	A
7	P-06	ISO 10R	CI 16147 Multan	*Ml*-a7, *Ml*-(LG2)	0	A
8	P-07	Mona	Svalof Monte Cristo	*Ml*-a9, *Ml*-k	0	A
9	P-08A	Senat	Svalof Triple Awn Lemma	*Ml*-a9, *Ml*-k	0	A
10	P-08B	Senat	Svalof Triple Awn Lemma	*Ml*-a9	4	V
11	P-09	ISO 12R	CI 16194 Durani	*Ml*-a10. *Ml*-(Du2)	4	V
12	P-010	Emir	Cebeco Arabische	*Ml*-a12	0	A
13	P-011	Rupal	Svalof Rupee	*Ml*-a13. *Ml*-(Ru3)	0	A
14	P-012	HOR 1657	HOR 1657 (HOR 1657)	*Ml*-c	4	V
15	P-017	MC gene2	Svalof Monte Cristo	*Ml*-k	3	A
16	P-018	Nigrinudum	CI 11549 (Nigrinudum)	*Ml*-nn	4	V
17	P-019	ISO 5R	CI 16145 Psaknon	*Ml*-p	2	A
18	P-020	Atlas	CI 4118 Coast	*Ml*-at	4	V
19	P-021	Deba	Abed Weihenstephan MR II	*Ml*-g-*Ml*-(Cp)	3	A
20	P-022	Riso 5678	CI 15219 Mut.in Carlsberg II	*ML*-05	0	A
21	P-023	Lofa	Abed H. laovigatum	*Ml*-(La)	4	V
22	P-024	ISO 3R	CI 16141 Hanna	*Ml*-h	4	V
23	PALLAS	PALLAS	Svalof MUT. IN BONUS	*Ml*-a8	4	V

* According to Mins and Dietz (1930) method

* براساس روش مینز و دیتز (۱۹۳۰)

A: Avirulent

A: غیر بیماریزا

V: Virulent

V: بیماریزا

غالب بیشتر از مغلوب است. علامت مثبت F ، نیز این مطلب را تأیید می‌کند. وراثت‌پذیری خصوصی و عمومی برابر با ۰/۲۳ و ۰/۹۷ تخمین زده شد. شکل ۱ پراکندگی ژنتیکی والدین را در اطراف خط رگرسیون نشان می‌دهد. والد افضل دارای بیشترین آلل مغلوب و والد لژیا دارای بیشترین آلل غالب می‌باشد.

ب- تجزیه دیالل به روش گریفینگ

مقادیر قدرت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) با توجه به جدول ۷ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. این نشان می‌دهدکه ژنوتیپ‌ها از نظر GCA و SCA با هم اختلاف زیادی دارند. نسبت پیشنهادی بیکر ۵۵٪ بود که کم بودن این نسبت بیانگر اهمیت

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتر جزء غیرافزایشی نسبت به افزایشی در مورد صفت دوره کمون است. این نتیجه مطابق با نتیجه به دست آمده توسط نقوی و همکاران (۱۳۸۱) هسم و زلر (Hasm and Zeller, 1998) بر روی سفیدک پودری در جو است. در نتایج تجزیه جینکز و هیمن (Jinks and Hayman, 1953) کم بودن مقدار D از H_1 و H_2 نیز این نتیجه را تأئید می‌کند. درصد وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی به ترتیب برابر ۰/۹۸ و ۰/۵۴ بود. مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی وخصوصی در جدول ۸ نشان داده شده است. تمام والدها و هیبریدها به غیر از والد هبه در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار به دست آمد. مقدار ترکیب‌پذیری عمومی والد ایگری از همه والدها بیشتر شد که نشان‌دهنده مقاوم بودن این والد است و در میان هیبریدها، هیبرید هبه× افضل با داشتن بیشترین مقدار ترکیب‌پذیری خصوصی بهترین هیبرید از نظر افزایش دوره کمون (افزایش مقاومت) بود.

تیپ آلودگی

الف- تجزیه دای آلل به روش جینکز و هیمن

همان طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود مقدار انحراف رگرسیون از یک معنی‌دار نبود و بیانگر این است که فرضیات جینکز و هیمن در مورد صفت تیپ آلودگی صدق می‌کند. با توجه به معنی‌دار شدن ارزش W_r+V_r (جدول۶) که نشان‌دهنده حضور غالبیت در صفت تیپ آلودگی است، همچنین با توجه به جدول ۵ مقدار V_r-W_r معنی‌دار شده و نشان می‌دهد که اثر متقابل غیرآللی یا اپیستازی در مورد این صفت حضور دارند. با توجه به جدول ۴ مقادیر H_2 ، H_1، D، F برای صفت تیپ آلودگی به ترتیب برابر ۲/۹۳، ۱۰/۶۹، ۴۱۶ /۷ و ۲/ ۵۷ به دست آمد. مقدار D کمتر از H_1 و H_2 بود که بیانگر اهمیت بیشتر جز غیرافزایشی نسبت به جز افزایشی در افزایش تیپ آلودگی (مقاومت کمتر) است. میانگین درجه غالبیت بیشتر از یک به دست آمد و مقادیر درجه غالبیت نشان می‌دهد که ژن‌های کنترل‌کننده صفت تیپ آلودگی در مرحله گیاهچه‌ای به صورت فوق غالبیت عمل می‌کنند که این نتایج مطابق نتایج به دست آمده نقوی و همکاران (۱۳۸۱) بر روی سفیدک پودری در جو است. همچنین نتایج مشابهی توسط قنادها و همکاران (۱۹۹۵) بر روی زنگ زرد گزارش شد. میانگین حاصلضرب فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب ۰/۱۷ برآورد شد که نزدیک بودن این نسبت به مقدار ۰/۲۵ نشان‌دهنده این مطلب است که فراوانی ژن‌های غالب و مغلوب برای کاهش و افزایش تیپ آلودگی یکسان نیست. مقدار $0.5F/\sqrt{D(H_1-H_2)}$ ، ۰/۴۱ به دست آمد و نشان‌دهنده یکسان نبودن توزیع فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب در محل‌های ژنی کنترل‌کننده این صفت است. تعداد عوامل مؤثر یا پارامتر K نیز نزدیک یک تخمین زده شد. مقدار عرض از مبدأ خط رگرسیون ۰/۵۴- به دست آمد که نشان‌دهنده فوق غالبیت است. این

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه با نتایج حاصل از تجزیه گرافیکی مطابقت دارد نسبت ژن‌های غالب به مغلوب ۱/۵۹ به دست آمد که نشان‌دهنده این است فراوانی ژن‌های غالب بیشتر از ژن‌های مغلوب است. با توجه به شکل ۲ که پراکندگی ژنتیکی والدین را در اطراف خط رگرسیون نشان می‌دهد، والد افضل دارای بیشترین آلل مغلوب و والد لژیا دارای بیشترین آلل غالب هستند. وراثت‌پذیری خصوصی و عمومی به ترتیب ۴۹٪ و ۹۹٪ به دست آمد. کم بودن وراثت‌پذیری خصوصی

جدول ۲- تجزیه واریانس دوره کمون و تیپ آلودگی برای ژنوتیپ‌های جو مایه‌زنی شده با جدایه کرج عامل سفیدک پودری جو

Table 2. Analysis of variance for latent period and infection types of barley genotypes inoculated with Karaj isolate of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	دوره کمون Latent period	تیپ آلودگی Infection type
Block	بلوک	2	0.109	0.1970
Genotypic	ژنوتیپ	9	6.92**	9.095*
Error	خطا	18	0.215	0.0698

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Significant at 5% and 1% level, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین دوره کمون و تیپ آلودگی ژنوتیپ‌های جو مایه‌زنی شده با جدایه کرج عامل سفیدک پودری جو

Table 3. Means of latent period and infection types of barley genotypes inoculated with Karaj isolate of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

ژنوتیپ Genotype	دوره کمون Latent period	تیپ آلودگی Infection type
Igri	20.00 a	0.000 c
Igri × Logia	5.27 b	3.533 a
Igri × Hebe	20.00 a	0.000 c
Igri × Afzal	20.00 a	0.000 c
Logia	5.20 b	2.817 b
Logia × Hebe	5.66 b	2.777 b
Logia × Afzal	5.52 b	3.537 a
Hebe	5.08 b	3.583 a
Hebe × Afzal	5.20 b	3.520 a
Afzal	5.17 b	3.667 a

حروف مشابه بعد از میانگین‌ها در هر ستون، بر اساس آزمون چنددامنه ای دانکن بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین آن‌ها است.

The same letters after the means in each column indicates the lack of significant differences between them according to Duncan's Muliple Range Test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- تجزیه آماری ژنتیکی برای صفات دوره کمون و تیپ آلودگی در واکنش به جدایه کرج عامل سفیدک پودری جو

Table 4. Genetic statistical analysis for latent period and infection type in response to Karaj isolate of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

مقدار Parameter	دوره کمون Latent period	تیپ آلودگی Infection type
$B-1$	1.022±0.5780 ^{ns}	0.494 ± 0.175^{ns}
$D \pm S.E_{(D)}$	2.483±0.531	2.938 ± 0.803
$H_1 \pm S.E_{(H_1)}$	10.726 ± 1.544	10.690 ± 2.335
$H_2 \pm S.E_{(H_2)}$	7.902 ± 1.425	7.416 ± 2.155
$F \pm S.E_{(F)}$	4.018 ± 1.360	2.579 ± 2.063
$\sqrt{\frac{H_1}{D}}$	2.078	1.907
$\frac{H_2}{4H_1}$	0.184	0.173
$0.5F/\sqrt{D(H_1+H_2)}$	0.758	0.415
K	0.146	0.116
a	-2.130	-0.542
$\frac{K_D}{K_R}$	2.274	1.597
$h^2_{N.s}$	0.239	0.491
$h^2_{B.s}$	0.974	0.992

ns : Not significant

ns : غیرمعنی دار

جدول ٥- تجزیه واریانس $w_r - v_r$ برای صفات دوره کمون و تیپ آلودگی در واکنش به جدایه کرج عامل سفیدک پودری جو

Table 5. Analysis of variance of $w_r - v_r$ for latent period and infection type in response to Karaj isolate of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	دوره کمون Latent period	تیپ آلودگی Infection type
Block	بلوک	2	0.2870	0.575
$W_r - v_r$		3	0.0819 ^{ns}	2.958**
Error	خطا	6	0.0927	0.256

** : Significant at 1% level.

** : معنی‌دار در سطح ۱٪.

n.s: Not significant.

n.s : غیرمعنی دار.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- تجزیه واریانس $w_r + v_r$ برای صفات دوره کمون و تیپ آلودگی در واکنش به جدایه کرج عامل سفیدک پودری جو

Table 6. Analysis of variance of $w_r + v_r$ for latent period and infection type in response to Karaj isolate of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	دوره کمون Latent period	تیپ آلودگی Infection type
Block	بلوک	2	0.356	0.860
$w_r + v_r$		3	0.821*	22.278**
Error	خطا	6	0.087	0.652

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Significant at 5% and 1% level, respectively.

جدول ۷- تجزیه واریانس قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) برای صفات دوره کمون و تیپ آلودگی در واکنش به جدایه کرج عامل سفیدک پودری جو

Table 7. Analysis of variance of general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) for latent period and infection type towards Karaj isolate of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

S. O. V.	منابع تغییرات	دوره کمون Latent period	تیپ آلودگی Infection type
GCA	ترکیب پذیری عمومی	1.646**	4.033**
SCA	ترکیب پذیری خصوصی	2.641**	2.531**
Error	خطا	0.072	0.023
$\frac{2GCA}{2GCA+SCA}$	نسبت بیکر	0.554	0.761
$h^2_{B.s}$	وراثت پذیری عمومی	0.980	0.990
$h^2_{N.s}$	وراثت پذیری خصوصی	0.540	0.760

**: معنی‌دار در سطح ۱٪.

**: Significant at 1% level.

نشان‌دهنده این مطلب است که انتخاب در جهت کاهش تیپ آلودگی چندان مؤثر نخواهد بود.

ب- تجزیه دی‌آلل به روش گریفینگ

با توجه به جدول ۷ مقادیر قدرت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار به دست آمد و نشان‌دهنده این است که ژنوتیپ‌ها از نظر GCA و SCA اختلاف زیادی با هم دارند . نسبت پیشنهادی بیکر برابر ۰/۷۶ به دست آمد که کم بودن این مقدار نشان‌دهنده این است که اثر غیرافزایشی مهم‌تر از افزایشی است. این نتیجه مطابق با نتیجه به دست آمده جینکز و هیمن است که در روش قبلی نیز کم بودن مقدار D از H_1 و H_2 این مطلب را تأئید می‌کند. اثر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی در جدول ۸ نشان داده شده

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- برآورد قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (قطر اصلی) و خصوصی (بالای قطر اصلی) برای صفات دوره کمون و تیپ آلودگی در واکنش به جدایه کرج عامل سفیدک پودری جو

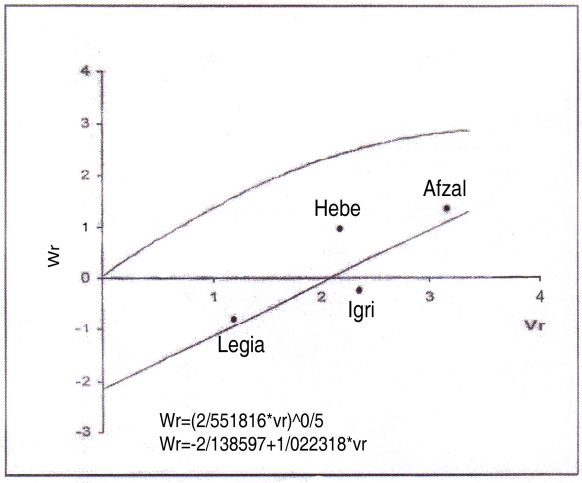
Table 8. The estimate of general combining ability (on diagonal) and specific combining ability (above diagonal) in response to Karaj isolate of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

Component	Cultivar	ایگری Igri	لژیا Logia	هبه Hebe	افضل Afzal
Latent period	Igri	0.706**	-1.953**	0.673**	1.165**
	Logia		-0.394**	1.239**	-0.468*
	Hebe	SE_{GCA} = 0.0950		0.091^{ns}	1.780**
	Afzal	SE_{SCA} = 0.016			-0.402**
Infection type	Igri	-1.071**	1.692**	-0.920**	-1.073**
	Logia		0.920**	-0.135^{ns}	0.473**
	Hebe	SE_{GCA} = 0.054		-0.001^{ns}	-2.143**
	Afzal	SE_{SCA} = 0.096			0.152*

ns، * و ** : به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ .

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% level, respectively.

است. به غیر از والد هبه، تمام والدها در سطح احتمال ۵٪ و۱٪ معنی‌دار شدند و در بین آن‌ها والد ایگری با کمترین ترکیب‌پذیری عمومی به عنوان والد مقاوم شناخته شد که از آن می‌توان در برنامه‌های اصلاحی جهت به دست آوردن مقاومت بیشتر استفاده کرد. ترکیب‌پذیری خصوصی تمام هیبرید ها به غیر از هیبرید لژیا × هبه در سطح احتمال۱٪ معنی‌دار به دست آمد و هیبریدهای هبه× افضل و افضل× ایگری به ترتیب با داشتن کمترین ترکیب‌پذیری

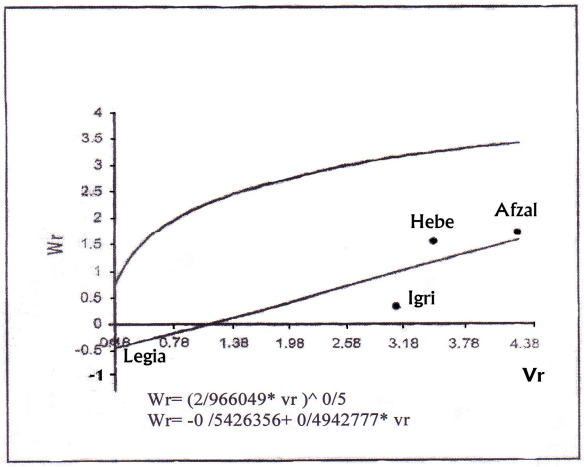


شکل ۱- منحنی سهمی محدودکننده و خط رگرسیون wr/vr برای صفت دوره کمون در تلاقی چهار رقم جو

Fig. 1. Plotting parabola limits and regression line for latent period in crosses of four barley cultivars

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- منحنی سهمی محدودکننده و خط رگرسیون wr/vr برای صفت تیپ آلودگی در چهار رقم جو

Fig. 2. Plotting parabola limits and regression line for Infection type in crosses of four barley cultivars

خصوصی به عنوان مقاوم‌ترین هیبریدها شناخته شدند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از آقای دکتر محمد ترابی مسئول واحد پاتولوژی غلات، بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر کرج به خاطر در اختیار گذاشتن امکانات گلخانه ای جهت انجام این تحقیق سپاسگزاری می‌شود. همچنین از خانم‌ها طلایی و بیات و آقای عابدینی که در اجرای امور گلخانه‌ای این تحقیق همکاری داشتند قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده **References**

بهداد، ا. ۱۳۶۹. بیماری‌های گیاهان زراعی ایران. انتشارات نشاط اصفهان. ۴۲۵ صفحه.

کیا، ش.، و پاتپور، م. ۱۳۸۳. ارزیابی مقاومت لاین‌های پیشرفته در دست معرفی جودیم نسبت به بیماری سفیدک سطحی. خلاصه مقالات شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، دانشگاه تبریز. صفحه ۶۸.

نقوی، م.، قنادها، م.، یزدی صمدی، ب. ۱۳۸۱. تجزیه ژنتیکی مقاومت به سفیدک سطحی در جو، مجله علوم کشاورزی ایران ۲۰۳:۲۳- ۱۹۷.

Balkema–Boomstra, A. G., and Maste Broek, H. D. 1993. Diallel analysis of partial resistance to powdery mildew caused by *Erysiphe graminis* f .sp. *hordei* in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) . Euphytica 65:15-21.

Brown, J. K. M., and Frey, K. J. 1969. Integrated control of cereal mildews. Roskilde, Riso. 300 pp.

www.SID.ir

Archive of SID

Buesen, B., Huvmexllex, M. S., and Helms, J. 1996. Designation of barley and wheat powdery mildew resistance and virulence in Europe. Proceedings of the 3rd. Workshop of Cereal, Italy. pp. 92-98.

Flor, H. H. 1971. Currents status of gene-for-gene concept. Annual Review of Phytopathology 9: 275-296 .

Ghannadha, M. R., Gordon, I. L., and Cromey, M. G. 1995. Diallel analysis of the latent period of stripe rust in wheat. Theoretical and Applied Genetics 90: 471-476.

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

Hasm, S. L. K., and Zeller, F. J. 1998. Chromosomal location of genes for resistance to powdery mildew in cultivated oat. Plant Breeding 117: 177-178.

Heath, M. C. 1986. Fundamental questions related to plant-fungal interaction: Can recombinant DNA technology provide the answers? pp. 15. In: Bailey, J. (ed.) Biology and Molecular Biology of Plant-Pathogen Interactions. Springer-Verlag, Berlin.

Jinks, J. L., and Hayman, B. I. 1953. The analysis of diallel crosses. Maize Genetics News 1027: 48-54.

Jorgensen, J. H. 1977. Location of the *mlo* locus on barley chromosome 4. pp. 533-549. In: Induced Mutation Against Plant Diseases. International Symposium of IAEA/ FAO / SIOA , Vienna.

Limpert, E. 1987. Spread of barley mildew by wind,its significance for phytopathology. Advancements in Aerology 33: 331-336.

Lyngkjaer, M. F., Jensen, H. P., and Ostergard, H. 1995. A Japanese powdery mildew isolate with exceptionally large infection efficiency on *Mlo*-resistant barley. Plant Pathology 45: 786- 790.

Mains, E. S., and Dietz, S. M. 1930. Physiological forms of barley mildew, *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* Marchal. Phytoathology 20: 229-239.

Wolf, M. S. 1972. The genetics of barley mildew. Review of Plant Pathology 51: 507-522.

آدرس نگارندگان :

فرزان طاهری - گروه زراعت و اصلاح نباتات ، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان .

منصوره کشاورزی - بخش تحقیقات باغبانی ، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر ، صندق پستی ۴۱۱۹ ، کرج ۳۱۵۸۵.

مهران پاتپور- بخش تحقیقات غلات، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر، صندق پستی ۴۱۱۹ ، کرج ۳۱۵۸۵ .

سید علیرضا ولد آبادی -گروه زراعت و اصلاح نباتات ، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان .

حسن سلطانلو - گروه زراعت و اصلاح نباتات ، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه گرگان .

www.SID.ir