Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۱۷، شماره ۳، آذر ۱۳۸۰

فاکتورهای بیماریزایی زنگ ساقه و واکنش ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم در مقابل جدایه‌هائی از عامل بیماری در مرحلهٔ گیاهچه‌ای*

Virulence Factors of Stem Rust and Responses of some Advanced Wheat Genotypes to Isolates of the Pathogen at Seedling Stage

محمود نصرالهی، محمد ترابی و ابراهیم محمدی گل تپه

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: ۱۳۷۷/۶/۲۲

چکیده

نصرالهی، م.، ترابی، م. و محمدی گل تپه، ا. ۱۳۸۰. فاکتورهای بیماریزایی زنگ ساقهٔ و واکنش ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم در مقابل جدایه‌هائی از عامل بیماری در مرحلهٔ گیاهچه‌ای. **نهال و بذر** ۱۷: ۲۶۱-۲۴۴.

به منظور تعیین فاکتورهای بیماریزائی (Virulence Factors) **جدایه‌های قارچ** *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* **روی گندم در ایران، طی سال زراعی ۷۶-۱۳۷۵ تعدادی نمونه آلوده گندم از مناطق مختلف کشور جمع آوری و به گلخانه منتقل گردید. پس از خالص سازی وتکثیر، جدایه‌های به دست آمده در گلخانه روی ۴۴ لاین متمایزکننده حامل تک ژن‌های مقاومت** *Sr*5, 6, 7a, 7b, 8a, 8b, 9a, 9b, 9d, 9e, 9f, 9g, 10, 11, 12 , 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26+9g, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, Tt3+10, Dp2, Gt, Pl, Wld, **مایه‌زنی واز تیپ آلودگی هر یک با روش رولفز** (Roelfs, 1984) **یاداشت‌برداری شد. همزمان به منظور ارزیابی مقاومت گیاهچه‌ای ارقام و لاین‌های پیشرفته گندم، تعداد ۲۰ ژنوتیپ پیشرفته گندم نیز مایه‌زنی و تیپ آلودگی هر یک تعیین گردید. با مایه‌زنی جدایه‌های مختلف روی لاین‌های حامل تک ژن‌های مقاومت، ۲۰ پاتوتیپ با فرمول بیماریزا/غیربیمایزای متفاوت برای اولین بار در ایران شناسایی و معرفی گردید. کلیه جدایه‌ها روی ژن‌های مقاومت** *Sr*9a, 9d, 9g, 11, 12, 14, 17, 19, 20, 21, 34 **بیماریزا بودند. ولی هیچ کدام از آن‌ها روی ژن مقاومت** *Sr*27 **بیماریزا نبود. جدایه جمع آوری شده از خرم آباد با آلوده کردن بیشترین تعداد ژن مقاومت (۳۷ ژن) به عنوان قوی‌ترین پاتوتیپ و**

* این مقاله بر اساس قسمتی از نتایج به دست آمده از اجرای طرح تحقیقاتی شماره ۷۶۲۹۲-۱۲-۱۰۷ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه گردیده است و بخشی از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نگارنده اوّل می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدایه‌هایی از اهواز و بوشهر با آلوده‌کردن ۲۲ ژن مقاومت، ضعیف‌ترین پاتوتیپ‌ها شناخته شدند. ارقام و لاین‌های پیشرفته‌گندم نیز بر اساس تیپ‌های آلودگی به دست آمده به سه‌گروه تقسیم شدند. درگروه مقاوم ارقام و لاین‌های اترک، آتیلا، Vee/Nac، N-75-2، N-75-4، S- 75-14، S-75-19، S-75-4، S-75-16، S-75-5 و S-75-2 قرارگرفتند. گروه حساس نیز شامل لاین‌های N-75-3، S-75-3 و رقم شاهد (بولانی) بود. سایر ارقام و لاین‌ها شامل تجن، پاستور،"Ton"s، N-75-5، N-75-8، S-75-17 و S-75-7 نیز عکس‌العمل‌های متفاوتی داشته و درگروه سوم جای گرفتند.

واژه‌های کلیدی: گندم، زنگ ساقه، بیماریزائی، پاتوتیپ، ژن‌های مقاومت .

مقدمه

پس از آن‌که در سال ۱۸۹۶ برای اولین بار اریکسون و هنینگ (Eriksson and Henning) ، در مورد *Puccinia graminis* تاکسون‌هایی راکه بر اساس خصوصیات بیماریزایی روی میزبان درون یک‌گونه متمایز می‌شدند تشخیص داده و با عنوان فرم‌های مخصوص (Formae speciales) معرفی نمودند، در دهه دوّم قرن بیستم توسط استاکمن وهمکاران (Stakman *et al.*, 1930) در ایالت مینوسوتای آمریکا اوّلین نژادهای فیزیولوژیک *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* گزارش گردید. آن‌ها جدایه‌های قارچ را بر اساس توان بیماریزایی روی یک سری میزبان‌های حساس، نیمه مقاوم و مقاوم از هم تفکیک نمودند (Roelfs, 1985a). در ادامه بررسی روابط متقابل میان نمونه‌های زنگ ساقه و ارقام گندم توسط آن‌ها، یک سیستم تعیین تیپ‌های آلودگی (Infection Types) برای یوردیوم(Uredium) زنگ روی برگ‌های گیاهچه ابداع و مرتباً توسعه یافت (Stakman *et al.*, 1962). در این روش ۱۲ رقم به عنوان سری استاندارد میزبان‌های متمایزکننده برای تشخیص نمونه‌های زنگ به‌کار گرفته شد. رده‌بندی تیپ‌های آلودگی نیز از ۰ تا ۴ بود که اعداد ۲ - ۰ به عنوان مقاوم و تیپ‌های ۳ و ۴ به عنوان حساس در نظر گرفته شدند. تمامی جدایه‌هایی که بر روی این سری ارقام دارای الگوی بیماریزایی وغیر بیماریزایی یکسانی بودند به عنوان یک نژاد فیزیولوژیکی معرفی می‌گردیدند. این ارقام متمایزکننده شامل Vernal, Einkorn Khapli, Acme, Arnautka, Reliance, Kubanka, Mindum, Spelmar, Kota, Little Club, Marquis, بودند و بعدها برخی از ژن‌های مقاومت در این ارقام شناسایی گردید(Roelfs, 1985a). با استفاده از این روش تا سال ۱۹۸۳ بیش از ۳۴۴ نژاد زنگ ساقه‌گندم در سراسر دنیا گزارش شد (Roelfs, 1984). در ایران نیز توسط شریف و همکاران (۱۳۴۹) ده نژاد فیزیولوژیک شامل نژادهای ۲۱، ۳۴، ۴۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۹۴، ۲۱۳، ۲۲۶، ۳۲۰ و ۳۲۱ شناسایی و گزارش گردید.

با گسترش مطالعات ژنتیکی، بررسی مقاومت

www.SID.ir

Archive of SID

علیه زنگ‌ها به سمت شناسایی ژن‌های اختصاصی هدایت شد. در مورد زنگ ساقه، معرفی این ژن‌ها به صورت *Sr* با شماره‌های ردیفی توسط آسموس و همکاران (Ausemus *et al.*, 1946) آغاز گردید. از پنج ژن مقاومت شناخته شده توسط او و همکارانش ژن *Sr*1 بعدها توسط نات (Knott, 1990) یکی از آلل‌های *Sr*9 تشخیص داده شد و به صورت *Sr*9d معرفی گردید. پس از ارائه فرضیه ژن برای ژن (Gene- for- gene) توسط فلور (Flor, 1956, 1971) و اهمیّت استفاده از آن در شناسایی نژادهای زنگ، تغییراتی در رده‌بندی *P. graminis tritici* حاصل گردید. با ایجاد اولین لاین‌های حامل تک ژن‌های مقاومت به زنگ ساقه گندم توسط واتسون ولویگ (Watson and Luig, 1963) گروهی از آنها به سری بین‌المللی استاکمن اضافه شدند. این سری از ارقام اغلب به عنوان متمایزکننده‌های کمکی (Supplementary differentials) شناخته شدند (Roelfs, 1985b). از این سری‌های کمکی در استرالیا (Watson and Luig, 1963)، کانادا (Green, 1981) و در آمریکا (Roelfs and McVey, 1972) استفاده گردید. این ارقام اغلب حامل ژن‌هایی بودند که در تولید ارقام مقاوم به نژادهای زنگ ساقه اهمیّت فراوانی داشتند، بنابراین وجود یا عدم وجود بیماریزایی روی آن‌ها نسبتاً مهّم بود (Knott, 1989). در سال ۱۹۸۱ فرمول بیماریزایی / غیربیماریزایی برای شرح خصوصیات فیزیولوژیکی نژادها در کانادا ابداع گردید (Green, 1981). در این سیستم که روش فرمولی (Formula method) نامیده شد از میزبان‌های متمایزکننده تک ژنی استفاده گردید. رولفز و مکوی (Roelfs and McVey, 1972) نیز روش کددهی (Coded Sets) را اولین بار در آمریکا مورد استفاده قرار دادند. این سیستم توسط رولفز و مارتنز (Roelfs and Martens, 1988) به صورت جامع‌تری ارائه شد. در این روش از سه سری ارقام تک ژنی که هر سری شامل چهار لاین می‌باشد برای تعیین نژاد استفاده شده و از تیپ‌های آلودگی به وجود آمده روی آن‌ها برای شناسایی نژاد جدایه زنگ استفاده می‌شود. تیپ‌های آلودگی ۳ ـ ۰ در این سیستم به عنوان تیپ‌های آلودگی پایین (Low Infection Types= LIT) و تیپ ۴ به عنوان تیپ آلودگی بالا (High Infection Types) رده‌بندی شده و برای هر سری ۴ تایی بر اساس یک کلید دو شاخه‌ای HIT (بیماریزا) و LIT (غیر بیماریزا) ۱۶ حالت ممکن تعیین شده است (از حالتی که فنوتیپ عامل بیماری برای هر ۴ لاین غیر بیماریزا بوده تا حالتی که برای هر ۴ لاین بیماریزا می باشد). ترکیبات ممکن فنوتیپ‌های بیماریزا / غیربیماریزا توسط یکی از حروف الفبای انگلیسی از حرف B تا T با حذف حروف صدادار مشخص می‌گردد. در نهایت هر نژاد شناسایی شده با سه حرف بزرگ الفبای انگلیسی نامگذاری می‌شود.

در این تحقیق با بررسی ۴۴ لاین حاوی تک ژن‌های مقاومت به زنگ ساقه گندم ابتدا با روش تعیین فرمول غیربیماریزایی / بیماریزایی به شناسایی پاتوتیپ‌های جدایه‌های این قارچ در ایران پرداخته و سپس با استفاده از روش کددهی، نژادهای فیزیولوژیکی هر یک از جدایه‌ها را نامگذاری

www.SID.ir

Archive of SID

گردید بنابراین پاتوتیپ‌ها ونژادهای تعیین شده برای اولین بار معرفی می‌شوند.

مواد و روش‌ها

در طول بهار و تابستان سال ۱۳۷۵ نمونه‌هایی از گندم‌های آلوده به بیماری زنگ ساقه از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری شدند، نمونه دیگری نیز در سال ۱۳۷۶ از بندرعباس تهیه گردید.

به دلیل امکان وجود قارچ‌های همراه، نظیر سایر زنگ‌ها (زنگ زرد و زنگ قهوه‌ای) در نمونه‌های جمع‌آوری شده، ابتدا نمونه‌های زنگ ساقه با مشاهده میکروسکوپی از بقیه آلودگی‌ها متمایز گردید. برای بقاء نمونه‌ها و حذف آلودگی‌ها، اسپورهای این نمونه‌های شناسایی شده روی گیاهچه‌های ۸-۷ روزهٔ ارقام حساس نظیر بولانی و روشن مایه‌زنی شدند. پس از ظهور جوش‌های جدید، برای خالص‌سازی نمونه‌های زنگ از روش تک پوستول (Single pustule) استفاده گردید. اسپورهای جدایه‌های به دست آمده جهت تکثیر روی گیاهچه‌های رقم حساس دوباره مایه‌زنی شده و برای کنترل رشد گیاهچه‌ها و نیز تولید اسپور بیشتر از ماده مالئیک هیدرازید در زمانی که گیاهچه‌ها تازه از خاک خارج شده و ۵-۲ سانتی‌متر طول داشتند، با اضافه کردن آب آبیاری استفاده شد. در این تحقیق از هر نمونه یک جدایه تک جوش و در مجموع ۲۰ جدایه خالص شده عامل بیماری زنگ ساقه انتخاب ومورد آزمایش قرار گرفت. از ۴۴ لاین و رقم تک ژنی (مونوژن) برای تعیین فاکتورهای (ژن‌های) بیماریزایی جدایه‌ها استفاده گردید (جدول ۱). این تعداد شامل ۱۲ لاین تک‌ژنی مورد استفاده در سیستم بین‌المللی تعیین نژادهای فیزیولوژیکی زنگ ساقه گندم (Pgt-Coded System) که توسط رولفز و مارتنز (Roelfs and Martens, 1988) ارائه شده نیز بود.

به منظور ارزیابی مقاومت گیاهچه‌ای برخی ارقام و لاین‌های پیشرفته گندم در برابر جدایه‌های *P. graminis tritici* در شرایط گلخانه تعداد ۲۰ رقم و لاین گندم شامل برخی ارقام یکنواخت گرمسیری جنوب، تعدادی ارقام یکنواخت اقلیم شمال و ٦ رقم تجارتی گندم انتخاب شدند.

هر دو سری آزمایش‌های مربوط به تعیین ژن‌های بیماریزائی و ارزیابی مقاومت گیاهچه‌ای به طور همزمان انجام گردید و در تمامی آزمایش‌ها رقم حساس بولانی به عنوان شاهد به‌کار گرفته شد.

برای مایه‌زنی گیاهچه‌ها، اسپورهای هر جدایه به نسبت ۱ به ۴ با پودر تالک مخلوط گردید و با یک پودرپاش دستی کوچک روی گیاهچه‌ها به صورت یکنواخت پاشیده شد. مایه‌زنی گیاهچه‌ها برای جلوگیری از پراکندگی اسپور و ایجاد آلودگی، در زیر لامینار فلو انجام گردید.

برای مایه‌زنی، ابتدا سطح گیاهچه‌ها با آب‌پاش دستی کاملاً خیس شد و برای ایجاد چسبندگی بیشتر اسپورها در سطح برگ به ازای یک لیتر آب، یک قطره Tween 20 به آن اضافه گردید. گیاهچه‌های مایه‌زنی شده به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و رطوبت بالای ۹۵٪ و دمای حدود ۱۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پس

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ژن‌های مقاومت به زنگ ساقه گندم و منابع آن‌ها

Table 1. Stem rust resistance genes and their sources

ردیف		محل ژن	منبع	ردیف		محل ژن	منبع
No.	*Sr* gene	Gene location	Source	No.	*Sr* gene	Gene location	Source
1	5	6DS	Reliance	23	21	2AL	*Tricticum monococcum*
2	6	2DS	Red Egyptian	24	22	7AL	*T. monococcum*
3	7a	4BL	Kenya 117A	25	23	2BS	Exchange
4	7b	4BL	Maruis	26	24	3DL	*Agropyron elongatum*
5	8a	6AS	Red Egyptian	27	25	7DL	*A. elongatum*
6	8b	6AS	Barleta Benvenvto	28	26+9g	6AL	*A. elongatum*
7	9a	2BL	Red Egyptian	29	27	3A	Imperial rye
8	9b	2BL	Kenya 117A	30	28	2BL	Kota
9	9d	2BL	Hope	31	29	6DL	Etiolede choisy
10	9e	2BL	Vernstein	32	30	5DL	Webster
11	9f	2BL	Chinese Spring	33	31	1BL-1RS	Petkus rye
12	9g	2BL	Lee	34	32	2A,2B	*T. speltodes*
13	10	-	Egypt NA95	35	34	2A,2B	*T. comosa*
14	11	6BL	Lee	36	35	3AL	*T. monococcum*
15	12	3BS	Thatcher	37	36	2BS	*T. timopheevi*
16	13	6AL	Khapstein	38	37	4AL	*T. timopheevi*
17	14	1BL	Khapstein	39	38	2AS	*T. ventricosa*
18	15	7AL	Norka	40	Tt3+10		*T. timopheevi*
19	16	2BL	Thatcher	41	Dp2		Golden Ball
20	17	7BL	Renown	42	Gt		Gamut
21	19	2BS	Marquis	43	Pl		Peliss
22	20	2BL	Marquis	44	Wld		Waldron

www.SID.ir

Archive of SID

از آن در گلخانه‌ای دارای نور کمکی به میزان ۱۰ هزار لوکس (Lux) و حرارت ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت حدود ۵۰٪ و طول روز ۱۶ ساعت نگهداری شدند (Roelfs *et al.*, 1992; Knott, 1989).

بعد از گذشت ۱۴ - ۱۲ روز، هنگامی که جوش‌های زنگ به طور کامل روی برگ‌های مایه‌زنی شده توسعه یافتند، از تیپ‌های آلودگی ایجاد شده، به روش رولفز (Roelfs, 1984) یادداشت‌برداری شد.

برای آزمایش‌های تعیین ژن‌های بیماریزایی، تیپ‌های آلودگی پایین (Low Infection Types= LIT) شامل تیپ‌های 0 تا 3 به عنوان واکنش غیربیماریزای (Avirulence) و تیپ‌های آلودگی بالا (High Infection Types= HIT) شامل تیپ آلودگی 4 به عنوان واکنش بیماریزایی (Virulence) در نظر گرفته شد. بر این اساس فرمول بیماریزایی/غیربیماریزایی برای هر جدایه ارائه گردید. شناسایی نژاد نیز با استفاده از سیستم کددهی (Roelfs and Martens, 1988) انجام شد. برای آزمایش‌های ارزیابی مقاومت گیاهچه‌ای نیز تیپ‌های آلودگی 2-0 به عنوان مقاوم و تیپ‌های 3 و 4 به عنوان حساس در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

با مایه‌زنی ۲۰ جدایه روی لاین‌های متمایزکننده حامل تک ژن‌های مقاومت زنگ ساقه و تعیین فرمول بیماریزایی/غیربیماریزایی هر یک از آن‌ها، ۲۰ پاتوتیپ مختلف شناسایی گردید (جدول ۲). هیچ یک از جدایه‌ها روی لاین حامل ژن مقاومت *Sr*27 بیماریزا نبودند. با مایه‌زنی تمامی جدایه‌ها روی این لاین، واکنش مقاومت با تیپ‌های آلودگی 2-0 حاصل گردید. کلیه جدایه‌ها روی ۱۱ لاین حامل ژن‌های مقاومت *Sr*9a, 9d, 9g, 11, 12, 14, 17, 19, 20, 21, 34 بیماریزا بودند. در اثر مایه‌زنی تمامی جدایه‌ها روی این لاین‌ها تیپ آلودگی 4 (حساس) حاصل شد. ۳۲ لاین باقیمانده در برابر جدایه‌های مختلف واکنش‌های متفاوتی از خود نشان دادند. با تعیین نسبت‌های میان تیپ‌های آلودگی بالا (HIT) و تیپ‌های آلودگی پایین (LIT) برای هر یک از ژن‌های مقاومت، و مقایسه این نسبت‌ها به روش پواسون مقادیر Z محاسبه گردید (جدول ۳). با استفاده از مقادیر Z، گروه‌بندی کلی ژن‌ها به صورت مقاوم، حساس و بی تفاوت (ژن‌های مقاومتی که در مقابل بعضی جدایه‌ها مقاوم ولی در مقابل بعضی دیگر حساس بودند) در سطح اشتباه ۱٪ و ۵٪ انجام شد (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). در گروه مقاوم‌ها علاوه بر ژن *Sr*27 که به تمامی جدایه‌ها مقاومت داشت، ژن‌های *Sr*31, 22, 24, 26+9g, 35 و نیز ژن‌های *Sr*25, 29 به ترتیب در سطح اشتباه ۱٪ و ۵٪ دارای مقاومت مؤثر بودند. درگروه حساس‌ها نیز علاوه بر ژن‌هایی که به تمامی جدایه‌ها حساسیت نشان دادند، ژن‌های *Sr*6, 9b, 9f, 13, 16, 23, Dp2, Pl در سطح اشتباه ۱٪ و ژن‌های *Sr*7b, 10, 30 در سطح اشتباه ۵٪ دارای حساسیت بودند.

۱۴ ژن باقیمانده که دارای عکس‌العمل‌های

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- فرمول‌های بیماریزایی / غیربیماریزایی برای ۲۰ جدایه *P. graminis tritici* بر اساس عکس‌العمل گیاهچه‌ای آن‌ها

Table 2. Avirulance/virulance formula for 20 *P. graminis tritici* isolates based on their seedling reactions

شماره جدایه Isolate No.	فرمول غیربیماریزائی / بیماریزائی Avirulence/virulence formula*
1	5,7a,(8a),(10),15,22,23,24,25,26+9g,28,(29),31,(32),35,36,38,(Tt3+10),Gt,(Pl),(Wld)/6,7b,8b,9b,9e,9f,13,16,30,37,Dp2
2	(7a),(8b),15,22,25,26+9g,(28),29,31,(32),35,(36),37,(Gt)/5,6,7b,8a,9b,9e,9f,10,13,16,23,24,30,38,Tt3+10,Dp2,Pl,Wld
3	5,8b,(9b),9e,(24),(26+9g),(30),(31),35,(37),(Gt),(Pl),Wld/6,7a,7b,8a,9f,10,13,15,16,22,23,25,28,29,32,36,38,Tt3+10,Dp2
4	5,(7a),8a,8b,15,(22),23,24,25,(26+9g),(28),30,31,36,(Gt),(Wld),/6,7b.9b,9e,9f,10,13,16,29,32,35,37,38,Tt3+10,Dp2,pl
5	8a,(8b),(9e),(22),(24),(25),(26+9g),29,35/5,6,7a,7b,9b,9f,10,13,15,16,23,28,30,31,32,36,37,38,Tt3+10,Dp2,Pl,Wld
6	(5),(6),(7a),7b,(8a),(15),22,24,25,(26+9g),(28),29,31,35,(36),37,38,(Tt3+10),(Dp2),Gt/8b,9b,9e,9f,10,13,16,23,32,Pl,Wld
7	5,(7a),(7b),(8a),(8b),(15),(22),24,25,(26+9g),28,(29),31,(32),36,37,38/6,9b,9e,9f,10,13,16,23,30,35,Tt3+10,Dp2,Gt,pl,Wld
8	(5),(7a),(8a),(8b),(10),(15),(22),(24),25,(26+9g),(28),(29),(30),31,35,(36),(Tt3+10),(Gt)/6,7b,9b,9e,9f,13,16,23,32,37,38,Dp2,pl,Wld
9	(7b),8a,8b,9e,(22),(24),25,26+9g,29,31,35,(Gt)/5,6,7a,9b,9f,10,13,15,16,23,28,30,32,36,37,38,Tt3+10,Dp2,pl,Wld
10	(5),7a,(8b),(9b),(10),24,25,(35),(36),(Tt3+10),Wld/6,7b,8a,9e,9f,13,15,16,22,23,26+9g,28,29,30,31,32,37,38,Dp2,Gt,pl
11	(9e),(15),22,(24),26+9g,(29),(31),35,Gt/5,6,7a,7b,8a,8b,9b,9f,10,13,16,23,25,28,30,32,36,37,38,Tt3+10,Dp2,pl,Wld
12	(5),(8a),(8b),(10),15,(22),24,25,(26+9g),(28),(29),31,32,35,38,Tt3+10/6,7a,7b,9b,9e,9f,13,16,23,30,36,37,Dp2,Gt,pl,Wld
13	(7b),9e,22,24,25,26+9g,29,31,35,(Tt3+10),(Gt)/5,6,7a,8a,8b,9b,9f,10,13,15,16,23,28,30,32.36,37,38,Dp2,pl,Wld
14	(9e),(13),(22),26+9g,29,(31),35/5,6,7a,8a,8b,9b,9f,10,15,16,23,24,25,28,30,32,36,37,38,Tt3+10,Dp2,Gt,pl,Wld
15	(9e),(16),(23),29,(31),(Wld)/5,6,7a,7b,8a,8b,9b,9f,10,15,16,22,24,25,26+9g,28,30,32,35,36,37,38,Tt3+10,Dp2,Gt,pl
16	(22),24,25,26+9g,(28),31,35,(37),Gt/5,6,7a,7b,8a,8b,9b,9e,9f,10,13,15,16,23,29,30,32,36,38,Tt3+10,Dp2,pl,Wld
17	(7a),(9e),15,22,24,25,(29),31,32,(35),Gt/5,6,7b,8a,8b,9b,9f,10,13,16,23,26+9g,28,30,36,37,38,Tt3+10,Dp2,pl,Wld
18	5,(7a),9e,15,22,24,25,26+9g,(28),29,31,35,(37),38,Gt/6,7b,8a,8b,9b,9f,10,13,16,23,30,32,36,Tt3+10,Dp2,pl,Wld
19	7a,9b,15,22,24,25,26+9g,(30),31,(32),35,(37),38,Gt,Wld/5,6,7b,8a,8b,9e,9f,10,13,16,23,28,29,36,Tt3+10,Dp2,pl
20	5,(7a),(9e),(9f),15,22,24,25,26+9g,28,(29),31,(35),(38),(Gt),(Wld)/6,7b,8a,8b,9b,10,13,16,23,30,32,36,37,Tt3+10,Dp2,pl

* چون تمامی جدایه‌ها بر روی *Sr*27 غیربیماریزا بودند و برای ژن‌های *Sr*9a, 9d, 9g, 11, 12, 14, 17, 19, 20, 21, 34 نیز همگی جدایه‌ها بیماریزا بودند. این ژن‌ها در جدول نشان داده نشده‌اند.

ژن‌های داخل پرانتز نشان دهنده مقاومت متوسط (IT= 2-3) هستند.

* As all isolates were avirulent on *Sr*27, and virulent on *Sr*9a, 9d, 9g, 11, 12, 14, 17, 19, 20, 21, 34, these genes have not shown in the table.

Genes in brackets had moderate reactions (LT= 2-3)

www.SID.ir

جدول ۳ـ مقایسه نسبت‌های بیماریزائی و غیربیماریزائی ۲۰ جدایه *P. graminis tritici* روی ژن‌های مقاومت (آزمون پواسون)

Table 3. Comparison of Avirulence and virulence ratio of 20 isolates of *P. graminis tritici* on *Sr* genes (Poasons test)

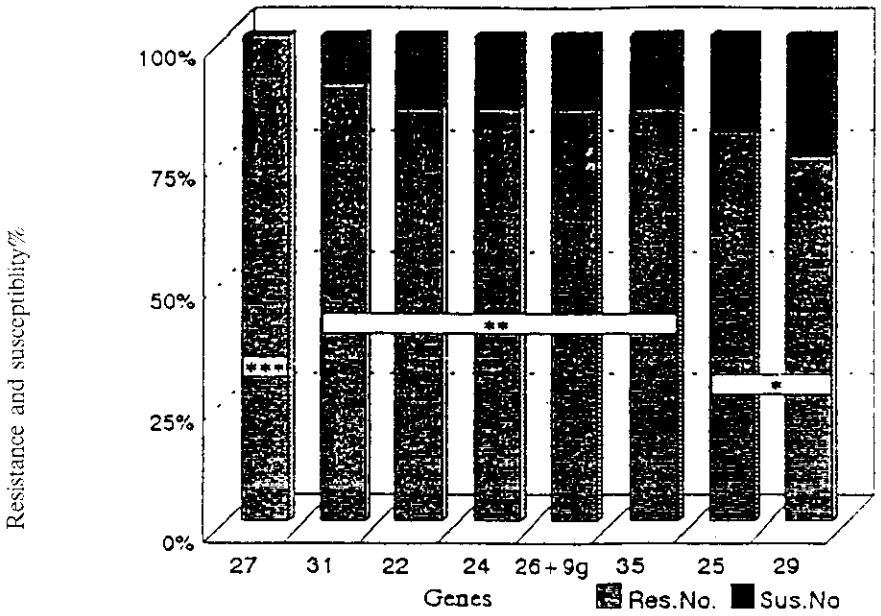
Sr gene	نسبت جدایه‌ها Isolates rate: غیربیماریزا Avirulent	بیماریزا Virulent	Z	P-Value	*Sr* gene	نسبت جدایه‌ها Isolates rate: غیربیماریزا Avirulent	بیماریزا Virulent	Z	P-Value
5	10	10	0.0^{ns}	1	21	0	20	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$
6	1	19	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$	22	17	3	2.90^{**}	$3.65_{x}10^{-3}$
7a	11	9	0.22^{ns}	0.82	23	3	17	2.90^{**}	$3.65_{x}10^{-3}$
7b	4	16	2.04^{*}	0.01	24	17	3	2.90^{**}	$3.65_{x}10^{-3}$
8a	8	12	0.67^{ns}	0.50	25	16	4	2.45*	0.01
8b	9	11	0.22^{ns}	0.82	26+9g	17	3	2.90^{**}	$3.65_{x}10^{-3}$
9a	0	20	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$	27	20	0	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$
9b	3	17	2.90^{**}	$3.65_{x}10^{-3}$	28	10	10	0.0^{ns}	1
9d	0	20	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$	29	15	5	2.01^{*}	0.04
9e	10	10	0.0^{ns}	1	30	4	16	2.45^{*}	0.01
9f	1	19	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$	31	18	2	3.35^{**}	$7.96_{x}10^{-4}$
9g	0	20	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$	32	6	14	1.56^{ns}	0.12
10	4	16	2.45^{*}	0.01	34	0	20	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$
11	0	20	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$	35	17	3	2.90^{**}	$3.65_{x}10^{-3}$
12	0	20	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$	36	7	13	1.11^{ns}	0.26
13	1	19	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$	37	7	13	1.11^{ns}	0.26
14	0	20	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$	38	7	13	1.11^{ns}	0.26
15	12	8	0.67^{ns}	0.50	Tt3+10	6	14	1.56^{ns}	0.12
16	1	19	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$	Dp2	1	19	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$
17	0	20	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$	Gt	14	6	1.56^{ns}	0.12
19	0	20	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$	Pl	2	18	3.35^{**}	$7.96_{x}10^{-4}$
20	0	20	3.80^{**}	$1.43_{x}10^{-4}$	Wld	7	13	1.11^{ns}	0.26

ns= Not significant * and ** Significant at 5% and 1% levels, respectively.

www.SID.ir

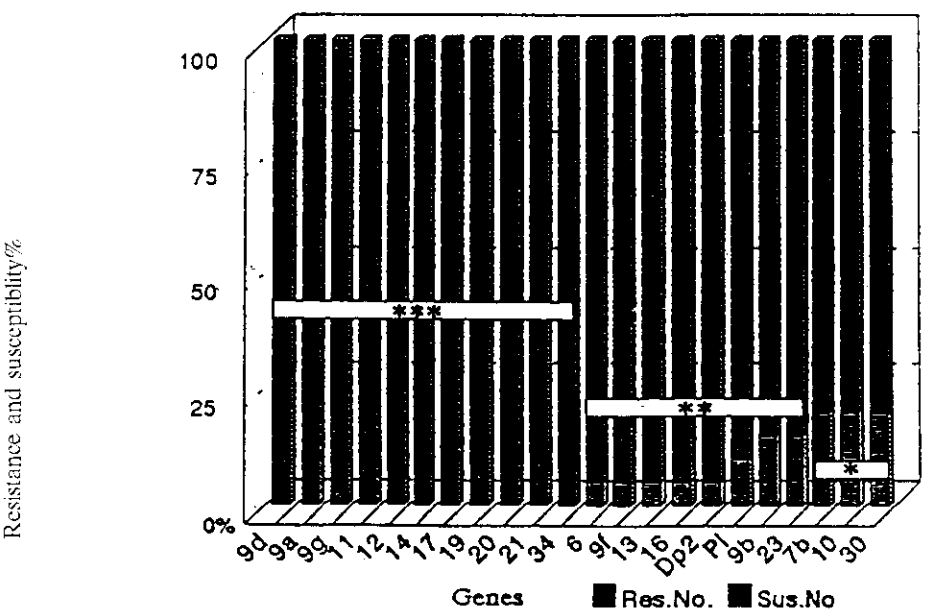
Archive of SID

Archive of SID



شکل ۱ ـ ژن‌های مقاوم در برابر جدایه‌های *P. graminis tritici*

Fig. 1. Genes resistant to *P. graminis tritici* isolates

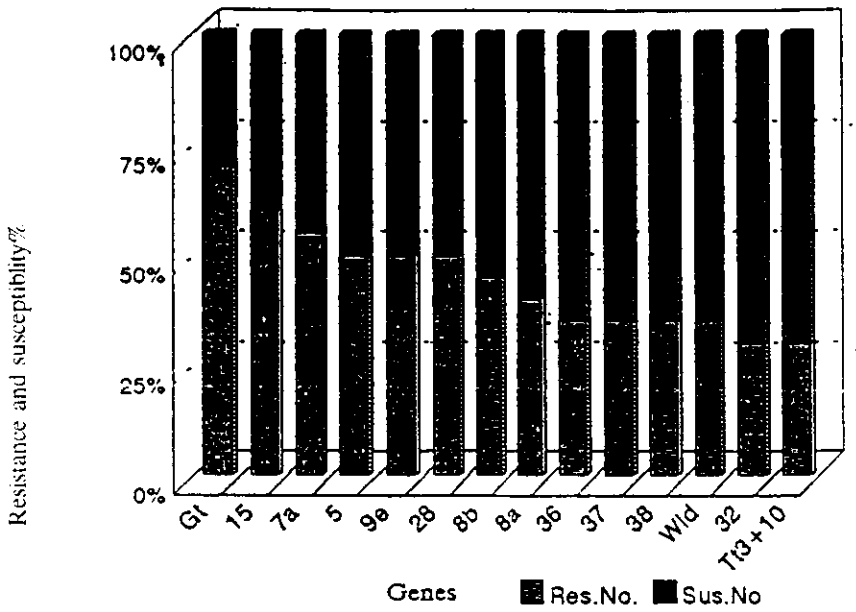


شکل ۲ ـ ژن‌های حساس در برابر جدایه *P. graminis tritici*

Fig. 2. Genes susceptible to *P. graminis tritici* isolates

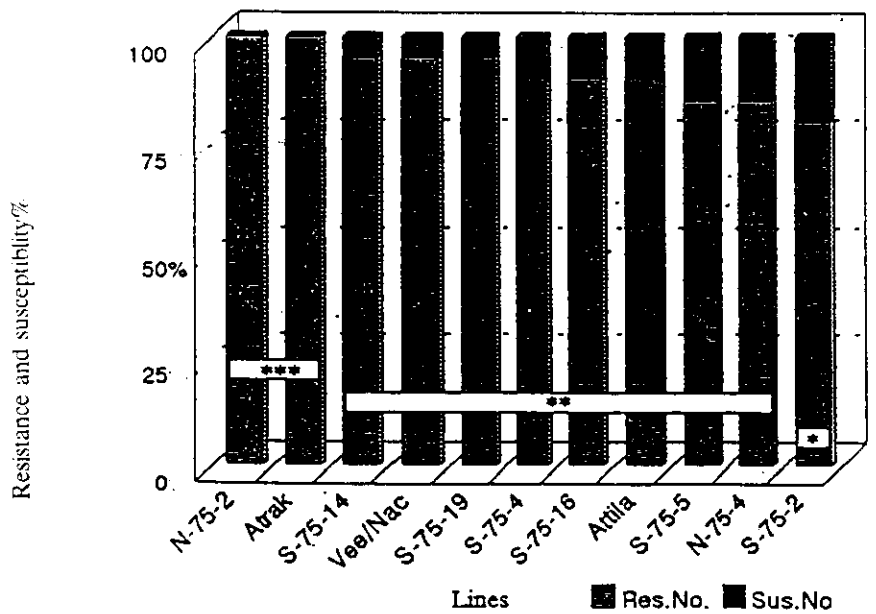
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳ - ژن‌های دارای عکس‌العمل متفاوت نسبت به جدایه‌های *P. graminis tritici*

Fig. 3. Genes with different reactions to isolates of *P. graminis tritici*

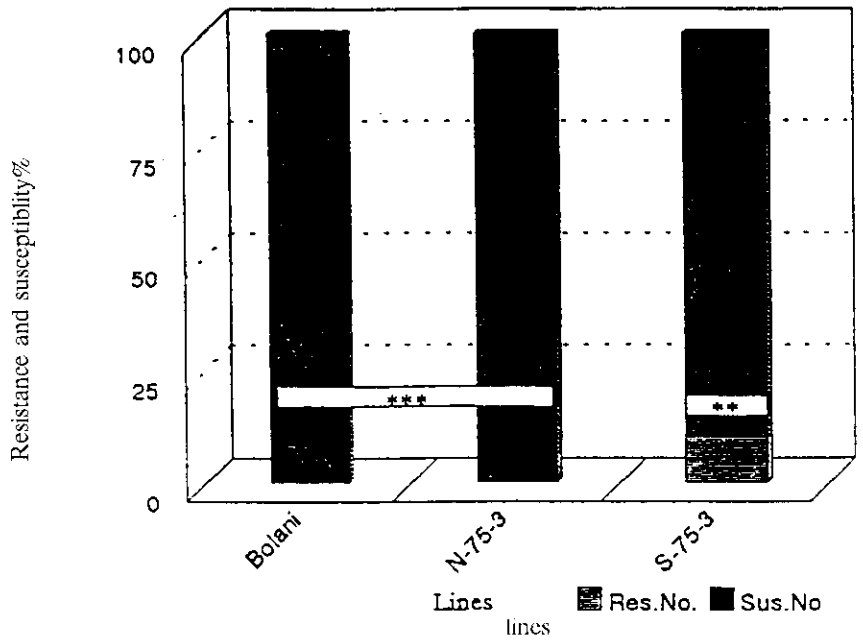


شکل ۴ - ارقام و لاین‌های گندمی که در برابر جدایه‌های *P. graminis tritici* دارای مقاومت می‌باشند

Fig. 4. Cultivars and lines of wheat resistant to isolates of *P. graminis tritici*

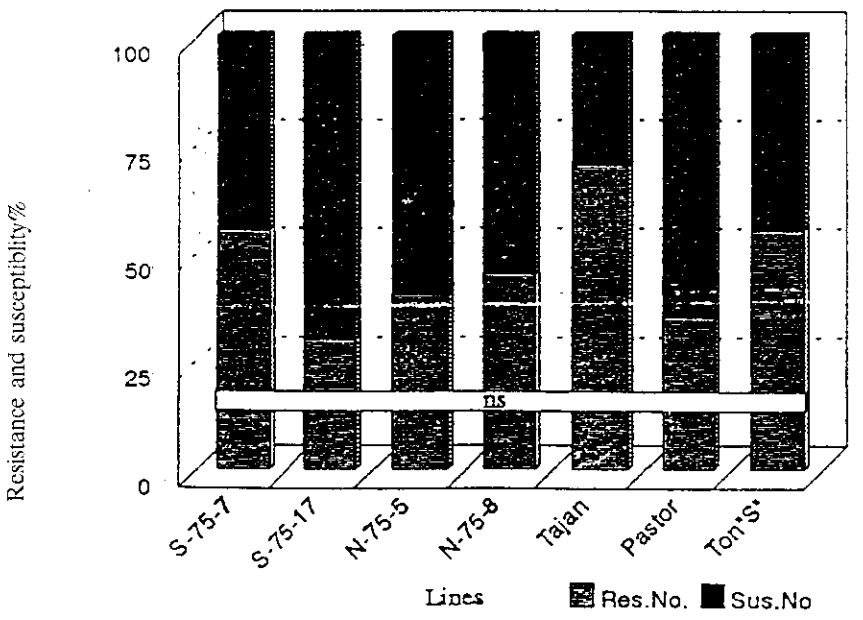
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵ ـ ارقام و لاین‌های گندم حساس به جدایه‌های *P. graminis tritici*

Fig. 5. Wheat cultivars and lines susceptible to isolates of *P. graminis tritici*



شکل ٦ ـ ارقام و لاین‌های گندم با عکس‌العمل‌های متفاوت نسبت به جدایه‌های *P. graminis tritici*

Fig. 6. Wheat cultivars and lines with different reactions to isolates of *P. graminis tritici*

www.SID.ir

Archive of SID

متفاوتی بوده و در این بررسی امکان تصمیم‌گیری برای آن‌ها وجود نداشت، در گروه بی‌تفاوت‌ها قرار گرفتند.

نژادهای فیزیولوژیکی هر یک از جدایه‌های *P. graminis tritici* نیز با استفاده از روش رولفز و مارتنز (Roelfs and Martens, 1988) تعیین گردید (جدول ۴). با این روش ۱۵ نژاد فیزیولوژیکی از ۲۰ جدایه مورد بررسی، شناسایی شد. در بین این نژادها، نژاد RTT، ۴ جدایه را شامل شده و فراوان‌تر از بقیه بود. در بین ۱۵ نژاد تعیین شده تنها دو نژاد KRH4 و RRT تاکنون از هند گزارش شده‌اند (Bhardway *et al.*, 1996).

۱۳ نژاد باقیمانده شامل TTM, HTT, TTT, QTT, KRK, RTT QRT, JRK, JMK, HTM, TTK, KRT, KRF, برای اوّلین بار گزارش می‌شوند. در کانادا مارتنز و همکاران (Martens *et al.*, 1989) ده نژاد شناسایی نمودند که نژادهای QCC, TMP بیشترین فراوانی را داشتند. آن‌ها همچنین روی ژن‌های مقاومت *Sr*13, 22, 24, 25, 26, 27, 30 ,31, 32, 3729, بیماریزایی مشاهده نکردند. در چین نیز هو ورولفز (Hu and Roelfs, 1990) نژادهای RKR و HKR را به عنوان نژادهای غالب معرفی نمودند آن‌ها روی ژن‌های مقاومت *Sr*9e, 11, Tt-2, Tt-3 بیماریزایی مشاهده نکردند.

هاردر ودانس مور (Harder and Dunsmore, 1990) در کانادا نژادهای RCC, RCR, TPM QCC, QFC, را گزارش کردند. آن‌ها در بررسی‌های بعدی خود نژادهای TPM, QCC, QFC, QCL, RCC, RCR, SPM, RMR را شناسایی نموده و روی ژن‌های مقاومت 29, 30, 31, 32, 37 *Sr*6, 13, 22, 24, 25, 26, 27, بیماریزایی مشاهده نکردند (Harder and Dunsmore, 1991, 1993). در سال‌های ۹۲-۱۹۹۰ در آمریکا با به کارگیری یک سری چهارتایی کمکی از ژن‌های مقاومت، ۱۴ نژاد شناسایی گردید که نژادهای QCCJ, TPMK, QFCS طی این سال‌ها بیشترین درصد نمونه‌ها را تشکیل می‌داد، همچنین در این بررسی‌ها روی ژن‌های مقاومت 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 37, Gt, Wld-7 *Sr*13, 22, 24, 25, بیماریزایی مشاهده نگردید (Roelfs *et al.*, 1993a, 1993b, 1993c). بر اساس نتایج به دست آمده از سایر کشورهای جهان، بیماریزایی روی ژن‌های مقاومت Gt, Wld 22, 24, 25, 26, 27, 29, 31, 32, 33, 34, 37, *Sr*13, گسترش کمتری دارد.

در بررسی مقاومت گیاهچه‌ای ۲۰ رقم و لاین پیشرفته گندم نیز با تعیین تیپ‌های حساسیت و مقاومت برای هر یک از ارقام و لاین‌ها (در برابر ۲۰ جدایه *P. graminis tritici*) مقادیر Z محاسبه گردید (جدول‌های ۵ و ۶). با استفاده از مقادیر Z این ارقام و لاین‌ها به صورت مقاوم، حساس و بی‌تفاوت گروه‌بندی شدند (شکل‌های ۴، ۵ و ۶).

از گروه مقاوم‌ها، رقم اترک و لاین N-75-2 به تمامی جدایه‌ها مقاوم بودند در حالی که ارقام و لاین‌های Vee/Nac, Attila, N-75-4, S-75-16, S-75-5, S-75-19, S-75-4, S-75-14 در سطح اشتباه ۱٪ و لاین S-75-2 در سطح اشتباه ۵٪ نسبت

www.SID.ir

جدول ۴ـ عکس‌العمل ژن‌های مقاومت زنگ ساقه (*Sr* genes) در مقابل ۲۰ جدایه مختلف *P. graminis tritici* و نژادهای تعیین شده بر اساس سیستم نام‌گذاری بین‌المللی

Table 4. Reactions of *Sr* genes to 20 isolates of *P. graminis tritici* and race determination based on International System of Nomenclature

شماره جدایه Isolate No.	Location	محل	*Sr* gene												نژاد Race
			Set 1 سری ۱				Set 2 سری ۲				Set 3 سری ۳				
			5	21	9e	7b	11	6	8a	9g	36	9b	30	17	
1	Ahwaz	اهواز	L	H	H	H	H	H	L	H	L	H	H	H	KRK
2	Ahwaz	اهواز	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	TTK
3	Azna	ازنا	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	L	H	HTM
4	Dorood	درود	L	H	H	H	H	H	L	H	L	H	L	H	KRH
5	Dorood	درود	H	H	L	H	H	H	L	H	H	H	H	H	RRT
6	Boshehr	بوشهر	L	H	H	L	H	L	L	H	L	H	H	H	JMK
7	Boshehr	بوشهر	L	H	H	L	H	H	L	H	L	H	H	H	JRK
8	Ilam	ایلام	L	H	H	H	H	H	L	H	L	H	L	H	KRH
9	Bandar Abbas	بندرعباس	H	H	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	QRT
10	Boroujerd	بروجرد	L	H	H	H	H	H	H	H	L	L	H	H	KTF
11	Oshtorinan	اشترینان	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	RTT
12	Karaj	کرج	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	KRT
13	Karaj	کرج	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	QTT
14	Boroujerd	بروجرد	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	RTT
15	Khorramabad	خرم‌آباد	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	RTT
16	Boroujerd	بروجرد	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	TTT
17	Boroujerd	بروجرد	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	RTT
18	Ilam	ایلام	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	HTT
19	Firuzkooh	فیروزکوه	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	H	TTM
20	Firuzkooh	فیروزکوه	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	HTT

L= Low infection type H= High infection type

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵ـ تیپ‌های آلودگی گیاهچه‌ای ارقام و لاین‌های پیشرفته گندم نسبت به جدایه‌های *P. graminis tritici*

Table 5. Seedling infection types of advanced wheat cultivars/lines to isolates of *P. graminis tritici*

رقم یا لاین		Isolate No. شماره جدایه																			
Cultivar/line	Pedigree شجره	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S-75-2	Bow"s"/Crow"s"	1	2+	4-	1	4=	2	1+	;	4-	1	2-	;	1+	4-	2+	1	2	2	2	;
S-75-3	L22661.40661.4060//Buc"s"	4-	4=	4	4-	4	4	3-	4=	1-	0	4-	4	4	4=	3+	4-	4-	4	4-	4-
S-75-4	Azd/4/Kvz/3/Maya"s"//BB/Inia,1-64-1	2-	4=	1	2	2	2-	1-	2	1	1-	1++	4-	1	1+	2	;	2	2+	2+	;
S-75-5	Seri*3/Buc	1	1+	0	1	1+	2+	1-	0	0	0	2+	1	4-	2+	2	2+	1	4=	4-	;
S-75-7	Ures 81/Vee"s"	3+	4-	4=	1	4-	2	;	2	2-	1	4-	2+	4-	4-	4-	1+	;	4-	;	1+
S-75-14	PR1/Vee 6//Myna/Vul	1+	2+	0	2+	1	1+	1	2+	0	;	1	1	;	4=	1+	1+	1+	2	1	1
S-75-16	Inia/A.Dist llchum//Inia/3/Vee"s"/4/Kauz	4	4-	1	2	1+	1-	;	;	1+	0	1+	1	1	1+	1+	1+	1+	2-	;	1
S-75-17	1-32-1317//11-5017-/Y50M/3/Cno/...	4=	2	4	0	4	4=	2-	2+	4	2	4-	4-	1+	4	4-	4-	4	4	3	4-
S-75-19	Kauz*2/Mnv//Kauz	1	1-	0	2	1	1	;	2+	0	4-	1+	2+	1	1	;	2-	1	2	0	;
N-75-2	Opata/Bow	1	1+	0	1	1-	1	1	0	1+	0	2-	1	1-	2	1	;	1+	1	0	;
N-75-3	Pgo/Seri	4=	4-	4	4	4	4-	4-	4	4	4=	4	4-	4-	4-	4	4-	4	4-	4	4-
N-75-4	Jup/Ald"s"//Kt"s"/3/Vee"s"	2+	4	4-	1	2	2	1	;	4	0	2	1	1	2	1+	2	1+	2	;	1
N-75-5	Yang 87-158	4-	2+	2	4-	2	4-	2	2+	0	4=	4-	4=	4=	4=	4-	2	4-	4-	4-	2+
N-75-8	Milan	1	1+	4-	4-	3+	4=	2	1	4=	0	4=	4-	2-	4=	4	2+	2	4=	4-	2+
Tajan		2+	4=	2	1-	4=	2	1-	2+	2	;	2	2	4-	4-	4-	2+	1+	2	4-	1
Attila		4-	4	1	1+	2	1-	;	;	1	0	1	;	1	2	1+	1	1	1	0	;
Pastor		4	4-	4	0	4	2	0	4	4	0	4	;	4	4	4	4-	;	4-	4-	1
Vee/Nac		1	2+	1	0	1	1	0	2+	2	4-	2	1	;	2	1	;	;	2	;	;
Atrak		2	1-	2-	2	1	2-	1	0	1	0	2	2	1	2+	1	1+	2	2	1	1
Ton"s"		2+	4	4	2+	4	2+	2	2+	4	4=	4-	0	4	4-	4	1+	0	2	0	2
Bolani(Suscep.ch.)		4-	4	4	4-	4	4-	4	4=	4	4-	4	4	4-	4	4	4	4-	4	4	4

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦ ـ مقایسهٔ نسبت‌های بیماریزائی و غیربیماریزائی ۲۰ جدایه *P. graminis tritici* روی ارقام و لاین‌های گندم با استفاده از آزمون پواسون

Table 6. Comparison of avirulence and virulence of 20 isolates of *P. graminis tritici* on wheat cultivars and lines (Poasons test)

لاین یا رقم Cultivar/line	نسبت جدایه‌ها Isolate ratio: بیماریزا Virulent	غیربیماریزا Avirulant	Z	P-Value
S-75-2	16	4	2.45*	0.01
S-75-3	2	18	3.35**	7.96x10-4
S-75-4	18	2	3.35**	7.96x10-4
S-75-5	17	3	2.90**	3.65x10-3
S-75-7	11	9	0.22n.s	0.82
S-75-14	19	1	3.80**	1.43x10-4
S-75-16	18	2	3.35**	7.96x10-4
S-75-17	6	14	1.56n.s	0.11
S-75-19	19	1	3.80**	1.43x10-4
N-75-2	20	0	3.80**	1.43x10-4
N-75-3	0	20	3.80**	1.43x10-4
N-75-4	17	3	2.90**	3.65x10-3
N-75-5	8	12	0.67n.s	0.50
N-75-8	9	11	0.22n.s	0.82
Tajan	14	6	1.56n.s	0.12
Attila	18	2	3.35**	7.96x10-4
Pastor	7	13	1.11n.s	0.26
Vee/Nac	19	1	3.80**	1.43x10-4
Atrak	20	0	3.80**	1.43x10-4
Tan"S"	11	9	0.22n.s	0.82
Bolani	0	20	3.80**	1.43x10-4

ns= Not significant.

* and ** Significant at 5% and 1% levels respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

به تمامی جدایه‌ها مقاومت داشتند. در گروه حساس‌ها نیز رقم حساس بولانی (شاهد) و لاین N-75-3 به تمامی جدایه‌ها حساسیت نشان دادند.

همچنین لاین S-75-3 در سطح اشتباه ۱٪ به تمامی جدایه‌ها حساس بود.

گروه بی‌تفاوت‌ها شامل ارقام و لاین‌هایی بود که دارای عکس‌العمل‌های متفاوتی در برابر جدایه‌های *P. graminis tritici* بودند.

سپاسگزاری

نگارندگان از همکاری آقایان مهندس کیومرث نظری و مهندس وفا مردوخی تشکر و قدردانی می‌نمایند. همچنین از آقای مهندس رسول غفاری برای راهنمائی در انجام دقیق محاسبات آماری کمال تشکر و قدردانی می‌شود.

References **منابع مورد استفاده**

شریف، ق.، بامدادیان، ع. و دانش پژوه، ب. ۱۳۴۹. نژادهای فیزیولوژیکی زنگ سیاه گندم در ایران از سال ۱۳۴۴ تا ۱۳۴۹. آفات و بیماریهای گیاهی ٦: ۱۰۰-۷۳.

Ausemus, E.R., Harrington, I.B. Reitz, L.P., and Worzella, W.W. 1946. A summary of genetic studies in hexaploid and tetraploid wheats. Agronomy Journal 38: 1082-1099.

Bhardway, S.C., Nayar, S.K., Prashar, M., Kumar, J., and Singh, S.B. 1996. Pathotype distribution of *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* in India during 1992-93 and 1993-94. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin 24: 85-90.

Flor, H.H. 1956. The complementary gene systems in flax and rust. Advances in Genetics 8: 29-54.

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

Green, G.J. 1981. Identification of physiologic races of *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* in Canada. Canadian Journal of Plant Pathology 3: 33-39.

Harder, D.E., and Dunsmore, K.M. 1990. Incidence and virulence of *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* on wheat and barley in Canada in 1989. Canadian Journal of Plant Pathology 12: 424-427.

Harder, D.E., and Dunsmore, K.M. 1991. Incidence and virulence of *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* on wheat and barley in Canada in 1990. Canadian Journal of Plant Pathology 13: 361 (Abstr.).

Harder, D.E., and Dunsmore, K.M. 1993. Incidence and virulence of *Puccinia graminis*

www.SID.ir

Archive of SID

f.sp. *tritici* on wheat and barley in Canada in 1991. Canadian Journal of Plant Pathology 15: 37 (Abstr.).

Hu, C.C., and Roelfs, A.P. 1990. Virulence of *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* in China in 1987. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin 18: 52 (Abstr.).

Knott, D.R. 1989. The Wheat Rusts- Breeding for Resistance. Springer- Verlag, Berlin Heidelberg. 201 PP.

Knott, D.R. 1990. Near-isogenic lines of wheat carrying genes for stem rust resistance. Crop Science 30: 901-905.

Martens, J.W., Dunsmore, K.M., and Harder, D.E. 1989. Incidence and virulence of *Puccinia graminis* in Canada on wheat and barley in 1988. Canadian Journal of Plant Pathology 11: 424-430.

Roelfs, A.P. 1984. Race specifity and methods of study. pp. 131-164. In: Bushnell, W.R., and Roelfs, A.P. (eds.). The Cereal Rusts. Vol. I. Academic Press, Orlando.

Roelfs, A.P. 1985a. Wheat and rye stem rust. pp. 3-37, In: Roelfs, A.P., and Bushnell, W.R. (eds.). The Cereal Rusts Vol. II; Diseases, Distribution, Epidemiology, and Control. Academic Press, Orlando.

Roelfs, A.P. 1985b. Epidemiology in North America. pp. 403-434. In: Roelfs, A.P., and Bushnell, W.R. (eds.). The Cereal Rusts Vol. II; Academic Press, Orlando.

Roelfs, A.P., Long, D.L., and Roberts, J.J. 1993a. Races of *Puccinia graminis* in the United States during 1990. Plant Disease 77: 125-128.

Roelfs, A.P., Long, D.L., and Roberts, J.J. 1993b. Races of *Puccinia graminis* in the united States during 1991. Plant Disease 77: 129-132.

Roelfs, A.P., Long, D.L., and Roberts, J.J. 1993c. Races of *Puccinia graminis* in the United States during 1992. Plant Disease 77: 1122-1125.

Roelfs, A.P., and Martens, J.W. 1988. An international system of nomenclature for *Puccinia graminis* f.sp. *tritici.* Phytopathology 78: 526- 533.

Roelfs, A.P., and McVey, D.V. 1972. Wheat stem rust races in the Yacqui Valley of Mexico during 1972. Plant Disease Reporter 56: 1038- 1039.

Roelfs, A.P., Singh, R.P., and Saari, E.E. 1992. Rust Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Management. CIMMYT. Mexico, D.F. 81 pages.

www.SID.ir

Archive of SID

Stakman, E.C., Levine, M., and Cotter, R.U. 1930. Origin of Physiologic forms of *Puccinia graminis* through hybridization. Science Agriculture (Ottawa) 10: 707-720.

Stakman, E.C., Stewart, D.M., and Loegering, W.Q. 1962. Identification of physiologic races of *Puccinia graminis* var. *tritici*. U.S. Department of Agriculture, ARS E617: 1-53.

Watson, I.A., and Luig, N.H. 1963. The classification of *Puccinia graminis* var. *tritici* in relation to breeding resistant varieties. Proceedings of the Linnean Society. N.S.W. 88: 235- 258.

آدرس نگارندگان:
محمود نصرالهی - ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد.
محمد ترابی - واحد پاتولوژی، بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ۴۱۱۹، کرج ۳۱۵۸۵.
ابراهیم محمدی گل تپه - گروه بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

www.SID.ir