

## معرفی پاتوتیپ‌های جدید *Tilletia laevis* از ایران New Pathotypes of *Tilletia laevis* from Iran

وفا مردوخ‌ی و محمد ترابی

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: ۸۱/۳/۲۰

### چکیده

مردوخ‌ی، و. و ترابی، م. ۱۳۸۲. معرفی پاتوتیپ‌های جدید *Tilletia laevis* از ایران. نهال و بذر ۱۹: ۲۴-۱۴.

طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۸ تعداد ۵ نژاد *T. laevis* از مناطق مختلف کشور شناسایی و گزارش گردید. در این بررسی پاتوتیپ‌هایی معرفی می‌گردند که برای اولین بار از کشور و یا دنیا گزارش می‌شوند. در این بررسی سنبله‌های آلوده به گونه *Tilletia laevis* از مناطق مختلف جمع‌آوری شد. اسپور به دست آمده از هر سنبله به عنوان یک جدایه قارچ جهت آلوده‌سازی بذرهای ارقام متمایز کننده نژاد، مورد استفاده قرار گرفت. بذرهای آلوده در پاییز در مزرعه عاری از آلودگی به سیاهک در کرج کاشته شده و هنگام رسیدن درصد سنبله‌های آلوده هر رقم تعیین و با استفاده از روش استاندارد، فاکتورهای بیماریزایی در هر جدایه و نژاد آن مشخص گردید، در میان جدایه‌های مورد بررسی ۱۰ جدایه مربوط به مناطق خسروشهر، شیروان، مراغه، اردبیل و ارومیه دارای ترکیبات جدید بیماریزایی روی ژن‌های مقاومت موجود در ارقام استاندارد بودند که با جدول‌های تعیین نژاد موجود منطبق نبود و به عنوان پاتوتیپ‌های جدید (new Pathotypes) شناسایی و معرفی می‌گردند. جدایه شماره ۱ خسروشهر که روی ژن‌های ۲، ۳، ۷، ۸، ۹، *Bt2*، بیماریزا بود بنام L-21، جدایه دوم خسروشهر که روی ژن‌های ۲، ۸، ۱۳، *Bt7*، بیماریزا بود بنام L-22، جدایه شماره ۱ شیروان که روی ژن‌های ۳، ۷، ۸، *Bt3*، ۴، ۷ و جدایه شماره ۲ شیروان که روی ژن‌های ۳، ۷، ۸، ۱۳، *Bt2*، بیماریزا بودند بنام‌های L-23 و L-24، جدایه اول مراغه که روی ژن‌های ۹، *Bt7* و جدایه دوم آن که روی ژن‌های ۸، *Bt7*، بیماریزا بود بنام L-20 و L-25، جدایه شماره ۱ اردبیل که روی ژن‌های ۱۵، ۹، ۷، *Bt2* و جدایه دوم آن که روی ژن‌های ۸، ۳، ۷، *Bt2*، بیماریزا بود به نام L-26 و L-27 و هر دو جدایه ارومیه که روی ژن‌های ۸، ۷، *Bt3*، بیماریزا بودند به نام L-28 معرفی می‌گردند. فراوانی بیماریزایی پاتوتیپ‌های جدید روی ژن‌های مقاومت *Bt2*، *Bt3*، *Bt4*، *Bt7*، *Bt8*، *Bt9*، *Bt13* و *Bt15* به ترتیب ۰/۶۰٪، ۰/۱۰٪، ۰/۷۰٪، ۰/۳۰٪، ۰/۲۰٪ و ۰/۱۰٪ بود. ژن‌های *Bt1* نسبت به نژاد L-4 و *Bt6* نسبت به نژاد L-17 که قبلاً شناسایی شده‌اند حساس می‌باشند ولی ژن‌های *Bt5*، *Bt10*، *Bt11*، *Bt12*، *Bt14* و *Bt1p* هنوز در مقابل پاتوتیپ‌های جدید و نژادهای شناسایی شده قبلی دارای مقاومت هستند.

واژه‌های کلیدی: گندم، سیاهک پنهان، پاتوتیپ، نژاد.

## مقدمه

و متعاقباً رودن‌هایزر و استاکمن (Rodenhiser and Stakman, 1927) نمونه‌هایی از مجارستان، ایتالیا، مصر، نیوزلند، نروژ، سوئد، مانیتویا، واشنگتن، مینه‌سوتا را تعیین نژاد نمودند. رودن‌هایزر و هولتون (Rodenhiser and Holton, 1937) دسته‌بندی نژادها را پیشنهاد و ۱۹ نژاد شناسایی گردید. دیکسون (Dickson, 1956) با بررسی مجدد کارهای قبلی وجود ۳۲ نژاد از گونه‌های عامل بیماری را گزارش نمود. در ترکیه توسط فینچی (Finci, 1981) ۲۹ نژاد *Tilletia foetida* و ۸ نژاد *T. caries* شناسایی شد و متعاقباً توسط فینچی و همکاران (Finci et al., 1983) تعداد بیشتری یعنی ۳۵ نژاد *T. laevis* و ۸ نژاد *T. caries* در ترکیه گزارش شد. هوفمن و مترگر (Hoffmann and Metzger, 1976) با معرفی ده ژن مقاومت (*Bt1* تا *Bt10*) در ارقام تک‌ژنی متمایزکننده نژادهای قارچ عامل بیماری و استفاده از فرمول Virulence/Avirulence، ۳۹ نژاد از گونه‌های مختلف عامل بیماری را در حوزه شمال غرب اقیانوس آرام شناسایی نموده که گسترده‌ترین نژادها L-16 و L-10 از گونه *T. laevis* و T-1 و T-6 از گونه *T. caries* بودند. در میان این ۳۹ نژاد، ۷ نژاد دارای ترکیبات جدید بیماریزایی بودند، که یکی از این نژادهای جدید برای ژن‌های *Bt1*، *Bt2*، *Bt4*، *Bt7* و *Bt10* بیماریزیا بود. توسط واسودوا (Vasudeva, 1958) در هندوستان دو نژاد عامل بیماری و توسط جوشی

سیاهک پنهان گندم یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گندم می‌باشد که در تمام مناطق گندم‌خیز باعث آلودگی مزارع می‌شود، خسارت سالیانه بیماری در کشورهای غرب آسیا و خاور نزدیک بین ۷-۵٪ برآورد شده است (Hoffmann, 1982) در ایران این بیماری در همه مناطق مشاهده شده ولی شدت آن در غرب و شمال غرب بیشتر است و خسارت آن در مزارع آلوده بین ۳۰-۲۵٪ برآورد شده است. مهم‌ترین و گسترده‌ترین عامل بیماری سیاهک پنهان گندم گونه *Tilletia laevis* Kühn می‌باشد که در بررسی‌های انجام شده ۹۴٪ نمونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق مختلف متعلق به این گونه بوده است (Sharifnabi and Hedjaroude, 1992). تا کنون ۱۵ ژن مقاومت (*Bt1* تا *Bt15*) به اضافه ژن *Btz* در گونه *Agropyron intermedium* و ژن *BtP* در رقم گندم PI 173438 شناسایی و جهت تهیه ارقام مقاوم به طور گسترده از این ژن‌ها استفاده شده است. برای تولید ارقام مقاوم شناسایی نژادهای قارچ عامل بیماری مناطق مختلف که هر کدام برای یک یا چند ژن مقاومت دارای فاکتور بیماریزایی هستند و همچنین تعیین ژن‌های مقاومت مؤثر و پیگیری تغییرات احتمالی بیماریزایی قارچ عامل بیماری ضروری می‌باشد. تخصص یافتگی بیماریزایی اولین مرتبه توسط فاریس (Faris, 1924) اعلام شد

کاهش داده بود. در آزمایش دیگری توسط زینالوف (Zeinalov, 1987b) ترکیب بیماریزایی ۳۳ نمونه به عنوان نژادهای جدید *T. laevis* بررسی شد و مشخص گردید که هیچکدام از نمونه‌ها برای ژن‌های *Bt6*، *Bt5* و *Bt9* بیماریزا نیستند. نژادهای بررسی شده هر کدام برای ۶-۲ ژن بیماریزا بودند.

نژادهای ۴۴ جدایه از *T. laevis* و *T. caries* که از گندم‌های زمستانه و بهاره غرب کانادا جمع‌آوری شده بود توسط گادت و پوجاسکی (Gaudet and Puchalski, 1989) شناسایی گردیدند که شایع‌ترین نژادها L-10، L-16، T-1 و T-6 بوده و نژادهای L-4، L-9، L-19 و T-21 به طور پراکنده حضور داشتند. نژادهای جدیدی از *T. laevis* که قبلاً گزارش نگردیده بود توسط آنان، گزارش شد که برای ژن‌های *Bt7* و *Bt9* بیماریزایی داشتند. در مجموع این نژادها برای ژن‌های *Bt1*، *Bt2*، *Bt3*، *Bt4*، *Bt6*، *Bt7* و *Bt9* دارای فاکتور بیماریزایی بوده و ژن‌های *Bt5*، *Bt8* و *Bt10* در مقابل نژادهای شایع دارای مقاومت بودند. چوهان و همکاران (Chauhan et al., 1994) چهار نژاد با ترکیب بیماریزایی جدید از گونه *T. laevis* و دو نژاد از *T. caries* را در هندوستان شناسایی نمودند که جمعا برای ژن‌های *Bt2*، *Bt5*، *Bt7*، *Bt8*، *Bt9* و *Bt10* بیماریزا بودند. در ایران در بررسی‌های تعیین نژاد نمونه‌های گونه *T. laevis* توسط مردوخی و ترابی (۱۳۷۷) چهار نژاد L-1، L-3، L-4 و L-10 از مناطق مختلف شناسایی گردید

(Joshi, 1971) ۴ نژاد جدید شناسایی گردید. در سوریه اسماعیل و همکاران (Ismail et al., 1995) ۱۸ نمونه را بررسی نموده و پنج نژاد شناسایی گردید. با توجه به بیماریزایی یکی از نژادها روی ژن‌های *Bt2* و *Bt3*، نژاد L-18 و نژاد دیگر بر اساس ترکیب بیماریزایی برای ژن‌های *Bt2*، *Bt3* و *Bt4* به عنوان نژاد L-19 معرفی گردیدند.

در سال ۱۹۷۸ دو نژاد جدید عامل بیماری سیاهک پنهان معمولی گندم که با مایه‌زنی مصنوعی بذر گندم با مخلوط اسپور چند نژاد به دست آمده بودند به عنوان نژاد T-29 (برای ژن‌های *Bt1*، *Bt2*، *Bt7*، *Bt9* و *Bt10* بیماریزا بود) و نژاد T-30 (برای ژن‌های *Bt1*، *Bt2*، *Bt4*، *Bt6*، *Bt7*، *Bt9* و *Bt10* بیماریزا بود) معرفی شدند (Metzger and Hoffmann, 1978).

میاگ‌کوا (Myagkova, 1982) نژادهای جدید گونه‌های *T. laevis* و *T. caries* که از گندم‌های محلی و تجاری شوروی سابق جمع‌آوری شده بود شناسایی و مؤثر بودن ژن‌های *Bt3*، *Bt5*، *Bt8*، *Bt9* و *Bt10* گزارش گردید. در کشور آذربایجان با استفاده از ژن‌های مختلف مقاومت توسط زینالوف (Zeinalov, 1987a) ترکیب بیماریزایی نژادهای *T. laevis* و *T. caries* مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید که در مناطق مختلف این کشور ژن‌های *Bt4*، *Bt5*، *Bt6*، *Bt8*، *Bt9* و *Bt10* دارای مقاومت مؤثر هستند، ژن *Bt3* در مقایسه با شاهد درصد آلودگی را

خسروشهر، شیروان، مراغه، اردبیل و ارومیه روی ژن‌های مقاومت موجود در ارقام تک‌ژنی دارای فرمول جدید Vir/ Avir بودند آزمایش در دو سال ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ مجدداً تکرار شد.

#### ب- ارقام استاندارد متمایزکننده نژادهای قارچ

جهت اجرای آزمایش از ارقام استاندارد زمستانه حامل ژن‌های *Bt1* تا *Bt13* و ارقام بهاره دارای ژن‌های *Bt14* و *Bt15* دریافتی از مرکز تحقیقات بین‌المللی ICARDA استفاده شد (جدول ۱).

رقم *Heines VII (Bt0)* به عنوان شاهد حساس بین‌المللی و دو رقم تجارتي سرداری و آذر به عنوان شاهد های محلی کشت گردیدند.

#### ج- مایه‌زنی ارقام

یک سنبله آلوده از هر نمونه به عنوان جدایه قارچ جهت آزمایش تعیین نژاد و فاکتورهای بیماریزایی انتخاب شد. دانه‌های آلوده داخل هاون چینی خرد گشته و از الک ۳۵ مشن رد نموده تا بقایای گیاهی گرفته شده و اسپور خالص جدایه‌ها به دست آید. هفت گرم بذر هر یک از ارقام استاندارد و شاهد ها را پس از ضد عفونی سطحی با هیپوکلرید سدیم (۰/۰۵٪ از محلول تجارتي) و پاک نمودن از آلودگی‌های ناخواسته آبکشی و خشک نموده و به نسبت وزنی ۰/۰۰۵ با اسپور جدایه‌ها داخل پاکت‌های جداگانه مخلوط نموده و چند دقیقه پاکت‌ها را تکان داده تا بذرها به طور یکنواخت به اسپور

و در آزمایش دیگری نژاد L-17 نیز شناسایی شد که این نژادها روی ژن‌های *Bt1*، *Bt2*، *Bt3*، *Bt4*، *Bt6* و *Bt7* بیماریزا بودند. نژادهای سیاهک پنهان گندم استان خراسان نیز توسط عطا حسینی (۱۳۷۸) بررسی شد و نژادهای L-1، L-3 و L-8 و یک نژاد با ترکیب جدید بیماریزایی روی ژن‌های *Bt7* و *Bt8* گزارش گردید که با نام نژاد L-20 معرفی شده است. مطالعات اخیر که در ایران انجام شده نشان‌دهنده تغییرات بیماریزایی و وجود پاتوتیپ‌های جدیدی است که دارای ترکیبات جدید بیماریزایی بوده و با فرمول Virulence/ Avirulence روی ارقام تک‌ژنی متمایزکننده نژادهای قارچ که قبلاً گزارش شده است مطابقت ندارند. این ترکیبات به عنوان پاتوتیپ‌های جدید بیماریزا (New Pathotypes) عامل بیماری از ایران معرفی می‌گردند. هدف از این تحقیق شناسایی و معرفی این پاتوتیپ‌ها و ژن‌های مقاومت مؤثر در برابر آنها می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

##### الف- انتخاب جدایه‌های عامل بیماری برای آزمایش

سنبله‌های آلوده به سیاهک پنهان گندم از مزارع مناطق مختلف جمع‌آوری و پس از تعیین گونه نمونه‌های *T. laevis* جهت تعیین نژاد انتخاب شدند. این تحقیق در سال زراعی ۱۳۷۶-۷۷ آغاز شده و با توجه به این که در میان نمونه‌های آزمایشی ۱۰ نمونه از مناطق

است مقایسه گردید تا در صورت تطابق با کلید، نژاد قارچ تعیین گردیده و ترکیبات جدید بیماریزایی به عنوان پاتوتیپ جدید مشخص گردد.

### نتایج و بحث

عکس‌العمل ارقام استاندارد در مقابل جدایه‌های مختلف در جدول ۱ به صورت بیماریزا (V) و غیربیماریزا (A) برای ژن‌های مقاومت موجود در ارقام درج شده است.

جدایه اول خسروشهر روی ارقام حامل ژن‌های مقاومت *Bt1*، *Bt2*، *Bt3*، *Bt7*، *Bt8* و *Bt9* بیماریزا بود. این جدایه رقم حساس Heines VII را به میزان ۳۲٪ و ارقام تجارتي آذر و سرداری را ۱۷٪ و ۸٪ آلوده نموده بود و به عنوان پاتوتیپ جدید L-21 معرفی می‌گردد. جدایه دوم برای ژن‌های *Bt7*، *Bt8* و *Bt13* بیماریزا بود. آلودگی این جدایه روی رقم حساس Heines VII ۵۰٪ بود و ارقام تجارتي آذر و سرداری را به میزان ۳۰٪ و ۸٪ آلوده نموده بود که به عنوان پاتوتیپ جدید L-22 معرفی می‌شود. از این منطقه نیز قبلاً نژادهای L-1 که برای ژن *Bt7* و نژاد L-10 که روی سه ژن *Bt2*، *Bt3* و *Bt7* بیماریزا بود گزارش شده است (مردوخی و ترابی، ۱۳۷۷). جدایه اول علاوه بر این سه ژن، برای ژن‌های *Bt8* و *Bt9* نیز بیماریزا می‌باشد که این امر یا به دلیل موتاسیون در نژادهای محلی و یا هیبریداسیون بین نژادها تولید شده است. این پاتوتیپ جدید به تنهایی دارای بیماریزایی مجموعه نژادهای

قارچ آلوده شوند. با این روش هر گرم بذر به طور تقریبی به ۸۰۰۰۰ اسپور آغشته می‌شود. (Siddique Mirza and Arshadkhan, 1983) Andrew, 1987). جهت حفظ قوه نامیه اسپورها عمل تهیه اسپور و مایه‌زنی بذره‌های مورد نظر یک روز قبل از کاشت انجام شد.

### د: کاشت خزانه و ارزیابی ارقام

در پاییز سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ در زمان مرسوم کاشت گندم در کرج یعنی اوایل آبان هر دسته از ارقام استاندارد که توسط جدایه مشخصی مایه‌زنی شده بود در خزانه مستقری کاشته شدند. هر رقم در دو خط یک متری روی یک پشته و در عمق حدود ۴ سانتی‌متر کاشته شد. جهت سبز شدن آبیاری اولیه انجام و در طول رشد، عملیات زراعی لازم اجرا شد. در زمان رسیدن، هر رقمی که آماده برداشت بود تمام سنبله‌ها به دقت برداشت شد و در آزمایشگاه درصد سنبله‌های آلوده آن تعیین شد. با توجه به عکس‌العمل ارقام در مقابل جدایه‌ها، آلودگی‌های کمتر و مساوی ۱۰٪ به عنوان غیربیماریزا (Avirulence) و آلودگی‌های بین ۱۱٪ تا ۱۰۰ درصد به عنوان بیماریزا (Virulence) برای ژن مقاومت موجود در آن رقم تعیین گردید (Hoffmann and Metzger, 1976). ترکیب بیماریزایی جدایه و فرمول Vir/ Avir به دست آمده با کلید شناسائی نژادهای قارچ که توسط (Hoffmann and Metzger, 1976) تهیه شده

حساس Heines VII را به میزان ۶۵٪ و ارقام سرداری و آذر را به میزان ۱۵٪ و ۳۴٪ آلوده نمود. این پاتوتیپ به نام L-24 معرفی می‌شود. قبلا از شیروان نژادهای L-1 و L-10 نیز گزارش شده و در نتیجه در این منطقه ژن‌های مقاومت *Bt1*، *Bt5*، *Bt9*، *Bt10*، *Bt11*، *Bt12*، *Bt14*، *Bt15* و *BtP* هنوز مؤثر می‌باشند.

جدایه اول مراغه روی ژن‌های *Bt7* و *Bt9* بیماریزا بوده، این نژاد رقم حساس Heines VII و سرداری و آذر را به میزان ۵۵٪، ۸۰٪ و ۱۶٪ آلوده نمود این پاتوتیپ با نام L-25 معرفی می‌گردد. جدایه دوم برای ژن‌های *Bt7* و *Bt8* بیماریزا بود و ارقام حساس Heines VII، سرداری و آذر به میزان ۴۸٪، ۱۵٪ و ۴۰٪ رقم حامل ژن *Bt9* را نیز به میزان ۲٪ آلوده نمود و با نام L-20 معرفی می‌گردد. از این منطقه نژادهای L-1 با بیماریزایی برای ژن *Bt7* و L-3 که روی ژن‌های *Bt2* و *Bt7* بیماریزا می‌باشد قبلا شناسایی شده بود، در نتیجه در این منطقه در جمعیت عامل بیماری برای ژن‌های *Bt2*، *Bt7*، *Bt8* و *Bt9* بیماریزایی وجود داشته و این ژن‌ها جهت تهیه ارقام مقاوم مناسب نیستند و باید از بقیه ژن‌های مقاومت بهره گرفت.

با توجه به این که در مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه از مواد معرفی شده توسط مرکز ایکاردا برای اصلاح گندم استفاده می‌شود و نژادهای موجود در سوریه فقط روی ژن‌های *Bt1*، *Bt2*، *Bt3* و *Bt4* بیماریزایی دارند (Ismail et al., 1995)، لازم است مواد

L-1، L-3 و L-10 به علاوه بیماریزایی برای ژن‌های *Bt8* و *Bt9* می‌باشد. در مورد جدایه دوم که برای ژن *Bt13* بیماریزا می‌باشد، تا کنون از هیچ نقطه‌ای برای این ژن بیماریزایی گزارش نشده و این اولین گزارش وجود فاکتور بیماریزایی برای این ژن می‌باشد. برای ژن *Bt8* نیز بیماریزایی فقط توسط چوهان و همکاران (Chauhan et al., 1994) از هندوستان گزارش شده است. حساسیت ژن *Bt9* به نژادهای موجود در هندوستان، استرالیا، کانادا و آمریکا مشخص گردید (Andrew, 1987؛ Chauhan et al., 1994) Hoffmann؛ Gaudet and Puchalski, 1989 (and Metzger, 1976).

با توجه به وجود این دو پاتوتیپ جدید در این منطقه ژن‌های مقاومت مؤثر شامل *Bt1*، *Bt4*، *Bt5*، *Bt6*، *Bt10*، *Bt11*، *Bt12*، *Bt14*، *Bt15* و *BtP* بوده که می‌توان از هر کدام از این ژن‌ها و یا ترکیبی از چند ژن برای مقاومت به بیماری بهره گرفت.

جدایه اول شیروان برای ژن‌های *Bt3*، *Bt4* و *Bt7* بیماریزا بود فراوانی بیماریزایی برای ژن *Bt4* در ایران بسیار اندک است و فقط در مقابل نژاد L-17 حساس می‌باشد. این پاتوتیپ رقم حساس Heines VII را به میزان ۴۰٪ و ارقام سرداری و آذر را به میزان ۱۱٪ و ۱۵٪ آلوده نمود و به عنوان پاتوتیپ جدید L-23 معرفی می‌گردد. جدایه دوم برای طیف گسترده‌ای از ژن‌ها بیماریزا بود که شامل *Bt2*، *Bt3*، *Bt7*، *Bt8* و *Bt13* می‌باشد. این پاتوتیپ نیز رقم

جدول ۱- عکس‌العمل ژن‌های مقاومت در ارقام استاندارد و شاهد‌های حساس در مقابل جدایه‌های مختلف قارچ *Tilletia laevis*

Isolate No.	Location	Resistance gene	
		Bt	Gene name
1	Khosroshahr	V	Heines VII
2	Khosroshahr	V	SEL 2092
1	Shirvan	V	SE; 1102
2	Shirvan	V	Ridit
1	Maragheh	V	Turkey 1558
2	Maragheh	V	Hohenheimer
1	Maragheh	V	Rio
2	Maragheh	V	SEL 50077
1	Maragheh	V	M82-2161
2	Maragheh	V	M82-2098
1	Maragheh	V	M82-2102
2	Maragheh	V	M82-2123
1	Maragheh	V	P.I 178383
2	Maragheh	V	M73-2154
1	Maragheh	V	P.I 173438
2	Maragheh	V	M82-2141
1	Maragheh	V	Thule III
2	Maragheh	V	Doubi
1	Maragheh	V	Carlton
2	Maragheh	V	Sardari
1	Maragheh	V	Azar
2	Maragheh	V	Azar

V = Virulence  
A = Avirulence

نمود. هر دو جدایه ارومیه برای ژن‌های مقاومت *Bt3*، *Bt7* و *Bt8* بیماریزایی داشتند که یک ترکیب جدید بیماریزایی بوده و به عنوان پاتوتیپ جدید L-28 گزارش می‌شود. این دو پاتوتیپ رقم حساس شاهد را به میزان ۳۵٪ و ۶۳٪ آلوده نمودند. قبلا در این منطقه نژادهای L-3 و L-10 شناسایی شده، لذا ژن‌های *Bt1*، *Bt4*، *Bt5*، *Bt6*، *Bt9*، *Bt10*، *Bt11*، *Bt12*، *Bt13*، *Bt14*، *Bt15* و *BtP* هنوز در این منطقه مؤثر هستند. فرمول Vir/Avir پاتوتیپ‌های جدید در جدول ۲ آورده شده است.

در میان این پاتوتیپ‌های جدید فراوانی بیماریزایی برای ژن‌های *Bt2* ۴۰٪، *Bt3* ۶۰٪، *Bt4* ۱۰٪، *Bt7* ۱۰۰٪، *Bt8* ۷۰٪، *Bt9* ۳۰٪، *Bt13* ۲۰٪ و *Bt15* ۱۰٪ بود.

برای ژن‌های *Bt5*، *Bt10*، *Bt11*، *Bt12*، *Bt14* و *BtP* نه تنها پاتوتیپ‌های جدید بلکه نژادهای شناسایی شده قبلی ایران نیز هنوز بیماریزا نبوده و این ژن‌ها در مقابل عامل بیماری دارای مقاومت مؤثر هستند که جهت اصلاح ارقام می‌توان از آنها استفاده نمود.

در مورد ژن *Bt10* نیز با توجه به آلودگی‌های خفیف، استفاده از این ژن باید با احتیاط و دقت عمل شود. در مورد جابه‌جائی نژادهای بیماریزا از سایر نقاط دنیا به کشور باید مقررات قرنطینه‌ای معمول گشته و از ورود این نژادها همراه با محموله‌های گندم جلوگیری شود به طور مثال نژادهای شناسائی شده در

ژنتیکی ارسالی از سوریه از نظر مقاومت به ژن *Bt7* که به طور وسیعی در ایران برای آن بیماریزائی وجود دارد، با نژادهای ایرانی آزمایش شوند.

جدایه اول اردیسل برای ژن‌های *Bt2*، *Bt7*، *Bt9* و *Bt15* بیماریزا بود. بیماریزایی روی ژن *Bt15* به وسیله نژاد L-2 قبلا توسط هوفمان و مترگر (Hoffmann and Metzger, 1976) گزارش شده بود. این جدایه رقم حساس Heines VII را به میزان ۵۰٪ و ارقام سرداری و آذر را به میزان ۱۲٪ و ۱۸٪ آلوده نمود و به عنوان پاتوتیپ جدید L-26 معرفی می‌گردد. جدایه دوم اردیسل برای ژن‌های *Bt2*، *Bt3*، *Bt7* و *Bt8* بیماریزائی داشت. یعنی علاوه بر فاکتورهای بیماریزایی نژاد L-10 که برای ژن‌های *Bt2*، *Bt3* و *Bt7* بیماریزا می‌باشد برای ژن *Bt8* نیز بیماریزایی دارد. این جدایه رقم حساس Heines VII، سرداری و آذر را به میزان ۴۵٪، ۵٪ و ۳۵٪ آلوده نمود و با نام L-27 معرفی می‌گردد. در این منطقه قبلا نژاد L-3 که برای ژن‌های *Bt2* و *Bt7* و نژاد L-4 که برای ژن‌های *Bt1* و *Bt7* بیماریزا می‌باشند مشخص شده است (مردوخی و ترابی، منتشر نشده)، یعنی ژن‌های *Bt1*، *Bt2*، *Bt3*، *Bt7*، *Bt8*، *Bt9* و *Bt15* نسبت به نژادهای منطقه حساس می‌باشند ولی می‌توان از ژن‌های مقاومت *Bt4*، *Bt5*، *Bt6*، *Bt10*، *Bt11*، *Bt12*، *Bt13*، *Bt14* و *BtP* جهت اصلاح ارقام استفاده



جدول ۲- فرمول غیربیماریزایی / بیماریزایی پاتوتیپ‌های جدید برای ژن‌های مقاومت

Table 2. Vir/ Avir formula of new pathotypes for *Bt* genes

Race	Location	Virulence/ Avirulence
L-21	Khosroshahr	<i>Bt</i> 2, 3, 7, 8, 9/ <i>Bt</i> 1, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, P
L-22	Khosroshahr	<i>Bt</i> 7, 8, 13/ <i>Bt</i> 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15, P
L-23	Shirvan	<i>Bt</i> 3, 4, 7/ 1, 2, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, P
L-24	Shirvan	<i>Bt</i> 2, 3, 7, 8, 13/ 1, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15, P
L-25	Marageh	<i>Bt</i> 7, 9/ <i>Bt</i> 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, P
L-20	Marageh	<i>Bt</i> 7, 8/ <i>Bt</i> 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, P
L-26	Ardabil	<i>Bt</i> 2, 7, 9, 15/ <i>Bt</i> 1, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, P
L-27	Ardabil	<i>Bt</i> 2, 3, 7, 8/ <i>Bt</i> 1, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, P
L-28	Orumieh	<i>Bt</i> 3, 7, 8/ <i>Bt</i> 1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, P

استفاده از ژن‌های مقاومت برای تهیه ارقام مقاوم برای هر منطقه نیاز به مدیریت صحیحی دارد که این امر با شناسایی ژن‌های مقاومت مؤثر در مناطق مختلف امکان‌پذیر می‌باشد.

به طور مثال اگر هیچ کدام از نژادهای شیروان برای ژن *Bt9* و هیچ کدام از نژادهای اردبیل برای ژن *Bt4* بیماریزایی نیستند. می‌توان از ارقامی که ترکیب ژنی *Bt9* و *Bt4* در ریخته ژنتیکی خود دارند در دو منطقه استفاده نمود. به طور کلی با توجه به تغییرات احتمالی در نژادهای عامل بیماری در اثر پدیده‌های موتاسیون، هتروزیس و یا هیبریداسیون بین نژادها و پیدایش نژادهای جدید که برای ژن‌های مقاومت و یا ترکیبی از آن‌ها بیماریزایی باشند لازم است. در مورد این بیماری مهم گندم که در ایران هر ساله باعث خسارت اقتصادی می‌شود مطالعات مستمر و پیگیر انجام شود و

هندوستان (Chauhan *et al.*, 1994) برای ژن‌های *Bt5* و *Bt10* بیماریزایی هستند. با توجه به این که تا کنون نژادهای شناسایی شده ایران قادر به بیماریزایی برای این ژن‌ها نیستند می‌بایستی از ورود و توسعه این نژادها در ایران جلوگیری شود. روش مؤثر کاربرد این ژن‌ها هر می نمودن آن‌ها در یک رقم می‌باشد. به طور مثال مقاومت رقم P.I 173438 که دارای سه ژن مقاومت *Bt8*، *Bt9* و *Bt10* می‌باشد تا کنون توسط هیچ نژادی شکسته نشده است.

در ایران نیز می‌توان برای ژن خاصی که در یک منطقه برای آن بیماریزایی وجود دارد ژن مؤثر دیگری به ریخته ژنتیکی رقم موردنظر افزوده تا مقاومت مؤثری در مقابل بیماری به دست آورد. همیشه مقاومت چندژنی دارای اثر بیشتر و طولانی‌تری نسبت به مقاومت‌های تک‌ژنی هستند.

مقاومت ژن‌های مؤثر باید مرتباً کنترل گردد تا با مدیریت کنترل بیماری بتوان از خسارت بیماری استفاده از این ژن‌ها به همراهی روش‌های دیگر جلوگیری نمود.

## References

منابع مورد استفاده

عطا حسینی سنگ‌نقره، س.م. ۱۳۷۸. تعیین نژادهای فیزیولوژیک قارچ *T. laevis* عامل سیاهک پنهان معمولی گندم در خراسان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۴۹ صفحه.

مردوخی، و.، و قرایی، م. ۱۳۷۷. نژادهای فیزیولوژیک قارچ *T. laevis* عامل سیاهک پنهان معمولی گندم در مناطق مختلف ایران، خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، کرج. جلد دوم، صفحه ۳۹.

**Andrew, J. A. 1987.** The bread wheat races of bunt represented in the Australian bunt collection. *Euphytica* 36: 577-580.

**Chauhan, R. S., Sood, A. K., and Singh, B. M. 1994.** Relative aggressiveness of new virulence of *Tilletia foetida* and *T. caries* on wheat cultivars. *Indian Phytopathology* 47: 232-235.

**Dickson, J. G. 1956.** Wheat diseases. pp. 225-292. In: *Diseases of Field Crops*. McGraw Hill Book Co. New York, Toronto, London.

**Faris, J. A. 1924.** Factors influencing the infection of wheat by *Tilletia tritici* and *T. laevis*. *Mycologia* 16: 259-282.

**Finci, S. 1981.** Studies on the pathogenic races of *T. foetida* and *T. caries* and their pathogenicity on some wheat varieties in Turkey. *EPPO/ OEPP Buletin* 11: 77-82.

**Finci, S., Parlak, Y., Bilgin, P., Gumstekim, H., Aktumo, I., and Tunadeunir, M. 1983.** Investigation on distribution of the pathogenic races of wheat bunt [*Tilletia foetida*] (Waller) Liro and *T. caries* (D.C) Tul] in Turkey. *Bitli Koruma Bulletin*. 23: 124-147.

**Gaudet, D. A., and Puchalski, B. J. 1989.** Status of bunt resistance in Western Canadian spring wheat and triticale. *Canadian Journal of Plant Science* 69: 797-804.

**Hoffmann, J. A. 1982.** Bunt of wheat. *Plant Disease* 66: 979-986.

- Hoffmann, J. A., and Metzger, J. 1976.** Current status of virulence genes and pathogenic races of the wheat bunt fungi in the North West USA. *Phytopathology* 66: 567-660.
- Ismail, S. F., Mamluk, O. F., and Azmeh, M. F. 1995.** New pathotypes of common bunt of wheat from Syria. *Phytopathology Mediterranean* 34: 1-6.
- Joshi, P. C. 1971.** Racial dynamic in bunt species on wheat in India. In: Proceedings of the International Symposium of Plant Pathology, NewDelhi. Page 6.
- Metzger, R. J., and Hoffmann, J. A. 1978.** New races of common bunt useful to determine resistance of wheat to Dwarf bunt. *Crop Science* 18: 49-51.
- Myagkova, D. V. 1982.** Intraspecific differentiation and analysis of populations of wheat bunt on monogenic lines. *Trudy-po-Prikladnci-Botunike, Genetike-1-Selektisii* 71: 29-34.
- Rodenhiser, H. A., and Holton, C.A. 1937.** Physiologic races of *Tilletia tritici* and *Tilletia laevis*. *Journal of Agricultural Research* 55: 483-496.
- Rodenhiser, H. A., and Stakman, E. C. 1927.** Physiologic specialization in *Tilletia laevis* and *Tilletia tritici*. *Phytopathology* 17: 247-253.
- Sharifnabi, B., and Hedjaroude, Gh. A. 1992.** Occurrence and geographical distribution of *Tillelia* species attacking winter wheat in west and north-west of Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology* 28: 31-33.
- Siddique Mirza, M., and Arshadkhan, M. 1983.** A new race L2 of *Tilletia foetida* from Pakistan. *Pakistan Agricultural Research* 4: 37-40.
- Vasudeva, R. S. 1958.** Report of the division of Mycology and Plant Pathology. IARI, NewDelhi, 1955-56.
- Zeinalov, I. B. 1978a.** Differentiation of bunt pathogens *Tilletia laevis* Kühn and *T. caries* (DC) Tul. In Azerbaijan SSR. *Skogo-Instituta-Rastenievodstva-Imeni-N-I. Vavilova* 175: 18-20.
- Zeinalov, I. B. 1978b.** New races of bunt in wheat. *Sbornik-Nauchnykh-Trudov-Po-Prikladoni-Botanike, Genetike-Selektisii, USSR*. 110: 110-112.

آدرس نگارندگان:

وفا مردوخی و محمد ترابی- واحد پاتولوژی، بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ۴۱۱۹، کرج

۳۱۵۸۵