مجله علوم كشاورزي ايران
جلد ۳۷، شماره ۳، سال ۱۳۸۵ (٤٤٦-٤٣٩)

پرآزاري جدايه‌هاي *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* در استانهاي مازندران و گلستان

دكتر صفرعلي مهديان
استاديار دانشكده كشاورزي دانشگاه مازندران - ساري
تاريخ پذيرش مقاله ٨٤/٩/٢

خلاصه

سفيدك پودري گندم (***Blumeria graminis* f. sp. *tritici***) در استانهاي مازندران و گلستان يك بيماري مهم محسوب مي شود و سالانه خسارت زيادي به محصول گندم وارد مي كند. به منظور كنترل اين بيماري از طريق استفاده از ارقام مقاوم ضروري است ابتدا پر آزاري جدايه‌هاي بيمارگر مشخص گردد. نمونه‌هاي بيماري از مزارع مختلف گندم دو استان در سال ۱۳۸۳ جمع آوري و پرآزاري يا ناپرآزاري بيمارگر با استفاده از ۱۵ رقم و لاين افتراقي گندم حامل ژنهاي مقاومت عليه سفيدك پودري تعيين شد. جدايه‌هاي جمع‌آوري شده ابتدا تك جوش گرديدند سپس روي برگهاي اوليه گياهچه‌هاي ۱۰- ۸ روزه رقم‌هاي افتراقي مايه زني شدند. عكس العمل گياهچه ها با مقياس متداول (۰ الي ۹) ارزيابي شد و فراواني پرآزاري روي ژنهاي مقاومت و پاتوتيپهاي موجود در جمعيت بيمارگر تعيين شد. در نتيجه اين پژوهش تعداد ۸ پاتوتيپ يا تركيب ژنوتيپي مختلف با سيستم بين‌المللي نامگذاري پاتوتيپهاي قارچي شناسايي شدند. در بين پاتوتيپهاي شناسايي شده پاتوتيپ **7.7.7.2.5** با پرآزاري روي ۱۲ ژن و تركيب ژني و پاتوتيپ **1.1.6.0.0** با پرآزاري روي ٤ ژن مقاومت بترتيب بيشترين و كمترين پرآزاري را داشته‌اند. در نتيجه اين تحقيق مشخص شد كليه جدايه‌ها روي لاين حامل ژن مقاوم **Pm1** پرآزاري داشتند و هيچ يك از جدايه ها روي رقم حامل ژنهاي مقاوم **Pm2+4b+8** پرآزاري نداشتند. بر روي ژنهاي مقاوم **Pm3a, Pm3b, Pm4a, Pm8, Pm3c, Pm5** و **Pm6** پرآزاري با فراواني بالا وجود داشت. بر روي ژنهاي مقاوم **Pm2, Pm3d** و **Pm1+2+9** فراواني پرآزاري متوسط و بر روي ژنهاي مقاوم **Pm7, Pm17** و **Pm2+6** فراواني پرآزاري پايين بود. اغلب جدايه‌هاي مورد آزمايش (بيش از ۸۸%) روي هشت ژن مقاوم پرآزار بوده‌اند. به نظر مي رسد جمعيت ***Blumeria graminis* f. sp. *tritici*** در استانهاي مازندران و گلستان از پاتوتيپهاي با پرآزاري بالا و تركيب پيچيده تشكيل شده باشد بنابراين لازم است اين موضوع در بكارگيري ژنهاي مقاوم عليه تركيبات نژادي اين قارچ مورد توجه قرار گيرد.

واژه‌هاي كليدي: گندم، سفيدك پودري، ژنهاي پرآزاري، مقاومت اختصاصي وابسته به نژاد

مقدمه

سفيدك پودري گندم كه به وسيله قارچ *Blumeria graminis* (DC.) E. O. Speer f. sp. *tritici* Em. Marchal (syn. *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*) ايجاد مي‌شود يكي از مهمترين بيماريهاي گندم (*Triticum aestivum* L.) در سطح دنيا بويژه در مناطق ساحلي است. در استانهاي ساحلي مازندران و گلستان بيش از ۹۰ درصد مزارع گندم مورد بازديد در سال ۱۳۸۳ آلوده به سفيدك پودري بودند. اين بيماري در مناطقي كه از كودهاي نيتروژن‌دار بيش از اندازه معمول استفاده كنند يا ارقام مورد كشت از نظر ژنتيكي به سفيدك پودري حساس باشند اهميت بيشتري پيدا مي‌كند

E-mail: Safaralim@gmail.com

(٦، ١٥). قارچ عامل بيماري بوسيله سمپاشي با قارچكشها قابل كنترل است اما سمپاشي روي گندم در بسياري از مناطق گندمكاري نامتعارف و غيراقتصادي است و درسطح وسيع عملي نيست. بهترين روش كنترل سفيدك پودري گندم كه هيچگونه اثرات سوء بر محيط زيست ندارد و از نظر اقتصادي نيز به صرفه است، استفاده از ارقام مقاوم مي‌باشد. به نژادگران براي توليد رقم مقاوم اغلب از مقاومت وابسته به نژاد (race specific resistance) كه بوسيله ژنهاي اصلي اداره مي‌شود، استفاده مي‌كنند، اما دوام مقاومت وابسته به نژاد در طولاني مدت بسيار مشكل است و ممكن است اينگونه مقاومت به زودي شكسته شود زيرا بيمارگر مي تواند روي ژن(هاي) مقاومت جديد پرآزار شود (٧). معمولاً وقتي ارقام مورد كشت گندم حامل چند ژن مقاومت اصلي و در سطح وسيعي كشت شوند، سبب فشار انتخاب (Selection pressure) در جمعيت بيمارگر خواهد شد و تغييرات پرآزاري در جمعيت بيمارگر بوجود خواهد آمد در نتيجه مقاومت موجود بي اثر و زود گذر خواهد شد. به منظور رسيدن به مقاومت موثر و پايدار، توصيه مي‌شود تركيبي از ژنهاي مقاومت به صورت هرمي كردن ژنهاي مقاومت (Pyramiding resistance genes) بكار گرفته شود تا در مقابل طيف وسيعي از نژادهاي بيمارگر مقاومت بوجود آيد. همچنين از مقاومت غير وابسته به نژاد يا ارقام حامل مقاومت افقي مي توان استفاده كرد كه در مقابل تعداد زيادي از نژادهاي بيمارگر مقاومت نسبي ايجاد مي‌كنند. براي شناسايي ژنهاي مقاومت مؤثر در هر منطقه ابتدا بايد پرآزاري جمعيت بيمارگر بررسي شود تا ژنهاي پرآزار شايع در آن منطقه تعيين شوند. شناسايي ژنهاي پرآزار جمعيت *B. graminis* f. sp. *tritici* در اغلب كشورها انجام شده است و نتايج آن در منابع مختلف وجود دارد (٦، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٦) تحقيقاتي كه در ايران روي ژنهاي پرآزاري جمعيت *B. graminis* f. sp. *tritici* انجام شده نشان داده است كه در شرق ايران در منطقه سيستان ١٧ نژاد از اين قارچ وجود داشته و بر روي ژنهاي Pm3, Pm 8 و Pm3b پرآزاري وجود داشته اما بر روي ژن Pm4b پرآزاري وجود نداشته است (٢). نتايج تحقيق ديگري در منطقه سيستان با استفاده از ٤٩ جدايه مشخص كرده است كه اغلب نژادها روي ژن Pm3 پرآزار بوده‌اند اما بر روي ژن Pm4b پرآزاري وجود نداشته است (١). در استان مازندران نتايج تحقيقات سالاري و همكاران (١٣٨١ب) با استفاده از سه نژاد ٥٢، ٧٥ و ٤٦ نشان داده است كه هر سه نژاد روي ژن Pm3 پرآزار بوده‌اند اما بر روي ژن Pm4b پرآزار نبوده‌اند.

جهت شناسايي ژنهاي پرآزاري قارچ عامل سفيدك پودري اصولاً عكس العمل تعادي رقم يا لاين حامل ژن مقاومت در مقابل جدايه هاي قارچ *B. graminis* f. sp. *tritici* با مقياس متداول (درجات ٠ الي ٩) ارزيابي مي شود و نتايج آن به صورت فرمول ژنهاي پرآزاري و ناپرآزاري و يا معرفي پاتوتيپها با استفاده از حروف يا اعداد به صورت كد (رمز) ارايه مي‌شود. در اين تحقيق ضمن تعيين فرمول ژنهاي پرآزاري و ناپرآزاري، كد سه تايي پاتوتيپها با استفاده از سيستم بين المللي نامگذاري پاتوتيپهاي قارچي (٨) تعيين شده است. كد سه تايي پاتوتيپها يك سيستم عمومي است كه به منظور نامگذاري پاتوتيپهاي قارچي مختلف توسط كميته بين المللي كارشناسان بيماريهاي قارچي غلات پيشنهاد شده است (٨). در اين روش هر پاتوتيپ با يك كد عددي مشخص مي‌شود و هر كد، ميزان پرآزاري پاتوتيپ را نشان مي‌دهد. در اين سيستم ارقام افتراقي در گروههاي سه تايي قرار مي گيرند و هر يك از ارقام يك كد يك رقمي مي گيرند كه به ترتيب ١، ٢ و٤ مي‌باشد. درجات پرآزاري پاتوتيپها بين صفر تا هفت در مقابل هر گروه سه تايي ارقام افتراقي تغيير مي كند. اگر تعداد ١٥ رقم افتراقي استفاده شود پنج گروه سه تايي تشكيل مي شود و مجموع درجات پرآزاري پاتوتيپها با مجموع كد گروهها مشخص مي شود. بر اين اساس اينگونه نامگذاري را كدگذاري سه قلو يا سه تايي (Triplet code) ناميده اند (٨، ٩).

شناسايي ژنهاي پرآزار موجود در يك منطقه، تعيين فراواني آنها، تعيين تغييرات آنها در زمان و مكان خاص و تجزيه و تحليل تركيب نژادي در جمعيت بيمارگر نياز به بررسي با دامنه وسيع دارد. با توجه به اهميت اين بيماري در منطقه، شناخت وضعيت ژنتيكي بيمارگر ضروري به نظر مي رسيد. اين تحقيق به شناسايي ژنهاي پرآزار در جدايه‌هاي *B. graminis* f. sp. *tritici* در استانهاي مازندران و گلستان در سال ١٣٨٣ پرداخته

است. تا بتوان ارقام مقاوم را آگاهانه بر عليه آنها مشخص و انتخاب كرد.

مواد و روش‌ها

جمع آوري جدايه‌ها

هفده جدايه *B. graminis* f. sp. *tritici* از برگهاي تقريباً جوان گندم كه با سفيدك پودري پوشيده شده بودند از مناطق مختلف استانهاي مازندران و گلستان در سالهاي ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ جمع آوري شد. جدايه‌ها غالباً از بخش شرقي استان مازندران (قائمشهر، ساري، نكاء ، بهشهر) و بخش غربي استان گلستان (كردكوي، گرگان و مينودشت) كه بيشترين سطح كاشت گندم را دارا مي باشند، جمع آوري شدند. برگها و ساقه‌هاي سفيدك زده گندم در ماههاي ارديبهشت و خرداد اغلب از مزارع تجارتي گندم كه غالباً رقم تجن كشت شده بود و از ايستگاههاي تحقيقاتي كه ارقام مختلف آزمايشي بودند، جمع‌آوري شدند. يك قطعه ۵ سانتي‌متري برگ بيمار از هر نمونه قطع شد و روي گياهچه‌هاي گندم رقم بولاني كه حساس به بيماري بوده و در گلدانهاي به قطر ۷ سانتي متر رشد كرده بودند قرار داده شد و روي آنها با سرپوش شفاف پوشانده شد. از جدايه‌هاي جمع‌آوري شده نزديك و اطراف دانشكده كشاورزي ساري تعدادي جوش بوسيله قلم مو روي گياهچه‌هاي رقم بولاني منتقل و مايه زني شد. گياهچه‌هاي مايه زني شده بوسيله سر پوش مخصوص پوشانده شدند تا از آلودگي آنها جلوگيري شود و داخل گلخانه در دماي ۲۰°c-۱۸ ، رطوبت نسبي حدود ۷۰ درصد و نوردهي طبيعي قرار داده شدند. تحت اين شرايط سفيدك پودري رشد كرد و اسپوردهي قارچ حدود ۸ روز پس از مايه زني آشكار شد.

تك جوش كردن و نگهداري جدايه‌ها

از هر نمونه جمع آوري شده يك جدايه تك جوش تهيه شد. تعدادي كنيديوم از يك جوش بيمارگر با يك قلم موي نازك و مرطوب برداشته شد و روي گياهچه‌هاي جديد رقم بولاني مايه‌زني شدند. جدايه‌هاي حاصل از كشت تك جوش روي گياهچه‌هاي بولاني در شرايط مشابه گلخانه كه قبلاً شرح داده شد، نگه داري شدند. جدايه‌ها هر سه هفته روي گياهچه‌هاي جديد منتقل شدند.

توليد مايه

گياهچه هاي رقم بولاني كه در گلدانهاي پلاستيكي به قطر ۷ سانتيمتر حاوي خاك برگ جنگل بعلاوه ماسه به نسبت ۳ به ۱ رشد كرده بودند، براي توليد مايه استفاده شدند. روي هر گلدان سرپوش كريستالي شفاف قرار داده شد تا از آلودگي گياهچه هاي كشت داده شده جلوگيري كند. مايه زني با تكاندن گلدان حاوي گياهچه هاي آلوده روي گياهچه هاي جديد به منظور افتادن كنيديومها روي برگهاي خيس شده گندم انجام شد و در بعضي از آزمايشها جوشهاي هر جدايه بوسيله قلم مو روي گياهچه هاي جديد بولاني مايه زني شدند. معمولاً ۷ الي ۸ روز پس از مايه زني مايه آماده توليد مي‌شد. مايه توليد شده تا حد امكان فقط براي يكبار مصرف مي‌شد ولي زماني كه نياز به استفاده مجدد بود گلدان حاوي مايه ۴۸-۲۴ ساعت قبل از استفاده مجدد به منظور حذف كنيديهاي قديمي تكانده مي‌شد.

تعيين ژنهاي پرآزاري

آزمايش پرآزاري جدايه‌ها روي ۱۵ رقم و لاين افتراقي گندم (جدول ۱) با استفاده از مقياس درجه بندي ۰ الي ۹ انجام شد (Namuco *et al*., 1987). اين سري ميزبانهاي افتراقي شامل ۱۲ رقم گندم زمستانه (جدول ۱ رديف ۱ الي ۱۲) و سه رقم گندم بهاره (جدول ۱ رديف ۱۳ الي ۱۵) بودند. رقم رونوز (Ronos) حامل ژن مقاومت Pm4b در اين آزمايش وجود داشت اما چون عكس العمل گياهچه هاي آن متفاوت بود (احتمالاً بذور آن ناخالصي داشتند) نتايج آن در اين مقاله نيامده است. از هر رقم گندم افتراقي سه يا چهار بذر روي رديفهاي يك گلدان پلاستيكي كم عمق به قطر ۳۰ سانتي متر حاوي مخلوط خاك برگ و ماسه كاشته شد. گلدانهاي كاشته شده در دماي اطاق نگهداري شدند و يك هفته بعد از كاشت يا موقعي كه به مرحله يك برگي رسيدند، مايه زني شدند. براي مايه زني از روش بريگل (۱۹٦٦) استفاده شد كه شامل تكاندن منبع مايه روي گياهچه هاي آماده بود. در بعضي از آزمايشها كنيديومهاي منبع مايه بوسيله قلم مو روي گياهچه‌هاي ارقام افتراقي مايه زني شدند. گياهچه‌هاي مايه زني شده با سر پوش كريستالي

شفاف پوشيده شدند و براي هوادهي گياهچه ها يك طرف سرپوش بالاتر از سطح گلدان نگه داشته شد. گياهچه‌ها در گلخانه با دماي ١٦ الي ٢٠°c ، رطوبت نسبي بالاتر از ٨٠ درصد و نور طبيعي نگهداري شدند. يك هفته پس از مايه زني واكنش گياهچه‌ها در مقابل جدايه هاي بيمارگر بر اساس مقياس ٠ الي ٩ ارزيابي شد (١١). بر اساس اين مقياس صفر مصون (اثر بيماري يا نشانهء قابل مشاهده اي وجود ندارد) در نظر گرفته مي‌شود و ٣ – ٠ به مفهوم خيلي مقاوم (لكه هاي بافت مرده كوچك، ميسليوم قابل مشاهده كم و يا وجود ندارد) ، ٦ – ٤ تقريباً مقاوم (لكه هاي بافت مرده متوسط تا لكه هاي بدون بافت مردگي، مقدار ميسليوم متوسط، و اسپوردهي مشخص است) و ٩ – ٧ حساس (مقدار ميسليوم و توليد كنيديوم زياد است و رابطه سازگاري كامل با بيمارگر مشهود است) در نظر گرفته مي‌شود.

درجات ٦ – ٠ نشان دهنده واكنش مقاوم (L) ميزبان و درجات ٩ – ٧ نشان دهنده حساسيت (H) ميزبان است. بر اين اساس جدايه‌اي كه روي رقم افتراقي خاص موجب عكس‌العملي با درجه ٩ – ٧ شود بعنوان حامل ژن پرآزاري در تعامل با ژن مقاومت آن رقم تفسير مي شود. از طرف ديگر جدايه اي كه موجب درجات ٦ – ٠ شود حامل ژن پرآزاري نيست كه بتواند در واكنش با ژن موجود در آن رقم شركت كند، به عبارت ديگر رابطه ناسازگاري برقرار است. آزمايش پرآزاري براي هر جدايه سه بار انجام شد و ميانگين درجات يادداشت شده بعنوان پايه براي تفسير نتايج مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ١- ژنهاي مقاومت Pm در ١٥ ميزبان افتراقي و عكس‌العمل آنها در مقابل جدايه‌هاي *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* در استانهاي مازندران و گلستان

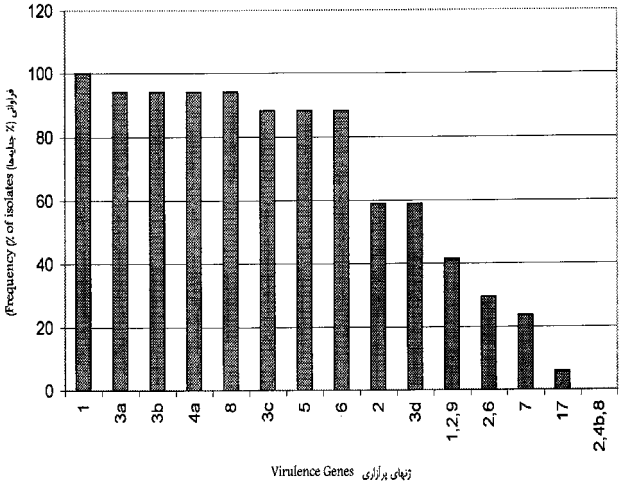
ردیف	میزبانهای افتراقی	ژن مقاومت	جدایه‌ها																
			Is.1	Is.2	Is.3	Is.4	Is.5	Is.6	Is.7	Is.8	Is.9	Is.10	Is.11	Is.12	Is.13	Is.14	Is.15	Is.16	Is.17
١	Axminster/8Cc*	Pm1	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
٢	Ulka/8Cc	Pm2	L	H	H	H	L	H	L	H	H	H	L	L	H	L	H	L	H
٣	Asosan/8Cc(DH)	Pm3a	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
٤	Chul/8Cc	Pm3b	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
٥	Sonora/8Cc	Pm3c	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	L	H	H	H	H
٦	Khapli/8Cc	Pm4a	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
٧	Rektor(DH)	Pm5	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	L	H	H
٨	NK-747	Pm6	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	H	H	H
٩	Disponent(DH)	Pm8	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
١٠	Amigo	Pm17	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L
١١	M. Huntsman(DH)	Pm2+6	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	L	L	H	L	L	L	H
١٢	Apollo	Pm2+4b+8	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
١٣	Rolle	Pm3d	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	L	L	L	H	L	L	H
١٤	Transec	Pm7	L	H	H	H	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
١٥	Normandie	Pm1+2+9	L	L	L	L	H	L	L	H	H	H	L	L	L	H	H	L	H

* هشت مرحله با رقم چنسلر تلاقي برگشتي داده شده است. Cc = رقم چنسلر (Chancellor)

L = تيپ آلودگي پايين (٠ الي ٦) H = تيپ آلودگي بالا (٧ الي ٩)

نتايج

در نتيجه آزمايشات شناسايي پرآزاري جدايه‌ها با استفاده از ١٥ رقم و لاين افتراقي گندم (جدول ١) ، ٨ پاتوتيپ يا تركيب مختلف (فرمول پرآزاري / ناپرآزاري) شناسايي شدند(جدول ٢). در بين پاتوتيپهاي شناسايي شده پاتوتيپ 7.7.7.2.5 با پرآزاري روي ١٢ ژن و تركيب ژني و پاتوتيپ 1.1.6.0.0 با پرآزاري روي ٤ ژن مقاومت بترتيب بيشترين و كمترين پرآزاري را داشته‌اند. اين پاتوتيپها با استفاده از سيستم بين المللي نامگذاري پاتوتيپهاي قارچي كه توسط كميته بين المللي كارشناسان بيماريهاي قارچي غلات پيشنهاد شده است و بر اساس فرضيه ژن براي ژن (gene for gene) شناسايي و نامگذاري شده اند (٨). در اغلب آزمايش‌ها عكس العمل مقاوم گياهچه‌ها بين درجات ٠ تا ٣ بود و عكس العمل حساسيت آنها بين درجات ٧ تا ٩ بود. وقتي آزمايشات تكرار مي‌شد در غالب موارد نتايج حاصل پيوستگي بالايي داشتند. پاتوتيپهاي 7.7.7.2.5, 7.7.7.0.3 و 5.7.7.0.0 هر يك با فراواني ٢٣/٥ درصد بيشترين فراواني را داشتند و پاتوتيپهاي 1.1.6.0.0, 7.7.6.0.4, 7.5.5.2.0, 5.6.3.0.5 و 5.7.5.1.5 هر يك با فراواني ٥/٩ درصد كمترين فراواني را داشتند. در اين تحقيق مشخص شد هيچ يك از جدايه‌ها روي رقم افتراقي آپولو حامل تركيب ژنهاي مقاومت Pm2+4b+8 پرآزار نبودند (جدول ١ و شكل١). در اثر مايه زني جدايه‌هاي مختلف روي رقم حامل تركيب اين ژنها واكنش مقاومت با تيپ آلودگي مصون (0) تا خيلي مقاوم (2) حاصل شد. تمامي جدايه‌ها روي لاين حامل ژن Pm1 پرآزار بودند (جدول ١ و شكل ١). در اثر مايه‌زني جدايه‌هاي مختلف روي اين لاين تيپ آلودگي حساس (7-9) بوجود آمد. بر روي لاينهاي حامل ژنهاي Pm3a, Pm3b, Pm4a و Pm8 فراواني پرآزاري بالا بود و ٩٤/١ درصد از جدايه‌هاي مورد آزمايش روي آنها پرآزاري داشتند. پس از آن لاينهاي حامل Pm3c, Pm5 و Pm6 قرار داشتند كه ٨٨/٢ درصد از جدايه‌هاي مورد آزمايش روي آنها پرآزاري داشتند. فراواني پرآزاري روي لاين حامل Pm2 و رقم حامل Pm3d تقريباً متوسط (٥٨/٨ درصد) بود. بر روي ارقام و لاينهاي حامل ژنهاي Pm1+2+9, Pm2+6, Pm7 و Pm17 فراواني پرآزاري به ترتيب ٤١/٢، ٢٩/٤، ٢٣/٥ و ٥/٩ درصد بود. درصد فراواني پرآزاري جدايه ها روي هر يك از لاينها و رقمهاي حامل ژنهاي مقاوم به سفيدك پودري در شكل ١ نشان داده شده است. با توجه به اينكه پايين‌ترين پرآزاري روي ژنهاي Pm17, Pm2+4b+8 و Pm7 وجود داشت بنابراين در برنامه به نژادي منطقه مورد مطالعه مي‌توان از اين ژنها براي تهيه رقم مقاوم عليه سفيدك پودري استفاده كرد. بررسي پرآزاري جمعيت قارچ عامل سفيدك پودري با توجه به ژنهاي مقاومت موجود در ارقام تجاري لازم است تداوم داشته باشد. اين گونه پژوهشها و اطلاعات حاصل از آن براي پيش بيني تغييرات ممكن در طيف پرآزاري جمعيت بيمارگر ضروري است و براي به نژادگران راهنماي خوبي خواهد بود تا رقم مقاوم و متناسب با مناطق مختلف را تهيه و توصيه نمايند.



شكل ١- ترتيب فراواني ژنهاي پرآزاري *Blumeria graminis* f. sp *tritici* در استانهاي مازندران و گلستان

بحث

نتايج حاصل از اين پژوهش نشان مي‌دهد كه ارقام و لاينهاي افتراقي عكس العمل متفاوتي در مقابل جدايه هاي قارچ عامل سفيدك پودري نشان داده‌اند. بطوريكه لاين Axminster حامل ژن مقاومت Pm1 در مقابل كليه جدايه‌ها فنوتيپ حساسيت نشان داده است و سازگاري آن در برابر جدايه‌هاي مورد آزمايش ١٠٠ درصد بوده است.

جدول ٢- ژنهاي پرآزار / ناپرآزار، فراواني و كد پاتوتيپهاي *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* در استانهاي مازندران وگلستان

** كد سه تايي	درصد فراواني	فراواني پاتوتيپها	تعداد ژنهاي پرآزار	شماره جدايه	ژنهاي پرآزار / ناپرآزار *
1.1.6.0.0	٥/٨	١	٤	Is.11	1;3b;6;8 / 2;3a;3c;4a;5;17;2,6;2,4b,8;3d;7;1,2,9
5.7.7.0.0	٢٣/٥	٤	٨	Is.1	1;3a;3b;3c;4a;5;6;8 / 2;17;2,6;2,4b,8;3d;7;1,2,9
5.6.3.0.5	٥/٨	١	٨	Is.5	1;3a;3c;4a;5;6;3d;1,2,9 / 2;3b;8;17;2,6;2,4b,8;7
5.7.7.0.0	٢٣/٥	٤	٨	Is.7	1;3a;3b;3c;4a;5;6;8 / 2;17;2,6;2,4b,8;3d;7;1,2,9
5.7.7.0.0	٢٣/٥	٤	٨	Is.12	1;3a;3b;3c;4a;5;6;8 / 2;17;2,6;2,4b,8;3d;7;1,2,9
7.5.5.2.0	٥/٨	١	٨	Is.13	1;2;3a;3b;4a;5;8;2,6 / 3c;6;17;2,4b,8;3d;7;1,2,9
5.7.7.0.0	٢٣/٥	٤	٨	Is.16	1;3a;3b;3c;4a;5;6;8 / 2;17;2,6;2,4b,8;3d;7;1,2,9
7.7.6.0.4	٥/٨	١	٩	Is.15	1;2;3a;3b;3c;4a;6;8;1,2,9 / 5;17;2,6;2,4b,8;3d;7
5.7.5.1.5	٥/٨	١	١٠	Is.14	1;3a;3b;3c;4a;5;8;17;3d;1,2,9 / 2;6;2,6;2,4b,8;7
7.7.7.0.3	٢٣/٥	٤	١١	Is.2	1;2;3a;3b;3c;4a;5;6;8;3d;7 / 17;2,6;2,4b,8;1,2,9
7.7.7.0.3	٢٣/٥	٤	١١	Is.3	1;2;3a;3b;3c;4a;5;6;8;3d;7 / 17;2,6;2,4b,8;1,2,9
7.7.7.0.3	٢٣/٥	٤	١١	Is.4	1;2;3a;3b;3c;4a;5;6;8;3d;7 / 17;2,6;2,4b,8;1,2,9
7.7.7.0.3	٢٣/٥	٤	١١	Is.6	1;2;3a;3b;3c;4a;5;6;8;3d;7 / 17;2,6;2,4b,8;1,2,9
7.7.7.2.5	٢٣/٥	٤	١٢	Is.8	1;2;3a;3b;3c;4a;5;6;8;2,6;3d;1,2,9 / 17;2,4b,8;7
7.7.7.2.5	٢٣/٥	٤	١٢	Is.9	1;2;3a;3b;3c;4a;5;6;8;2,6;3d;1,2,9 / 17;2,4b,8;7
7.7.7.2.5	٢٣/٥	٤	١٢	Is.10	1;2;3a;3b;3c;4a;5;6;8;2,6;3d;1,2,9 / 17;2,4b,8;7
7.7.7.2.5	٢٣/٥	٤	١٢	Is.17	1;2;3a;3b;3c;4a;5;6;8;2,6;3d;1,2,9 / 17;2,4b,8;7

* به نام فرمول پرآزاري يا ژنهاي مقاومت مؤثر / غيرمؤثر (effective / ineffective resistance genes) نيز معروف است.

** ليمپرت و مولر (Limpert and Muller, 1994)

بر اساس فرضيه ژن براي ژن فنوتيپ حاصل نشاندهنده آنست كه در مقابل ژن مقاومت Pm1 ، ژن همرديف ناپرآزاري ((Avirulence (Avir) جدايه‌ها فعال نبوده و يا احتمالاً فاقد آن هستند اما ژن پرآزاري ((Virulence (Vir) جدايه‌ها در مقابل اين ژن فعال بوده بنابراين فنوتيپ حاصل بصورت سازگار بروز كرده است. عكس‌العمل لاينهاي Asosan, Chul, Khapli و Disponent در مقابل ٩٤ درصد جدايه‌ها سازگاري داشته و عكس‌العمل لاينهاي Sonora, Rektor و NK-747 در مقابل ٨٢ درصد جدايه‌ها بصورت سازگاري بروز كرده است. اين عكس‌العملها نشان مي‌دهد كه در مقابل ژنهاي Pm3a, Pm3b, Pm4a, Pm8 و ژنهاي Pm3c, Pm5, Pm6 ژن همرديف ناپرآزاري در غالب جدايه‌ها فعال نبوده بنابراين واكنش بين لاينهاي فوق و جدايه‌ها بصورت سازگار بروز كرده است. بر خلاف ارقام فوق، رقم Apollo در مقابل كليه جدايه هاي مورد آزمايش مقاومت نشان داد. واكنش مقاومت در اغلب آزمايشات به صورت لكه هاي بسيار ريز و به رنگ زرد متمايل به قهوه اي بروز مي‌كرد و در مواردي لكه‌اي روي برگها ديده نمي‌شد. رقم Apollo حامل تركيبي از ژنهاي مقاومت Pm2+4b+8 مي‌باشد. در اين تحقيق مشخص شد كليه جدايه‌ها در مقابل تركيب ژني فوق ناپرآزار بودند. بعبارت ديگر ژنهاي پرآزاري براي غلبه بر ژنهاي مقاومت فوق يا فعال نبوده و يا اصولاً در اين جدايه ها وجود نداشته است. اما ژنهاي ناپرآزاري همرديف

ژنهاي مقاومت فوق در جدايه هاي مورد آزمايش فعال بوده در نتيجه فنوتيپ حاصل بصورت ناسازگار بروز كرده است. در اغلب گزارشات موجود فراواني پرآزاري روي ژن Pm4b بصورت نادر اعلام شده است.(٦، ١٢). در گزارش پژوهش ده ساله ايماني و همكاران (٦) فراواني پرآزاري روي ژن Pm4b در كشور مراكش در حد پايين اعلام شده است و در بعضي از سالها هيچ پرآزاري روي اين ژن مشاهده نكرده‌اند. براساس گزارشات سالاري و همكاران (١٣٨١، ١٣٨٢ و ١٣٨١) ژنهاي Pm3, Pm3b و Pm8 در مقابل اكثر نژادهاي شناسايي شده بي‌اثر بوده‌اند اما ژن Pm4b در مقابل كليه نژادها مؤثر بوده است. آنها همچنين دريافتند كه رقم هيرمند كه مقاومترين رقم در مقابل نژادهاي سفيدك پودري در منطقه سيستان بود با لاين Weihenst.M1 ،حامل ژن Pm4b ، عكس العمل مشابه‌اي داشت و نشاندهنده آن است كه رقم هيرمند احتمالاً حامل ژن مقاومت Pm4b است. به نظر مي‌رسد در برنامه تهيه رقم مقاوم عليه سفيدك پودري در منطقه شمال كشور استفاده از ژنوتيپهاي ارقام گندم حامل ژن مقاومت Pm4b مفيد واقع شود و اگر تهيه رقم مقاوم بصورت هرمي كردن ژنهاي مقاومت (Pyramiding resistance genes) در نظر باشد، يافته‌هاي اين تحقيق نشان مي‌دهد كه تركيب ژنهاي Pm2+4b+8 ، ژن Pm17 و ژنPm7 (شكل ١) به ترتيب مقاومت خوبي در مقابل جدايه هاي *B. graminis* f. sp. *tritici* در استانهاي مازندران و گلستان نشان داده‌اند و به منظور هرمي كردن ژنهاي مقاومت عليه سفيدك پودري گندم گزينه‌هاي خوبي هستند.

سپاسگزاري

نگارنده از كمكهاي مالي شوراي پژوهشي دانشگاه مازندران در قالب طرح مصوب به شماره ١٤/١٤٣٥ و از زحمات بي دريغ آقايان محمدعلي دهقان، وحيد رضائيان و مرتضي طيبي تشكر و قدرداني مي‌نمايد.

منابع مورد استفاده **REFERENCES**

١. سالاري، م.، س. م. اخوت، ع. شريفي تهراني، ق. حجارود، س. ج. زاد، و م. محمدي. ١٣٨١. ژنتيك بيماريزايي و تغييرات ويرولانس جدايه هايي از *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* در سيستان و بررسي واكنش ارقامي از گندم نسبت به آن. آفات و بيماريهاي گياهي. جلد ٧٠ (٢) ٨٥-٩٩.

٢. سالاري، م.، س. م. اخوت، ع. شريفي تهراني، ق. حجارود، س. ج. زاد، و م. محمدي. ١٣٨٢. شناسايي نژادهاي فيزيولوژيك قارچ *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* در سيستان و بررسي مقاومت ارقامي از گندم به بيماري سفيدك سطحي. مجله علوم كشاورزي ايران. جلد ٣٤ (٢) ٣٦٦-٣٥٣ .

٣. سالاري، م.، د. يزداني، س. م. اخوت، و ع. اكبري حقيقي. ١٣٨١. بررسي مقاومت ارقامي از گندم به سفيدك سطحي در مازندران. آفات و بيماريهاي گياهي. جلد ٧٠ (١) ٢٥-٣٦.

4. Briggle, L. W. 1966. Three loci in wheat involving resistance to *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*. Crop Sci. 6: 461-465.
5. Briggle, L. W. 1969. Near isogenic lines of wheat with genes for resistance to *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*. Crop Sci. 9: 70-72.
6. Imani, Y., A. Ouassou, & C. A. Griffey. 2002. Virulence of *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* populations in Morocco. Plant Dis. 86:383-388.
7. Leath, S., & M. Heun.1990. Identification of powdery mildew resistance genes in cultivars of soft red winter wheat. Plant Dis. 74:747-752.
8. Limpert, E. & K. Muller. 1994. Designation of pathotypes of plant pathogen. J. Phytopathology 140:346-358.
9. Limpert, E., B. Clifford, A. Dreiseiti, R. Johnson, K. Muller, A. Roelfs and C. Wellings. 1994. Systems of Designation of Pathotypes of Plant Pathogen. J. Phytopathology 140: 359-362.

10. Menzies, J. G., & B. H. MacNeill. 1986. Survey of virulence genes in *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* in southern Ontario for 1983 and 1984. Phytopathology 76: 656.
11. Namuco, L. O., W. R. Coffman, G. C. Bergstrom, & M. E. Sorrells. 1987. Virulence spectrum of the *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* population in New York. Plant Dis. 71:539-541.
12. Niewoehner, A. S., & S. Leath. 1998. Virulence of *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* on winter wheat in the eastern United States. Plant Dis. 82:64-68.
13. Persuad, R. R. & E. P. Lipps. 1995. Virulence genes and virulence gene frequencies of *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* in Ohio. Plant Dis. 76: 494-499.
14. Svec, M., L. Szunics, M. Miklovicova, T. Slovakova, V. Tisova, & P. Hauptvogel. 2002. Identification of genes for resistance to wheat powdery mildew in Hungarian, Polish and Slovak wheat cultivars. Plant protect. Sci., 38: 64-72.
15. Zeller, F. J., X. Huang, E. V. Paderina, A. Collaku, K. Kowalczyk, M. Aslam, H. Peusha, & S. L. K. Hesam. 1998. Identification of powdery mildew resistance genes in common wheat (*Triticum aestivum*). XII. Cultivars and land races grown in Mediterranean countries. Plant Genet. Res. Newsl. 116:5-8.
16. Zeller, F. J., N. Petrova, P. Spetsov & S. L. K. Hsam. 2001. Identification of powdery mildew and leaf rust resistance genes in common wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell.) cultivars grown in Bulgaria and Russia, Plant Genet. Res. Newsl. 122:32-35.