ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف هلو نسبت به قارچ عامل بیماری سفیدک پودری هلو *Podosphaera pannosa* در استان اردبیل

حسین کربلائی خیاوی[1]*، سید یعقوب سید معصومی[2] و عادل پیرایش[2]

۱- *نویسنده مسوول: استادیار پژوهش بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران (hossein.karbalaei@yahoo.com)

۲- کارشناس ارشد بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۲/۳۰

چکیده

بیماری سفیدک پودری هلو *Podosphaera pannosa* یکی از بیماری‌های بسیار مهم و شایع در باغات هلو بوده و در ایران در اکثر مناطق کشت هلو وجود دارد. به‌منظور ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف هلو در مقابل این بیماری آزمایشی بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و به مدت دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹٤) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مشگین‌شهر در شرایط آلودگی طبیعی و مایه‌زنی مصنوعی انجام گرفت. ژنوتیپ‌ها شامل روبین، رد هاون، ارلی رد، اسپرینگ کرست، وزویو، رد تاپ، جی. اچ. هیل، شاستا، ارلی‌گلو، آمسدون، لورینگ، اسپرینگ تایم، ولوت، سودانل، سوندانس، انجیری، حاج کاظمی، پائیزه، آلبرتا، بابی گلد۷، دیکسی‌رد، رداسکین، سبز مشهد، سان‌کرست و جولای آلبرتا بود. واکنش ژنوتیپ‌های مختلف هلو نسبت به قارچ عامل بیماری روی برگ‌ها به‌صورت صفر: مصون، ۱: خیلی مقاوم، ۲: مقاوم، ۳: متوسط مقاوم، ٤: حساس و ٥: خیلی حساس گروه‌بندی شد. تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نشان داد ژنوتیپ‌های جی.اچ. هیل، انجیری، لورینگ، رد تاپ، رد هاون و ارلی گلو در گروه خیلی مقاوم؛ وزویو، آلبرتا، اسپرینگ کرست، ولوت، شاستا، ارلی رد، رد اکسین و جولای آلبرتا در گروه مقاوم؛ ژنوتیپ‌های بابی گلد۷، سوندانس، آمسدون، حاج کاظمی، اسپرینگ تایم، دیکسی‌رد و روبین در گروه متوسط مقاوم؛ سان کرست و سودانل در گروه حساس و ژنوتیپ‌های سبز مشهد و پائیزه در گروه خیلی حساس به بیماری سفیدک پودری هلو بودند. نتایج این مطالعه می‌تواند در مدیریت بیماری سفیدک پودری هلو مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: ارقام هلو، سفیدک پودری هلو، مقاومت ژنتیکی، Sphaerotheca pannosa

مقدمه

هلو *Prunus persica* L. یکی از محصولات مهم باغی در دنیا و ایران به شمار می‌رود. بر اساس آخرین آمار در سال ۱۳۹۳ سطح هلوکاری در ایران ۵۸۰۸۰ هکتار و با تولید ۷۰۶۴۸۳ تن گزارش شده است (Anonymous, 2016). بیماری سفیدک پودری هلو *Podosphaera pannosa* یکی از بیماری‌های مهم باغات هلو بوده و در اکثر مناطق هلوکاری دنیا و ایران وجود دارد. در صورت فراهم شدن شرایط محیطی مناسب، این بیماری بیشتر از هر بیماری دیگر به درختان هلو خسارت وارد می‌کند و موجب کاهش محصول، کاهش کیفیت میوه و افزایش هزینه تولید می‌شود

Archive of SID

www.SID.ir

(Ivascu et al., 1996؛ Fang, 1979؛ Behdad, 1990؛ Toma and Ivascu, 1997؛ Linde and Debener, 2003؛ Toma et al., 1998؛ Toma et al., 2003). بیماری سفیدک پودری هلو در ایران ابتدا در سال ۱۳۲۶ از باغ‌های هلوی اطراف تهران گزارش گردید (Behdad, 1990). سایر محققین مختلف در مناطق میوه‌خیز کشور نیز وجود قارچ عامل بیماری را ذکر کرده‌اند (Ahari Babaei and Hoshanghy, 1994). Behdad (1990) خسارت بیماری سفیدک پودری هلو را در ایران بیش از ۵۰ درصد برآورد نموده و اظهار داشته که این بیماری در کلیه نواحی هلوکاری ایران وجود داشته و جزو مهم‌ترین بیماری هلو محسوب می‌شود. قارچ عامل بیماری می‌تواند تمام قسمت‌های سبز درخت هلو را مورد حمله قرار داده و باعث ریزش برگ‌ها، کاهش رشد درختان و اختلال در مقاومت گیاه به سرما گردد.

Linde and Debener (2003) نژادهای فیزیولوژیکی مختلف قارچ عامل بیماری سفیدک پودری هلو را مورد بررسی قرار دادند. جداسازی و شناسایی ۸ نژاد قارچ عامل بیماری، تجزیه و تحلیل ژنتیکی ژنوتیپ‌های مختلف در برابر قارچ عامل بیماری بیانگر آن بود که کنترل بیماری سفیدک پودری هلو بوسیله یک ژن غالب Rpp1 می‌باشد. Toma and Ivascu (1997) گزارش نمودند که قارچ عامل بیماری سفیدک پودری هلو به‌صورت میسلیوم در شاخه‌های آلوده و جوانه‌های خفته هلو زمستان‌گذرانی می‌کند. بر اساس تحقیقات انجام یافته حداکثر جوانه‌زنی کنیدی‌های قارچ عامل بیماری در رطوبت نسبی ۴۳ تا ۱۰۰ درصد و درجه حرارت ۲۵ درجه سلسیوس بوده و در دمای بالاتر از ۳۱ درجه سلسیوس رشد قارچ کند و در دمای بالاتر از ۳۵ درجه سلسیوس رشد میسلیوم‌ها متوقف می‌گردد. این بیماری در آب و هوای گرم و خشک با رطوبت در مه و شبنم و یا رطوبت بالا به وجود می‌آید (Toma et al., 1998). Ognjanov et al. (2000) در شبه جزیره بالکان با ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف سیب، گلابی و هلو به عامل بیماری *Podosphaera pannosa* مشخص نمودند که از بین ۴۵۷ ژنوتیپ مختلف هلو، ژرم‌پلاسم‌های Senabija، Sarunk، Tvidokorka، Uzicka، Kozara و Zelenika حساسیت بسیار پایینی نسبت به قارچ عامل بیماری سفیدک پودری هلو داشتند. Neamtu et al. (2008) اظهار داشتند که در برخی از ارقام هلو استفاده از قارچ‌کش‌ها جهت کنترل بیماری سفیدک پودری بنا به دلایل اقتصادی و زیست‌محیطی مقرون به صرفه نمی‌باشد. به همین منظور در شرایط آلودگی طبیعی مقاومت ۵۱ ژنوتیپ مختلف هلو و شلیل را در برابر قارچ عامل بیماری مورد ارزیابی قرار دادند. در بررسی آن‌ها ارقام Dida و Mihaela رفتار مقاوم، رقم Collins بسیار حساس و ارقام Congres، Victoria، Triumf، Amalia، Alexia، Harmani، Tino، Independence، Dixired و Jerseyglo حساسیت ضعیف و ارقام Fantasia، Crimsongold، Antonia، Cardinal و Veteran واکنش نسبتاً حساس به بیماری سفیدک پودری هلو نشان دادند. Pascal et al. (2012) بررسی‌های گسترده‌ای را به‌منظور تعیین نحوه توارث مقاومت در ارقام مختلف هلو نسبت به قارچ عامل بیماری سفیدک پودری انجام دادند. نتایج آنالیزها نشان داد که در تلاقی بین پایه مادری Pamirskij5 و Rubira تنها ژن غالب مقاومت به بیماری در کولتیوار Pamirskij5 ژن Gr بود. نتایج تحقیقات به عمل آمده در ویرجینیای آمریکا (Pfeiffer, 1999) بیانگر این مطلب بود که این منطقه برای گونه‌های مختلف هلو (ارقام Red haven، Loring و Red skin) یکی از مراکز مهم منابع ژنتیکی بوده و محققین توصیه نموده‌اند که در برنامه‌های اصلاحی از گونه‌های بومی وحشی استفاده گردد (Ivascu and Buciumanu, 2006).

Ivascu and Balan (1994) مقاومت ارقام مختلف هلو را در برابر قارچ عامل بیماری مورد ارزیابی قرار دادند. بر اساس نتایج حاصله در شرایط آب و هوایی رومانی ارقام مورد مطالعه به گروه‌های بسیار مقاوم،

Archive of SID

www.SID.ir

مقاوم، متوسط مقاوم، حساس و بسیار حساس تقسیم‌بندی و ژرم‌پلاسم‌های Triumf، Congres، Victoria، Armking، Morton، Regina، Nectared، ARK125 و ARK134 به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر در برابر قارچ عامل بیماری شناخته شدند. شناسایی، تولید و بکارگیری ارقام مقاوم از مهم‌ترین شیوه‌های کنترل عامل بیماری‌های گیاهی می‌باشد که طی آن گیاه میزبان به گونه‌ای تغییر می‌یابد که یا در مقابل آلودگی مقاومت کرده و یا با بروز عکس‌العمل کمتر، آلودگی را تحمل می‌کند (Ahuncharacter, 1999؛ Fang, 1979؛ Martin et al., 2001؛ Lenne and Wood, 1991؛ Pfeiffer, 1999؛ Toma et al., 2003). به همین دلیل در برنامه‌های اصلاح‌نباتات مؤثرترین روش کنترل عامل بیماری‌ها استفاده از منابع مقاومت به بیماری‌هاست. این استراتژی در کنترل بیماری سفیدک پودری هلو بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در این روش به ژرم‌پلاسم‌های مناسب هلو به‌عنوان پایه در برنامه‌های اصلاح‌نباتات نیاز است و این منابع ژنتیکی به‌صورت نظارت شده نگهداری می‌شود (Ivascu and Buciumanu, 2006؛ Kervella et al., 1998؛ Ivascu et al., 1996؛ Ognjanov et al., 2000؛ Neamtu et al., 2008؛ Rasoulzadegan, 1991؛ Toma et al., 1998). وجود واریته‌های مختلف هلو در ایران تنوع گسترده‌ای را برای این گونه‌ها فراهم آورده است. در این مناطق بیماری سفیدک پودری هلو از عوامل بسیار مهم و محدودکننده کشت این گیاهان است و از دیر زمان کنترل شیمیایی با این بیماری مرسوم بوده است. با توجه به معضلات و محدودیت‌های مصرف سموم شیمیایی، شناسایی ارقام مقاوم هلو نسبت به قارچ عامل بیماری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این پژوهش به‌منظور ارزیابی واکنش ارقام مختلف هلو در مقابل قارچ عامل بیماری سفیدک پودری هلو در استان اردبیل انجام گرفت. بر این اساس واکنش ارقام مختلف هلو به قارچ عامل بیماری سفیدک پودری هلو بررسی و ارقام از نظر مقاومت گروه‌بندی گردید.

مواد و روش‌ها

در طی سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مشگین‌شهر واکنش ۲۵ ژنوتیپ هلو شامل روبین، رد هاون، ارلی رد، اسپرینگ کرست، وزویو، رد تاپ، جی.اچ. هیل، شاستا، ارلی گلو، آمسدون، لورینگ، اسپرینگ تایم، ولوت، سودانل، سوندانس، انجیری، حاج کاظمی، پائیزه، آلبرتا، بابی گلد۷، دیکسی رد، رد اسکین، سبز مشهد، سان کرست و جولای آلبرتا نسبت به بیماری سفیدک پودری هلو در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شرایط طبیعی و مایه‌زنی مصنوعی ارزیابی گردیدند. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در طی چند سال گذشته از نقاط مختلف ایران جمع‌آوری و در کلکسیون ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مشگین‌شهر نگهداری می‌شدند. در طول دوره ارزیابی کلیه عملیات زراعی به‌طور یکسان انجام و از هیچ آفت‌کشی استفاده نشد. ارزیابی قارچ عامل بیماری *Podosphaera pannosa* در برگ‌ها با استفاده از روش‌های زیر انجام گرفت:

ارزیابی آلودگی طبیعی برگ‌ها

ارزیابی آلودگی طبیعی زمانی که علایم بیماری سفیدک پودری هلو کاملاً در روی برگ‌ها گسترده بودند در طول ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ انجام گرفت. در این ارزیابی ۱۵۰ برگ از هر رقم (هر رقم چهار درخت) مورد بررسی قرار گرفت. شدت آلودگی در روی برگ‌های هلو بر اساس درصد پوشش زخم‌های موجود در روی کل نواحی برگ با سیستم درجه‌بندی (۱۰۰-۷۶ درصد، ۷۵-۵۱ درصد، ۵۰-۲۶ درصد، ۲۵-۱۱ درصد، ۱۰-۴ درصد، ۳-۱ درصد، صفر) (Ivascu and Buciumanu, 2006) تعیین و با استفاده از نتایج درجه‌بندی، شاخص درصد شدت آلودگی بر اساس فرمول [(بالاترین ارزش درجه × تعداد کل برگ ارزیابی شده / مجموع ارزش درجه × مجموع تعداد برگ‌ها در آن درجه)۱۰۰= SI[1] محاسبه و سپس در هر

1- Severity Index

Archive of SID

www.SID.ir

رقم سطح مقاومت به شرح ذیل گروه‌بندی گردید (Ivascu and Buciumanu, 2006).

صفر- ایمن-مصون از بیماری (I[1]; SI= 0)؛

۱- خیلی مقاوم-آلودگی بین ۳-۱ درصد (VR[2]; SI= 1-3)؛

۲- مقاوم-آلودگی بین ۱۰-۴ درصد (R[3]; SI= 4-(10)؛

۳- متوسط مقاوم-آلودگی بین ۲۵-۱۱ درصد (MR[4]; SI= 11-25)؛

۴- حساس-آلودگی بین ۵۰-۲۶ درصد (S[5]; SI= 26-50)؛

۵- خیلی حساس-آلودگی ۵۰< درصد (VS[6]; SI= >50)

و با استفاده از نتایج به‌دست آمده، شاخص شدت آلودگی محاسبه شد (Ivascu and Buciumanu, 2006).

ارزیابی مایه‌زنی مصنوعی برگ‌ها

برای اثبات نتایج به‌دست آمده از آلودگی طبیعی، ارقام مورد مطالعه به‌طور مصنوعی در زمان ظهور بیماری مایه‌زنی شدند. بدین ترتیب که کنیدی‌های عامل سفیدک پودری هلو از برگ‌های آلوده جمع‌آوری و پس از شستشو با گلوکز ۰/۷۸ درصد در داخل آب سترون شده جمع‌آوری گردیدند. سپس ۵۰ برگ از ۱۰ شاخه جوان هر رقم با غلظت ۲×۱۰^{۵} کنیدی در هر میلی‌لیتر محلول گلوکز ۰/۷۸ درصد براساس روش Fang (1979) اسپری شدند. پاشش تا زمانی که قطرات مایع تازه نمایان شده اما آبدوی (run off) قطرات به وجود نیامده ادامه یافت. برگ‌های مایه‌زنی شده بلافاصله با پاکت‌های نازک پوشانده شدند. شدت بیماری بعد از ۲۱ روز ارزیابی شد (Fang, 1979؛ Ivascu and Buciumanu, 2006). برای تجزیه واریانس و مقایسات میانگین‌ها از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 استفاده گردید.

نتایج

علایم بیماری سفیدک پودری هلو در سرشاخه‌ها و جوانه‌های برگی جوان هلو در اوایل فصل رشد مشاهده نشد. توده ریسه‌ای سفید رنگ قارچ در سطح رویی برگ‌ها و اغلب در حاشیه برگ‌های شاخه‌های جانبی جوان از نیمه دوم خرداد ماه قابل مشاهده بود. مطالعه سیر پیشرفت بیماری طی دو سال نشان داد که نخستین نشانه‌های بیماری سفیدک پودری هلو به‌صورت لکه‌های کوچک رنگ پریده روی برگ‌ها مشاهده و بتدریج کنیدی‌های قارچ روی لکه‌های آلوده ظاهر گردید (میانگین درجه حرارت ۲۰ درجه سلسیوس و میانگین رطوبت نسبی ۴۷ درصد). در طول زمان با مساعد شدن درجه حرارت، تعداد لکه‌ها در روی برگ‌ها افزایش و در ارقام حساس شدت بیماری روی برگ‌های مسن آلوده به درجه بسیار بالایی رسید. در نیمه دوم مرداد ماه (میانگین درجه حرارت ۲۳/۷ درجه سلسیوس و میانگین رطوبت نسبی ۴۲ درصد) شدت بیماری در روی برگ‌های ارقام حساس و خیلی حساس به بیش از ۵۰ درصد و در در اوایل شهریور ماه به ۱۰۰ درصد رسید. تجزیه واریانس مرکب صفت شدت آلودگی برگ‌های هلو در شرایط آلودگی طبیعی و مایه‌زنی مصنوعی توسط قارچ عامل بیماری سفیدک پودری هلو نشان داد بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). بین سال‌ها و دو شرایط آلودگی طبیعی و مایه‌زنی مصنوعی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱). در این بررسی ژنوتیپ‌های مختلف هلو از نظر درجه مقاومت به قارچ عامل بیماری *P. pannosa* نسبت به یکدیگر در هر دو شرایط آلودگی طبیعی و مایه‌زنی مصنوعی تفاوت قابل توجهی داشتند. مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مشخص نمود که رقم پائیزه در شرایط آلودگی طبیعی و ارقام سبز مشهد و پائیزه در شرایط مایه‌زنی مصنوعی دارای بالاترین آلودگی بوده و در گروه a قرار گرفتند (جدول ۲). مقایسه میانگین درصد شدت بیماری سفیدک پودری روی برگ‌های هلو در شرایط مایه‌زنی مصنوعی با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد نشان داد که ارقام جی.اچ. هیل، ارلی گلو، رد هاون، انجیری، لورینگ و رد تاپ در گروه خیلی مقاوم؛ ارقام وزویو، آلبرتا، اسپرینگ کرست، ولوت، شاستا، جولای

1- Immune
2- Very Resistant
3- Resistant
4- Medium Resistant
5- Sensitive
6- Very Sensitive

Archive of SID

www.SID.ir

آلبرتا، ارلی رد و رد اکسین در گروه مقاوم؛ ارقام بابی گلد۷، سوندانس، آمسدون، حاج کاظمی، اسپرینگ تایم، سودانل، دیکسی رد و روبین در گروه متوسط مقاوم؛ رقم سان کرست در گروه حساس و ارقام سبز مشهد و پائیزه در گروه خیلی حساس به بیماری سفیدک پودری هلو قرار گرفتند (جدول ۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب شدت آلودگی برگ‌های هلو در شرایط آلودگی طبیعی و مایه‌زنی مصنوعی توسط قارچ عامل بیماری سفیدک پودری در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ در استان اردبیل

Table 1. Combined analysis of variance for disease severity of different peach genotypes to peach powdery mildew in natural infection and artificial inoculation conditions on the leaves in 2014 and 2015 in Ardabil province

Source of variation	df	Mean of squares	
		Natural Infection	Artificial Inoculation
Year	2	64.03^{ns}	5.61^{ns}
Replication	2	44.65	51.65
Replication × Year	2	9.006^{ns}	9.81^{ns}
Genotype	24	2112.8**	2025.75**
Genotype ×Year	24	14.536^{ns}	12.13^{ns}
Error	-	30.42	23.99
C.V.	-	29.90	28.36

**: Significant in 1 percent probability, ns: Non significant

جدول ۲- میانگین شدت بیماری سفیدک پودری هلو در ژنوتیپ‌های مختلف هلو در شرایط آلودگی طبیعی و مایه‌زنی مصنوعی روی برگ‌ها در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ در استان اردبیل

Table 2. Mean of disease severity of peach powdery mildew on different peach genotypes in natural infection and artificial inoculation conditions on the leaves in 2014 and 2015 in Ardabil province

No.	Genotype	Natural Infection	Artificial Inoculation
1	July Elberta	9.167±3.40^{hi}	10.00±2.65^{f}
2	Baby gold7	17.667±8.08^{efg}	19.167±8.10^{de}
3	Sundance	13.167±4.17^{gh}	16.500±5.91^{e}
4	Amesdn	21.00±2.20^{def}	21.167±2.93^{cde}
5	Vesevio	7.00±1.73^{hijk}	7.500±2.52^{fg}
6	Sun crest	35.667±7.59^{c}	36.00±6.16^{b}
7	Elberta	6.500±3.97^{ijk}	8.50±3.94^{f}
8	Sudanell	25.667±12.33^{d}	26.50±7.48^{c}
9	Early glo	1.667±0.79^{k}	2.333 ±0.58^{g}
10	Spring crest	5.333±2.20^{ijk}	5.833±2.77^{fg}
11	Sabz-e-Mashhad	65.833±15.99^{b}	67.667±14.9^{a}
12	Paeizeh	75.833±7.70^{a}	73.00±4.01^{a}
13	Velvet	9.333±3.41^{hi}	10.833±4.62^{f}
14	Shasta	8.000±2.32^{hij}	10.00±2.37^{f}
15	Early red	7.8330±1.26^{hijk}	8.833±0.79^{f}
16	Red skin	5.6670±3.34^{ijk}	7.167±2.91^{gf}
17	Haj kazemi	15.667±4.17^{fg}	20.333±4.26^{de}
18	Spring time	22.333±2.57^{de}	22.50±2.48^{cd}
19	J.H. Hale	1.6670±0.87^{k}	2.500±0.58^{g}
20	Red heven	2.000±0.58^{jk}	2.500±0.87^{g}
21	Dixi red	20.333±3.08^{def}	21.667±3.71^{cde}
22	Anjiri	2.000±0.58^{jk}	2.833±0.29^{g}
23	Loring	2.500±0.58^{jk}	2.667±0.58^{g}
24	Red top	2.667±1.33^{jk}	2.833±0.76^{g}
25	Robin	22.167±3.68^{de}	23.00±1.82^{cd}
	LSD 5%	6.3205	5.6114

I= Immune, VR= Very resistant, R= Resistant, MR= Medium resistant, S= Sensitive, VS= Very sensitive

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- میانگین شدت بیماری سفیدک پودری هلو و سطوح مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف هلو در شرایط آلودگی طبیعی و مایه‌زنی مصنوعی روی برگ‌ها در سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در استان اردبیل

Table 3. Mean of disease severity and resistance rating of different peach genotypes to peach powdery mildew in natural infection and artificial inoculation conditions on the leaves in 2014 and 2015 in Ardabil province

No.	Genotype	Natural Infection		Artificial Inoculation	
		Mean of disease severity	Resistance rating	Mean of disease severity	Resistance rating
1	July Elberta	9.167±3.40	R	10.00±2.65	R
2	Baby gold7	17.667±8.08	MR	19.167±8.10	MR
3	Sundance	13.167±4.17	MR	16.500±5.91	MR
4	Amesdn	21.00±2.20	MR	21.167±2.93	MR
5	Vesevio	7.00±1.73	R	7.500±2.52	R
6	Sun crest	35.667±7.59	S	36.00±6.16	S
7	Elberta	6.500±3.97	R	8.50±3.94	R
8	Sudanell	25.667±12.33	S	26.50±7.48	MR
9	Early glo	1.667±0.79	VR	2.333 ±0.58	VR
10	Spring crest	5.333±2.20	R	5.833±2.77	R
11	Sabz-e-Mashhad	65.833±15.99	VS	67.667±14.9	VS
12	Paeizeh	75.833±7.70	VS	73.00±4.01	VS
13	Velvet	9.333±3.41	R	10.833±4.62	R
14	Shasta	8.000±2.32	R	10.00±2.37	R
15	Early red	7.8330±1.26	R	8.833±0.79	R
16	Red skin	5.6670±3.34	R	7.167±2.91	R
17	Haj kazemi	15.667±4.17	MR	20.333±4.26	MR
18	Spring time	22.333±2.57	MR	22.50±2.48	MR
19	J.H. Hale	1.6670±0.87	VR	2.500±0.58	VR
20	Red heven	2.000±0.58	VR	2.500±0.87	VR
21	Dixi red	20.333±3.08	MR	21.667±3.71	MR
22	Anjiri	2.000±0.58	VR	2.833±0.29	VR
23	Loring	2.500±0.58	VR	2.667±0.58	VR
24	Red top	2.667±1.33	VR	2.833±0.76	VR
25	Robin	22.167±3.68	MR	23.00±1.82	MR
	LSD 5%	6.3205		5.6114	

I= Immune, VR= Very resistant, R= Resistant, MR= Medium resistant, S= Sensitive, VS= Very sensitive

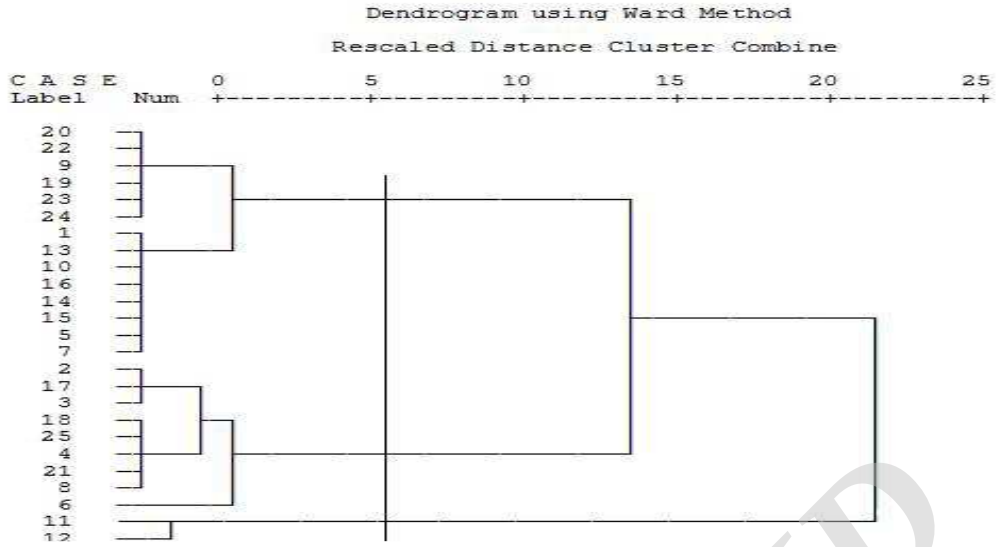
دندروگرام‌ها بر اساس میانگین درصد شدت بیماری سفیدک پودری هلو روی برگ‌ها در شرایط آلودگی طبیعی و مصنوعی با استفاده از فرمول $\sqrt{n/2}$ برش داده شدند و در سه کلاستر گروه‌بندی گردیدند. بر اساس تجزیه تابع تشخیص، بین میانگین کلاسترهای به‌دست آمده اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (شکل ۱، ۲ و ۳).

میانگین درصد شدت بیماری سفیدک پودری هلو روی برگ‌ها در شرایط آلودگی طبیعی نشان داد در گروه اول تعداد ۱۴ ژنوتیپ، در گروه دوم ۹ ژنوتیپ و در گروه سوم ۲ ژنوتیپ قرار داشتند (شکل ۱). گروه اول کمترین آلودگی، گروه دوم متوسط آلودگی و گروه سوم بالاترین آلودگی را نشان دادند. پس در شرایط آلودگی طبیعی میانگین درصد شدت بیماری سفیدک پودری هلو روی برگ‌ها در ژنوتیپ های گروه اول کمتر از بقیه بودند و به‌عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم انتخاب شدند.

میانگین درصد شدت بیماری سفیدک پودری هلو روی برگ‌ها در شرایط مایه‌زنی مصنوعی نشان داد در گروه اول تعداد ۱۴ ژنوتیپ، در گروه دوم ۹ ژنوتیپ و در گروه سوم ۲ ژنوتیپ قرار داشتند (شکل ۲). گروه اول کمترین آلودگی، گروه دوم متوسط آلودگی و گروه سوم بالاترین آلودگی را نشان دادند. پس در شرایط مایه‌زنی مصنوعی نیز میانگین درصد شدت بیماری سفیدک پودری هلو روی برگ‌ها در ژنوتیپ‌های گروه اول (۱۹، ۲۰، ۹، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۱۰، ۱۶، ۵، ۱، ۱۴، ۷، ۱۵ و ۱۳) کمتر از بقیه بودند و به‌عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم انتخاب شدند. این ژنوتیپ‌ها در شرایط طبیعی نیز کمترین آلودگی را داشتند.

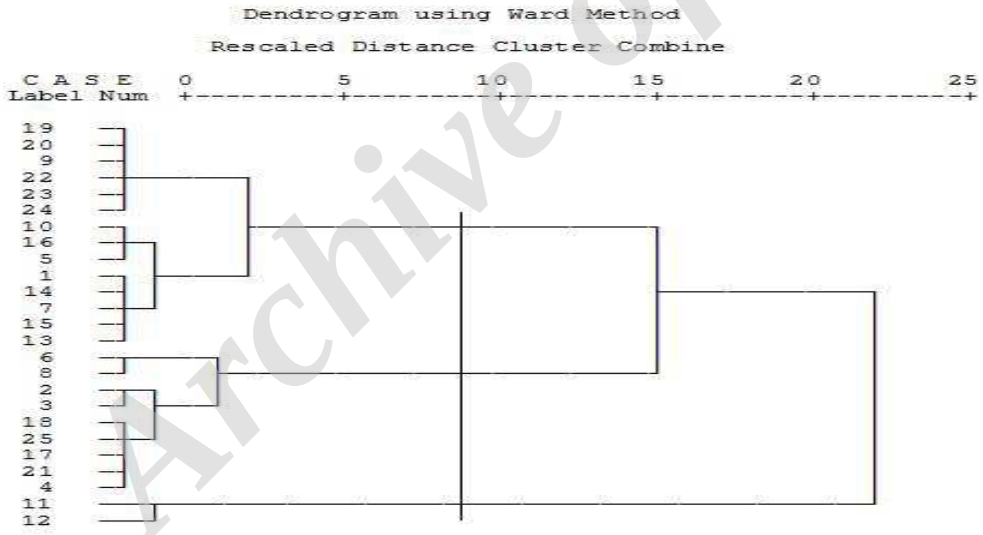
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- دندروگرام میانگین شدت بیماری سفیدک پودری هلو در ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط آلودگی طبیعی روی برگ‌ها در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ در استان اردبیل

Figure 1. Denderogram of cluster analysis for mean disease severity of peach powdery mildew on different peach genotypes in natural infection conditions on the leaves in 2014 and 2015 in Ardabil province



شکل ۲- دندروگرام میانگین شدت بیماری سفیدک پودری هلو در ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط مایه‌زنی مصنوعی روی برگ‌ها در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ در استان اردبیل

Figure 2. Denderogram of cluster analysis for mean disease severity of peach powdery mildew on different peach genotypes in artificial inoculation conditions on the leaves in 2014 and 2015 in Ardabil province

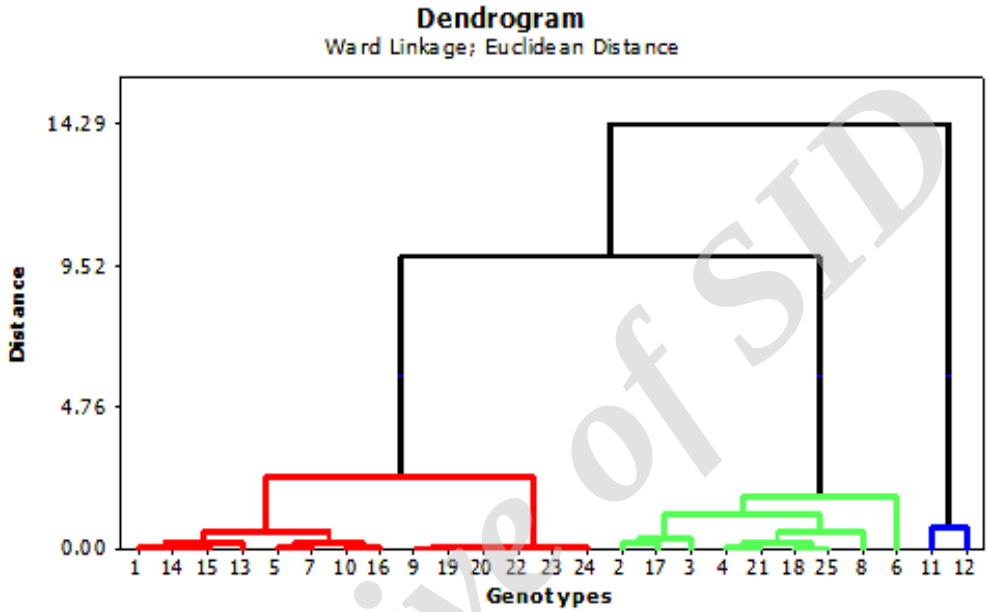
نتایج دندروگرام میانگین درصد شدت بیماری سفیدک پودری هلو روی برگ‌ها در شرایط آلودگی طبیعی و مایه‌زنی مصنوعی نیز نشان داد در گروه اول تعداد ۱۴ ژنوتیپ، در گروه دوم ۹ ژنوتیپ و در گروه سوم ۲ ژنوتیپ قرار داشتند (شکل ۳).

در دو شرایط آلودگی طبیعی و مایه‌زنی مصنوعی

Archive of SID

www.SID.ir

انحراف میانگین ژنوتیپ‌های گروه اول (۱، ۱۴، ۱۵، ۱۳، ۵، ۷، ۱۰، ۱۶، ۹، ۱۹، ۲۰، ۲۲، ۲۳ و ۲۴) از میانگین کل برای دو صفت میانگین درصد شدت بیماری سفیدک پودری هلو روی برگ‌ها منفی بود که نشان‌دهنده میزان شدت آلودگی کمتر از میانگین کل بود. درحالی‌که انحراف میانگین ژنوتیپ‌های گروه دوم و سوم از میانگین کل مثبت بودند (جدول ۴). درنهایت می‌توان نتیجه‌گیری نمود ژنوتیپ های جولای آلبرتا، وزویو، آلبرتا، ارلی گلو، اسپرینگ کرست، ولوت، شاستا، ارلی رد، رد اکسین، جی.اچ. هیل، رد هاون، انجیری، لورینگ و رد تاپ میانگین درصد شدت بیماری سفیدک پودری هلو کمتری روی برگ‌ها داشته داشته و به‌عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم انتخاب شدند.



شکل ۳- دندروگرام میانگین شدت بیماری سفیدک پودری هلو در ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط آلودگی طبیعی و مایه‌زنی مصنوعی روی برگ‌ها در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ در استان اردبیل

Figure 3. Denderogram of cluster analysis for mean disease severity of peach powdery mildew on different peach genotypes in natural infection and artificial inoculation conditions on leaves in 2014 and 2015 in Ardabil province

جدول ٤- انحراف میانگین ژنوتیپ‌های هر گروه از میانگین کل برای دو صفات میانگین شدت بیماری سفیدک پودری هلو روی برگ‌ها در شرایط آلودگی طبیعی و مایه‌زنی مصنوعی در سال های ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ در استان اردبیل

Table 3. Mean deviation of each group genotypes from mean total for two the mean traits disease severity of peach powdery mildew on leaves in natural infection and artificial inoculation conditions in 2014 and 2015 in Ardabil province

Cluster	Mean of disease severity in artificial inoculation conditions on the leaves	Mean of disease severity in natural infection conditions on the leaves
First group 14 genotypes	-0.608324	-0.595326
Second group 9 genotypes	0.306150	0.279871
Third group 2 genotypes	2.88059	2.90786

1	July Elberta	6	Sun crest	11	Sabz-e-Mashhad	16	Red skin	21	Dixi red
2	Baby gold7	7	Elberta	12	Paeizeh	17	Haj kazemi	22	Anjiri
3	Sundance	8	Sudanell	13	Velvet	18	Spring time	23	Loring
4	Amesdn	9	Early glo	14	Shasta	19	J.H. Hale	24	Red top
5	Vesevio	10	Spring crest	15	Early red	20	Red heven	25	Robin

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

نتایج مطالعه ما در مورد روند بروز علایم بیماری سفیدک پودری هلو با نتایج به‌دست آمده توسط Ivascu and Balan (1996)، Toma and Ivascu (1997) و Toma et al. (1998) مطابقت داشت. Behdad (1990)، Ahari Babaei and Hoshanghy (1994) و Toma and Ivascu (1997) با انجام تحقیقات مختلفی نشان داده‌اند که قارچ عامل بیماری سفیدک پودری هلو با مساعد شدن شرایط محیطی شروع به فعالیت نموده و با گذشت زمان بتدریج شدت و خسارت آن افزایش یافته و در درجه حرارت بالای ۳۵ درجه سلسیوس رشد و فعالیت قارچ عامل بیماری متوقف شده است. نتایجی مشابهی در بررسی‌های انجام شده در استان اردبیل به‌دست آمد.

در این ارزیابی ارقام بدون بیماری در گروه مصون و ارقام با درجه آلودگی بین ۳- ۱درصد در گروه خیلی مقاوم و ۱۰- ۴ درصد در گروه مقاوم و ۲۵- ۱۱ درصد در گروه متوسط مقاوم و ۵۰- ۲۶ درصد در گروه حساس و ارقام با درجه آلودگی بیشتر از ۵۰ درصد در گروه خیلی حساس قرار گرفتند. مقایسه میانگین تیمارها براساس آزمون دانکن نشان داد که ارقام جی.اچ. هیل، انجیری، لورینگ، رد تاپ، رد هاون و ارلی گلو در گروه خیلی مقاوم؛ ارقام وزویو، آلبرتا، اسپرینگ کرست، ولوت، شاستا، ارلی رد، رد اکسین و جولای آلبرتا در گروه مقاوم؛ ارقام بابی گلد۷، سوندانس، آمسدون، حاج کاظمی، اسپرینگ تایم، دیکسی رد و روبین در گروه متوسط مقاوم؛ ارقام سان کرست و سودانل در گروه حساس و ارقام سبز مشهد و پائیزه در گروه خیلی حساس به بیماری سفیدک پودری هلو قرار گرفتند. نتایج ارزیابی بیانگر آن است که ارقام مورد بررسی هلو از نظر درجه مقاومت به قارچ عامل بیماری *P. pannosa* نسبت به یکدیگر تفاوت قابل توجهی داشتند. به‌طورکلی از ارقام مورد مطالعه ۲۴ درصد خیلی مقاوم، ۳۲ درصد مقاوم، ۲۸ درصد متوسط مقاوم، ۸ درصد حساس و ۸ درصد خیلی حساس به بیماری سفیدک پودری هلو بودند. تحقیقات مشابهی توسط Lenne and Wood (1991)، Ivascu et al. (1996)، Kervella et al. (1998)، Toma et al. (2003)، Ivascu and Buciumanu (2006) و Neamtu et al. (2008) در نقاط مختلف دنیا در مورد بررسی درجه مقاومت ارقام مختلف هلو به قارچ عامل بیماری سفیدک پودری هلو انجام شده است. بررسی‌های Ivascu and Buciumanu (2006) و Neamtu et al. (2008) نشان داد که نتایج آزمایش مایه‌زنی مصنوعی در ارقام مختلف هلو با نتایج آلودگی طبیعی تا حدود زیادی مطابقت داشت. نتایج آزمایش‌های انجام شده در استان اردبیل با نتایج محققین در نقاط مختلف دنیا مطابق بود (Ivascu et al., 1996؛ Toma et al., 1998؛ Toma and Ivascu, 1997).

در نتیجه‌گیری کلی از این پژوهش می‌توان چنین بیان داشت که استفاده از ارقام مقاوم بهترین روش کنترل بیماری سفیدک پودری هلو *P. pannosa* می‌باشد. به‌منظور کاهش خسارت قارچ عامل بیماری، تولید و به کارگیری ارقام مقاوم هلو به‌عنوان مهم‌ترین روش مبارزه توصیه می‌گردد.

سپاس گزاری

بدین وسیله نویسندگان از مساعدت همکاران مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مشگین شهر تقدیر و تشکر می نمایند.

REFERENCES

Ahari Babaei, A., and Hoshanghy, A.H. 1994. Diseases of fruit trees and vines. Uremia University Press. pp: 184-186. (In Farsi).

Ahuncharacter, A. 1999. Principles of combating plant diseases. Publishing Center, University of Technology. P. 324.

Archive of SID

www.SID.ir

Anonymous. 2016. Statistics of fruit trees products. Ministry of Jahad-e-Agriculture. P. 156. http://www.maj.ir. (In Farsi).

Behdad, E. 1990. Diseases of fruit crop in Iran. Esfahan, Neshat Press. pp: 103-110. (In Farsi).

Fang, Z. 1979. Methods in plant pathology. Agricultural Press, Beijing P.R., China. P. 345.

Ivascu, A., and Balan, V. 1994. Behavior of some peach and nectarine cultivars and hybrids at the attack of mildew under the climatic conditions of the southern area of Romania. The XXIVth International Horticultural Congress, Kyoto, Japan. P. 432.

Ivascu, A., and Buciumanu, A. 2006. Situation of peach resistance to diseases in Romania. International Journal of Horticultural Science and Technology, 12(3): 65-69.

Ivascu, A., Balan, V., and Toma, S. 1996. Peach and nectarine genitors with highly resistant to powdery mildew. Scientific Sessions, ICDP Pitesti, XIX: 125-129.

Kervella, J., Pascal, T., Pfeiffer, F., and Dirlenwanger, E. 1998. Breeding for multi resistance in peach trees. Acta Horticultur, 465: 177-181.

Lenne, J.M., and Wood, D. 1991. Plant disease and the use of wild germplasm. Annual Review of Phytopathology, 29: 35-63.

Linde, M., and Debener, T. 2003. Isolation and identification of eight races of powdery mildew of roses (*Podosphaera pannosa*) (Wallr.: Fr.) de Bary and the genetic analysis of the resistance gene Rpp1. Theoretical and Applied Genetics, 107(2): 256-262.

Martin, M., Piola, F., Chessel, J., and Heizmann, P. 2001. The domestication process of the modern rose, genetic structure and allelic composition of the rose complex. Theoretical and Applied Genetics, 102: 398-404.

Neamtu, M., Barbulescu, A., Petcu, A., Ilie, A., Calinita, C., and Mocanu, S. 2008. Evaluation of the genetic resistance of some apricot and peach cultivars confronted with diseases. Scientific Papers of the Research Institute for Fruit Growing, Pitesti, Baneasa-Bucharest Romania, XXIV: 41-44.

Ognjanov, V., Vujanic-Varga, D., Gasic, K., and Nadj, B. 2000. Disease resistance in apple, pear and peach germplasm originating from the Balkan Peninsula. XXV International Horticultural Congress, Part 3: Culture techniques with special emphasis on environmental implications, Fokkema, N.J., Verhoyen, M.N.J. Brussels, Belgium, 513: 63-68.

Pascal, T., Pfeiffer, F., and Kervella, J. 2012. Powdery mildew resistance in the peach cultivar Pamirskij5 is genetically linked with the Gr gene for leaf color. Horticultural Science, 47(8): 452-458.

Pfeiffer, D.G. 1999. Virginia apple and peach tree survey. Virginia Agricultural Statistics Service, Richmond, Virginia Bulletin, 68: 11-16.

Rasoulzadegan, Y. 1991. Temperate zone pomology: Physiology and culture. Esfahan University Press. P. 759. (In Farsi).

Archive of SID

www.SID.ir

Toma, S., and Ivascu, A. 1997. Behavior of some peach and nectarine varieties and hybrids to mainly diseases: leaf curl and powdery mildew in Romania. XXV International Horticultural Science Congress, Lednice na Morave. PP: 174-176.

Toma, S., Ivascu, A., and Oprea, M. 1998. Highlights of epidemiology of the fungus *Sphaerotheca pannosa* var. *persicae* in the southern zone of Romania. Acta Horticultur, 465: 709-714.

Toma, S., Ivascu, A., Oprea, M., and Delian, E. 2003. Evaluation of powdery mildew resistance at some peach and nectarine cultivars and hybrids by physiological parameters. Acta Horticultur, 623: 291-298.

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluation of reaction of different peach genotypes to causal agent of peach powdery mildew (*Podosphaera pannosa*) in Ardabil province

H. Karbalaei Khiavi[1]*, S.Y. Seyed Masoumi[2] and A. Pirayesh[2]

1. ***Corresponding Author:** Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran (Hossein.karbalaei@yahoo.com)
2. M.Sc. of Horticulture Crops Research Department, Horticulture Crops Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran

Received: 15 March 2016 Accepted: 20 May 2017

Abstract

Peach powdery mildew (*Podosphaera pannosa*) is one of the most economically destructive diseases of peach all over the world including Iran. In order to evaluate 25 genotypes of peaches reaction against powdery mildew, an experiment was conducted in randomized complete block design with three replications during 2014-2015 in Agriculture and Natural Resources Research Station in Meshginshahr. The research was conducted in two conditions of natural infection and artificial inoculation. Genotypes included Robin, Red heven, Early red, Spring crest,Vesevio, Red top, J.H. Hale, Shasta, Early glo, Amesdn, Loring, Spring time, Velvet, Sudanell, Sundance, Anjiri, Haj kazemi, Paeizeh, Elberta, Baby gold7, Dixi red, Red skin, Sabz-e-Mashhad, Sun crest and July Elberta. Evaluation of different genotypes of peaches reaction to powdery mildew was conducted as follows: 0: immune, 1: very resistant 2: resistant 3: medium resistant 4: sensitive and 5: very sensitive. The results of two year evaluation showed that there were significant differences between the degrees of resistance among the treatments. Comparison of the means showed that the genotypes J.H. Hale, Anjiri, Loring, Red top, Red heven and Early glo were very resistant; Vesevio, Elberta, Spring crest, Velvet, Shasta, Early red, Red skin and July Elberta were resistant; Baby gold7, Sundance, Amesdn, Haj kazemi, Spring time, Dixi red and Robin were medium resistant; Sun crest and Sudanell in sensitive and Sabz-e-Mashhad and Paeizeh were very sensitive genotypes. The results of the current study could be used in management of peach powdery mildew.

***Keywords:** Peach varieties, Peach powdery mildew, Genetic resistance, Sphaerotheca pannosa*

Archive of SID

www.SID.ir