

آفات و بیماری‌های گیاهی

جلد ۷۱، شماره ۱، شهریور ۱۳۸۲

## مقایسه روش‌های مختلف ارزیابی مقاومت به *Cercospora beticola*

### در چغندر قند تحت شرایط مزرعه، گلخانه و آزمایشگاه

Comparison of different methods for evaluating of resistance to *Cercospora beticola* in sugar beet under field, greenhouse and *in vitro* conditions

سعید عباسی<sup>۱</sup>، عزیزاله علیزاده<sup>۱</sup>، محمود مصباح<sup>۲</sup>، ابراهیم محمدی گل‌په<sup>۱</sup>

- ۱- گروه بیماری‌شناسی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

- ۲- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند

(تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۸۱، تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۸۲)

### چکیده

به منظور مقایسه روش‌های مختلف ارزیابی مقاومت به *Cercospora beticola* عامل بیماری لکه‌برگی سرکوسپورایی، دوازده رقم چغندر قند با درجات مختلف مقاومت نسبت به عامل بیماری، تحت شرایط مزرعه، گلخانه و آزمایشگاه مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمایش‌های مزرعه‌ای در مناطق دزفول و قائم‌شهر به اجرا درآمد. در مطالعه گلخانه‌ای، پنج صفت شامل طول دوره نهفتگی بیماری، درصد برگ‌های آلوده، تعداد لکه‌های آلوده در واحد سطح، قطر لکه‌ها و تعداد اسپورهای تولید شده در سطح یک لکه، مورد مقایسه قرار گرفت. در ارزیابی آزمایشگاهی مقاومت قطعات جداشده برگ، در محیط سترون در ظروف دردار مستطیل شکل از جنس پیرکس در سطح آب-آگار ۱/۵٪ مورد بررسی قرار گرفت.

براساس نتایج مطالعات گلخانه‌ای همه صفات مورد بررسی در مقاومت دخیل بوده و جز در موارد استثنایی در مجموع با افزایش درجه مقاومت طول دوره نهفتگی فزونی یافته و تراکم لکه در واحد سطح، قطر لکه، درصد برگ‌های آلوده و تعداد اسپور تولید شده در سطح

لکه کاهش می‌یابد. نتایج این مطالعه نشان داد که همبستگی بالایی بین ارزیابی‌های مزرعه‌ای، گلخانه‌ای و ارزیابی مقاومت از طریق برگ جداسده وجود دارد. بر این اساس ارزیابی مقاومت به هریک از روش‌های مزبور صورت گیرد، قابل اعتماد خواهد بود. از طرفی ارزیابی مقاومت در یک منطقه قابل تعمیم به مناطق دیگر بوده و لذا نیازی به تکرار ارزیابی در مناطق مختلف که مستلزم صرف وقت، هزینه و امکانات زیاد است، نمی‌باشد. بنابراین ارزیابی مزرعه‌ای مقاومت به بیماری لکه‌برگی سرکوسپورایی را می‌توان به یک منطقه که از شرایط محیطی مساعدی جهت آلودگی برخوردار باشد، محدود نمود. نتایج ارزیابی‌های انجام شده نشان می‌دهد که منطقه قائم‌شهر، از این نظر شرایط بسیار مطلوبی دارا می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** چغندرقند، سرکوسپورا، *Cercospora beticola*. اجزای مقاومت

#### مقدمه

بیماری لکه‌برگی سرکوسپورایی چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) که عامل آن *Cercospora beticola* Sacc. می‌باشد، مهمترین بیماری برگی این محصول است که تحت شرایط محیطی گرم و مرطوب، بیشترین خسارت را به محصول چغندر قند وارد می‌کند (Skaracis and Biancardi, 2000). در مزارع آلوده، عملکرد ریشه و عیار قند هر دو کاهش یافته و علاوه بر آن کیفیت فرآوری نیز به دلیل افزایش ناخالصی‌هایی نظیر سدیم، پتاسیم، نیترات و آمینواسیدها افت می‌کند، لذا عملکرد شکر قابل استحصال، به دلیل کاهش اجزاء اصلی عملکرد، کاهش می‌یابد (Rossi et al., 2000; Shane and Teng, 1992). این بیماری انتشار جغرافیایی وسیعی داشته و در تمامی مناطق کشت میزبان اصلی آن یعنی چغندر قند، مشاهده می‌شود (Holtschulte, 2000). در ایران بیماری مزبور از خوزستان، کرانه‌های دریای خزر، اردبیل، ارومیه، خوی، بجنورد، بندرعباس و کازرون گزارش شده است (Ershad, 1995). استفاده از ارقام مقاوم در جهت کنترل بیماری به دلایل اقتصادی و زیست محیطی حائز اهمیت بوده و بر کنترل شیمیایی ارجحیت دارد (Koch and Jung, 2000; Miller et al., 1999). به استثنای یک مورد مقاومت منژنیک (Lewellen and Whitney, 1976) که به دلیل ناپایداری عملاً مورد استفاده بهترادگران قرار نگرفت (Koch and Jung, 2000)، مقاومت به سرکوسپورا در ارقام تجاری چغندرقند از نوع کمی است. منشأ این مقاومت در واقع به برنامه بهترادی مونراتی

(در ایتالیا باز می‌گردد که در آن برنامه *Beta vulgaris* sub sp. *maritima* به عنوان منبع مقاومت مورد استفاده قرار گرفت (Panella and Frese, 2000; Bilgen et al., 1969) و بعداً ماهیت پلی ژنیک آن به اثبات رسید (Smith and Gaskil, 1970 ; Saito, 1966). به دلیل ماهیت کمی مقاومت به سرکوسپورا، انتخاب منابع مقاومت تنها در جمعیت‌های بزرگ و تحت شرایط استاندارد موفقیت‌آمیز خواهد بود و در این راستا، اعتبار، صحت و سهولت ارزیابی یک ضرورت به شمار می‌رود (Koch and Jung, 2000). اغلب پژوهشگران برای ارزیابی مقاومت به سرکوسپورا به اپیدمی‌های طبیعی بیماری متکی بوده‌اند (Panella and Frese, 2000). اما به تدریج روش‌هایی برای ایجاد آلودگی مصنوعی در مزرعه ابداع گردیده است (Smith and Gaskill, 1970; Pfleiderer and Schaufele, 2000; Adams et al., 1995) همچنین ارزیابی مقاومت تحت شرایط کنترل شده در گلخانه نیز به منظور مطالعه دقیق اجزاء مقاومت انجام شده است (Rossi et al., 1999). اخیراً نیز روش جدیدی برای ارزیابی مقاومت گیاهان انفرادی با استفاده از دیسک برگی تحت شرایط کنترل شده در ظروف پتروی ارائه گردیده است (Koch and Jung, 2000).

از آنجایی که ارزیابی معابر، صحیح و آسان مقاومت، لازمه اجرای هر برنامه بهترادی است و با توجه به این که در کشور ما تحقیقات جامعی در این خصوص صورت نگرفته است، لذا در این پژوهش، روش‌های مختلف ارزیابی مقاومت به سرکوسپورا در مزرعه، گلخانه و آزمایشگاه با استفاده از دوازده ژنتیپ چوندر قند، با درجات مختلف مقاومت که قبلًا تحت شرایط آلودگی طبیعی در آزمایش‌های مزرعه‌ای انتخاب شده بودند مورد مقایسه قرار گرفت.

## روش بررسی

### ۱- ارقام چندر قند

در این مطالعه از دوازده رقم چندر قند با درجات مختلف مقاومت به بیماری لکه‌برگی سرکوسپورایی که قبلًا تحت شرایط آلودگی طبیعی در آزمایش‌های مزرعه‌ای انتخاب شده بودند استفاده گردید. ارقام انتخابی عبارت بودند از: پنج رقم از شرکت هیلزوک سوئد شامل Dorothea, Monodoro, Monatunna, HM 1836 و Eudora

سه رقم از شرکت دپره فرانسه شامل Ranger و Monohikari، FD0018 از شرکت Puma دانیسکو دانمارک.

رقم KWS از شرکت Kaweintermono آلمان.

و دو رقم ایرانی شامل رسول و ۱۹۱.

## ۲- جداسازی و تخلیص جدایه‌های بیمارگر

نمونه‌های آلوده به بیماری لکه‌برگی سرکوسپورایی طی سال ۱۳۸۰ از مناطق آلوده در استان‌های خوزستان، اردبیل (منطقه دشت مغان) و مازندران (منطقه قائم شهر) جمع‌آوری گردید. به منظور جداسازی بیمارگر قطعه‌هایی از برگ‌های آلوده که اسپورهای قارچ Cercospora beticola در سطح لکه‌های آن تشکیل شده بود با استفاده از آب مقطر سترون شستشو داده شده و سوسپانسیون اسپور حاصل با رقت مناسب بر روی محیط آب-آگار ۱/۵ درصد پخش گردید. پس از جوانه‌زن اسپورها، یک اسپور جوانه‌زنده به محیط کشت عصاره تجاری سبزیجات juice Agar ۲۰۰ میلی لیتر عصاره هشت سبزی ۷۸ در یک لیتر آب، ۳ گرم CaCO<sub>3</sub> و ۲۰ گرم آگار) منتقل شده و بدین ترتیب یک جدایه تک اسپور خالص Potato (PDA) بدست آمد. جدایه‌های بیمارگر سپس برای نگهداری بلند مدت به محیط کشت (Dextrose Agar) در لوله آزمایش انتقال داده شده و در ۴ °C نگهداری شدند. به منظور جلوگیری از کاهش قدرت بیماری زایی جدایه‌های بیمارگر، کلیه جدایه‌ها قبل از انجام آزمایش تحت شرایط گلخانه بر روی رقم حساس مایه‌زنی گردیده و پس از ظهرور علائم آلودگی، جداسازی و تخلیص بیمارگر مجدداً به ترتیبی که قبلاً ذکر گردید صورت پذیرفت.

## ۳- تهیه مایه قارچ

در این مطالعه، جهت انجام آزمایش‌های گلخانه‌ای و آزمایشگاهی از مخلوط هفت جدایه عامل بیماری شامل سه جدایه از خوزستان، سه جدایه از منطقه مغان و یک جدایه از منطقه قائم شهر استفاده گردید. به منظور تهیه اسپور، جدایه‌های مذکور بر روی محیط کشت V & A کشت داده شده و پس از دو هفته نگهداری در شرایط روشنایی دائم و دمای ۲۰ °C سطح پرگنهای قارچ خراش داده شده و پس از افزودن آب مقطر سترون، سوسپانسیون حاصل مجدداً بر روی محیط A & V پخش گردید و نهایتاً پس از گذشت چهار روز نگهداری در شرایط روشنایی دائم و دمای ۱۵ °C، سطح پرگنه قارچ با استفاده از مهپاش دستی شستشو

داده شده و غلظت سوسپانسیون حاصل پس از صاف کردن در حد  $10^0 \times 3$  اسپور در میلی لیتر جهت آزمایش مایهزنی و  $10^4 \times 3$  اسپور در میلی لیتر برای ارزیابی مقاومت قطعات جداسده برق تنظیم گردید. مایه قارچ با اختلاط مقادیر مساوی از سوسپانسیون جدایه‌های مورد استفاده بدست آمد. در مورد آزمایش‌های مزرعه‌ای مایهزنی مصنوعی فقط در مزرعه آزمایشی دزفول اعمال گردید. به این منظور یک سوسپانسیون اسپور شامل مخلوطی از جدایه‌های همان منطقه تهیه شده و مایهزنی مزرعه با کمک سمپاش مزرعه با احتساب یک پتری دیش ۹ سانتی‌متری از کشت قارچ به ازای هر ۱۰ متر مربع از مساحت مزرعه صورت گرفت (Adams et al., 1995).

#### ۴- نحوه اجرای آزمایش‌های مزرعه‌ای

آزمایش‌های مزرعه‌ای طی فصول زراعی ۸۰-۸۱ در مناطق دزفول (مرکز تحقیقات کشاورزی صفوی‌آباد) و قائم‌شهر (ایستگاه تحقیقاتی قراخیل) به اجرا در آمد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای هر کرت آزمایشی یک خط کاشت به طول هشت متر در نظر گرفته شد و فاصله بین خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر منظور گردید. با توجه به اهمیت رطوبت در جوانه‌زنی کنیدی و نفوذ عامل بیماری هیچ گونه فاصله اضافی در بین کرت‌ها اعمال نشد تا بدین ترتیب تراکم پوشش گیاهی شرایط مساعدتری برای گسترش بیماری ایجاد نماید. همچنین به منظور توزیع یکنواخت آلدگی در سطح مزرعه آزمایشی، رقم حساس ۱۹۱، در سه خط کاشت در اطراف مزرعه کشت گردید. مزارع آزمایشی به طور مرتب در طی فصل مورد بازدید قرار گرفته و در منطقه دزفول همزمان با ظهور اولین علائم آلدگی در مزرعه، مایهزنی مصنوعی انجام شد. در منطقه قائم‌شهر به دلیل وجود شرایط مناسب محیطی، بیماری به سرعت گسترش یافت و از آنجا که افزایش شدت آلدگی در چنین شرایطی احتمالاً تفکیک درجهات مقاومت را مشکل می‌نمود، اسپورپاشی صورت نگرفت. یادداشت برداری درجه آلدگی براساس دستورالعمل تصویری نه‌گانه (۹ - ۱) KWS (Anonymous, 1970) تقریباً هر دو هفته یک بار، به صورت زیر صورت گرفت و به هر کرت بصورت مشاهده‌ای نمره داده شد.

برگ‌ها، کاملاً سالم (۱)

وجود لکه‌های آلدگی بر روی برگ‌های خارجی (۳)

لکه‌های آلوده به یکدیگر متصل شده و نواحی مرده‌ای را روی برگ تشکیل داده‌اند<sup>(۵)</sup> بخش وسیعی از پهنک برگ‌های خارجی خشک شده است<sup>(۶)</sup> از بین رفتن برگ‌های خارجی، آلودگی شدید برگ‌های داخلی به همراه تشکیل سریع برگ‌های جدید<sup>(۷)</sup>

به گیاهانی که بر اساس مقیاس فوق حالات حد وسط آلودگی داشتند، نمرات زوج ۶، ۴، ۲ اختصاص یافت.

بدین ترتیب مزرعه آزمایشی دزفول طی سه مرحله و مزرعه آزمایشی قائم شهر چهار مرحله مورد بازدید قرار گرفته و درجه آلودگی یادداشت برداری گردید.

#### ۵- نحوه اجرای آزمایش در گلخانه

بذرهای ارقام منتخب ابتدا در گلدان‌های بزرگ کشت شده و پس از رشد در مرحله چهار برگی به گلدان‌های اصلی انتقال داده شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. در هر گلدان یک گیاهچه کاشته شده و برای هر تکرار ۸ گلدان در نظر گرفته شد. مایه‌زنی گیاهان مذکور سه ماه پس از انتقال انجام گرفت. در این مرحله هر گیاه در حدود ۶ تا ۱۰ برگ کاملاً رشد یافته و ۸ تا ۱۲ برگ در حال رشد داشت. گیاهان چغnder قند با استفاده از سوسپانسیون اسپور حاوی  $10^0 \times 3$  اسپور در میلی لیتر و  $10^0 / 0$  درصد تویین ۲۰ به طور یکنواخت با کمک یک مهپاشر دستی مایه‌زنی شدند. گیاهان مایه‌زنی شده به مدت ۴۸ ساعت تحت شرایط رطوبت اشبع قرار گرفته، سپس به مدت بیش از یک ماه در شرایط گلخانه در دمای حدود ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد در شب و ۳۵ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد در روز نگهداری شدند. به منظور ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، اجزای مختلف مقاومت به بیماری لکه‌برگی سرکوسپورایی به صورت زیر مورد بررسی قرار گرفت.

الف- دوره نهفتگی: ارزیابی دوره نهفتگی بیماری در ارقام منتخبی به دو روش مختلف صورت گرفت. در روش نخست، ظهور علائم بیماری در ۵۰ درصد گیاهان هر تکرار، ملاک محاسبه قرار گرفت. به این منظور گیاهان مایه‌زنی شده همه روزه مورد بازدید قرار گرفته و زمان ظهور اولین علائم در تک‌تک گیاهان یادداشت برداری گردید. طی دوره اجرای آزمایش، میانگین دمای گلخانه در شبانه روز محاسبه گردیده و از آنجایی که دمای گلخانه طی این مدت دستخوش تغییر بوده و تا حدی تابع شرایط آب و هوایی بود، به جای زمان از روز- درجه

جهت مقایسه دوره نهفتگی بیماری در ارقام مختلف استفاده گردید (Rossi et al., 1999) محاسبه روز - درجه‌ها مطابق فرمول زیر صورت گرفت:

$$\sum_{t=1}^n (T_t - 5)$$

در این فرمول  $t$  معادل زمان بر حسب روز از زمان مایهزنی ( $t = 1$ ) تا ظهر علامت در ۵۰ درصد گیاهان ( $n = t$ ) است. میانگین دمای روزانه بر حسب درجه سانتی‌گراد و ۵ دمای پایه بر حسب درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بنابراین به منظور تعیین دوره نهفتگی روز- درجه‌های بالای پنج درجه سانتی‌گراد از زمان مایهزنی تا زمان ظهر علامت بیماری در ۵۰ درصد گیاهان هر تکرار محاسبه گردیده و به عنوان دوره نهفتگی برای تکرار مربوطه منظور گردید. در روش دوم، ظهر ۵۰ درصد مجموع لکه‌های آلوده ملاک ارزیابی قرار گرفت. در این روش پس از ظهر نخستین علامت بیماری، در هر گیاه یک برگ کاملاً رشد یافته، انتخاب و علامت گذاری گردید. سپس تا زمان توقف ظهر لکه‌های آلوده، هر روز تعداد لکه‌ها در برگ مورد نظر شمارش گردید. در این روش مجموع روز - درجه‌ها از زمان مایهزنی تا ظهر ۵۰ درصد تعداد نهایی لکه‌ها ملاک محاسبه قرار گرفت.

ب- تعداد لکه در واحد سطح برگ: به منظور ارزیابی تعداد لکه‌های آلوده در سطح برگ در هر تکرار تعداد ۴ برگ آلوده از برگ‌های کاملاً رشد یافته (هر گیاه پنج برگ) جدا شده و مساحت برگ‌ها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Leaf area meter) معین گردید. سپس تعداد لکه‌های آلوده در هر برگ شمارش شده و بدین ترتیب تعداد لکه در واحد سطح برگ محاسبه شد. در این ارزیابی سعی شد که در همه ارقام برگ‌های تقریباً هم سن انتخاب شوند.

ج- قطر لکه‌های آلوده: به منظور تعیین قطر لکه‌های آلوده، در هر تکرار حدوداً ۸۰۰ لکه (هر گیاه ۵ برگ، هر برگ ۲۰ لکه) در زیر استرثومیکروسکوپ با دقت  $0.1 \text{ mm}$  اندازه‌گیری شده و میانگین آن به عنوان اندازه قطر لکه در تکرار مربوطه در نظر گرفته شد. بدیهی است در مواردی که تعداد لکه‌های موجود در سطح برگ کمتر از ۲۰ لکه بود قطر لکه‌های موجود ملاک عمل قرار گرفت.

د- تعداد اسپور تولید شده در هر لکه: پس از توقف تشکیل لکه‌های آلوده، در هر تکرار ۸ برگ (هر گیاه یک برگ) جدا شده و ضمن شمارش تعداد لکه‌های موجود، به مدت ۴۸ ساعت در شرایط تاریکی در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی اشباع قرار گرفتند. بدین منظور برگ‌ها ابتدا به کمک یک مهپاش دستی کاملاً با آب مقطر شستشو داده شدند تا گرد و خاک موجود در سطح برگ‌ها و همچنین بقایای اسپورهایی که از مرحله مایه‌زنی در سطح برگ‌ها باقی مانده بود حذف شوند. سپس برگ‌ها بر روی یک صفحه مشبک پلاستیکی در ظروف مخصوص نگهداری مواد غذایی (شبيه دسيکاتور) قرار داده شدند. در ته ظرف حدود ۰/۵ لیتر آب مقطر استریل ریخته شد تا رطوبت فضای داخلی ظرف به حالت اشباع در آید. پس از گذشت این مدت هر برگ در درون یک ظرف پتی بزرگ قرار داده شده و ۱۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید. آنگاه سطح برگ کاملاً با استفاده از قلم مو شستشو داده شد تا اسپورها در آب آزاد گردند، سپس ۱۰ میکرولیتر از سوپسانسیون حاصل بر روی لام قرار داده شده و تعداد کل اسپورهای موجود، در زیر میکروسکوپ شمارش گردید. شمارش، سه بار تکرار شده و میانگین آن جهت برآورد تعداد اسپور تولید شده در برگ مورد نظر منظور گردید. بدین ترتیب میانگین تعداد اسپور تولید شده در سطح هر لکه محاسبه شد.

ه- در صد برگ‌های آلوده: پس از توقف ظهور لکه‌های آلوده، در صد برگ‌های آلوده در تک‌تک بوته‌ها تعیین گردید. در این ارزیابی برگی که حداقل یک لکه آلوده داشت عنوان برگ آلوده محسوب گردید.

۵- نحوه ارزیابی مقاومت با استفاده از قطعات جداده برگ در آزمایشگاه گیاهچه‌های ارقام آزمایشی در مرحله چهار برگی به گلدان‌های اصلی انتقال داده شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد و برای هر تکرار ۸ گلدان در نظر گرفته شد. ارزیابی مقاومت سه ماه پس از انتقال گیاهچه‌ها انجام گرفت. در این مرحله، قطعاتی از پهنه‌ک برگ بصورت دوازیری به قطر  $1/8\text{ cm}$  (هر گیاه چهار دیسک برگی) تهیه و در محیط سترون در ظروف دردار مستطیل شکل از جنس پیرکس به ابعاد  $30 \times 20$  سانتی‌متری بر روی آب-آگار  $1/5\%$  قرار داده شدند. لازم به ذکر است که قبل از تهیه دیسک‌های برگی، برگ‌ها با آب مقطر شستشو داده شدند تا گرد و خاک موجود در سطح برگ‌ها حذف شود و سپس در معرض هوا خشک شدند. قطعات برگ با استفاده از

سوسپانسیون اسپور حاوی  $10^4 \times 3$  اسپور در میلی لیتر و  $0 / 0.05$  درصد توییین  $20$  به طور یکنواخت با کمک یک مهپاش دستی مایهزنی شده و پس از مایهزنی در ژرمیناتور قرار گرفتند. با توجه به اهمیت سن برگ‌ها در حساسیت به بیماری لکه برگی سرکوسپورایی، در این ارزیابی سعی شد که در همه ارقام، برگ‌های تقریباً همسن و بالغ انتخاب شوند. ارزیابی مقاومت  $8$  روز پس از نگهداری در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی  $100$  درصد صورت گرفت. به این منظور تعداد لکه‌های آلوده در هر دیسک برگی شمارش شده و بدین ترتیب تعداد لکه در واحد سطح محاسبه شد.

در نهایت پس از تجزیه واریانس داده‌های حاصل از سه ارزیابی مزرعه‌ای، گلخانه‌ای و آزمایشگاهی، مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام شد. لازم به ذکر است که فرض نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و روش Capability انجام گردید که بر این اساس در کلیه صفات مربوط به ارزیابی گلخانه‌ای، فرض نرمال بودن صادق بود. لیکن داده‌های مزرعه‌ای و داده‌های مربوط به ارزیابی مقاومت در آزمایشگاه توزیع نرمال نداشتند. لذا در این موارد، تبدیل داده‌ها به صورت جذر، لگاریتم بر پایه  $10$  و لگاریتم طبیعی صورت گرفت و چون تبدیل از نوع لگاریتم طبیعی منجر به بیشترین کاهش در میزان نایکنواختی داده‌ها گردید، از این تبدیل برای تجزیه واریانس صفات مذکور استفاده شد. سپس داده‌های تبدیل شده به مقادیر اصلی خود بازگردانده شدند. همچنین ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه تعیین گردید. در نهایت ارقام مورد مطالعه براساس هر یک از ارزیابی‌های مزرعه‌ای، گلخانه‌ای و ارزیابی مقاومت از طریق قطعات جداشده برگ گروه‌بندی شدند. بدین منظور از تجزیه خوش‌های به روش UPGMA و با کمک مقادیر مجدول فاصله اقلیدسی استفاده گردید. از آنجاییکه واحد صفات مورد بررسی در ارزیابی گلخانه‌ای متفاوت بود لذا جهت انجام تجزیه خوش‌های در این مورد، ابتدا کلیه صفات به دامنه صفر تا یک تبدیل شدند.

## نتیجه و بحث

در جداول  $1$  و  $2$  تجزیه واریانس ساده صفات مورد مطالعه در مزرعه، گلخانه و آزمایشگاه ارائه شده است. این جداول وجود اختلاف معنی‌دار را برای هر یک از صفات مورد بررسی نشان می‌دهد. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در جداول  $3$  و  $4$  اختلاف بین ارقام

مختلف را به تفصیل نمایان می‌سازد. در جدول ۵ ضرایب همبستگی ساده بین روش‌های مختلف ارزیابی مقاومت به بیماری لکه‌برگی سرکوسپورایی ارائه گردیده است. همچنین طبقه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای ارقام مورد آزمایش با استفاده از داده‌های مربوط به هر یک از روش‌های ارزیابی مقاومت در شرایط مزرعه، گلخانه و ارزیابی مقاومت از طریق قطعات جداشده برگ، بصورت دندروگرام در شکل‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ ارائه شده است. بطور کلی نتایج این مطالعه را می‌توان بصورت زیر خلاصه نمود.

#### ۱- ارزیابی مقاومت در شرایط مزرعه

تجزیه واریانس ساده یادداشت‌برداری‌های مزرعه‌ای در جدول ۱ ارائه گردیده است. مطابق این جدول در مراحل مختلف یادداشت‌برداری اختلاف بین تیمارها در سطح ۱٪ معنی دار است. با این حال مقایسه میانگین درجات آلدگی در جدول ۳ نشان می‌دهد که درجه آلدگی ارقام در آمار برداری‌های آخر فصل کمتر تفکیک شده است. چنانکه در این جدول

جدول ۱، تجزیه واریانس ساده داده‌های مربوط به ارزیابی مقاومت به بیماری لکه‌برگی سرکوسپورایی در شرایط مزرعه

Table 1, Analysis of variance of data obtained in evaluating of resistance to Cercospora leaf spot under field conditions

میانگین مربعات MS	مراحل یادداشت‌برداری در دزفول Recording dates in Dezful region			مراحل یادداشت‌برداری در قائم شهر Recording dates in Ghaemshahr region			درجه آزادی df	منابع تغییرات Source of variation
	III	II	I	IV	III	II	I	
0.1029**	0.3966**	0.3233**	0.1272**	0.1447**	0.3077**	0.4282**	11	تیمار Treatment
0.0106	0.241	0.172	0.0112	0.0072	0.0089	0.0147	60	خطا Error

\*\*: معنی دار در سطح احتمال ۰.۱

جدول ۲، تجزیه واریانس ساده داده‌های مربوط به ارزیابی مقاومت به پیماری لکه‌برگی سرکوسپورانی در چغندر قند تحت شرایط گلخانه و آزمایشگاه

Table 2. Analysis of variance of data obtained in evaluating of resistance to Cercospora leaf spot under greenhouse and in vitro conditions

		منابع		درجه		آزادی		تغییرات	
		MS							
		جزوی مقاومت							
		Resistance Components							
ترکم لکه در	درصد برجهای	درصد برجهای	تعداد اسپور	تعداد لکه در	فتر لکه	دوره نهضتی	دوره نهضتی	دوفه نهضتی	Df
دیسک برگ	آموده	آموده	spore density	Lesion diameter	واحد سطح	(ظهور، نهضتی عالم)	(ظهور، ۰/۵٪ عالم)	(ظهور، نهضتی عالم)	Source of variation
leaf disk spot density (No/cm <sup>2</sup> )	Percent of infected leaves	Percent of infected leaves		Spot density	incubation period	incubation period	incubation period	incubation period	incubation period
0.67102**	0.0253**	36534**	0.1326**	0.8935*	3514.6**	3514.6**	1419.2**	11	تیمار
-	0.0127	0.0006	3504	0.0041	0.0067	259.2	66.52	24	Treatment خطا
-	-	-	-	-	-	-	-	-	Error

:\*\* معنی دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۳، واکنش ارقام مورد مطالعه چهندن قند نسبت به بیماری لکه‌برگی سرکوسپورایی بر حسب درجه آلودگی مطابق مقیاس KWS تحت شرایط مزرعه<sup>۱</sup>

Genotypes	KWS	Recording disease severity using KWS scale in Ghaemshahr region						Recording disease severity using KWS scale in Dezful region
		I	II	III	IV	I	II	
191	3.66	a	6.00	a	7.99	a	6.86	a
Eudora	3.33	ab	6.00	a	7.24	ab	5.41	b
Monatunna	3.33	ab	5.49	ab	7.32	ab	5.16	b
Kawintermono	3.17	abc	5.96	ab	6.84	bc	5.33	b
Rasool	3.02	bc	5.00	bc	6.41	c	5.16	b
Mnokikari	3.49	ab	4.99	bc	7.03	bc	4.74	bc
Ranger	3.02	bc	4.48	cd	6.75	b	4.90	bc
Monodoro	2.81	c	4.41	d	5.79	d	4.90	bc
Dorothea	2.15	d	3.58	e	5.33	def	4.14	d
Puma	2.01	de	3.75	e	5.58	de	4.41	cd
FD 0018	1.83	e	2.98	f	5.17	f	4.33	cd
HM 1836	1.75	e	3.67	e	5.00	f	4.01	d

۱- میانگین‌های دارای حروف یکسان از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۴ - واکنش ارقام مورد مطالعه چونهای قدر نسبت به بیماری لکه برگی سرکوسپورای تحت شرایط گلخانه و آزمایشگاه

Table 4. The reaction of the sugar beet cultivars to *Cercospora* leaf spot under greenhouse and *in vitro* condition.

Cultivars	Incubation period	Spot density	Spot diameter	عدد اسپور spore density	قدر لکه Lesion diameter	عدد برگهای آلوده Percent of infected leaves	عدد برگهای بزرگی leaf disk spot density (No/cm <sup>2</sup> )	ارقام Arqam	دزه نهضتی دوره نهضتی (ظهور نهضت عالم)	دزه نهضتی دوره نهضتی (ظهور نهضت عالم)	عدد اکبر وارد duration of appearance	قدر لکه Lesion diameter
191	311.8	def	478	d	1.49	d	2.02	A	400.2	a	0.612	Ab
Monohikari	265.7	g	405.8	e	1.70	c	1.64	Ef	325.3	ab	0.584	Bcd
Eudora	308.2	ef	499	bcd	1.96	b	1.97	Ab	402.4	a	0.587	Bc
Monatunna	310.2	ef	478.7	d	1.28	e	1.78	Cd	198.6	cd	0.644	A
Kawaintermono	322	cde	489.8	cd	1.91	b	1.87	Bc	436.8	a	0.645	A
Rasool	326.2	bed	493.3	bcd	2.12	a	1.69	Def	409.8	a	0.564	Cde
Ranger	304.2	f	489.3	cd	1.43	d	1.75	De	374.8	a	0.562	Cde
Monodoro	327.8	bc	509.3	abc	1.13	f	1.44	G	148.8	d	0.555	Cde
Dorothea	329.5	bc	523	ab	0.72	h	1.43	G	258.3	bcd	0.519	Efg
Puma	334.3	bc	532	a	0.65	h	1.36	G	150.5	d	0.538	Def
FD 0018	340.3	ab	516.3	abc	0.97	g	1.67	Def	267.8	bc	0.508	Fg
HM 1836	350	a	533.7	a	0.47	i	1.58	F	163.9	cd	0.482	G
											2.19	G

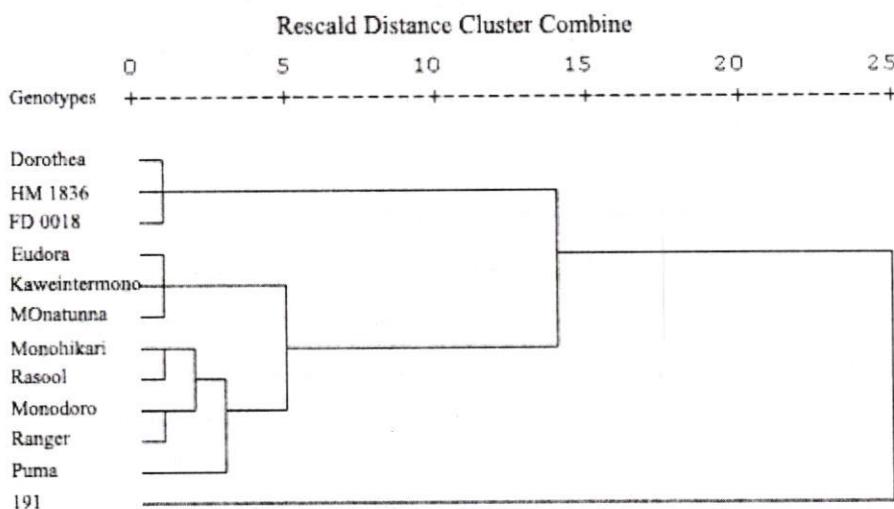
۱- میانگین های دارای سروصف بیکسان از نظر آماری در مطلع انجام / ۵٪ معنی دار نبی بشنده.

جدول ۵- ضربه همیستگی ساده بین روش‌های مختلف ارزیابی مقاومت به بیماری لکه‌برگی سرکوسپوراتیع

Table 5- Coefficients of simple correlation between different methods for evaluating of resistance to *Cercospora leaf spot*

		مراحل پیاده‌شناخت برداری در قائم شهر				مراحل پیاده‌شناخت برداری در درزول				اماكن مقاومت					
		Recording dates in Ghaeamshahr region				Recording dates in Dezful region				Resistance Components					
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	Incubation Period (First Symptoms)	Incubation Period (50% Symptoms)	Spot Density (No/cm <sup>2</sup> )	Lesion Diameter mm <sup>2</sup>	Spore Density	Percent of Infected Leaves
مراحل پیاده‌شناخت	I														
برداری در درزول	Recording dates in Dezful region														
نام نهاد	Recording dates in Ghaeamshahr region														
Dezful	I	0.963*				0.905**									
مرحله پیاده‌شناخت	II		0.942**				0.938**								
Recording dates in Ghaeamshahr region	III			0.902**				0.891**							
Ghaemshahr	IV				0.940**				0.887**						
Incubation Period (First Symptoms)	-0.699*		-0.600*		-0.824**		-0.863**		-0.724**		-0.832**		-0.614*		
Incubation Period (50% Symptoms)	-0.761**		-0.674*		-0.803**		-0.905**		-0.717**		-0.860**		-0.656*		-0.867**
Spot Density (No/cm <sup>2</sup> )	0.789**		0.754**		0.732**		0.737**		0.766**		0.685*		0.793**		-0.678*
Lesion Diameter mm <sup>2</sup>	0.728**		0.779**		0.782**		0.712**		0.823**		0.769**		0.846**		-0.573
Spore Density	0.677*		0.621*		0.563		0.537		0.594*		0.483**		0.639*		-0.483
Percent of Infected Leaves	0.945**		0.897**		0.909**		0.883**		0.908**		0.928**		0.870**		-0.734**
Leaf Disk Spot Density (No/cm <sup>2</sup> )	0.870**		0.846**		0.916**		0.832**		0.914**		0.853**		0.923**		-0.734**

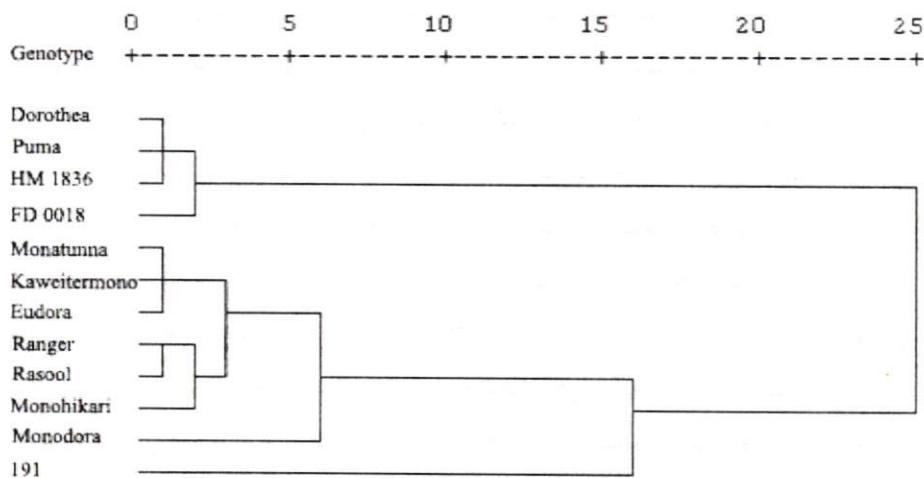
ملاحظه می‌گردد، رتبه بندی ارقام از نظر سطح مقاومت در طی فصل کمی تغییر یافته است. مقایسه مقادیر عددی درجات آلودگی در دو منطقه دزفول و قائم‌شهر نشان می‌دهد که شدت آلودگی در منطقه قائم‌شهر به مراتب بیشتر از منطقه دزفول بوده است. این در حالی است که در منطقه قائم شهر مایه‌زنی مصنوعی صورت نگرفت. شدت آلودگی در منطقه مذکور به حدی بود که در پایان فصل، ارقام مقاومتر در مقایسه با ارقام حساس اختلاف بارزی از نظر شاخص سطح برگ داشتند. دندروگرام‌های حاصل از تجزیه خوش‌های ارقام مورد مطالعه بر اساس مجموع مراحل یادداشت‌برداری در هر یک از مناطق مذکور در شکل یک و دو ارائه گردیده است. با بررسی مراحل تجزیه خوش‌های اختلاف بین مقادیر مذکور فواصل اقلیدسی که در آن گروه‌های مختلف با یکدیگر ترکیب شده‌اند، مشخص گردید که در هر دو مورد انتخاب سه گروه، بهترین انتخاب برای رتبه‌بندی ژنوتیپ‌های تحت مطالعه با استفاده از روش تجزیه



شکل ۱، دندروگرام حاصل از تجزیه خوش‌های ارقام براساس ارزیابی مقاومت تحت شرایط مزرعه در منطقه دزفول

Fig. 1, Dendrogram of cluster analysis for grouping of genotypes based on evaluation of resistance to *Cercospora* leaf spot under field conditions in the Dezful region

### Rescaled Distance Cluster Combine



شکل ۲، دندروگرام حاصل از تجزیه خوشای ارقام براساس ارزیابی مقاومت تحت شرایط  
مزروعه در منطقه قائم شهر

Fig. 2. Dendrogram of cluster analysis for grouping of genotypes based on evaluation of resistance to *Cercospora* leaf spot under field conditions in the Ghaemshahr region

خوشای می باشد. بر این اساس ژنوتیپ های مورد مطالعه در منطقه دزفول به سه گروه زیر طبقه بندی شدند که به ترتیب درجه مقاومت آنها کاهش می یابد.

گروه اول : ارقام Dorothea, HM1836, FD 0018

گروه دوم : ارقام Monatunna, Ranger, Eudora, Rasool, Kaweintermono, Monodoro, Puma , Monohikari,

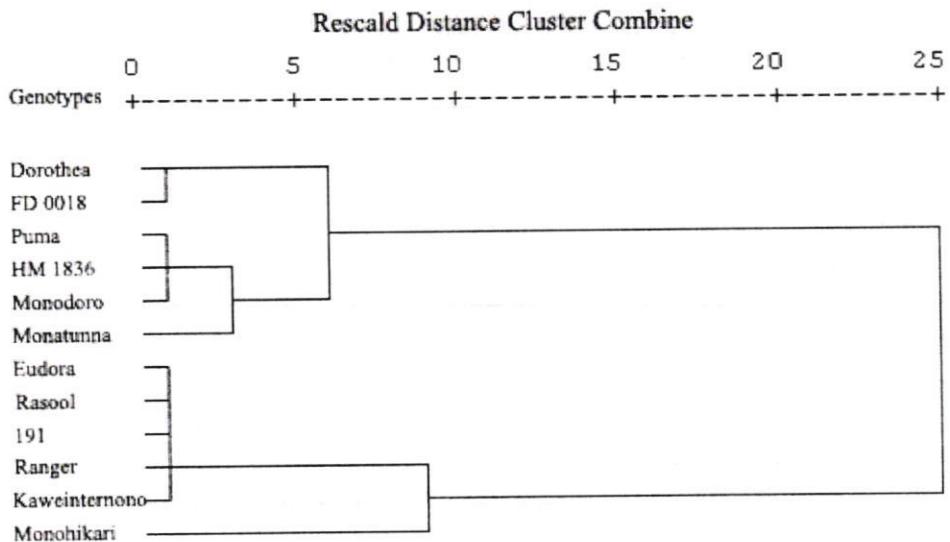
گروه سوم : رقم 191

در منطقه قائم شهر گروه بندی به صورت زیر بود:

گروه اول : ارقام Dorothea, HM1836, FD 0018, Puma

گروه دوم : ارقام Monodoro, Monatunna, Ranger, Eudora, Rasool, Kaweintermono, Monohikari

گروه سوم : رقم 191



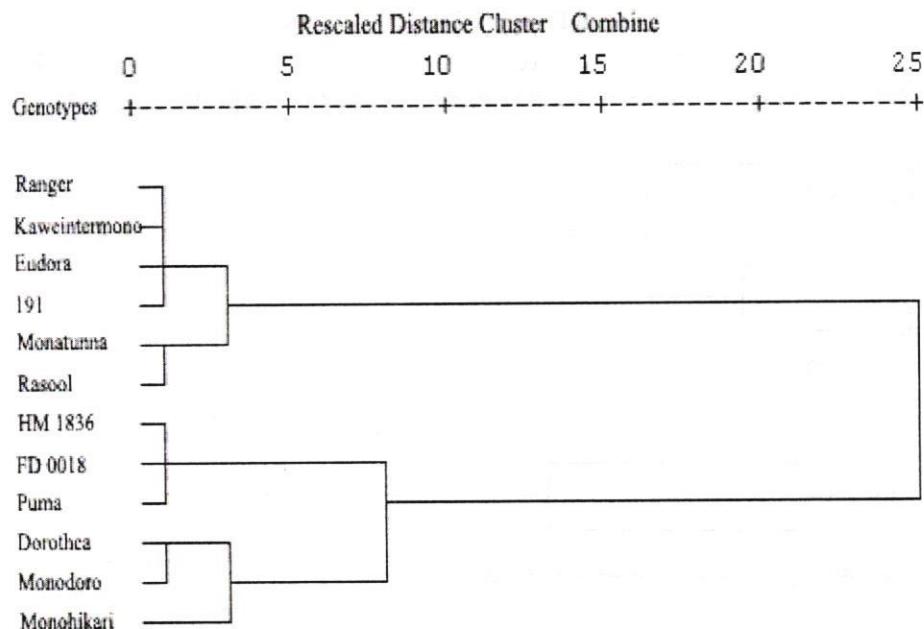
شکل ۳، دندروگرام حاصل از تجزیه خوشای ارقام براساس ارزیابی اجزای مقاومت در گلخانه

Fig. 3, Dendrogram of cluster analysis for grouping of genotypes based on evaluation of resistance components under greenhouse conditions

چنانکه ملاحظه می شود به استثنای رقم Puma که از گروه دوم به گروه اول منتقل شده است گروه بندی ارقام در هر دو منطقه یکسان است. ضرایب بالای همبستگی بین ارزیابی های مزرعه ای در دو منطقه مذکور که در جدول پنج ارائه گردیده است نیز موید همین امر است.

#### ۲- ارزیابی مقاومت در شرایط گلخانه

**الف- دوره نهفتگی:** نخستین لکه آلوده ده روز پس از مایه زنی معادل (۱۹۰ روز- درجه) بر روی یک بوته از رقم Monohikari ظاهر گردید. چنانکه نتایج ارائه شده در جدول ۴ نشان می دهد رقم مذکور کوتاهترین دوره نهفتگی را دارا بوده و طولانی ترین دوره نهفتگی به رقم HM1836 مربوط می شود. ظهرور اولین علائم در ۵۰ درصد گیاهان در رقم Monohikari تقریباً ۱۴ روز پس از مایه زنی (معادل ۲۶۵/۷ روز- درجه) صورت گرفته حال آنکه در رقم HM1836 این مدت تقریباً ۱۸ روز پس از مایه زنی (معادل ۳۵۰ روز- درجه) بوده است.



شکل ۴، دندروگرام حاصل از تجزیه خوشای ارقام براساس ارزیابی مقاومت از طریق دیسک  
برگی

Fig. 4, Dendrogram of cluster analysis for grouping of genotypes based on leaf disk resistance assay

- بنابراین ظهر علائم در رقم اخیر با چهار روز تأخیر نسبت به رقم Monohikari صورت گرفته است و سایر ارقام از این نظر مابین این دو رقم قرار داشته‌اند. همچنین ظهر ۵۰ درصد تعداد نهایی لکه‌ها در رقم Monohikari تقریباً ۲۱ روز بعد از مایه‌زنی (معادل ۴۰۵/۸ روز - درجه) صورت گرفته است، حال آنکه در مورد رقم HM1836 این مدت ۲۷ روز بعد از مایه‌زنی (معادل ۵۳۳/۷ روز - درجه) بوده است. چنانکه از جدول ۴ استنباط می‌شود رتبه‌بندی ارقام در هر دو روش ارزیابی، تقریباً یکسان می‌باشد.
- ب- تعداد لکه‌های آلوده در واحد سطح: علائم بیماری در همه ارقام آزمایش، کاملاً بارز بوده و لکه‌هایی تقریباً گرد، با حاشیه مشخص، اغلب با متن سفید یا قهوه‌ای روشن تشکیل گردید. لازم به ذکر است که در هیچ یک از ارقام حاشیه ارغوانی در اطراف لکه مشاهده نشد. در این ارزیابی بیشترین تعداد لکه شمارش شده در سطح یک برگ درمجموع ۷۰۸

عدد بوده که در یک بوته از رقم ۱۹۱ مشاهده گردید. مطابق جدول ۲، میانگین تعداد لکه در واحد سطح برگ در رقم HM1836 در پاییترین سطح بوده و در رقم رسول و Eudora در بالاترین سطح قرار داشته است. بر اساس این جدول، تراکم لکه‌ها در رقم HM1836 تقریباً یک چهارم تراکم لکه‌ها در رقم رسول بوده است.

ج- قطر لکه‌های آلوده: ارقام ۱۹۱ و Eudora، بیشترین قطر لکه، و ارقام Puma و Dorothea Monodoro کمترین قطر لکه را داشتند. به گونه‌ای که میانگین قطر لکه‌ها در رقم Puma ۰/۶۷ میانگین قطر لکه‌ها در رقم ۱۹۱ بود. همچنین بزرگترین قطر لکه اندازه‌گیری شده ۰/۷ میلی‌متر و کوچکترین قطر، ۰/۶ میلی‌متر بود که به ترتیب در ارقام ۱۹۱ و Puma اندازه‌گیری شدند.

د- تعداد اسپور: به دلیل نگهداری گیاهان در رطوبت نسبی پایین تر از ۶۰ درصد، سطح لکه‌های آلوده قبل از قرار گرفتن در محیط مرطوب عاری از اسپور بود ولی پس از قرار دادن برگ‌ها در شرایط بهینه، به تدریج استرومای عامل بیماری به صورت نقاط سیاه رنگ در متن لکه‌های آلوده ظاهر شده و پوشش خاکستری رنگی از کنیدهای بیمارگر در سطح لکه‌ها نمایان گردید. با این حال حتی بعد از ۴۸ ساعت نگهداری برگ‌های آلوده در محیط مرطوب اسپورزایی در سطح همه لکه‌ها مشاهده نگردید. مطابق جدول ۴ ارقام ۱۹۱ Monohikari، Eudora، Rasool، Kaweintermono، Ranger و Dorothea، Monatunna، HM1836، Puma، Monodoro بیشترین تولید اسپور را داشته و در مقابل ارقام Kaweintermono ۰۰۱۸ FD کمترین تولید اسپور را داشتند. میانگین تعداد اسپور تولید شده در سطح یک لکه در رقم Kaweintermono تقریباً سه برابر اسپور تولید شده در رقم Monodoro بود.

ه- درصد برگ‌های آلوده: بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۴ بیشترین درصد آلودگی برگ‌ها مربوط به ارقام Monatunna، Kaweintermono، ۱۹۱ و Eudora و کمترین درصد آلودگی مربوط به ارقام Dorothea و HM1836 بوده است. بر این اساس درصد برگ‌های آلوده در رقم HM1836 تقریباً ۱۶ درصد کمتر از ارقام Kaweintermono و Monatunna بوده است.

چنان که ملاحظه می شود نتایج حاصل از رتبه بندی ارقام بر اساس اجزای مختلف مقاومت متفاوت است بنابراین ژنوتیپ های تحت مطالعه براساس کلیه اجزای مقاومت و با استفاده از تجزیه خوشه ای رتبه بندی گردیدند. با بررسی مراحل تجزیه خوشه ای و اختلاف بین مقادیر محدود فواصل اقلیدسی که در آن گروه های مختلف با یکدیگر ترکیب شده اند، مشخص گردید که بر خلاف ارزیابی های مزروعه ای، انتخاب دو گروه، بهترین انتخاب برای رتبه بندی ژنوتیپ های تحت مطالعه با استفاده از روش تجزیه خوشه ای می باشد. بر این اساس ژنوتیپ ها به دو گروه مقاوم و حساس زیر طبقه بندی می شوند:

گروه اول : ارقام Monatunna FD 0018, HM1836, Monodoro, Puma,Dorothea

گروه دوم : ارقام Monohikari و Ranger, 191, Eudora, Rasool, Kaweintermono

### ۳- ارزیابی مقاومت با استفاده از قطعات جدا شده برگ

ظهور اولین علائم آلودگی تقریباً ۶ روز بعد از مایه زنی صورت گرفت. برخلاف ارزیابی گلخانه ای اختلاف دوره نهفته کی بیماری در ژنوتیپ های مورد مطالعه نمود بارزی نداشت. علائم بیماری در همه ارقام آزمایش، کاملاً بارز بوده و پوشش خاکستری رنگی از کنیدی های بیمارگر در سطح لکه ها نمایان بود. مقایسه میانگین تراکم لکه های آلوده در واحد سطح قطعات جدا شده برگ در جدول چهار ارائه گردیده است. مقایسه مقادیر عددی تراکم لکه های آلوده با همین صفت در ارزیابی مایه زنی نشان می دهد که شدت آلودگی در این ارزیابی به مراتب بیشتر از ارزیابی گلخانه ای بوده است. این در حالی است که غلظت سوسپانسیون اسپور استفاده شده جهت مایه زنی قطعات جدا شده برگ یک دهم غلظت آن در ارزیابی گلخانه ای بوده است. شکل ۴ رتبه بندی ژنوتیپ های تحت مطالعه را با استفاده از تجزیه خوشه ای نشان می دهد. در این مورد بهترین انتخاب، انتخاب ۳ گروه بوده و بر این اساس، ژنوتیپ های مورد مطالعه، به سه گروه زیر طبقه بندی می شوند که به ترتیب درجه مقاومت آنها کاهش می یابد:

گروه اول: ارقام ، Puma HM1836, FD 0018

گروه دوم : ارقام ، Monohikari Monodoro, Dorothea

گروه سوم : رقم ۱۹۱ ,Monatunna, Ranger, Eudora, Rasool, Kaweintermono,

مقایسه میانگین درجات آلودگی در مراحل مختلف ارزیابی‌های مزرعه‌ای که در جدول ۳ ارائه شده است، نشان می‌دهد که در یادداشت برداری‌های آخر فصل تفکیک درجات مقاومت مشکل‌تر می‌شود. لذا به نظر می‌رسد که ارزیابی مقاومت براساس یادداشت برداری‌های آخر فصل به هیچوجه قابل اعتماد نیست. ارزیابی مقاومت باید در چندین مرحله طی فصل انجام شود. همچنین داده‌های مربوط به هر بار یادداشت برداری باید مستقل از هم مورد تجزیه آماری قرار گیرند تا ارزیابی هر رقم بر اساس روند آلودگی آن در طی فصل صورت گیرد. چراکه حتی اگر دو رقم از نظر میانگین نمراتی که در طی فصل دریافت می‌کنند یکسان باشند، هنوز نمی‌توان سطح مقاومت را در هر دو برابر دانست؛ زیرا رقمی که در اوایل فصل نمره بالایی دریافت کرده اما در پایان فصل نمرات پایینتری دریافت نموده است، نسبت به رقمی که تدریجاً در طی فصل نمره بیشتری دریافت نموده حساس‌تر بوده و خسارت بیشتری را متحمل گردیده است. از این‌رو حتی استناد به میانگین نمرات فصل می‌تواند گمراه کننده باشد. وقوع چنین پدیده‌ای در مزرعه بعيد نیست. در واقع چنانچه شرایط محیطی مساعد جهت آلودگی تداوم داشته باشد، برگ‌های ارقام حساس به شدت آلوده شده و از بین می‌روند. در نتیجه گیاه تحریک شده و تولید برگ‌های جدید می‌کند. این برگ‌های جوان قبل از آنکه به رشد کامل برسند نسبت به بیماری مقاومت نسبی دارند. لذا بوته‌ای که در مرحله قبل نمره بالایی دریافت کرده است، ممکن است نمره پائین‌تری دریافت نماید؛ بخصوص که در مراحل وچین کاری معمولاً برگ‌های خشک شده همراه با بقایای علف‌های هرز جمع‌آوری شده و از سطح مزرعه خارج می‌شوند. وجود تغییرات جزئی در رتبه‌بندی سطح مقاومت ارقام آزمایشی در یادداشت برداری‌های مختلف نیز با توجه به همین امر قابل توجیه می‌باشد.

نتایج مطالعات گلخانه‌ای نشان داد که همهٔ صفات مورد بررسی در مقاومت دخیل می‌باشند؛ بنابراین مقاومت طول دوره نهفتگی را افزایش داده و با کاهش تعداد برگ‌های آلوده در هر بوته، کاهش تعداد و اندازه لکه‌های آلوده در هر برگ و نیز کاهش تعداد اسپور تولید شده در لکه آلوده، مالاً نرخ رشد اپیدمی را کاهش می‌دهد. بدیهی است اجزای مقاومت اهمیت یکسانی در کاهش نرخ اپیدمی ندارند، لیکن تعامل اجزای مقاومت نهایتاً روند پیشرفت بیماری را در مزرعه کند می‌سازد. در این مطالعه، وجود تنوع در واکنش بوته‌های مختلف در هر رقم کاملاً مشهود بود. این تنوع درونی در ارقام چغendar قند به دلیل ناهمگونی ژنتیکی این ارقام

امری طبیعی به نظر می‌رسد. علاوه بر این سطح آلودگی برگ‌های مختلف در هر بوته نیز به نحو بارزی متفاوت بود بطوریکه در برخی از برگ‌های جوان هیچ لکه‌ای مشاهده نشد. مکانیسم مقاومت برگ‌های جوان به آلودگی با وجود مطالعاتی که تاکنون در این زمینه صورت گرفته است (Pool and Mackay, 1916; Feindt *et al.*, 1981; Ruppel, 1972; Rossi *et al.*, 1999) (Ruppel, 1972; Rossi *et al.*, 1999).

طول دوره نهفتگی بیماری در این مطالعه به دو روش مختلف محاسبه گردید. مقایسه نتایج حاصل نشان می‌دهد که رتبه‌بندی ارقام در هر دو روش ارزیابی، تقریباً یکسان است. لذا به نظر می‌رسد که در ارزیابی دوره نهفتگی بیماری، تعیین زمان ظهر ۵۰ درصد تعداد نهایی لکه‌های آلوده که کاری بسیار مشکل و طاقت‌فرسا است ضرورتی ندارد. در زمینه طول دوره نهفتگی گزارش‌های متعددی در منابع مختلف وجود دارد به گونه‌ای که طول دوره نهفتگی بیماری بین ۴ تا ۲۱ روز گزارش شده است (Rossi *et al.*; 1999; Rathaiah, 1977; Windels *et al.*, 1998). طول دوره نهفتگی بیماری در این مطالعه، هرچند در محدوده گزارش‌های مزبور است لیکن مجموع روز درجات محاسبه شده بطور کلی بیشتر از روز درجاتی است که Rossi و همکاران گزارش نموده‌اند (Rossi *et al.*, 1999). بنابراین به نظر می‌رسد علاوه بر سطح مقاومت ارقام و درجه حرارت محیط، احتمالاً عوامل دیگری نظیر قدرت بیماری‌زایی جدایه‌های بیمارگر، نور، رطوبت، شدت فتوسترن، شدت آلودگی و غیره در دوره نهفتگی بیماری مؤثر است. Rossi و همکاران مطالعه اجزای مقاومت به بیماری را در سه آزمایش مستقل انجام داده‌اند که در آزمایش اول از مایه تلچیح طبیعی و در دو آزمایش دیگر از محلوتی از سه جدایه بیمارگر استفاده شده است. نتایج مطالعات ایشان نشان می‌دهد که دوره نهفتگی بیماری در آزمایش اول کوتاه‌تر از سایر آزمایش‌هاست. ایشان این اختلاف را ناشی از اختلاف نرخ جوانه‌زنی و نیز طول لوله تندش در مایه تلچیح طبیعی نسبت به مایه تلچیح تولید شده بر روی محیط کشت دانسته‌اند.

در مقایسه با آزمایش Rossi و همکاران قطر لکه‌های آلوده در این مطالعه در مجموع کوچکتر از آزمایش مذکور بوده است. همچنین مجموع روز درجات محاسبه شده بطور کلی بیشتر از روز درجاتی است که Rossi و همکاران گزارش نموده‌اند (Rossi *et al.*, 1999). این مسئله ممکن است تا حدی ناشی از اختلاف قدرت تهاجمی جدایه‌های ایرانی بیمارگر در

مقایسه با جدایه‌های کشور ایتالیا باشد. هرچند با توجه به دخالت عوامل متعدد محیطی در فرایند آلوگی چنین قضاوتی به سادگی امکان‌پذیر نیست.

مقایسه اجزای مقاومت در جدول ۴ نشان می‌دهد که ارقام مطلوبتری برخوردار می‌باشند. با این حال موقعیت ارقام مختلف در همه اجزای مقاومت کاملاً ثابت نیست. عنوان مثال رقم ۱۹۱ از نظر طول دوره نهفتگی و همچنین تراکم لکه در واحد سطح برگ از وضعیت متوسطی برخوردار بوده حال آنکه از نظر سایر صفات بیشترین حساسیت را داشته است. همچنین با توجه به رتبه‌بندی رقم Monatunna در سایر اجزای مقاومت، تعداد اسپور تولید شده در واحد سطح آلوگه در این رقم، کمتر از حد انتظار بوده است. رقم Monohikari کوتاهترین دوره نهفتگی را دارا بوده ولی در سایر صفات این موقعیت را حفظ نکرده است. بنابراین در ارزیابی ارقام در گلخانه بهتر است همه اجزای مقاومت مدد نظر قرار گیرند.

نتایج این مطالعه نشان داد که همبستگی بالایی بین ارزیابی‌های مزرعه‌ای، گلخانه‌ای و ارزیابی مقاومت از طریق برگ جدا شده وجود دارد. با این حال گروه‌بندی ارقام آزمایشی در همه روش‌های ارزیابی کاملاً یکسان نیست به عنوان مثال رقم حساس ۱۹۱ در ارزیابی‌های مزرعه‌ای به تنها یک گروه مستقل قرار گرفته است در حالی که در ارزیابی‌های گلخانه‌ای و روش دیسک برگی، همراه با سایر ارقام حساس گروه‌بندی شده است. چنانکه قبل از ذکر شد درجه مقاومت تک‌تک گیاهان یک رقم کاملاً یکسان نبوده و وجود تنوع درونی در هر رقم امری طبیعی می‌باشد. با این حال این تنوع در ارقام مختلف متفاوت است. بدیهی است در ارزیابی‌های مزرعه‌ای از آن جایی که نمره‌دهی ارقام به صورت مشاهده‌ای صورت می‌گیرد، واکنش غالب یادداشت‌برداری شده و لذا تکبوته‌هایی که واکنشی متفاوت با واکنش کلی رقم دارند در ارزیابی منظور نمی‌شوند. حال آن که در ارزیابی‌های گلخانه‌ای و آزمایشگاهی واکنش تک‌تک بوته‌های یک رقم در ارزیابی دخیل می‌باشند و میانگین آن به عنوان واکنش رقم منظور می‌گردد. از این رو گروه‌بندی رقمی مانند ۱۹۱ که برخی از بوته‌های آن حساسیت متوسطی دارند در ارزیابی گلخانه‌ای با ارزیابی مزرعه‌ای متفاوت است. از طرف دیگر گروه‌بندی ارقام آزمایشی در ارزیابی گلخانه‌ای بر اساس اجزاء مختلف مقاومت صورت گرفته و لذا همه اجزاء

مقاومت با ضرایب یکسانی در گروه‌بندی ارقام دخالت داشته‌اند، حال آنکه اهمیت واقعی همه‌اجزای مقاومت در نرخ رشد اپیدمی یکسان نیست. با این توضیح اختلافات جزئی که در گروه بندی ارقام در روش‌های مختلف ارزیابی ملاحظه می‌شود قابل توجیه می‌باشد. به‌هر حال ارزیابی مقاومت به هریک از روش‌های مزبور صورت گیرد، قابل اعتماد خواهد بود. بدیهی است هریک از روش‌های ارزیابی دارای قابلیت و محدودیت‌هایی است و لذا انتخاب روش ارزیابی خود به اهداف و امکانات ما بستگی دارد. به عنوان مثال در ارزیابی‌های مزرعه‌ای چنانچه شرایط مساعد محیطی جهت آلوگی تداوم داشته باشد، به دلیل تکرار چرخه بیماری، اختلاف سطح مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف نمود بارزتری خواهد داشت. با این حال در این روش ارزیابی، به دلیل تداخل چرخه‌های بیماری و شرایط غیر قابل کنترل محیطی، مطالعه دقیق اجزای مقاومت از جمله تعیین دوره نهفتگی بیماری امکان‌پذیر نمی‌باشد. مطالعه اجزای مقاومت هر چند ارزیابی دقیقی محسوب می‌شود کاری وقت‌گیر و پر دردسر است. این روش فراتر از یک ارزیابی مقایسه‌ای بوده و لذا بهتر است این ارزیابی فقط در مواردی که هدف انتخاب منابع مقاومت یا انجام مطالعات جامع در زمینه مقاومت باشد صورت پذیرد. نتایج این مطالعه نشان داد که ارزیابی مقاومت با استفاده از قطعات بریده برگ همبستگی خوبی با ارزیابی مزرعه‌ای و گلخانه‌ای دارد با استفاده از این روش در مدت کوتاهی می‌توان تعداد زیادی گیاه را مورد ارزیابی قرار داد. در این روش ارزیابی هیچگونه محدودیتی در تعداد تکرارهای آزمایش وجود نداشته و شرایط انجام آزمایش مستقل از شرایط محیطی و کاملاً قابل کنترل می‌باشد. از طرفی در این ارزیابی هیچگونه تنفسی به گیاه مورد بررسی وارد نمی‌شود؛ بنابراین چنانچه حفظ تکبوته‌های آزمایش شده در دستور کار باشد این روش ارزیابی توصیه می‌گردد. تنها محدودیت این روش حفظ شادابی دیسک‌های برگی طی مدت انجام آزمایش بوده که لازم است در این زمینه مطالعات بیشتری صورت پذیرد.

وجود همبستگی زیاد بین ارزیابی‌های انجام شده در این پژوهش، از جهت دیگری نیز قابل تأمل و حائز اهمیت می‌باشد. چنانکه قبلًا ذکر شد در این مطالعه، جهت انجام ارزیابی‌های گلخانه‌ای از مخلوطی از هفت جدایه مختلف عامل بیماری از سه منطقه مختلف استفاده گردید تا امکان مقایسه نتایج حاصل از ارزیابی اجزای مقاومت در ارقام مورد بررسی با ارزیابی‌های مزرعه‌ای مقاومت همین ارقام در مناطق دزفول و قائم‌شهر فراهم گردد. نتایج این

بررسی نشان داد که علیرغم وجود اختلاف در شدت آلودگی، گروه‌بندی ارقام از نظر سطح مقاومت کم و بیش ثابت می‌باشد. از این رو نتایج این مطالعه، ماهیت غیر اختصاصی مقاومت ارقام تجاری چغدرقد است به بیماری لکه‌برگی سرکوسپورایی را (Saito, 1966; Smith and Gaskill, 1970; Koch and Jung, 2000) پژوهش نیز به اثبات رسیده (عباسی و همکاران، اطلاعات منتشر نشده) تأیید می‌کند. لذا می‌توان با قاطعیت نتیجه گرفت که مقاومت ارقام تجاری چغدرقد، چنانکه قبل نیز در گزارش‌های متعدد مشخص شده بود (Rossi, 1995; Cai and Han, 1992; Smith, 1985; Ruppel, 1972) متفاوت، کاملاً پایدار می‌باشد. اگر چه برخی از پژوهشگران وجود اختلاف در شدت بیماری را برای جدایه‌هایی که از نقاط مختلف جغرافیایی بر روی ژنوتیپ‌های مختلف چغدرقد مایه‌زنی کرده بودند گزارش نموده‌اند (Brillova, 1988; Dumitras, 1979). اما دیگر محققین معتقدند در این موارد تعامل مشاهده شده بین رقم و نژاد می‌تواند در واقع ناشی از تعامل بین نژاد، رقم و شرایط محیطی باشد. چرا که در اغلب پژوهش‌های مذکور تجزیه و تحلیل آماری صورت نگرفته و از طرح آزمایشی مناسب استفاده نشده است (Kulkarni and Chopra, 1982). به‌حال نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ارزیابی مقاومت در یک منطقه قابل تعمیم به مناطق دیگر بوده و لذا نیازی به تکرار ارزیابی در مناطق مختلف که مستلزم صرف وقت، هزینه و امکانات زیاد است، نمی‌باشد. با این توضیح می‌توان ارزیابی مزرعه‌ای مقاومت به بیماری لکه‌برگی سرکوسپورایی را به یک منطقه که از شرایط محیطی مساعدی جهت آلودگی برخوردار باشد، محدود نمود. نتایج ارزیابی‌های انجام شده نشان می‌دهد که منطقه قائم‌شهر از این نظر شرایط بسیار مطلوبی دارا می‌باشد. لذا توصیه می‌شود با توجه به شرایط آب و هوایی مناسب منطقه و ثبات نسبی آن طی فصول زراعی مختلف، ارزیابی‌های مزرعه‌ای فقط در این منطقه انجام شود. بدینهی است ارزیابی مقاومت در مناطقی که بیماری هر چند سال یک بار به صورت اپیدمی در می‌آید، می‌تواند گمراه کننده باشد. چنان که قبل نیز ذکر گردید ارقام مقاوم در بازدیدهای مزرعه‌ای که در پایان فصل در منطقه قائم‌شهر صورت گرفت کاملاً از نظر شاخص سطح برگ از سایر ارقام قابل تفکیک بودند. از

این رو به نظر می‌رسد می‌توان از شرایط مطلوب طبیعت در این منطقه به عنوان غربالی طبیعی به منظور انتخاب تکبوته‌های مقاوم در نسل‌های در حال تغییک استفاده نمود.

### سپاسگزاری

نگارندگان از آقایان مهندس سید باقر محمودی، بهمن توانگر، کریم کشاورز و خانم مهندس مهدیه بنی‌هاشمی بخاطر کمک‌های ارزشمندشان در مراحل مختلف انجام این پژوهش صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایند. همچنین از آقای دکتر رضا امیری که زحمت تجزیه آماری را متقبل شدند صمیمانه قدردانی می‌شود.

---

نشانی نگارندگان: مهندس سعید عباسی، دکتر عزیزاله علیزاده و دکتر ابراهیم محمدی، گروه بیماری‌شناسی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، دکتر محمود مصباح موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، کرج