بررسی تعامل جدایه-ژنوتیپ بین *Erysiphe betae* و چغندرقند در شرایط گلخانه

Investigation on interaction of isolate-genotype between *Erysiphe betae* and *Beta vulgaris* under greenhouse condition

مهیار شیخ‌الاسلامی[1]، سید محمود اخوت[2]، قربانعلی حجارود[2]، عباس شریفی تهرانی[2]، محمد جوان نیکخواه[2] و توحید نجفی میرک[3]

م. شیخ الاسلامی، س.م. اخوت، ق.ع. حجارود، ع. شریفی تهرانی، م. جوان نیکخواه و ت. نجفی میرک. ۱۳۸٤. بررسی تعامل جدایه-ژنوتیپ بین *Erysiphe betae* و چغندرقند در شرایط گلخانه. **چغندرقند ۲۱(۲): ۱۳۵-۱۲۳**

چکیده

بیماری‌زایی چهار جدایه از قارچ *Erysiphe betae* از چهار منطقه جغرافیایی کشور بر روی پنج ژنوتیپ چغندرقند با سطوح مختلف مقاومت یا حساسیت نسبت به بیماری مورد بررسی قرار گرفت. کنیدیوم جدایه‌های مختلف بر روی گیاهان هشت هفته‌ای در شرایط گلخانه مایه‌زنی شد. تخمین آلودگی سطح برگ و همچنین تخمین کنیدیوم‌های تولید شده در واحد سطح برگ، سه هفته بعد از مایه‌زنی انجام شد. نتایج نشان داد که بین جدایه‌های مختلف از نظر توان بیماری‌زایی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. این در حالی بود که بین ژنوتیپ‌های مختلف از نظر میزان حساسیت به بیماری تفاوت معنی‌داری وجود داشت. ژنوتیپ ۷۲۳۳ در تمام موارد بیشترین حساسیت نسبت به بیماری را نشان داد و ژنوتیپ‌های ۱۰٤۱۷ و ۱٤٤٤۲ علایم مقاومت نسبی به بیماری را نشان دادند. ژنوتیپ Leaf Beet که در کشور آلمان در آزمایش‌های مزرعه‌ای علایم مقاومت نسبت به بیماری را نشان داده بود در این تحقیق علایم حساسیت نسبت به بیماری را نشان داد. در مجموع، نتایج این تحقیق نشان داد که جدایه‌های مختلف قارچ از مناطق مختلف کشور از نظر توان بیماری‌زایی یکسان هستند. هم چنین روش‌های گلخانه‌ای می‌تواند به خوبی برای تفکیک ژنوتیپ‌های حساس و مقاوم نسبت به بیماری سفیدک پودری مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: بیماری، چغندرقند، حساسیت، ژنوتیپ، سفیدک پودری، قارچ، مقاومت

۱- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه ، m1sheikh@yahoo.com

۲- اعضاء هیئت علمی گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

۳- مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر

مقدمه

بیماری سفیدک پودری که توسط قارچ *Erysiphe betae*(Vanha)Weltzien ایجاد می‌شود یکی از مهم‌ترین بیماری‌های قارچی چغندرقند در مناطق مختلف کشت این گیاه در جهان شناخته می‌شود(Mukhapadhyay 1987; Francis 2002). در اثر بیماری وزن ریشه و درصد قند کاهش می‌یابد. هرچه زمان آلودگی زودتر و شدت آلودگی بیشتر باشد کاهش عملکرد ریشه و قند بیشتر خواهد بود (Skoyen et al.1975). در انگلستان شروع آلودگی در ماه‌های جولای و اگوست (تیر و مرداد)، میزان محصول را به طور اساسی کاهش می‌دهد. این کاهش گاهی تا حدود۲۰ درصد محصول یا بیشتر نیز می‌رسد (Asher and Williams 1992). نتایج بررسی‌ها در کرمانشاه نشان داده است که سم‌پاشی با سم کالیکسین سبب افزایش ۱۶/۵ درصد عملکرد ریشه و ۲/۲ درصد افزایش در میزان قند ریشه نسبت به شاهد سم‌پاشی نشده گردید (بساطی و همکاران ۱۳۸۲).

قارچها دارای مکانیزم‌های مختلفی برای پیدایش تغییر ژنتیکی در چرخه زندگی خود از طریق تولیدمثل جنسی یا غیرجنسی هستند. تغییرپذیری در قارچها دارای اهمیت زیادی است که این تغییرات می‌تواند ارتباط بیمارگر با میزبان خود را تا حد زیادی تحت تأثیر قرار دهد. تنوع‌پذیری ژنتیکی به قارچها امکان می‌دهد به راحتی در صورت تغییرات شرایط محیطی و یا معرفی ژنوتیپ‌های جدید با میزبان سازگار شوند (Bos 1996; Moore Landecker 1990). برآوردی از میزان تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری در مورد واکنش ارقام چغندرقند نسبت به بیماری و تعیین ارتباط بین واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به بیماری در مزرعه، گلخانه و آزمایشگاه انجام شده است (Whitney et al. 1983). نتایج آزمایش‌های مزرعه‌ای نشان داده است که بیشترین تنوع واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به سفیدک پودری درون جمعیت گیاهی، به خاطر تأثیر ژنتیکی است. در این شرایط، وراثت‌پذیری عمومی درحدود ۷۵-۵۴ درصد است. همبستگی مثبت بالا بین ارزیابی‌های مزرعه‌ای وگلخانه‌ای می‌تواند با اطمینان برای پیش‌بینی واکنش ارقام تحت شرایط طبیعی مورد استفاده قرار گیرد (Whitney et al. 1983). هم چنین آزمایش حساسیت گیاهچه‌های بسیار جوان ثابت کرد که این روش می‌تواند یک روش قابل اطمینان برای ارزیابی ارقام باشد(Mumford and Theurer 1982). در بررسی‌های انجام شده در کرمانشاه، ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند از نظر میزان آلودگی و عکس‌العمل آن‌ها نسبت به *E. betae* مورد بررسی قرار گرفتند. در این بررسی روند تغییرات شدت آلودگی طی نه تاریخ مختلف از زمان ظهور اولین علایم بیماری در هفته آخر تیرماه تا آبان ماه و زمان توقف کامل توسعه بیماری، پیگیری شد. نتایج به دست آمده نشان داد که در ژنوتیپ‌های حساس پس از شروع آلودگی، بیماری به شدت توسعه یافته و در اواسط مرداد ماه به حداکثر می‌رسد. در ژنوتیپ‌های مقاوم، ظهور اولین علایم

بیماری مشابه ژنوتیپ‌های حساس است اما روند توسعه بیماری آرام و سرعت افزایش شدت آلودگی کندتر از ژنوتیپ‌های حساس بود. هم چنین سایر محققین نظیر ویتنی و همکاران (1983) و موخاپدیای و راسل (Mukhapadhyay and Russel 1979) در مطالعات خود به نوع واکنش ارقام مقاوم اشاره کرده‌اند. واکنشی که تحت عنوان Slow Mildewing نام برده می‌شود و به عنوان یک نوع کلی از مقاومت افقی شناخته می‌شود.

در آزمایش‌های انجام شده توسط موخاپدیای و راسل (1979) تفاوت‌های معنی‌دار (P<0.01) بین درصد کنیدیوم‌های جوانه‌زده روی دیسک‌های برگی از واریته‌های حساس و مقاوم مشاهده شد. جوانه‌زنی روی ارقام حساس بیشتر از ارقام مقاوم بود. تفاوت‌های معنی‌دار (P<0.001) بین واریته‌های حساس و مقاوم در مورد کنیدیوم‌های جوانه‌زده که ریسه‌های طویل شونده ثانویه (Elongating Secondary Hyphae= E.S.H.) تشکیل می‌دادند، وجود داشت. کلنی‌های *E. betae* روی رقم مقاوم SKE نسبت به سایر واریته‌ها کمتر و کوچک‌تر بود. مشاهدات بر روی ارقام حساس و مقاوم نشان داد که مقاومت می‌تواند در مراحل مختلف آلودگی بیان شود. درگیاهان مقاوم، تأخیر در تشکیل مکینه (Haustorium) با ضخامت بیشتر کوتیکول مرتبط بود. در پاپیل‌های تشکیل شده در گیاهان مقاوم، لیگنین تجمع پیدا کرد. این پاپیل‌ها میخ نفوذ(Penetration peg) را محاصره و از توسعه مکینه ممانعت کردند. سایر علایم دفاعی نظیر مکینه‌های پیچ خورده و تخریب شده در گیاهان مقاوم مشاهده شد (D'Ambra and Ferrat 1979). این آزمایش‌ها نشان داد که مقاومت چغندرقند نسبت به سفیدک پودری می‌تواند براساس چند جزء بیان شود که این موارد شامل ایجاد یک نقصان که سبب کاهش نرخ رشد بیمارگر می‌شود، افزایش دوره نهفتگی و کاهش اسپورزایی است.

بررسی مقاومت در جمعیت‌هایی از چغندرقند، سطح وسیعی از مقاومت تا حساسیت نسبت به سفیدک پودری را نشان داد. این شواهد به این معنی بود که مقاومت می‌تواند مربوط به بیش از یک ژن باشد. به‌کارگیری نشانگرهای مولکولی و آنالیزهای بعدی نشان داد که حداقل دو و احتمالاً سه ژن در بروز مقاومت نقش دارند (Francis 1999). این تحقیق با هدف بررسی وجود یا عدم وجود تعامل بین جدایه‌های مناطق اکولوژیکی مختلف با ژنوتیپ‌های مختلف چغندر با حساسیت‌های متفاوت نسبت به بیماری انجام شد.

مواد و روش‌ها

انتخاب جدایه‌های *E. betae* و ژنوتیپ‌های چغندر

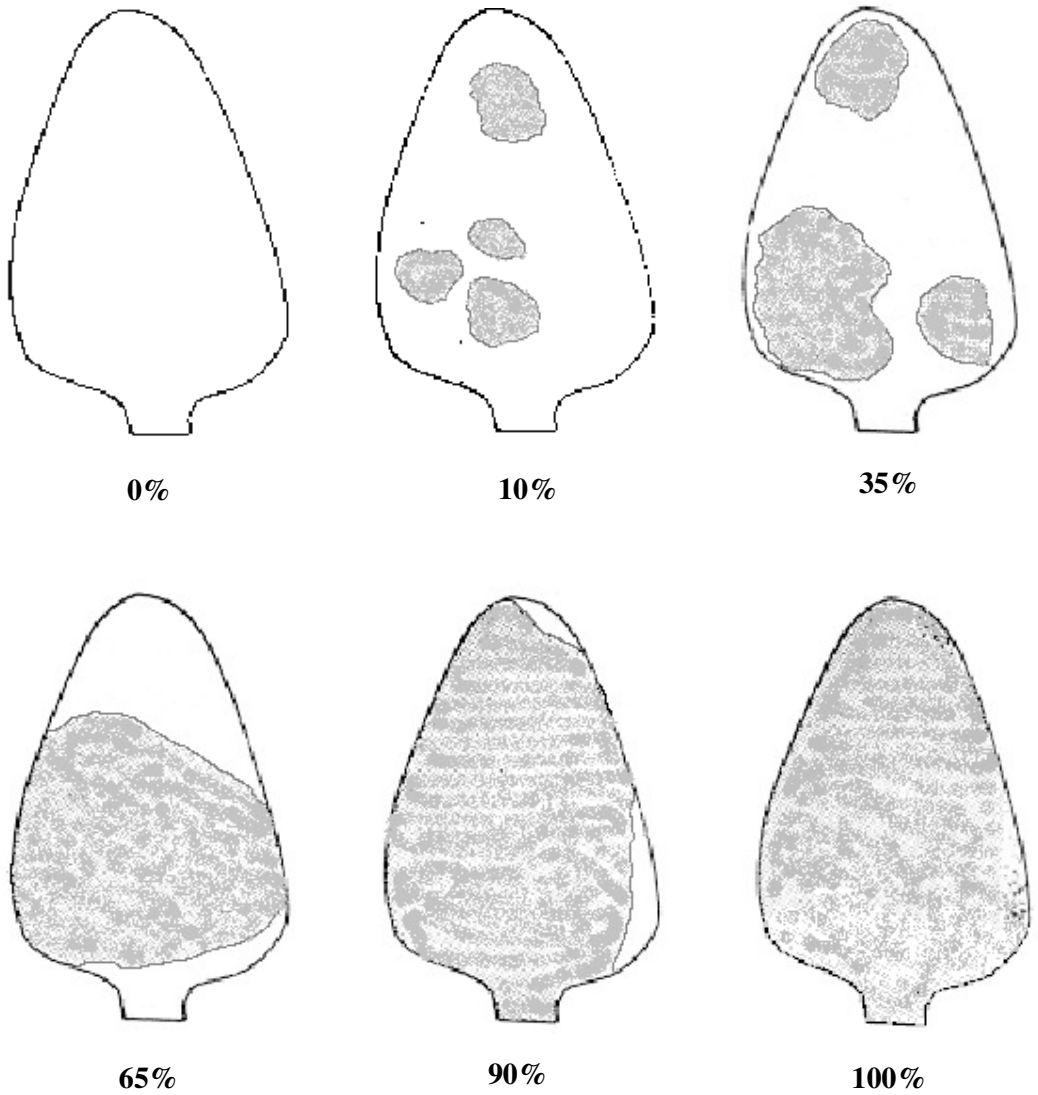
چهار جدایه از قارچ *E. betae* از چهار استان مختلف کشور که براساس نشانگر RAPD(Random Amplified Polymorphism DNA) الگوهای تقریباً متفاوتی ایجاد کرده بودند، انتخاب شدند (شیخ‌الاسلامی ۱۳۸۴). جدایه‌های مورد استفاده شامل

جدایه ZAN (جدایه ۱) از زنجان، FMA (جدایه ۲) از فارس، TVS (جدایه ۳) از ورامین و NMA (جدایه ۴) از مشهد بود. این جدایه‌ها بر روی ژنوتیپ حساس به بیماری ۷۲۳۳ تکثیر شدند. ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل دو ژنوتیپ حساس ۷۲۳۳ و ۸۰۰۱ (که در آزمایش‌های مزرعه‌ای سال‌های گذشته علایم حساسیت را نشان داده بودند)، دو ژنوتیپ ۱۴۴۴۲ و ۱۰۴۱۷ (که علایم مقاومت را در مزرعه نشان داده بودند (بساطی ۱۳۷۷)) و هم چنین یک ژنوتیپ از چغندر برگی (*Beta vulgaris* Var.leaf beet) دریافتی از بانک ژن کشور آلمان (که در آزمایش‌های مزرعه‌ای علایم مقاومت نسبت به بیماری را نشان داده بود) و در مجموع پنج ژنوتیپ بود. در این آزمایش، پنج ژنوتیپ مختلف در گلدان‌هایی با قطر ۱۵ سانتی‌متر کاشته و برای هر ژنوتیپ پنج گلدان به عنوان پنج تکرار در نظر گرفته شد. خاک داخل گلدان‌ها مخلوطی از خاک زراعی و کود پوسیده دامی به نسبت مساوی بود که از قبل سترون شده بود. در هر گلدان، تعداد ۱۰ عدد بذر کاشته شد. گلدان‌ها در شرایط معمول گلخانه با نور متناوب ۱۲ ساعت روشنایی و دمای روزانه ۳۴-۲۷ و شبانه ۱۵-۱۰ سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از رسیدن گیاهان به سن چهار برگی، در هر گلدان تعداد سه بوته که از بقیه قوی‌تر بودند نگه داشته و بقیه حذف شدند. پس از رسیدن این گیاهان به سن هشت هفته‌ای در مورد هر جدایه از قارچ، گلدان‌های مربوطه در داخل محفظه جداگانه‌ای قرار داده شدند. برای مایه‌زنی گلدان‌ها برای هر پنج گلدان ژنوتیپ‌های مختلف از یک برگ آلوده به سفیدک پودری که حاوی اسپورهای فراوان بود استفاده شد و برگ حاوی کنیدیوم‌ها روی گلدان‌ها تکان داده شده و گلدان‌ها به‌طور مرتب آبیاری و نگه‌داری شدند. بعد از گسترش بیماری روی گیاهان، بعد از سه هفته از مایه‌زنی ارزیابی براساس روش معرفی شده توسط پائولوس و همکاران (Paulus et al.1982) با اندکی تغییر انجام شد. از هر گلدان، ۱۰ برگ که به تازگی به رشد کامل رسیده بودند و واجد علایم بیماری بودند به صورت تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. براساس درصد آلودگی ظاهری سطح رویی و پشتی برگ‌ها و بر اساس الگوی معرفی شده (شکل ۱) اعدادی بین صفر تا پنج به هریک از برگ‌ها اختصاص یافت و براساس روش زیر درصد آلودگی هر برگ محاسبه شد.

تخمین درصد آلودگی برگی = $۱۰۰[Sin(K(۱۸))]^2$

K={مجموع (مقیاس مورد نظر × تعداد نمره ها در یک مقیاس)}/تعداد برگ‌های ارزیابی شده در هر تکرار

داده‌ها پس از تبدیل به Arc Sin√x در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی به صورت آزمایش فاکتوریل ۵×۴×۵ مورد تجزیه قرار گرفتند.



شکل ۱ مقیاس ارزیابی آلودگی برگ‌ها از نظر درصد آلودگی به سفیدک پودری بر اساس روش پائولوس و همکاران(۱۹۸۲)

Fig.1 Scale for evaluation of the leaves for infection to powdery mildew based on Paulus et al. (1982)Scale

محاسبه شدت بیماری‌زایی براساس میزان تولید کنیدیوم در واحد سطح برگ

برای مقایسه میزان اسپورزایی در ژنوتیپ‌ها و جدایه‌های مختلف، بعد از چهار هفته از زمان مایه‌زنی از هر گلدان سه برگ با مشخصات فوق‌الذکر به طور تصادفی انتخاب و کنیدیوم‌های سطح رویی و زیری هر برگ داخل ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر شسته شد و سپس مقدار تقریبی یک میلی‌لیتر از سوسپانسیون کنیدیوم داخل لوله‌های ۱/۵ میلی‌لیتری ریخته شد و این لوله‌ها تا زمان شمارش داخل فریزر نگه‌داری شدند و کار

شمارش به تدریج انجام شد. از هر لوله حاوی کنیدیوم پس از قدری تکان دادن ۱۰ میکرولیتر مایع حاوی کنیدیوم قارچ روی یک لام تمیز قرار داده شد و توسط میکروسکوپ با بزرگنمایی ۱۰۰ برابر شمارش انجام شد. این کار برای هر لوله سه بار تکرار شد. در مجموع کنیدیوم‌های مربوط به ۳۰۰ برگ با سه تکرار شمارش شدند. بر مبنای یک تناسب، میزان کنیدیوم در یک میلی‌لیتر محاسبه شد. سپس میانگین سه عدد محاسبه و به عنوان تعداد کنیدیوم برای هر برگ منظور گردید. اندازه برگ‌ها مربوط به هر تکرار توسط دستگاه Leaf Area Meter اندازه‌گیری شد. سپس براساس حاصل تقسیم تعداد متوسط کنیدیوم‌ها بر اندازه سطح برگ میزان کنیدیوم‌های هر برگ در واحد سطح برآورد شد. اعداد به دست آمده مربوط به تیمارها و تکرارهای مختلف در آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بااستفاده از برنامه آماری MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج

- درصد آلودگی برگی

در این آزمایش اندازه‌گیری درصد آلودگی برگ‌ها از پنج ژنوتیپ مختلف که توسط چهار جدایه قارچ آلوده شده بودند، نشان داد که بین جدایه‌های مختلف از نظر آماری تفاوت معنی‌دار وجود ندارد اما بین ژنوتیپ‌های مختلف تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۱). هم‌چنین اثرمتقابل بین جدایه و ژنوتیپ معنی‌دار نبود. ژنوتیپ‌های ۷۲۳۳، beet leaf و ۸۰۰۱ براساس آزمون مقایسه‌ای دانکن به‌ترتیب در سه گروه a ، b و c و ژنوتیپ‌های ۱۰۴۱۷ و۱۴۴۴۲ در گروه d قرار گرفتند (جدول ۲). نتایج حاصل از اندازه‌گیری میانگین درصد آلودگی توسط جدایه‌های مختلف روی ژنوتیپ‌ها در شکل (۲) آمده است.

جدول۱ تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اندازه‌گیری درصد آلودگی برگ‌ها از ژنوتیپ‌های مختلف چغندر توسط جدایه‌های متفاوت *Erysiphe betae*

Table 1 Analysis of variance for measuring leaf infection percent in different genotypes of beet inoculated with various isolates of *Erysiphe betae*

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS
جدایه Isolate	4	4840.677^{ns}
ژنوتیپ Genotype	3	90.388^{**}
اثر متقابل Isolate × Genotype	12	25.021^{ns}
خطا Error	80	70.846

ns : تفاوت غیرمعنی‌دار ** : معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

ns : nonsignificant ; ** : significant at 1% probability level

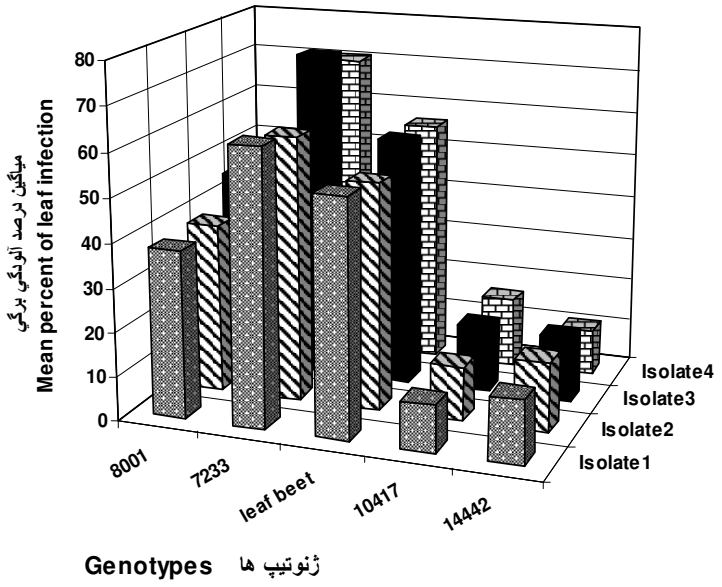
جدول ۲ نتایج آزمون مقایسه‌ای دانکن درمورد گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مختلف چغندر از نظر میانگین درصد آلودگی برگ‌ها به *Erysiphe betae*

Table 3 Grouping of 5 genotypes of beet based on the means of leaf infection with *Erysiphe betae by* Duncan's Multiple Range Test

ژنوتیپ Genotype	میانگین آلودگی برگی Average leaf infection(%)	ضریب تغییرات CV(%)
7233	67.1 a	14
Leaf beet	54.7 b	13.5
8001	40.6 c	16
10417	14.0 d	27
14442	13.7 d	10.7

میانگین‌های با حروف مشابه در یک گروه آماری قرار ندارند.

Means followed by similar letters are non significantly different.



شکل۲ مقایسه میانگین‌های درصد آلودگی پنج ژنوتیپ چغندر توسط چهار جدایه مختلف *Erysiphe betae*

Fig.2 Comparison of the average leaf infection of 5 beet genotypes inoculated with 4 different isolates of *Erysiphe betae*

- تعداد کنیدیوم‌ها در واحد سطح برگ

نتایج حاصل از میزان تولید کنیدیوم در واحد سطح برگ نشان داد که بین جدایه‌های مختلف تفاوت معنی‌دار نبود اما بین ژنوتیپ‌ها از این نظر تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). در آزمون مقایسه‌ای دانکن، ژنوتیپ‌های حساس ۷۲۳۳، ۸۰۰۱ و leaf beet به ترتیب در سه گروه a ، b و c و ژنوتیپ‌های مقاوم ۱۰۴۱۷ و ۱۴۴۴۲ هر دو در گروه d قرار گرفتند (جدول ۴). شکل (۴) نمودار میانگین تعداد کنیدیوم در واحد سطح برگ در جدایه‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف را نشان می‌دهد.

جدول۳ تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اندازه‌گیری میانگین تولید کنیدیوم در یک سانتی‌مترمربع سطح برگ ژنوتیپ‌های مختلف چغندر توسط چهار جدایه *Erysiphe betae*

Table 3 Analysis of variance for measuring the number of produced conidia on1 cm^2 of the leaves in different genotypes of beet by various isolates of *Erysiphe betae*

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS
جدایه Isolate	4	126591.64^{ns}
ژنوتیپ Genotype	3	1635.61^{**}
اثر متقابل Isolate × Genotype	12	1740.893^{ns}
خطا Error	80	1588.945

ns : تفاوت معنی دار نیست ** : معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

ns : non significant ; ** : significant at 1% probability level

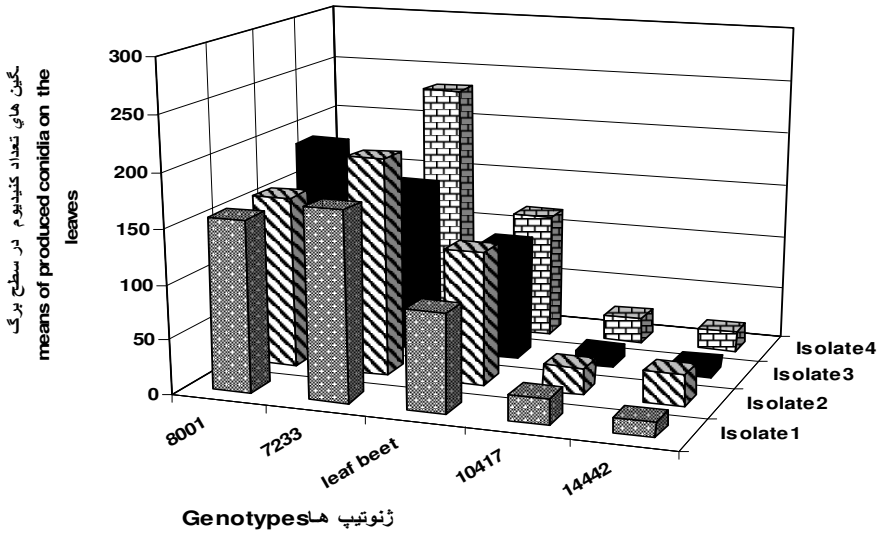
جدول ٤ نتایج آزمون مقایسه‌ای دانکن در مورد گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مختلف چغندر از نظر میانگین تولید کنیدیوم در سانتی‌مترمربع سطح برگ

Table 4 Grouping of 5 genotypes of beet based on the means of produced conidia of *Erysiphe betae* on 1 cm^2 of the leaves by Duncan's Multiple Range Test

ژنوتیپ Genotype	میانگین تعداد کنیدی تولید شده Means of produced conidia	ضریب تغییرات CV(%)
7233	190.9 a	15.2
8001	163.8 b	17.5
Leaf beet	109.6 c	11.8
10417	21.4 d	29.6
14442	18.0 d	14.3

میانگین‌ها با حروف مشابه در مقابل آن‌ها اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means followed by similar letters are not significantly different.



شکل٤ مقایسه میانگین تعداد کنیدیوم تولید شده توسط چهار جدایه مختلف *Erysiphe betae* روی پنج ژنوتیپ مختلف چغندر

Fig.4 Comparison of the means of produced conidia by 4 isolates of *Erysiphe betae* on 5 genotypes of beet

در مجموع، آزمایش‌های انجام شده در مورد بیماری‌زایی، در بین چهار جدایه *E.betae* آزمایش شده از چهار نقطه زنجان، فارس، ورامین و مشهد تفاوت معنی‌دار وجود نداشت اما تفاوت بین ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بود. نتایج این آزمایش‌ها نشان داد که ژنوتیپ ۷۲۳۳ بیشترین حساسیت را نسبت به بیماری دارد که این مسئله قبلاً در آزمایش‌های مزرعه‌ای هم به اثبات رسیده بود. ژنوتیپ leaf beet که از بانک ژن کشور آلمان برای این آزمایش دریافت شد در آزمایش‌های مختلف حساسیت نسبتاً شدیدی نسبت به بیماری نشان داد اگرچه این ژنوتیپ در کشور آلمان در آزمایش‌های مزرعه‌ای نسبت به بیماری مقاومت نشان داده بود. ژنوتیپ ۱۴۴۴۲ که در آزمایش‌های مزرعه‌ای مقاومت نسبتاً خوبی به بیماری نشان داده بود (بساطی ۱۳۷۷) در این تحقیق نیز واکنش مقاومت نسبت به بیماری را نشان داد.

بحث

نتایج کلی این تحقیق نشان داد که جدایه‌های مختلف قارچ *E. betae* مربوط به نواحی جغرافیایی مختلف کشور از نظر توان بیماری‌زایی تفاوت معنی‌دار ندارند. از سوی دیگر تحقیقاتی که در مورد تنوع ژنتیکی جدایه‌ها با استفاده از روش‌های مولکولی انجام گرفت، تفاوت‌های ژنتیکی اندکی را در کمی را بین جدایه های *E. betae* نشان داد (شیخ‌الاسلامی ۱۳۸۴). با توجه به کوتاه بودن عمر چغندرقند به عنوان

یک گیاه زراعی در جهان که تنها حدود دویست سال است و در ایران نیز بیش از یکصد سال نیست و هم چنین مکانیزم مقاومت نسبت به سفیدک پودری در چغندرقند که از نوع مقاومت افقی است (Francis 1999 ; Whitney et al.1983) عملاً میزبان فشار انتخاب را به جمعیت بیمارگر وارد نمی‌کند تا آن را وادار به پیدایش نژادهای جدید کند. این نکات می‌تواند دلایلی برای پایین بودن تنوع بیماری‌زایی جدایه‌ها باشد. بنابراین، درصورت تهیه ارقام مقاوم در برابر یکی از جدایه‌های سفیدک که مربوط به یک منطقه اکولوژیکی خاص از کشور باشد، می‌تواند در سایر نقاط کشور هم مورد استفاده قرار گیرد.

در این تحقیق، بین ژنوتیپ‌های مختلف از نظر مقاومت نسبت به بیماری در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار بود. مکانیزم مقاومت در ژنوتیپ‌های مقاوم به صورت تأخیر در تشکیل مکینه به دلیل ضخامت بیشتر کوتیکول و تجمع لیگنین در پاپیل‌های تشکیل شده در گیاهان گزارش شده است(D'Ambra and Ferrat 1979). هم‌چنین ظهور مقاومت در ژنوتیپ‌های مقاوم، به صورت کاهش درصد کنیدی‌های جوانه‌زده، کاهش درصد کنیدی‌های جوانه‌زده‌ای که به سلول‌های اپیدرمی نفوذ کرده و مکینه تشکیل دادند، کاهش تعداد کنیدی‌های جوانه زده‌ای که هیف طویل شونده ثانویه (ESH) تشکیل دادند و تعداد کلنی‌های کمتر و کوچک‌تر روی برگ قبلاً گزارش شده است (Mukhapadhyay and Russell 1979).

با توجه به پیدایش علایم بیماری روی ژنوتیپ leaf beet که گفته شده بود در آزمایش‌های مزرعه‌ای در کشور آلمان علایم مقاومت نسبت به بیماری را نشان داده است. این تفاوت در عکس‌العمل نسبت به بیماری می‌تواند به دلیل تفاوت شرایط آزمایش در گلخانه یا مزرعه باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که آزمایش‌های گلخانه‌ای می‌تواند به خوبی برای تفکیک ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس مورد استفاده قرار گیرد، با در نظر گرفتن این موضوع که انجام آزمون‌های ارزیابی در مزرعه با توجه به متغیر بودن شرایط محیطی نمی‌تواند کاملاً اطمینان بخش باشد؛ بنابراین، توصیه می‌شود آزمایش‌های اولیه ارزیابی ژنوتیپ‌ها حتی‌الامکان در شرایط گلخانه و سپس ارزیابی‌های نهایی طی چند سال در مزرعه انجام شود. در آزمایش برآورد تعداد کنیدیوم‌های تولید شده در سطح برگ، ژنوتیپ‌های مقاوم با میزان کمتر کنیدیوم تولید شده در یک گروه مجزا از نظر آماری قرار گرفتند. هم چنین، ژنوتیپ ۷۲۳۳ که در تمام آزمایش‌ها به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ در نظر گرفته شد در این آزمایش هم دارای بالاترین میزان کنیدیوم تولید شده بود. اما ژنوتیپ‌های Leaf Beet و ۸۰۰۱ که در آزمایش درصد آلودگی برگی به ترتیب در جایگاه‌های b و c قرار داشتند، در این آزمایش تغییر مکان دادند و در مرتبه‌های c و b قرار گرفتند. به این ترتیب اندازه لکه‌ها در سطح برگ ممکن است الزاماً به معنای میزان بیشتر کنیدیوم نباشد. بنابراین در صورتی که ارزیابی

ژنوتیپ‌ها براساس درصد آلودگی برگ‌ها انجام شود، شمارش میزان کنیدیوم در سطح برگ می‌تواند مفهوم بهتری از مقاومت ژنوتیپ‌ها ارائه دهد.

سپاسگزاری

نویسندگان از دانشگاه تهران و قطب علمی گیاه‌پزشکی به خاطر پشتیبانی مالی، آقای دکتر علی جلیلیان به خاطر ارائه نظرات علمی سودمند، آقای مهندس جهانشاه بساطی از مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه و آقای دکتر Luthar Frese از بانک ژن گیاهی کشور آلمان به خاطر ارسال بذر چغندر سپاسگزاری می‌نمایند.

References: منابع مورد استفاده:

بساطی ج.۱۳۷۷. مطالعه مقاومت به بیماری سفیدک‌پودری چغندرقند در توده‌های جنس *Beta* و تأثیر این بیماری بر روی کمیت و کیفیت محصول، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۰۴ص.

بساطی ج. زارعی ا. ضرابی م.ر و فضلی ح. ۱۳۸۲. تأثیر بیماری سفیدک‌پودری چغندرقند بر کمیت و کیفیت محصول در استان کرمانشاه، مجله چغندرقند، ۹ : ۱۰۹-۹۷ .

شیخ الاسلامی م. ۱۳۸۴. بررسی برخی خصوصیات بیولوژیکی و تنوع ژنتیکی *Erysiphe betae* (Vanha)Weltzien عامل بیماری سفیدک‌پودری چغندرقند، رساله دکتری بیماری‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران،۱۳۴ ص.

Asher MJC and Williams G (1992) Controlling leaf diseases: powdery mildew. British Sugar Beet Review, 60:35-37

Bos CJ (1996) Biology of fungi. In: *Fungal Genetics: principles and practice*, Bos, C.J. (ed), Marcel Dekker, New York, pp. 1-12

D'Ambra V and Ferrat M (1979) Behavior of *Erysiphe betae* (Vanha)Weltzien on sugar beet of different degrees of susceptibility: optical microscope observation. Rivista Patologia Vegetable,15:107-115

Francis SA (1999) Using molecular markers to understand rhizomania and powdery mildew resistance, British Sugar Beet Review (67)4:16-19

Francis S (2002) Sugar beet powdery mildew(*Erysiphe betae*).Molecular Plant Pathol. 3:119-124

Moore-Landecker E (1990) Fundamentals of the fungi. 3rd edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey

Mukhapadhyay AN (1987) Handbook on diseases of sugar beet, Vol.1. CRC Press. Florida, U.S.A.196pp.

Mukhapadhyay AN and Russell GE (1979) Development of *Erysiphe betae* on leaves of four sugar beet varieties. Phytopathol. 96:15-20

Mumford DL and Theurer JC (1982) Evaluating sugar beet seedlings for resistance to powdery mildew. J. of the A.S.S.B.T. 21(3) : 260-264

Paulus AO, Hills FJ, Leach LD and McFarlane JS (1982) Sugarbeet Pest Management : Leaf Diseases. Division of Agricultural Sciences, University of California. Special Publication. No.3278

Skoyen IO, Lewellen RT and McFarline JS (1975) Effect of powdery mildew on sugar beet production in the Salinas valley of California. Plant Dis. Rep. 59:506-510

Whitney ED, Lewellen RT and Skoyen IO (1983) Reaction of sugar beet to powdery mildew: genetic variation, association among testing procedure and resistance breeding. Phytopathol. 73:183-185