DOI: http://dx.doi.org/10.22092/jsb.2011.682

ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های برتر چغندرقند به عوامل پوسیدگی مهم ریشه در شرایط گلخانه

Evaluation of superior sugar beet genotypes for resistance to important root rot pathogens in the greenhouse

شیرین فتاحی[1]، دوستمراد ظفری[2]*و سیدباقر محمودی[3]

تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۲۴

ش. فتاحی، د. م. ظفری و س. ب. محمودی. ۱۳۹۰. ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های برتر چغندرقند به عوامل پوسیدگی مهم ریشه در شرایط گلخانه. **مجله چغندرقند ۲۷(۱): ۳۸- ۲۵**

چکیده

چهار ژنوتیپ اصلاح شده چغندرقند در برابر عوامل مهم پوسیدگی ریشه شامل *Pythium aphanidermatum*، *Phytophthora drechsleri* (AG 2-2) *Rhizoctonia solani* و (AG 4) *R. solani* در شرایط گلخانه مورد ارزیابی قرار گرفتند. گیاهان ۱۰ تا ۱۲ هفته‌ای با زادمایه هریک از عوامل بیماری‌زا مایه‌زنی شدند. زاد مایه در مورد عوامل بیماری‌زای پیتیوم و فیتوفترا کشت سه تا پنج روزه آن‌ها روی محیط کشت CMA و در مورد قارچ رایزوکتونیا نه دانه ذرت آلوده به قارچ بود. ارزیابی مقاومت در قالب آزمایش‌های مجزا برای هر بیمارگر و به‌صورت طرح کرت‌های کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام شد. یک ماه بعد از مایه‌زنی میزان پوسیدگی ریشه‌ها با مقیاس‌های موجود محاسبه گردید. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های SB۱۹-P.۱۶، SB۱۹-P.۴۴ و SB۱۹-P.۷۸ سطحی از مقاومت را نسبت به پوسیدگی پیتیومی دارا هستند. هم‌چنین ژنوتیپ SB۱۹-P.۷۸ نسبت به *P. drechsleri* پایین‌ترین آلودگی را بعد از شاهد مقاوم نشان داد. در ارزیابی ژنوتیپ‌های چغندرقند نسبت به *R. solani* با گروه آناستوموزی ۴، ژنوتیپ SB۱۹-P.۱۶ از میزان آلودگی نزدیک به رقم مقاوم Dorotea برخوردار بود. در ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های چغندرقند مورد مطالعه نسبت به *R. solani* (AG 2-2) سه ژنوتیپ اصلاحی SB۱۹-P.۱۶، SB۱۹-P.۴۴ و SB۱۹-P.۷۸ با شاهد مقاوم Dorotea اختلاف معنی‌داری نداشتند. به نظر می‌رسد که ژنوتیپ‌های SB۱۹-P.۱۶، SB۱۹-P.۷۸ و SB۱۹-P.۴۴ ژرم پلاسم‌های مناسبی برای دورگ‌گیری و تهیه ارقام متحمل چغندرقند به عوامل بیماری‌زای پوسیدگی ریشه باشند. این گزارش اولین مورد از وجود منبع مقاومت در گونه *Beta vulgaris* نسبت به بیمارگرهای ریشه ناشی از *P. aphanidermatum* و *P. drechsleri* در ایران محسوب می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پوسیدگی ریشه، چغندرقند، مقاومت، *Pythium aphanidermatum* ، *Phytophthora drechsleri*، *Rhizoctonia solani*

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد بیماری شناسی گیاهی، دانشگاه بوعلی سینا - همدان
۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا – همدان * - نویسنده مسئول zafari_d@yahoo.com
۳- استادیار موسسه تحقیقات چغندرقند- کرج

مقدمه

تمامی اندام‌های چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) به طور تقریب در کلیه مراحل رشد به‌وسیله عوامل بیماری‌زای متعددی آلوده می‌شود. این بیماری‌ها به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم روی میزان محصول تأثیر می‌گذارند. کنترل بیماری‌های ایجاد شده توسط بیمارگرهای خاکزاد نسبت به بیمارگرهای برگی مشکل‌تر بوده و ردیابی آن‌ها قبل از ایجاد خسارت مشکل است (Harveson and Rush 2002). عوامل پوسیدگی ریشه چغندرقند در مناطق مختلف کشت این محصول در ایران متفاوت می‌باشند. این عوامل به تنهایی و یا در کنار هم موجب پوسیدگی ریشه چغندرقند و سایر گیاهان می‌گردند (Behdad 1996). محمودی و سلطانی (Mahmoudi and Soltani 2005) بیان کردند که در میان عوامل پوسیدگی ریشه چغندرقند، سه نوع پوسیدگی رایزوکتونیایی، فیتوفترایی و پیتیومی در ایران از اهمیت بالایی برخودار هستند. مدیریت بیماری‌های خاک‌زاد به دلیل پیچیدگی محیط خاک با استفاده از روش‌های متداول شیمیایی و به‌زراعی بسیار مشکل و ناکارآمد است و یکی از مؤثرترین روش‌های کنترل این بیماری‌ها، اصلاح و ایجاد ارقام مقاوم و استفاده از آن‌ها در مزارع آلوده است (Hecker and Ruppel 1977). در کنترل بیماری‌های چغندرقند، حفظ سلامت و عملکرد محصول و جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی باید به‌طور دقیق مورد توجه قرار گیرد، با استفاده از ارقام مقاوم هم سلامت و عملکرد چغندرقند در حد بالایی حفظ می‌شود و هم آلودگی زیست محیطی به دنبال نخواهد داشت (Richard 2000). برنامه اصلاح برای مقاومت به پوسیدگی رایزوکتونیایی ریشه و طوقه از سال ۱۹۶۶ در مؤسسه تحقیقات کشاورزی آمریکا (مرکز تحقیقات Fort Collins) شروع شده و تولید ژرم‌پلاسم‌های مقاوم تا کنون ادامه دارد (Panella and Hanson 2004; Binancardi et al. 2005; Panella and Hanson 2006, 2007). با اجرای این برنامه تاکنون چندین لاین مقاوم به *Rhizoctonia solani* Kuhn و *Cercospora beticola* Sacc تهیه شده است. ژنوتیپ FC712 علاوه‌بر مقاومت به *R. solani*، به قارچ‌های *Botrytis cinerea* Pers. Fr و *Phoma betae* Frank نیز مقاومت نشان داده است (Bugbee and Campbell 1990).

گاسکیل و همکاران (Gaskill et al. 1970) اولین محققانی بودند که در سال ۱۹۶۶ توانستند دو رقم مقاوم چغندرقند به *R. solani* معرفی نمایند. بعد از آن‌ها هکر و راپل (Hecker and Ruppel 1975) یک برنامه اصلاحی مشابه تحقیقات گاسکیل و همکاران در ایالت‌های کلرادو و میشیگان اجرا کردند. لاین‌های توصیه شده به‌وسیله آن‌ها، به‌منظور توسعه مقاومت در ارقام هیبرید تجاری مورد استفاده قرار گرفته است. در گذشته اصلاح چغندرقند به *R. solani* با انتخاب توده‌ای و ارزیابی مشاهده‌ای در مزرعه بعد از یک آلودگی شدید و یکنواخت بیماری ایجاد شده از آلودگی مصنوعی صورت می‌گرفت (et al. 1982

Schneider). اما آزمایش‌های مزرعه‌ای مشکلاتی دارند از جمله این‌که، ارزیابی در هر سال یک بار بیشتر امکان‌پذیر نبوده و تغییرات محیطی را نیز نمی‌توان کنترل کرد. این مسایل باعث اخذ نتایج متغیر در سال‌های مختلف می‌شود. برای غلبه بر این مشکلات، ارزیابی گیاهان چغندرقند برای مقاومت به عوامل بیماری‌زا در گلخانه توصیه شده است. لوترباچر و همکاران (Luterbacher et al. 2000) تعداد زیادی ژرم‌پلاسم از گونه‌های مختلف جنس *Beta* را نسبت به چندین بیماری مهم چغندرقند شامل ویروس زردی چغندرقند (BYV)، ویروس زردی خفیف چغندرقند (BMYV)، پوسیدگی سیاه ریشه چغندرقند، مرگ گیاهچه ناشی از *Pythium ultimum* Trow و سفیدک پودری را مورد ارزیابی قرار دادند. بوتنرو همکاران (Buttner et al. 2004) ارزیابی مقاومت به *R. solani* در چغندرقند را در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای بررسی و روش ارزیابی گلخانه‌ای استانداردی را بهینه‌سازی کردند. در این روش گیاهان ۱۱ هفته‌ای با اینوکولوم مایع و جامد مایه‌زنی شدند و سه هفته بعد از مایه‌زنی با مقیاس نه‌گانه مورد ارزیابی قرار گرفتند. لوترباچر و همکاران (Luterbacher et al. 2005) ، در تحقیقی گسترده حدود ۷۰۰ ژرم‌پلاسم از جنس *Beta* را نسبت به بیماری‌های خاک‌زاد مورد ارزیابی قرار دادند. این ارزیابی در برابر بیمارگرهای Drechsler *Aphanomyces cochlioides*، *P. ultimum*، *R. solani* و رایزومانیا انجام شد. در ایران دادخواه (Dadkhah 1999) با مهم دانستن پوسیدگی ریشه و طوقه ناشی از *R. solani*، مقاومت ۲۷ رقم تجاری و لاین را در مرحله گیاهچه‌ای و گیاه کامل نسبت به رایزوکتونیا با گروه آناستوموزی ۴ مورد ارزیابی قرار داد. به‌منظور دستیابی به روشی ساده و قابل اعتماد جهت ارزیابی مواد ژنتیکی چغندرقند در برابر پوسیدگی رایزوکتونیایی، مقاومت ۱۲ ژنوتیپ در شرایط مزرعه، گلخانه و درون شیشه توسط محمودی و همکاران (Mahmoudi et al. 2003B) مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن‌ها با همدیگر مقایسه شد.

محمودی و همکاران (Mahmoudi et al. 2003A) ۲۰ ژنوتیپ چغندرقند را از نظر مقاومت به عامل پوسیدگی ریشه و طوقه ناشی از قارچ *R. solani* با گروه آناستوموزی ۲ (AG-2-2) و با قدرت بیماری‌زایی بالا در شرایط گلخانه‌ای مورد ارزیابی قرار دادند. ابراهیمی کولایی و محمودی (Ebrahimi Koulaei and Mahmoudi 2008) از کرت‌های کوچک برای ارزیابی ۷۰ ژنوتیپ چغندرقند از نظر مقاومت به بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه ناشی از قارچ *R. solani* با گروه آناستوموزی ۲ استفاده کردند. موثرترین روش کنترل بیماری‌های ناشی از گونه‌های پیتیوم و فیتوفترا استفاده از ارقام مقاوم است (Bannet et al. 2007; Kens 2008). هیگین بوتام و همکاران (Higginbotham et al. 2004) به بررسی وجود ارقام متحمل گندم نسبت به *Pythium debaryanum* و *P. ultimum* پرداختند. لوترباچر و همکاران (2000 and 2005) مقاومت ژرم‌پلاسم جنس *Beta* را نسبت به *P. ultimum* عامل گیاهچه

میری چغندرقند مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها منابعی از مقاومت را نسبت به این بیمارگر در این جنس پیدا کردند. در ایران ابرین‌نیا و همکاران (Abrinnia et al. 2007) مقاومت ۲۰ لاین چغندرقند را تحت شرایط گلخانه‌ای نسبت به دو جدایه *P. ultimum* عامل گیاه‌چه میری چغندرقند مورد ارزیابی قرار دادند. گیاهان، سه هفته پس از مایه‌زنی با مقیاس صفر تا پنج مورد بررسی قرار گرفتند. مقاومت طبیعی نسبت به فیتوفترا در بعضی از گونه‌های گیاهی دیده شده است. مقاومت اختصاصی در سیب‌زمینی نسبت به *Phytophthora infestans* De bary و در سویا نسبت به *Phytophthora sojae* Zhuang Yu and از سال ۱۹۵۰ مطالعه شده است (Si- Ammour 2004). بانت و همکاران (2007) نشان دادند که مقاومت به دو گونه *Phytophthora capsici* Leonian و *Phytophthora parasitica* در ژرم‌پلاسم CM334 در گیاه فلفل وجود دارد. هورن و همکاران (Hohrein et al. 1983) از روش گلخانه‌ای برای ارزیابی مقاومت ژرم‌پلاسم‌های یونجه نسبت به *Phytophthora megasperma* f.sp *medicaginis* Drechsler استفاده کردند. آن‌ها روش گلخانه‌ای را یک روش سریع، ارزان و قابل اعتماد برای ارزیابی ژرم‌پلاسم‌های یونجه نسبت به پوسیدگی فیتوفترایی ریشه دانسته و عنوان کردند این روش در هر فصلی امکان‌پذیر بوده و ایجاد شرایط اشباع نیز برای ایجاد آلودگی برای تمام گیاهان به‌صورت یکنواخت صورت می‌گیرد. باسو (Basu 1988) شدت بیماری را در چندین رقم و لاین یونجه نسبت به *P. megasperma* f.sp. *medicaginis* در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای مورد مقایسه قرار داد. وی اظهار داشت که به‌منظور افزایش دقت و ثبات در ارزیابی مقاومت لاین‌های یونجه نسبت به این بیمارگر آزمایش‌های گلخانه‌ای در کنار آزمایش‌های مزرعه‌ای انجام شود.

با توجه به مشاهده مقاومت چغندرقند و سایر گیاهان به بیمارگرهای مهم ریشه، در این تحقیق طی بررسی‌های گلخانه‌ای، مقاومت تعدادی از ژنوتیپ‌های چغندرقند نسبت به *R. solani* با گروه آناستوموزی ۲ و ۴ و ارزیابی مقاومت این ژنوتیپ‌ها نسبت به پوسیدگی‌های ریشه ناشی از دو بیمارگر *Pythium aphanidermatum* Edson و Tucker *Phytophthora drechsleri* در گیاهان بالغ ارزیابی شدند.

مواد و روش‌ها

جدایه‌های (PA2) *Pythium aphanidermatum* و *Phytophthora drechsleri* (PHK) جهت ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های چغندرقند مورد استفاده قرار گرفت. جدایه PA2 که از ریشه گیاه چغندرقند و از استان لرستان جدا شده بود، در آزمایش‌های درون شیشه‌ای و گلخانه‌ای قبلاً به‌عنوان بیماری‌زاترین جدایه شناخته شده است (Fattahi et al. 2008). جدایه PHK از ریشه چغندرقند و از استان کرمانشاه استخراج و به‌عنوان جدایه منتخب در این آزمایش‌ها استفاده شد. جدایه‌های

قارچ *Rhizoctonia solani* با گروه‌های آناستوموزی ۲ (AG2-2) و ۴ (AG4) از کلکسیون بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مؤسسه تحقیقات چغندرقند دریافت شدند.

چهار لاین اصلاحی چغندرقند (۱۶) P.۱۶-SB۱۹، (۲۴) SB۱۹-P.۲۴، (۴۴) SB۱۹-P.۴۴ و (۷۸) SB۱۹-P.۷۸ به همراه یک شاهد حساس و یک شاهد مقاوم در این مطالعه مورد مقایسه قرار گرفتند. رقم تجاری جلگه به‌عنوان شاهد حساس و رقم تجاری Dorotea به‌عنوان شاهد مقاوم به پوسیدگی رایزوکتونیایی ریشه و طوقه در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفتند. لاین‌های اصلاحی و ارقام شاهد مقاوم و حساس از مؤسسه تحقیقات چغندرقند تهیه شدند.

تمامی بذور مورد استفاده قبل از کاشت به‌مدت سه دقیقه با هیپوکلرید سدیم یک درصد به‌صورت سطحی ضدعفونی و سپس به‌مدت پنج دقیقه با آب جاری شسته شدند (Zang and Yang 2000). جهت جوانه‌زنی، بذرها به‌مدت ۲۴ ساعت در آب نگه‌داری شده و بعد در جعبه‌های نشاء کشت گردیدند. بعد از حدود سه الی چهار هفته نشاءهای ژنوتیپ‌های مذکور به گلدان‌های بزرگ پنج کیلویی منتقل شدند. جهت مایه‌زنی گیاهان بالغ هشت الی ۱۰ هفته‌ای توسط گونه‌های *P. aphanidermatum* و *P. drechsleri*، این جدایه‌ها در محیط کشت CMA در تشتک‌های پتری به قطر نه سانتی‌متر، کشت شدند و ریسه‌های هر تشتک به همراه محیط آگاردار به‌عنوان زادمایه مورد استفاده قرار گرفت (Brantner and Windels 1998; Salas et al. 2003). برای مایه‌زنی گیاهان با جدایه‌های *R. solani* با دو گروه آناستوموزی ۲ و ۴ از بذرهای ذرت آلوده استفاده گردید (Mahmoudi et al. 2003B). مایه‌زنی با قرار دادن قطعات کشت یک تشتک پتری نه سانتی‌متری در هر گلدان، برای جدایه‌های پیتیوم و فیتوفترا و نه عدد بذر ذرت مایه‌زنی شده در هر گلدان، برای جدایه‌های رایزوکتونیا در عمق سه سانتی‌متری کنار ریشه صورت گرفت. در هر آزمایش و برای هر ژنوتیپ ده گلدان به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. گیاهان شاهد در آزمایش‌های مربوط به پیتیوم و فیتوفترا فقط محیط کشت آگاردار و در آزمایش‌های مربوط به ریزوکتونیا نه عدد دانه ذرت سترون دریافت کردند. بلافاصله بعد از مایه‌زنی آبیاری صورت گرفت و شرایط اشباع برای گیاهان مایه‌زنی شده با جدایه‌های پیتیوم و فیتوفترا فراهم گردید. آزمایش‌ها به‌طور جداگانه و در قالب طرح کرت‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار و ۱۰ بوته در هر تکرار اجرا شدند. تمامی آزمایش‌ها در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینای همدان انجام گرفت. تمامی شرایط از نظر نور، دما و رطوبت در حد ایجاد محیط مناسب برای رشد گیاه و عوامل بیماری‌زا فراهم گردید. چهار هفته پس از مایه‌زنی، ریشه‌ها از خاک خارج شده و پس از شستشو با استفاده از مقیاس‌های موجود مورد ارزیابی قرار گرفتند. در تمامی آزمایش‌ها برای اطمینان از این‌که عامل بیماری‌زا همان بیمارگر مایه‌زنی شده است نمونه‌هائی از ریشه‌ها به‌طور تصادفی انتخاب و بر روی محیط کشت مناسب کشت داده شده و با بیمارگرهای اولیه مقایسه شدند. ارزیابی گیاهان چهار هفته بعد از مایه‌زنی با جدایه *P. aphanidermatum* (PA2) به وسیله مقیاس یک تا هفت (Altier 1995; Panella 1998 and Theis) و با اعمال یک‌سری تغییرات صورت

گرفت (جدول ۱). ارزیابی گیاهان مایه‌زنی شده با (4 AG) *R. solani* با استفاده از مقیاس صفر تا هفت یادداشت‌برداری شد (جدول ۲) (Panella 1998). در ارزیابی گیاهان مایه‌زنی شده با جدایه‌های *P. drechsleri* (PHK) و *R. solani* (AG2-2) از مقیاس نه گانه (Buttner et al. 2004) استفاده گردید (جدول ۲).

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون Kruskcal Wallis و توسط نرم افزار SPSS انجام گرفت. ژنوتیپ‌ها از نظر مقاومت به عامل بیماری نیز به کمک روش غیرپارامتری توکی مقایسه شدند.

جدول۱ شاخص ارزیابی ژنوتیپ‌های چغندرقند از نظر میزان بیماری پوسیدگی ریشه در مقیاس ۱ الی ۷

رتبه مقیاس	شرح علایم
۱	هیچ علایمی دیده نمی‌شود، گیاهان سالم هستند
۲	نوک ریشه‌های موئین و ریشه اصلی نکروتیک و سفت است
۳	۲۵٪ ریشه نکروتیک (نرم) است
۴	۵۰٪ ریشه نکروتیک (نرم) است
۵	۷۵٪ ریشه نکروتیک و نرم است
۶	ریشه پوسیده ولی برگ‌ها سبز هستند
۷	مرگ کامل گیاه

(Altier and Theis 1995; Panella, 1998)

جدول۲ شاخص ارزیابی ژنوتیپ‌های چغندرقند از نظر پوسیدگی ریشه در مقیاس‌های صفر الی ۷ و ۱ الی ۹

رتبه مقیاس ۹-۱	شرح علایم	مقیاس۷-۰
۱	هیچ علایمی دیده نمی‌شود، گیاهان سالم هستند	صفر
۲	۱٪ از سطح ریشه آلوده شده است	۱
۳	۵-۱٪ از سطح ریشه آلوده شده است	۲
۴	۱۰-۵٪ از سطح ریشه آلوده شده است	۳
۵	۲۵-۱۰٪ از سطح ریشه آلوده شده است	۳
۶	۵۰-۲۵٪ از سطح ریشه آلوده شده است	۴
۷	۷۵-۵۰٪ از سطح ریشه آلوده شده است	۵
۸	۷۵٪ از سطح ریشه آلوده شده است	۶
۹	مرگ کامل گیاه، تمام ریشه پوسیده است	۷

(Buttner et al. 2004)

نتایج

ارزیابی مقاومت نسبت به *Pythium aphanidermatum*

نتایج تجزیه واریانس به‌کمک آزمون کروسکال والیس نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳). جدول ۴ مقایسه جمع رتبه‌های ژنوتیپ‌ها را به روش غیرپارامتری توکی نشان می‌دهد. ژنوتیپ‌های ۷۸، ۴۴ و ۱۶ با شاهد مقاوم Dorotea اختلاف معنی‌داری نداشتند و ژنوتیپ ۲۴ با شاهد حساس جلگه اختلاف معنی‌داری نداشت. در عین حال بین ژنوتیپ‌ها و شاهد حساس جلگه تفاوت معنی‌دار مشاهده شد.

ارزیابی مقاومت نسبت به *Phytophthora drechsleri*

بین ژنوتیپ‌های چغندرقند از نظر مقاومت به پوسیدگی ریشه ناشی از *P. drechsleri* اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). مقایسه مجموع رتبه‌های ژنوتیپ‌های چغندرقند مورد بررسی به روش غیر پارامتری توکی نشان داد که ژنوتیپ Dorotea با کمترین جمع رتبه و ژنوتیپ جلگه با بیشترین جمع رتبه به‌ترتیب در دو طیف مقاوم و حساس قرار گرفته و دارای اختلاف معنی‌دار بودند. با وجود این ژنوتیپ‌های اصلاحی ۷۸، ۴۴ ، ۲۴ و ۱۶ اختلاف معنی‌داری با شاهد مقاوم Dorotea نداشتند (جدول ۴).

ارزیابی مقاومت نسبت به *Rhizoctonia solani* با گروه آناستوموزی ۴ (AG-4)

نتایج تجزیه واریانس به کمک روش کروسکال والیس نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر مقاومت به *R. solani* با گروه آناستوموزی ۴ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۳) ولی ژنوتیپ ۱۶ با کمترین جمع رتبه از پتانسیل ویژه برای مطالعات بعدی برخوردار بود (جدول ۴).

ارزیابی مقاومت نسبت به *Rhizoctonia solani* با گروه آناستوموزی ۲ (AG-2-2)

آزمون کروسکال والیس حاکی از اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های چغندرقند از نظر مقاومت به *Rhizoctonia solani* با گروه آناستوموزی ۲ بود (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه جمع رتبه‌ها به روش غیر پارامتری توکی نشان داد که ژنوتیپ‌های ۷۸، ۴۴ و ۱۶ به‌ترتیب با جمع رتبه‌های ۸/۰۱، ۱۵ و ۲۷/۹۹ نسبت به شاهد مقاوم Dorotea اختلاف معنی‌داری نداشتند و نسبت به آن از مقاومت بالاتری برخوردار بودند. ژنوتیپ حساس جلگه با جمع رتبه ۵۱ حساسیت بالایی از خود نشان داد (جدول ۴).

جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس ژنوتیپ‌های چغندرقند مورد مطالعه در مورد هر عامل پوسیدگی ریشه به کمک آزمون کروسکال والیس

عوامل پوسیدگی ریشه	میانگین مربعات(Mean square)
Rhizoctonia solani AG(2-2)	۱۴/۳۲*
Rhizoctonia solani AG(4)	۱۵/۹۸*
Pythim aphanidermatum	۱۰/۵۳ns
Phytophthora drechsleri	۱۴/۳۴*

*- معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و ns-غیرمعنی‌دار

جدول ۴ مقایسه مجموع رتبه‌های ژنوتیپ‌های چغندرقند مورد مطالعه در مورد هر عامل پوسیدگی ریشه با آزمون غیرپارامتری توکی

عامل پوسیدگی ریشه	تیمار	جمع رتبه‌ها (Rank sum)
Rhizoctonia solani AG(2-2)	SB19-P.۷۸	۸/۰۱
	SB19-P.۴۴	۱۵
	SB19-P.۲۴	۳۵/۰۱
	SB19-P.۱۶	۲۷/۹۹
	جلگه	۵۱
	Dorotea	۳۳/۹۹
Rhizoctonia solani AG(4)	SB19-P.۷۸	۳۶
	SB19-P.۴۴	۳۰/۹۹
	SB19-P.۲۴	۴۷/۰۱
	SB19-P.۱۶	۱۲
	جلگه	۳۰/۹۹
	Dorotea	۱۴/۰۱
Pythim aphanidermatum	SB19-P.۷۸	۲۵/۵
	SB19-P.۴۴	۱۴/۰۱
	SB19-P.۲۴	۴۳/۵
	SB19-P.۱۶	۶/۹۹
	جلگه	۴۹/۵
	Dorotea	۳۱/۵
Phytophthora drechsleri	SB19-P.۷۸	۱۸/۹۹
	SB19-P.۴۴	۲۹/۰۱
	SB19-P.۲۴	۳۶/۹۹
	SB19-P.۱۶	۲۹/۰۱
	جلگه	۵۱
	Dorotea	۶
HSD5%= ۳۷/۲۶۵*		

*- در مورد هر عامل پوسیدگی ریشه، تیمارهایی که تفاوت جمع رتبه آن‌ها مساوی یا بیش از۳۷/۲۶۵ است بر مبنای آزمون غیرپارامتری توکی دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج در صد هستند.

بحث

در این بررسی مقاومت چهار ژنوتیپ اصلاحی چغندرقند و یک شاهد حساس و یک شاهد مقاوم نسبت به چهار بیمارگر ریشه چغندرقند شامل *Pythium aphanidermatum*، *Phytophthora drechsleri* و *Rhizoctonia solani* با دو گروه

آناستوموزی ۴ و ۲ در شرایط گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفتند. ارزیابی مقاومت نسبت به *P. aphanidermatum* نشان داد که درجاتی از مقاومت نسبت به این بیمارگر در ژنوتیپ‌های اصلاحی وجود دارد و حتی میزان آلودگی ژنوتیپ‌های ۱۶، ۴۴ و ۷۸ کمتر از رقم شاهد مقاوم بود. در تحقیقاتی که قبلاً برای ارزیابی مقاومت گیاهچه‌های چغندرقند نسبت به *P. ultimum* عامل مرگ گیاهچه چغندرقند صورت گرفته است نیز درجاتی از مقاومت دیده شده است. در بررسی‌هایی که لوتر باچر و همکاران (2000 and 2005) انجام دادند، منابعی از مقاومت نسبت به *P. ultimum* را در گونه‌های مختلف جنس *Beta* به دست آوردند و بیان کردند که سطح بالایی از مقاومت به *Aphanomyces cochlioides* و *P.ultimum* در دو بخش *Corolline* و *Procumbentes* از جنس *Beta*، در مرحله گیاهچه‌ای دیده شده است. ابرین نیا و همکاران (2007) در تحقیقات خود چند رقم اصلاح شده چغندرقند را نسبت به مرگ گیاهچه با عامل *P. ultimum* در مرحله گیاهچه‌ای مقاوم دانستند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که از ۲۰ لاین مورد بررسی ۱۶ لاین در گروه خیلی حساس تا حساس قرار دارد و فقط ۴ لاین P58 -9597، Bulk -8150، Mst231 و MsC2 به‌عنوان لاین‌های مقاوم شناخته شدند. تحقیقات مشابهی برای ارزیابی مقاومت چغندرقند در مرحله گیاه بالغ در برابر این بیمارگر تاکنون در دنیا صورت نگرفته است.

در این بررسی درجاتی از مقاومت نسبت به پوسیدگی فیتوفترایی ناشی از *P. drechsleri* در ژنوتیپ‌های منتخب مشاهده گردید. پیش از این مقاومت به فیتوفترا در گیاهان دیگر نیز دیده شده است. باسو (1988) در مطالعات خود نشان داد که درجاتی از مقاومت به *Phytophthora megasperma* f.sp. *medicaginis* در ژنوتیپ‌های یونجه وجود دارد. وی همبستگی بالایی بین داده‌های گلخانه‌ای و مزرعه گزارش کرد. بانت و همکاران (2007) نشان دادند که مقاومت در ژرم‌پلاسم CM334 فلفل پلی‌ژنیک بوده و این ژرم‌پلاسم دارای مقاومت نسبی نسبت به فیتوفترا بوده است. تاکنون اطلاعاتی در خصوص بررسی مقاومت چغندرقند به فیتوفترا در دنیا منتشر نشده است و این اولین مورد از گزارش واکنش ژنوتیپ‌های چغندرقند در برابر فیتوفترا است. دلیل این امر شاید چنین باشد که اکثر تولید چغندرقند دنیا در اروپا انجام می‌گیرد و در این قاره، فیتوفترا به‌عنوان عامل بیماری‌زای چغندرقند مطرح نیست. در اروپا بیماری پوسیدگی سیاه ریشه ناشی‌از بیمارگر *Aphanomyces cochlioides* از اهمیت بیشتری برخوردار است (Luterbacher et al. 2005). با دقت در نتایج ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های چغندرقند در مرحله گیاه بالغ نسبت به پیتیوم و فیتوفترا (جدول ۴) می‌توان دید که ژنوتیپ ۲۴ به‌عنوان ژنوتیپ دارای حساسیت بیشتر

به ژنوتیپ جلگه نزدیک‌تر است بنابراین به نظر می‌رسد که مقاومت به بیمارگرهای خانواده *Pythiaceae* در چغندرقند با مکانیسم‌های نسبتاً مشابهی کنترل می‌شوند و ژنوتیپ‌های مقاوم به پیتیوم نسبت به فیتوفترا نیز مقاوم می‌باشند.

در ارزیابی نسبت به *R. solani* با گروه آناستوموزی ۴، ژنوتیپ ۱۶ با داشتن پایین‌ترین جمع رتبه از کمترین آلودگی برخوردار بود. اکثر محققان اعتقاد دارند که *R. solani* با گروه آناستوموزی ۴ عامل مرگ گیاهچه بوده و توان ایجاد پوسیدگی ریشه مشابه جدایه‌های گروه آناستوموزی ۲ را ندارد و بالعکس گروه آناستوموزی ۲ بیشتر عامل پوسیدگی ریشه بوده و قادر به ایجاد مرگ گیاهچه در قیاس با گروه آناستوموزی ۴ نیست (Ruppel 1972; Windels and Nabben 1989). دادخواه (1999) بیشترین جدایه‌های موجود در اصفهان را که باعث ایجاد علایم در مرحله گیاهچه‌ای و گیاه بالغ گردید، گروه آناستوموزی ۴ این گونه عنوان کرد. در این تحقیق ارقام و لاین‌های HM1833-20278، 20277، H4653، 70 -8001 و 16402 نسبت به این قارچ در مرحله گیاهچه مقاومت نشان دادند. دو رقم COMETE-20315 و 41RT در مرحله گیاه بالغ نسبت به قارچ مذکور مقاومت نسبی داشتند. محمودی و همکاران (2005) بر اساس آزمایش‌های گلخانه‌ای چنین استنباط کردند که جدایه‌های هر دو گروه آناستوموزی ۲ و ۴ قادر به ایجاد بیماری در مرحله گیاهچه و گیاه بالغ می‌باشند ولی از آن جایی‌که بذور تجاری توسط قارچ‌کش‌های مختلف تیمار شدند به‌همین دلیل اثر بیماری مرگ گیاهچه چغندرقند اهمیت چندانی نداشت.

در ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های چغندرقند نسبت به *R. solani* با گروه آناستوموزی ۲، ژنوتیپ ۷۸ با داشتن کمترین جمع رتبه به‌عنوان ژنوتیپی با مقاومت بالا شناخته شد و اختلاف آن با شاهد جلگه معنی‌دار بود. این نتایج با نتایج به‌دست آمده از تحقیقات ابراهیمی‌کولایی و محمودی(2008) مطابقت دارد. آن‌ها بوته‌های چغندرقند ۱۰ هفته‌ای را مایه‌زنی و مورد ارزیابی قرار دادند، براساس نتایج آن‌ها از بین ۷۰ لاین، ژنوتیپ ۷۸ با کمترین شاخص بیماری و ۵۵ ژنوتیپ دیگر با شاهد مقاوم در یک گروه آماری قرار گرفتند. در میان این ۵۵ ژنوتیپ، ژنوتیپ‌های ۱۶، ۲۴ و ۴۴ نیز قرار داشتند.

پیش از این نیز تحقیقات زیادی در مورد ارزیابی مقاومت نسبت به *R. solani* با گروه آناستوموزی ۲ روی ژنوتیپ‌های چغندرقند صورت گرفته است و ژرم‌پلاسم‌های مقاوم زیادی ثبت شده‌اند (Panella and Hanson 2004; Binancardi et al. 2005; Panella and Hanson 2006, 2007). بوتنر و همکاران (2004) با ارزیابی گیاهان ۱۱ هفته‌ای در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای نشان دادند که واریته‌های حساس به‌طور متوسط در مقیاس ۱ تا ۹ نمره ۸ را اخذ نمودند درحالی که

ژنوتیپ‌های متحمل در محدوده بین ۶- ۵ قرار گرفتند. محمودی و همکاران (2003A) با ارزیابی گیاهان ۱۰ هفته‌ای مایه‌زنی شده با قارچ *R. solani* با گروه آناستوموزی ۲ عنوان کردند که ژنوتیپ‌های BP2، F-20278 و ET5 و 41RT در گروه ژرم‌پلاسم‌های چغندرقند مقاوم به پوسیدگی ریزوکتونیایی قرار دارند. به نظر می‌رسد ژنوتیپ SB۱۹-P.۷۸، SB۱۹-P.۱۶ و SB۱۹-P.۴۴ ژرم پلاسم‌های مناسبی برای دورگ‌گیری و تهیه ارقام چغندرقند به عوامل بیماری‌زای پوسیدگی ریشه باشند و در صورت استفاده مؤسسه تحقیقات چغندرقند از ژنوتیپ‌های اصلاحی بهتر است این ژنوتیپ‌ها به عنوان ژنوتیپ‌های مناسب مدنظر قرار گیرند. با وجود این برای رسیدن به نتایج قطعی‌تر باید آزمایش‌ها با استفاده از ژنوتیپ‌های بیشتر تکرار شوند.

سپاسگزاری

لاین‌های مورد استفاده در این تحقیق توسط آقای مهندس ابراهیمی کولایی تهیه و در اختیار مجریان قرار گرفت که بدین‌وسیله از ایشان تشکر و قدردانی می‌گردد. از آقای دکتر مهیار شیخ‌الاسلامی نیز به‌خاطر در اختیار گذاشتن جدایه‌های قارچ تشکر می‌گردد.

منابع مورد استفاده

References

Abrinnia M, Babai- Ahari A, Majidi Herava I. Assessment of resistance in sugarbeet lines to damping- of caused by *Pythium ultimum* Trow var. ultimum under greenhouse conditions. Plant Pathology Journal.2007; 6 (3): 266 – 270.

Altier NA, Theis JA. Identification of resistance to pythium seedling diseases in alfalfa using a culture plate method. Plant Disease. 1995; 97: 341- 346.

Bannet J, Danan S, Boundet C, Barchi L, Sag- Palloix A, Caromel B, Palloix A, Lefebvre V. Are the polygenic architecture of resistance to *Phytophthora capsici* and *P. parasitica* independent in pepeer*?* Theoretical and Applied Genetics. 2007; 115: 253– 264.

Basu PK. Relationship between Phytophthora root rot severity index and the percentage of resistant alfalfa plants. Canadian plant Disease Survey. 1988; 68(1)23– 26.

Behdad A. Plant Protection Encyclopedia. Isfahan Neshat Printing house. 1996. pp. 3114. (in Persian, abstract in English)

Biancardi E, Campbell GL, Skaracis GN, De Baggi M. Genetics and Breeding of Sugar Beet. Science Publisher, Inc., USA. 2005; pp 367.

Brantner JR, Windels CE. Variability in sensitivity to metalaxyl in vitro, pathogenicity, and control of *Pythium* spp. on sugar beet. Plant Disease. 1998; 82:869– 899.

Bugbee WM, Campbell LG. Combined resistance in sugar beet to *Rhizoctonia solani*, *Phoma betae* and *Botrytis cinerea*. Palnt Disease. 1990; 74:353– 355.

Buttner G, Pfahler B, Marlander B. Greenhouse and field techniques for testing sugar beet for resistance to Rhizoctonia root and crown root. Plant Breeding. 2004; 123:158- 166.

Dadkhah A. Evaluation resistance of sugar beet varieties to Rizoctonia root rot in Isfahan. (MSc thesis). Tarbiat Modares University. 1999. pp. 120 (in Persian, abstract in English)

Ebrahimi Koulaei H, Mahmoudi. SB. Evaluation resistance of sugar beet genotypes to Rhizoctonia root and crown rot in microplot conditions. 2008. Proceeding of the18th Iranian Plant Protection Congress. (in Persian, abstract in English)

Fattahi SH, Zafari D, Mahmoudi SB. Pathogenic variability of sugar beet isolates of *Pythim aphanidermatum*. 2008. Proceeding of the18th Iranian Plant Protection Congrress. (in Persian, abstract in English)

Gaskill JO, Mumford DL, Ruppel EG. Preliminary report on breeding for combined resistance to leaf spot, curly top and rhizoctonia. Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists. 1970; 16:207– 213.

Harveson RM, Rush CM. The influence of irrigation frequency and cultivar blends on the severity of multiple root diseases in sugar beet. Plant Disease. 2002; 86: 901– 908.

Hecker RJ, Ruppel EG. Inheritance of resistance to Rhizoctonia root rot in sugar beet. Crop Science. 1975; 15:487– 490.

Hecker RJ, Ruppel EG. Rhizoctonia root rot resistance in sugar beet: breeding and related research. Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists. 1977; 19:246-256.

Higginbotham RW, Paulitz TC, Compbell KG, Kidwell KK. Evaluation of adapted wheat cultivars for tolerance to Pythium root rot. Plant Disease. 2004; 88:1027– 1032.

Hohrein BA, Bean GA, Graham JH. Greenhouse technique to evaluate alfalfa resistance *to Phytophthora megasperma* f.sp *medicaginis*. Plant Disease. 1983; 67:1332– 1333.

Kens JP. Biology and management of Pythium root function in North Carolina. (PhD Thesis). North Carolina State University, USA; 2008.

Luterbacher MC, Asher MJC, Beyer W, Mandolio G, Scolten OE, Frees L, Biancardi E, Stevanato P, Mechelke W, Slyvchenko O. Source of resistance to disease of sugar beet in related Beta germplasm: II. Soil-borne disease. Euphytica. 2005; 141:49– 63.

Luterbacher MC, Smith JM, Asher MJC, Frees L. Disease resistance in collection of Beta species. Sugar Beet Research. 2000; 37:39– 47.

Mahmoudi SB, Soltani J. Sugar beet root rot in Iran. Newsletter of Training Center for Studying Sugar Industry in Iran. 2005. 178:14-18. (in Persian, abstract in English)

Mahmoudi SB, Mesbah M, Alizadeh A. Pathogenic variability of sugar beet isolates of *Rhizoctonia solani*. 2004. Iranian Journal of Plant Pathology. 2004. 40(3, 4):253- 280. (in Persian, abstract in English)

Mahmoudi SB, Mesbah M, Alizadeh A. Evaluation of relative resistance in some selected sugar beet genotypes to Rhizoctonia root and crown rot. 2003A. Journal of Crop Science. 5:56-63. (in Persian, abstract in English)

Mahmoudi SB, Mesbah M, Alizadeh A, Ebrahimi Koulaei H. Comparison of different methods for evaluation of resistance to Rhizoctonia root and crown rot in selected genotypes of sugar beet. 2003B. Journal of Sugar Beet. 19(1)1- 22. (in Persian, abstract in English)

Panella LW. Screening and utilizing Beta genetic resources with resistance to Rhizoctonia root rot and Cercospora leaf spot in sugar beet breeding program. International Crop Network Series. 1998; 12: 62- 72.

Panella LW, Hanson LE. Registration of FC724 monogerm, O- type, sugar beet germplasm. Crop Science. 2004; 44: 361– 362.

Panella LW, Hanson LE. Registration of FC720, FC722 and FC722CMS monogerm sugar beet germplasm resistance to Rhizoctonia root rot and moderately resistant to Cercospora leaf spot. Crop Science. 2006; 46:1009– 1010.

Panella LW, Hanson LE. Registration of FC723. and FC723CMS monogerm sugar beet germplasm resistance to Rhizoctonia root rot and moderately resistant to Cercospora leaf spot. Journal of Plant Registrations. 2007; 1:66– 67.

Richard AM. Towards healthier and better sugar beet. 63e Congres Institiut International de Recherches Betterravieres, Interlaken, Switzerland. 2000; pp. 85-91.

Ruppel EG. Correlation of cultural characters and sources of isolates with pathogenicity of *Rhizoctonia solani* from sugar beet. Phytopathology. 1972; 63:202– 205.

Salas B, Secor GA, Taylor RJ, Gudmestad NC. Assessment of resistance of tubers of potato cultivars to *Phytophthora erythroseptica* and *Pythium ultimum*, Plant Disease.2003; 87:91-97.

Schneider CL, Ruppel EG, Hecker RJ, Hogaboam GL. Effect of soil deposition in crowns of development of Rhizoctonia root rot sugar beet. Plant Disease. 1982; 66:408– 410.

Si- Ammour A. Molecular analysis of the Arabidopsis Phytophthora pathosystem. Ph.D. thesis. Department of Biology University of Fribourg. Suisse. 2002; pp.108

Windels CE, Nabben DJ. Characterization and pathogenecity of anastomosis group of *Rhizoctonia solani* isoleted from *Beta vulgaris*. Phytopthology. 1989; 79:83– 88.

Zang BQ, Yang XB. Pathogenicity of pythium populations from corn- soybean rotation fields. Plant Disease. 2000; 84: 94-99.