



چغندرقد/ جلد ۳۷ / شماره ۱ / ۱۴۰۰

ارزیابی مقاومت ارقام تجاری چغندرقد به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه در شرایط گلخانه و مزرعه Evaluation of sugar beet commercial cultivars resistance to rhizoctonia root rot in greenhouse and field conditions

مهیار شیخ الاسلامی^{۱*}، علی جلیلیان^۲ و حسن یونسی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۰۴

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2022.355407.1282

م. شیخ الاسلامی، ع. جلیلیان و ح. یونسی. ۱۴۰۰. ارزیابی مقاومت ارقام تجاری چغندرقد به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه در شرایط گلخانه و مزرعه. چغندرقد، ۳۷(۱): ۱-۱۰.

چکیده

بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه چغندرقد در ایران عمدتاً توسط *Rhizoctonia solani* AG 2-2 و *R. solani* AG-4 ایجاد می‌شود. در این پژوهش مقاومت ارقام تجاری خارجی و داخلی در دسترس کشاورزان در برابر هر دو گروه آناستوموزی AG 2-2 و AG 4 بیمارگر در شرایط گلخانه و مزرعه بررسی شد. در شرایط گلخانه بذر ۱۸ رقم به همراه یک رقم شاهد (جلگه) در گلدان کاشته شد و پس از رسیدن بوته‌ها به سن هشت هفتگی، توسط دانه‌های ذرت آلوده به جدایه‌های *R. solani* AG 2-2 و *R. solani* AG 4 مایه‌زنی شدند. شش هفته بعد از مایه‌زنی شدت آلودگی روی ریشه هر بوته با مقیاس نه گانه (۱ تا ۹) اندازه‌گیری شد. در ارزیابی مزرعه‌ای، ارقام در یک مزرعه با سابقه آلودگی هریک در سه تکرار در خطوط ۵۰ متری کشت شدند و در زمان برداشت، شدت آلودگی روی ریشه‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد که در هر دو شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای بین ارقام مختلف با شاهد حساس و همچنین بین خود ارقام از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود داشت. همچنین واکنش کلی ارقام به هر دو گروه آناستوموزی مشابه بود. در مجموع ارقام اکباتان، IRIS، NOVODORO، AIGRETTE، NOVELLA، IVANO، TOURELLE، MODEX، EFESOS و CADET کمترین آلودگی را در شرایط مختلف آزمایش داشتند.

واژه‌های کلیدی: پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه، چغندرقد، رقم، گروه آناستوموزی



۱ - استادیار بخش تحقیقات گیاهپزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران. * - نویسنده مسئول: mlshikh@yahoo.com

۲ - دانشیار بخش تحقیقات چغندرقد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران.

۳ - مربی بخش تحقیقات گیاهپزشکی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران.

مقدمه

پوسیدگی‌های ریشه چغندر قند از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد این گیاه می‌باشند. در دنیا بیش از ۲۰ گونه قارچ به‌عنوان عوامل مولد پوسیدگی ریشه چغندر قند معرفی شده‌اند (Soltani Nejad *et al.* 2007). در ایران نیز بیش از ۱۴ گونه مختلف قارچی به‌عنوان عوامل پوسیدگی ریشه چغندر گزارش شده‌اند که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از *Athelia rolfsii* (Curzi) C.C. Tu & Kimbr. *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. *Phytophthora*، *Phoma betae* Frank، *P. drechsleri* Tucker، *P. nicotianae* Breda de Haan، *P. megasperma cryptogea* Pethybr. & Laff، *Pythium deliense* Meurs، *Pythium ultimum* Trow، *aphanidermatum* (Edson) Fitzp. *Rhizopus*، *Rhizoctonia solani* Kühn، *var ultimum* *R. stolonifer* (Ehr. ex Fr.) Lind و *arrhizus* Fischer (Afzali 1998; Afzali and Banihashemi 2000; Mahmoudi *et al.* 2002; Sheikholeslami *et al.* 2005; Ershad 2009). با این وجود سه نوع پوسیدگی ریشه ریزوکتونیایی (*Rhizoctonia*)، فیتوفتورایی (*Phytophthora*) و پیتیومی (*Pythium*) به‌ترتیب با ۲۸/۵، ۲۰ و ۱۴/۵ درصد بیشترین فراوانی را دارا می‌باشند (Mahmoudi and Soltani 2005). مرگ گیاهچه، پوسیدگی ریشه و طوقه، شانکر خشک ریشه و پوسیدگی ریشه‌های انبار شده از بیماری‌های ریزوکتونیایی چغندر قند به‌حساب می‌آیند (Sneh *et al.* 1991). بیماری مرگ گیاهچه توسط این قارچ به اشکال مختلف شامل پوسیدگی بذر، مرگ گیاهچه قبل از و پس از جوانه‌زنی خسارت می‌زند؛ اما در بین بیماری‌های مختلفی که توسط این قارچ ایجاد می‌شود، پوسیدگی در ریشه‌های کامل اهمیت بیشتری دارد (Whitney and Duffos 1986). پوسیدگی ریشه ناشی از این بیمارگر، در دهه هفتاد میلادی از مهم‌ترین بیماری‌های چغندر قند در آمریکا

به‌حساب آمده و میزان خسارت آن بالغ بر هفت درصد برآورد شده است (Hecker and Ruppel 1977). در اروپا، پوسیدگی ریزوکتونیایی به‌صورت یک مشکل جدی نمایان شده و ۱۳ درصد مزارع هلند، هشت درصد مزارع اسپانیا، پنج درصد مزارع فرانسه و یونان و دو درصد مزارع ایتالیا و آلمان تحت تأثیر این بیمارگر قرار گرفته است (Harveson *et al.* 2014). به همین خاطر برنامه‌های تحقیقاتی وسیعی در زمینه اتیولوژی، اپیدمیولوژی و خصوصیات بیماری‌زایی جدایه‌های مختلف قارچ جهت دستیابی به کنترل و یا جلوگیری از گسترش بیماری در اروپا وجود دارد (Rother 1999).

گروه‌های آناستوموزی (Anastomosis) مختلفی از روی ریشه‌های پوسیده چغندر قند گزارش شده‌اند. ویندل و نابن (Windels and Nabben 1989) طی بررسی‌های خود گروه‌های آناستوموزی AG 1، AG 2-1، AG 2-2، AG 3، AG 4 و AG 5 را از چغندر قند گزارش دادند؛ اما بر اساس گزارش‌های مختلف بیماری‌زایی گروه‌های آناستوموزی AG 4 و AG 2-2 بر روی چغندر قند از دیگر گروه‌های آناستوموزی شدیدتر است (Windels and Nabben 1989). علائم ناشی از پوسیدگی ریزوکتونیایی ناشی از گروه آناستوموزی AG 4 روی گیاهچه‌های جوان به‌صورت مرگ گیاهچه است، اما در مورد ریشه‌های کامل به‌صورت علائم پوسیدگی خشک در قسمت‌های مختلف ریشه است که در ابتدا به‌صورت بروز نقاط و لکه‌های کوچک فرو رفته که به‌تدریج این لکه‌ها گسترش یافته و قسمت‌های وسیعی از ریشه به‌صورت پوسیده خشک مشخص می‌شود (Mahmoudi *et al.* 2004; Mahmoudi *et al.* 2020). در مورد گروه آناستوموزی AG 2-2 علائم پوسیدگی روی ریشه به‌صورت تغییر رنگ قهوه‌ای در سطح ریشه که بر روی آن آثار ترک خوردگی دیده می‌شود. اگر چنین ریشه‌هایی برش داده شوند، علائم تغییر رنگ قهوه‌ای در زیر بافت بیمار بدون وجود علائم پوسیدگی خشک قابل مشاهده است (Pourrahim *et al.* 2016). AG 2-2 دارای دو گروه فرعی

نشان داد که مقاومت در چغندرقد نسبت به ریزوکتونیا پلی ژنیک بوده و مشتمل بر حداقل دو مکان ژنی با دو یا سه آلل به همراه برخی ژن‌های تغییردهنده (Modifier gene) است (Lewelen 2006). قدرت توارث‌پذیری مقاومت به ریزوکتونیا در چغندرقد نسبتاً بالا و حدود ۶۵ درصد است (Hecker and Ruppel 1975). به دلیل مشکلات مختلف کنترل بیماری‌های ریزوکتونیایی در چغندرقد متخصصین اصلاح نباتات، مقاومت ژنتیکی را مؤثرترین روش کنترل این بیماری‌ها می‌دانند (Gaskill et al. 1970). در ایالات متحده امریکا اگرچه بالغ بر ۱۷ ژرم‌پلاسما مقاوم به *R. solani* تولید شده است، ولی به دلیل پیدایش سویه‌های جدید بیمارگر معمولاً مقاومت از بین می‌رود و باید ژرم‌پلاسما جدید تولید شود (Cornelissen et al. 1996). در راستای تهیه ارقام مقاوم به ریزوکتونیا در دنیا گام‌هایی برداشته شده است و ژنوتیپ‌های FC 709-2 و FC 727 مقاومت مطلوبی را نسبت به پوسیدگی ریزوکتونیایی نشان داده‌اند (Panella et al. 1995; Panella and Ruppel 1997).

در سال‌های اخیر روش‌های ارزیابی مقاومت به *R. solani* در چغندرقد بهینه‌سازی (Mahmoudi et al. 2003) و لاین‌های مقاوم به این بیمارگر تهیه (Ebrahimi Koulae et al. 2010) و ارقام مقاوم به پوسیدگی ریزوکتونیایی (ارقام اکباتان، سینا و دنا) (Anonymous 2020) در ایران معرفی شدند. با توجه به وجود انواع پوسیدگی ریشه چغندرقد در ایران (Pourrahim et al. 2016) و همچنین بیماری شایع ریزومانیا و معرفی ارقام تجاری جدید توسط شرکت‌های مختلف در ایران (Anonymous 2018) و تعامل ژنوتیپ‌های مختلف در برابر سویه‌های بیمارگر، این مطالعه به منظور معرفی ارقام مناسب در غرب کشور برنامه‌ریزی و انجام شد.

مواد و روش‌ها

ارقام مورد استفاده در تحقیق

است که شامل AG 2-2-IIIB و AG 2-2-IV می‌باشد. گندم، ذرت و برنج توسط AG 2-2-IIIB مورد حمله قرار می‌گیرند. در ۳۵ درجه سانتی‌گراد رشد می‌کند در حالی که AG-2-2-IV در ۳۵ درجه سانتی‌گراد رشد نمی‌کند و نمی‌تواند گندم یا ذرت را مورد حمله قرار دهد. اگرچه این بیماری‌ها در همه خاک‌ها اتفاق می‌افتند، با این حال در خاک‌های سنگین با زهکشی ضعیف شایع‌تر است (Jacobsen et al. 2005). در ایران در دهه ۱۳۸۰ با یک نمونه برداری وسیع از مزارع چغندرقد، مشخص شد که بیماری‌زایی گروه‌های آناسوموزی AG 2-2 بیشتر از AG 4 است و از گستردگی بیشتری نیز برخوردار است (Mahmoudi et al. 2004; Soltaninejad et al. 2008).

به‌طور کلی کنترل بیماری‌های پوسیدگی ریشه و طوقه چغندرقد پس از وقوع بسیار دشوار است. پیچیدگی محیط خاک و عدم کارایی روش‌های متداول کنترل شیمیایی، مدیریت این بیماری‌ها را بسیار مشکل می‌کند. تدخین خاک در تلفیق با استفاده از ارقام مقاوم برای کاهش خسارت بیماری‌های خاکزاد چغندرقد توصیه شده است (Harveson and Rush 1994). همچنین در ژاپن با استفاده از قارچ‌کش آزوکسی‌استروبین (Azoxystrobin) بیماری مرگ گیاهچه و پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه چغندرقد را کنترل کرده‌اند (Uchino et al. 1997). در آزمایشی که با استفاده از قارچ‌کش‌های پیکوکسی استروبین (Picoxystrobin) و پنتیوپیراد (Penthiopyrad) به‌تنهایی و یا همراه یکدیگر برای کنترل AG 2-2-*R. solani* III B بر روی چغندرقد در شرایط گلخانه‌ای استفاده گردید، به‌صورت منفرد و یا ترکیبی کنترل مؤثری را در پوسیدگی ریشه چغندرقد نشان دادند (Liu and Khan 2016). برای کنترل بیماری، تناوب تأثیر محدودی دارد، زیرا قارچ عامل بیماری سال‌ها بدون میزبان در خاک دوام می‌آورد و استفاده از روش‌های کنترل بیولوژیکی نیز در سطح وسیع دشوار است. بنابراین مؤثرترین روش در مدیریت کنترل این بیماری استفاده از ارقام مقاوم می‌باشد (Büttner et al. 2004). نتایج مطالعات اولیه

استفاده شد. اسامی ارقام، شرکت تولیدکننده و ویژگی مقاومت آنها در جدول ۱ آمده است.

در این تحقیق از ۱۸ رقم ایرانی و خارجی چغندر قند که غالباً دارای مقاومت به بیماری پوسیدگی ریشه ناشی از *R. solani* هستند در مقایسه با رقم حساس جلگه به عنوان شاهد

جدول ۱ لیست ارقام بکار رفته در آزمایش، شرکت تولیدکننده و ویژگی مقاومت و یا حساسیت آن‌ها

ویژگی مقاومت	شرکت تولید کننده	نام رقم
مقاوم به ریزوکتونیا و متحمل به ریزومانیا	موسسه تحقیقات چغندر قند	اکباتان
مقاوم به ریزومانیا	موسسه تحقیقات چغندر قند	پارس
نرمال	موسسه تحقیقات چغندر قند	جلگه
چندجوانه مقاوم به ریزوکتونیا و ریزومانیا	موسسه تحقیقات چغندر قند	مطهر
مقاوم به ریزوکتونیا	Florimond Desprez, France	AIGRETTE
مقاوم به ریزوکتونیا و ریزومانیا	Betaseed, Germany	BTS 233
مقاوم به ریزوکتونیا	Syngenta, Sweden	CADET
مقاوم به ریزوکتونیا و ریزومانیا	Maribo, Denmark	EFESOS
مقاوم به ریزوکتونیا	Kuhn & CO Netherland	IRIS
مقاوم به ریزوکتونیا	Syngenta, Sweden	IVANO
مقاوم به ریزوکتونیا	Syngenta, Sweden	KARTA
مقاوم به ریزوکتونیا و ریزومانیا	Florimond Desprez, France	LORIQUET
مقاوم به ریزوکتونیا	Maribo, Denmark	MODEX
مقاوم به ریزوکتونیا	Syngenta, Sweden	NOVELLA
مقاوم به ریزوکتونیا و ریزومانیا	Syngenta, Sweden	NOVODORO
مقاوم به ریزوکتونیا	Sesvanderhave, Belgium	PANTERA
مقاوم به ریزوکتونیا و ریزومانیا	Kuhn & CO Netherland	ROSAMINA
مقاوم به ریزوکتونیا	Syngenta, Sweden	TABAL
مقاوم به ریزوکتونیا و ریزومانیا	Florimond Desprez, France	TOURELLE

جدایه‌های مورد استفاده قارچ عامل بیماری

جدایه‌های مورد استفاده در این تحقیق از دو گروه آناستوموزی AG 4 و AG 2-2 بودند که به ترتیب با شماره‌های ۱۳۳ و ۱۲۴ از مؤسسه تحقیقات چغندر قند تهیه شدند.

آماده‌سازی مایه تلقیح

جهت تهیه مایه قارچ، ابتدا بذور ذرت به مدت ۲۴ ساعت داخل آب خیس خورده و پس از ریختن داخل ظروف شیشه‌ای دو بار به فاصله ۲۴ ساعت سترون شدند و سپس قطعاتی از جدایه‌های مورد نظر رشدیافته بر روی محیط کشت PDA (Potato Dextrose Agar)، روی آنها قرار داده و به مدت ۲۱ روز در دمای ۲۷-۲۵ درجه سانتی‌گراد رشد داده شدند. ارلن‌های شیشه‌ای به‌طور مرتب و روزانه تکان داده شدند تا دانه‌های گندم به قارچ آغشته شوند (Mahmoudi *et al.* 2004).

آزمون اولیه بیماری‌زایی

به‌منظور اثبات بیماری‌زایی جدایه‌های مورد آزمایش، ابتدا بذور ژنوتیپ حساس جلگه در داخل گلدان‌های از قبل ضدعفونی‌شده حاوی خاک سترون کاشته شدند. پس از رسیدن گیاهان به سن هشت هفتگی، از مایه قارچ *R. solani* از جدایه‌های مورد نظر، پنج عدد دانه ذرت آلوده به قارچ در کنار ریشه قرار داده شد و پس از شش هفته ارزیابی بیماری و قراردادن قطعاتی از بافت آلوده بر روی محیط کشت PDA انجام شد.

آزمایش در شرایط گلخانه‌ای

ابتدا خاک زراعی و ماسه به نسبت مساوی دو بار و هر بار به مدت چهار ساعت در در دمای تقریبی ۷۰ درجه سانتی‌گراد ضدعفونی و داخل گلدان‌های سه کیلویی ریخته شده و بذور چغندر قند در آنها کاشته شدند. بذور ۱۸ رقم چغندر به همراه بذر شاهد جلگه از موسسه تحقیقات چغندر قند دریافت شدند. ابتدا در هر گلدان ۱۰ عدد بذر کاشته شد و تا زمان مایه‌زنی تعداد

متر کاشته شد. عملیات داشت مزرعه به طور معمول و توسط کشاورز انجام گردید. در اول آبان ۱۳۹۸ عملیات برداشت انجام و در مورد هر تیمار در هر ردیف به عنوان تکرار، ۲۰ بوته به صورت تصادفی بر اساس روش باتنر و همکاران نمره‌دهی شد (Büttner et al. 2004).

پس از جمع‌آوری داده‌ها آزمون آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گردید.

نتایج

نتایج آزمایش‌های گلخانه‌ای

در آزمون اولیه اثبات بیماری‌زایی بر روی بوته‌های رقم حساس، علائم بیماری به صورت ایجاد پوسیدگی روی ریشه در هر دو مورد گروه‌های آناستوموزی مشاهده گردید.

بر اساس نتایج آزمایش‌های گلخانه‌ای اختلاف ارقام چغندر قند در واکنش به گروه آناستوموزی *R. solani* AG 2-2 در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بود. همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها ارقام ROSAMINA، LORQUETTE، EFESOS، CADET، KARTA، MODEX، PANTERA، BTS233، TOURELLE، NOVODORO، IVANO، NOVELLA، AIGRETTE، IRIS و اکباتان بیشترین مقاومت و ارقام جلگه و پارس بیشترین حساسیت را داشتند. رقم مطهر از نظر آماری در حدفاصل بین ارقام مقاوم و حساس قرار گرفت (جدول ۲).

اختلاف ارقام چغندر قند در واکنش به قارچ *R. AG 4* در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بود. بر اساس مقایسه میانگین‌ها ارقام PANTERA، TABAL، EFESOS، IRIS و AIGRETTE بیشترین مقاومت و رقم جلگه بیشترین حساسیت را داشتند و رقم پارس با حساسیت کمتری در رده بعدی قرار گرفت. همچنین ارقام BTS233 و KARTA حساسیت نسبی بیشتری را نسبت به بقیه ارقام مورد بررسی نشان دادند.

بوته‌های باقی‌مانده در هر گلدان به سه عدد رسید. پس از کاشت بذور و رسیدن گیاهان به سن هشت هفتگی در مورد هر گلدان پنج عدد دانه ذرت آغشته به قارچ در عمق ۳ سانتی‌متری در نزدیکی ریشه قرار داده شدند. طرح آزمایشی از نوع کاملاً تصادفی با ۲۰ تیمار شامل ۱۸ نمونه رقم تجارتي و یک شاهد بدون قارچ و یک شاهد از رقم حساس جلگه و ۲۰ گلدان به عنوان تکرار استفاده شد. شش هفته پس از کشت، ارزیابی بیماری ناشی از فعالیت *R. solani* به صورت نمره‌دهی به بوته‌های داخل گلدان انجام شد. برای این ارزیابی از روش مقیاس ۱ تا ۹ باتنر و همکاران (Buttner et al. 2004) استفاده گردید. در این روش در نمره ۱ گیاهان دارای ریشه‌های سالم (فاقد لکه یا زخم روی ریشه)، در نمره ۲ حدود یک درصد سطح ریشه دارای زخم ناشی از ریزوکتونیا، در نمره ۳ بین ۱ تا ۵ درصد سطح ریشه دارای زخم ناشی از ریزوکتونیا، در نمره ۴ بین ۵ تا ۱۰ درصد سطح ریشه دارای زخم و شانکر ناشی از ریزوکتونیا، در نمره ۵ بین ۱۰ تا ۲۵ درصد سطح ریشه دارای زخم و شانکر ناشی از ریزوکتونیا، در نمره ۶ بین ۲۵ تا ۵۰ درصد سطح ریشه دارای زخم و شانکر ناشی از ریزوکتونیا، در نمره ۷ بین ۵۰ تا ۷۵ درصد سطح ریشه دارای زخم و شانکر ناشی از ریزوکتونیا، در نمره ۸ بیش از ۷۵ درصد سطح ریشه دارای زخم و شانکر ناشی از ریزوکتونیا می‌باشند؛ در نمره ۹ گیاهان از بین رفته و ریشه کاملاً پوسیده می‌باشد.

شاخص بیماری به صورت زیر تعیین گردید.

$$\text{شاخص بیماری} = \frac{\text{مجموع (تعداد گیاهان در یک سطح} \times \text{سطح بیماری)}}{\text{مجموع گیاهان در کرت مورد ارزیابی}}$$

آزمایش در شرایط مزرعه

در سال ۱۳۹۸ مزرعه‌ای در روستای مبارک‌آباد بیستون با سابقه طولانی کشت چغندر قند و آلودگی نسبت به بیماری پوسیدگی ریشه انتخاب شد و در تاریخ دوم فروردین ماه ۱۳۹۸ اقدام به کاشت بذور گردید و هر رقم در سه تکرار به طول ۵۰

به هر دو جدایه AG 2-2 و AG 4 داشتند، اما در آزمایش مزرعه-ای علائم حساسیت نسبت به بیماری پوسیدگی را نشان دادند. با توجه به اینکه در مزرعه قارچ‌های متعددی عامل پوسیدگی ریشه چغندر قند هستند، امکان دارد که عامل پوسیدگی ریشه در مزرعه قارچ‌هایی غیر از *R. solani* باشند. کما اینکه در بعضی موارد از ریشه‌های پوسیده در مزرعه قارچ *Pythium aphanidermatum* جدا شد. در مورد *R. solani* AG 4 اغلب گیاهچه‌ها مورد حمله قارچ قرار می‌گیرند و همچنین خسارت این سویه از قارچ در مورد گیاهان کامل چغندر قند نیز در غالب اوقات به صورت پوسیدگی در قسمت طوقه است (Porrahim *et al.* 2016). در مورد کشت چغندر قند به طور استاندارد یک صد هزار بوته در هکتار مورد نیاز است ولی کشاورزان به طور معمول از دو واحد (Unit) بذر که هر یک حدود همین تعداد بذر است استفاده می‌کنند و در نتیجه خطر آفات و بیماری‌های اول فصل تا حدودی جبران می‌شود. در مورد پوسیدگی طوقه که معمولاً توسط *R. solani* AG 4 ایجاد می‌شود انجام تیمار شیمیایی توسط سم آزوکسی استروبین (Azoxystrobin) توصیه شده است (Uchino *et al.* 1997). اما در بوته‌های کامل چغندر قند که غالباً توسط *A. solani* AG 2-2 ایجاد می‌شود مرگ بوته‌ها معمولاً در مراحل پایانی رشد گیاه و در قسمت‌های مختلف ریشه بخصوص قسمت‌های انتهایی ریشه ایجاد می‌شود. در نتیجه استفاده از ارقام مقاوم و یا ترکیبی از رقم مقاوم و کنترل شیمیایی یا بیولوژیکی مورد نیاز است. در آزمایشی که توسط مخلوط قارچ‌کش‌های آزوکسی استروبین + دینوکونازول و قارچ‌کش آزوکسی استروبین در شرایط آلودگی طبیعی و مصنوعی انجام شد، هر دو تیمار قارچ‌کش دارای اثر مشابهی بودند و کاهش سطح بیماری تا ۷۸ درصد مشاهده گردید. بر اساس نتایج این تحقیق تنها ترکیبی از کاربرد قارچ‌کش و رقم مقاوم می‌تواند از خسارت شدید بیماری جلوگیری کند (Bartholomaeus *et al.* 2017). استفاده از روش‌های متداول شیمیایی برای کنترل بیماری‌های خاکزاد به خودی خود کار مشکلی است، اما در عین حال در مورد

ارقام اکباتان و مطهر که از ارقام داخلی مقاوم به ریزوکتونیا محسوب می‌شوند، در مراتب بعدی از نظر حساسیت قرار گرفتند. اگرچه اختلاف آنها با ارقامی که بیشترین مقاومت نسبت به *R. solani* AG 4 را نشان دادند، معنی‌دار نبود (جدول ۲). ارقام KARTA و BTS233 اگرچه در مقابل گروه آناتوزی AG 2-2 مقاومت نشان دادند، اما در مقابل AG 4 حساس بودند.

نتایج آزمایش‌های مزرعه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس در این قسمت بین تیمارهای مختلف نسبت به بیماری پوسیدگی ریشه اختلاف معنی‌دار وجود داشت. همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها ارقام در گروه‌های مختلفی دسته‌بندی شدند (جدول ۲). بر اساس این آزمایش ارقام TOURELLE و NOVELLA بیشترین مقاومت را نسبت به بیماری پوسیدگی ریشه نشان دادند، اما در عین حال با ارقام CADET، NOVODORO، AIGRETTE، MODEX، IRIS، KARTA، IVANO، مطهر، EFESOS و اکباتان در یک گروه قرار گرفتند. در مجموع ارقام CADET، FESOS، MODEX، TOURELLE، NOVELLA، IVANO، NOVODORO، AIGRETTE و اکباتان در هر سه آزمایش گلخانه‌ای و مزرعه‌ای نتایج مطلوبی را کسب کردند و اختلاف آنها با سایر ارقام معنی‌دار بود.

بحث

نتایج این تحقیق در مورد هر دو گروه آناتوموزی در گلخانه و همچنین آزمایش مزرعه‌ای نشان داد که بین ارقام مختلف از نظر مقاومت به بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه چغندر قند در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. ارقام شامل PANTERA، LORQUET، ROSAMINA و TABAL در هر دو آزمایش گلخانه‌ای مقاومت مطلوبی نسبت

منجر به یافتن ارقامی با مقاومت کامل نسبت به بیماری نشده است (Ebrahimi Koulaee et al. 2010; Fattahi et al. 2011). به این ترتیب ترکیبی از روش‌های استفاده از ارقام مقاوم، کنترل شیمیایی و کنترل بیولوژیکی در مدیریت پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه چغندر قند می‌تواند مؤثر باشد. به صورت کلی واکنش کلی ارقام به هر دو گروه آناستوموزی مشابه بود و ارقام اکباتان، IVANO، NOVODORO، AIGRETTE، IRIS، EFESOS، MODEX، TOURELLE، NOVELLA و CADET کمترین آلودگی را در شرایط مختلف آزمایش داشتند و در شرایط آلودگی مزارع به قارچ‌های عامل پوسیدگی ریزوکتونیایی قابل توصیه هستند.

ریشه‌های چغندر قند آلوده به قارچ *A. solani* AG 2-2 با توجه به وقوع آلودگی در عمق خاک کار پیچیده‌تری است (Hecker and Ruppel 1977). آزمایش‌های انجام‌شده با استفاده از ماده بیولوژیکی رویین ۱ حاوی باکتری *Bacillus subtilis* روی چغندر قند نشان داد که اگرچه تیمار بذر توسط این ماده تأثیری در کنترل بیماری ریزوکتونیایی با عامل *A. solani* AG 2-2 نداشت، اما انجام محلول پاشی ۴۵ و ۹۰ روز بعد از کاشت توانست در کاهش شدت بیماری و افزایش محصول به صورت معنی‌دار مؤثر باشد، با این حال همچنان درصدی از بیماری روی ریشه‌های تیمار شده وجود داشت (Sheikholeslami et al. 2021). همچنین ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف نیز هیچ‌گاه

جدول ۲ مقایسه میانگین به روش دانکن در مورد واکنش ارقام مختلف چغندر قند در مقابل گروه‌های آناستوموزی *Rhizoctonia solani* در سطح احتمال پنج درصد در شرایط گلخانه و مزرعه

ژنوتیپ	AG 2-2	AG 4	میانگین شدت بیماری	در شرایط مزرعه
جلگه	۳/۰±۳۷۴۰/۶۱ ^a	۳/۷۵±۰/۸ ^a		۴/۱±۸۸/۲ ^a
پارس	۲/۰±۵۳۳۰/۴ ^b	۲/۰±۶۰/۷ ^{ab}		۴/۰±۲۷۹ ^{ab}
مطهر	۱/۰±۸۴۷۰/۳۹ ^c	۱/۰±۸۰/۳۷ ^{bcd}		۲/۳۱±۰/۳۵ ^{cdefg}
اکباتان	۱/۶۹۰±۰/۲۳ ^{dc}	۱/۰±۹۰/۱ ^{bcd}		۲/۰±۵۲/۴۳ ^{cdefg}
IRIS	۱/۰±۶۸۲۵/۱۵ ^{dc}	±۰.۵/۱ - /۰.۵ ^d		۱/۷۲±۰/۳۹ ^{efg}
AIGRETTE	۱/۰±۵۵۴۸/۱۴ ^{dc}	۱/۰.۷۸۶±۰/۰.۳ ^d		۱/۶۶±۰/۳ ^{efg}
TABAL	۱/۰±۵۴۹۰/۰.۸ ^{dc}	۱/۰.۰±۰.۰ ^d		۳/۰.۰±۰/۵۵ ^{efg}
NOVODORO	۱/۰±۳۶۶۰/۰.۷ ^{dc}	۱/۱۱۶۵±۰/۱ ^{cd}		۱/۵۷±۰/۲۵ ^{fg}
IVANO	۱/۳۶۵۰±۰/۰.۹ ^{dc}	۱/۱۵±۰/۱ ^{cd}		۱/۹۲±۰/۴۳ ^{cdefg}
NOVELLA	۱/۳۳۲۰±۰/۰.۸ ^{dc}	۱/۴۰±۰/۳ ^{bcd}		۱/۰±۴۸/۲۹ ^g
TOURELLE	۱/۱۶۶۰±۰/۰.۵ ^{dc}	۱/۰±۸۰/۵۵ ^{bcd}		۱/۴۴±۰/۲۳ ^g
BTS233	۱/۱۶۶۰±۰/۰.۷ ^{dc}	۲/۰±۶۰/۷ ^{ab}		۳/۰.۹±۰/۷۶ ^c
PANTERA	۱/۱۶۵۵±۰/۰.۷ ^{dc}	۱/۰.۰±۰.۰ ^d		۲/۷۵±۰/۵۴ ^{cde}
MODEX	۱/۱۴۸۵±۰/۰.۵ ^{dc}	۱/۰±۵۸۳۰/۳۷ ^{bcd}		۱/۵۸±۰/۳۷ ^{fg}
LORIQUET	۱/۱۳۲۰±۰/۰.۳ ^d	۱/۵۵±۰/۳ ^{bcd}		۲/۶۵±۰/۵۲ ^{cdef}
EFESOS	۱/۱۲۲۱±۰/۰.۴ ^d	۱/۰.۳۴۷±۰/۰.۲ ^d		۲/۴۹±۰/۵۱ ^{cdefg}
CADET	۱/۰.۸۲۵±۰/۰.۳ ^d	۱/۲۵±۰/۲۵ ^{bcd}		۱/۵۵±۰/۲۳ ^{fg}
KARTA	۱/۰.۶۶۰±۰/۰.۳ ^d	۲/۵۰±۰/۶۹ ^{abc}		۱/۷۲±۰/۳۵ ^{efg}
ROSAMINA	۱/۰.۶۶۰±۰/۰.۳ ^d	۱/۴۰±۰/۲۲ ^{bcd}		۳/۰±۴۲/۸۳ ^{bc}

میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار آماری ندارند.

References:

Afzali H. Distribution of Phytophthora root rot of sugar beet caused by agricultural running waters in Marvdasht water basin (MSc thesis). College of Agriculture. University of Shiraz, Shiraz, Iran. 149p. 1998. (in Persian, abstract in English)

منابع مورد استفاده:

- Afzali H. A new record of a species of *Pythium* as a causal agent of sugar beet root rot in Iran. Proceedings of 14th Iranian plant protection congress; 2000 Sep 5-8; Isfahan, Iran; 2000. P. 254. (in Persian, abstract in English)
- Anonymous (1). National list of plant cultivars of Iran. Office of business regulations and standards. Deputy of commercial development and agricultural industries. Ministry of agriculture. 2018; Report No. 97/502/4526. (in Persian)
- Anonymous (2). Sugar beet cultivars. Seed and Plant Certification and Registration Institute. 2020; <http://www.spcri.ir> › page-Main › form › pId477. (in Persian)
- Bartholomäus A, Mittler S, Märlander B, Varrelmann M. Control of *Rhizoctonia solani* in sugar beet and effect of fungicide application and plant cultivar on inoculum potential in the soil. *Plant Disease*. 2017; 101: 941-947. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-09-16-1221-RE>
- Büttner G, Pfahler B, Marlande B. Greenhouse and field techniques for testing sugar beet for resistance to *Rhizoctonia* root and crown rot. *Plant Breeding*. 2004; 123: 158-166.
- Ebrahimi Koulaee H, Mahmoudi SB, Hasani M. Evaluation of the resistance of sugar beet breeding lines to *Rhizoctonia* root and crown rot. *Journal of Sugar Beet* 2010; 26(1): 31-42. (in Persian, abstract in English)
- Ershad D. Fungi of Iran. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iran. 2009; 531pp. (in Persian)
- Fattahi Sh, Zafari D, Mahmoudi SB. Evaluation of superior sugar beet genotypes for resistance to important root rot pathogens in the greenhouse. *Journal of Sugar Beet* 2003; 27(1): 25-38. (in Persian, abstract in English)
- Cornelissen BJC, Does MP, Melchers LS. Strategies for molecular resistance breeding (transgenic plants). 1996; In: *Rhizoctonia species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology, Pathology and Disease Control*, eds. Sneha B, Jabaji-Hare S, Neate S, Dijst G. pp. 529-536. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Gaskill JO, Mumford DL, Ruppel EG. Preliminary report on breeding for combined resistance to leaf spot, curly top and *Rhizoctonia*. *Journal of American Society Sugar Beet Technology*. 1970; 16: 207-213.
- Harveson RM, Rush CM. Evaluation of fumigation and *Rhizomania* tolerant cultivars for control of a root disease complex of sugar beets. *Plant Disease*. 1994; 78: 1197-1202.
- Harveson RM, Nielsen KA, Eskridge KM. Utilizing a preplant soil test for predicting and estimating root rot severity in sugar beet in the central high plains of the United States. *Journal of American Phytopathology Society*. 2014; 98: 1248-1252.
- Hecker RJ, Ruppel EG. *Rhizoctonia* root rot resistance in sugar beet: breeding and related research. *Journal of American Society Sugar Beet Technology*. 1977; 19: 246-256.
- Jacobsen B, Kephart K, Zidack N, Johnston M, Ansley J. Effect of fungicide and fungicide application timing on reducing yield loss to *Rhizoctonia* crown and root rot. Department of Plant Sciences and Plant Pathology. Montana State University, Bozeman, MT. USA; Sugar Beet Research and Extension Reports. 2005; 35: 224-226.

- Lewellen RT. Registration of CN12 and CN72 sugar beet germplasm populations with resistance to cyst nematode. *Crop Science*. 2006. 46: 1144-45.
- Liu Y, Khan MFR. Utility of fungicides for controlling *Rhizoctonia solani* on sugar beet. *Journal of Crop Protection*. 2016; 5(1): 33-38. doi: 10.18869/modares.jcp.5.1.33.
- Mahmoudi SB, Afzali H, Banihashemi M. Sugar beet root rot caused by *Phytophthora megasperma* in Khuzestan province. Proceedings of 15th Iranian plant protection congress; 2002 Sep 7-11; Kermanshah, Iran; 2002. P. 59. (in Persian, abstract in English)
- Mahmoudi SB, Mesbah M, Alizadeh A, Ebrahimi-koulaii H. Comparison of different methods for evaluation of resistance to *Rhizoctonia* root and crown rot in selected genotypes of sugar beet. *Journal of Sugar Beet*. 2003; 19(1): 23-35. (in Persian, abstract in English)
- Mahmoudi SB, Mesbah M, Alizadeh A. Pathogenic variability of sugar beet isolates of *Rhizoctonia solani*. *Iranian Journal of Plant Pathology*. 2004; (40)3-4: 253-280. (in Persian, abstract in English)
- Mahmoudi SB, Soltani J. Sugar beet root rot in Iran. Newsletter of training center for studying sugar industry in Iran. 2005; 178: 14-18.
- Mahmoudi SB, Ghashghaie S. Reaction of sugar beet S1 lines and cultivars to different isolates of *Macrophomia phaseolina* and *Rhizoctonia solani* AG-2-2-IIIB 2012; *Euphytica*. Springer. ISSN 0014-2336.
- Mahmoudi SB, Norouzi P, Khayamim S, Bazrafshan M, Mansouri H, Ahmadi M, Sadeghzadeh Hemayati S, Aghaezadeh M. Identification of proper maternal parent for producing sugar beet cultivars resistant to major soil borne diseases. *Journal of Sugar Beet*. 2020; 36(1): 1- 13. (in Persian, abstract in English)
- Panella LW, Ruppel EG, Hecker RJ. Registration of four multigermline sugar beet germplasms resistance to *Rhizoctonia* root rot FC716, FC717, FC718 and FC719. *Crop Science*. 1995; 35: 291-292.
- Panella LW, Ruppel EG. Registration of sugarbeet germplasms FC721 and FC721 CMS resistant to *Rhizoctonia* root rot and moderately resistant to beet curly top virus. *Crop Science*. 1997; 37: 1675-1676.
- Pourrahim R, Najafi H, Farzadfar Sh, Ardeh MJ, Sheikholeslami M, Fatemy S, Ghasemi A, Arbabi M. Sugar beet Handbook (Plant Protection). Ministry of Jihad-e-Agriculture, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iran, Registration No. 50954. 2016; 157pp. (in Persian)
- Rother B. Situation of *Rhizoctonia* in Europe. *International Institute for Sugar Beet Research Info* 1999; 4: 2-6.
- Sheikholeslami M, Younesi H, Safaei D. Determination of fungi involved in sugar beet root rot and their distribution in Kermanshah province. *Journal of Sugar Beet*. 2005; (21)1: 99-100. (in Persian, abstract in English)
- Sheikholeslami M, Naeimi Sh, Mahmoudi SB, Jalilian A. Evaluation of the Rouin1 biological fungicide in management of *Rhizoctonia* root rot of sugar beet. *Iranian Journal of Plant Protection Science*. 2021; (55)2: 87-95.
- Sneh B, Burpee L, Ogoshi A. Identification of *Rhizoctonia* species. APS Press, St Paul, Minnesota, USA. 1991; 133 pp.

- Soltani Nezhad S, Mahmoudi SB, Farokhi Nezhad RF. Characterization of sugar beet *Rhizoctonia* isolates in Iran. *Journal of Sugar Beet*. 2007; 23(2): 135-150. (in Persian, abstract in English)
- Uchino H, Watanabe H, Kanzawa K. Controlling root diseases of sugar beet by applying Azoxystrobin. *Proceedings of Japanese Society of Sugar Beet Technologists*. 1997; 39: 73-79.
- Whitney ED, Duffus JE. *Compendium of Beet Diseases and Insects*. 1989; APS Press, USA.
- Windels CE, Nabben DJ. Characterization and pathogenicity of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* isolated from *Beta vulgaris*. *Phytopathology*. 1989; 79: 83-88.