چغندرقند/ جلد ۳۷/ شماره ۱/ ۱۴۰۰

ارزیابی مقاومت ارقام تجارتی چغندرقند 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 تجارتی چغندرقند به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه در شرایط گلخانه و مزرعه. **چغندرقند، ۳۷(۱): ۱- ۱۰.**

چکیده

بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه چغندرقند 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، AIGRETTE، NOVODORO، IVANO، NOVELLA، TOURELLE، MODEX، EFESOS و CADET کمترین آلودگی را در شرایط مختلف آزمایش داشتند.

واژه‌های کلیدی: پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه، چغندرقند، 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: m1sheikh@yahoo.com

۲ – دانشیار بخش تحقیقات چغندرقند 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 چغندرقند از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد این گیاه می‌باشند. در دنیا بیش از ۲۰ گونه قارچ به‌عنوان عوامل مولد پوسیدگی ریشه چغندرقند 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.، *Phoma betae* Frank، *Phytophthora drechsleri* Tucker، *P. nicotianae* Breda de Haan، *P. cryptogea* Pethybr. & Laff، *P. megasperma* Drechsler، *Pythium deliense* Meurs، *P. aphanidermatum* (Edson) Fitzp.، *P. ultimum* Trow var *ultimum*، *Rhizoctonia solani* Kühn، *Rhizopus arrhizus* Fischer و *R. stolonifer* (Ehr. ex Fr.) Lind (Afzali 1998; Afzali and Banihashemi 2000; Mahmoudi *et al*. 2002; Sheikholeslami *et al*. 2005; Ershad 2009). با این وجود سه نوع پوسیدگی‌ریشه ریزوکتونیایی (Rhizoctonia)، فیتوفتورایی (Phytophtora) 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 انبارشده از بیماری‌های ریزوکتونیایی چغندرقند 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 چغندرقند 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 جلـــــــوگیری از گسترش بیـماری در اروپا وجود دارد (Rother 1999).

گروه‌های آناستوموزی (Anastomosis) مختلفی از روی ریشه‌های پوسیده چغندرقند گزارش شده‌اند. ویندل و نابن (Windels and Nabben 1989) طی بررسی‌های خود گروه‌های آناستوموزی AG 3، AG 4، AG 2-2، AG 2-1، AG 1 و AG 5 را از چغندرقند گزارش داددند؛ اما بر اساس گزارش‌های مختلف بیماری‌زایی گروه‌های آناستوموزی AG 4 و AG 2-2 بر روی چغندرقند 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). در مورد گروه آناستوموزی AG 2-2 علائم پوسیدگی روی ریشه به‌صورت تغییر رنگ قهوه‌ای در سطح ریشه که بر روی آن آثار ترک‌خوردگی 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 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 می گیرند. 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 نمونه‌برداری وسیع از مزارع چغندرقند، مشخص شد که بیماری‌زایی گروه‌های آناستوموزی AG 2-2 بیشتر از AG 4 است و از گستردگی بیشتری نیز برخوردار است (Mahmoudi *et al.* 2004; Soltaninejad *et al.* 2008).

به‌طورکلی کنترل بیماری‌های پوسیدگی ریشه و طوقه چغندرقند پس از وقوع بسیار دشوار است. پیچیدگی محیط خاک و عدم‌کارایی 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 چغندرقند توصیه شده است (Harveson and Rush 1994). همچنین در ژاپن با استفاده از قارچ‌کش آزوکسی‌استروبین (Azoxystrobin) بیماری مرگ گیاهچه و پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه چغندرقند 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 *R. solani* AG 2-2-IIIB بر روی چغندرقند در شرایط گلخانه‌ای استفاده گردید، به‌صورت منفرد و یا ترکیبی کنترل مؤثری را در پوسیدگی ریشه چغندرقند 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 نشان داد که مقاومت در چغندرقند نسبت به ریزوکتونیا پلی‌ژنیک 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 چغندرقند نسبتاً بالا و حدود ۶۵ درصد است (Hecker and Ruppel 1975). به دلیل مشکلات مختلف کنترل بیماری‌های ریزوکتونیایی در چغندرقند متخصصین اصلاح نباتات، مقاومت ژنتیکی را مؤثرترین روش کنترل این بیماری‌ها می‌دانند (Gaskill *et al.* 1970). در ایالات‌متحده امریکا اگرچه بالغ بر ۱۷ ژرم‌پلاسم مقاوم به *R. solani* تولید شده است، ولی به دلیل پیدایش سویه‌های جدید بیمارگر معمولاً مقاومت از بین می‌رود و باید ژرم‌پلاسم 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 چغندرقند بهینه‌سازی (Mahmoudi *et al.* 2003) و لاین‌های مقاوم به این بیمارگر تهیه (Ebrahimi Koulaee *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 چغندرقند 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 به‌منظور معرفی ارقام مناسب در غرب کشور برنامه‌ریزی و انجام شد.

مواد و روش‌ها

ارقام مورد استفاده در تحقیق

در این تحقیق از ۱۸ رقم ایرانی و خارجی چغندرقند که غالباً دارای مقاومت به بیماری پوسیدگی ریشه ناشی از *R. solani* هستند در مقایسه با رقم حساس جلگه به‌عنوان شاهد استفاده شد. اسامی ارقام، شرکت تولیدکننده و ویژگی مقاومت آنها در جدول ۱ آمده است.

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

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

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 چغندرقند 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 موردنظر، 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 گلخانه ای

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 چغندرقند در آنها کاشته شدند. بذور ۱۸ رقم چغندر به همراه بذر شاهد جلگه از موسسه تحقیقات چغندرقند دریافت شدند. ابتدا در هر گلدان ۱۰ عدد بذر کاشته شد و تا زمان مایه‌زنی تعداد 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 تجارتی و یک شاهد بدون قارچ و یک شاهد از رقم حساس جلگه و ۲۰ گلدان به‌عنوان ۲۰ 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 به‌صورت زیر تعیین گردید.

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

آزمایش در شرایط مزرعه

در سال ۱۳۹۸ مزرعه‌ای در روستای مبارک‌آباد بیستون با سابقه طولانی کشت چغندرقند 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 متر کاشته شد. عملیات داشت مزرعه به‌طور معمول و توسط کشاورز انجام گردید. در اول آبان ۱۳۹۸ عملیات برداشت انجام و در مورد هر تیمـار در هر ردیف به‌عنوان تکرار، ۲۰ بوته به‌صورت تصادفی بر اساس روش باتنر و همکاران نمره‌دهی‌شد (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 به‌صورت ایجاد پوسیدگی روی ریشه در هر دو مورد گروه‌های آناستوموزی مشاهده گردید.

بر اساس نتایج آزمایش‌های گلخانه‌ای اختلاف ارقام چغندرقند 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، KARTA، CADET، EFESOS، LORIQUETTE، MODEX، PANTERA، BTS233، TOURELLE، NOVELLA، IVANO، NOVODORO، TABAL، 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 چغندرقند در واکنش به قارچ *R. solani* 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. 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 ارقـامی که بیشترین مقاومت نسبت به *R. solani* AG 4 را نشان دادند، معنی‌دار نبود (جدول ۲). ارقام KARTA و BTS233 اگرچه در مقابل گروه آناستوزی 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، MODEX، AIGRETTE، IRIS، KARTA، IVANO، مطهر، EFESOS و اکباتان در یک گروه قرار گرفتند.

در مجموع ارقام CADET، FESOS، MODEX، TOURELLE، NOVELLA، IVANO، NOVODORO، AIGRETTE، IRIS 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 آناستوموزی در گلخانه و همچنین آزمایش مزرعه‌ای نشان داد که بین ارقام مختلف از نظر مقاومت به بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه چغندرقند در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. ارقام شامل ROSAMINA، LORIQUET، PANTERA و TABAL در هر دو آزمایش گلخانه‌ای مقاومت مطلوبی نسبت 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 چغندرقند 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 چغندرقند نیز در غالب اوقات به‌صورت پوسیدگی در قسمت طوقه است (Porrahim *et al.* 2016). در مورد کشت چغندرقند به‌طور استاندارد یک‌صد هزار بوته در هکتار مورد نیاز است ولی کشاورزان به‌طور 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 جبـران می‌شـود. در مورد پوسیـدگی طوقه که معمـولاً 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 چغندرقند 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 آزوکسی‌استروبین + دیفنوکونازول و قارچ‌کش آزوکسی‌استروبین 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 (Bartholomaus *et al.* 2017). استفاده از روش‌های متداول شیمیایی برای کنترل بیماری‌های خاکزاد به‌خودی‌خود کار مشکلی است، اما در عین حال در مورد

ریشه‌های چغندرقند 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 چغندرقند 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 به‌صورت معنی‌دار مؤثر باشد، با این حال همچنان درصدی از بیماری روی ریشه-های تیمار شده وجود داشت(Sheikholeslami *et al.* 2021). همچنین ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف نیز هیچ‌گاه 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 چغندرقند می‌تواند مؤثر باشد. به‌صورت کلی واکنش کلی ارقام به هر دو گروه آناستوموزی مشابه بود و ارقام اکباتان، IRIS، AIGRETTE، NOVODORO، IVANO، NOVELLA، TOURELLE، MODEX، EFESOS و CADET کمترین آلودگی را در شرایط مختلف آزمایش داشتند و در شرایط آلودگی مزارع به قارچ‌های عامل پوسیدگی ریزوکتونیایی قابل توصیه هستند.

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

ژنوتیپ	میانگین شدت بیماری		
	AG 2-2	AG 4	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±۲/۷۹^{ab}
مطهر	۱/۰±۸۴۷۰/۳۹^{c}	۱/۰±۸۰/۳۷^{bcd}	۲/۳۱ ±۰/۳۵^{cdefg}
اکباتان	۱/۶۹۰۰±۰/۲۲^{dc}	۱/۰±۹۰/۱^{bcd}	۲/۰±۵۲/۴۲^{cdefg}
IRIS	۱/۰±۶۸۲۵/۱۵^{dc}	±۰۵/۱ ۰/۰۵^{d}	۱/۷۲ ±۰/۲۹^{efg}
AIGRETTE	۱/۰±۵۵۴۸/۱۴^{dc}	۱/۰۷۸۶ ±۰/۰۳^{d}	۱/۶۶ ±۰/۳^{efg}
TABAL	۱/۰±۵۴۹۰/۰۸^{dc}	۱/۰۰ ±۰^{d}	۳/۰۰±۰/۵۵^{efg}
NOVODORO	۱/۰±۳۶۶۰/۰۷ ^{dc}	۱/۱۱۶۵ ±۰/۱^{cd}	۱/۵۷ ±۰/۲۵^{fg}
IVANO	۱/۳۶۵۰ ±۰/۰۹^{dc}	۱/۱۵ ±۰/۱^{cd}	۱/۹۲ ±۰/۴۴^{defg}
NOVELLA	۱/۳۳۲۰±۰/۰۸ ^{dc}	۱/۴۰ ±۰/۴^{bcd}	۱/۰±۴۸/۲۹^{g}
TOURELLE	۱/۱۶۶۰ ±۰/۰۵^{dc}	۱/۰±۸۰/۵۵^{bcd}	۱/۴۴ ۰±/۲۴^{g}
BTS233	۱/۱۶۶۰ ±۰/۰۷^{dc}	۲/۰±۶۰/۷^{ab}	۳/۰۹±۰/۷۶^{c}
PANTERA	۱/۱۶۵۵ ±۰/۰۷^{dc}	۱/۰۰ ±۰^{d}	۲/۷۵±۰/۵۴^{cde}
MODEX	۱/۱۴۸۵ ±۰/۰۵^{dc}	۱/۰±۵۸۳۰/۳۷^{bcd}	۱/۵۸±۰/۲۷^{fg}
LORIQUET	۱/۱۳۲۰ ±۰/۰۳^{d}	۱/۵۵ ±۰/۴^{bcd}	۲/۶۵±۰/۵۴^{cdef}
EFESOS	۱/۱۲۲۱ ±۰/۰۴^{d}	۱/۰۳۴۷ ±۰/۰۲^{d}	۲/۴۹±۰/۵۱^{cdefg}
CADET	۱/۰۸۲۵ ±۰/۰۳^{d}	۱/۲۵ ±۰/۲۵^{bcd}	۱/۵۵ ±۰/۲۴^{fg}
KARTA	۱/۰۶۶۰ ±۰/۰۳^{d}	۲/۵۰±۰/۶۹^{abc}	۱/۷۲ ±۰/۳۵^{efg}
ROSAMINA	۱/۰۶۶۰ ±۰/۰۳^{d}	۱/۴۰ ±۰/۲۲^{bcd}	۳/۰±۴۲/۸۳^{bc}

میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار آماری ندارند.

منابع مورد استفاده:

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)

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, Märländer 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. Sneh 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 Socity 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 Socity 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.

Panella LW, Ruppel EG, Hecker RJ. Registration of four multigerm 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; 46(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.