

تأثیر بیماری ویروسی ریزومانیا (*Beet necrotic yellow vein virus*) بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی

چغندر قند

سعید دارابی^۱، محسن بذرافشان^۱، بابک بابایی^۲ و سید باقر محمودی^۲

۱- به ترتیب مربی پژوهش و استادیار بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

۲- به ترتیب مربی پژوهش و دانشیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

* مسئول مکاتبه saeed.darabi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۲ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱/۳۰

چکیده

بیماری ریزومانیا در حال حاضر یکی از مهم‌ترین بیماری‌های چغندر قند در دنیا است. عامل این بیماری ویروس رگبرگ زرد نکروتیک چغندر قند (*Beet necrotic yellow vein virus*) است. این بیماری انتشار جهانی دارد. در مطالعه‌ی حاضر تأثیر بیماری ریزومانیا بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی ارقام چغندر قند شامل عملکرد ریشه، درصد قند، عملکرد شکر، ضریب استحصال شکر و میزان ناخالصی‌های غیرقندی (سدیم، پتاسیم و نیتروژن آمینه) بررسی شد. بدین منظور تعداد ۱۲ رقم چغندر قند تک جوانه شامل شش رقم تجاری مقاوم به ریزومانیا، سه رقم متحمل و سه رقم حساس به بیماری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار تحت دو شرایط مزرعه‌ی عاری از ریزومانیا و مزرعه‌ی دارای آلودگی طبیعی به بیماری کشت شدند. این آزمایش به مدت دو سال در ایستگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان فارس (زرقان) انجام شد. نتایج نشان داد بیماری ریزومانیا با تأثیر منفی بر عملکرد ریشه و درصد قند باعث کاهش عملکرد شکر می‌شود. میانگین مقدار کاهش عملکرد شکر در اثر بیماری برای ارقام مقاوم تجاری، ارقام متحمل و ارقام حساس به ترتیب ۲۵، ۵۴ و ۹۰٪ بود. در شرایط آلوده به ریزومانیا میزان سدیم در تمامی ارقام به‌طور میانگین ۱۶۵٪ افزایش یافت ولی میزان نیتروژن آمینه به‌طور میانگین ۴۳٪ کاهش نشان داد. تشکیل نشانه‌های بیماری بر روی ارقام مقاوم تجاری و نیز کاهش عملکرد آن‌ها در شرایط آلوده به ریزومانیا نشان داد ژن Rz1 قادر به القاء مقاومت کامل در برابر بیماری نیست.

واژه‌های کلیدی: آزمایش‌های مزرعه‌ای، تحمل، رقم، مقاومت ژنتیکی، ویروس رگبرگ زرد نکروتیک چغندر قند.

مقدمه

شبه‌قارچ *Polymyxa betae* Keskin انتقال می‌یابد و در حال حاضر در جنس بنی ویروس^۲ قرار دارد (ریچاردز و تامادا ۱۹۹۲، راش ۲۰۰۳). این بیماری انتشار جهانی دارد (راش و همکاران ۲۰۰۶) و در ایران نیز اولین بار در سال ۱۳۷۵ از استان فارس گزارش شد (ایزدپناه و همکاران ۱۹۹۶). سپس به سرعت منتشر شده و وجود آن در تمامی نواحی چغندرکاری کشور به استثنای استان خوزستان به

بیماری ریزومانیا^۱ در حال حاضر یکی از مهم‌ترین بیماری‌های چغندر قند در دنیا است (مگگران و همکاران ۲۰۰۹، پاولی و همکاران ۲۰۱۱) عامل این بیماری ویروس رگبرگ زرد نکروتیک چغندر قند (*Beet necrotic yellow vein virus*) می‌باشد (تامادا و بابا ۱۹۷۳، تامادا ۱۹۷۵). این ویروس در طبیعت توسط

²Benyvirus

¹Rhizomania

مطالعات انجام شده در سایر کشورها اشاره می‌شود. هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر بیماری ریزومانیا بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند می‌باشد. در این مطالعه با مقایسه‌ی عملکرد ارقام چغندر قند مقاوم، متحمل و حساس به ریزومانیا در شرایط آلودگی طبیعی به بیماری با شرایط عاری از آن، سعی شده است برآوردی از میزان خسارت بیماری به دست آید.

مواد و روش‌ها

ارقام مورد ارزیابی

در این مطالعه عملکرد کمی و کیفی تعداد ۱۲ رقم چغندر قند که از نظر میزان مقاومت یا تحمل به بیماری متفاوت بودند، در مزرعه‌ی عاری از ریزومانیا و مزرعه‌ی دارای آلودگی طبیعی به بیماری ارزیابی و مقایسه شد. اسامی و ویژگی‌های ارقام مورد بررسی در جدول یک نشان داده شده است. ارقام مقاوم و متحمل مورد بررسی دارای ژن مقاوم به ریزومانیا (ژن RZ1) هستند. ارقام حساس ژن RZ1 را نداشته و دارای ژنوتیپ rz1rz1 می‌باشند. بذر ارقام مورد بررسی از موسسه‌ی تحقیقات اصلاح و تهیه‌ی بذر چغندر قند تهیه شد.

نحوه‌ی اجرای آزمایش و عملیات زراعی

این مطالعه به مدت دو سال در ایستگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس (زرقان) انجام شد. انتخاب مزارع عاری از بیماری ریزومانیا و آلوده به آن بر اساس سابقه بیماری در سال‌های قبل، نتایج آزمون الیزا (کلارک و آدامز ۱۹۷۷) و همچنین رعایت تناوب زراعی و آیش استوار بود. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تاریخ کاشت آزمایش در دو سال در پانزدهم اردیبهشت ماه بود. قبل از کاشت، عملیات زراعی برای مزارع آزمایشی به‌طور یکنواخت انجام شد. سپس هر رقم در کرتی به طول هشت متر در سه ردیف کشت شد. فاصله ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها پس از تنک حدود ۱۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. مصرف کود بر اساس نتایج آزمون

اثبات رسید (دارابی و همکاران ۱۳۸۲، فرزادفر و همکاران ۲۰۰۷، مهرور و همکاران ۲۰۰۹). با توجه به ماهیت بیماری که ناشی از دوام طولانی مدت عامل آن در خاک است، بسیاری از روش‌های زراعی (از جمله تاریخ کاشت، روش آبیاری و تناوب زراعی)، همچنین روش‌های شیمیایی و بیولوژیکی در مبارزه با آن تأثیر چندانی ندارند و لذا استفاده از ارقام مقاوم بهترین و تنها راه مبارزه موثر با بیماری محسوب می‌شود (بیانکاری و همکاران ۲۰۰۲، دبیاجی و همکاران ۲۰۱۱). به‌همین دلیل تاکنون تعداد زیادی ارقام چغندر قند مقاوم یا متحمل نسبت به این بیماری توسط شرکت‌های متعدد تولید کننده بذر، تهیه و معرفی شده‌اند. ارقام مقاوم یا متحمل به ریزومانیا در بسیاری از کشورها، از جمله ایران به طور وسیعی کشت می‌شوند. از ۳۰ سال گذشته تاکنون مقاومت به ریزومانیا در اکثر ارقام تجاری بر اساس ژن RZ1 استوار است (استیوناتو و همکاران ۲۰۱۵). این ژن ابتدا در منابع اصلاحی مربوط به شرکت قند هالی^۱ در آمریکا یافت شد (لولن و همکاران ۱۹۸۷). ارقام مقاوم به ریزومانیا با وجود داشتن ژن یادشده، به دلیل این‌که دارای زمینه‌ی ژنوتیپی متفاوتی هستند از نظر میزان تأثیرپذیری از بیماری و مقدار عملکرد با یکدیگر اختلاف دارند (پاولی و همکاران ۲۰۱۱). علاوه بر آن میزان خسارت بیماری به پاتوتیپ ویروس، میزان زادمایه^۲ بیماری، برهمکنش ویروس عامل بیماری با سایر بیمارگرها، زمان آلودگی و شرایط اقلیمی بستگی دارد (استیونز و اشرف ۲۰۰۵، راش و همکاران ۲۰۰۶، مگگران و همکاران ۲۰۰۹). در ایران تحقیقات جامعی در زمینه‌های مختلف بیماری از جمله تعیین پراکنش آن در کشور، شناسایی تیپ‌های ویروس عامل بیماری و تهیه‌ی ارقام متحمل به ریزومانیا انجام شده است (فتح‌اله طالقانی و همکاران ۱۳۸۹). با این‌وجود از میزان خسارت ریزومانیا (به‌ویژه در ارقام مقاوم تجاری وارداتی) اطلاعات چندانی در دسترس نیست و به‌همین دلیل در توضیح میزان خسارت این بیماری به نتایج

¹Holly

²Inoculum

مجموع سه ردیف با حذف نیم متر از حاشیه بالا و پائین هر کرت و به طول هفت متر (مساحت ۱۰/۵ متر مربع) انجام شد. تاریخ برداشت ارقام در دو سال مورد آزمایش دوازدهم و سیزدهم آبان ماه بود.

خاک و آبیاری مزارع به صورت نشتی و با استفاده از سیفون انجام گردید. مبارزه با آفات، علف‌های هرز و بیماری‌های موجود مانند سفیدک پودری به‌طور یکنواخت، با استفاده از سموم مناسب و بر اساس بازدیدهای به‌عمل آمده انجام گردید. برداشت هر رقم در هر کرت، به‌صورت

جدول ۱- اسامی و ویژگی‌های ارقام مورد بررسی.

نام رقم	سطح پلوئیدی	جوانه زنی	واکنش به ریزومانیا	شرکت تولیدکننده
Isella	تریپلوئید	تک جوانه	مقاوم	KWS آلمان
Brigitta	تریپلوئید	تک جوانه	مقاوم	KWS آلمان
Fiamma	تریپلوئید	تک جوانه	مقاوم	KWS آلمان
Dorothea	تریپلوئید	تک جوانه	مقاوم	Syngenta سوئد
Rhizofort	تریپلوئید	تک جوانه	مقاوم	SesVander Have بلژیک
Flores	دیپلوئید	تک جوانه	مقاوم	Maribo دانمارک
پارس	دیپلوئید	تک جوانه	متحمل	موسسه تحقیقات چغندر قند
ترت	دیپلوئید	تک جوانه	متحمل	موسسه تحقیقات چغندر قند
SBSI-004	دیپلوئید	تک جوانه	متحمل	موسسه تحقیقات چغندر قند
Hilma	دیپلوئید	تک جوانه	حساس	SesVander Have بلژیک
جلگه	دیپلوئید	تک جوانه	حساس	موسسه تحقیقات چغندر قند
رسول	تریپلوئید	تک جوانه	حساس	موسسه تحقیقات چغندر قند

شکر^۴ یا درصدشکر سفید قابل استحصال از ساکارز موجود در ریشه برحسب درصد ۵- میزان ناخالصی‌های غیرقندی ریشه شامل مقدار سدیم (Na)، پتاسیم (K) و نیتروژن آمینه (α -N) بر حسب میلی‌مول در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه چغندر قند بودند. به غیر از عملکرد ریشه، سایر ویژگی‌های مورد بررسی پس از تهیه‌ی خمیر از ریشه‌های هر رقم، در آزمایشگاه تکنولوژی قند موسسه‌ی تحقیقات اصلاح و تهیه‌ی بذر چغندر قند، به روش معمول و با استفاده از دستگاه بتالایزر (ساخت شرکت Dr. Wolfgang Kernchen آلمان) اندازه‌گیری شد.

داده‌ها به روش تجزیه‌ی واریانس و با نرم‌افزار SAS

اندازه‌گیری عملکرد کمی و کیفی ارقام مورد بررسی در دو سال مورد آزمایش، عملکرد کمی و کیفی هر رقم در مزرعه‌ی عاری از ریزومانیا و مزرعه‌ی آلوده به بیماری اندازه‌گیری و مقایسه شد. ویژگی‌های اندازه‌گیری شده شامل ۱- عملکرد ریشه^۱ یا وزن تر ریشه چغندر قند که پس از سرزنی و توزین ریشه‌های هر کرت و تعیین افت برحسب کیلوگرم در هکتار اندازه‌گیری شد ۲- درصد قند^۲ بر حسب گرم شکر در ۱۰۰ گرم چغندر قند ۳- عملکرد شکر^۳ شامل مقدار شکر تولید شده در واحد سطح در مزرعه برحسب کیلوگرم در هکتار ۴- ضریب استحصال

^۱Root yield, RY

^۲Sugar content, SC

^۳Sugar yield, SY

^۴Extraction coefficient of sugar, ECS

درصد قند در سطح پنج درصد تأثیر معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین عملکرد کمی و کیفی ارقام در هر دو مزرعه نشان داد عملکرد ریشه، عملکرد شکر، درصد قند، میزان نیتروژن آمینه و ضریب استحصال شکر در مزرعه عاری از ریزومانیا افزایش معنی‌داری در سطح پنج درصد داشت، اما در مزرعه‌ی آلوده به ریزومانیا میزان سدیم پتاسیم افزایش معنی‌داری در سطح پنج درصد نشان داد (جدول ۳). در شکل‌های چهار تا نه نتایج میانگین دو سال عملکرد کمی و کیفی ارقام شامل عملکرد ریشه (شکل ۴)، عملکرد شکر (شکل ۵)، درصد قند (شکل ۶)، میزان سدیم (شکل ۷)، پتاسیم (شکل ۸) و آلفا-آمینونیتروژن (شکل ۹) در شرایط عاری از ریزومانیا و شرایط آلوده به آن نشان داده شده است. در شرایط عاری از ریزومانیا میانگین عملکرد ریشه و عملکرد شکر رقم ایسیلا^۱ بیشتر از سایر ارقام مورد بررسی بود. در بین ارقام متحمل ایرانی بیشترین این عملکردها مربوط به رقم پارس و در مورد ارقام حساس مربوط به رقم هیلما^۲ بود.

در شرایط آلوده به بیماری میانگین عملکرد ریشه و عملکرد شکر رقم ایسیلا بیشتر از سایر ارقام مورد بررسی بود. در بین ارقام متحمل ایرانی بیشترین ویژگی‌های یادشده مربوط به رقم پارس بود. در شرایط آلوده به ریزومانیا عملکرد ریشه و عملکرد شکر ارقام حساس به شدت کاهش یافت. درصد قند تمامی ارقام مورد بررسی نیز در شرایط آلوده به ریزومانیا کاهش یافت (شکل ۶). در مورد ناخالصی‌ها میزان سدیم در تمامی ارقام مورد بررسی در شرایط آلوده به ریزومانیا به میزان زیادی افزایش یافت (شکل ۷). واکنش ارقام مقاوم تجاری در شرایط آلوده به بیماری در مورد پتاسیم متفاوت بود. میانگین میزان این عنصر در ارقام دورتی^۳ و بریجیتا^۴ کاهش یافت ولی در سایر ارقام افزایش نشان داد (شکل ۸). میانگین مقدار نیتروژن آمینه در کلیه ارقام در شرایط آلوده به ریزومانیا کاهش نشان داد (شکل ۹).

13 تحلیل آماری شدند. تجزیه‌ی مرکب داده‌های دو سال با فرض ثابت بودن رقم و تصادفی بودن سال و براساس امید ریاضی میانگین مربعات انجام شد. به منظور تعیین میزان خسارت بیماری، عملکرد کمی و کیفی ارقام در مزارع عاری از ریزومانیا با عملکرد آن‌ها در مزارع دارای آلودگی طبیعی به بیماری مقایسه گردید و مقدار اختلاف عملکرد هر رقم در اثر بیماری به صورت درصد محاسبه شد.

نتایج

در مزارع آلوده به ریزومانیا نشانه‌های این بیماری در ارقام مورد بررسی دیده شد. این نشانه‌ها در ریشه ارقام حساس و برخی از ریشه‌های ارقام متحمل شامل کاهش رشد، افزایش ریشه‌های فرعی (ریشکی شدن ریشه) و قهوه‌ای رنگ شدن آوندها بود (شکل ۱). ارقام حساس در شرایط آلوده به ریزومانیا خسارت زیادی دیدند (شکل ۲). نشانه‌های بیماری در ارقام مقاوم تجاری و برخی از بوته‌های ارقام متحمل اغلب شامل بدشکلی و جامی شکل شدن ریشه‌ها بود (شکل ۳). آزمون الیزا وجود ویروس عامل بیماری در ریشه‌های دارای نشانه‌های بیماری را تایید کرد. نشانه‌های یادشده در ریشه ارقام مورد بررسی در مزارع عاری از ریزومانیا دیده نشد.

نتایج تجزیه واریانس عملکرد کمی و کیفی ارقام در شرایط عاری از بیماری و شرایط آلوده به آن در جدول دو نشان داده شده است. به دلیل این‌که در تجزیه واریانس مرکب برهمکنش رقم × سال معنی‌دار نشد، برای مقایسه عملکرد کمی و کیفی ارقام از میانگین دو سال استفاده گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد در مزرعه‌ی عاری از بیماری ریزومانیا رقم بر عملکرد ریشه، عملکرد شکر، میزان پتاسیم و ضریب استحصال شکر در سطح یک درصد و بر مقدار نیتروژن آمینه در سطح پنج درصد تأثیر معنی‌داری داشت، ولی درصد قند و مقدار سدیم تحت تأثیر قرار نگرفت. در مزرعه‌ی آلوده به ریزومانیا رقم بر عملکرد ریشه، عملکرد شکر، مقدار سدیم، پتاسیم، نیتروژن آمینه و ضریب استحصال شکر در سطح یک درصد و بر

¹Isella

²Hilma

³Dorothea

⁴Brigitte

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد کمی و کیفی ارقام در شرایط عاری از ریزومانیا و شرایط آلودگی طبیعی به بیماری.

منابع	درجه	میانگین مربعات					عملکرد ریشه	عملکرد شکر	درصد قند	سدیم	پتاسیم	نیترژن	ضریب
		آزادی	میانگین	تکرار	رقم	رقم × سال							
عاری از ریزومانیا													
سال	۱	۴۵۴۶۶۳۷۶۵۴**	۱۱۳۳۱۸۹۸۵*	۴/۸۶*	۱/۰۷ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۵/۲۳ ^{ns}	۶/۹۴ ^{ns}					
سال × تکرار	۴	۲۰۱۸۵۷۱۸۸	۷۹۶۲۹۲۸	۰/۵۵	۰/۴۱	۰/۷۰	۱/۶۰	۳/۹۶					
رقم	۱۱	۲۷۶۲۸۱۹۶۸**	۱۰۱۸۷۶۲۷**	۱/۸۹ ^{ns}	۰/۸۷ ^{ns}	۲/۹۲**	۱/۰۶*	۲۹/۹۷**					
رقم × سال	۱۱	۲۱۵۳۷۳۰۸ ^{ns}	۱۹۳۳۵۹۴ ^{ns}	۱/۷۳*	۰/۳۱ ^{ns}	۰/۵۸ ^{ns}	۰/۳۶ ^{ns}	۶/۱۴ ^{ns}					
اشتباه آزمایشی	۴۴	۶۲۳۹۲۷۹۴	۲۶۱۷۶۷۵	۰/۸۲	۰/۲۶	۰/۳۱	۰/۴۳	۶/۱۴					
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۸۲	۱۳/۷۳	۵/۱۴	۲۷/۱۲	۹/۶۳	۳۱/۷۷	۲/۹۹					
آلوده به ریزومانیا													
سال	۱	۱۱۴۰۰۹۶۳۰۷۱**	۲۵۲۴۹۵۳۹۲**	۱۹/۹۹ ^{ns}	۸/۵۴ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۳/۱۹*	۰/۳۳ ^{ns}					
سال × تکرار	۴	۱۰۰۱۲۴۴۳۸	۵۷۲۴۱۲۰	۵/۲۸	۵/۷۴	۰/۲۹	۰/۲۱	۵۷/۷۵					
رقم	۱۱	۲۹۸۸۸۱۲۷۵۳**	۸۲۹۵۱۲۸۹**	۲/۵۸*	۲/۳۰**	۳/۲۵**	۰/۶۶**	۶۹/۲۴**					
رقم × سال	۱۱	۶۳۸۸۰۰۸۱۰**	۱۷۲۶۳۶۱۹**	۰/۸۹ ^{ns}	۰/۱۲ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}	۰/۱۲ ^{ns}	۳/۳۱ ^{ns}					
اشتباه آزمایشی	۴۴	۴۰۶۱۳۲۲۲	۱۳۷۴۹۸۴	۱/۶۶	۱/۱۴	۰/۴۸	۰/۱۳	۱۶/۲۰					
ضریب تغییرات (درصد)		۱۶/۵۴	۱۸/۸۸	۸/۰۴	۲۷/۷۶	۱۱/۴۵	۳۱/۲۸	۵/۲۹					

*, ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و غیرمعنی دار.

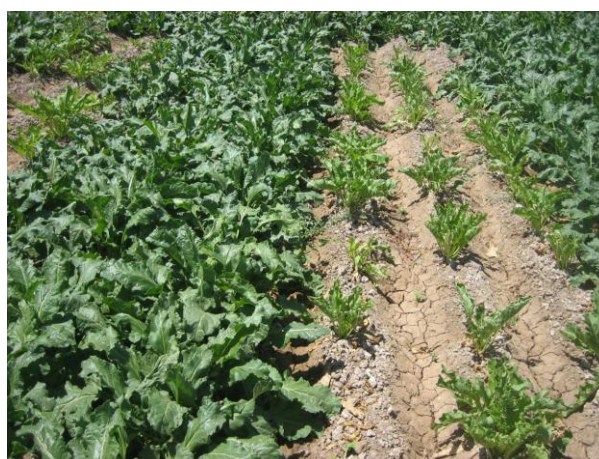
جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد کمی و کیفی ارقام در شرایط عاری از ریزومانیا و شرایط آلودگی طبیعی به بیماری.

وضعیت آلودگی	عملکرد ریشه	عملکرد شکر	درصد قند	سدیم	پتاسیم	نیترژن	ضریب
	(kg.ha ⁻¹)	(kg.ha ⁻¹)				آمین	استحصال
				(meq.100 ⁻¹ g)			(درصد)
عاری از ریزومانیا	۶۶۸۰۰a	۱۱۸۰۰ a	۱۷/۶۴ a	۱/۵۵ b	۵/۸۰ b	۲/۰۸ a	۸۲/۹۲ a
آلوده به ریزومانیا	۳۸۵۰۰b	۶۲۰۰ b	۱۶/۰۳ b	۳/۸۴ a	۶/۰۳ a	۱/۱۷ b	۷۶/۱۲ b

در هر ستون حروف غیرمشترک نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد است.



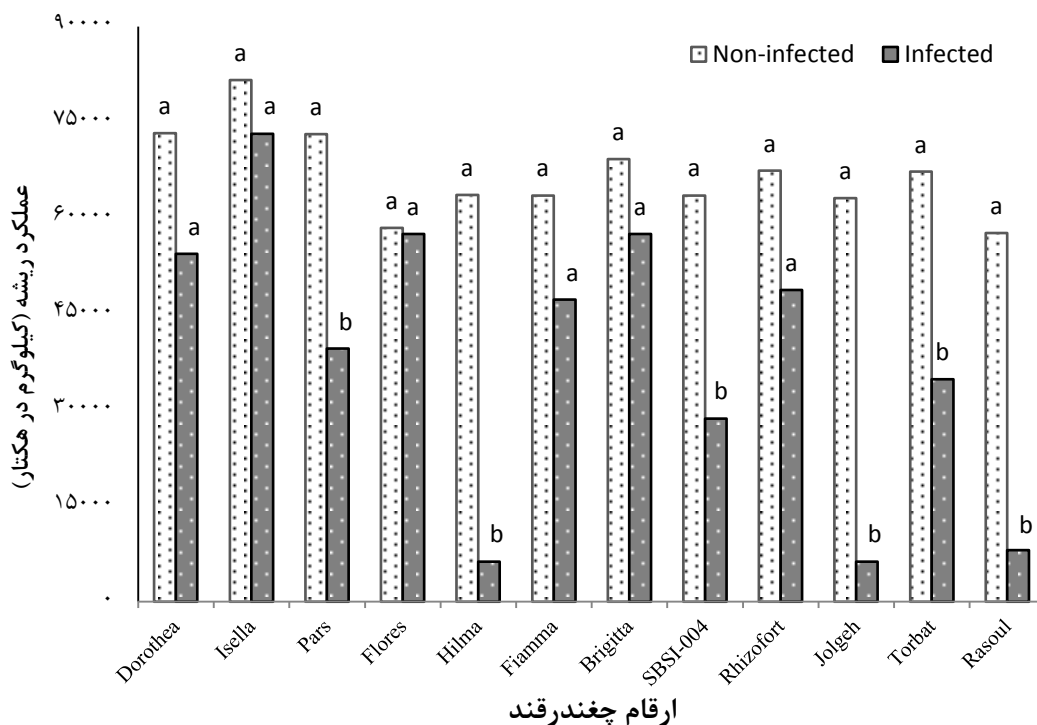
شکل ۱- نشانه‌های بیماری ریزومانیا شامل کم رشدی و ریشکی شدن ریشه در رقم رسول.



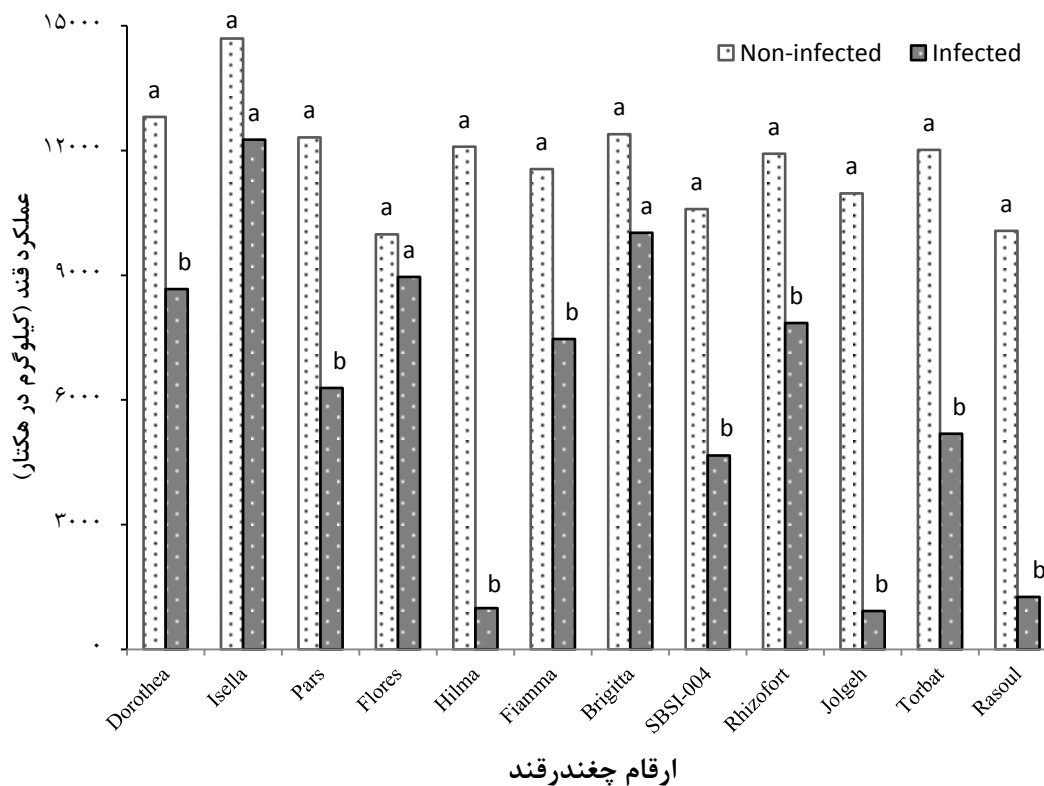
شکل ۲- مقایسه وضعیت رقم مقاوم Dorothea (سه خط سمت چپ) با رقم حساس جلگه (سه خط سمت راست) در مزرعه‌ی آلوده به ریزومانیا در مرکز آموزش و تحقیقات کشاورزی فارس (زرقان).



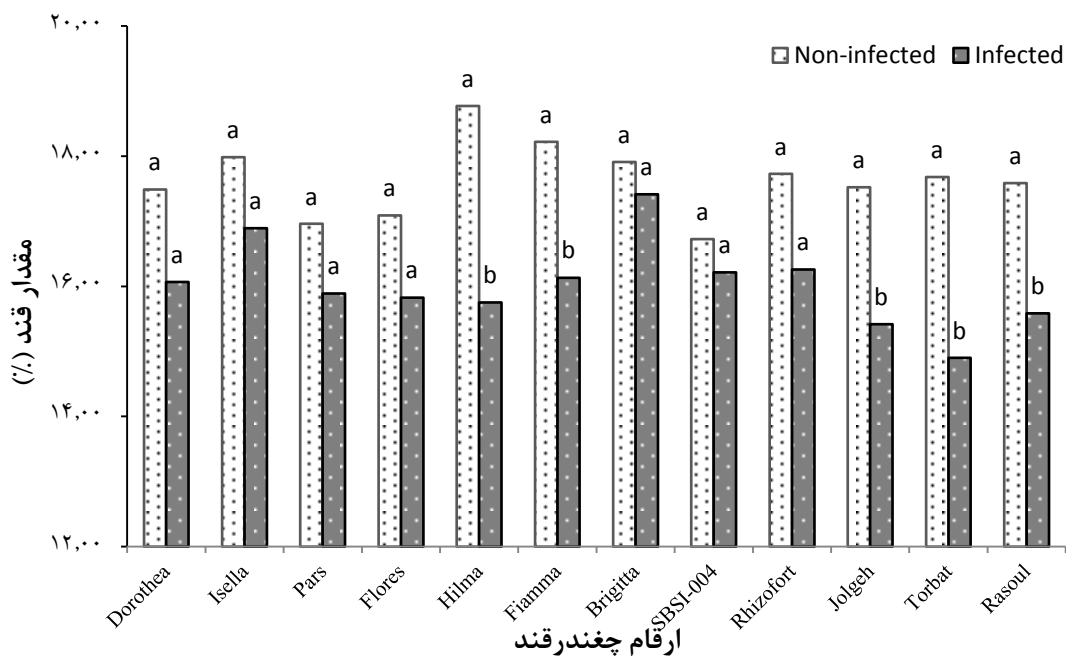
شکل ۳- نشانه‌های بیماری ریزومانیا شامل بدشکلی و جامی شدن ریشه در رقم Brigitta.



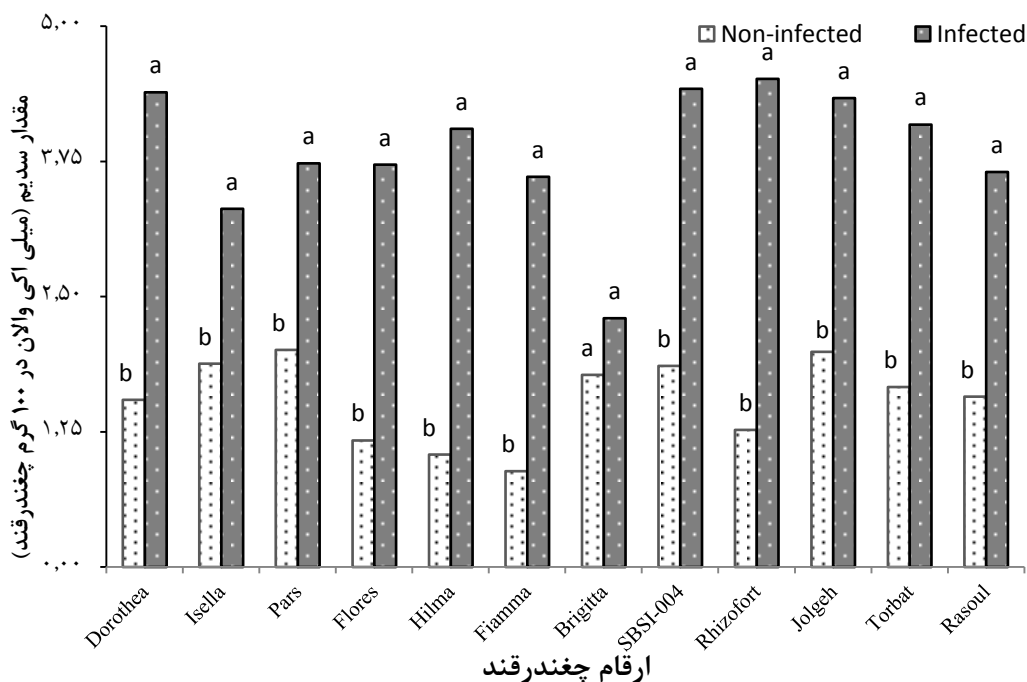
شکل ۴- مقایسه میانگین دو سال عملکرد ریشه ارقام در مزرعه‌ی عاری از ریزومانیا با مزرعه‌ی دارای آلودگی طبیعی به بیماری.



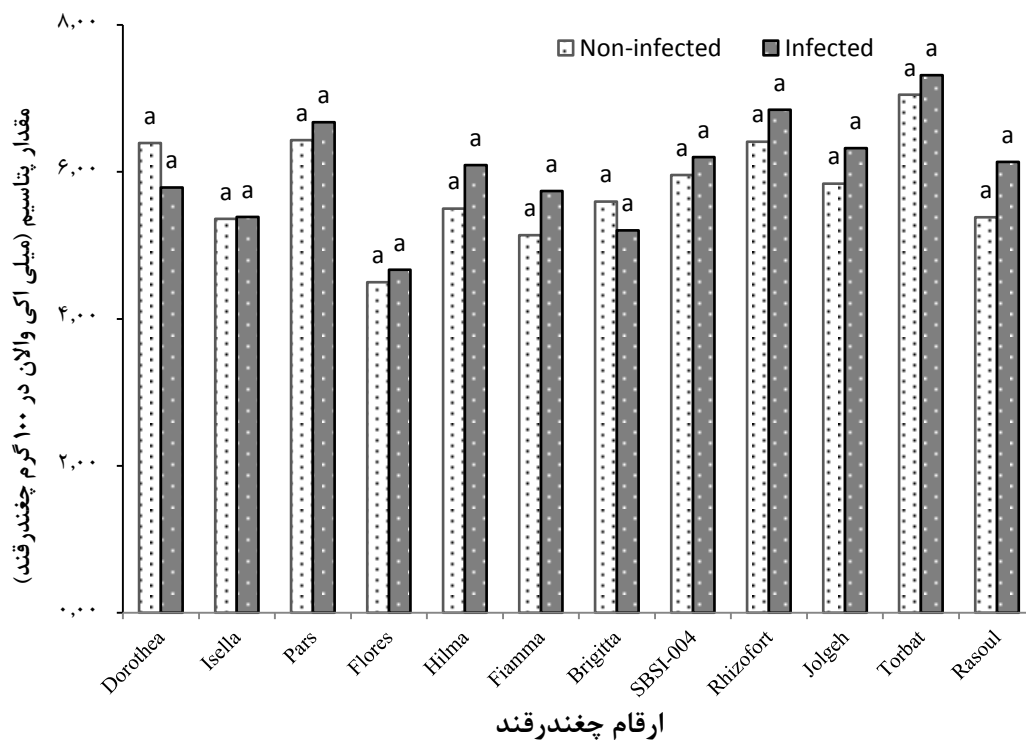
شکل ۵- مقایسه میانگین دو سال عملکرد شکر ارقام در مزرعه‌ی عاری از ریزومانیا با مزرعه‌ی دارای آلودگی طبیعی به بیماری.



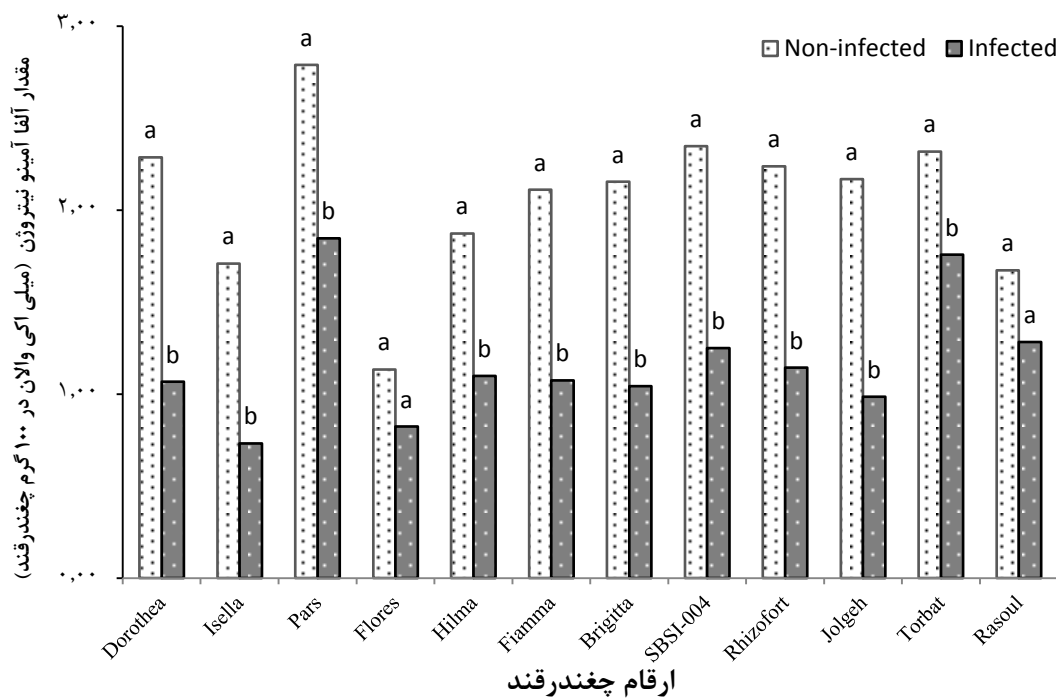
شکل ۶- مقایسه میانگین دو سال درصد قند ارقام در مزرعه‌ی عاری از ریزومانیا با مزرعه‌ی دارای آلودگی طبیعی به بیماری.



شکل ۷- مقایسه میانگین دو سال مقدار سدیم ارقام در مزرعه‌ی عاری از ریزومانیا با مزرعه‌ی دارای آلودگی طبیعی به بیماری.



شکل ۸- مقایسه میانگین دو سال مقدار پتاسیم ارقام در مزرعه یاری از ریزومانیا با مزرعه یاری آلودگی طبیعی به بیماری.



شکل ۹- مقایسه میانگین دو سال مقدار آلفا آمینو نیتروژن ارقام در مزرعه یاری از ریزومانیا با مزرعه یاری آلودگی طبیعی به بیماری.

ریزومانیای، ارقام چغندر قند مورد نظر در هر سال در دو مزرعه که یکی دارای آلودگی طبیعی به ریزومانیای و دیگری عاری از آن بود، کشت شدند. به منظور ارزیابی دقیق‌تر بهتر است کرت‌های دارای آلودگی و کرت‌های عاری از بیماری در یک مزرعه به‌طور تصادفی و بدون آنکه ویروس عامل بیماری به کرت‌های عاری از آن سرایت کند، در کنار یکدیگر قرار گیرند. ولی در مورد این بیماری ایجاد شرایط یادشده به دلیل ماهیت آن امکان پذیر نمی‌باشد (اشرف ۱۹۹۳، اشرف و همکاران ۲۰۰۲). در مطالعه‌ی حاضر به دلیل سابقه‌ی بیماری و کشت متوالی ژنوتیپ‌های مختلف چغندر قند در مزارع آلوده مورد آزمایش در سال‌های قبل، میزان زیاد زادمایه بیماری و پراکنش نسبتاً یکنواخت آن در مزرعه فراهم شده بود (لازم به ذکر است که بیماری ریزومانیای برای اولین بار از این مزارع در ایران گزارش شد). مهم‌ترین ویژگی مثبت یک رقم چغندر قند عملکرد زیاد شکر است که این ویژگی نتیجه حاصل‌ضرب عملکرد ریشه و درصد قند می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد بیماری ریزومانیای با تأثیر منفی بر هر دو ویژگی فوق باعث کاهش عملکرد شکر می‌شود. با این وجود تأثیر بیماری و کاهش ناشی از آن بر عملکرد ریشه بیشتر بود. در مطالعه‌ی حاضر، میانگین مقدار کاهش عملکرد ریشه ۱۲ رقم مورد بررسی ۴۴٪ و میانگین کاهش درصد قند آن‌ها ۹٪ بود (جدول ۴). در بسیاری از مطالعات انجام شده در مورد تأثیر بیماری ریزومانیای و کاهش عملکرد شکر ناشی از آن عمدتاً به‌صورت کلی و به مقادیر مختلفی از ۳۰ تا ۱۰۰٪ اشاره شده است (جانسون ۱۹۸۵، هنری ۱۹۹۶، بیانکاری و همکاران ۲۰۰۲، راش ۲۰۰۳، مگگران و همکاران ۲۰۰۹، یاردمسی و کولال کیلیچ ۲۰۱۱). نتایج برخی از این مطالعات نشان داد کاهش عملکرد شکر در اثر بیماری ناشی از افت عملکرد ریشه به‌میزان بیش از ۵۰٪ و کاهش درصد قند از ۱۸٪ به کمتر از ۱۰٪ می‌باشد (هایبروک ۱۹۸۹، هنری ۱۹۹۶). در این مطالعات آلودگی زود هنگام بوته‌های چغندر قند به ریزومانیای (آلودگی در اوایل فصل رشد چغندر قند) بیشترین نقش در ایجاد خسارت وارده را

میانگین اختلاف عملکرد کمی و کیفی ارقام در اثر بیماری
میانگین اختلاف عملکرد کمی و کیفی هر رقم طی دو سال مورد آزمایش در شرایط آلوده به ریزومانیای در مقایسه با شرایط عاری از آن در جدول چهار نشان داده شده است. به طور مثال در بین ارقام تجاری مقاوم به ریزومانیای بیشترین کاهش عملکرد ریشه در اثر بیماری به میزان ۲۸٪ مربوط به رقم ریزوفورت^۱ و کمترین آن به میزان ۲٪ مربوط به رقم فلورس^۲ بود. در بین ارقام متحمل ایرانی نیز بیشترین کاهش عملکرد ریشه در اثر بیماری به میزان ۵۵٪ مربوط به رقم SBSI004 بود. عملکرد ریشه ارقام حساس هیلما و جلگه در شرایط آلوده به بیماری به میزان ۹۰٪ کاهش یافت (جدول ۴). میانگین میزان کاهش عملکرد ریشه در اثر بیماری برای شش رقم مقاوم تجاری، سه رقم متحمل ایرانی و ارقام حساس به‌ترتیب ۵۰، ۱۸ و ۸۹٪ بود. همچنین میانگین کاهش درصد قند برای ارقام یادشده به‌ترتیب ۷، ۸ و ۱۳٪ بود. میانگین عملکرد شکر ارقام یادشده نیز به‌ترتیب ۲۵، ۵۴ و ۹۰٪ و میانگین راندمان استحصال شکر آن‌ها نیز به‌ترتیب ۷، ۸ و ۱۰٪ کاهش یافت. در مورد ناخالصی‌ها میانگین میزان سدیم در شرایط آلوده به ریزومانیای برای ارقام تجاری مقاوم به بیماری ۱۷۹٪، ارقام متحمل ۱۲۳٪ و ارقام حساس ۱۸۰٪ افزایش یافت. میانگین میزان پتاسیم در دو رقم دورتی و بریجیتا به میزان ۸٪ کاهش نشان داد ولی در سایر ارقام تجاری مقاوم به بیماری به‌طور میانگین ۶٪ افزایش داشت. میانگین میزان این عنصر در ارقام متحمل داخلی در اثر بیماری ۴٪ و در مورد ارقام حساس ۱۱٪ افزایش داشت. در مورد نیتروژن آمینه نیز میانگین کاهش آن در شرایط آلوده به ریزومانیای برای ارقام مقاوم تجاری ۴۸٪، ارقام متحمل داخلی ۳۵٪ و ارقام حساس ۴۰٪ بود (جدول ۴).

بحث

در تحقیق حاضر برای ارزیابی میزان خسارت بیماری

¹Rhizofort

²Flores

جدول ۴- درصد میانگین دو سال اختلاف عملکرد کمی و کیفی هر رقم در اثر بیماری در مقایسه با شرایط عاری از بیماری.

	عملکرد شکر	ضریب استحصال	نیترژن آمینه	پتاسیم	سدیم	درصد قند	عملکرد ریشه
Dorothea	۳۲	۷	۵۳	۹	-۱۸۴	۸	۲۶
Isella	۱۷	۴	۵۷	-۱	-۷۶	۶	۱۰
Pars	۴۹	۶	۳۴	-۴	-۸۶	۶	۴۶
Flores	۱۰	۸	۲۷	-۴	-۲۱۸	۷	۲
Hilma	۹۲	۱۲	۴۱	-۱۱	-۲۹۰	۱۶	۹۰
Fiamma	۳۵	۱۰	۴۹	-۱۲	-۳۰۷	۱۱	۲۶
Brigitta	۱۹	۰	۵۲	۷	-۳۰	۳	۱۷
SBSI-004	۵۶	۷	۴۷	-۴	-۱۳۸	۳	۵۵
Rhizofort	۳۴	۱۱	۴۹	-۷	-۲۵۶	۸	۲۸
Jolgeh	۹۲	۱۰	۵۵	-۸	-۱۱۸	۱۲	۹۰
Torbat	۵۷	۱۲	۲۴	-۴	-۱۴۶	۱۶	۴۸
Rasoul	۸۷	۹	۲۳	-۱۴	-۱۳۲	۱۱	۸۶
Mean	۴۸	۸	۴۳	-۴	-۱۶۵	۹	۴۴

(اعداد مثبت درصد کاهش و اعداد منفی درصد افزایش مقدار ویژگی مورد بررسی هر رقم را نشان می دهند).

مطالعه میانگین کاهش عملکرد شکر برای ارقام مقاوم تجاری ۲۵٪، برای ارقام متحمل ایرانی ۵۴٪ و در مورد ارقام حساس ۹۰٪ به دست آمد. کاهش عملکرد ارقام مقاوم تجاری در شرایط آلوده به ریزومانیا نشان داد که ژن RZ1 قادر به القاء مقاومت کامل در برابر بیماری نیست و این ارقام نیز تحت تأثیر بیماری قرار می گیرند. کاهش عملکرد و بروز نشانه های بیماری در ارقام مقاوم تجاری ممکن است ناشی از فشار بیماری به دلیل میزان زیاد زادمایه آن (تویترت و همکاران ۱۹۹۴، باتر و همکاران ۱۹۹۵، اشرف و همکاران ۲۰۰۲) و یا مربوط به سویه ویروس باشد (فردمنگزر و همکاران ۲۰۰۹). با توجه به این که تاکنون از استان فارس فقط سویه A ویروس گزارش شده است (فرزادفر و همکاران ۲۰۰۷، مهرور و همکاران ۲۰۰۹، نساج حسینی و همکاران ۲۰۱۳، قربانی و همکاران ۲۰۱۵)، مطالعات بیشتر در این زمینه به ویژه برای

داشته است. همچنین عوامل دیگر از جمله وجود تیپ های خسارت زای ویروس (مانند تیپ P یا تیپ های شکننده مقاومت)، میزان زیاد زادمایه بیماری، آبیاری نامناسب، دمای بهینه (۲۵ تا ۳۰ درجه ی سلسیوس) برای افزایش فعالیت شبه قارچ ناقل و ویروس عامل بیماری و وجود برخی بیمارگرها در مزرعه مانند ویروس های عامل زردی چغندر قند، باعث تشدید ریزومانیا شده اند (استیونز و اشرف ۲۰۰۵، راش و همکاران ۲۰۰۶، مگگران و همکاران ۲۰۰۹). نتایج یک تحقیق در ایران نشان داد بیماری ریزومانیا بر تمامی ویژگی های رشدی چغندر قند تأثیر منفی دارد. این تأثیر باعث کاهش ۲۴ درصدی شاخص سطح برگ و ۵۷ درصدی وزن خشک ریشه می شود (رضایی و همکاران ۲۰۱۴). نتایج تحقیق حاضر نشان داد مقدار کاهش عملکرد شکر در اثر بیماری به نوع رقم چغندر قند و نیز میزان حساسیت یا مقاومت آن به بیماری بستگی دارد. در این

در ریشه به‌ویژه سدیم، پتاسیم و نیتروژن آمینه تأثیرات قابل ملاحظه‌ای دارد. این امر در صنعت قند دارای اهمیت زیادی است زیرا استحصال شکر علاوه بر درصد قند هر رقم، به غلظت این ناخالصی‌ها نیز بستگی دارد. نتایج نشان داد میزان سدیم و نیتروژن آمینه به‌شدت تحت تأثیر بیماری قرار می‌گیرند. در اثر بیماری میزان سدیم در تمامی ارقام مورد بررسی افزایش یافت ولی میزان نیتروژن آمینه در تمامی آن‌ها کاهش نشان داد. میزان پتاسیم کمتر تحت تأثیر بیماری قرار گرفت. مقدار این عنصر در بیشتر ارقام مورد بررسی در اثر بیماری کاهش نشان داد. نتایج این بخش از مطالعه حاضر با نتایج سایر تحقیقات انجام‌شده در دنیا مطابقت کامل دارد (جیونکدی و همکاران ۱۹۸۷، هایبروک ۱۹۸۹، پاول و همکاران ۱۹۹۳، یچینو و کانزاوا ۱۹۹۵، شولتن و لنگ ۲۰۰۰). با توجه به این نتایج، می‌توان از تغییرات میزان سدیم و نیتروژن آمینه به‌عنوان شاخصی برای ردیابی بیماری و شناسایی مزارع و مناطق آلوده به ریزومانیا بهره برد. با توجه به کشت وسیع ارقام مقاوم تجاری در ایران نکته قابل توجه، احتمال ظهور و شیوع بیوتیپ‌های خسارتزای ویروس مانند تیپ P (قربانی و همکاران ۲۰۱۵) و نیز بیوتیپ‌های شکننده‌ی مقاومت می‌باشد. از این رو یکی از مهم‌ترین نکات در مدیریت بیماری، ردیابی جمعیت‌های مختلف ویروس در مناطق مختلف کشور است تا در صورت ظهور این‌گونه بیوتیپ‌ها، قبل از توسعه در کشور شناسایی شوند. در گام بعدی لازم است ارقام مقاوم موجود در شرایط آلوده به بیوتیپ‌های خسارتزا ارزیابی شوند تا در نهایت ارقام برتر شناسایی شده و در اختیار کشاورزان قرار گیرند.

شناسایی بیوتیپ‌های احتمالی این سویه ضروری به‌نظر می‌رسد. در اروپا و آمریکا بیوتیپ‌هایی از این سویه توانسته‌اند مقاومت ناشی از ژن Rz1 را شکسته و باعث تشکیل نشانه‌های بیماری در ارقام مقاوم دارای این ژن شوند (لیو و لولن ۲۰۰۷، آکوستا-لیل و همکاران ۲۰۱۰). در صورت وجود بیوتیپ یا بیوتیپ‌های جدید ویروس عامل بیماری، این امر به‌ویژه از نظر اصلاح و تهیه ارقام مقاوم یا متحمل چغندر قند در برابر آن‌ها حائز اهمیت است. مقدار عملکرد ارقام مقاوم تجاری در شرایط عاری از ریزومانیا بالا بود که نشان‌دهنده‌ی پیشرفت در اصلاح این ارقام می‌باشد. عملکرد ارقام متحمل ایرانی در شرایط عاری از بیماری زیاد بود. این عملکرد قابل رقابت با ارقام مقاوم خارجی می‌باشد، ولی در شرایط آلوده به بیماری عملکرد آن‌ها کاهش یافت. برای رقابت با ارقام مقاوم خارجی لازم است میزان مقاومت به بیماری در ارقام متحمل داخلی افزایش یابد و بدین‌منظور می‌توان از سایر منابع مقاومت به ریزومانیا نیز استفاده کرد. در مورد ارقام حساس به بیماری اگرچه در شرایط عاری از ریزومانیا عملکرد نسبتاً قابل قبولی داشتند ولی در شرایط آلوده به بیماری خسارت شدیدی دیدند (شکل ۲). همچنین به‌دلیل اختلال در رشد و تضعیف بوته‌های ارقام حساس در اثر ریزومانیا و افزایش حساسیت به سایر بیمارگرها، تعدادی از آنها به‌تدریج تا زمان برداشت از بین رفتند. در حال حاضر در ایران به‌دلیل نبود امکان تفکیک مزارع آلوده به ریزومانیا از مزارع عاری از آن و نیز نبود اطمینان از وجود بیماری ریزومانیا در مزرعه، در عمل کشت ارقام حساس بسیار محدود و یا متوقف شده است. نتایج این مطالعه نشان داد بیماری ریزومانیا بر غلظت ناخالصی‌ها

منابع

- ایزد پناه ک، هاشمی پ، کامران ر، پاک نیت م، سهندپور آ و معصومی م، ۱۳۷۵. وجود گسترده بیماری ریشه ریشی (شبه Rhizomania) در فارس. مجله بیماری‌های گیاهی، جلد ۳۲، صفحات ۲۰۶ - ۲۰۰.
- دارایی س، معصومی م و ایزدپناه ک، ۱۳۸۲. ریشه گنایی چغندر قند (ریزومانیا). نشریه فنی شماره ۲. مرکز تحقیقات

ویروس شناسی گیاهی. دانشگاه شیراز. دانشکده کشاورزی. ۵۰ صفحه.

فتح‌اله طالقانی د، صادق‌زاده حمایتی س و مصباح م، ۱۳۸۹. سند ملی راهبردی تحقیقات چغندر‌قند. وزارت جهاد کشاورزی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر‌قند. کرج. ۴۹۱ صفحه.

- Acosta-Leal R, Bryan BK, Smith JT and Rush, CM, 2010. Breakdown of host resistance by independent evolutionary lineages of *Beet necrotic yellow vein virus* involves a parallel C/U mutation in its *p25* gene. *Phytopathology* 100: 127-133.
- Asher MJC, 1993. Rhizomania. Pp. 311-346 In: Cooke DA and Scott RK (eds.) *The Sugar Beet Crop: Science into Practice*. Chapman & Hall, London.
- Asher MJC, Chwarszczynska DM and Leaman M, 2002. The evaluation of rhizomania resistant sugar beet for the UK. *Annals of Applied Biology* 141: 101-109.
- Biancardi E, Lewellen RT, DeBiaggi M, Erichsen AW and Stevanato P, 2002. The origin of rhizomania resistant in sugar beet. *Euphytica* 127: 383-397.
- Buttner G, Marlander B and Manthey R, 1995. Breeding for resistance to rhizomania in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Plant Breeding* 114: 160-164.
- Clark MF and Adams AN, 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology* 34:475-483.
- De Biaggi M, Stevanato P, Trebbi D, Saccomani M and Biancardi E, 2011. Sugar beet resistance to rhizomania: state of the art and perspectives. *Sugar Technology* 12 (3-4), 238-242.
- Farzadfar S, Pourrahim R, Golnaraghi AR and Ahoonmanesh A, 2007. Surveys of *Beet Necrotic Yellow Vein Virus*, *Beet Soilborne Virus*, *Beet Virus Q* and *Polymyxa betae* in Sugar Beet Fields in Iran. *Journal of Plant Pathology* 89: 277-281.
- Ghorbani A, Izadpanah K, Masoumi M, Afsharifar AR and Darabi S, 2015. Analysis of *p25* in Three Iranian Populations of *Beet necrotic yellow vein virus* and the Role of Susceptible and Resistant Cultivars of Sugar Beet in the *p25* Variation. *Iranian Journal of Plant Pathology*, Vol. 51, No. 3, 287-296.
- Giunchedi L, De Biaggi M and Polini C, 1987. Correlation between tolerance and *Beet necrotic yellow vein virus* in sugar beet genotypes. *Phytopathologia mediterranea* 26: 23-28.
- Heijbroek W, 1989. The development of rhizomania in two areas of the Netherlands and its effect on sugar beet growth and quality. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 95: 27-35.
- Henry C, 1996. Rhizomania—its effect on sugar beet yield in the UK. *British Sugar Beet Review*. 64: 24-26.
- Johansson E, 1985. Rhizomania in sugar beet: a threat to beet growing that can be overcome by plant breeding. *Sveriges Utsädesförenings Tidskrift* 95: 115-121.
- Lewellen RT, Skoyen IO and Erichsen AW, 1987. Breeding sugarbeet for resistance to rhizomania: Evaluation of host-plant reactions and selection for and inheritance of resistance. Pp. 139-156 in: *Proc. Winter Congr. Symp. In. Inst. Sugar Beet Res. (IIBR), 50th. Brussels.*

- Liu HY and Lewellen RT, 2007. Distribution and molecular characterization of resistance-breaking isolates of *Beet necrotic yellow vein virus* in the United States. *Plant Disease* 91:847-851.
- McGrann GRD, Grimmer MK, Mutasa-Gottgens ES and Stevens M, 2009. Progress towards the understanding and control of sugar beet rhizomania disease. *Molecular Plant Pathology* 10: 129–141.
- Mehrvar M, Valizadeh J, Koenig R and Bragard CG, 2009. Iranian *beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV): pronounced diversity of the p25 coding region in A-type BNYVV and identification of P-type BNYVV lacking a fifth RNA species. *Archives of Virology* 154: 501-506.
- Nassaj Hosseini SM, Shams-Bakhsh M, Mehrvar M and Salmanian AH, 2013. Evolutionary Characterization and Genetic Structure of Iranian Isolates of *Beet Necrotic Yellow Vein Virus* Population Based on p25 Protein. *Journal of Agricultural Science and Technology* 15: 829-842.
- Paul H, van Eeuwijk FA and Heijbroek W, 1993. Multiplicative models for cultivar by location interaction in testing sugar beets for resistance to beet necrotic yellow vein virus. *Euphytica* 71: 63–74.
- Pavli OI, Stevanato P, Biancardi E and Skaracis GN, 2011. Achievements and prospects in breeding for rhizomania resistance in sugar beet. *Field Crop Research* 122: 165-172.
- Pferdmenges F, Korf H and Varrelmann M, 2009. Identification of rhizomania-infected soil in Europe able to overcome *Rz1* resistance in sugar beet and comparison with other resistance-breaking soils from different geographic origins. *European Journal of Plant Pathology* 124: 31-43.
- Rezaei J, Bannayan M, Nezami A, Mehrvar M, and Mahmoodi B, 2014. Growth analysis of rhizomania infected and healthy sugar beet. *Journal of Crop Science and Biotechnology* 17:59–69
- Richards KE and Tamada T, 1992. Mapping functions on the multipartite genome of *Beet necrotic yellow vein virus*. *Annual Review of Phytopathology* 30: 291-313.
- Rush CM, 2003. Ecology and epidemiology of *Benyviruses* and plasmodiophorid vectors. *Annual Review of Phytopathology* 41: 576- 592.
- Rush CM, Liu HY, Lewellen RT and Acosta-Leal R, 2006. The continuing saga of rhizomania of sugar beets in the United State. *Plant Disease* 90: 4-15.
- Scholten OE and Lange W, 2000. Breeding for resistance to rhizomania in sugar beet: A review. *Euphytica* 112: 219-231.
- Stevanato P, De Biaggi M, Broccanello C, Biancardi E and Saccomani M, 2015. Molecular genotyping of “Rizor” and “Holly” rhizomania resistances in sugar beet. *Euphytica* 206, 427-431.
- Stevens M and Asher MJC, 2005. Preliminary investigations into the interactions between *Beet mild yellowing virus* (BMV) and *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) in susceptible and rhizomania-resistant varieties. *Aspects of Applied Biology* 76: 13-17.
- Tamada T, 1975. *Beet necrotic yellow vein virus*. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 144.

- Tamada T and Baba T, 1973. *Beet necrotic yellow vein virus* from rhizomania-affected sugar beet in Japan. *Annals of the Phytopathological Society of Japan* 39: 325-332.
- Tuitert G, Musters-Van Oorschot P and Heijbroek W, 1994. Effect of sugar beet cultivars with different levels of resistance to *Beet necrotic yellow vein virus* on transmission of virus by *Polymyxa betae*. *European Journal of Plant Pathology* 100: 201–220.
- Uchino H and Kanzawa K, 1995. Suppression of rhizomania by controlling soil pH at low level by ferrous sulfate in infested sugar beet field. *Proceedings of the Japanese Society of Sugar Beet Technologists* 37: 114–121.
- Yardimci N and Çulal Kiliç H, 2011. Identification of *Beet Necrotic Yellow Vein Virus* in Lakes District: A Major Beet Growing Area in Turkey. *Indian Journal of Virology* 22: 127-130.

Impact of Rhizomania Virus (*Beet necrotic yellow vein virus*) on Sugar Beet Yield and Qualitative Characters

S Darabi^{1*}, M Bazrafshan¹, B Babae² and S B Mahmoodi²

¹Research Instructor and Assistant Professor, Sugar Beet Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran.

²Research Instructor and Associate Professor, Sugar Beet Seed Institute, AREEO, Karaj, Iran.

*Corresponding author: saeed.darabi@yahoo.com

Received: 23 July 2016

Accepted: 19 April 2017

Abstract

Rhizomania disease is one of the world's most important sugar beet diseases. The disease causal agent is *Beet necrotic yellow vein virus*. This disease is widespread. In this study, impact of rhizomania on sugar beet yield and qualitative characters consisting of root yield, sugar content, sugar yield, sugar extraction coefficient and amount of non-sugar impurities of root (sodium, potassium, and amino nitrogen) were investigated. For this purpose, 12 monogerm sugar beet cultivars including six commercial cultivars resistant to rhizomania, three tolerant cultivars, and three susceptible cultivars to the disease were planted in a randomized complete block design with three replicate in rhizomania non-infested and infested fields. This study was carried out in two years at Fars Agricultural and Natural Resource Research and Education Center (Zarqan). Results showed that rhizomania reduced the sugar yield by imposing a negative effect on root yield and sugar content. The average decrease in sugar yield in infected treatments, for commercial resistant, tolerant, and susceptible cultivars was 25, 54, and 90%, respectively. Under rhizomania infection conditions, sodium content of all cultivars increased, on average by 165%, but their amino nitrogen content showed an average with 43% reduction. The presence of rhizomania symptoms in resistant cultivars and yield reduction under infection conditions showed that Rz1 gene can not cause the full resistance to the disease.

Keywords: *Beet necrotic yellow vein virus*, Cultivar, Field trials, Genetic resistance, Tolerance.