

واکنش هیبریدهای چغندر قند در مزارع آلوده به بیماری ریزومانیا Sugar beet hybrids response to rhizomania disease in the infected fields

رحیم محمدیان^{۱*}، علیرضا قائمی^۲، غلامرضا اشرف منصوری^۳، کیوان فتوحی^۴، محمدرضا جزائری نوش آبادی^۵

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۵/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۳۰

ر. محمدیان، ع.ر. قائمی، غ.ر. اشرف منصوری، ک. فتوحی و م.ر. جزائری نوش آبادی. ۱۳۹۶. واکنش هیبریدهای چغندر قند در مزارع آلوده به بیماری ریزومانیا. چغندر قند، ۳۳(۱): ۱۷-۳۱. DOI: 10.22092/jsb.2017.106807.1124

چکیده

ریزومانیا مهم‌ترین بیماری چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) است که می‌تواند موجب کاهش شدید عملکرد و کیفیت آن گردد. با توجه به گسترش سریع بیماری ریزومانیا در مزارع چغندر قند، تولید موفق این محصول در مزارع آلوده بدون استفاده از ارقامی با تحمل بالا به این بیماری امکان‌پذیر نیست. این پژوهش با هدف مقایسه برخی از خصوصیات زراعی هیبریدهای امیدبخش مقاوم به ریزومانیا با ارقام تجارتي ایرانی و خارجی و معرفی هیبرید برتر انجام گرفته است. این بررسی طی دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در چهار منطقه کرج، مشهد، میاندوآب و زرقان و در شرایط بدون آلودگی و آلودگی با شدت‌های متفاوت به بیماری ریزومانیا اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار انجام شد. در این تحقیق هفت هیبرید امیدبخش به همراه شاهد داخلی حساس و دو شاهد داخلی مقاوم و دو شاهد مقاوم خارجی مورد بررسی قرار گرفتند. صفات اندازه‌گیری شده شامل شدت آلودگی به بیماری ریزومانیا، نمره رشد، بزرگترین طول و قطر ریشه ذخیره‌ای و وزن تک ریشه بود. شدت آلودگی به بیماری ریشه‌های هر کرت براساس مقیاس لوترباخ در زمان برداشت نمره‌دهی شد. در هر کرت ریشه‌ها پس از برداشت، توزین و درصد قند هر یک در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. شاخص شدت آلودگی به بیماری بر روی ریشه‌ها نشان داد که ریشه‌های تولید شده در کرج در سال ۱۳۹۲ و میاندوآب در سال ۱۳۹۳ فاقد علائم بیماری بوده و لذا این دو منطقه به عنوان محیط‌های غیرآلوده در نظر گرفته شدند. با محاسبه شدت آلودگی در محیط‌های مختلف آزمایش منطقه زرقان (فارس) در هر دو سال آزمایش دارای بیشترین شدت بیماری بود. در مجموع از بین مواد مورد بررسی، هیبرید (7112 × SB27 × SB36) به دلیل عملکرد بالای ریشه و میزان قند، وضعیت رشدی و یکنواختی ریشه بیشتر و همچنین آلودگی کمتر به بیماری به عنوان هیبرید برتر در معرفی شد. این هیبرید هم اکنون با نام تجارتي شکوفا در دسترس کشاورزان است.

واژه‌های کلیدی: ریزومانیا، شدت بیماری، عملکرد قند، نمره رشد، یکنواختی ریشه

۱ - دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. *نویسنده مسئول
R_Mohammadian@hotmail.com

۲- استادیار بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

۳- مربی بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زرقان شیراز، ایران.

۴- مربی بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

۵- مربی مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

مقدمه

غذاهای اصلی انسانی عمدتاً از ۱۵۰ گونه گیاه زراعی به دست می‌آید. شکر به عنوان یکی از اقلام مهم غذایی و تأمین انرژی از تولید دو گیاه زراعی نیشکر و چغندرقد استخراج می‌شود. محصول نیشکر در مناطق گرمسیری و چغندرقد در مناطق معتدل کشت می‌شود (Draycott 2006). براساس آمار ارائه شده در سال ۲۰۱۳، حدود ۲۵۰ میلیون تن چغندرقد در جهان تولید شده است که پنج تولید کننده اصلی آن، شامل روسیه، فرانسه، آمریکا، آلمان و ترکیه بوده که مجموعاً ۱۴۲ میلیون تن ریشه تولید کرده‌اند (Anonymous 2016b). در همین سال در ایران حدود ۳ میلیون و ۴۵۰ هزار تن چغندرقد تولید شده است (Anonymous 2016a). چغندرقد گیاهی زراعی است که تا حد زیادی قابل انعطاف است اما با این وجود در عرض‌های جغرافیایی جنوبی مناطق معتدله با عوامل بیماری‌زا در معرض تهدید قرار دارد (Uchkunov et al. 2016).

یکی از مهم‌ترین بیماری‌های ویروسی چغندرقد ریزومانیا است. ویروس ریزومانیا به دلیل ایجاد تغییرات مخرب در ریشه ذخیره‌ای ارقام حساس و تولید ریشه‌های فرعی باعث کاهش توانایی جذب توسط ریشه شده و در نهایت کاهش عملکرد را به دنبال دارد (Rezaei et al. 2014a). همچنین بیماری با تشکیل ذرات تشکیل دهنده ملاس به خلوص آن نیز صدمه می‌زند (Kajiyama et al. 1999). مهم‌ترین علائم این بیماری، ریشه‌های شدن ریشه است. همچنین توقف رشد، زردی برگ‌ها و نکروزه شدن آوندها در مزارع آلوده مشاهده می‌گردد (Radivojević et al. 2008).

برای اولین بار بیماری ریزومانیا از شمال ایتالیا گزارش شد و در حال حاضر این بیماری به طور وسیعی در سطح مزارع

چغندرقد در کشورهای آسیا، اروپا، و آمریکا گسترش یافته و به دیگر مناطق نیز گسترش می‌یابد (Putz et al. 1990; Suarez et al. 1999; Canova 1966). در ایران برای اولین بار بیماری از استان فارس گزارش شد (Izadpanah et al. 1996). در حال حاضر براساس مستندات موجود میزان آلودگی اراضی کشت چغندرقد به بیماری ریزومانیا در پنج استان مهم تولید چغندرقد کشور، شامل آذربایجان غربی، خراسان رضوی، خراسان شمالی، خراسان جنوبی و کرمانشاه، به ترتیب ۳۹/۱، ۳۴/۵، ۱۵/۲، ۱۶ و ۴۸/۸ درصد برآورد شده است (Pourrahim et al. 2015).

بیماری ریزومانیا به وسیله ویروس زردی نکروتیک رگبرگ چغندرقد Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) ایجاد می‌شود (Tamada et al. 1975). ایزوله‌های ویروس به سه استرین شامل A، B یا P گروه‌بندی می‌شود. استرین‌های A و B در بیشتر کشورهای اروپایی و استرین P که به نظر می‌رسد از دیگران تهاجمی‌تر است فقط در فرانسه، قزاقستان و انگلستان پیدا شده است (Koenig and Lenefirs 2000; Harju 2002). ویروس به وسیله زئوسپورهای قارچ خاک‌زاد *Polymyxa betae* منتقل می‌شود (Keskin 1964). لذا این قارچ نقش مهمی در انتقال و توزیع ریزومانیا دارد (Blunt et al. 1991).

بیماری ریزومانیا به وسیله آب، باد، مواد بقایای گیاهی، ادوات عملیات زراعی، گیاهچه‌های سبز نشا (Asher 1994) و جابه‌جایی خاک‌های آلوده و کودهای دامی منتقل می‌شود (Heijbroek 1987). مواد زائد و فاضلاب‌های آلوده کارخانه‌های قند نیز می‌توانند باعث گسترش بیماری شوند (Cariolle 1987).

جدول ۱ مختصات جغرافیایی چهار منطقه مورد آزمایش

نام منطقه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
کرج، و	۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی	۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی	حدود ۱۳۰۰
مشهد	۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی	طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی	۹۸۵
میاندوآب	۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی	عرض جغرافیایی ۴۶ درجه و ۹ دقیقه شرقی	۱۳۱۰
زرقان فارس	جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۶ دقیقه شمالی	جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی	۱۶۰۴

در این تحقیق هفت هیبرید دیپلوئید منورژم مقاوم به ریزومانیا که از تلاقی فامیل‌های تمام‌خواهری مقاوم به ریزومانیا با دو سینگل کراس به دست آمده‌اند مورد ارزیابی محصولی قرار گرفتند. در جدول ۲ مشخصات هیبریدها و شاهد‌های مورد استفاده در تحقیق ارائه شده است. شاهد‌های داخلی شامل رقم گدوک به عنوان شاهد حساس و رقم پارس و هیبرید SBSI019 به عنوان شاهد‌های داخلی مقاوم و ارقام 7R26 و توس به عنوان شاهد‌های مقاوم خارجی بودند.

در پاییز محل اجرای آزمایش در هر منطقه انتخاب و کودهای لازم بر اساس توصیه خاکشناسی مصرف شد. کشت در اولین فرصت در بهار انجام گرفت. آزمایش به صورت طرح بلوک کامل تصادفی و در چهار تکرار انجام شد. هر کرت شامل سه خط به طول هشت متر در نظر گرفته شد. فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها پس از تنک حدود ۱۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. زمان برداشت آزمایش در پاییز، ریشه‌های هر کرت به طور جداگانه برداشت و سرزنی شده و پس از تهیه خمیر (پلپ) به آزمایشگاه تکنولوژی قند فرستاده شد.

از آنجا که قارچ حامل ویروس در مناطق مرطوب بخوبی رشد می‌کند، لذا شدت بیماری در قسمت‌هایی که به دلیل عوارض زمین آب جمع شده و دارای زهکشی ضعیف است بیشتر است (Kaya 2009). همچنین گزارش شده است که شدت بیماری معمولاً در خاک‌های با مقدار رس بالا و زهکشی ضعیف است (Kaya and Erdiller 2001). ثابت شده است که کنترل شیمیایی (ضد عفونی خاک) بر علیه قارچ‌های حامل بیماری بسیار گران و همچنین غیر کارا است. روش‌های زراعی دیگر که برای کنترل بیماری پیشنهاد شده شامل تناوب‌های طولانی مدت، زهکشی خوب، بهبود هوادهی خاک، کشت زود هنگام و استفاده از ارقام مقاوم است (Tosic et al. 1985, Kaya 2009). به جز کاشت ارقام مقاوم بقیه راهکارها دارای اثرات محدودی هستند و تنها روش مفید کنترل بیماری، کاشت ارقام مقاوم است (Zelyazkov and Uchkunov 2005).

با توجه به وسعت و گسترش بیماری ریزومانیا در ایران، از اهداف اصلی مؤسسه تحقیقات چغندر قند، تهیه و اصلاح ارقام مقاوم به این بیماری است. این پژوهش با هدف معرفی هیبرید برتر از بین هیبریدهای امیدبخش جدید چغندر قند و بررسی پاسخ آنها در مزارع آلوده به بیماری ریزومانیا انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف تعیین پاسخ هیبریدهای چغندر قند در شرایط مختلف بیماری ریزومانیا و معرفی هیبرید برتر طی دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در چهار منطقه طبق مختصات جدول ۱ با سطوح متفاوت آلودگی به بیماری ریزومانیا اجرا شد.

آزمایشات مناطق مورد بررسی با یکدیگر آزمون گردید. در ارتباط با صفاتی که در مناطق مختلف یکنواختی واریانس خطا در حد مجاز بود، داده‌های مناطق، با یکدیگر ادغام و تجزیه مرکب (با فرض تصادفی بودن عامل سال و ثابت بودن عوامل مکان و ژنوتیپ) انجام شد. در غیر این صورت آن صفت در آن مناطق به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است در صورتی که یکی از سال‌های آزمایش در مکانی واریانس خطای بیشتر از حد مجاز داشت، جهت برآورد اثر مکان، آزمایش سال بعد آن مکان نیز از تجزیه مرکب آزمایشات مجاز خارج شد.

مقیاسات میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد آماری انجام شد. در خصوص صفاتی که تجزیه مرکب آن‌ها برای مکان‌های مختلف مورد بررسی امکان‌پذیر بود، مقیاسات میانگین با استفاده از میانگین آن صفات در مکان‌های مجاز انجام شد. همچنین در مواردی که اثرات متقابل مکان در ژنوتیپ، سال در ژنوتیپ و یا سال در مکان در ژنوتیپ معنی‌دار بود، مقیاسات مقادیر میانگین آن صفت برای هر ژنوتیپ در هر مکان به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت.

برای تعیین اثرات رقم در رشد و شدت آلودگی از آزمون غیرپارامتری فریدمن استفاده شد. جهت بررسی ارتباط شدت علائم بیماری ریزومانیا با عملکرد قند ژنوتیپ‌های مورد بررسی، مقادیر همبستگی در مناطقی که علائم بیماری ارزیابی شده بودند، محاسبه گردید و تجزیه رگرسیون بین این دو صفت انجام شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و SPSS انجام شد.

شدت آلودگی به بیماری ریزومانیا در مناطق اجرای آزمایش با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (Mohammadian *et al.* 2016)

$$i = \left(\frac{SYs}{SYr}\right) ni - \left(\frac{SYs}{SYr}\right) i \quad (1)$$

که در آن SYs و SYr به ترتیب عملکرد قند شاهد حساس و میانگین ارقام مقاوم خارجی مورد بررسی و ni و i به ترتیب میانگین منطقه یا میانگین مناطق غیرآلوده و منطقه آلوده مورد بررسی می‌باشد.

در مشهد، میان‌دوب و زرقان فارس در حدود تیر و یا مردادماه نمره رشد براساس ۱ تا ۵ (=۱) رشد کاملاً غیریکنواخت و بسیار کم تا ۵ (=۵) رشد کاملاً یکنواخت و عالی) و در کرج پس از برداشت نهائی، بزرگترین طول و قطر ریشه ذخیره‌ای و همچنین وزن تک ریشه در ۲۰ ریشه به طور تصادفی اندازه‌گیری و ضریب تغییرات صفات ذکر شده در هر رقم محاسبه شد. دامنه تغییرات (حداقل و حداکثر ضرایب تغییرات) برای هر صفت در هر سال تعیین شد. میانگین ضرایب تغییر به عنوان خط تصمیم‌گیری در نظر گرفته شد. ژنوتیپ‌هایی که صفات ذکر شده آنها کمتر از میانگین بودند به عنوان ژنوتیپ‌های که ریشه یکنواخت‌تر دارند در نظر گرفته شدند.

در زمان برداشت در کلیه مناطق شدت آلودگی به بیماری ریشه‌های هر کرت براساس مقیاس ۹-۱ نمره‌دهی شد (Luterbacher *et al.* 2005). در آزمایشگاه با استفاده از دستگاه بتالایزر درصد قند اندازه‌گیری شد. عملکرد قند با استفاده از حاصل ضرب عملکرد ریشه و درصد قند محاسبه شد.

جهت بررسی صفات زراعی در ابتدا، داده‌های هر منطقه به طور مجزا تجزیه واریانس شد. سپس با استفاده از آزمون F_{max} هارتلی (Anonymus 2013) یکنواختی واریانس خطای

جدول ۲ ژنوتیپ‌های چغندر قند مورد بررسی در شرایط متفاوت آلودگی به بیماری ریزومانیا

شماره ژنوتیپ	اسامی ژنوتیپ	مشخصات
۱	(7112 × SB36) × 302-HSF-4-87	هیبرید امید بخش
۲	(7112 × SB36) × 302-HSF-20-87	هیبرید امید بخش
۳	(7112 × SB36) × S1-88605	هیبرید امید بخش
۴	(7112 × SB36) × F-8738	هیبرید امید بخش
۵	(7112 × SB36) × F-8732	هیبرید امید بخش
۶	(7112 × SB36) × SB27	هیبرید امید بخش
۷	(7112 × SB36) × SB31	هیبرید امید بخش
۸	SBSI005(Pars)	رقم تجاری ایرانی متحمل به ریزومانیا
۹	7R26	رقم تجاری خارجی مقاوم به ریزومانیا
۱۰	Tous	رقم تجاری خارجی مقاوم به ریزومانیا
۱۱	(7112×SB36)×sh-1-HSF-5	هیبرید متحمل به ریزومانیا
۱۲	Jolgeh	رقم تجاری ایرانی حساس به ریزومانیا

نتایج

در آزمایش ذکر شده این است که در صورت کسر معادله، میانگین عملکرد قند کلیه ژنوتیپ‌های مورد بررسی به جز رقم‌های مقاوم خارجی به جای استفاده از تنها عملکرد قند رقم حساس در نظر گرفته شد.

با وجود پایین بودن عملکرد قند در ارقام حساس و مقاوم در مشهد در مقایسه با کرج، کاهش عملکرد رقم حساس در مشهد سال ۱۳۹۲ و کرج سال ۱۳۹۳ یکسان می‌باشد (جدول ۳). با توجه به مشاهدات مزرعه‌ای علاوه بر بیماری ریزومانیا، خسارت ناشی از نماتد نیز در مزرعه مشهد سال ۱۳۹۲ قابل مشاهده بود. از آنجا که ارقام مقاوم خارجی مورد بررسی فاقد هرگونه مقاومت به بیماری نماتد بودند، لذا پایین بودن عملکرد ارقام مقاوم در مشهد سال ۹۲ در مقایسه با کرج سال ۹۳ و دیگر مناطق با شدت بیماری مشابه می‌تواند به این دلیل باشد.

نتایج حاصل از بررسی نشان می‌دهد که نسبت عملکرد قند رقم حساس (شماره ۱۲) به میانگین دو رقم خارجی (شماره ۹ و ۱۰) در محیط‌های بدون آلودگی (کرج سال ۱۳۹۲ و میاندوآب سال ۱۳۹۳)، بیش از محیط‌های آلوده بود (جدول ۲). این موضوع تأییدکننده آن است که در مناطق آلوده کاهش عملکرد رقم حساس بیش از رقم مقاوم می‌باشد. محاسبه شدت بیماری نشان داد زرقان فارس در هر دو سال آزمایش دارای بیشترین شدت بیماری و کرج سال ۱۳۹۳، مشهد سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ و میاندوآب سال ۱۳۹۲ از شدت متوسطی برخوردار بود. محمدیان و همکاران (Mohammadian et al. 2016) نیز با استفاده از معادله ۱ توانست بخوبی مناطق با شدت‌های مختلف آلودگی را از یکدیگر جدا نمایند. البته شدت‌های آلودگی مناطق در آزمایش ذکر شده نسبت به این آزمایش مورد نظر کمتر بود. علت اختلاف

جدول ۳ وجود و شدت بیماری ریزو مانیا در محیط‌های مختلف بررسی

مکان	سال	مشاهده علائم آلودگی*	میانگین عملکرد قند ارقام مقاوم (t/ha)	میانگین عملکرد قند رقم حساس (t/ha)	نسبت عملکرد قند رقم حساس به عملکرد قند ارقام مقاوم	شدت بیماری**
کرج	۱۳۹۲	-	۱۱/۰۳	۱۰/۱۴	۰/۹	-
	۱۳۹۳	+	۱۴/۲۰	۷/۶۸	۰/۵	۰/۴
مشهد	۱۳۹۲	+	۷/۲۱	۳/۵۱	۰/۵	۰/۴
	۱۳۹۳	+	۱۴/۲۱	۵/۴۷	۰/۴	۰/۵
میاندوآب	۱۳۹۲	+	۹/۱۸	۲/۵۷	۰/۳	۰/۶
	۱۳۹۳	-	۱۱/۷۹	۹/۴۱	۰/۸	-
زرقان	۱۳۹۲	+	۱۰/۸۳	۰/۷۲	۰/۱	۰/۷
	۱۳۹۳	+	۷/۲۰	۱/۲۰	۰/۲	۰/۹

* علائم مثبت و منفی به ترتیب نشان دهنده وجود و عدم وجود آلودگی می‌باشد. و ** شدت بیماری با استفاده از معادله پیشنهاد شده توسط محمدیان و همکاران (۲۰۱۶) محاسبه شده است.

عملکرد کمی و کیفی

عملکرد کمتری داشتند. اما دیگر رقم خارجی اختلاف معنی‌داری با هیچ یک از هیبریدها نداشت. مقایسه میانگین عملکرد ریشه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در دو سال آزمایش در میاندوآب (شرایط بدون آلودگی و آلودگی متوسط) نشان داد که هیچ یک از هیبریدهای امید بخش تفاوت معنی‌داری با دو رقم شاهد خارجی ندارند.

مقایسه عملکرد ریشه هیبریدهای امیدبخش با دو رقم شاهد مقاوم ایرانی با شماره‌های ۸ و ۱۱ نیز نشان داد که در کرج سال ۱۳۹۲ (شرایط بدون آلودگی)، هیبرید ۱ برتر از رقم شماره ۱۱، در زرگان سال ۱۳۹۲ (آلودگی شدید)، هیبریدهای ۱، ۲، ۶ و ۷ برتر از رقم شماره ۸ و هیبرید شماره ۶ برتر از رقم شاهد شماره ۱۱، در زرگان سال ۱۳۹۳ (آلودگی شدید)، هیبریدهای ۶ و ۷ برتر از رقم شماره ۸ و هیبرید شماره ۶ برتر از رقم شماره ۱۱، در مشهد سال ۹۲ (آلودگی متوسط)، هیبریدهای ۳، ۴ و ۵ کمتر از شاهد ایرانی شماره ۱۱، در میانگین دو سال میاندوآب (۹۲ با آلودگی متوسط و ۹۳ بدون آلودگی)، هیبرید شماره ۶ برتر از دو رقم مقاوم ظاهر شدند.

در کرج و سال ۹۲ درصد قند هیبریدها (به جز هیبرید امیدبخش شماره ۶) به طور معنی‌داری کمتر از شاهد خارجی شماره ۹ بود (جدول ۳). در حالی که هیبریدهای امیدبخش شماره ۱، ۲، ۶ و ۷ اختلاف معنی‌داری با شاهد خارجی شماره ۱۰

با توجه به حجم مطالب از ارائه جدول‌های تجزیه واریانس خودداری شده است. کلیه هیبریدهای امیدبخش و ارقام تجارتي در مقایسه با رقم حساس جلگه در سال زراعی ۱۳۹۲ در کرج (غیرآلوده)، دارای عملکرد ریشه بیشتری بودند (جدول ۴). اگرچه در بیشتر موارد این اختلافات معنی‌دار نبود. عملکرد ریشه به جز در هیبرید شماره ۴، در بقیه هیبریدها تفاوت معنی‌داری با شاهد خارجی برتر (شماره ۹) نداشت (جدول ۴). در کرج سال ۱۳۹۳ (آلودگی متوسط)، از بین دو رقم خارجی مقاوم، نیز رقم شماره ۹ بیشترین عملکرد ریشه را تولید کرد (جدول ۴). در بین هیبریدهای امید بخش، تنها هیبرید شماره ۷ اختلاف معنی‌داری با این رقم نداشت. در زرگان فارس سال ۱۳۹۲ (آلودگی شدید)، عملکرد هیبرید امیدبخش ۶ تفاوت معنی‌داری با دو رقم تجارتي خارجی نداشت. همچنین هیبرید امیدبخش ۷ تفاوت معنی‌داری با رقم شاهد خارجی ۱۰ نداشت. در سال دوم آزمایش در همین مکان (آلودگی شدید) دو هیبرید امیدبخش ۶ و ۷ عملکرد بیشتری (اما غیر معنی‌دار) در مقایسه با دو شاهد خارجی داشتند، (جدول ۲). در آزمایش سال اول مشهد (آلودگی متوسط) هیچ یک از هیبریدهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری با دو شاهد خارجی نداشتند. در سال ۱۳۹۳ (آلودگی متوسط) در مقایسه با رقم خارجی شماره ۹ کلیه هفت هیبرید مورد بررسی به طور معنی‌داری

نسبت به کلیه هیبریدها مشاهده گردید اما در مقایسه با رقم تجارتهی ۱۰، هیبریدهای امیدبخش ۱، ۳، ۶ و ۷ تفاوت معنی‌داری نداشتند. در زرقان فارس و سال ۹۲، عملکرد قند رقم مقاوم خارجی ۷ و ۹ به طور معنی‌داری بیش از سایر هیبریدهای امیدبخش بود و در همان شرایط عملکرد قند رقم مقاوم ۱۰ با هیبرید شماره ۶ تفاوت معنی‌داری نداشت. در سال دوم آزمایش در زرقان فارس، هر دو رقم شاهد ۹ و ۱۰ با هیبریدهای ۲، ۳، ۶ و ۷ از نظر عملکرد قند تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). در آزمایش سال اول مشهد کلیه هیبریدهای امیدبخش تفاوت معنی‌داری با دو شاهد خارجی از نظر این صفت نداشتند. در آزمایش سال ۱۳۹۳ مشهد کلیه هیبریدهای امیدبخش در مقایسه با رقم شماره ۹ عملکرد قند کمتری داشتند (جدول ۳). از طرف دیگر عملکرد قند هیبریدهای امیدبخش شماره ۴ و ۶ تفاوت معنی‌داری با رقم شماره ۱۰ نداشتند.

با مقایسه میانگین عملکرد قند هیبریدهای امیدبخش با دو رقم شاهد مقاوم ایرانی شماره ۸ و ۱۱ معلوم شد که در کرج سال ۱۳۹۲ (شرایط بدون آلودگی) هیبریدهای ۱، ۲، ۳، ۵، ۶ و ۷ برتر از رقم شماره ۸، هیبریدهای ۱ و ۶ برتر از شاهد شماره ۱۱، در زرقان سال ۱۳۹۲ (آلودگی شدید)، هیبریدهای ۱، ۲، ۶ و ۷ برتر از شاهد شماره ۸، هیبرید شماره ۶ برتر از شاهد ۱۱، در زرقان سال ۱۳۹۳ (آلودگی شدید)، هیبرید شماره ۶ و ۷ برتر از شاهدهای ۸ و ۱۱، و در مشهد سال ۱۳۹۲، هیبرید شماره ۶ برتر از شاهد شماره ۸، و در مشهد سال ۱۳۹۳ (آلودگی متوسط) هیبریدهای ۱، ۲، ۳، ۶ و ۷ برتر از دو شاهد مقاوم ایرانی ظاهر شدند (جدول ۳).

در مجموع در آزمایشات انجام شده در مقایسه هیبریدهای امیدبخش با شاهدهای مقاوم ایرانی و خارجی، هیبرید شماره ۶ از نظر عملکرد قند از وضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر هیبریدها برخوردار بود.

نداشتند. در سال ۱۳۹۳، در همین مکان، در کلیه هیبریدها درصد قند کمتری از رقم شاهد خارجی شماره ۱۰ و البته با رقم شاهد ۹ خارجی اختلاف معنی‌داری نبود. در سال ۱۳۹۳ در زرقان فارس به طور معنی‌داری، همه هیبریدها در مقایسه با دو شاهد خارجی از درصد قند کمتری برخوردار بودند (جدول ۳). درصد قند ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سال اول آزمایش مشهد نشان داد که در مقایسه با شاهد خارجی شماره ۹، هیبریدهای ۱ و ۶ و در مقایسه با شاهد خارجی شماره ۱۰، هیبریدهای شماره ۱، ۲، ۳، ۴ و ۶ اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). میانگین درصد قند هیبریدها نیز کاهش معنی‌دار نسبت به دو رقم شاهد مقاوم از خود نشان داد. در سال دوم آزمایش در همین مکان، در مقایسه با رقم شاهد خارجی شماره ۹، هیبریدهای ۱، ۲، ۳، ۴ و ۶ و در مقایسه با رقم شماره ۱۰، هیبرید شماره ۲ تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). سایر هیبریدها درصد قند کمتری در مقایسه با این دو شاهد داشتند. مقادیر درصد قند در سال ۱۳۹۲ میان‌دو آب حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار دو رقم شاهد خارجی با هیبریدهای امیدبخش بوده است (جدول ۳). در سال دوم آزمایش در میان‌دو آب، در مقایسه با رقم شماره ۹، بجز هیبرید شماره ۵ و در مقایسه با رقم شماره ۱۰، به جز هیبرید شماره ۷، سایر هیبریدها تفاوت معنی‌داری با دو شاهد ذکر شده نداشتند (جدول ۳). هیبرید شماره ۵ درصد قند کمتری در مقایسه رقم شماره ۹ و هیبرید شماره ۷ درصد قند بیشتری از رقم شماره ۱۰ داشتند.

در شرایط غیرآلوده کرج سال ۱۳۹۲، هیبرید ۶ با رقم تجارتهی خارجی برتر (شماره ۹) تفاوت معنی‌داری در عملکرد قند نداشت. هیبریدهای امیدبخش دیگر اما عملکرد قند کمتر و معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). همین مقایسه با رقم خارجی ۹ (به جز هیبرید شماره ۴) نشان داد تفاوت معنی‌داری ج.د ندارد. اکثر هیبریدهای امیدبخش و ارقام تجارتهی داخلی و خارجی در شرایط غیر آلوده کرج، با رقم حساس جلگه تفاوت معنی‌داری نداشته و حتی شاهد خارجی ۹ به طور معنی‌داری برتر از رقم حساس بود. در سال دوم رقم تجارتهی ۹ در عملکرد قند برتری معنی‌داری

جدول ۴ مقایسه میانگین عملکرد ریشه، عملکرد قند و درصد قند ۱۲ ژنوتیپ مورد بررسی در شرایط متفاوت آلودگی به بیماری ریزومانیا

شماره ژنوتیپ	عملکرد ریشه (تن در هکتار)								عملکرد قند (تن در هکتار)								درصد قند
	کرج				زرقان				کرج				زرقان				
	۹۳	۹۲	۹۳	۹۲	۹۳	۹۲	۹۳	۹۲	۹۳	۹۲	۹۳	۹۲	مشهد	میان‌دوآب			
۱	۷۸/۶۹	۸۲/۱۵	۴۹/۱۵	۲۶/۸۹	۲۸/۵۷	۵۶/۲۶	۷۰/۴۹	۱۰/۳۹	۱۱/۷۴	۷/۲۷	۵/۱۴	۶/۹۶	۱۰/۳۶	۱۳/۲۰			
۲	۷۱/۰۱	۶۸/۳۱	۵۲/۲۴	۲۷/۷۳	۳۴/۹۳	۵۴/۹۱	۶۲/۱۶	۹/۳۶	۱۰/۳۲	۷/۷۶	۵/۶۹	۶/۱۶	۱۰/۴۴	۱۳/۱۱			
۳	۷۳/۷۹	۸۰/۱۶	۴۶/۴۱	۲۹/۳۹	۳۲/۴۳	۶۵/۸۳	۶۰/۹۷	۹/۴۴	۱۱/۵۹	۶/۷۶	۵/۵۸	۵/۷۹	۱۲/۳۷	۱۳/۰۱			
۴	۶۵/۶۹	۷۳/۷۷	۴۲/۰۱	۱۹/۱۶	۳۳/۰۰	۵۳/۴۸	۶۲/۷۶	۸/۰۲	۱۰/۱۰	۶/۲۴	۳/۳۷	۶/۲۴	۹/۶۵	۱۲/۲۴			
۵	۶۹/۹۲	۶۰/۵۲	۳۶/۱۰	۲۷/۶۱	۳۳/۱۴	۵۵/۶۲	۵۵/۶۲	۸/۴۸	۸/۱۱	۴/۹۵	۴/۸۲	۵/۵۹	۹/۵۱	۱۲/۰۹			
۶	۷۲/۱۰	۸۱/۱۴	۶۵/۵۷	۳۸/۵۶	۴۶/۵۰	۶۳/۶۲	۸۵/۰۷	۱۰/۸۶	۱۱/۹۶	۹/۸۸	۷/۴۲	۸/۷۰	۱۱/۸۸	۱۵/۰۹			
۷	۷۱/۱۶	۸۵/۳۰	۵۳/۵۰	۳۴/۵۱	۴۲/۷۹	۵۹/۲۶	۷۰/۴۹	۹/۴۰	۱۲/۴۸	۷/۸۶	۶/۴۹	۷/۳۲	۱۰/۹۳	۱۳/۲۴			
۸	۶۸/۹۵	۷۸/۴۸	۳۷/۲۹	۲۴/۱۶	۳۳/۹۳	۴۲/۴۸	۶۰/۳۸	۸/۶۰	۱۰/۲۸	۵/۴۹	۴/۱۰	۵/۳۹	۷/۷۳	۱۲/۳۴			
۹	۷۷/۶۸	۹۹/۲۹	۷۳/۸۰	۳۱/۳۰	۳۶/۲۱	۸۱/۱۱	۷۲/۸۷	۱۲/۲۲	۱۵/۳۳	۱۱/۷۰	۷/۱۶	۷/۱۸	۱۵/۶۱	۱۵/۷۶			
۱۰	۶۷/۰۶	۷۵/۱۴	۶۲/۰۵	۳۱/۴۲	۳۷/۵۰	۶۳/۰۵	۶۳/۶۵	۹/۸۴	۱۳/۰۷	۹/۹۶	۷/۲۴	۷/۲۳	۱۲/۸۱	۱۴/۵۲			
۱۱	۶۸/۵۳	۷۶/۱۳	۵۰/۰۵	۲۴/۸۷	۴۱/۹۳	۴۸/۸۴	۵۸/۰۰	۷/۹۸	۱۰/۶۹	۷/۴۱	۴/۸۴	۷/۳۸	۸/۳۸	۱۱/۶۷			
۱۲	۶۴/۰۵	۵۴/۵۱	۵/۰۹	۶/۷۸	۲۰/۷۱	۲۹/۶۳	۳۹/۲۶	۱۰/۱۳	۷/۶۸	-/۷۲	۱/۲۰	-/۷۲	۵/۴۶	۱۵/۷۹			
LSD5%	۱۰/۱۵	۱۴/۴۶	۹/۶۷	۷/۹۲	۱۲/۵۷	۱۰/۳۴	۱۹/۶۸	۱/۵۷	۲/۴۵	۱/۶۴	۱/۱۸	۲/۳۷	۱/۷۸	۲/۰۲			

با توجه به نحوه تجزیه واریانس و معنی‌دار شدن هر صفت در مواردی که اثر متقابل مکان × ژنوتیپ یا اثر متقابل مکان × سال × ژنوتیپ معنی‌دار شده است، مقایسه میانگین برای هر محیط به طور مجزا انجام شده است. اسامی ژنوتیپ‌ها در جدول ۲ ارائه شده است.

صفات ظاهری

در هیبریدهای ۱، ۳ و ۶ کمتر از مقدار میانگین بودند (جدول ۵). در هر دو سال آزمایش رقم خارجی شماره ۹ و رقم خارجی شماره ۱۰ تنها در سال دوم آزمایش کمتر از میانگین نشان دادند. در مجموع از بین هفت هیبرید مورد بررسی و با توجه به خصوصیات اندازه‌گیری شده ریشه، هیبریدهای ۱ و ۶ از یکنواختی بیشتر و در مقابل، ریشه هیبریدهای ۴ و ۷ از یکنواختی کمتر برخوردار بودند.

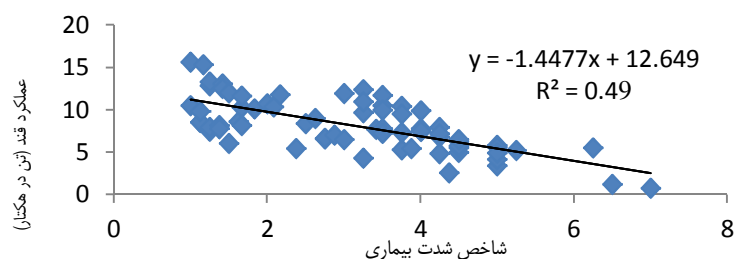
شدت علائم بیماری

با توجه به آزمون فریدمن معلوم شد که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در مناطق آلوده، از نظر آلودگی ریشه اختلافات معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. کمترین آلودگی در دو رقم تجارتي خارجی شماره ۹ و ۱۰ مشاهده شد. در بین هیبریدهای امیدبخش هیبرید شماره ۶ کمترین علائم آلودگی را داشت (جدول ۴).

تجزیه رگرسیون رابطه شاخص شدت علائم بیماری ریزومانیا به عنوان متغیر مستقل و عملکرد قند به عنوان متغیر وابسته در ۱۲ ژنوتیپ نشان داد که رابطه خطی بین این دو متغیر وجود داشته و حدود ۴۹ درصد از تغییرات عملکرد قند مرتبط با تغییرات شدت بیماری می باشد (شکل ۱). این مشاهدات، گزارشات قبلی محمدیان و همکاران (2016) مبنی بر وجود رابطه خطی و منفی بین شدت آلودگی و عملکرد قند را تأیید می‌نماید.

آزمون فریدمن نشان داد که اثرات ژنوتیپ بر رشد در مرحله اواسط فصل به طور میانگین در سه منطقه (میان‌دوآب، زرقان و فارس) و دو سال مورد بررسی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نبود. با این وجود همان گونه که در جدول ۵ مشاهده می شود بیشترین نمره رشد به طور میانگین به ترتیب مربوط به رقم‌های تجارتي شماره ۱۰، ۸ و ۹ بود. در بین هیبریدهای امید بخش هیبرید شماره ۶ بهتر از دیگر هیبریدها از نظر رشد گیاهی ظاهر شد.

مقدار ضریب تغییرات وزن تک ریشه، در سال اول از هفت هیبرید مورد بررسی، به جز هیبریدهای شماره ۴ و ۷، سایر هیبریدها از ضریب تغییرات کمتری برخوردار بودند (جدول ۵). ضریب تغییرات وزن تک ریشه رقم خارجی شماره ۹ نیز در همین محدوده بود، در حالی که مقدار آن برای رقم خارجی شماره ۱۰ قدری بالاتر از میانگین بود. در سال دوم آزمایش هیبریدهای ۱ و ۶ و دو رقم مقاوم خارجی کمتر از میانگین و رقم حساس بالاتر از میانگین بودند (شکل ۱). در سال ۱۳۹۲، مقدار ضریب تغییرات طول ریشه، هیبریدهای ۱، ۲، ۳، ۵ و ۶ و در سال ۱۳۹۳، هیبریدهای ۱، ۶ و ۷ کمتر از میانگین بودند، در حالی که دو رقم خارجی از این جهت در محدوده بالای میانگین بودند. ضریب تغییرات بزرگترین قطر ریشه ذخیره‌ای در سال اول آزمایش در بین هفت هیبرید امیدبخش به جز در هیبرید شماره ۴ کمتر از میانگین بودند (جدول ۵)، در حالی که در سال دوم آزمایش تنها



شکل ۱ معادله رگرسیونی شاخص شدت علائم بیماری ریزومانیا به عنوان متغیر مستقل و عملکرد قند به عنوان متغیر وابسته در چهار منطقه کرج، مشهد، زرقان و میان‌دوآب طی دو سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

جدول ۴ آزمون غیرپارامتری فریدمن و میانگین مقادیر رتبه‌ای نمره رشد و شاخص شدت بیماری ریزومانیا در ۱۲ ژنوتیپ مورد بررسی در شرایط متفاوت آلودگی به بیماری ریزومانیا

شماره ژنوتیپ	نمره رشد	شدت آلودگی
۱	۴/۰۲	۳/۱۷
۲	۴/۰۳	۳/۰۱
۳	۳/۹۲	۳/۱۱
۴	۳/۸۶	۳/۰۳
۵	۳/۵۰	۳/۱۱
۶	۴/۰۸	۲/۷۳
۷	۳/۸۱	۲/۸۸
۸	۴/۰۶	۳/۷۲
۹	۴/۱۷	۱/۹۹
۱۰	۴/۴۴	۲/۱۹
۱۱	۳/۷۵	۳/۱۴
۱۲	۳/۲۸	۵/۶۳

تعداد آزمایشات	درجه آزادی	K ²	تعداد آزمایشات	درجه آزادی	K ²
۶	۱۱	۴۵/۹۶**	۶	۱۱	۱۷/۳۴n.s.

n.s. و * به ترتیب غیرمعنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد آماری و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد آماری. * اسامی ژنوتیپ‌ها با توجه به شماره آن‌ها براساس جدول ۲ می‌باشد.

جدول ۵ ضریب تغییرات برخی صفات مرفولوژیک ریشه در ۱۲ ژنوتیپ چغندرقد- کرج

شماره ژنوتیپ	ضریب تغییرات وزن تک ریشه (%)		ضریب تغییرات طول ریشه ذخیره‌ای (%)		ضریب تغییرات بزرگترین قطر ریشه ذخیره‌ای (%)	
	۹۲	۹۳	۹۲	۹۳	۹۲	۹۳
۱	۴۵/۴۷	۳۴/۴۲	۲۳/۰۸	۱۳/۸۴	۱۹/۰۹	۱۷/۳۷
۲	۴۷/۵۲	۴۸/۲۸	۲۲/۱۵	۲۵/۷۶	۱۸/۵۹	۲۱/۶۹
۳	۴۱/۰۶	۴۶/۴۹	۲۴/۱۶	۱۹/۸۵	۱۹/۳۸	۱۳/۷۴
۴	۵۸/۲۰	۵۱/۰۴	۲۵/۳۵	۲۱/۲۵	۲۲/۰۸	۲۳/۷۳
۵	۴۳/۸۸	۵۳/۰۲	۱۸/۴۶	۱۹/۵۵	۲۰/۳۹	۲۳/۲۸
۶	۴۳/۶۵	۳۹/۴۲	۱۸/۸۵	۱۷/۱۸	۱۴/۹۶	۱۷/۷۱
۷	۵۳/۱۵	۴۶/۸۸	۳۷/۹۲	۱۳/۹۲	۱۸/۳۴	۲۱/۳۳
۸	۵۲/۴۸	۴۱/۴۹	۳۷/۶۷	۱۸/۳۵	۱۹/۰۷	۱۴/۶۹
۹	۴۴/۴۸	۳۷/۶۹	۲۷/۰۹	۲۰/۲۶	۱۹/۷۹	۱۶/۰۶
۱۰	۵۱/۵۰	۳۱/۳۱	۳۱/۳۵	۲۱/۰۸	۲۷/۱۰	۱۸/۲۶
۱۱	۴۲/۰۸	۵۲/۷۵	۲۵/۰۶	۱۸/۰۹	۱۵/۹۲	۱۸/۴۵
۱۲	۴۹/۲۷	۵۹/۷۷	۲۳/۹۷	۲۵/۱۳	۲۱/۹۳	۱۹/۴۲
میانگین	۴۷/۷۳	۴۵/۲۱	۲۴/۵۹	۱۹/۵۲	۱۹/۷۲	۱۸/۸۱

اسامی ژنوتیپ‌ها با توجه به شماره آن‌ها براساس جدول ۱ می‌باشد.

بحث

ژنوتیپ‌ها از نظر علائم بیماری در آزمایشات مزرعه‌ای و سپس تعیین غلظت ویروس در ریشه‌ها با استفاده از آزمون الیزا (ELISA) جهت ارزیابی مقاومت به بیماری ژنوتیپ‌ها توصیه

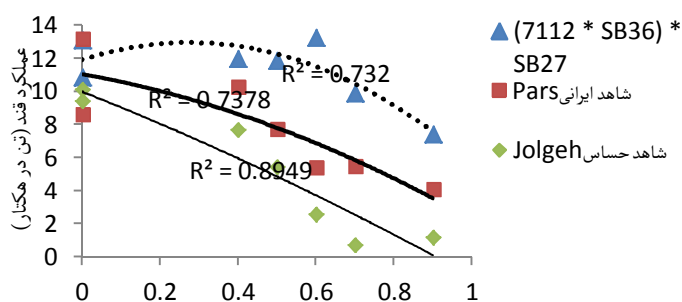
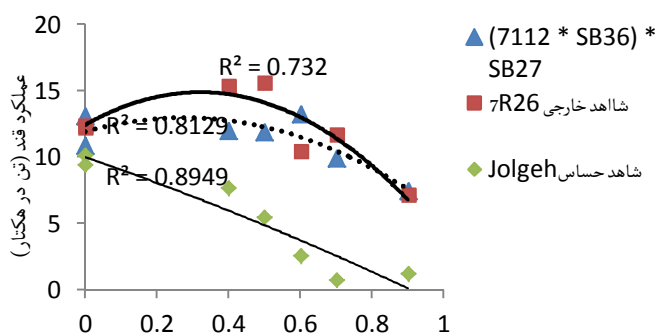
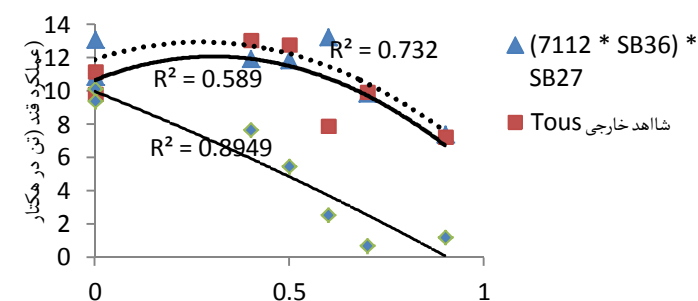
نمره‌بندی ژنوتیپ‌ها از جهت آلودگی به بیماری از پارامترهای مهم در یک برنامه اصلاحی است. نمره‌بندی

شده است (Scholten and Lange 2000). این نمرات می‌تواند براساس شدت بیماری در اندام هوایی (Whitney 1989) و یا در ریشه (Luterbacher *et al.* 2005) باشد. همبستگی معنی‌داری بین شدت علائم بیماری بر روی اندام هوایی، با مقادیر آزمون الیزا وجود دارد (Whitney 1989). هم‌چنین همبستگی مثبت بین علائم ظاهری ریشه و غلظت ویروس نشان داده شده است (Pferdmenges *et al.* 2009). با توجه به نتایج حاصل از آزمایشات انجام شده در شرایط متفاوت آلودگی به بیماری در ارتباط با صفات مهم کمی و کیفی، می‌توان نتیجه گرفت که هیبریدهای امیدبخش ۱ و ۲ تنها از نظر درصد قند، هیبرید شماره ۷، از نظر عملکرد ریشه و درصد قند و هیبرید شماره (7112×6) (SB27) \times SB36 از نظر هر سه صفت مورد بررسی در مقایسه با دو رقم مقاوم خارجی و دو رقم مقاوم ایرانی، به خوبی ظاهر شدند. اختلافات عملکرد کمی و کیفی هیبریدهای چغندر قند در شدت‌های متفاوت آلودگی به بیماری ریزومانیا توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (Mohammadian *et al.* 2016; Fathie *et al.* 2013; Dosenovic *et al.* 2006; Nenadic *et al.* 2003). این اختلافات می‌تواند به دلیل اختلاف در مقاومت به بیماری و هم‌چنین پتانسیل بالای آنها باشد. اخیراً گزارش شده است که ارقام جدید مقاوم به ریزومانیا در شرایط عدم آلودگی نیز دارای عملکرد بیش از ارقام معمولی هستند (Uchkunov *et al.* 2016). نتیجه یک تحقیق دیگر نیز نشان داد که در خاک غیرآلوده اختلافی بین ماده خشک و شاخص‌های رشد ارقام مقاوم با حساس چغندر قند مشاهده نشد، اما در شرایط آلوده علاوه بر ماده خشک ریشه ارقام مقاوم، برخی از شاخص‌های مهم رشد آنها نظیر شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی (CGR) و مقدار اسیمپلاسیون خالص (NAR) بیش از ارقام حساس بود (Rezaei *et al.* 2014b). نتایج حاصل از این آزمایش در شرایط غیرآلوده (کرج ۹۲ و میاندوآب ۹۳) و هم‌چنین در شرایط آلوده نیز تأییدکننده آن است که بهر حال ارقام مقاوم در هر شرایطی از عملکرد بالایی برخوردار هستند. لذا به نظر می‌رسد علاوه بر داشتن مقاومت به بیماری ریزومانیا در چغندر قند، این ارقام دارای پتانسیل عملکرد بیشتری نیز هستند. نکته جالب آن است که ارقام جدید مقاوم به ریزومانیا نسبت به ارقام معمولی، دارای مقاومت بیشتری به بیماری‌های دیگر نظیر سرکوسپورا *Cercospora beticola* و سفیدک *Erysiphe communis* بوده و مقدار پوسیدگی ریشه در آنها کمتر است (Uchkunov *et al.* 2016). لذا از نتایج می‌توان استنباط کرد که افزایش مقاومت به ریزومانیا در چغندر قند منتهی به افزایش عملکرد در مزارع، بدون در نظر گرفتن آنکه مزرعه دارای آلودگی است، می‌گردد. هم‌چنین با توجه به نتایج حاصل مشاهده شد که هیبرید شماره ۶ از یکنواختی و رشد مناسب و در عین حال از یکنواختی ریشه نیز برخوردار بود. به طور کلی ثابت شده است که دریافت کم نور توسط چغندرهایی با رشد کم و هم‌چنین غیریکنواختی ریشه باعث ضرر زیاد کشاورز در زمان برداشت می‌شود (Jordan *et al.* 2011). غیریکنواختی ریشه در برداشت مکانیزه باعث افزایش ضایعات می‌گردد (Gahramanian and Tabatabaee Far 2008). با توجه به این که علائم ضعیف بیماری نیز در ریشه این هیبرید وجود داشت می‌توان استنباط کرد که این هیبرید در مقایسه با سایر هیبریدهای امیدبخش، علاوه بر داشتن مزایای ذکر شده از مقاومت خوبی به بیماری ریزومانیا نیز برخوردار است. در جدول شماره ۶ میانگین صفات کمی مهم ریشه در هیبرید شماره ۶ در مقایسه با میانگین ارقام مقاوم خارجی و ایرانی و هم‌چنین رقم حساس در هشت منطقه آزمایش نشان داده شده است. این هیبرید، به ترتیب حدود ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۹۰ درصد ارقام مقاوم خارجی، ارقام مقاوم ایرانی و رقم حساس ریشه در هکتار

شده است (Scholten and Lange 2000). این نمرات می‌تواند براساس شدت بیماری در اندام هوایی (Whitney 1989) و یا در ریشه (Luterbacher *et al.* 2005) باشد. همبستگی معنی‌داری بین شدت علائم بیماری بر روی اندام هوایی، با مقادیر آزمون الیزا وجود دارد (Whitney 1989). هم‌چنین همبستگی مثبت بین علائم ظاهری ریشه و غلظت ویروس نشان داده شده است (Pferdmenges *et al.* 2009). با توجه به نتایج حاصل از آزمایشات انجام شده در شرایط متفاوت آلودگی به بیماری در ارتباط با صفات مهم کمی و کیفی، می‌توان نتیجه گرفت که هیبریدهای امیدبخش ۱ و ۲ تنها از نظر درصد قند، هیبرید شماره ۷، از نظر عملکرد ریشه و درصد قند و هیبرید شماره (7112×6) (SB27) \times SB36 از نظر هر سه صفت مورد بررسی در مقایسه با دو رقم مقاوم خارجی و دو رقم مقاوم ایرانی، به خوبی ظاهر شدند. اختلافات عملکرد کمی و کیفی هیبریدهای چغندر قند در شدت‌های متفاوت آلودگی به بیماری ریزومانیا توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (Mohammadian *et al.* 2016; Fathie *et al.* 2013; Dosenovic *et al.* 2006; Nenadic *et al.* 2003). این اختلافات می‌تواند به دلیل اختلاف در مقاومت به بیماری و هم‌چنین پتانسیل بالای آنها باشد. اخیراً گزارش شده است که ارقام جدید مقاوم به ریزومانیا در شرایط عدم آلودگی نیز دارای عملکرد بیش از ارقام معمولی هستند (Uchkunov *et al.* 2016). نتیجه یک تحقیق دیگر نیز نشان داد که در خاک غیرآلوده اختلافی بین ماده خشک و شاخص‌های رشد ارقام مقاوم با حساس چغندر قند مشاهده نشد، اما در شرایط آلوده علاوه بر ماده خشک ریشه ارقام مقاوم، برخی از شاخص‌های مهم رشد آنها نظیر شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی (CGR) و مقدار اسیمپلاسیون خالص (NAR) بیش از ارقام حساس بود (Rezaei *et al.* 2014b). نتایج حاصل از این

جدول ۶ میانگین صفات کمی مهم ریشه در هیبرید امیدبخش برتر و مقایسه آن با شاهد های حساس و مقاوم در چهار مکان کرج، مشهد، زرقان و میاندوآب طی دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

رقم	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	عملکرد قند (تن در هکتار)
هیبرید امید بخش شماره ۶	۶۵/۰۳	۱۰/۴۵
میانگین ارقام خارجی مقاوم (۹ و ۱۰)	۶۲/۷۵	۱۰/۶۳
میانگین ارقام مقاوم داخلی (۸ و ۱۱)	۵۲/۲۶	۷/۹۱
رقم حساس (۱۲)	۳۳/۷۳	۵/۳۷



شدت بیماری در مزرعه

شکل ۲ نحوه عکس العمل ارقام مقاوم و حساس چغندر قند به افزایش شدت بیماری ریزومانی در آزمایشات کرج، زرقان و میاندوآب طی دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ و مشهد در سال زراعی ۱۳۹۳

داشت. هم چنین هیبرید ۶ توانست به ترتیب حدود ۱۰۰ درصد ارقام خارجی، ۱۳۰ درصد ارقام مقاوم ایرانی و ۱۹۰ درصد رقم حساس عملکرد قند تولید نماید.

در شکل ۲ نحوه پاسخ تغییرات عملکرد قند هیبرید شماره ۶ به افزایش شدت بیماری ریزومانی با دو رقم خارجی، رقم مقاوم ایرانی و همچنین رقم حساس مقایسه شده است. همان طور که در این شکل مشاهده می شود در محور x کلیه مناطق اجرای آزمایش به جز مشهد سال ۱۳۹۲ با توجه به شدت بیماری مرتب شده اند. علت حذف مشهد در سال ۱۳۹۲ کم بودن عملکرد کلیه ارقام بود که احتمالاً ناشی از وجود نماتد می باشد. با حذف داده های مشهد سال ۱۳۹۲ اگر چه تغییر زیادی در روند تغییرات مشاهده نشد اما باعث افزایش چشمگیر مقادیر ضریب تبیین گردید. همان طور که مشاهده می شود عملکرد قند رقم حساس با افزایش شدت بیماری به سرعت رو به کاهش است در حالی که ارقام مقاوم خارجی و همین طور هیبرید شماره ۶ با افزایش شدت بیماری تا حدود ۰/۶ تغییر زیادی نداشته اما بعد از آن با سرعت زیادی روبه کاهش می رود. روند تغییرات عملکرد قند در رقم پارس (رقم قدیمی مقاوم به ریزومانیای ایرانی) نیز مشابه رقم حساس است با این تفاوت که سرعت کاهش آن با افزایش شدت بیماری کمتر می باشد. در شدت های بیماری کم، عملکرد رقم خارجی 7R26 بیش از هیبرید جدید است در حالی که با افزایش شدت بیماری اختلاف عملکرد این دو کم می شود. در مقابل، مقایسه تغییرات عملکرد قند هیبرید شماره ۶ با رقم خارجی Tous حاکی از آن است که تقریباً با یک روند ثابت عملکرد قند هیبرید جدید بیش از رقم خارجی و نشان دهنده پتانسیل بالاتر این هیبرید می باشد.

سپاسگزاری

تحقیقاتی که در اجرای این پژوهش همکاری داشته‌اند صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

از حمایت‌های بی دریغ مدیریت محترم و رحمت کلیه همکاران تلاشگر در ستاد موسسه تحقیقات چغندر قند و نیز مراکز

References:

منابع مورد استفاده:

- Anonymous. FAOSTAT [Internet]. 2016b; Available from <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- Anonymous. Performance table of sugar beet factories, Iranian Sugar Factories Syndicate [Internet]; 2016a. Available from: <http://www.isfs.ir/amalkard1.htm> (In Persian)
- Anonymous. Testing for homogeneity of variance with Hartley's F_{max} test [Internet]. 2013; Available from <http://www.sussex.ac.uk/Users/grahamh/RM1web/Testing%20for%20homogeneity%20of%20variance.pdf>.
- Asher MCJ. Rhizomania: Recent development. Brit. Sugar Beet Rev. 1994; 62 (4): 10-12.
- Blunt SJ, Asher MJC, Gilligan CA. Infection of sugar beet by *P.betae* in relation to soil temperature. Plant Pathol. 1991; 40: 257-267.
- Canova A. Si studia la rizomania della bietola. Informatore Fitopatologico. 1966; 10: 235-239.
- Cariolle M. Rhizomanie - mesures de prophylaxie en france et dans d'autres pays. Proceedings of 50th International Institute Sugar Beet Research Winter Congress; 1987 Feb 11-12; Bruxelles. 1987. P. 63-79.
- Dosenovic IS, Radivojevic SG, Kabc DR, Pajic DP, Skrbic KZ. Evaluation of quality of sugar beet grown on soils highly infected with rhizomania. Zbornik Matice Srpske za Prirodne Nauke, 2006; 110: 75-83.
- Draycott AP. Sugar Beet. Blackwell Scientific Publishing Co. Ltd., London, UK. 2006.
- Fathi MR, Vahedi S, Bazrafshan M, Shabazi HA, Abodlahian Noghabe M. Development of sugar beet hybrids carrying rhizomania resistance gene and comparison of their performance and quality. Seed and Plant Improv. 2013; 29(4): 777-789. (in Persian)
- Gahramanian G, Tabatabaee Far A. Effect of different tillage methods on the sugar beet growth monotonousness for mechanized harvesting. 10th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture; 2008; Oct.14-17, Antalya- Turkiye. P. 91-96.
- Harju VA, Mumford RA, Blockley A, Boonham N, Clover G RG, Weekes R, Henry CM. Occurrence in the United Kingdom of *beet necrotic yellow vein virus* isolates which contain RNA 5. Plant Pathol. 2002; 51(6): 811.
- Heijbroek W. Dissemination of rhizomania by water, soil and manure. Proceedings of 50th International Institute Sugar Beet Research Winter Congress; 1987; Feb. 11-12. Bruxelles. P. 35-43.
- Izadpanah K, Hashemi P, Kamran R, Sahandpour A, Masumi M. Widespread occurrence of rhizomania-like disease of sugar beet in Fars. Plant Pathol. 1996; .32: 200-206. (in Persian)

- Kajiyama T, Yoshizawa A, Yoshida T, Yanagisawa A, Yoshimura Y, Ohtsuchi K, Abe H, Niura T. Response of sugar beet varieties to rhizomania disease of sugar beet. I. The yield and quality of sugar beet. Proceedings of Japanese Society of Sugar Beet Technologists. 1999. 32: 53-58
- Kaya R, Erdiller G. Alpullu Şeker Fabrikası'nın ekim alanlarında rhizomania hastalığının toprak özellikleri ile ilişkisi. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri. 2001; 3-8 Eylül. Tekirdağ. 168-180.
- Kaya R. Distribution of rhizomania disease in sugar beet growing areas of Turkey. Tarım Bilimleri Dergisi. 2009; 15(4): 332-340.
- Keskin B. *Polymyxa betae* n.sp., ein parasit in den wurzeln von *Beta vulgaris* Tournefort, besondersweahrend der jungendentwicklung der zuckerrübe. Arch. Microbio. 1964; 49: 348-378.
- Koenig RD, Lanefors BL. Molecular analyses of European A, B and P type sources of beet necrotic yellow vein virus and detection of rare P type in Kazakhstan, Arch. Virol. 2000; 145(8): 1561-1570.
- Luterbacher M, Asher MJC, Beyer W, Mandolino G, Scholten OE, Frese L, Biancardi E, Stevanato P, Mechelke W, Slyvchenko O. Sources of resistance to diseases of sugar beet in related beta germplasm: Soil borne diseases. Euphytica 2005; 141: 49-63.
- Mohammadaian R, Mahmoudi SB, Shabazi HA, Darabi S, Pedram A. Performance of Sugar Beet Hybrids in Different Levels of Rhizomania Disease Severity. The Plant Product. 2016; 39(2): 27-42.
- Nenadic N, Nedic M, Zivanovic Lj, Kolaric Lj, Gujanicic T. Effect of genotype on sugar beet yield and quality. Agric. Sci. 2003; 48(1): 1-9.
- Pferdmenges F, Korf H, Varrelmann M. 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. Europ. Plant Pathol. 2009; 124: 31-43.
- Pourrahim R, Afzali H, Kakoeinejad M. Survey of *Beet necrotic yellow vein virus*- BNYVV in sugar beet fields in five main provinces of IRAN. 2015; Final Report. Iranian Research Institute for Plant Protection. 22 p. (in Persian)
- Putz C, Merdinoglu D, Lemaire O, Stocky G, Valentin P, Wiedemann S. Beet necrotic yellow vein virus, causal agent of sugar beet rhizomania. Rev. Plant Pathol. 1990; 69:247-254
- Radivojević S, Kabić D, Filipović V, Jaćimović G. Yield and technological quality of modern sugar beet varieties in the Republic of SERBIA. Food and Feed Res. 2008; 35(2): 53-58.
- Rezaei J, Banayan Aval M, Nezame A, Mahmoodi B. Physiological behavior in response to sugar beet rhizomania virus. Plant Protec. 2014a; 28(1): 138-146. (in Persian)
- Rezaei J, Bannayan M, Nezami A, Mehrvar M, Mahmoodi B. 2014a. Growth analysis of rhizomania infected and healthy sugar beet. Crop Sci. 2014b; 17(2): 59-69.

- Scholten OE, Lang W. Breeding for resistance to rhizomania in sugar beet: A review. *Euphytica*. 2000. 112(3): 219-231.
- Suarez MB, Grondona I, Garcia-Benavides P, Monte E, Garcia-Acha I. Characterization of beet necrotic yellow vein furovirus from Spanish sugar beet. *Int. Microbiol.* 1999; 2 (2): 87-92.
- Tamada T. Beet necrotic yellow vein virus. *CMI/AAB. Description of Plant Viruses*. 1975; 144. Association of Applied Biologists, Wellesbourne, UK.
- Tosic M, Sutic D, Milovanovic M. Investigations of sugar-beet rhizomania in Yugoslavia. *Proceedings of 48th International Institute of Sugar Beet Research Winter Congress*. 1985; Feb. 13-14; Bruxelles. 431-445.
- Uchkunov I, Raykov S, Uchkunov V, Tanova K, Mehmed A. Productivity and resistance of parental forms and hybrid of sugar beet which are tolerant to rhizomania disease. *Int. Res. Studies. Agric. Sci.* 2016; 2(1), 1-5.
- Whitney ED. Identification, distribution and testing for resistance to rhizomania in *Beet maritima*. *Plant Disease*, 1989; 73: 287-290.
- Zelyazkov D, Uchkunov I. Testing of parental forms and hybrids of sugar beet Rhizomania tolerant. *Scientific works of NCAS*. 2005; 3: 339-342.