

ارزیابی صفات مربوط به عملکرد در هیبریدهای مولتی ژرم چغندر قند مقاوم به ریزومانیا

Evaluation of Yield Related Traits in Sugar Beet Multigerm Hybrids Resistant to Rhizomania Disease

سعید واحدی^۱، حسنعلی شهبازی^۱، محسن بذرافشان^۲، حمید نوشاد^۱
و پرویز فصاحت^۳

۱ و ۳- به ترتیب مربی و استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۲- استادیار، بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زرقان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۹/۲۵

چکیده

واحدی، س.، شهبازی، ح.، بذرافشان، م.، نوشاد، ح. و فصاحت، پ. ۱۳۹۵. ارزیابی صفات مربوط به عملکرد در هیبریدهای مولتی ژرم چغندر قند مقاوم به ریزومانیا. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۲: ۵۵۶-۵۴۳.

بیماری ویروسی ریزومانیا یکی از مخرب‌ترین بیماری‌های چغندر قند در اکثر مناطق چغندر کاری دنیا محسوب می‌شود. با توجه به گسترده‌گی این بیماری در برخی از استان‌های کشور، شناسایی هیبریدهای متحمل جدید و استفاده از آن‌ها به صورت تجاری امری ضروری است. در این تحقیق، از پنج گرده‌افشان حامل ژن Rz_1 به عنوان والد پدری و سه سینکل کراس $276-3.27 \times SB36$ ، $276-37.34 \times SB36$ و $I13 \times A37.1$ به عنوان پایه مادری برای تهیه هیبرید استفاده، هیبریدهای در سال ۱۳۸۹ تولید و در مزرعه آلوده به بیماری ریزومانیا در ایستگاه زرقان فارس ارزیابی مشاهده‌ای شدند. در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ پانزده هیبرید منتخب به همراه شاهد‌های مقاوم و حساس به ریزومانیا در یک آزمایش در دو منطقه خراسان رضوی و کرج ارزیابی شدند. با توجه به نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو منطقه مشهد و کرج در دو سال آزمایش مشخص شد که از نظر صفات عملکردی، هیبریدهای $S1-88239 \times (I13 \times A37.1)$ ، $S1-88239 \times (276-3.27 \times SB36)$ و $S1-88239 \times (276-37.34 \times SB36)$ در مقایسه با شاهد مقاوم و هیبریدهای دیگر برتر بودند. بر اساس نتایج این تحقیق، همچنین می‌توان والد $S1-88239$ را به عنوان گرده‌افشان مناسب برای تهیه رقم مقاوم به ریزومانیا توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، ریزومانیا، ارزیابی مقاومت، هیبریدهای مقاوم، عملکرد.

مقدمه

معاهده مونترال، استفاده از آن ممنوع شد (Anonymous, 1987).

با توجه به این که کاربرد برخی از روش‌های زراعی (از جمله تاریخ کاشت، روش آبیاری و تناوب زراعی)، روش‌های شیمیایی و بیولوژیکی در مبارزه با بیماری چندان سودمند نیستند، استفاده از ارقام مقاوم بهترین راه مبارزه مؤثر با بیماری محسوب می‌شود (Harveson and Rush, 2002)؛ Biancardi *et al.*, 2002). به همین دلیل تاکنون تحقیقات وسیعی برای دستیابی به ارقام مقاوم علیه بیماری انجام شده است. در ایران با توجه به اهمیت بیماری ریزومانیا و اهمیت تولید ارقام مقاوم به ریزومانیا، ابتدا در مطالعه‌ای موضوع ژنتیک مقاومت به ریزومانیا مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه، دو منبع مقاوم به ریزومانیا، یکی با نام Holly-1-4 از زیر گونه *Beta vulgaris* و واجد یک ژن مقاوم (Rz_1) و دیگری با نام WB42 از زیر گونه *B. vulgaris sub sp. maritima* و با ژنتیک نامشخص با رگه‌های حساس به ریزومانیا تلاقی داده شدند و نسل F_1 تهیه شد. سپس گیاهان F_1 مقاوم برای تهیه جمعیت‌های F_2 و BC_1 استفاده شدند. جمعیت‌های در حال تفکیک حاصل از دو منبع مقاوم در شرایط گلخانه برای مقاومت به ریزومانیا بررسی شده و با استفاده از روش DAS-ELISA (Clark and Adams, 1977) غلظت ویروس در گیاهچه‌ها تعیین شد. در

بیماری ویروسی ریزومانیا یکی از مخرب‌ترین بیماری‌های چغندر قند محسوب می‌شود (Draycott, 2006). این بیماری اولین بار در سال ۱۹۵۹ از ایتالیا گزارش (Canova, 1959) و سپس در بسیاری از نقاط دنیا از جمله فرانسه (۱۹۷۲)، ژاپن (۱۹۷۳)، آمریکا (۱۹۸۳) و ایران (۱۹۹۶) گزارش شد (Johnson, 1991). در سال ۱۹۷۳، ویروس عامل بیماری (*Beet necrotic yellow vein virus*, BNYVV) ژاپن شناسایی و نام‌گذاری (Tamada and Baba, 1973) و وجود آن در اکثر کشورهای دنیا مشخص شد (Putz *et al.*, 1990). وقوع این بیماری از نظر اقتصادی اهمیت زیادی دارد، چرا که موجب کاهش شدید عملکرد قند در هکتار می‌شود (Putz *et al.*, 1990) و خسارت آن در ارقام حساس معمولاً بیش از ۸۰ درصد است که در مواردی به صد درصد نیز می‌رسد (Asher, 1993). همان‌گونه که از نیم قرن پیش تاکنون گزارش شده، بیماری ریزومانیا در مناطق کشت چغندر قند در حال گسترش است. برای انتقال بیماری وجود یک انگل اجباری حامل لازم است. بیماری برای سال‌های متمادی در خاک باقی می‌ماند و از این رو به صورت یک تهدید اساسی برای چغندر درآمده است. در گذشته برای کنترل بیماری از گاز متیل بروماید استفاده می‌شد ولی از سال ۱۹۸۷ بر اساس

نهایت، امیری و همکاران (Amiri et al., 2003) نشان دادند که مقاومت به ریزومانیا در Holly-1-4 تنها با یک ژن غالب کنترل می‌شود. به منظور کنترل موثر بیماری، ارقام متحمل باید از افزایش معنی‌دار زادمایه بیماری (ویروس عامل بیماری) در خاک جلوگیری کرده و مقاومت آن‌ها نیز پایدار باشد. از آن‌جا که برخی از منابع مقاومت موجود علیه بیماری در حال شکسته شدن هستند (Liu et al., 2005؛ Rush et al., 2006)، لذا تلفیق چند منبع مقاومت برای تولید رقم مقاوم ضروری است. سطح مقاومت ژرم پلاسماها (ژنوتیپ‌ها) نیز بستگی به مقدار ویروس در ریشه آن‌ها دارد و بر این اساس ژرم پلاسماهای متحمل به بیماری شناسایی و گزینش می‌شوند (Asher and Kerr, 1996؛ Tuitert et al., 1994).

برای انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم، ارزیابی‌ها به دو صورت در شرایط مزرعه با آلودگی طبیعی و یا در گلخانه انجام می‌شود. معمولاً در شرایط مزرعه، ریشه‌های مقاوم به ریزومانیا بر اساس نبودن علائم معمول ریزومانیا روی ریشه، اندازه بزرگ تر ریشه و توسعه بیشتر سیستم برگی انتخاب می‌شوند. محققین آمریکایی در آزمایش‌های مزرعه‌ای با مطالعه ارقام با سطوح مقاومت مختلف به ریزومانیا، بین مقادیر جذب الایزا، با مقیاس نه گانه ظاهری امتیازدهی به ریشه و وزن ریشه ارتباط معنی‌داری مشاهده کردند (Wisler et al., 1999). نتایج مطالعات

آن‌ها نشان داد که سیستم ارزیابی مزرعه‌ای که توسط شرکت‌های آمریکایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، مشابه آزمون پرهزینه الایزا، سودمند است. بنابراین، آن‌ها نتیجه‌گیری کردند که در صورت فقدان سایر عوامل بیماری‌زا، به‌نژادگران با اطمینان بالا می‌توانند واکنش ژرم پلاسماها را به ریزومانیا با استفاده از امتیازدهی (۱ تا ۹) و وزن کردن مواد اصلاحی کشت شده در مزرعه اندازه‌گیری کنند. آن‌ها همچنین خاطر نشان کردند که مقادیر غلظت ویروس در انتهای فصل رشد منعکس کننده واکنش رقم نیست. رادیووجویوکیک و همکاران (Radivojevic et al., 2006) در پژوهشی در صربستان و مونته‌نگرو، ۲۱ ژنوتیپ متحمل به بیماری ریزومانیا را در دو مزرعه آلوده و عاری از آلودگی به ریزومانیا مورد بررسی قرار داده و اعلام کردند که در مزرعه آلوده به ریزومانیا، رقم Concerto (با ۸۵/۷۸ تن در هکتار) در مقایسه با رقم شاهد (۱۲ تن در هکتار) بیشترین عملکرد ریشه را دارا بود. همین‌طور رقم Ivona (با ۱۵/۳۶ درصد) در مقایسه با رقم شاهد (۱۰/۹۲ درصد) از بیشترین درصد عیارقند برخوردار بوده و رقم Remos با ۹/۲۰۵ تن در مقایسه با رقم شاهد (۰/۸۴۲ تن) بیشترین درصد قند قابل استحصال را دارا بود.

کشت چغندر قند در قطعات کوچک با نظام خرده مالکی، بخش قابل توجهی از کل سطح زیر کشت این محصول را در سراسر کشور تشکیل می‌دهد (تا ۷۰ درصد سطح زیر کشت

چغندر قند در بعضی از استان‌ها مانند کرمان) و مشکلات بسیار زیادی نیز بر سر راه تولید محصول در این اراضی وجود دارد. شاید بتوان گفت که تنها بهره‌ای که کشاورزان خرده مالک از آن می‌برند استفاده از بذر ارقام اصلاح شده (ارقام مولتی ژرم) بوده است. لذا به نظر می‌رسد اصلاح ارقام مولتی ژرم از الویت‌های مهم تولید باشد (برنامه راهبردی چغندر قند). هدف از این تحقیق، شناسایی پایه‌های پدری و مادری مناسب و مقاوم به ریزومانیا در چغندر قند و در نهایت معرفی هیبرید(های) مولتی ژرم مقاوم به ریزومانیا با پتانسیل بالای عملکرد قند بود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از بیست لاین S1 حامل ژن Rz_1 که در تحقیقات قبلی تهیه شده بودند به عنوان والد پدری استفاده شد. پایه‌های مادری مورد استفاده در این تحقیق، دو سینگل کراس $276-37.34 \times SB36$ و $276-3.27 \times SB36$ حاصل از تلاقی نتاج پایه نرعقیم 276 با اوتایپ SB36 بودند. اوتایپ SB36 نسبت به بیماری ریزومانیا مقاوم بود بنابراین سینگل کراس‌های فوق‌الذکر حامل ژن Rz_1 بودند (Nourouzi *et al.*, 2010). علاوه بر این دو سینگل کراس، از سینگل کراس مولتی ژرم $I13 \times A37.1$ که پایه مادری اکثر ارقام مولتی ژرم و حساس به بیماری در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند محسوب شده و از ترکیب پذیری بالایی برخوردار است

نیز استفاده شد.

در فروردین سال ۱۳۸۹، ریشه‌چه بیست گرده‌افشان به همراه سه سینگل کراس مولتی ژرم برای تهیه هیبرید کشت و در ایزوله‌های اصلاحی تلاقی و تکثیر شد. هر ایزوله اصلاحی با مساحت ۶۰ مترمربع به تلاقی یک پایه پدری با یک پایه مادری اختصاص یافت. مابین هر ایزوله با چادر مخصوص حصار شد تا از انتقال گرده جلوگیری به عمل آید. در طول فصل داشت، کنترل نرعقیمی و عملیات زراعی در پایه‌های مادری در موقع مقرر انجام و در مرداد ماه اقدام به برداشت بذر شد. بذره‌های هیبرید به دست آمده بوجاری، فراوری و استانداردسازی شدند. همزمان با تهیه هیبریدها، در قالب پروژه دیگری بیست گرده‌افشان موردنظر در خزانه الوده به بیماری ریزومانیا ارزیابی مقاومت شدند. براساس نتایج، پنج گرده‌افشان مقاوم شناسایی شدند که هیبریدهای حاصل در این مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفتند. در سال ۱۳۹۰، هیبریدهای تولیدی به همراه شاهد های مقاوم و حساس و پایه‌های پدری در سه آزمایش بیست رقمی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در خزانه بیماری ریزومانیا استان خراسان رضوی و زمین غیرآلوده (نرمال) در کرج در خطوطی به طول ۸ متر (هر تیمار ۳ خط) و با فاصله ۵۰ سانتی متری کشت و مورد ارزیابی محصولی قرار گرفتند. بعد از کاشت، کلیه عملیات داشت اعم از آبیاری، وجین، تنک، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز و غیره به طور معمول

در منطقه انجام شد. در طول فصل رشد، تیمارها از نظر وضعیت رشد، سبزی برگ‌ها و یکنواختی نمره‌دهی شدند. در پایان فصل رشد نیز تعداد ریشه کلیه کرت‌ها مجدداً یادداشت و بر اساس

مقیاس ۱-۹ (Luterbacher *et al.*, 2005) نمره‌دهی و نمونه‌برداری لازم جهت تعیین خصوصیات کمی و کیفی انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱- نمره‌دهی برای ارزیابی آلودگی گیاه چغندر قند به بیماری ریزومانیا در مزرعه آلوده بر اساس مقیاس ۱ تا ۹ (Luterbacher *et al.*, 2005)

Table 1. Scoring of sugar beet plant for infection to rhizomania disease based on 1-9 scale in infected field (Luterbacher *et al.*, 2005)

Disease status	وضعیت آلودگی	نمره بیماری Disease score
Healthy roots	گیاهان با ریشه های سالم	1
A few secondary roots around taproot with small discoloration	ریشه های با ریشه ریشی محدود و قدری تغییر رنگ یافته	3
Few discolored hairy secondary roots around taproot	ریشه های با ریشه ریشی متوسط و تغییر رنگ یافته	5
A mass of hairy secondary roots around taproot	ریشه های با ریشه ریشی شدید، نکروزه و به شدت تغییر رنگ یافته	7
Dead plants, taproot necrosis	گیاهان مرده، ریشه های نکروزه و پوسیده	9

نمرات زوج به بوته هایی که حد وسط نمرات فرد را دارند، داده می شود.

Even numbers are given to roots ranking among odd numbers.

بررسی و با استفاده از روش UPGMA در گروه‌های مختلفی جای گرفتند.

در پایان فصل آزمایش، ریشه‌ها برداشت و صفات عملکرد ریشه درهکتار، عملکرد شکر سفید درهکتار و عیار قند اندازه‌گیری شد. در سال ۱۳۹۱ نیز آزمایش‌ها به همراه تمامی مراحل در هر سه منطقه تکرار شد. نتایج به دست آمده با استفاده از برنامه‌های آماری SAS و SPSS با فرض‌های اساسی تجزیه واریانس (یکنواختی واریانس‌های درون تیماری و نرمال بودن توزیع داده‌ها یا خطاها در سطح احتمال آماری یک درصد) محاسبه و مورد تحلیل قرار گرفت. برای دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها به روش تجزیه خوشه‌ای از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. در این تجزیه، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس ماتریس تشابه داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات مورد

نتایج و بحث

با توجه به این که این مطالعه در دو سال و در دو منطقه اجرا شده بود لذا ضمن تجزیه جداگانه آزمایش‌ها، اقدام به انجام آزمون یکنواختی واریانس‌ها از طریق آزمون بارتلت شد. نتیجه این آزمون نشان داد واریانس خطاهای آزمایشی برای اغلب صفات‌های مربوط به عملکرد کمی و کیفی یکنواخت هستند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر رقم برای صفات عملکرد ریشه، عیار قند و عملکرد شکر سفید در سطح احتمال یک درصد

معنی دار شد که بیانگر اختلاف ژنتیکی ارقام و هیبریدهای مورد مقایسه در آزمایش بود. به عبارت دیگر، هیبریدهای مورد آزمایش از نظر توان تولید محصول با یک دیگر اختلاف داشتند. اثر متقابل سال × رقم برای صفت عملکرد شکر و عیار قند در سطح یک درصد معنی دار شد و برای صفت عملکرد ریشه معنی دار نشد (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات کمی و کیفی هیبریدهای چغندر قند در دو منطقه کرج و مشهد در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱

Table 2. Combined analysis of variance for different quantitative and qualitative traits of sugar beet hybrids in Karaj and Mashhad in 2011 and 2012

S.O.V.	منابع تغییرات	df.	MS		
			عملکرد ریشه	عیار قند	عملکرد شکر سفید
		درجه آزادی	Root yield	Sugar content	White sugar yield
Year (Y)	سال	1	9552.82**	514.35**	172.22**
Location (L)	مکان	1	119068.68**	238.05**	510.75**
Y × L	سال × مکان	1	55291.42	1081.92	13.36
Rep (year × location)	تکرار (سال × مکان)	12	214.66	6.52	8.55
Genotype (G)	ژنوتیپ	19	963.83**	6.64**	21.57**
G × L	ژنوتیپ × مکان	19	708.68**	2.055 ^{ns}	12.97**
G × Y	ژنوتیپ × سال	19	147.98 ^{ns}	2.33**	4.11**
Y × L × G	سال × مکان × ژنوتیپ	19	243.07	2.55	4.00
Error	خطا	228	133.41	1.28	2.00
CV. (%)	درصد ضریب تغییرات		17.61	8.02	20.8

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

کاشته شدند. نتایج نشان داد که عملکرد ریشه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد. عملکرد بیشتر ریشه در واحد سطح، به ویژه برای افزایش محصول قند در هکتار حائز اهمیت است. در تحقیق حاضر، بیشترین مقدار عملکرد ریشه مربوط به هیبریدهای S1-88239 × SB36 (276-3.27)، S1-88239 × SB36 (276-37.34) و Aras 101 به ترتیب معادل ۸۱/۸۶، ۷۸/۴۵ و ۷۷/۲۸ تن در هکتار بود. از طرفی

عملکرد ریشه تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، عملکرد ریشه با واریانس ۹۶۳/۸۳ در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود و لذا اختلاف معنی داری از نظر عملکرد ریشه در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی وجود داشت (جدول ۲). در تحقیقی توسط سالاریان و همکاران (Salarian et al., 2011)، چهارده رقم مونوژرم و مولتی ژرم مقاوم به ریزومانیا به همراه یک شاهد مونوژرم حساس در خاک آلوده به ریزومانیا در مزرعه کارخانه قند فریمان

رشد گیاهان را به دلیل کاهش میزان فتوسنتز خالص و کاهش جذب نور توسط برگ‌های زرد شده دانستند.

درصد عیار قند

نتایج نشان داد که درصد عیار قند در سطح احتمال ۱٪ در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه معنی‌دار است (جدول ۲) که با نتایج سالاریان و همکاران (Salarian *et al.*, 2011) مطابقت داشت. از نظر عیار قند، بیشتر تیمارها نزدیک به هم بوده و همان‌طور که در جدول مقایسه میانگین‌ها ملاحظه می‌شود، شاهد مقاوم Aras 101 با ۱۵/۸۲ بیشترین میزان عیار قند را داشت و هیبرید 90-(SHR02-P.4) کمترین درصد قند (۱۲/۷۷) را دارا بود (جدول ۳). دامنه عیار قند این آزمایش از نتایج سالاریان و همکاران (Salarian *et al.*, 2011) با دامنه ۱۸/۸۱-۱۵/۳۹ درصد کمتر بود و با نتایج رادیووجویک و همکاران (Radivojevic *et al.*, 2006) با دامنه ۱۵/۳۶-۱۰/۹۱ درصد (در خاک‌های آلوده) مطابقت داشت.

عملکرد شکر سفید

مقدار عملکرد شکر سفید به عنوان عملکرد اقتصادی زراعت چغندر قند، مهم‌ترین صفت در رابطه با چغندر قند و مبنای مقایسه چگونگی تأثیر تیمارهای اعمال شده در تحقیقات این محصول محسوب می‌شود (Yousef Abadi and Abdollahian-Noghabi, 2011)

کمترین مقدار عملکرد ریشه، در رقم شاهد C-89 معادل ۴۹/۵۳ تن در هکتار حاصل شد، به طوری که اختلاف بیشترین و کمترین مقدار عملکرد ریشه، ۳۲/۳۳ تن در هکتار بود (جدول ۳). برتری هیبرید S1-88239 × (A37.1 × I13) نسبت به رقم جام طی دو سال، ناشی از پتانسیل تولید عملکرد ریشه بیشتر این هیبرید بود. در تحقیقی توسط رادیووجویک و همکاران (Radivojevic *et al.*, 2006)، ۲۱ رقم چغندر قند در دو مزرعه به ترتیب به شدت آلوده به ریزومانیا و عاری از بیماری کاشته شدند. میانگین عملکرد ریشه در منطقه آلوده به بیماری ۷۲/۴۶ تن در هکتار و برای شاهد آزمایش ۱۲ تن در هکتار بود. میانگین عملکرد ریشه در منطقه عاری از بیماری ۱۱۴/۴۰ تن در هکتار و برای شاهد آزمایش ۱۱۰/۶۹ تن در هکتار بود. در مطالعه‌ای دیگر، رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2014) میزان رشد ساقه و ریشه چهار رقم چغندر قند مقاوم و حساس به ریزومانیا را در دو سال اندازه‌گیری کردند. نتایج نشان داد که کاهش عملکرد گیاهان در خاک آلوده به دلیل پایین بودن میزان تثبیت دی‌اکسید کربن بود. همچنین ریشه ذخیره‌ای ارقام حساس به صورت نکروزه با تعداد زیادی ریشه چه کوچک و با وزن کم در آمد. در صورتی که این علائم در ریشه‌های ارقام مقاوم مشاهده نشد. کلاور و همکاران (Clover *et al.*, 1999) کاهش

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی هیبریدهای چغندر قند در دو منطقه کرج و مشهد در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱

Table 3. Mean comparison of different quantitative and qualitative traits of sugar beet hybrids in Karaj and Mashhad in 2011 and 2012

شماره هیبرید Hybrid no.	هیبرید Hybrid	عملکرد ریشه Root yield (tha ⁻¹)	درصد عیار قند Sugar content (%)	عملکرد شکر سفید White sugar yield (t ha ⁻¹)
1	(I13 × A37.1) × S1-88125	64.91cdef	14.25bc	6.63de
2	(276-3.27 × SB36) × S1-88125	68.82bcde	14.36b	7.35bcd
3	(276-37.34 × SB36) × S1-88125	62.03def	14.63b	6.80de
4	(I13 × A37.1) × S1-88239	81.86a	14.37b	8.51abc
5	(276-3.27 × SB36) × S1-88239	78.45ab	14.49b	8.88ab
6	(276-37.34 × SB36) × S1-88239	77.28ab	14.63b	8.44abc
7	(I13 × A37.1) × B8662	61.41def	13.04cd	5.30ef
8	(276-3.27 × SB36) × B8662	66.78cdef	14.25bc	6.94cde
9	(276-37.34 × SB36) × B8662	59.22ef	14.23bc	6.33def
10	(I13 × A37.1) × FC703	62.18def	14.17bc	6.51de
11	(276-3.27 × SB36) × FC703	63.09cdef	14.03bcd	6.45def
12	(276-37.34 × SB36) × FC703	62.01def	14.03bcd	6.25def
13	(I13 × A37.1) × FC709	57.69fg	13.97bcd	5.88def
14	(276-3.27 × SB36) × FC709	66.42cdef	13.71bcd	6.52de
15	(276-37.34 × SB36) × FC709	60.67ef	14.09bc	6.38def
16	(SHR01-P.12)-90	65.34cdef	13.61bcd	6.11def
17	(SHR02-P.4)-90	71.64bcd	12.77d	6.61de
18	Jaam-89	59.87ef	14.51b	6.32def
19	IC-89	49.53g	13.38bcd	4.74f
20	Aras 101	72.61abc	15.82a	9.30a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند.

Means within each column followed by similar letters are not significantly different at 5% probability level.

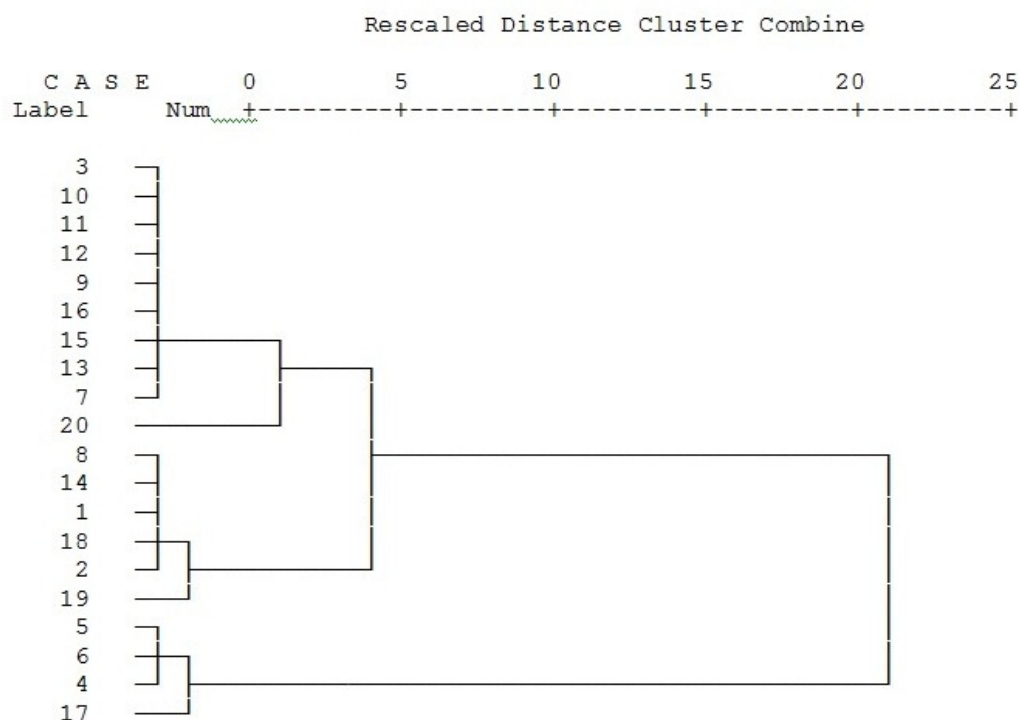
همکاران (Radivojevic *et al.*, 2006) میانگین عملکرد شکر سفید برای ارقام چغندر قند در زمین آلوده به بیماری ریزومانیا و عاری از آلودگی را به ترتیب ۷/۸۳۴ و ۱۵/۶۸۶ تن در هکتار گزارش کردند.

یکی از روش‌های آماری که برای گروه‌بندی تعداد زیادی از افراد یا ژنوتیپ‌ها بر اساس مجموعه‌ای از صفات اندازه‌گیری شده مورد استفاده قرار می‌گیرد تجزیه خوشه‌ای چند متغیره است. بر این اساس، شناسایی افراد مشابه یا افرادی که حداکثر صفات مطلوب را دارا هستند برای پی بردن به شباهت‌ها و انتخاب افراد برتر است، به‌طوری که افرادی که دارای شباهت بیشتری هستند در یک گروه قرار می‌گیرند (Farshadfar, 1998). لذا بر اساس

که حاصل ضرب درصد قند قابل استحصال در عملکرد ریشه است. تجزیه واریانس داده‌های این صفت نشان داد که اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد شکر سفید در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه وجود داشت و واریانس آن (۲۱/۵۷) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). همان‌طور که جدول مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد هیبریدهای (276-3.27 × SB36) × S1-88239 و (I13 × A37.1) × S1-88239 (276-37.34 × SB36) × S1-88239 به ترتیب با ۸/۴۴ و ۸/۸،۵۱/۸۸ تن در هکتار عملکرد شکر سفید با شاهد مقاوم Aras 101 (۹/۳۰ تن در هکتار) در یک سطح آماری قرار گرفتند. در همین راستا، رادیووجویک و

هیبریدهای مورد بررسی در این آزمایش با توجه به محاسبه ضریب فاصله اقلیدسی در چهار خوشه دسته‌بندی شدند (شکل ۱).

نتایج تجزیه خوشه‌ای چند متغیره بر مبنای میانگین صفات عملکردی و کیفیت (عملکرد ریشه، عملکرد شکر و عیار قند) تمامی



شکل ۱- تجزیه خوشه‌ای بر مبنای میانگین صفات عملکرد کمی و کیفی هیبریدهای چغندر قند در دو منطقه کرج و مشهد در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱

Fig.1. Cluster analysis based on yield and qualitative traits of sugar beet hybrids in Karaj and Mashhad in 2011 and 2012

برای نام هیبریدها به جدول ۳ مراجعه کنید. For name of hybrids see Table 3.

داد که در میان سه هیبرید فوق، هیبرید S1-88239 × (276-3.27 × SB36) با نمره آلودگی ۳/۰ نسبت به دو هیبرید [S1-88239 × (A37.1 × I13)] و S1-88239 × (276-37.34 × SB36) دیگر با نمره آلودگی ۴/۱۳ مقاوم‌ترین هیبرید بود (جدول ۴). از آنجایی که وسعت آلودگی

نتایج نشان داد هیبریدهای برتر (شماره ۴، ۵ و ۶) در یک خوشه جداگانه و هیبریدهای شماره ۱، ۲، ۸ و ۱۴ به همراه شاهد Jaam-89 نیز که از نظر صفات عملکردی و کیفی از وضعیت مطلوبی برخوردار بودند، در گروه‌های دیگری قرار گرفتند (شکل ۱). نتایج ارزیابی بیماری نیز نشان

مزارع به ریزومانیا در مناطق چغندرکاری
استان‌های فارس، خراسان رضوی، اصفهان
و آذربایجان غربی رو به افزایش است، برای
کاهش خسارت بیماری استفاده از ارقام مقاوم
توصیه می‌شود (Vahedi *et al.*, 2008).
هیبریدهای تهیه شده در مزرعه با سابقه

جدول ۴- میانگین نمره بیماری ریزومانیا برای هیبریدهای چغندرقد

Table 4. Mean of rhizomania disease score for sugar beet hybrids

شماره هیبرید	هیبرید	نمره بیماری	شماره هیبرید	هیبرید	نمره بیماری
Hybrid no.	Hybrid	Disease score	Hybrid no.	Hybrid	Disease score
1	(I13 × A37.1) × S1-88125	4.13	11	(276-3.27 × SB36) × FC703	3.38
2	(276-3.27 × SB36) × S1-88125	3.50	12	(276-37.34 × SB36) × FC703	3.75
3	(276-37.34 × SB36) × S1-88125	3.63	13	(I13 × A37.1) × FC709	3.25
4	(I13 × A37.1) × S1-88239	4.13	14	(276-3.27 × SB36) × FC709	3.25
5	(276-3.27 × SB36) × S1-88239	3.75	15	(276-37.34 × SB36) × FC709	3.75
6	(276-37.34 × SB36) × S1-88239	4.13	16	(SHR01-P.12)-90	3.13
7	(I13 × A37.1) × B8662	3.75	17	(SHR02-P.4)-90	3.63
8	(276-3.27 × SB36) × B8662	3.00	18	Jaam-89	2.38
9	(276-37.34 × SB36) × B8662	4.13	19	IC-89	4.25
10	(I13 × A37.1) × FC703	3.75	20	Aras 101	3.88

For disease score see Table 1.

برای نمره‌دهی بیماری به جدول ۱ مراجعه شود.

تحقیقات نشان داده است که نتایج غربال
مزرعه‌ای منابع ژنتیکی مختلف برای مقاومت به
ریزومانیا معتبرتر و بهتر از نتایج گلخانه است.
دلیل این امر این است که در برخی منابع
مقاومت، علی‌رغم وجود غلظت بالای ویروس
در ریشه، عملکرد رقم کمتر تحت تاثیر بیماری
قرار می‌گیرد (Rush *et al.*, 2006).

در مناطق آلوده به ریزومانیا، تولید اقتصادی
شکر به طور مستقیم به میزان مقاومت ارقام به
بیماری ریزومانیا بستگی دارد زیرا آلودگی
شدید منجر به کاهش عملکرد تا ۹۰ درصد در
ارقام حساس می‌شود (Johansson, 1985). در
نتیجه، ظهور مجدد تیپ‌های
تهاجمی این بیماری در آمریکا و اروپا

آلودگی بالا به ریزومانیا در استان‌های فارس
و خراسان رضوی ارزیابی شدند. این ارزیابی
ضمن این که به خوبی تمایز بین ارقام را از این
بعد نشان داد، اطلاعات زیادی در خصوص
عکس‌العمل آن‌ها به بیماری‌های برگ‌گی و
خصوصیات دیگر نظیر عملکرد و کیفیت در
شرایط آلوده را فراهم کرد. لذا توصیه می‌شود
در چنین پروژه‌هایی که تعداد هیبریدها نسبتاً
زیاد است، ارزیابی اولیه در شرایط مزرعه انجام
و هیبریدهای منتخب، بر اساس جمع اطلاعات
مزرعه‌ای، توسط آزمون الایزا یا نشانگر
مولکولی مورد بررسی دقیق‌تر قرار گیرند. سایر
محققین نیز در تحقیقات خود از این روش بهره
برده‌اند (Wisler *et al.*, 1999). اخیراً نیز

و نرمال حاکی از پتانسیل خوب و امیدبخش بودن آنها بود. با انجام برخی روش‌های به‌نژادی روی پایه‌های پدری و مادری هیبریدهای فوق می‌توان امیدوار به تولید ژنوتیپ‌های مقاوم‌تر و پر محصول بود. هرچند که در حال حاضر نیز تعدادی از هیبریدها در مقام مقایسه با ارقام مقاوم خارجی از شرایط مطلوبی برخوردارند. با توجه به نتایج به دست آمده در دو سال آزمایش مشخص شد که از نظر صفات عملکردی ترکیب پدری والد گرده‌افشان S1-88239 به عنوان یک والد خوب و مناسب می‌تواند در تهیه ارقام مقاوم به ریزومانیا استفاده می‌شود. در تلاقی با ترکیب والد مادری SB36 × 3.27-276 نیز هیبرید با پتانسیل عملکرد بالا تهیه شده است که می‌تواند به عنوان رقم مولتی ژرم مقاوم مورد استفاده قرار گیرد.

سبب افزایش نگرانی شده است (Pferdmenges and Varrelmann, 2009). در حال حاضر استفاده از ارقام مقاوم که باعث تضمین بقای محصول و صنعت چغندر قند مربوطه می‌شود، بهترین راه کار است (Biancardi and Tamada, 2016). روش‌های پیشگیرانه زراعی از قبیل تناوب و کشت زود هنگام قادر به کنترل وقوع بیماری ریزومانیا و شدت آن نیست. برنامه‌های به نژادی طولانی مدت که منتهی به معرفی ارقام مقاوم می‌شود تنها راه اجتناب از کاهش بیشتر عملکرد است (Biancardi et al., 2002). به دست آوردن ژنوتیپ‌های چغندر قند دارای مقاومت ژنتیکی به ریزومانیا مهم‌ترین پیشرفت در اصلاح این گیاه است (Rush et al., 2006). در این مطالعه، نتایج ارزیابی هیبریدهای مولتی ژرم به دست آمده طی دو سال متوالی در مناطق آلوده

References

- Amiri, R., Moghaddam, M., Mesbah, M., Sadeghian, S. Y., Ghannadha, M. R., and Izadpanah, K. 2003. The inheritance of resistance to Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) in *B. vulgaris* sub sp. *maritima*, accession WB42: statistical comparisons with Holly-1-4. *Euphytica* 132: 363-373.
- Anonymous 1987. The 1987 Montreal Protocol on Substances that deplete the ozone layer (as agreed in 1987). UNEP, Montreal, Canada. (http://ozone.unep.org/Ratification_status/montreal_protocol.shtml, ed.).
- Asher, M. J. C. 1993. Rhizomania. pp. 311-346. In: Cooke, D. A., and Scott, R. K. (eds.) *The Sugar Beet Crop, Science into Practice*. Chapman and Hall, London, UK.
- Asher, M. J. C., and Kerr, S. 1996. *Rhizomania: Progress with resistant*

- varieties. *British Sugar Beet Review* 64: 19-22.
- Biancardi, E., Lewellen, R.T., DeBiaggi, M., Erichsen, A.W., and Stevanato, P. 2002.** The origin of rhizomania resistance in sugar beet. *Euphytica* 127: 383-397.
- Biancardi, E., and Tamada, T. 2016.** *Rhizomania*, Springer, Heidelberg, Germany. 320 pp.
- Canova, A. 1959.** On the pathology of sugar beet. *Informative Fitopatologia* 9: 390-396.
- Clark, M. F., and Adams, A. N. 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.
- Clover, G.R.G., Azam-Ali, S.N., Jaggard, K.W., and Smith, G. 1999.** The effects of *Beet yellows virus* on the growth and physiology of sugar beet (*Beta vulgaris*). *Plant Pathology* 48: 129-138.
- Draycott, A. P. 2006.** *Sugar Beet*. Blackwell Publishing, Ltd, Oxford, UK.
- Farshadfar, E. 1998.** *Application of Quantitative Genetics in Plant Breeding*. Razi University Press, Kermanshah, Iran, 726 pp. (in Persian).
- Harveson, R., and Rush, C. M. 2002.** The influence of irrigation frequency and cultivar blends on the severity of multiple root diseases in sugar beets. *Plant Disease* 86: 901-908.
- 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.
- Johnson, K. B. 1991.** Methods for measurement of crop losses caused by soilborne fungal pathogens, pp. 236-242. In: Curl, E., Johnson, L., and Rush, C. (eds.) *Methods for Research on Soilborne Phytopathogenic Fungi*. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.
- Liu, H. Y., Sears, J. L., and Lewellen, R. T. 2005.** Occurrence of resistance-breaking *Beet necrotic yellow vein virus* of sugarbeet. *Plant Disease* 89: 464-468.
- Luterbacher, M. C., Asher, M. J. C., Beyer, W., Mandolino, G., Scholten, O. E., Frese, L., Biancardi, E., Stevanato, P., Mechelke, W., and Slyvchenko, O. 2005.** Sources of resistance to diseases of sugar beet in related Beta

- germplasm: soil borne diseases. *Euphytica* 141: 49-63.
- Norouzi, P., Mahmoudi, S. B., Aghaezadeh, M., Kakouinejad, M., Orazizadeh, M. R., Vahedi, S., and Fathi, M. R. 2010.** Repitability of a molecular marker linked with rhizomania resistance gene in sugar beet. *Journal of Crop Breeding* 8: 30-42 (in Persian).
- Pferdmenges, F., and Varrelmann, M. 2009.** Breaking of *Beet necrotic yellow vein virus* resistance in sugar beet is independent of virus and vector inoculum densities. *European Journal of Plant Pathology* 124: 231-245.
- Putz, C., Merdinoglu, D., Lemaire, O., Stocky, G., Valentin, P., and Wiedemann, S. 1990.** *Beet necrotic yellow veine virus*, causal agent of sugar beet rhizomania. Disease profile. *Review of Plant Pathology* 69: 247-253.
- Radivojevic, S. D. J., Dosenovic, I. S., Kabic, D. R., Gyura, J. F., Rozic, R. B., and Sabados, V. V. 2006.** Variation in the yield of root, sugar and the quality of sugar beet depending on variety and soil infestation with rhizomania. *Proceedings for Natural Sciences / Matica Srpska Matica Srpska (Novi Sad, Serbia)* 110: 91-102.
- Rezaei, J., Bannayan, M., Nezami, A., Mehrvar, M., and Mahmoodi, S. B. 2014.** Growth analysis of rhizomania infected and healthy sugar beet. *Journal of Crop Science and Biotechnology* 17: 59-69.
- Rush, C. M., Liu, H. Y., Lewellen, R. T., and Acosta-Leal, R. 2006.** The continuing saga of rhizomania of sugar beets in the United State. *Plant Disease* 90: 4-15.
- Salarian, A., Amini Dehaghi, M., and Ahmadi, J. 2011.** The quantitative and qualitative properties of some resistant cultivars of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to Rhizomania disease. *Journal of Agronomy Sciences* 5: 63-72.
- 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.M.S., and Hiejbroek, 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.

- Vahedi, S., Soltani, J., Mahdikhani, P., and Mahmoudi, S. B., 2008.** Evaluation of sugar beet lines to cyst nematode. Proceedings of the 18th Iranian Plant Protection Congress. Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran (in Persian).
- Wisler, G. C., Lewellen, R. T., Sears, J. L., Liu, H.Y., and Duffus, J. E. 1999.** Specificity of TAS-ELISA for *Beet necrotic yellow vein virus* and its application for determining rhizomania resistance in field grown sugar beets. Plant Disease 83: 864-870.
- Yousef Abadi, V., and Abdollahian-Noghabi, M. 2011.** Effect of split application of nitrogen fertilizer and harvest time on the root yield and quality characteristics of sugar beet. Iranian Journal of Crop Sciences 13: 521-532 (in Persian).