10.22092/rafhc.2024.361365.1326

نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی
جلد ۱۲، شماره ۲، سال ۱۴۰۲

بررسی ارزش زراعی ارقام وارداتی چغندرقند در شرایط آلودگی طبیعی به بیماری ریزومانیا

Investigating value cultivation and use (VCU) of imported sugar beet cultivars under conditions of infection with rhizomania disease

رحیم محمدیان[۱*]، سعید دارابی[۲]، کیوان فتوحی[۳]، حامد منصوری[۴] و جمشید سلطانی ایدلیکی[۵]

۱- دانشیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زرقان، ایران.
۳- استادیار، بخش تحقیقات چغندرقند مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، میاندوآب، ایران.
۴- استادیار، بخش تحقیقات چغندرقند مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.
۵- استادیار، بخش تحقیقات چغندرقند، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۳۱

چکیده

محمدیان، ر.، دارابی، س.، فتوحی، ک.، منصوری، ح.، و سلطانی ایدلیکی، ج.، ۱۴۰۲. بررسی ارزش زراعی ارقام وارداتی چغندرقند در شرایط آلودگی طبیعی به بیماری ریزومانیا. **نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی ۱۲ (۲): ۳۲۵- ۳۰۵.**

ارقام چغندرقند متقاضی ورود به عرصه تجارت در ایران باید آزمون ارزش زراعی را با موفقیت سپری کنند. به این منظور ۲۹ رقم متقاضی از شرکت‌های مختلف در قالب دو آزمایش با شاهدهای یکسان در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ مورد مقایسه محصولی قرار گرفتند. آزمایشات در قالب دو آزمایش ۱۶ و ۱۷ رقمی در چهار تکرار در استان‌های آذربایجان غربی، خراسان رضوی، همدان و فارس در شرایط آلودگی طبیعی انجام شد. با توجه به نتایج حاصل از آزمایشات در مجموع در بین ژنوتیپ‌های جدید در این آزمایش‌ها ۷ رقم شامل BTS 7715، BTS 2015 N، BTS 1930 RHC، Annamira، Annemartha، Joker وBTS 3645 RHC به عنوان ارقام برتر معرفی شدند. این ارقام ضمن داشتن عملکرد قند خالص بیشتر از پایداری عملکرد و مقاومت به بیماری بهتری در مقایسه با ارقام پیشنهادی دیگر برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: ارقام مقاوم، پایداری، چغندر قند، ریزومانیا

نویسنده مسئول: r_mohammadian@hotmail.com تلفن: ۰۲۶۳۲۷۰۲۶۱۳

مقدمه

شکر بعنوان یکی از منابع مهم تامین انرژی از دو گیاه زراعی نیشکر در مناطق گرمسیر و چغندرقند در مناطق معتدله به دست می‌آید (Draycott, 2006). با توجه به آمار ارائه شده توسط سندیکای کارخانه‌های قند و شکر ایران در سال زراعی ۱۴۰۰، در ایران ۱۴۶۰ هزار تن شکر تولید شده که حدود ۸۸۰ هزار تن آن از منبع چغندرقند است (Anonymous, 2022). در ایران چغندرقند به دو صورت بهاره و پاییزه کشت می‌شود. مهم‌ترین مناطق کشت چغندرقند بهاره در ایران شامل استان‌های آذربایجان غربی، خراسان رضوی و شمالی، کرمانشاه و همدان است. کشت پاییزه چغندرقند نیز بطور غالب در استان خوزستان انجام می شود. چغندرقند گیاهی زراعی است که تا حد زیادی قابل انعطاف در شرایط نامساعد محیطی (تنش های های زنده و غیر زنده) است اما با این وجود خصوصا در عرض‌های جغرافیای جنوبی مناطق معتدله از طرف بیماری‌های مورد تهدید است (Uchkunov *et al*., 2016).

ریزومانیا یکی از بیماری‌های اصلی چغندرقند است که عامل آن ویروس زردی نکروتیک رگبرگ چغندرقند (BNYVV) است. این ویروس توسط قارچ پلی میکسا بتا (*Polymyxa betae*) منتقل می‌شود (Koenig and Lennefors, 2000; Decroës *et al*., 2019; Tamada and Asher, 2016). این قارچ به ویروس امکان می‌دهد تا در خاک به صورت هاگ در حال استراحت برای مدت بسیار طولانی زنده بماند. قارچ *P. betae* همچنین ناقل سایر ویروس‌های RNA چغندر یعنی ویروس خاک‌زاد چغندر (Mahillon *et al*., 2021) و احتمالاً ویروس Q چغندر (Crutzen *et al*., 2009) است.

ویروس ریزومانیا به دلیل ایجاد تغییرات مخرب در ریشه ذخیره‌ای ارقام حساس و ایجاد ریشه‌های فرعی باعث کاهش توانایی جذب آب و مواد غذایی توسط ریشه شده و در نهایت کاهش عملکرد را به دنبال دارد (Rezaei *et al*., 2014). مهم ترین علائم بیماری ریزومانیا، ریش‌ریشی شدن ریشه است. همچنین توقف رشد، زردی برگ ها و نکروزه شدن آوندها در مزارع آلوده مشاهده می‌گردد (Radivojević *et al*., 2008). این بیماری می‌تواند باعث کاهش بیش از ۵۰ و حتی تا ۱۰۰ درصد محصول گردد (Salarian *et al*., 2014).

برای اولین بار بیماری ریزومانیا از شمال ایتالیا گزارش شد (Canova, 1966) و در حال حاضر این بیماری بطور وسیعی در سطح مزارع چغندرقند در کشورهای آسیا، اروپا، و آمریکا گسترش یافته و به دیگر مناطق نیز گسترش می‌یابد (Putz *et al*., 1990, Suarez *et al*., 1999). در ایران برای اولین بار این بیماری از استان فارس گزارش شد (Izadpanah *et al*., 1996). در حال حاضر دراکثر مناطق کشت بهاره چغندرقند این بیماری گسترش یافته است

(Pourrahim *et al*., 2015).

روش‌های زراعی از جمله تناوب، تاریخ کاشت و غیره برای کنترل این بیماری چندان کارساز نیست و به همین دلیل استفاده از ارقام مقاوم به عنوان بهترین روش برای مبارزه با این بیماری شناخته شده است (Mohammadian *et al*., 2016, 2017).

در ایران از سال ۱۳۷۷ اصلاح ارقام مقاوم به بیماری ریزومانیا با بررسی و شناسایی منابع مقاومت در پایه‌های گرده افشان آغاز شد (Mesbah *et al*., 2007). و در حال حاضر ارقام متفاوت مقاوم به این بیماری نظیر ارقام شکوفا، آریا، اکباتان، سینا، دتا و آرتا توسط موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند تهیه و تولید شده و در اختیار بهره وران می‌باشد. همچنین هرساله شرکت‌های خارجی تولید کننده بذر چغندرقند، نیز ارقام جدیدی را جهت کشت در مناطق مختلف کشور پیشنهاد می‌دهند. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند براساس سفارش موسسه ثبت و گواهی بذر، ارقام جدید چغندرقند اصلاحی شرکت‌های تولید کننده را در شرایط دارای آلودگی به بیماری کشت و مقایسه می‌کند. ارقام برتر پس از تائید کمیته ثبت ارقام مجوز ورود به کشور را خواهند داشت. این پژوهش با هدف معرفی ارقام برتر از بین ۲۹ رقم خارجی جدید چغندرقند مقاوم به ریزومانیا و بررسی پاسخ آنها در مزارع با آلودگی طبیعی به بیماری ریزومانیا انجام شده است.

مواد و روش‌ها

محل و شرایط آب و هوایی منطقه اجرای پژوهش

آزمایش‌ها در ایستگاه طرق مشهد در استان خراسان رضوی واقع در عرض جغرافیای ′۱۲ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ′۳۹ °۵۹ شرقی و ارتفاع حدود ۹۸۸ متر از سطح دریا و بافت خاک سیلتی- کلی- لوم، ایستگاه میاندوآب در استان آذربایجان غربی واقع در عرض جغرافیای ′۵۸ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ′۹۰ °۴۶ شرقی و ارتفاع ۱۳۱۴ متر با بافت خاک سیلتی- لوم، ایستگاه اکباتان همدان در استان همدان واقع در ′۵۲ °۳۴ عرض شمالی و ′۳۲ °۴۸ طول شرقی وارتفاع حدود ۱۷۵۰ متربا بافت خاک سیلتی لوم و ایستگاه زرقان در استان فارس واقع در طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۶ دقیقه شمالی و در ارتفاع حدود ۱۶۰۴ متری با بافت خاک کلی- لوم اجرا شد.

مواد و روش ها

این تحقیق به‌صورت دو آزمایش ۱۶ و ۱۷ رقمی در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی در چهار تکرار و به مدت دو سال در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ اجرا شد. در آزمایش اول و دوم به‌ترتیب ۱۴ و ۱۵ رقم خارجی براساس جدول‌های ۱ و۲ جهت تعیین ارزش زراعی (VCU) ارزیابی شدند. در هر یک از آزمایش‌ها از دو شاهد برتر خارجی به‌ترتیب بانام های روبستوس(Robestos) و راشیا

جدول۱- ژنوتیپ‌های مورد بررسی در آزمایشات بررسی ارزش زراعی (VCU) و مقاومت به ریزومانیا در ارقام وارداتی چغندرقند

Table 1. Genotypes studied in experiments to investigate value of cultivation and use (VCU) and resistance to rhizomania in introduced sugar beet varieties

First test آزمایش اول				Second test آزمایش دوم			
Genotype no. شماره ژنوتیپ	Genotype ژنوتیپ	Seed company شرکت تولید کننده بذر	Type تیپ	Genotype no. شماره ژنوتیپ	Genotype ژنوتیپ	Seed company شرکت تولید کننده بذر	Type تیپ
1	روبیستوس، شاهد ۱ (Robestos, Ch-1)	Syngenta		1	روبیستوس، شاهد ۱ (Robestos, Ch-1)	Syngenta	
2	راشیا، شاهد ۲ (Rashia, Ch-2)	KWS		2	راشیا، شاهد ۲ (Rashia, Ch-2)	KWS	
3	F-21168	Lion seeds	N	3	F-21182	SES Vanderhave	Z
4	F-21169	Beta seed	NZ	4	F-21183	SES Vanderhave	N
5	F-21170	Beta seed	NE	5	F-21184	Maribo	N
6	F-21171	Beta seed	E	6	F-21185	Maribo	N
7	F-21172	Beta seed	N	7	F-21186	Maribo	N
8	F-21173	Beta seed	N	8	F-21187	Kuhn & Co	Z
9	F-21174	Beta seed	NZ	9	F-21188	Kuhn & Co	Z
10	F-21175	KWS	N	10	F-21189	Strube	NZ
11	F-21176	KWS	NE	11	F-21190	Strube	NZ
12	F-21177	KWS	N	12	F-21191	Strube	NZ
13	F-21178	KWS	N	13	F-21192	Hilleshog	N
14	F-21179	KWS	NE	14	F-21193	Strube	NZ
15	F-21180	KWS	N	15	F-21194	Strube	NZ
16	F-21181	SES Vanderhave	Z	16	F-21195	Strube	NZ
				17	F-21196	Beta seed	N

(Rashia) استفاده شد. کرت‌های آزمایشی به طول هشت متر و عرض ۱/۵ متر در سه خط کشت (فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر) بود.آزمایشات در مزارع با آلودگی طبیعی کشت شد.

صفات مورد بررسی

در طول مدت اجرای آزمایشات، صفات زراعی و تکنولوژیکی براساس دستورالعمل ملی آزمون تعیین ارزش زراعی چغندرقند (آزمون VCU یا تاز) (Anonymous, 2014) یادداشت برداری شدند. ارزیابی مقاومت به بیماری ریزومانیا براساس مقیاس ۱ تا ۹ صورت گرفت (Luterbacher *et al*., 2005). براین اساس، رتبه بندی ارقام به صورت زیر انجام شد: نمره ۱: گیاهان با ریشه‌های سالم (فاقد ریشه ریشی یا تغییر رنگ)، نمره ۳: گیاهان با ریشه ریشی محدود و قدری تغییر رنگ یافته، نمره ۵: گیاهان با ریشه ریشی متوسط و تغییر رنگ یافته، نمره ۷: گیاهان با ریشه ریشی شدید، نکروز و به شدت تغییر رنگ یافته، نمره ۹: گیاهان مرده، ریشه‌های نکروز شده و پوسیده. نمرات زوج به بوته‌هایی که حد واسط نمرات فرد باشند داده شد.

در زمان برداشت، ریشه‌های هر کرت شمارش، توزین و خمیرگیری شدند. نمونه‌های خمیر (پولپ) در آزمایشگاه تکنولوژی قند موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند از نظر درصد قند ناخالص و سایر خصوصیات کیفی ریشه از قبیل سدیم، پتاسیم و آلفا آمینو نیتروژن ارزیابی شدند. با توجه به این صفات درصد قند خالص برآورد شد. سپس بر اساس عملکرد ریشه و درصد قند خالص، عملکرد قند خالص در هر ژنوتیپ برآورد شد (Abdollahian noghabi *et al*., 2005).

داده‌های حاصل از هر منطقه و هرسال برای صفات مهم تعداد ریشه، عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، درصد قند خالص و عملکرد قند خالص بطور جداگانه مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. در مواردی که براساس آزمون Fmax هارتلی (Anonymous, 2013) فرض یکنواختی واریانس اشتباه‌های آزمایشی درست بود تجزیه مرکب داده‌ها انجام شد. همچنین مقایسات میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد آماری انجام شد. محاسبات با استفاده از نرم افزارSAS 9.1.3 Portable انجام گرفت.

برای بررسی ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص حساسیت به بیماری ریزومانیا آزمون فریدمن جهت رتبه بندی ژنوتیپ‌ها مورد استفاده قرار گرفت. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS16.0 انجام شد.

شاخص برتری لین و بینز (Pi) با استفاده از معادله ۱ برای هر رقم محاسبه شد (Lin and Binns 1988).

معادله ۱:

$$Pi = \sum_{J=1} (Xij - Mj)^2 / 2n$$

در این معادله Xij عملکرد رقم i ام کاشته شده در مکان jام، Mj حداکثر عملکرد در بین ارقام مورد بررسی در مکان j ام و n تعداد مکان‌ها است. از آنجا که شاخص برتری در واقع میانگین مربعات فاصله بین رقم iام و حداکثر عملکرد است، لذا هرچه مقدار این شاخص کمترباشد نشان دهنده پایداری و عملکرد بالای آن رقم است.

نتایج و بحث

عملکرد ریشه

آزمایش اول

با توجه به یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشات در محیط‌های مورد بررسی تجزیه مرکب داده‌های ایستگاه‌های مختلف انجام شد و اثرات محیط، ژنوتیپ و متقابل محیط× ژنوتیپ از نظر آماری برای عملکرد ریشه در زرقان، مشهد و میاندوآب در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ و همدان در سال ۱۳۹۸، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار به دست آمد. در همدان سال ۱۳۹۹ نیز اثرات ژنوتیپ بر عملکرد ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

در هشت محیط مورد بررسی کمترین عملکرد ریشه در شاهد روبیستوس (در ایستگاه زرقان در سال ۱۳۹۸ به میزان ۴۶ تن در هکتار) و بیشترین آن در ژنوتیپ شش(ایستگاه همدان در سال ۱۳۹۹ به میزان ۱۲۸ تن در هکتار) مشاهده شد (جدول ۲). ژنوتیپ شش در پنج محیط از هشت محیط مورد بررسی همواره بالاترین عملکرد ریشه را دارا بود. میانگین عملکرد ریشه ژنوتیپ ۶ حدود ۸۶ تن در هکتار بود که در مقایسه با ژنوتیپ شاهد برتر (راشیا) حدود ۱۶ درصد عملکرد ریشه بیشتری تولید کرد.

آزمایش دوم

تجزیه مرکب اثرات سال، ژنوتیپ، سال× ژنوتیپ، سال× مکان× ژنوتیپ، مکان، مکان× سال و مکان× ژنوتیپ برای صفت مهم عملکرد ریشه از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار نشان داد.

محدوده عملکرد ژنوتیپ در مکان‌ها و سال‌های مورد بررسی از ۳۴ تن در هکتار (ژنوتیپ شماره ۱۴ در زرقان در سال ۱۳۹۸) تا ۱۰۱ تن در هکتار (ژنوتیپ شماره ۱۷ در همدان در سال ۱۳۹۹) تفاوت داشت (جدول ۳). ژنوتیپ شماره ۱۷ درسه محیط، شاهد روبیستوس (شاهدیک) در دو محیط و ژنوتیپ‌های شماره ۴ و ۸ به همراه شاهد راشیا (شاهد دو) هر یک در یک محیط دارای بالاترین عملکرد ریشه بودند. میانگین عملکرد ریشه ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۱۳، ۱۷ و شاهدهای یک و دو به‌ترتیب ۷۵/۲۴، ۷۴/۳۲، ۷۹/۱۹، ۷۵ و ۷۷ تن در هکتار بود. در مجموع عملکرد ریشه ارقام جدید شماره ۴ و ۱۳ به‌ترتیب حدود ۲ و ۳ درصد کمتر و عملکرد ریشه ژنوتیپ شماره ۱۷ حدود ۳ درصد بیشتر از شاهد راشیا (ژنوتیپ ۲) بود.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد ریشه (تن در هکتار) ۱۴ ژنوتیپ چغندرقند مقاوم به ریزومانیا به همراه دو ژنوتیپ شاهد

Table 2. Comparison of root yield (tha^{-1}) of 14 new genotypes of sugar beet resistant to rhizomania along with two control genotypes.

Genotype No. شماره ژنوتیپ	Hammadan همدان		Mashhad مشهد		Miandoab میاندوآب		Zarghan زرقان		Mean میانگین
	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	
1	80.04abc	91.27de	61.54d	71.20bcd	70.00bcd	89.29abc	46.00h	69.76def	72.39
2	64.80de	98.89cde	63.97cd	82.15a	55.00e	80.24defg	66.00cde	80.00a	73.88
3	75.76bcd	62.39f	69.93bcd	69.59cde	69.64bcde	81.90cdef	52.75h	60.71g	67.83
4	70.34dc	98.68cde	67.61bcd	63.57ef	70.00bcd	67.86hi	57.25fg	73.57abcde	71.11
5	76.76bc	110.12bc	75.21abc	73.82bc	83.21ab	87.38abcd	77.00a	72.86bcdef	82.05
6	89.83a	128.42a	83.93a	70.76bcde	65.50de	92.86a	82.25a	71.19cdef	85.59
7	84.55ab	86.59c	74.70abc	71.50bcd	85.71a	82.38cdef	65.50cde	77.38abc	78.54
8	84.92ab	118.5ab	71.07bcd	65.90def	75.14abcd	72.26gh	68.25bc	70.83cdef	78.36
9	79.90abc	101.75bcde	84.54a	77.00ab	73.57abcd	77.62efg	58.00efg	72.86bcdef	78.16
10	80.15abc	100.49cde	73.50abc	61.05f	75.36abcd	75.00fgh	65.50cdefg	67.14efg	74.77
11	80.09abc	89.54de	78.71ab	71.75bcd	79.29abc	83.93bcde	61.00cdef	75.12abcd	77.43
12	81.15abc	101.63bcde	71.57bcd	72.01bcd	80.00abc	79.64defg	57.25fg	71.79cdef	76.88
13	81.98ab	110.57bc	70.82bcd	75.04abc	71.07abcd	85.00abcde	75.75ab	68.57def	79.85
14	79.72abc	106.87bcd	74.18abc	71.49bcd	71.07abcd	72.86gh	67.50cd	76.43abc	77.52
15	81.84ab	109.80bc	67.89bcd	71.01bcd	65.50cde	91.07ab	66.25cd	78.57ab	78.99
16	57.34e	99.73cde	67.32bcd	70.90bcd	61.79de	61.43j	60.00defg	66.90fg	68.18

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون با یکدیگر براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد آماری معنی‌دار نیستند. مشخصات ژنوتیپ‌ها براساس شماره آنها در جدول ۱ نشان داده شده است.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different based on LSD test at 5% probability level. The characteristics of genotypes based on their numbers are shown in Table 1.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد ریشه (تن در هکتار)، ۱۵ ژنوتیپ جدید چغندرقند مقاوم به ریزومانیا به همراه دو ژنوتیپ شاهد

Table 3. Comparison of root yield (tha^{-1}) of 15 new genotypes of sugar beet resistant to Rhizomania along with two control genotypes.

Genotype No. شماره ژنوتیپ	Hamadan همدان		Mashhad مشهد		Miandoab میاندوآب		Zarghan زرقان		Mean میانگین
	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	
1	75.56abc	90.88abcde	70.00a	88.52b	70.71abcde	88.75cd	50.00hi	66.42a	75.11
2	64.70cdefg	96.37abc	64.36ab	90.51ab	63.21def	95.87bc	72.06a	65.97ab	76.63
3	69.02cd	91.95abcde	56.86bc	78.91cde	62.14ef	65.37hi	56.19efg	51.07de	66.44
4	83.51ab	94.21abcd	70.80a	75.84def	80.57ab	75.62efg	56.51defg	64.87ab	75.24
5	68.57cde	96.01abc	59.29abc	76.36def	79.64ab	96.37bc	56.51defg	59.05bc	73.98
6	55.18fg	83.02def	58.12abc	71.13efg	78.93abc	83.62de	65.24bc	45.35ef	67.57
7	72.17bcd	98.49ab	48.86c	80.32cd	67.29cdef	106.62a	57.46def	41.30f	71.56
8	86.53a	97.52ab	63.50ab	79.58cd	77.86abc	83.75cde	46.19i	54.75cd	73.71
9	75.06abc	96.42ab	54.50bc	78.84de	75.00abcd	76.50ef	57.62def	51.77de	70.71
10	67.61cdef	83.21def	60.57abc	64.51g	71.07abcde	73.87fgh	53.17fgh	55.00cd	66.13
11	68.52cde	84.73cdef	55.64bc	98.10a	67.14cdef	67.00ghi	38.09j	40.47f	64.96
12	61.80defg	80.29ef	53.57bc	65.44g	56.43f	74.00fgh	62.38vd	46.10ef	62.50
13	72.79bcd	90.90abcde	62.50ab	77.24def	78.93abc	101.37ab	70.00ab	40.82f	74.32
14	54.20g	49.06j	53.86bc	69.71fg	71.79abcde	64.37i	34.29j	47.27ef	55.57
15	55.34efg	75.80f	63.07ab	75.67def	68.93bcde	71.62fghi	50.79ghi	47.40ef	63.58
16	62.42cdefg	89.50bcde	54.31bc	75.93def	73.21abcde	67.50ghi	59.21de	49.02de	66.39
17	73.51abcd	101.45a	59.50abc	86.98bc	81.07a	93.00bc	75.87a	62.15ab	79.19

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون با یکدیگر براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد آماری معنی‌دار نیستند. مشخصات ژنوتیپ‌ها براساس شماره آنها در جدول ۱ نشان داده شده است.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different based on LSD test at 5% probability level. The characteristics of genotypes based on their numbers are shown in Table 1.

درصد قند ناخالص

آزمایش اول

اثرات مکان، مکان× سال، مکان× ژنوتیپ و سال× ژنوتیپ بر درصد قند ناخالص از نظر آماری معنی‌دار نبودند($P> 0.05$). در مقابل اثرات سال، ژنوتیپ و مکان× سال× ژنوتیپ برای این صفت معنی‌دار بودند ($P< 0.01$).

بیشترین و کمترین درصد قند ناخالص به‌ترتیب در ژنوتیپ شماره ۳ در مشهد و همدان در سال ۱۳۹۹ به‌ترتیب با ۲۴ و ۱۲ درصد مشاهده شد (جدول ۴). ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۸ و ۱۵ از نظر درصد قند ناخالص در هشت محیط مورد بررسی همواره از ارقام برتر بودند. میانگین درصد قند ناخالص هریک از ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۸ و ۱۵در هشت منطقه مورد بررسی حدود ۲۰ درصد بود.

آزمایش دوم

تجزیه مرکب هفت محیط شامل زرقان، همدان و میاندوآب در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ و همچنین مشهد در سال ۱۳۹۹ نشان داد که اثر محیط، ژنوتیپ و همچنین اثر متقابل محیط× ژنوتیپ بر صفت درصد قند ناخالص از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. همچنین تجزیه واریانس ساده داده‌های ایستگاه مشهد در سال ۱۳۹۸ بیانگر معنی‌دار بودن اثر ژنوتیپ بر درصد قند نا خالص در سطح احتمال پنج درصد است.

محدوده درصد قند ناخالص ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مورد بررسی از ۱۳ درصد (رقم شماره ۴ در زرقان در سال ۱۳۹۸) تا ۲۶ درصد (ژنوتیپ‌های شماره ۷ و ۱۶ در زرقان در سال ۱۳۹۹) درصد بود (جدول ۵). درصد قند ناخالص ژنوتیپ شماره ۳ و ۱۴ در هفت محیط از هشت محیط بررسی شده در گروه برتر همان محیط قرار داشت. میانگین درصد قند ناخالص دو ژنوتیپ شماره ۳ و ۱۴ در هشت محیط مورد بررسی حدود ۲۰ درصد بود.

عملکرد قند خالص و شاخص برتری

آزمایش اول

تجزیه مرکب عملکرد قند خالص در هفت محیط مورد بررسی شامل زرقان، مشهد و میاندوآب در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ و همچنین همدان در سال ۱۳۹۸ نشان داد اثرات محیط، ژنوتیپ و محیط× ژنوتیپ برای این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین نتایج تجزیه واریانس ساده بیانگر آن است که در همدان در سال ۱۳۹۹ نیز اثر ژنوتیپ برای این صفت مهم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

کمترین عملکرد قند خالص در ژنوتیپ شماره ۱ در زرقان در سال ۱۳۹۸ و بیشترین آن در ژنوتیپ‌های شماره ۶ و ۹ در مشهد در سال ۱۳۹۸ و همچنین در ژنوتیپ شماره ۲ در مشهد

جدول ۴- مقایسه درصد قند ناخالص ریشه ۱۴ ژنوتیپ جدید چغندرقند مقاوم به ریزومانیا به همراه دو ژنوتیپ شاهد

Table 4. Comparison of sugar content (%) of 14 new genotypes of sugar beet resistant to rhizomania along with two control genotypes.

Genotype No. شماره ژنوتیپ	Hammadan همدان		Mashhad مشهد		Miandoab میاندوآب		Zarghan زرقان		Mean میانگین
	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	
1	18.30cd	14.46de	21.32ab	21.96ab	19.55abc	19.85abc	16.02cde	20.64bcd	19.01
2	18.35cd	16.82a	21.09b	22.60ab	19.15abc	20.25abc	16.96abcde	21.15abcd	19.55
3	17.76de	12.20f	20.86b	23.61a	18.96abcd	20.05abc	16.01cde	21.60ab	18.88
4	19.00abc	16.62ab	21.96ab	23.20a	19.74a	20.61abc	17.96ab	21.55abc	20.08
5	18.25cd	15.55abcde	21.39ab	22.69ab	19.32abc	19.32c	16.61bcde	21.59ab	19.34
6	18.66bcd	15.16bcde	20.77b	22.75ab	18.57bcd	19.55bc	16.71bcde	20.95abcd	19.14
7	19.94a	14.25e	21.54ab	23.19a	19.24abc	20.07abc	16.30bcde	19.91d	19.31
8	19.27abc	15.94abcd	21.44ab	22.32ab	19.26abc	21.07a	17.46abc	21.32abc	19.76
9	19.66ab	15.27bcde	21.00b	22.90ab	19.67a	20.84ab	17.26abcd	21.55abc	19.77
10	19.00abc	15.85abcd	21.34ab	22.45ab	18.52cd	19.24c	16.77abcde	21.50abc	19.33
11	19.27abc	14.42e	21.09b	21.26b	19.06abcd	19.64bc	15.37e	21.17abc	18.91
12	19.45abc	15.61abcde	21.17b	23.22a	19.02abcd	19.79abc	17.10abcde	20.90abcd	19.53
13	19.16abc	16.86a	22.41a	22.19ab	18.04d	19.94abc	18.54a	21.61ab	19.84
14	19.24abc	14.91cde	21.31ab	22.22ab	19.00abcd	20.61abc	15.46de	20.49bcd	19.16
15	19.62ab	16.11abc	21.79ab	22.70ab	19.62ab	20.60abc	16.87abcde	21.91a	19.90
16	16.89e	14.32e	20.96b	21.90ab	19.91a	19.72abc	15.41e	20.30cd	18.68

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون با یکدیگر براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد آماری معنی‌دار نیستند. مشخصات ژنوتیپ‌ها براساس شماره آنها در جدول ۱ نشان داده شده است.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different based on LSD test at 5% probability level. The characteristics of genotypes based on their numbers are shown in Table 1.

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد قند ناخالص ۱۵ ژنوتیپ جدید چغندرقند مقاوم به ریزومانیا به همراه دو ژنوتیپ شاهد

Table 5. Comparison of sugar content (%) of 15 new genotypes of sugar beet resistant to rhizomania along with two control genotypes.

Genotype No. شماره ژنوتیپ	Hammadan همدان		Mashhad مشهد		Miandoab میاندوآب		Zarghan زرقان		Mean میانگین
	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	
1	17.87abc	17.94b	21.50abcde	21.31abc	19.52e	20.05abcde	15.80de	22.30fg	19.54
2	16.37cde	18.06b	20.82e	20.37abc	19.81de	19.66cdef	16.20cd	22.89def	19.45
3	18.06ab	19.84a	21.45abcde	19.81bc	21.10ab	20.55abcd	17.22abc	23.71cdef	19.72
4	16.67bcde	17.94b	20.92de	20.66abc	19.94cde	19.40def	13.08f	20.90g	18.69
5	16.30de	18.46ab	21.80abc	21.55abc	19.76de	19.06ef	16.52abcd	23.56cdef	19.63
6	17.54abcd	17.90b	21.69abcd	20.80abc	20.16bcde	20.09abcde	15.82de	25.35abc	19.92
7	17.01abcd	17.66b	22.12a	20.56abc	20.56abcd	19.46def	16.00de	26.11a	19.94
8	16.92abcde	18.02b	21.02def	20.71abc	19.67de	19.72bcdef	13.78f	22.85ef	19.09
9	15.52e	17.27b	20.90de	19.74c	19.47e	18.67f	13.78f	23.35cdef	19.03
10	17.02abcde	18.57ab	21.95ab	21.92ab	21.39a	19.86abcdef	16.17d	23.86cdef	20.09
11	17.69abcd	17.07b	21.57abcde	20.30abc	20.34bcde	19.46def	17.23ab	25.41abc	19.88
12	16.64bcde	18.40ab	21.39abcde	21.77abc	20.55abcd	20.97ab	15.08e	24.79abcd	19.95
13	18.30a	18.46ab	21.39abcde	21.24abc	20.14bcde	19.17ef	15.72de	24.51abcde	19.87
14	17.22abcd	17.13b	21.65abcde	20.90abc	20.87abc	20.02abcde	17.50a	25.01abc	20.04
15	16.34cde	18.40ab	21.82abc	22.05a	20.62abcd	21.05a	16.43bcd	24.20bcdef	20.11
16	16.39cde	18.54ab	22.22a	20.34abc	20.25bcde	20.89abc	15.87de	25.99ab	20.06
17	17.35abcd	17.91b	21.14bcde	21.67abc	20.56abcd	20.84abc	16.52abcd	23.57cdef	19.95

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون با یکدیگر براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد آماری معنی‌دار نیستند. مشخصات ژنوتیپ‌ها براساس شماره آنها در جدول ۱ نشان داده شده است.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different based on LSD test at 5% probability level. The characteristics of genotypes based on their numbers are shown in Table 1.

در سال ۱۳۹۹ به دست آمد (جدول ۶). در بین ۱۴ ژنوتیپ مورد بررسی ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۲، ۱۳، ۱۴ و ۱۵ در مقایسه با شاهد برتر (راشیا) از شاخص برتری بهتری برخوردار بودند (جدول ۶). بعبارت دیگر در مجموع این ژنوتیپ‌ها از عملکرد قند خالص بیشتری در مقایسه با هر دو شاهد برخوردار بودند. در بین این ۱۰ ژنوتیپ نیز دو ژنوتیپ شماره ۶ و ۱۳ بهترین شاخص برتری را داشتند (جدول ۶). این دو ژنوتیپ در شش محیط از هشت محیط مورد بررسی از ارقام برتر از نظر عملکرد قند خالص بود در حالی که ارقام شاهد یک تنها در دو و شاهد دو در چهار محیط از ارقام برتر بودند. میانگین عملکرد قند خالص ژنوتیپ‌های شماره ۶ و ۱۳ هریک حدود ۱۳ تن در هکتار بود. بعبارت دیگر ژنوتیپ‌های جدید شماره ۶ و ۱۳ در مقایسه با ژنوتیپ شاهد برتر (راشیا)، حدود یک تن عملکرد قند خالص بیشتری تولید کرد.

آزمایش دوم

تجزیه مرکب در هفت محیط مورد بررسی شامل ایستگاه‌های همدان، مشهد و میاندوآب در دو سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ و همچنین ایستگاه زرقان در سال ۱۳۹۹ برای عملکرد قند خالص نشان داد اثرات محیط، ژنوتیپ و محیط× ژنوتیپ بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین نتایج تجزیه واریانس ساده بیانگر آن است که در زرقان در سال ۱۳۹۸ نیز اثر ژنوتیپ برای این صفت مهم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

محدوده عملکرد قند خالص در محیط‌های مورد بررسی از حدود ۴ تن در هکتار (ژنوتیپ‌های شماره ۸ در زرقان در سال ۱۳۹۸) تا حدود ۱۶ تن در هکتار (ژنوتیپ شماره ۳ در مشهد در سال ۱۳۹۹) بود (جدول ۷). در بین ۱۵ ژنوتیپ مورد بررسی دو ژنوتیپ شماره ۵ و ۱۷ در مقایسه با شاهد برتر (راشیا) از شاخص برتری بهتری برخوردار بودند. بعبارت دیگر در مجموع این دو ژنوتیپ عملکرد قند خالص بیشتر و پایداری عملکرد بهتری داشتند. بهترین شاخص برتری به ژنوتیپ شماره ۱۷ اختصاص داشت (جدول ۷). این ژنوتیپ در هفت محیط مورد بررسی از نظر عملکرد قند خالص از ژنوتیپ‌های برتر بودند. در حالی که شاهدهای یک و دو به‌ترتیب در چهار و شش محیط در محدوده ژنوتیپ‌های برتر بودند. ژنوتیپ شماره ۱۷ بطور میانگین حدود ۱۳ تن در هکتار عملکرد قند خالص داشت که نسبت به هریک از دو رقم شاهد همانند عملکرد قند خالص حدود یک تن در هکتار بیشتر بود.

شاخص حساسیت به بیماری ریزومانیا

آزمایش اول

نتایج آزمون فریدمن نشان داد که اختلاف بین ژنوتیپ‌ها از نظر حساسیت به بیماری ریزومانیا در ایستگاه زرقان در سال ۱۳۹۸ از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار

جدول۶- مقایسه میانگین عملکرد قند خالص ۱۴ ژنوتیپ جدید چغندرقند مقاوم به ریزومانیا به همراه دو ژنوتیپ شاهد و شاخص برتری ژنوتیپ ها

Table 6. Comparison of sugar yield (tha^{-1}) and superiority index of 14 new genotypes of sugar beet resistant to rhizomania along with two control genotypes.

Genotype No. شماره ژنوتیپ	Hammadan همدان		Mashhad مشهد		Miandoab میاندوآب		Zarghan زرقان		Mean میانگین	Superiority index شاخص برتری (Pi)
	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹		
1	12.56bcde	10.69cd	11.79a	12.58bcd	11.99abcd	14.50abc	5.11j	11.42def	12.08	6.99
2	10.32f	14.37ab	12.22de	15.59a	9.12e	13.70abcd	8.56cd	13.68a	12.20	4.70
3	11.33ef	5.36e	13.07cde	13.85abc	11.25cde	13.62abcd	5.86hi	11.39f	10.72	12.11
4	11.50def	14.02abc	13.49bcde	12.53bcd	12.02abcd	11.56fg	7.99de	12.88ab	12.00	3.98
5	11.93cdef	14.19abc	14.50abc	13.99abc	13.87ab	13.50bcde	9.56bc	12.67abc	13.03	1.60
6	14.32ab	16.10a	15.75a	13.77abc	10.27de	14.95ab	10.41ab	11.97bcde	13.44	1.51
7	14.97a	9.91d	14.52abc	13.90abc	14.28a	13.91abcd	7.64def	11.76bcde	12.61	3.97
8	14.05ab	15.79a	13.71abcde	12.10cd	12.73abcd	12.61def	9.27bc	11.89bcde	12.77	2.23
9	13.47abcd	12.92bcd	15.74ab	14.45ab	12.28abcd	13.21bcdef	7.43def	12.25bcd	12.72	2.57
10	12.99abcde	13.40abcde	13.89abcde	11.20d	11.73abcd	11.67efg	7.47def	11.47cdef	11.73	4.72
11	13.12abcde	9.86d	14.73abc	12.10cd	12.84abcd	13.21bcdef	6.17ghi	12.58abcd	11.83	5.76
12	13.79abc	13.27abcd	13.68abcde	14.07ab	13.26abc	12.94cdef	7.33defg	12.25bcd	12.57	2.66
13	13.57abc	15.97a	14.35abcd	13.81abc	10.91cde	13.81abcd	11.50a	11.95bcde	13.23	1.50
14	13.18abcde	13.02abcd	14.19abcd	12.81bcd	11.36bcde	12.17def	6.99efgh	11.93bcde	11.96	4.08
15	13.81abc	15.03a	14.37cd	13.21bc	11.57bcde	15.41a	8.41cd	13.63a	13.18	1.92
16	8.08g	11.37cd	12.73cde	12.70bcd	10.69cde	9.97g	6.47fgh	10.76ef	10.35	10.23

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون با یکدیگر براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد آماری معنی‌دار نیستند. مشخصات ژنوتیپ‌ها براساس شماره آنها در جدول ۱ نشان داده شده است.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different based on LSD test at 5% probability level. The characteristics of genotypes based on their numbers are shown in Table 1.

جدول ۷- مقایسه میانگین عملکرد قند خالص ۱۵ ژنوتیپ جدید چغندرقند مقاوم به ریزومانیا به همراه دو ژنوتیپ شاهد و شاخص برتری ژنوتیپ ها

Table 7. Comparison of sugar yield (tha^{-1}) and superiority index of 15 new genotypes of sugar beet resistant to rhizomania along with two control genotypes.

Genotype No. شماره ژنوتیپ	Hammadan همدان		Mashhad مشهد		Miandoab میاندوآب		Zarghan زرقان		Mean میانگین	Superiority index شاخص برتری (Pi)
	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹		
1	11.78ab	14.03bcde	13.58a	15.45a	12.06bcde	14.88bcde	5.66fgh	11.13ab	12.32	2.14
2	9.00cd	15.30abc	12.07abcd	14.41abc	11.33de	15.96ab	8.43ab	11.93a	12.30	1.98
3	10.93abc	16.46a	11.04bcd	12.21de	11.79cde	11.66ij	7.59bc	9.78cde	11.43	4.45
4	11.80ab	14.37abcde	13.09ab	12.69cde	14.36ab	12.31ghij	4.59ij	9.77cde	11.62	4.24
5	9.74bcd	15.80ab	11.76abcd	13.79abcd	14.14abc	15.70bc	7.11cde	11.41ab	12.43	1.44
6	8.59cd	13.03cde	11.43abcd	11.93de	14.15abc	14.14cdef	7.40bcd	9.51de	11.27	4.14
7	10.78abc	14.98abcd	9.89d	12.86cde	12.44abcde	17.48a	6.67cdef	8.89ef	11.75	3.01
8	12.39a	15.04abcd	11.95abcd	13.18bcde	13.26abcd	13.91defg	3.77j	9.18de	11.59	4.01
9	9.64bcd	14.32abcde	10.18cd	11.92de	14.24abcd	11.21ij	5.07ghi	9.51de	10.76	6.47
10	9.93abcd	13.82bcde	12.02abcd	11.75e	13.76abcd	12.37ghij	6.50def	11.07abc	11.40	4.19
11	10.78abc	12.81de	10.84bcd	15.73a	12.47abcde	11.36j	5.24ghi	8.64ef	10.98	5.83
12	8.94cd	12.99cde	10.25cd	11.75e	10.42e	13.46efgh	6.48def	9.17de	10.43	6.34
13	11.65ab	14.60abcd	11.77abcd	13.40bcde	14.04abc	15.58bcd	7.46bcd	7.58f	12.01	2.44
14	8.10d	7.09f	10.47cd	11.46e	13.55abcd	10.77j	4.63hij	7.79cde	9.23	12.93
15	7.76d	12.17e	12.32abc	13.87abcd	12.70abcde	13.05fghi	6.10efg	9.25de	10.90	5.38
16	8.69cd	14.46abcde	10.89bcd	11.97de	13.13abcd	12.19hij	6.79cde	10.35bcd	11.06	4.90
17	10.97abc	15.43ab	11.12bcd	15.10ab	14.76a	16.21ab	9.29a	11.12ab	13.00	0.74

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون با یکدیگر براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد آماری معنی‌دار نیستند. مشخصات ژنوتیپ‌ها براساس شماره آنها در جدول ۱ نشان داده شده است.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different based on LSD test at 5% probability level. The characteristics of genotypes based on their numbers are shown in Table 1.

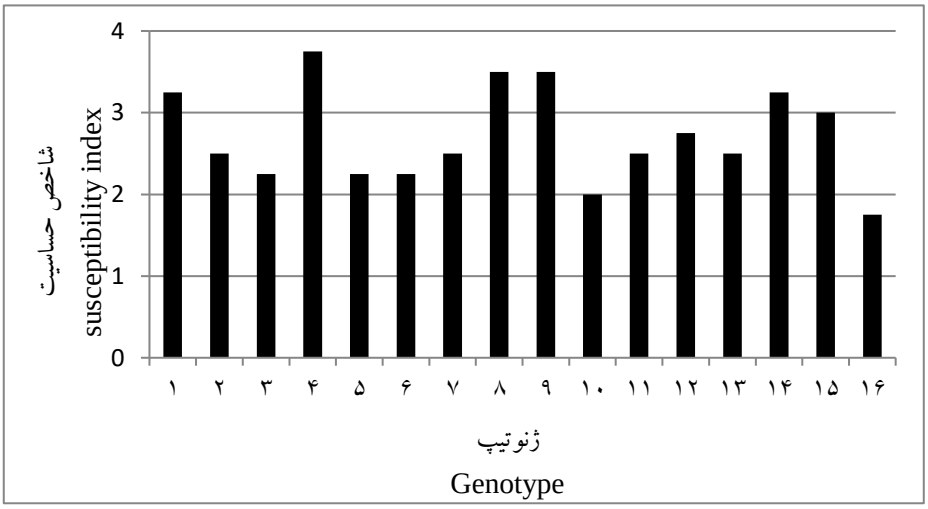
بود (جدول ۸). در حالی که این اختلافات در شرایط زرقان در سال ۱۳۹۹ و مشهد در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ معنی‌دار نبود ($P> 0.05$) . ژنوتیپ‌های شماره۳، ۵، ۶، ۷، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و۱۶ با توجه به رتبه بندی ژنوتیپ‌ها براساس علائم آلودگی به بیماری در روی ریشه چغندرقند در مقایسه با میانگین دو شاهد آزمایش (۲/۹) از درصد مقاومت بیشتری برخوردار بودند (شکل ۱).

جدول ۸- آزمون فریدمن برای صفت شاخص حساسیت به بیماری ریزومانیای۱۴ ژنوتیپ جدید مقاوم به ریزومانیا به همراه دو ژنوتیپ شاهد

Table 8. Friedman test for the susceptibility index trait to rhizomania disease of 14 new genotypes of sugar beet resistant to rhizomania along with two control genotypes

		Zarghan زرقان		Mashhad مشهد	
		2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹	2020 ۱۳۹۸	2021 ۱۳۹۹
N	تکرار	4	4	4	4
Chi-square	کای دو	**	NS	NS	NS
Df	درجه آزادی	15	15	15	15

NS و ** به‌ترتیب نشان دهنده غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد آماری با استفاده از آزمون کای دو است.
NS and ** indicates non-significance and significant at the probability level of 1%, respectively, using Chi-square test.



شکل ۱- شاخص حساسیت به بیماری ریزومانیا (با توجه به علائم بیماری در روی ریشه با توجه به پیشنهاد لوتر باخر و همکاران (Luterbacher *et al*., 2005).) در ۱۴ ژنوتیپ جدید چغندرقند به همراه دو ژنوتیپ شاهد (ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۲) در زرقان در سال ۱۳۹۸ (مشخصات ژنوتیپ‌ها براساس شماره آنها در جدول ۱ نشان داده شده است.)

Figure 1 – Susceptibility index to rhizomania disease (according to the symptoms of the disease on the root (suggested by Luterbacher *et al*., 2005)) in 14 new sugar beet genotypes and two control genotypes (genotypes number 1 and 2) in Zarghan in 2019. (The characteristics of the genotypes based on their number are shown in Table 1.)

آزمایش دوم

با توجه به جدول آزمون فریدمن (جدول ۸)، تنها در سال اول آزمایش در زرقان اختلافات معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بین ژنوتیپ‌ها از نظر تحمل به بیماری ریزومانیا مشاهده شد. ولی در ایستگاه‌های زرقان در سال ۱۳۹۹ و مشهد در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ اختلافات بین ژنوتیپ‌ها برای صفت شاخص حساسیت به بیماری ریزومانیا معنی‌دار نبود ($P> 0.05$). براساس رتبه بندی ژنوتیپ‌های مورد بررسی از جهت وجود علائم بیماری ریزومانیا در روی ریشه، در ایستگاه زرقان در ۱۳۹۸، بجز ژنوتیپ شماره ۱۴، در مقایسه با میانگین دو شاهد آزمایش (۴/۲)، سایر ژنوتیپ‌ها از درصد مقاومت بیشتری به بیماری برخوردار بودند (شکل ۲).

توصیه ترویجی

با توجه به گسترش بیماری ریزومانیا در اراضی تحت کشت چغندرقند و تاثیر آن بر کاهش شدید عملکرد قند، مهم‌ترین راهکار معرفی شده جهت کاهش خسارت این بیماری استفاده از ارقام مقاوم به این بیماری است. در این راستا شرکت‌های خارجی تولید کننده بذر هر ساله ارقام جدیدی را جهت ورود آنها به کشور پیشنهاد می‌دهند. از بین ۲۹ ژنوتیپ جدید پیشنهادی در سال ۱۳۹۸، هفت رقم شامل ارقام شماره ۵، ۶، ۷، ۱۳ و ۱۵ از آزمایش اول به‌ترتیب با نام‌های تجارتی BTS 7715، BTS 2015 N، BTS 1930 RHC، Annamira و Annemartha و همچنین دو رقم با شماره‌های ۵ و ۱۷ به‌ترتیب با نام‌های تجارتی Joker و BTS 3645 RHC از آزمایش دوم رقمی به عنوان ارقام برتر این آزمایش‌ها معرفی شدند. این ارقام ضمن داشتن عملکرد قند خالص بیشتر از پایداری عملکرد و مقاومت به بیماری بهتری در مقایسه با ارقام دیگر برخوردار بودند و می‌توانند توسط کشاورزان چغندرقند مورد استفاده قرار گیرند.

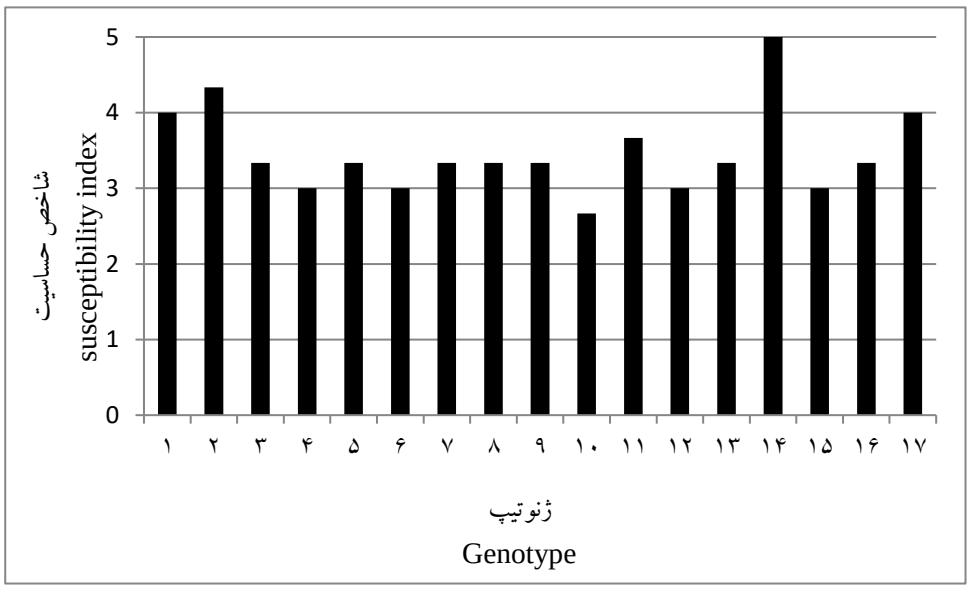
جدول ۹- آزمون فریدمن برای شاخص حساسیت به بیماری ریزومانیای ۱۵ ژنوتیپ جدید مقاوم به ریزومانیا به همراه دو ژنوتیپ شاهد

Table 9. Friedman test for the susceptibility index trait to rhizomania disease of 15 new genotypes of sugar beet resistant to rhizomania along with two control genotypes

		زرقان Zarghan		مشهد Mashhad	
		۱۳۹۸ 2020	۱۳۹۹ 2021	۱۳۹۸ 2020	۱۳۹۹ 2021
N	تکرار	4	4	4	4
Chi-square	کای دو	*	NS	NS	NS
Df	درجه آزادی	16	16	16	16

NS و * به‌ترتیب نشان دهنده غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آماری با استفاده از آزمون کای دو است.

NS and * indicates non-significance and significant at the probability level of 5%, respectively, using Chi-square test.



شکل ۲- شاخص حساسیت به بیماری ریزومانیا (با توجه به علائم بیماری در روی ریشه با توجه به پیشنهاد لوتر باخر و همکاران (Luterbacher *et al*., 2005).) در ۱۵ ژنوتیپ جدید چغندرقند به همراه دو ژنوتیپ شاهد (ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۲) در زرقان در سال ۱۳۹۸ (مشخصات ژنوتیپ‌ها براساس شماره آنها در جدول ۱ نشان داده شده است.)

Figure 2 - Susceptibility index to rhizomania disease (according to the symptoms of the disease on the root (suggested by Luterbacher *et al*., 2005)) in 15 new sugar beet genotypes and two control genotypes (genotypes number 1 and 2) in Zarghan in 2019. (The characteristics of the genotypes based on their number are shown in Table 1.)

سپاسگزاری

از مدیریت و همچنین کلیه همکاران موسسه ثبت و گواهی بذر و نهال و موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند که در اجرای این پژوهش همکاری نموده اند و همچنین نمایندگان شرکت‌های تولید کننده بذر جهت ارائه ارقام جدید برای اجرای آزمایش‌ها تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

Abdollahian noghabi, M., Shikholeslami, R., and Babaee, B. 2005. Technical terms of sugar beet quantity and quality. Journal of Sugar Beet 21(1): 101-104. DOI: 10.22092/jsb.2005.8201

Anonymous, 2013. Testing for homogeneity of variance with Hartley's F_{max} test. Available

at:
http://www.sussex.ac.uk/Users/grahamh/RM1web/Testing%20for%20homogeneity%20of%20variance.pdf

Anonymous, 2014. Technical guide for tests to determine the agronomic value of sugar beet cultivars. Seed and Plant Certification and Registration Institute. Available at: https://spcri.ir/dorsapax/userfiles/file/m.sabt/Test%20Guidlines%20Crops%20VCU/Sugerbeat.pdf

Anonymous, 2022. Iranian sugar factories syndicate. Available at: http://www.isfs.ir/amalkard1.htm

Canova, A. 1966. Si studia la rizomania della bietola. Inf. Fitopatol. 10: 235-239.

Crutzen, F., Mehrvar, M., Gilmer, D., and Bragard, C. 2009. A full-length infectious clone of beet soil-borne virus indicates the dispensability of the RNA-2 for virus survival in planta and symptom expression on Chenopodium quinoa leaves. J. Gen. Virol. 90:3051-3056. DOI: 10.1099/vir.0.014548-0

Decroës, A., Calusinska, M., Delfosse, P., Bragard, C., and Legrève, A. 2019. First draft genome sequence of a Polymyxa genus member, Polymyxa betae, the protist vector of rhizomania. Microbiol. Resour. Announc. 8(2): e01509-18. DOI: 10.1128/MRA.01509-18

Draycott, A. P. 2006. Sugar Beet. Blackwell Scientific Publishing Co. Ltd., London, UK. 514 pp.

Gilmer, D., and Ratti, C. 2017. ICTV virus taxonomy profile: Benyviridae. J. Gen.Virol. 98:1571-1572. ***DOI:*** 10.1099/jgv.0.000864

Izadpanah, K. A., Hashemi, P., Kamran, R., Paknit, M., Sahandpour, A., and Masoumi, M. 1996. The widespread presence of sugar beet root disease (pseudo rhizomania) in Fars. J. Plant Dis. 32: 200-206.

Koenig, R. D., and Lannefors, B. L. 2000. Molecular analyses of European A, B and P type sources of beet necrotic yellow win virus and detection of rare P type in Kazakhstan. Arch. Virol. 145(8): 1561-1570. DOI: 10.1007/s007050070076.

Lin, C. S., Binns, M. R., and Lefkovitch, L. P. 1986. Stability analysis: where do we stand? Crop Sci. 26(5): 894–900. DOI: 10.2135/cropsci1986.0011183X002600050012x

Luterbacher, M., 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: II. Soil borne diseases.

Euphytica 141(1): 49-63.

Mahillon, M., Decroës, A., Peduzzi, C., Romay, G., Legrève, A., and Bragard, C. 2021. RNA silencing machinery contributes to inability of BSBV to establish infection in *Nicotiana benthamiana*: evidence from characterization of agroinfectious clones of beet soil-borne virus. J. Gen. Virol. 102(2). DOI: 10.1099/jgv.0.001530.

Mesbah, M., Orazizadeh, M. R., Rajabi, A., and Aghaiezadeh, M. 2007. Introduction of the first rhizomania resistant sugar beet monogerm hybrid variety (Zarghan). J. Sugar beet 23(1): 110-109. DOI: 10.22092/jsb.2007.1256

Mohammadian, R., Mahmoudi, S. B., Shahbazi, H., Darabi, D., and Pedram, A. 2016. Performance of Sugar beet hybrids in different levels of rhizomania disease severity. J. Plant Prod. 39(2): 27-42. doi: 10.22055/ppd.2016.12053

Mohammadian, R., Ghaemi, A. R., Ashraf Mansouri, Gh. R., Footihi, K., and Jazairei noshabadi, M. R. 2017. Sugar beet hybrids response to rhizomania disease in the infected fields. J. Sugar Beet 33(1): 31-17. DOI: 10.22092/jsb.2017.106807.1124

Pourrahim, R., Afzali, H., and Kakuinejad M. 2015. Investigation of rhizomania virus beet necrotic yellow vein virus- BNYVV in sugar beet fields in five important provinces of Iran. Final report. Iranian Research Plant Protection. N. 47076.22pp.

Putz, C., Merdinoglu, D., Lemaire, O., Stocky, G., Valentin, P., and Wiedemann, S. 1990. Beet necrotic yellow vein virus, causal agent of sugar beet rhizomania. Review of Plant Pathology 69:247-254.

Radivojević, S., Kabić, D., Filipović, V., and Jaćimović, G. 2008. Yield and technological quality of modern sugar beet varieties in the republic of SERBIA. Food Feed Res. J. 35(2): 53-58.

Rezaei, J., Bannayan, M., nezami, A., Mehrvar, M. and Mahmoodi, B. 2014. Growth analysis of rhizomania infected and healthy sugar beet. J. Crop Sci. 17(2): 59-69. DOI: 10.1007/s12892-013-0116-4

Salarian, A., Pouresmaeil, P., and Tarighaleslami, M. 2014. A comparison of quantitative and qualitative yield on some resistant cultivars to rhizomania disease of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) into qualification of alloy and unspotted to rhizomania. Euro. J. Experi. Bio. 4(1): 177-185.

Suarez, M. B., Grondona, I., Garcia-Benavides, P., Monte, E., Garcia-Acha, I. 1999. Characterization of beet necrotic yellow vein furovirus from Spanish sugar beet. Int. Microbiol. 2(2): 87-92.

Tamada, T., and Asher, M. J. C. 2016. The plasmodiophorid protest Polymyxabetae. Pages 135-153 in: rhizomania, E. Biancardi and T. Tamada, eds. Springer International Publishing, Cham, Switzerland.

Uchkunov, I., Raykov, S., Uchkunov, V., Tanova,K., and Mehmed, A. 2016. Productivity and resistance of parental forms and hybrid of sugar beet which are tolerant to rhizomania disease. Int. J. Res. Studies Agric. Sci. 2(1): 1-5. DOI:10.20431/2454-6224.0201001

Investigating value cultivation and use (VCU) of imported sugar beet cultivars under conditions of infection with rhizomania disease

R. Mohammadian[1*], S. Darabi[2], K. Fotuhi[3], H. Mansori[4] and J. Soltani Idliki[5]

1. **Associate Professor, Sugar Beet Seed Institute, Agricultural, Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.**
2. **Researcher, Sugar Beet Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research Centre, Zarghan, Iran.**
3. **Assistant Professor, Sugar Beet Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research Centre, Miandoan, Iran.**
4. **Assistant Professor, Sugar Beet Research Department, Hammadan Agricultural and Natural Resources Research Centre, Hammadan, Iran.**
5. **Assistant Professor, Sugar Beet Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Centre, Mashhad, Iran.**

ABSTRACT

Mohammadian, R., Darabi, S., Fotuhi, K., Mansori, H., and Soltani Idliki, J. 2023. Investigating value cultivation and use (VCU) of imported sugar beet cultivars under conditions of infection with rhizomania disease. **Research Achievements for Field and Horticulture Crops Journal 12 (2): 305-325. (in Persian).**

Sugar beet cultivars, candidate to enter the Iranian trade market, must pass the value cultivation and use (VCU) test successfully. For this purpose, 29 candidate cultivars from different companies were subjected to product comparison in the form of two experiments with the same control cultivars in 2018 and 2019. The experiments were conducted in two separate experiments of 16 and 17 cultivars in four replications in the provinces of West Azarbaijan, Khorasan Razavi, Hamedan and Fars under natural infection conditions. According to the results of the tests, among the new genotypes, 7 cultivars including BTS 7715, BTS 2015 N, BTS 1930 RHC, Annamira, Annemartha, Joker and BTS 3645 RHC were introduced as superior cultivars. These cultivars had higher sugar yield and also, they had better yield stability and disease resistance compared to the other candidate cultivars.

key words: Resistant cultivars, Stability, Sugar beet, Rhizomania

---

Corresponding author: r_mohammadian@hotmail.com **Tel.:** +9832702613

Received: 30 January, 2022
Accepted: 8 Agues, 2023