

نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی  
جلد ۱۳، شماره ۲، سال ۱۴۰۳

## زیبا و یلدا، نخستین هیبریدهای منوژرم نسل چهارم چغندر قند با مقاومت دوگانه در برابر بیماری ریزومانیا و نماتد سیستی

### Ziba and Yalda, the first fourth-generation monogerm sugar beet hybrids with dual resistance to rhizomania and cyst nematode

سعید صادق‌زاده حمایتی<sup>۱</sup>، داریوش طالقانی<sup>۱</sup>، جمشید سلطانی<sup>۲</sup>، سعید دارابی<sup>۳</sup>، مهدی حسنی<sup>۴</sup>، پرویز فصاحت<sup>۴</sup>، جواد رضایی<sup>۵</sup>، مستانه شریفی<sup>۳</sup>، حیدر عزیزی<sup>۵</sup>، حمزه حمزه<sup>۶</sup>، فتح‌اله نادعلی<sup>۷</sup> و علی صارمی‌راد<sup>۸</sup>

- ۱، ۴ و ۸- به ترتیب، دانشیار، استادیار و محقق، موسسه 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 خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
- ۳- مربی، بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.
- ۵- استادیار، بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.
- ۶- استادیار، بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.
- ۷- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۹

#### چکیده

صادق‌زاده حمایتی، س.، طالقانی، د.، سلطانی، ج.، دارابی، س.، حسنی، م.، فصاحت، پ.، رضایی، ج.، شریفی، م.، عزیزی، ح.، حمزه، ح.، نادعلی، ف. و صارمی‌راد، ع. ۱۴۰۳. زیبا و یلدا، نخستین هیبریدهای منوژرم نسل چهارم چغندر قند با مقاومت دوگانه در برابر بیماری ریزومانیا و نماتد سیستی. نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی (۲) ۱۳: ۱۷۵-۱۵۹.

در رقم‌های جدید اصلاح‌شده، مقاومت به بیماری ریزومانیا در هر دو والد پدری و مادری تثبیت شده است. برای دستیابی به این هدف، ۴۰ سینکل کراس به‌عنوان والد مادری با یک والد گرده‌افشان تجارتي مقاوم به هر دو بیماری ریزومانیا و نماتد سیستی تلاقی داده شدند. به دنبال ارزیابی مقدماتی هیبریدها، تعداد هشت هیبرید انتخاب شدند. هیبریدهای منتخب در آزمون تعیین ارزش زراعی طی سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در هفت منطقه آلوده به یک یا هر دو عامل بیماری مقایسه شدند. هم‌زمان کلیه هیبریدها از نظر مقاومت به نماتد مولد سیست نیز در شرایط کنترل‌شده گلخانه ارزیابی شدند. بر اساس این ارزیابی‌ها، دو هیبرید SBSI 166 و SBSI 170 گزینش و به ترتیب با اسامی زیبا و یلدا وارد آزمایش تحقیقی-ترویجی شدند. بر اساس نتایج آزمایش تحقیقی-ترویجی، رقم‌های زیبا و یلدا به ترتیب با میانگین عملکرد شکر سفید ۱۱/۵۰ و ۱۱/۳۲ تن در هکتار نسبت به رقم‌های شاهد بریجیتا، نیکا، آسیا، شکوفا و دنا به ترتیب با میانگین عملکرد شکر سفید ۱۰/۵۴، ۱۰/۱۷، ۹/۴۵، ۹/۴۰ و ۹/۰۲ تن در هکتار برتری عملکرد ۶/۸۹، ۱۰/۱۶، ۱۶/۵۲، ۱۶/۹۶ و ۲۰/۳۲ درصدی داشتند. از نظر مقاومت در برابر نماتد مولد سیست، رقم یلدا مقاومتی نزدیک به رقم‌های شاهد خارجی و رقم زیبا مقاومتی نزدیک به رقم‌های شاهد داخلی داشت. این هیبریدها، رقم‌های دیپلوید منوژرم مقاوم به بیماری ریزومانیا و نماتد مولد سیست و مناسب کشت بهاره در مناطق مختلف کشور هستند.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، آلوده، بیماری، رقم مقاوم، عملکرد شکر.

## مقدمه

چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) با سطح زیر کشت معادل ۴/۵۰ میلیون هکتار (FAO, 2024)، یک محصول اساسی در کشاورزی جهانی است که تقریباً ۲۰ تا ۳۰ درصد از تولید شکر جهان را به خود اختصاص می‌دهد (Ribeiro et al., 2016; FAO, 2024). این گیاه که عمدتاً در مناطق معتدل کشت می‌شود، نه تنها به عنوان یکی از منابع اصلی تولید شکر عمل می‌کند، بلکه در صنایع متعدد از جمله تولید اتانول، خوراک دام و نیز به عنوان محیطی برای تولید مخمر به کار گرفته می‌شود (Salazar-Ordóñez et al., 2013; Duraisam et al., 2017). به لحاظ تاریخی، پیشرفت‌های اصلاحی چغندر قند برای افزایش عملکرد و محتوای قند بسیار مهم بوده که در نتیجه امنیت غذایی جهانی و ثبات اقتصادی در جوامع روستایی را تضمین می‌کند.

یکی از چالش‌های اساسی در کشت چغندر قند شیوع بیماری‌هایی است که عملکرد و کیفیت محصول را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهند. در این میان، ریزومانی و نماتد مولد سیست چغندر قند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (Hassani et al., 2024).

بیماری ریزومانی که یک بیماری ویروسی است و توسط یک قارچ خاک‌زی منتقل می‌شود (Tamada and Baba, 1973; Tamada, 1975) به طور بالقوه یک بیماری مخرب چغندر قند در مقیاس جهانی است (McGrann et al., 2009)؛ به نحوی که میزان خسارت ناشی از آن ممکن است

به نابودی کامل مزارع چغندر قند در سطح وسیع منجر شود (Rajabi et al., 2023). این بیماری برای اولین بار در سال ۱۹۵۲ از شمال ایتالیا گزارش شد (Pavli et al., 2011). پس از آن، به سرعت در سراسر اروپا، آمریکای شمالی و سایر مناطق کشت چغندر قند گسترش یافت و خسارت‌های اقتصادی قابل توجهی را باعث شد. این بیماری در ایران اولین بار در مناطقی از استان فارس توسط ایزدپناه و همکاران (Izadpanah et al., 1996) گزارش و بعدها وجود آن در مزارع چغندر قند بیشتر نواحی کشور اثبات شد (Arjmand and Ahun Manesh, 1996). امروزه گستره پراکنش بیماری ریزومانی، مناطق چغندر کاری غرب کشور (استان‌های اردبیل، آذربایجان غربی، کرمانشاه، همدان و لرستان) و مناطقی از استان‌های خراسان شمالی و فارس را در بر گرفته است. البته گسترش بیماری ریزومانی تنها مختص ایران نبوده، بلکه در حال حاضر این بیماری به عنوان مهم‌ترین عامل خسارت‌زا در مزارع چغندر قند بیشتر کشورهای جهان شناخته می‌شود (Tamada, 1999; Lennefors et al., 2005; Galein et al., 2018).

نماتد مولد سیست (*Heterodera schachtii*) یک تهدید جدی دیگر محصول چغندر قند است؛ به طوری که بیش از ۹۰ درصد از خسارت ناشی از نماتدها را به خود اختصاص می‌دهد (Moore et al., 2009). این نماتد می‌تواند باعث کاهش قابل توجهی در عملکرد کمی و کیفی چغندر قند شود و در نتیجه تأثیر اقتصادی

تغییر در پایه مادری و تثبیت مقاومت نسبت به یک یا دو عامل تنش زای محیطی است. هیبریدهای زیبا و یلدا مقاومت قابل توجهی در برابر دو بیماری ریزومانیا و نماتد مولد سیست از خود نشان می دهند و با کاهش نیاز به مداخلات شیمیایی، با روندهای جهانی به سمت شیوه های کشاورزی پایدار همسو هستند. هدف این مطالعه، ارزیابی عملکرد و مقاومت هیبریدهای منوژرم چغندر قند در شرایط آلوده به بیماری ریزومانیا و نماتد سیستی بود.

## مواد و روش ها

### مواد گیاهی

مراحل اصلاح و تهیه هیبریدهای منوژرم زیبا و یلدا به تفکیک فعالیت های هر سال در شکل ۱ به طور خلاصه نشان داده شده است. در مجموع به منظور تهیه سینگل کراس، از جمعیت FC201 تعداد چهار لاین نر عقیم، از جمعیت FC301 تعداد چهار لاین نر عقیم به همراه اوتایپ متناظر آنها و از جمعیت C869 تعداد سه لاین اوتایپ انتخاب شد که بذر آنها در اوایل شهریور سال ۱۳۹۶ در مزرعه اشتکلینگ کشت شد. در بهار سال ۱۳۹۷، بر اساس برنامه ریزی به عمل آمده برای تلاقی لاین های اوتایپ با نر عقیم های غیرمتناظر جهت تهیه سینگل کراس های جدید اقدام شد. پس از اتمام گرده افشانی در اواسط تیر، بذر سینگل کراس از روی بوته های لاین نر عقیم برداشت، بوجاری، توزین و شماره گذاری شد و به انبار بذر انتقال یافت.

جبران ناپذیری در تولید آن به همراه داشته باشد. میزان خسارت ناشی از آن با توجه به سطح آلودگی از ۳۰ تا ۶۰ درصد متغیر است (Wright et al., 2022). نماتد مولد سیست می تواند ظهور گیاهچه ها را به تأخیر اندازد و حتی در آلودگی های شدید، گیاهچه ها را پیش از سبز شدن از بین ببرد و یا باعث توقف رشد و پژمردگی در گیاهان آسیب دیده شود (Wright et al., 2022). از طرفی این نماتد گیاهان را مستعد آلودگی ثانویه توسط سایر عوامل بیماری زای خاک زی می کند (Poindexter, 2011; Wright et al., 2022). ماندگاری نماتد در خاک و توانایی آن برای انطباق با شرایط مختلف محیطی، آن را به یک بیماری چالش برانگیز در مدیریت زراعی تبدیل می کند.

اصلاح رقم های چغندر قندی که در برابر این تهدیدات مقاوم هستند، برای کشاورزی پایدار بسیار مهم است. توسعه رقم های مقاوم نه تنها خسارات اقتصادی را کاهش می دهد، بلکه وابستگی به سموم شیمیایی را کمتر می کند و پایداری زیست محیطی را ارتقاء می دهد (Saremirad et al., 2020). این رقم ها می توانند قابلیت اطمینان جهت دستیابی به عملکرد و کیفیت شکر را افزایش دهند و زنجیره تأمین پایدار برای تولید شکر را تضمین کنند.

در پاسخ به این چالش ها، دو هیبرید منوژرم جدید زیبا و یلدا به عنوان اولین رقم های نسل چهارم چغندر قند در کشور توسعه یافتند. این نسل شامل رقم های منوژرم اصلاح شده از طریق



شکل ۱- روند اصلاحی هیبریدهای منوژرم نسل چهارم چغندر قند زیبا و یلدا با مقاومت دو گانه در برابر ریزومانیا و نماتد مولد سیست

Fig. 1. Breeding process of Ziba and Yalda fourth-generation monogerm sugar beet hybrids with dual resistance to rhizomania and cyst nematode

### ارزیابی عملکرد مقدماتی

تعداد ۴۰ هیبرید حاصل از تلاقی ۴۰ سینگل کراس نر عقیم با یک لاین گرده افشان به همراه یک شاهد مقاوم داخلی (رقم شکوفا) و چهار شاهد مقاوم خارجی (رقم های ساکارا، BTS 213، کاکتوس و فرناندو) در قالب طرح مقایسه عملکرد مقدماتی (آگمنت) در هفت منطقه کرج، مشهد، شیراز، میاندوآب، کرمانشاه، همدان و خوی طی سال ۱۳۹۹ ارزیابی عملکرد و مقاومت شدند. در هر منطقه، هر هیبرید در یک کرت شامل یک خط هشت متری و بدون تکرار کشت شد و فقط رقم های شاهد در هر بلوک ناقص تکرار شدند. در زمان برداشت، ریشه های هر کرت توزین و از آن ها نمونه خمیر جهت تعیین درصد قند تهیه شد.

### آزمون تعیین ارزش زراعی

بر اساس ارزیابی مقدماتی عملکرد از میان هیبریدهای مورد بررسی، تعداد هشت هیبرید برتر بر اساس عملکرد شکر انتخاب شد و به

همراه دو رقم شاهد مقاوم داخلی شکوفا و نیکا و دو رقم شاهد مقاوم خارجی فرناندو و BTS 213 (جدول ۱) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار طی سال های زراعی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در هفت منطقه کرج، مشهد، شیراز، میاندوآب، کرمانشاه، همدان و شاهرود با سطوح متفاوت آلودگی به یک یا هر دو بیماری مورد نظر مقایسه عملکرد شدند.

سطح مقاومت به نماتد مولد سیست هیبریدها در شرایط گلخانه نیز بررسی شد. به این منظور، ابتدا هیبریدها در خاک سالم حاوی پیت ماس و خاک مزرعه به نسبت ۲:۱ کشت شدند. در هر گلدان ۲۵۰ سانتی متر مکعبی یک بوته نگهداری شد. پس از گذشت دو تا سه ماه از زمان کشت، هر بوته به وسیله لاروهای زنده و فعال نماتد مولد سیست چغندر قند (۱۰۰۰ لارو برای هر بوته) در دو تا سه نوبت مایه زنی شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام و از هر تیمار ۲۴ بوته ارزیابی شد.

جدول ۱- مشخصات هیبریدهای منوژرم نسل چهارم چغندر قند و رقم های شاهد آزمایش

Table 1. Characteristics of fourth-generation monogerm sugar beet hybrids and check cultivars

| ژنوتیپ<br>Genotype | شجره<br>Pedigree |           | ژنوتیپ<br>Genotype | شجره<br>Pedigree |           |
|--------------------|------------------|-----------|--------------------|------------------|-----------|
|                    | ♀                | ♂         |                    | ♀                | ♂         |
| SBSI 166 (Ziba)    | 940033/940102    | S1-920760 | SBSI 172           | 940033/940184    | S1-920760 |
| SBSI 167           | 940023/940106    | S1-920760 | SBSI 173           | 940132/140184    | S1-920760 |
| SBSI 168           | 940033/940132    | S1-920760 | Shokoufa           | Tolerant check   |           |
| SBSI 169           | 940047/940170    | S1-920760 | Nika               | Resistant check  |           |
| SBSI 170 (Yalda)   | 940107/940170    | S1-920760 | Fernando           | Resistant check  |           |
| SBSI 171           | 940102/940171    | S1-920760 | BTS213             | Resistant check  |           |

## آزمایش تحقیقی-ترویجی

این آزمایش با هدف مقایسه عملکرد رقم‌های جدید زیبا و یلدا در شرایط زارعین با پنج رقم تجاری شامل یک رقم خارجی بریجیتا (Brigita) و چهار رقم داخلی آسیا، دنا، نیکا و شکوفا در دو منطقه کرج و کرمانشاه (جدول ۱) انجام شد. در این بررسی هر رقم در سطحی معادل ۱۰۰۰ مترمربع تحت شرایط زراعی و مدیریتی یکسان کشت شد. آزمایش در منطقه کرج به روش نشتی و در منطقه کرمانشاه به روش تیپ آبیاری گردید. دور آبیاری در کرج و کرمانشاه به ترتیب بر اساس ۹۰ و ۳۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از سطح تشتک تبخیر کلاس A تنظیم شد. سایر عملیات داشت شامل مبارزه با علف‌های هرز و آفات در حد مطلوب و مطابق با عرف منطقه و طبق نظر کارشناسان مربوطه انجام شد. نهایتاً در زمان برداشت، عملکرد هر رقم اندازه‌گیری شد.

## ارزیابی بیماری و اندازه‌گیری صفات کمی

### و کیفی ریشه

یادداشت‌برداری از شدت بیماری ریزومانی‌ها در مرحله برداشت ریشه‌ها بر اساس روش لوترباچر و همکاران (Luterbacher et al., 2005) در مقیاس ۱-۹ در دو ایستگاه تحقیقات کشاورزی مشهد و شیراز انجام شد. آزمایش در ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی میاندوآب، کرمانشاه، همدان و شاهرود نیز در شرایط آلوده به بیماری

انجام شد، اما داده‌های شدت آلودگی در این چهار ایستگاه ثبت نگردید. در این روش، آلودگی گیاهان با ثبت نمره ۱ برای گیاهان با ریشه‌های سالم (فاقد ریشه ریشی یا تغییر رنگ)، نمره ۳ برای گیاهان با ریشه ریشی محدود و قدری تغییر رنگ یافته، نمره ۵ برای گیاهان با ریشه ریشی متوسط و تغییر رنگ یافته، نمره ۷ برای گیاهان با ریشه ریشی شدید، نکروز و به شدت تغییر رنگ یافته و نمره ۹ برای گیاهان مرده، ریشه‌های نکروز شده و پوسیده بررسی شد. نمرات ۲، ۴، ۶ و ۸ به گیاهانی که حد واسطه دو نمره فرد بودند، اختصاص داده شد. ثبت واکنش هیبریدهای آزمایشی از نظر آلودگی به نماتد مولد سیست، ۱۰ هفته پس از آخرین مایه‌زنی با شمارش تعداد سیست در هر گلدان انجام شد. به این صورت که گیاهچه‌ها به آرامی از گلدان بیرون کشیده شدند و تعداد نماتد بالغ روی ریشه با استفاده از بینوکولر شمارش گردید. شاخص تولیدمثل از تقسیم تعداد سیست در هر یک از رقم‌های آزمایشی به تعداد سیست در رقم شاهد و حاصل ضرب آن‌ها در عدد ۱۰۰ به دست آمد. هراندازه مقدار عددی آن برای یک رقم پایین باشد، نشان‌دهنده مقاومت آن رقم و بالعکس هراندازه مقدار عددی آن برای یک رقم بالا باشد، نشان‌دهنده حساسیت آن رقم است.

پس از عملیات برداشت و ثبت آلودگی و عملکرد ریشه، شستشوی ریشه‌ها صورت گرفت

و به طور تصادفی از ریشه های هر کرت نمونه خمیر تهیه گردید. نمونه های خمیر تهیه شده در آزمایشگاه کنترل کیفی ستاد مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند از نظر ویژگی های کمی و کیفی مورد بررسی قرار گرفتند و در نهایت بر اساس مقادیر به دست آمده، عملکرد شکر و عملکرد شکر سفید محاسبه شد.

### تجزیه و تحلیل آماری

با توجه به اجرای طرح آگمنت در ارزیابی مقدماتی، مقادیر عملکرد شکر در هیبریدهای مورد مطالعه تصحیح گردید. از میانگین های تصحیح شده برای گزینش ژنوتیپ های برتر با اعمال فشار گزینش ۲۰ درصد استفاده شد. به منظور گزینش ژنوتیپ های برتر در آزمایش تعیین ارزش زراعی، تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

### نتایج و بحث

#### ارزیابی عملکرد مقدماتی

بر اساس نتایج، متوسط عملکرد شکر ژنوتیپ های آزمایشی از ۱۰/۴۶ تن در هکتار در ژنوتیپ ۳۵۵۴۶ تا ۱۵/۱۷ تن در هکتار در رقم شاهد BTS213 متغیر بود (جدول ۲). در میان هیبریدهای جدید مورد ارزیابی، یلدا (۳۵۵۵۵) و زیبا (۳۵۵۳۵) به ترتیب با میانگین عملکرد شکر ۱۴/۴۰ و ۱۴/۳۹ تن در هکتار پر محصول ترین هیبریدهای آزمایش شناخته شدند (جدول ۲).

در مجموع این دو هیبرید از نظر عملکرد شکر در رتبه های دوم و سوم پس از رقم شاهد BTS213 که رتبه نخست را از آن خود کرده بود، قرار گرفتند. رقم های شاهد کاکتوس، فرناندو و ساکارا به ترتیب با میانگین عملکرد شکر ۱۴/۲۴، ۱۴/۲۱ و ۱۴/۱۵ تن در هکتار در رتبه های بعدی جای گرفتند (جدول ۲). متوسط عملکرد شکر رقم شاهد داخلی شکوفا، معادل ۱۱/۹۰ تن در هکتار بود. به طور کلی تعداد ۳۶ هیبرید از متوسط عملکرد شکر بالاتری در مقایسه با شاهد داخلی برخوردار بودند. در مجموع از ۴۰ هیبرید جدید مورد بررسی، هشت هیبرید (با اعمال فشار گزینش ۲۰ درصد) شامل هیبریدهای ۳۵۵۵۵، ۳۵۵۳۵، ۳۵۵۷۲، ۳۵۵۴۷، ۳۵۵۵۲، ۳۵۵۶۷، ۳۵۵۶۱ و ۳۵۵۳۷ جهت ورود به آزمون تعیین ارزش زراعی انتخاب شدند.

#### آزمون تعیین ارزش زراعی

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثرات اصلی محیط و ژنوتیپ و همچنین برهمکنش آن ها بر عملکرد شکر سفید در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). معنی دار شدن برهمکنش ژنوتیپ-محیط، به دلیل تغییرات زیاد ژنوتیپ ها در سال ها و مکان های مورد بررسی و نیز تغییرات در رتبه نسبی ژنوتیپ ها است. بر اساس نتایج به دست آمده از آزمایش صادق زاده حمایاتی و همکاران (Sadeghzadeh Hemayati et al., 2022)، محیط و برهمکنش آن با ساختار ژنتیکی ژنوتیپ های مختلف، نقش بسزایی را بر بیان

جدول ۲- عملکرد شکر هیبریدهای منوژرم نسل چهارم چغندر قند در آزمایش ارزیابی عملکرد مقدماتی

Table 2. Sugar yield of fourth-generation monogerm sugar beet hybrids in preliminary yield evaluation experiment

| ردیف<br>Row | کد<br>Code    | شجره<br>Pedigree                        | عملکرد شکر (تن در هکتار)<br>Sugar yield (tha <sup>-1</sup> ) | ردیف<br>Row | کد<br>Code | شجره<br>Pedigree                        | عملکرد شکر (تن در هکتار)<br>Sugar yield (tha <sup>-1</sup> ) |
|-------------|---------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------|------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1           | BTS213        | Resistant check                         | 15.17                                                        | 24          | 35541      | 940023/940107//920760 "S <sub>1</sub> " | 12.61                                                        |
| 2           | 35555 (Yalda) | 940107/940170//920760 "S <sub>1</sub> " | 14.40                                                        | 25          | 35565      | 940023/940184//920760 "S <sub>1</sub> " | 12.53                                                        |
| 3           | 35535 (Ziba)  | 940033/940102//920760 "S <sub>1</sub> " | 14.39                                                        | 26          | 35548      | 940047/940132//920760 "S <sub>1</sub> " | 12.51                                                        |
| 4           | Cactus        | Resistant check                         | 14.24                                                        | 27          | 35562      | 940106/940171//920760 "S <sub>1</sub> " | 12.48                                                        |
| 5           | Fernando      | Resistant check                         | 14.21                                                        | 28          | 35571      | 940107/940184//920760 "S <sub>1</sub> " | 12.31                                                        |
| 6           | Succara       | Resistant check                         | 14.15                                                        | 29          | 35566      | 940028/940184//920760 "S <sub>1</sub> " | 12.25                                                        |
| 7           | 35572         | 940132/940184//920760 "S <sub>1</sub> " | 14.09                                                        | 30          | 35533      | 940023/940102//920760 "S <sub>1</sub> " | 12.23                                                        |
| 8           | 35547         | 940033/940132//920760 "S <sub>1</sub> " | 13.75                                                        | 31          | 35540      | 940047/940106//920760 "S <sub>1</sub> " | 12.15                                                        |
| 9           | 35552         | 940047/940170//920760 "S <sub>1</sub> " | 13.74                                                        | 32          | 35534      | 940028/940102//920760 "S <sub>1</sub> " | 12.14                                                        |
| 10          | 35567         | 940033/940184//920760 "S <sub>1</sub> " | 13.74                                                        | 33          | 35553      | 940102/940170//920760 "S <sub>1</sub> " | 12.12                                                        |
| 11          | 35561         | 940102/940171//920760 "S <sub>1</sub> " | 13.65                                                        | 34          | 35559      | 940033/940171//920760 "S <sub>1</sub> " | 12.09                                                        |
| 12          | 35537         | 940023/940106//920760 "S <sub>1</sub> " | 13.62                                                        | 35          | 35543      | 940033/940107//920760 "S <sub>1</sub> " | 12.03                                                        |
| 13          | 35558         | 940028/940171//920760 "S <sub>1</sub> " | 13.53                                                        | 36          | 35545      | 940023/940132//920760 "S <sub>1</sub> " | 12.03                                                        |
| 14          | 35542         | 940028/940107//920760 "S <sub>1</sub> " | 13.52                                                        | 37          | 35538      | 940028/940106//920760 "S <sub>1</sub> " | 11.98                                                        |
| 15          | 35568         | 940047/940184//920760 "S <sub>1</sub> " | 13.44                                                        | 38          | 35569      | 940102/940184//920760 "S <sub>1</sub> " | 11.94                                                        |
| 16          | 35551         | 940033/940170//920760 "S <sub>1</sub> " | 13.38                                                        | 39          | Shokoufa   | Tolerant check                          | 11.90                                                        |
| 17          | 35564         | 940132/940171//920760 "S <sub>1</sub> " | 13.24                                                        | 40          | 35556      | 940132/940170//920760 "S <sub>1</sub> " | 11.74                                                        |
| 18          | 35549         | 940023/940170//920760 "S <sub>1</sub> " | 13.23                                                        | 41          | 35544      | 940047/940107//920760 "S <sub>1</sub> " | 11.61                                                        |
| 19          | 35554         | 940106/940170//920760 "S <sub>1</sub> " | 13.21                                                        | 42          | 35557      | 940023/940171//920760 "S <sub>1</sub> " | 11.47                                                        |
| 20          | 35570         | 940106/940184//920760 "S <sub>1</sub> " | 13.14                                                        | 43          | 35536      | 940047/940102//920760 "S <sub>1</sub> " | 11.23                                                        |
| 21          | 35563         | 940107/940171//920760 "S <sub>1</sub> " | 13.05                                                        | 44          | 35539      | 940033/940106//920760 "S <sub>1</sub> " | 11.06                                                        |
| 22          | 35550         | 940028/940170//920760 "S <sub>1</sub> " | 13.03                                                        | 45          | 35546      | 940028/940132//920760 "S <sub>1</sub> " | 10.46                                                        |
| 23          | 35560         | 940047/940171//920760 "S <sub>1</sub> " | 12.98                                                        | -           | -          | -                                       | -                                                            |



فوتیپی عملکرد شکر سفید ژنوتیپ‌های چغندر قند داشته است و سبب شده است تا ژنوتیپ‌ها با توجه به شرایط محیط‌های مختلف، پاسخ‌های متفاوتی را از نظر عملکرد شکر سفید ارائه نمایند. نتایج به دست آمده از مطالعه صارمی‌راد و طالقانی (Saremirad and Taleghani, 2022) حاکی از این بود که برهمکنش ژنوتیپ-محیط، ویژگی‌های کمی و کیفی شکر در هیبریدهای چغندر قند را تحت الشعاع قرار می‌دهد، لذا هنگام اصلاح هیبریدهای جدید باید این موضوع مدنظر قرار گیرد.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد شکر سفید هیبریدهای منوژرم نسل چهارم چغندر قند  
Table 3. Combined analysis of variance for white sugar yield of fourth-generation monogerm sugar beet hybrids.

| منابع تغییر<br>Source of variation   | درجه آزادی<br>df | مجموع مربعات<br>Sum of squares | میانگین مربعات<br>Mean of squares |
|--------------------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Environment محیط                     | 13               | 5283.20                        | 406.39**                          |
| Error 1 خطای ۱                       | 42               | 288.70                         | 6.87                              |
| Genotype ژنوتیپ                      | 11               | 286.28                         | 26.02**                           |
| Genotype × Environment ژنوتیپ × محیط | 143              | 863.96                         | 6.04**                            |
| Error 2 خطای ۲                       | 462              | 1393.33                        | 3.01                              |

\*\*: Significant at 1% probability level.

\*\*: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

نتایج مقایسه میانگین عملکرد شکر سفید هیبریدها در دو سال و هفت مکان نشان داد که رقم جدید زیبا، شاهد خارجی فرناندو، SBSI 171، رقم جدید یلدا و SBSI 172 به ترتیب با میانگین عملکرد ۱۰/۳۹، ۱۰/۱۷، ۱۰/۱۳، ۹/۹۵ و ۹/۶۶ تن در هکتار بیشترین عملکرد شکر سفید را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). این ژنوتیپ‌ها نسبت به سایر ژنوتیپ‌های آزمایشی از ثبات عملکرد بهتری نیز برخوردار بودند. نظر به این که در حال حاضر رقم‌های شکوفا و نیکا به عنوان رقم‌های تجارتي داخلی مقاوم به ریزومانی و نماتد مولد سیست به کشاورزان عرضه می‌شوند، برتری هیبریدهای جدید زیبا و یلدا از نظر عملکرد شکر سفید نشان داد که می‌توان از آن‌ها به عنوان جایگزین‌های مطمئن این رقم‌ها در مناطق آلوده استفاده کرد.

نتایج بررسی واکنش هیبریدهای آزمایشی در برابر بیماری ریزومانی (جدول ۵) نشان داد که ژنوتیپ‌ها واکنشی در محدوده مقاوم تا نیمه مقاوم داشتند، لذا این ژنوتیپ‌ها می‌توانند حامل ژن/هایی باشند که در بروز مقاومت مشاهده شده در آن‌ها دخیل هستند. بر اساس ارزیابی ژنوتیپ‌ها در برابر بیماری در آزمایش ایستگاه تحقیقاتی مشهد طی سال ۱۴۰۰، رقم‌های زیبا و یلدا با نمره بیماری ۳ به همراه رقم‌های شاهد BTS213 و نیکا واکنش مشابهی در محدوده

جدول ۴- عملکرد شکر سفید (تن در هکتار) هیبریدهای منوژرم نسل چهارم چغندر قند در هفت ایستگاه تحقیقات کشاورزی طی سال‌های زراعی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱

Table 4. White sugar yield ( $\text{tha}^{-1}$ ) of fourth-generation monogerm sugar beet hybrids at seven agricultural research stations during the 2021 and 2022 cropping seasons

| ژنوتیپ<br>Genotype | کرج<br>Karaj |       | مشهد<br>Mashhad |      | شیراز<br>Shiraz |      | میاندوآب<br>Miandoab |       | کرمانشاه<br>Kermanshah |       | همدان<br>Hamadan |       | شاهرود<br>Shahroud |      | میانگین کل<br>Total mean |               |
|--------------------|--------------|-------|-----------------|------|-----------------|------|----------------------|-------|------------------------|-------|------------------|-------|--------------------|------|--------------------------|---------------|
|                    | 2021         | 2022  | 2021            | 2022 | 2021            | 2022 | 2021                 | 2022  | 2021                   | 2022  | 2021             | 2022  | 2021               | 2022 | ارزش<br>Value            | گروه<br>Group |
| SBSI 166 (Ziba)    | 12.80        | 15.59 | 7.13            | 7.03 | 11.20           | 8.00 | 10.59                | 12.28 | 13.53                  | 12.13 | 8.97             | 13.88 | 6.33               | 6.02 | 10.39                    | a             |
| SBSI 167           | 11.48        | 14.94 | 9.83            | 9.53 | 10.70           | 6.86 | 8.87                 | 8.76  | 13.25                  | 12.18 | 7.05             | 9.33  | 5.17               | 5.93 | 9.56                     | ab            |
| SBSI 168           | 10.43        | 14.85 | 7.13            | 4.79 | 10.26           | 7.55 | 10.10                | 12.52 | 12.12                  | 11.63 | 6.53             | 11.60 | 5.40               | 5.66 | 9.33                     | ab            |
| SBSI 169           | 10.24        | 15.46 | 5.52            | 7.80 | 9.53            | 7.27 | 9.27                 | 12.32 | 12.12                  | 13.21 | 6.15             | 11.75 | 6.18               | 4.79 | 9.40                     | ab            |
| SBSI 170 (Yalda)   | 11.58        | 14.77 | 9.14            | 9.40 | 10.81           | 7.78 | 9.41                 | 9.55  | 13.16                  | 14.38 | 7.84             | 10.37 | 5.76               | 5.37 | 9.95                     | a             |
| SBSI 171           | 11.88        | 15.43 | 8.83            | 7.59 | 9.25            | 8.11 | 12.70                | 10.07 | 13.36                  | 14.98 | 6.63             | 12.27 | 5.01               | 5.76 | 10.13                    | a             |
| SBSI 172           | 11.76        | 14.78 | 9.40            | 7.51 | 9.08            | 7.18 | 8.94                 | 9.91  | 12.09                  | 13.74 | 7.08             | 12.19 | 4.52               | 7.08 | 9.66                     | a             |
| SBSI 173           | 9.80         | 14.72 | 8.07            | 7.81 | 9.28            | 7.73 | 8.54                 | 9.54  | 12.98                  | 12.97 | 6.66             | 11.87 | 5.05               | 5.50 | 9.32                     | ab            |
| BTS 213            | 11.83        | 10.26 | 7.95            | 7.39 | 10.21           | 4.73 | 11.84                | 10.74 | 13.17                  | 12.92 | 3.87             | 8.70  | 6.85               | 4.94 | 8.96                     | ab            |
| Fernando           | 9.82         | 16.29 | 10.73           | 8.42 | 10.95           | 8.99 | 8.94                 | 10.44 | 14.97                  | 14.69 | 4.08             | 11.91 | 7.11               | 4.97 | 10.17                    | a             |
| Nika               | 10.19        | 17.09 | 7.85            | 7.17 | 10.22           | 8.45 | 10.38                | 8.73  | 12.50                  | 13.56 | 3.76             | 8.78  | 6.20               | 6.33 | 9.37                     | ab            |
| Shokoufa           | 8.25         | 14.95 | 5.37            | 5.25 | 10.17           | 8.37 | 7.37                 | 8.98  | 11.16                  | 10.58 | 3.82             | 6.20  | 4.18               | 4.66 | 7.81                     | b             |

میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ندارند.

Means followed by the same letter are not significantly different at the 1% probability level according to Duncan's multiple range test.

مقاوم نشان دادند. در سال ۱۴۰۱ نیز رقم‌های زیبا و یلدا واکنش مقاومت بروز دادند و به همراه شاهد‌های به کار رفته در آزمایش در گروه مقاوم دسته‌بندی شدند. بر اساس نتایج به دست آمده از شدت آلودگی ژنوتیپ‌ها به بیماری در ایستگاه تحقیقاتی شیراز طی دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، رقم‌های زیبا و یلدا با نمره بیماری ۳ همراه با رقم‌های شاهد داخلی و خارجی در گروه رقم‌های مقاوم در برابر بیماری ریزومانیا قرار گرفتند (جدول ۵).

بررسی مقاومت ژنوتیپ‌ها نسبت به نماتد مولد سیست در شرایط گلخانه نشان داد که دامنه تغییرات شاخص تولیدمثل بین ۱۷/۷۲ تا ۵۰/۹۷ درصد متغیر بود (جدول ۵). متوسط

شاخص تولیدمثل طی دو سال ارزیابی روی ریشه رقم BTS213 معادل ۱۹/۳۷ درصد و برای رقم فرناندو معادل ۲۰/۱۷ درصد به دست آمد. در حالی که این شاخص برای دو رقم شاهد مقاوم داخلی شکوفا و نیکا به ترتیب ۴۱/۲۵ و ۳۶/۵۲ درصد بود. شاخص تولیدمثل نماتد مولد سیست رقم یلدا برابر با ۳۳/۸۱ درصد به دست آمد که نزدیک به رقم‌های شاهد خارجی و بهتر از رقم‌های شاهد داخلی بود. رقم زیبا با شاخص تولیدمثل ۵۰/۹۷ درصد حساس‌تر از دو شاهد مقاوم داخلی بود (جدول ۵)؛ بنابراین رقم زیبا در شرایط آلودگی خفیف به دلیل پتانسیل عملکرد شکر بالا قابل توصیه است؛ اما در صورت آلودگی شدیدتر رقم یلدا اولویت دارد.

جدول ۵- واکنش هیبریدهای منوژرم نسل چهارم چغندر قند نسبت به بیماری‌های ریزومانیا و نماتد مولد سیست

Table 5. Reaction of fourth-generation monogerm sugar beet hybrids to rhizomania and cyst nematode diseases

| ژنوتیپ<br>Genotype | مشهد<br>Mashhad |       | شیراز<br>Shiraz |       | نماتد مولد سیست<br>Cyst nematode |                                          |
|--------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------------------------|------------------------------------------|
|                    | 2021            | 2022  | 2021            | 2022  | تعداد<br>Number                  | شاخص تولیدمثل (درصد)<br>Female index (%) |
| SBSI 166 (Ziba)    | 3 (R)           | 3 (R) | 3 (R)           | 3 (R) | 40                               | 50.97                                    |
| SBSI 167           | 2 (R)           | 3 (R) | 3 (R)           | 3 (R) | 18                               | 23.43                                    |
| SBSI 168           | 3 (R)           | 3 (R) | 3 (R)           | 3 (R) | 39                               | 49.19                                    |
| SBSI 169           | 4 (MR)          | 3 (R) | 3 (R)           | 3 (R) | 33                               | 42.23                                    |
| SBSI 170 (Yalda)   | 3 (R)           | 3 (R) | 3 (R)           | 3 (R) | 27                               | 33.81                                    |
| SBSI 171           | 3 (R)           | 3 (R) | 3 (R)           | 3 (R) | 19                               | 24.16                                    |
| SBSI 172           | 3 (R)           | 3 (R) | 4 (MR)          | 3 (R) | 14                               | 17.72                                    |
| SBSI 173           | 4 (MR)          | 3 (R) | 4 (MR)          | 3 (R) | 20                               | 25.55                                    |
| BTS 213            | 2 (R)           | 2 (R) | 3 (R)           | 3 (R) | 15                               | 19.37                                    |
| Fernando           | 4 (MR)          | 3 (R) | 3 (R)           | 3 (R) | 16                               | 20.17                                    |
| Nika               | 3 (R)           | 3 (R) | 2 (R)           | 3 (R) | 29                               | 36.52                                    |
| Shokoufa           | 4 (MR)          | 3 (R) | 3 (R)           | 3 (R) | 32                               | 41.25                                    |
| Susceptible check  | -               | -     | -               | -     | 78                               | 100                                      |

R: Resistant, MR: Moderately Resistant.

## آزمایش تحقیقی-ترویجی

در آزمایش تحقیقی-ترویجی در کرج و کرمانشاه رقم زیبا به ترتیب با میانگین عملکرد شکر سفید ۱۲/۵۰ و ۱۰/۵۸ تن در هکتار و رقم یلدا به ترتیب با میانگین عملکرد شکر سفید ۱۲/۴۴ و ۱۰/۲۱ تن در هکتار نسبت به رقم‌های شاهد آسیا، بریجیتا، دنا، نیکا و شکوفا برتری داشتند (جدول ۶). رقم زیبا در مناطق کرج و کرمانشاه در مقایسه با آسیا به ترتیب با ۲۴/۶۷ و ۹/۶۳ درصد، بریجیتا به ترتیب با ۶/۳۲ و ۱۰/۷۸ درصد، دنا به ترتیب با ۲۴/۶۰ و ۱۷/۹۳ درصد، نیکا به ترتیب با ۱۲/۶۰ و ۱۰/۳۴ درصد و شکوفا به ترتیب با ۱۸/۱۹ و ۱۸/۴۱ درصد، برتری عملکرد نشان داد. نتایج آزمایش اجرا شده در کرج نشان داد که رقم یلدا نسبت به رقم‌های آسیا، بریجیتا، دنا، نیکا و شکوفا به ترتیب ۲۴/۳۱، ۵/۸۷، ۲۴/۲۴، ۱۲/۱۸ و ۱۷/۸۰ درصد و در کرمانشاه به ترتیب ۶/۹۷، ۸/۱۶، ۱۵/۵۲، ۷/۷۰ و ۱۶/۰۱ درصد عملکرد شکر سفید بالاتری داشت. در مجموع، رقم زیبا و یلدا به ترتیب با میانگین عملکرد شکر سفید ۱۱/۵۰ و ۱۱/۳۲ تن در هکتار نسبت به رقم‌های شاهد آسیا، بریجیتا، دنا، نیکا و شکوفا به ترتیب با میانگین عملکرد شکر سفید ۹/۴۵، ۱۰/۵۴، ۹/۰۲، ۱۰/۱۷ و ۹/۴۰ تن در هکتار برتری عملکرد ۱۶/۵۲، ۶/۸۹، ۲۰/۳۲، ۱۰/۱۶ و ۱۶/۹۶ درصدی نشان دادند (جدول ۶).

## توصیه ترویجی

در مجموع، متوسط عملکرد شکر سفید دو هیبرید جدید زیبا و یلدا در مقایسه با رقم شکوفا

بیش از دو تن در هکتار (۲۴ درصد) و در مقایسه با رقم نیکا بیش از ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار (پنج درصد) برتری داشت. به منظور دستیابی به پتانسیل عملکرد، داشتن تراکم بوته مناسب با میانگین ۱۰۰ هزار بوته در هکتار و ایجاد یک برنامه تغذیه مناسب بر اساس نتایج آزمایش خاک به ویژه ارزیابی سطوح نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک حائز اهمیت است. مقادیر کود مورد نیاز برای کشت بر اساس میزان فراهمی عناصر در خاک در جدول ۷ آورده شده است. ذکر این نکته ضروری است که کوددهی باید به برنامه‌های پیش کشت و پس کشت (سرک) تقسیم شود. قبل از کشت، قسمتی از نیتروژن کل (تقریباً ۴۰ درصد) و تمامی کودهای فسفر و پتاسیم مصرف می‌شود. یکی دیگر از خصوصیات هیبریدهای زیبا و یلدا، تفاوت ظاهری آن‌ها با دیگر رقم‌های تجارتي رایج داخلی است. به دلیل تغییر پایه مادری، هر دو هیبرید از برگ‌های کوچک‌تری برخوردارند که باعث شده است حجم اندام هوایی آن‌ها کمتر شود. از سوی دیگر، رنگ برگ‌ها در هر دو هیبرید سبز تیره بوده و یکنواختی بسیار خوبی در مزرعه نشان می‌دهند. با توجه به پتانسیل عملکرد بالای هیبرید زیبا در شرایط آلودگی خفیف مزرعه به نماتد مولد سیست، یکی از هیبریدهای منتخب جهت معرفی در نظر گرفته شد. رقم هیبرید یلدا از مقاومت بیشتری در برابر نماتد مولد سیست و ریزومانیا برخوردار بود. لذا برای مزارع با

جدول ۶- نتایج آزمایش تحقیقی-ترویجی رقم‌های زیبا و یلدا در مناطق مختلف مورد بررسی

Table 6. Results of research-extension trials for Ziba and Yalda cultivars across different studied regions

| مکان<br>Location       | عملکرد شکر سفید زیبا و یلدا (تن در هکتار)<br>Ziba and Yalda white sugar yield (tha <sup>-1</sup> ) |       | رقم‌های شاهد<br>Check cultivars | عملکرد شکر سفید رقم‌های شاهد (تن در هکتار)<br>White sugar yield of check cultivars (tha <sup>-1</sup> ) | میزان تفاوت عملکرد شکر سفید نسبت به رقم‌های شاهد (درصد)<br>White sugar yield difference compared to the check cultivars (%) |       |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|                        | Ziba                                                                                               | Yalda |                                 |                                                                                                         | Ziba                                                                                                                        | Yalda |
| کرج<br>Karaj           | 12.50                                                                                              | 12.44 | Asia                            | 9.42                                                                                                    | 24.67                                                                                                                       | 24.31 |
|                        |                                                                                                    |       | Brigita                         | 11.71                                                                                                   | 6.32                                                                                                                        | 5.87  |
|                        |                                                                                                    |       | Dena                            | 9.42                                                                                                    | 24.60                                                                                                                       | 24.24 |
|                        |                                                                                                    |       | Nika                            | 10.92                                                                                                   | 12.60                                                                                                                       | 12.18 |
|                        |                                                                                                    |       | Shokoufa                        | 10.23                                                                                                   | 18.19                                                                                                                       | 17.80 |
| کرمانشاه<br>Kermanshah | 10.58                                                                                              | 10.21 | Asia                            | 9.49                                                                                                    | 9.63                                                                                                                        | 6.97  |
|                        |                                                                                                    |       | Brigita                         | 9.37                                                                                                    | 10.78                                                                                                                       | 8.16  |
|                        |                                                                                                    |       | Dena                            | 8.62                                                                                                    | 17.93                                                                                                                       | 15.52 |
|                        |                                                                                                    |       | Nika                            | 9.41                                                                                                    | 10.34                                                                                                                       | 7.70  |
|                        |                                                                                                    |       | Shokoufa                        | 8.57                                                                                                    | 18.41                                                                                                                       | 16.01 |
| میانگین<br>Average     | 11.50                                                                                              | 11.32 | Asia                            | 9.45                                                                                                    | 17.83                                                                                                                       | 16.52 |
|                        |                                                                                                    |       | Brigita                         | 10.54                                                                                                   | 8.35                                                                                                                        | 6.89  |
|                        |                                                                                                    |       | Dena                            | 9.02                                                                                                    | 21.57                                                                                                                       | 20.32 |
|                        |                                                                                                    |       | Nika                            | 10.17                                                                                                   | 11.57                                                                                                                       | 10.16 |
|                        |                                                                                                    |       | Shokoufa                        | 9.40                                                                                                    | 18.26                                                                                                                       | 16.96 |

جدول ۷- مقادیر کودهای مورد نیاز بر اساس نتایج آزمایش خاک

Table 7. Required fertilizer amounts based on soil analysis results

| نیتروژن<br>(میلی گرم در کیلو گرم خاک)<br>Nitrogen (ppm) | اوره<br>(کیلو گرم در هکتار)<br>Urea (kg ha <sup>-1</sup> ) | فسفر<br>(میلی گرم در کیلو گرم خاک)<br>Phosphorus (ppm) | سوپرفسفات تریپل<br>(کیلو گرم در هکتار)<br>Triple superphosphate (kg ha <sup>-1</sup> ) | پتاسیم<br>(میلی گرم در کیلو گرم خاک)<br>Potassium (ppm) | سولفات پتاسیم<br>(کیلو گرم در هکتار)<br>Potassium sulfate (kg ha <sup>-1</sup> ) |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| <5                                                      | 300-400                                                    | <5                                                     | 200                                                                                    | <100                                                    | 300                                                                              |
| 5-10                                                    | 250-300                                                    | 5-10                                                   | 150-200                                                                                | 100-150                                                 | 200-300                                                                          |
| 10-15                                                   | 150-250                                                    | 10-15                                                  | 100-150                                                                                | 150-200                                                 | 150-200                                                                          |
| 15-20                                                   | 100-150                                                    | 15<                                                    | 0                                                                                      | 200-250                                                 | 150                                                                              |
| 20<                                                     | 0                                                          | -                                                      | -                                                                                      | 250<                                                    | 0                                                                                |

دیگر نظیر تولید ملی و اشتغال‌زایی در داخل کشور، معرفی این رقم‌ها در راستای سیاست‌های اقتصاد مقاومتی و همسو با آن تلقی می‌شود.

#### سپاسگزاری

نگارندگان از مدیریت و کارکنان موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند و ایستگاه‌های تحقیقاتی به دلیل همکاری و حمایت ارزشمند در طول اجرای این مطالعه تشکر و قدردانی می‌کنند.

آلودگی شدید، مناسب می‌باشد. علاوه بر این، از نظر اقتصادی قیمت یک واحد از بذر هیبریدهای مورد نظر معادل ۴۵ درصد رقم مشابه خارجی است و در صورتی که فقط دو درصد سطح زیر کشت کشور در سال ۱۴۰۳ (۲۰۰۰ هکتار و مصرف پنج هزار واحد بذر و قیمت هر واحد ۸۰ یورو) به هر یک از این رقم‌ها اختصاص یابد، معادل ۴۰۰ هزار یورو صرفه‌جویی ارزی برای کشور به دنبال خواهد داشت. همچنین با در نظر گرفتن موارد جانبی

#### References

- Arjmand, M. N., and Ahun Manesh, A. 1996. Rhizomania a new disease of sugar beet. Sugar Beet 12 (1): 62-71.
- Duraisam, R., Salelgn, K., and Berekete, A. K. 2017. Production of beet sugar and bio-ethanol from sugar beet and it bagasse: a review. Int. J. Eng. Trends Technol. 43 (4): 222-233.
- FAO. 2024. FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Galein, Y., Legrève, A., and Bragard, C. 2018. Long Term Management of Rhizomania Disease—Insight Into the Changes of the Beet necrotic yellow vein virus RNA-3 Observed Under Resistant and Non-resistant Sugar Beet Fields. Front. Plant Sci. 9: 795. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00795>
- Hassani, M., Norouzi, P., Soltani, J., Jalilian, A., Kakouinezhad, M., Rezaei, J., Darabi, S., Taleghani, D., Mahmoudi, S. B., Hamzeh, H., and Saremirad, A. 2024. Hosna: Monogerm sugar beet cultivar with dual resistance to rhizomania and cyst nematode. Research Achievements for Field and Horticulture Crops 13 (1): 133-158. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/rafhc.2024.364574.1338>
- Izadpanah, K., Hashemi, P., Kamran, R., Pakniat, M., Sahandpour, A., and Masoumi, M. 1996. Extensive existence of root canal disease in Fars. Journal of Plant Diseases 32: 200-206. (In Persian).
- Lennefors, B. L., Savenkov, E., Mukasa, S., and Valkonen, J. 2005. Sequence

- divergence of four soilborne sugarbeet-infecting viruses. *Virus Genes* 31 (1): 57-64.
- Luterbacher, M., Asher, M., Beyer, W., Mandolino, G., Scholten, O., 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.
- McGrann, G. R., Grimmer, M. K., Mutasa-Gottgens, E. S., and Stevens, M. 2009.** Progress towards the understanding and control of sugar beet rhizomania disease. *Mol. Plant Pathol.* 10 (1): 129-141.
- Moore, A., Stark, J., Brown, B., and Hopkins, B. 2009.** Sugar beets. Southern Idaho Fertilizer Guide, Sugar beets. Current Inf. Ser. 1174.
- Pavli, O. I., Stevanato, P., Biancardi, E., and Skaracis, G. N. 2011.** Achievements and prospects in breeding for rhizomania resistance in sugar beet. *Field Crops Res.* 122 (3): 165-172.
- Poindexter, S. 2011.** Managing sugar beet cyst nematode. Michigan State University Extension. [https://www.canr.msu.edu/news/managing\\_sugar\\_beet\\_cyst\\_nematode](https://www.canr.msu.edu/news/managing_sugar_beet_cyst_nematode)
- Rajabi, A., Ahmadi, M., Bazrafshan, M., Hassani, M., and Saremirad, A. 2023.** Evaluation of resistance and determination of stability of different sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes in rhizomania-infected conditions. *Food Sci. Nutr.* 11 (3): 1403-1414. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3180>
- Ribeiro, I. C., Pinheiro, C., Ribeiro, C. M., Veloso, M. M., Simoes-Costa, M. C., Evaristo, I., Paulo, O. S., and Ricardo, C. P. 2016.** Genetic diversity and physiological performance of Portuguese wild beet (*Beta vulgaris* spp. *maritima*) from three contrasting habitats. *Front. Plant Sci.* 7: 193305.
- Sadeghzadeh Hemayati, S., Saremirad, A., Hosseinpour, M., Jalilian, A., Ahmadi, M., Azizi, H., Hamidi, H., Hamdi, F., and Matloubi Aghdam, F. 2022.** Evaluation of white sugar yield stability of some commercially released sugar beet cultivars in Iran from 2011-2020. *Seed and Plant Journal* 38 (3): 339-364. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/spj.2023.362024.1305>
- Salazar-Ordóñez, M., Pérez-Hernández, P. P., and Martín-Lozano, J. M. 2013.** Sugar beet for bioethanol production: An approach based on environmental agricultural outputs. *Energy Policy* 55: 662-668.
- Saremirad, A., Bihamta, M., Malihipour, A., Mostafavi, K., and Alipour, H. 2020.** Evaluation of resistance of some Iranian spring bread wheat cultivars to stem rust

- disease at seedling stage. Seed and Plant Journal 36 (4): 383-410.
- Saremirad, A., and Taleghani, D. 2022.** Utilization of univariate parametric and non-parametric methods in the stability analysis of sugar yield in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) hybrids. J. Crop Breed. 14 (43): 49-63.
- Tamada, T. 1975.** Beet necrotic yellow vein virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses 144: 1-4. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.10257>
- Tamada, T. 1999.** Benny Viruses. Pp. 154-160. In: Webster, R. G., and Granoff, A. Encyclopedia of Virology, Manipal University, Jaipur.
- Tamada, T., and Baba, T. 1973.** Beet necrotic yellow vein virus from rizomania-affected sugar beet in Japan. Japanese Journal of Phytopathology 39 (4): 325-332.
- Wright, A. J., Stevens, M., Back, M. A., and Sparkes, D. L. 2022.** A new method to validate and compare varietal resistance and yield tolerance of sugar beet (*Beta vulgaris*) against the beet cyst nematode, *Heterodera schachtii* Schmidt. Pest Manag. Sci. 78 (7): 2767-2778. <https://doi.org/10.1002/ps.6885>



## Ziba and Yalda, the first sugar beet monogerm hybrids of the fourth generation with dual resistance to rhizomania and cyst nematode

S. Sadeghzadeh Hemayati<sup>1</sup>, D. Taleghani<sup>1</sup>, J. Soltani<sup>2</sup>, S. Darabi<sup>3</sup>, M. Hassani<sup>4</sup>, P. Fasahat<sup>4</sup>, J. Rezaei<sup>2</sup>, M. Sharifi<sup>3</sup>, H. Azizi<sup>5</sup>, H. Hamzeh<sup>6</sup>, F. Nadali<sup>7</sup> and A. Sarmirad<sup>8</sup>

- 1, 4 and 8. Associate Professor, Assistant Professor and Researcher, respectively, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2. Assistant Professor, Sugar Beet Research Department, Mashhad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Khorasan Razavi, Iran
3. Researcher, Sugar Beet Research Department, Shiraz Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Fars, Iran
5. Assistant Professor, Sugar Beet Research Department, Urmia Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), West Azerbaijan, Iran
6. Assistant Professor, Sugar Beet Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Hamedan, Iran
7. Assistant Professor, Field and Horticultural Crops Research Department, Shahroud Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Semnan, Iran

### ABSTRACT

Sadeghzadeh Hemayati, S. Taleghani, D. Soltani, J. Darabi, S. Hassani, M. Fasahat, P. Rezaei, J. Sharifi, M. Azizi, H. Hamzeh, H. Nadali, F. and Sarmirad, A. 2024. Ziba and Yalda, the first sugar beet monogerm hybrids of the fourth generation with dual resistance to rhizomania and cyst nematode. **Research Achievements for Field and Horticulture Crops Journal** 13 (2): 159-175. (in Persian).

In the development of new improved cultivars, resistance to rhizomania disease was confirmed in both paternal and maternal parents. To achieve this, 40 single crosses were used as maternal parents and crossed with a commercial pollinator parent resistant to both rhizomania and beet cyst nematode diseases. Following preliminary evaluations, eight hybrids were selected for further study. These selected hybrids were compared for yield in a value for cultivation and use test conducted in 2021 and 2022, using a randomized complete block design across seven locations infected with one or both disease agents. Simultaneously, all hybrids were evaluated for resistance to cyst nematode under controlled greenhouse conditions. Based on these evaluations, two hybrids, SBSI 166 and SBSI 170, were selected and entered an on-farm study as Ziba and Yalda, respectively. The on-farm study revealed that the Ziba and Yalda cultivars achieved average white sugar yields of 11.50 and 11.32  $\text{tha}^{-1}$ , respectively. This represented a yield advantage of 6.89%, 10.16%, 16.52%, 16.96%, and 20.32% compared to the control cultivars Brigita, Nika, Asia, Shokoufa, and Dena, which had average white sugar yields of 10.54, 10.17, 9.45, 9.40, and 9.02  $\text{tha}^{-1}$ , respectively. Regarding resistance to cyst nematode, the Yalda cultivar exhibited resistance comparable to foreign control cultivars, while the Ziba cultivar showed resistance similar to domestic control cultivars. These diploid monogerm hybrids, resistant to both rhizomania and cyst nematode, are suitable for spring cultivation across various regions of the country.

**Key words:** Sugar beet, Infection, Disease, Resistant cultivar, Sugar yield.

Corresponding author: s.sadeghzadeh@areeo.ac.ir

Tel.: +982632702611

Received: 19 November, 2024

Accepted: 17 February, 2025