یافته‌های تحقیقاتی در بهبود
تولیدات گیاهان زراعی
جلد اول، شماره اول، سال ۱۳۹٤
http://raicp.areo.ir

مطهر، رقم چندجوانه چغندر قند مقاوم به بیماری ریزومانیا

حسنعلی شهبازی، محسن آقائی‌زاده*، سیدیعقوب صادقیان، مسعود احمدی، جمشید سلطانی، علیرضا قائمی، غلامرضا اشرف منصوری، محسن بذرافشان، مهدی حسنی، کیوان فتوحی، عادل پدرام، محمدرضا اوراضی‌زاده، محمدرضا فتحی، فرشید مطلوبی، سعید واحدی، سعید صادق‌زاده حمایتی، بابک بابایی، مژده کاکوئی‌نژاد

اعضای هیأت‌علمی و کارشناسان موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۵

چکیده

علی‌رغم توسعه مکانیزاسیون در زراعت چغندر قند و استفاده از ارقام تک جوانه، همچنان قریب به ۱۵–۱۰ درصد از زراعت این محصول برپایه ارقام چند جوانه استوار است. ارقام چندجوانه در مزارع کوچک و مناطقی با سطح مکانیزاسیون پایین کاربرد دارد. رقم مطهر در سال ۱۳۹۳ متناسب با شرایط فوق معرفی گردید. بر اساس نتایج، عملکرد شکر این رقم در شرایط آلوده به ریزومانیا ۸/۴۰ تُن در هکتار بود که از شاهد مقاوم ارس (۷/۶۶ تُن در هکتار) بهتر و بیش از دو برابر رقم متحمل جام (۳/۶۵ تُن در هکتار) بود. در سال ۱۳۹۲ در حوزه عمل کارخانه قند چناران این رقم با عملکرد شکر ۱۴/۶۲ تُن در هکتار رقابت قابل‌قبولی با رقم خارجی تک جوانه ناگانو (با عملکرد شکر ۱۴/۸۲ تُن در هکتار) داشت. در همین سال و در کشت نمایشی در حوزه کارخانه قند تربت‌جام نیز عملکرد شکر رقم مطهر برابر با ۸/۴ تُن و رقم تک‌جوانه دوروتی ۱۰/۶ تُن در هکتار بود. این رقم در سال ۱۳۹۳ نیز در آزمایش ترویجی در حوزه کارخانه قند تربت جام عملکرد شکری معادل رقم خارجی ارس (۷ تن شکر در هکتار) تولید کرد. رقم مطهر دیپلوئید چندجوانه بوده و مناسب کشت بهاره در مزارع آلوده به بیماری ریزومانیا می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: زراعت، شکر، کشت نمایشی.

*مسئول مکاتبه: mohsen_agh@yahoo.com

مقدمه

بیماری ویروسی ریزومانیا نخستین‌بار در جهان در سال ۱۹۵۹ از ایتالیا (کانووا، ۱۹۵۲) و در ایران نیز در سال ۱۹۹۶ برای اولین بار توسط ایزدپناه و همکاران از استان فارس گزارش شد (ایزدپناه و همکاران، ۱۳۷۵). در حال حاضر این بیماری در بیشتر مناطق چغندر کاری ایران در حال گسترش است (توده‌فلاح و همکاران، ۱۳۷۹). این بیماری در مناطق انتشار خود خسارت شدیدی به محصول چغندرقند وارد می‌آورد و به‌دلیل کاهش شدید محصول می‌تواند به‌صورت عامل محدودکننده کشت چغندرقند درآمده و به‌تبع آن، خسارت زیادی به صنعت قند وارد کند (آشر، ۱۹۹۳). خسارت آن به ریشه چغندرقند معمولاً بیش از ۳۰ درصد و در مواردی به ۱۰۰ درصد نیز می‌رسد. این بیماری علاوه بر کاهش شدید وزن ریشه، با کاهش عیار قند و راندمان استحصال شکر، مقدار آن را به نصف و یا کمتر کاهش می‌دهد (آشر، ۱۹۹۳).

جهت کنترل بیماری روش‌های متعددی از جمله عملیات زراعی، مبارزه شیمیایی و مقاومت ژنتیکی مورد استفاده قرار گرفته است. روش‌های زراعی شامل کاشت زودهنگام چغندرقند، اجتناب از رطوبت بالا، کم کردن زمان آبیاری و کاهش فاصله آن، جلوگیری از ورود خاک مزرعه آلوده به مزارع سالم و طولانی کردن تناوب‌ها می‌باشد. علی‌رغم رعایت عملیات زراعی مناسب خسارت بیماری می‌تواند زیاد باشد به‌طوری که این اقدامات تأثیر چندانی در کاهش بیماری ندارد (آشر و تامپسون، ۱۹۸۷). جهت مبارزه شیمیایی قارچ‌کش‌های زیادی علیه ریزومانیا مورد آزمایش قرار گرفته‌اند که در میان ترکیبات مورد استفاده بجز مواد سترون کننده خاک (مانند متیل بروماید) سایر قارچ‌کش‌ها تأثیری بر روی بیماری نداشته‌اند. به‌هرحال ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی کاربرد روش‌های مبارزه شیمیایی را با مشکل مواجه کرده است. در حال حاضر، مقاومت ژنتیکی و استفاده از ارقام مقاوم تنها راهکار مطمئن برای مقابله با بیماری ریزومانیا به‌شمار می‌رود.

با وجود توسعه کشت ارقام تک جوانه در سطح کشور هنوز بخشی از سطح زیرکشت این محصول در مناطق مختلف استان‌های خراسان، فارس و اصفهان به ارقام چندجوانه اختصاص دارد. این‌دسته از کشاورزان اغلب از بضاعت مالی چندانی برخوردار نیستند و اراضی تحت کشت‌شان نیز از قطعات کوچک تشکیل می‌شود. معرفی و آزادسازی این رقم می‌تواند تا حد زیادی موجب افزایش محصول و درنتیجه درآمد این قشر زحمت‌کش میهن‌مان شود. برای اصلاح این رقم، در سال ۱۳۸۵ تعداد یازده رقم تجاری مقاوم به بیماری‌های ریزومانیا، پوسیدگی ریزوکتونیائی ریشه و طوقه و نماتد مولد سیست به‌عنوان گرده‌افشان در قطعات ایزوله با تک‌بوته‌های نرعقیم ژنتیکی موجود در دو لاین اوتایپ تحت شماره‌های ۲۳۱ و ۲۶۱ تلاقی داده شدند (صادقیان و همکاران، ۱۳۸۹). در زمان برداشت بذر، از هریک از تک‌بوته‌های نر عقیم به‌طور جداگانه بذرگیری و تعداد ۳۶۴ ترکیب F1 تهیه شد. ترکیبات

به‌دست‌آمده در سال ۱۳۸۶ به‌صورت مشاهده‌ای و صرفاً از نظر میزان مقاومت به بیماری در شرایط آلودگی طبیعی به بیماری‌های ریزومانیا و پوسیدگی ریشه در تربت‌جام مورد ارزیابی قرار گرفتند. در پایان فصل زراعی، تعداد بیست F1 شناسایی و انتخاب شده و ریشه‌های سالم و خوش‌فُرم هریک از آن‌ها سیلو شدند که در بهار سال ۱۳۸۷ به قطعات ایزوله انتقال یافته و مجدداً به شکل تک بوته (فامیل‌های نیمه خواهری) از آن‌ها بذرگیری شد (شهبازی و همکاران، ۱۳۸۹). بر اساس مقدار بذر تولیدی، تعداد ۴۵ فامیل نیمه‌خواهری از بذر کافی جهت شرکت در آزمایش ارزیابی محصولی در شرایط آلوده برخوردار بودند که از آن‌ها استفاده شد.

مواد و روش‌ها

ارزیابی مقدماتی: تعداد ۴۵ فامیل نیمه‌خواهری به‌همراه یک رقم خارجی (دوروتی) به‌عنوان شاهد مقاوم و یک رقم داخلی (جلگه) به‌عنوان شاهد حساس در سال ۱۳۸۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه آلوده به ریزومانیا در تربت‌جام مقایسه محصولی شدند. هر کرت آزمایشی شامل سه خط به طول هشت متر و فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر بود. در این آزمایش علاوه بر صفات محصولی، در طول دوره رشد صفات مورفولوژیک شامل نمره رشد، شدت سبزینگی برگ‌ها و در زمان برداشت نمره خوش‌فرمی ریشه و آلودگی ریشه‌های هر کرت به بیماری ریزومانیا یادداشت‌برداری گردید. برای صفات نمره رشد، سبزینگی برگ و خوش‌فرمی ریشه از مقیاس ۵-۱ استفاده گردید که نمرات بیشتر معرف رشد بهتر، سبزی بیشتر برگ‌ها و فرم یکنواخت و خوب ریشه‌ها بود. برای نمره آلودگی نیز از مقیاس ۹-۱(لوترباخر و همکاران، ۲۰۰۵) استفاده شد که به قرار ذیل می باشد:

نمره ۱ گیاهان با ریشه‌های سالم (فاقد ریشه ریشی یا تغییر رنگ)

نمره ۳ ریشه‌های با ریشه ریشی محدود و قدری تغییر رنگ یافته

نمره ۵ ریشه‌های با ریشه ریشی متوسط و تغییر رنگ یافته

نمره ۷ ریشه‌های با ریشه ریشی شدید، نکروز و به شدت تغییر رنگ یافته

نمره ۹ گیاهان مرده، ریشه‌های نکروز شده و پوسیده

همچنین نمرات زوج به بوته‌هائی که حدوسط نمرات فرد بودند، داده می‌شد.

بر اساس نتایج حاصل و با توجه به جمیع صفات، تعداد دو فامیل از میان آن‌ها انتخاب و مجدداً ریشه‌های سالم هر فامیل جهت زمستان‌گذرانی سیلو شد. در بهار سال ۱۳۸۹، بذر اولیه دو فامیل برتر با استفاده از ریشه‌های انتخابی در قطعات ایزوله در مشهد تکثیر گردید.

آزمون تعیین ارزش زراعی: دو جمعیت انتخابی تحت کُدهای SBSI029 و SBSI030 نام‌گذاری شد و به‌همراه دو شاهد حساس داخلی (ارقام پرمحصول و غیرمقاوم IC و BR1)، رقم جام- به‌عنوان شاهد

چندجوانه متحمل داخلی و رقم ارس به‌عنوان شاهد چندجوانه مقاوم خارجی- در قالب یک آزمایش شش رقمی با شش تکرار (با توجه به کم بودن تعداد رقم) به‌منظور انجام آزمون تعیین ارزش زراعی طی سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ مقایسه عملکرد شدند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه منطقه خراسان (تربت‌جام)، فارس (زرقان) و آذربایجان غربی (میاندوآب) با آلودگی طبیعی و یک منطقه غیرآلوده (کرج) طی دو سال به اجرا درآمد. پس از آزمون یکنواختی واریانس‌های خطای آزمایشی و اطمینان از عدم معنی‌دار شدن آن‌ها، اقدام به تجزیه مرکب داده‌های حاصل از دو سال ارزیابی ارقام در سه منطقه آلوده برای دو صفت عملکرد ریشه و شکر شد. همچنین نتایج حاصل از دو سال ارزیابی در منطقه غیرآلوده نیز به‌طور جداگانه تجزیه مرکب شد. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل آماری کلیه داده‌ها، رقم SBSI029 به‌دلیل برتری و مزیت نسبی در قیاس با سایر تیمارهای آزمایشی تحت نام مطهر معرفی شد.

اجرای آزمایش ترویجی: در سال ۱۳۹۱، رقم مطهر در حوزه عمل کارخانه قند تربت‌حیدریه در کنار دو رقم تک‌جوانه خارجی به نام‌های میدوکس و FD136 و در مزرعه آقای موسیقی‌دان، از کشاورزان طرف قرارداد کارخانه قند چناران، در کنار رقم تک‌جوانه ناگانو در سطح وسیع کشت شد. در سال ۱۳۹۲، این رقم به‌همراه رقم خارجی دوروتی هر کدام در سطحی معادل ۱/۵ هکتار در روستای محمدآباد در حوزه کارخانه قند تربت‌جام و همچنین در اراضی زراعی داخل این کارخانه کشت گردید. در سال ۱۳۹۳ نیز رقم مطهر به‌همراه ارقام Aras 101، جام و IC در قالب آزمایش مقایسه عملکرد با سه تکرار در اراضی کارخانه قند تربت‌جام ارزیابی گردید که هر کرت آزمایشی شامل سه خط به طول ۳۵ متر بود. در زمان برداشت از هر کرت تعداد سه نمونه تصادفی هر یک به مساحت ۴ متر مربع برداشت شد. ریشه‌های هر نمونه شمارش و توزین گردید و جهت تعیین خصوصیات کمی و کیفی از آن‌ها نمونه خمیر تهیه شد.

نتایج و بحث

ارزیابی فامیل‌های نیمه‌خواهری در مزرعه آلوده: تعداد ۴۵ فامیل نیمه‌خواهری در شرایط آلوده ارزیابی مقاومت شدند و بر اساس صفاتی نظیر عملکرد ریشه، نمره رشد، نمره سبزینگی برگ‌ها و نمره آلودگی به بیماری ریزومانیا، اقدام به تجزیه واریانس داده‌ها و گروه‌بندی فامیل‌ها شد (جدول ۱). در این آزمایش، عملکرد ریشه شاهد مقاوم خارجی و شاهد حساس داخلی به‌ترتیب معادل ۶۰/۴ و ۱۹/۶ تُن در هکتار برآورد شد. گروه‌بندی آماری فامیل‌های مورد مطالعه بر اساس عملکرد ریشه، آن‌ها را در یازده گروه آماری، طبقه‌بندی کرد (جدول ۱). متوسط نمره آلودگی شاهد مقاوم ۲/۵ و شاهد حساس ۸/۵ بود و بر اساس آن ژنوتیپ‌های مورد بررسی در چهار گروه آماری طبقه‌بندی شدند (جدول۱).

جدول ۱- گروه‌بندی فامیل‌های نیمه‌خواهری بر اساس صفات عملکرد ریشه، نمره رشد، نمره آلودگی و سبزینگی برگ‌ها.

ردیف	کد فامیل	عملکرد ریشه (تن در هکتار)	نمره رشد (۱-۵)	نمره آلودگی (۱ – ۹)	نمره سبزینگی (۱-۵)
۱	۱۵۳۵	۱۷/۳ h-l	۴/۸ a-c	۵/۰ a-d	۳/۹ a-f
۲	۱۵۳۶	۳۲/۷ c-k	۴/۸ a-c	۵/۸ a-d	۴/۴ a-d
۳	۱۵۳۷	۲۶/۴ c-l	۴/۸ a-c	۵/۰ a-d	۴/۱ a-e
۴	۱۵۳۸	۳۶/۶ b-k	۴/۸ a-c	۴/۸ a-d	۴/۵ a-c
۵	۱۵۳۹	۳۸/۷ a-i	۴/۸ a-c	۴/۵ a-d	۴/۴ a-d
۶	۱۵۴۰	۵۲/۸ ab	۵/۰ ab	۴/۳ b-d	۴/۱ a-e
۷	۱۵۴۱	۴۳/۴ a-h	۴/۴ a-e	۴/۰ b-d	۳/۸ a-f
۸	۱۵۴۲	۲۵/۰ d-l	۴/۲ b-e	۶/۰ a-d	۳/۱ d-f
۹	۱۵۴۳	۵۰/۳ a-d	۴/۹ a-c	۴/۰ b-d	۴/۵ a-c
۱۰	۱۵۴۴	۲۲/۹ e-l	۴/۶ a-d	۳/۳ b-d	۴/۴ a-d
۱۱	۱۵۴۵	۳۹/۳ a-i	۴/۳ a-e	۴/۰ b-d	۳/۴ c-f
۱۲	۱۵۴۶	۳۷/۸ b-j	۴/۶ a-d	۶/۰ a-d	۴/۶ a-c
۱۳	۱۵۴۷	۴۰/۹ a-i	۴/۵ a-e	۴/۸ a-d	۴/۰ a-f
۱۴	۱۵۴۸	۵۱/۶ a-d	۴/۷ a-c	۴/۵ a-d	۴/۰ a-f
۱۵	۱۵۴۹	۳۷/۲ b-k	۴/۷ a-c	۶/۰ a-d	۴/۵ a-c
۱۶	۱۵۵۰	۳۶/۲ b-k	۴/۸ a-c	۶/۳ a-d	۴/۴ a-d
۱۷	۱۵۵۱	۴۲/۵ a-i	۴/۷ a-c	۴/۰ b-d	۴/۱ a-e
۱۸	۱۵۵۲	۴۸/۵ a-e	۴/۸ a-c	۳/۵ b-d	۴/۴ a-d
۱۹	۱۵۵۳	۳۵/۷ b-k	۴/۴ a-e	۶/۸ a-c	۴/۰ a-f
۲۰	۱۵۵۴	۳۵/۵ b-k	۴/۷ a-c	۵/۰ a-d	۴/۳ a-d
۲۱	۱۵۵۵	۴۵/۷ a-g	۵/۰ ab	۳/۵ b-d	۵/۰ a
۲۲	۱۵۵۶	۵۱/۳ a-d	۴/۸ a-c	۵/۰ a-d	۳/۹ a-f
۲۳	۱۵۵۷	۲۱/۳ f-l	۴/۷ a-c	۳/۳ b-d	۴/۳ a-d
۲۴	۱۵۵۸	۵/۱ l	۴/۳ a-e	۷/۳ ab	۳/۹ a-f
۲۵	۱۵۵۹	۳۲/۰ c-k	۴/۷ a-c	۵/۳ a-d	۴/۱ a-e
۲۶	۱۵۶۰	۴۷/۸ a-f	۴/۷ a-c	۳/۳ b-d	۴/۵ a-c
۲۷	۱۵۶۱	۴۶/۷ a-g	۴/۷ a-c	۴/۸ a-d	۴/۴ a-d
۲۸	۱۵۶۲	۵۱/۷ a-d	۴/۴ a-e	۷/۰ a-c	۳/۸ a-f
۲۹	۱۵۶۳	۱۱/۳ j-l	۳/۸ e	۴/۳ b-d	۲/۸ f
۳۰	۱۵۶۴	۴۲/۵ a-i	۴/۵ a-e	۵/۸ a-d	۳/۸ a-f

ادامه جدول ۱-

۳۱	۱۵۶۵	۱۰/۸ $^{k-l}$	۳/۹ ^{de}	۶/۳ $^{a-d}$	۲/۹ ^{ef}
۳۲	۱۵۶۶	۶۰/۶ ^{ab}	۴/۶ $^{a-d}$	۴/۳ $^{b-d}$	۴/۰ $^{a-f}$
۳۳	۱۵۶۷	۳۵/۳ $^{b-k}$	۴/۸ $^{a-c}$	۵/۸ $^{a-d}$	۴/۵ $^{a-c}$
۳۴	۱۵۶۸	۱۱/۳ $^{j-l}$	۴/۶ $^{a-d}$	۴/۵ $^{a-d}$	۴/۵ $^{a-c}$
۳۵	۱۵۶۹	۳۲/۸ $^{c-k}$	۴/۵ $^{a-e}$	۶/۳ $^{a-d}$	۳/۶ $^{b-f}$
۳۶	۱۵۷۰	۴۳/۸ $^{a-h}$	۴/۸ $^{a-c}$	۵/۵ $^{a-d}$	۴/۳ $^{a-d}$
۳۷	۱۵۷۱	۶۴/۸ ^{a}	۴/۸ $^{a-c}$	۳/۸ $^{b-d}$	۴/۶ $^{a-c}$
۳۸	۱۵۷۳	۲۱/۰ $^{f-l}$	۴/۶ $^{a-d}$	۶/۵ $^{a-d}$	۴/۶ $^{a-c}$
۳۹	۱۵۷۵	۳۴/۶ $^{b-k}$	۴/۴ $^{a-e}$	۵/۸ $^{a-d}$	۴/۵ $^{a-c}$
۴۰	۱۵۷۶	۳۲/۸ $^{c-k}$	۴/۵ $^{a-e}$	۵/۳ $^{a-d}$	۴/۰ $^{a-f}$
۴۱	۱۵۷۷	۴۴/۸ $^{a-g}$	۴/۸ $^{a-c}$	۳/۸ $^{b-d}$	۴/۵ $^{a-c}$
۴۲	۱۵۷۸	۱۶/۰ ^{l}	۴/۱ $^{c-e}$	۶/۳ $^{a-d}$	۳/۹ $^{a-f}$
۴۳	۱۵۷۹	۴۶/۰ $^{a-g}$	۴/۹ ^{ab}	۴/۵ $^{a-d}$	۴/۵ $^{a-c}$
۴۴	۱۵۸۱	۳۴/۶ $^{b-k}$	۴/۹ ^{ab}	۲/۵ ^{d}	۴/۵ $^{a-c}$
۴۵	۱۵۸۴	۴۰/۹ $^{a-i}$	۴/۷ $^{a-c}$	۳/۰ ^{cd}	۴/۹ ^{ab}
۴۶	شاهدمقاوم	۶۰/۴ ^{ab}	۵/۰ ^{ab}	۲/۵ ^{d}	۴/۸ ^{ab}
۴۷	شاهدحساس	۱۹/۶ $^{g-l}$	۳/۸ ^{e}	۸/۵ ^{a}	۳/۱ d-f

در هر ستون، اعدادی که دارای یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری نشان ندادند.

آزمون تعیین ارزش زراعی: بر اساس نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌های سه منطقه آلوده در دو سال برای صفت عملکرد ریشه (جدول ۲)، اثر سال و مکان هر دو غیرمعنی‌دار شد، درحالی که اثر متقابل سال × مکان و اثر تیمار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. معنی‌دار شدن اثر تیمار حاکی از اختلاف واکنش ارقام مورد مطالعه به شرایط آلودگی حاکم بر مزارع و پتانسیل تولید محصول آن‌ها در این شرایط بود. اثر متقابل مکان × تیمار و همچنین سال × تیمار نیز معنی‌دار نشد و نشان داد، تغییرات عملکرد ریشه در رقم‌های مورد آزمایش طی مکان‌ها و یا سال‌های اجرای آزمایش، واکنش مشابهی داشته و تنها بر اساس پتانسیل ژنتیکی خود ارقام بوده است (جدول ۲). از آنجایی‌که علاوه بر عملکرد ریشه، مقدار شکر تولیدی نیز از صفات مهم و قابل توجه در زراعت چغندر قند به‌شمار می‌رود، تجزیه واریانس مرکب بر اساس داده‌های حاصل از سه منطقه آلوده برای این صفت نیز صورت پذیرفت. برای این صفت نیز اثر تیمار و اثرمتقابل سال × مکان در سطح یک درصد معنی‌دار ولی اثر متقابل مکان × تیمار و سال × تیمار غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲).

گروه‌بندی مواد آزمایشی بر اساس نتایج حاصل از دو سال اجرای آزمایش در مناطق آلوده حاکی از برتری رقم SBSI029 بود. این رقم در هر دو سال و در اغلب مناطق آزمایشی از لحاظ صفات مهم عملکرد ریشه و شکر نسبت به سایر مواد آزمایشی برتری داشت (جدول ۳). در شرایط عاری از آلودگی (کرج) نیز بررسی پتانسیل تولید محصول ارقام مورد نظر و مقایسه آن‌ها با ارقام پُرمحصول و غیرمقاوم داخلی و گروه‌بندی ارقام براساس متوسط عملکرد شکر توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد، آن‌ها را در دو گروه آماری قرار داد.

بر اساس نتایج ارزیابی مقدماتی، فامیل نیمه‌خواهری ۱۵۷۱ با عملکرد ریشه معادل ۶۴/۸ تُن در هکتار، برترین ژنوتیپ آزمایش بود. این فامیل از نظر سایر صفات مورد بررسی نیز رتبه‌های بالایی به‌خود اختصاص داد و به‌عنوان یکی از فامیل‌های برتر آزمایش انتخاب شد (جدول ۱). دومین ژنوتیپ برتر آزمایش، فامیل نیمه‌خواهری ۱۵۶۶ بود که با عملکرد ریشه ۶۰/۶ تُن در هکتار با شاهد مقاوم خارجی و فامیل ۱۵۷۱ هم‌گروه شد. این فامیل با کسب نمره‌های ۴/۶ و ۴/۰ به‌ترتیب برای صفات نمره رشد و سبزینگی برگ‌ها همچون فامیل ۱۵۷۱ و شاهد مقاوم از وضعیت بسیار خوبی برخوردار بود. متوسط نمره آلودگی به بیماری فامیل‌ها از حداقل ۲/۵ در فامیل ۱۵۸۱ (معادل نمره آلودگی شاهد مقاوم آزمایش) تا حداکثر ۷/۳ در فامیل ۱۵۵۸ متغیر بود. تعداد کمی از فامیل‌ها نمره آلودگی بالائی داشتند و از ۴۵ فامیل مورد بررسی متوسط نمره آلودگی ۱۶ فامیل کمتر از ۴/۵ بود. متوسط نمره آلودگی دو فامیل منتخب ۱۵۷۱ و ۱۵۶۶ نیز به‌ترتیب معادل ۴/۳ و ۳/۸ بدست آمد (جدول ۱).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب آزمون تعیین ارزش زراعی در سه منطقه آلوده در سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲.

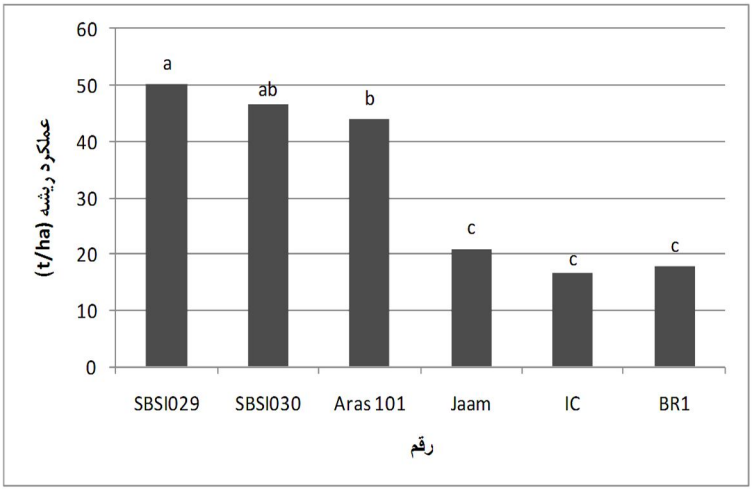
منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد ریشه	عملکرد شکر
سال	۱	۵۲۷/۳۹۱ ns	۳۶/۵۰۲ ns
مکان	۲	۷۰۶/۰۱۱ ns	۲۱/۷۰۴ ns
سال × مکان	۲	۲۵۷۶/۰۰۵ **	۶۷/۶۲۸ **
خطای ۱ بلوک (سال × مکان)	۳۰	۱۰۰/۵۳۸	۲/۷۵۴
تیمار	۳	۶۳۸۵/۸۷۷ **	۱۷۵/۷۶۱ **
تیمار × مکان	۶	۷۸۱/۹۸۴ ns	۲۱/۷۶۴ ns
تیمار × سال	۳	۱۱۰/۷۱۵ ns	۴/۱۲۳ ns
تیمار × مکان × سال	۶	۲۰۶/۶۲۸ **	۶/۰۸۵ **
خطای ۲	۹۰	۶۰/۳۰۴	۱/۹۱۲

ns و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

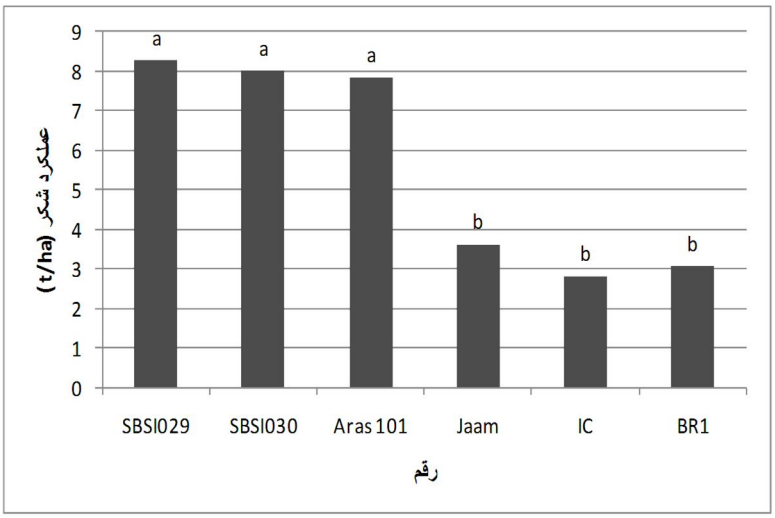
جدول ۳- میانگین عملکرد ریشه و شکر (تن در هکتار) ارقام مورد بررسی در سه منطقه آلوده در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲.

رقم	۱۳۹۱						۱۳۹۲						میانگین عملکرد	
	فارس		خراسان		آذربایجان‌غربی		فارس		خراسان		آذربایجان‌غربی			
	عملکرد ریشه	عملکرد شکر	عملکرد ریشه	عملکرد شکر	عملکرد ریشه	عملکرد شکر	عملکرد ریشه	عملکرد شکر	عملکرد ریشه	عملکرد شکر	عملکرد ریشه	عملکرد شکر	عملکرد ریشه	عملکرد شکر
SBSI029	۵۴/۹۰	۸/۴۳	۶۱/۹۸	۱۱/۵۳	۴۹/۱۰	۸/۱۴	۶۲/۱۷	۹/۱۶	۳۸/۴۱	۷/۰۶	۳۴/۲۷	۵/۲۲	۵۰/۱۴	۸/۲۶
SBSI030	۴۹/۸۲	۸/۶۲	۴۹/۵۵	۹/۲۸	۴۴/۳۳	۷/۶۲	۶۱/۵۶	۹/۶۴	۳۷/۹۸	۷/۳۵	۳۶/۱۸	۵/۵۰	۴۶/۵۷	۸/۰۰
Arsa101	۴۵/۱۴	۸/۳۹	۳۸/۱۸	۷/۵۸	۴۶/۸۵	۷/۷۴	۵۸/۴۸	۱۰/۵۲	۲۷/۷۵	۵/۵۴	۴۵/۷۰	۷/۲۰	۴۳/۸۵	۷/۸۳
Jaam	۳/۵۷	۰/۶۳	۲۸/۴۶	۵/۲۰	۳۶/۷۹	۶/۱۳	۲۲/۵۸	۳/۶۸	۲۴/۱۸	۴/۵۶	۱۰/۰۰	۱/۶۱	۲۰/۹۳	۳/۶۳
IC	۵/۷۱	۰/۹۲	۲۶/۲۳	۴/۶۶	۴۰/۷۶	۶/۷۹	۶/۴۹	۰/۹۹	۱۷/۱۴	۳/۰۴	۳/۲۱	۰/۴۸	۱۶/۵۹	۲/۸۱
BR1	۳/۸۱	۰/۶۶	۳۰/۹۴	۵/۶۳	۴۰/۸۹	۶/۷۶	۶/۳۹	۱/۰۰	۱۸/۰۴	۳/۳۰	۶/۶۶	۱/۰۱	۱۷/۷۹	۳/۰۶
LSD 5%	۴/۶۰۳	۰/۷۵۰	۷/۸۵۹	۱/۴۹۰	۷/۱۶۶	۱/۲۱۹	۸/۵۶۹	۱/۴۷۸	۶/۰۴۵	۱/۱۷۹	۷/۹۹۱	۱/۳۱۹		

گروه‌بندی مواد آزمایشی بر اساس متوسط عملکرد ریشه حاکی از اختلاف عملکرد معنی‌دار ژنوتیپ SBSI029 (رقم مطهر) با شاهد مقاوم خارجی در سطح پنج درصد بود که آن‌ها را در دو گروه جداگانه قرار داد (شکل ۱). این ژنوتیپ با متوسط عملکرد ریشه ۵۰/۱۴ تُن در هکتار، رتبه نخست را به‌خود اختصاص داد و پس از آن، ژنوتیپ SBSI030 با عملکرد ریشه‌ای معادل ۴۶/۵۷ تُن در هکتار قرار گرفت. عملکرد ریشه رقم شاهد خارجی، ۴۳/۸۵ تُن در هکتار و رقم متحمل جام، ۲۰/۹۳ تُن در هکتار برآورد شد (جدول ۳). رقم متحمل جام نیز با هر سه رقم دیگر، اختلاف آماری معنی‌دار داشت و به‌تنهایی در گروه جداگانه‌ای قرار گرفت. نکته حائز توجه، برتری رقم مطهر نسبت به اولین رقم متحمل چندجوانه (رقم جام) بود. متوسط عملکرد ریشه SBSI029 بیش از دو برابر رقم جام بود که نشان از مقاومت بیشتر و پتانسیل عملکرد بالاتر آن نسبت به رقم پیشین داشت. با توجه به لزوم دسترسی به یک رقم چندجوانه مقاوم که بتواند محصولی مطمئن در اختیار چغندرکاران کشور که از بذر چندجوانه استفاده می‌کنند، قراردهد به‌نظر می‌رسد ژنوتیپ جدید SBSI029 (مطهر) بتواند این نیاز را به‌طور کامل مرتفع سازد.



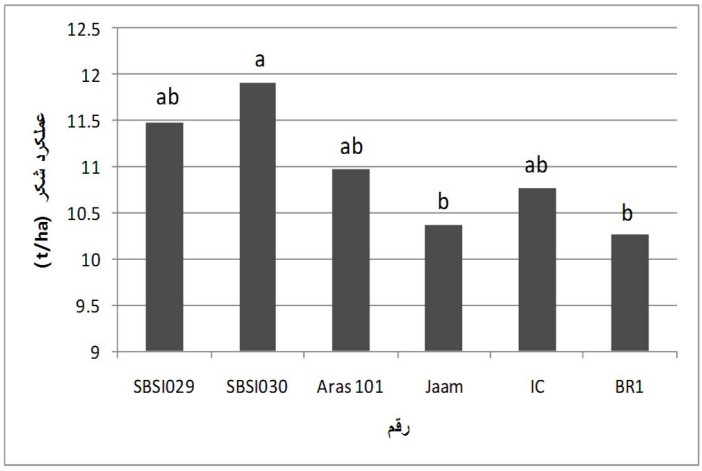
شکل ۱- مقایسه میانگین ارقام براساس متوسط عملکرد ریشه (آزمون تعیین ارزش زراعی در مناطق آلوده).



شکل ۲- مقایسه میانگین ارقام بر اساس متوسط عملکرد شکر (آزمون تعیین ارزش زراعی در مناطق آلوده).

گروه‌بندی ارقام براساس متوسط عملکرد شکر در واحد سطح نیز نشان داد که هر دو ژنوتیپ جدید به‌همراه شاهد مقاوم خارجی در یک گروه آماری قرار گرفتند. این درحالی بود که رقم متحمل جام به تنهائی در گروه دیگری قرار گرفت (شکل ۲). بیشترین عملکرد شکر مربوط به رقم SBSI029 (۸/۲۶

تُن در هکتار) بود و رقم Aras101 (۷/۸۳ تُن در هکتار) پس از آن قرار گرفت (جدول ۳). در شرایط غیرآلوده نیز ارقام SBSI029، SBSI030، Aras101 و IC از نظر متوسط عملکرد شکر در یک گروه آماری و ارقام جام و BR1 در گروه دوم قرار گرفتند (شکل ۳). عملکرد شکر ژنوتیپ SBSI029 معادل ۱۱/۴۸تُن در هکتار و متوسط عملکرد شکر رقم خارجی (Arsa101)، ۱۰/۹۷ تُن در هکتار برآورد شد. عملکرد شکر رقم جام ـ به‌عنوان اولین رقم چندجوانه متحمل داخلی ـ نیز معادل ۱۰/۳۷ تُن در هکتار بود. خوشبختانه از نظر محصول شکر در واحد سطح نیز ژنوتیپ SBSI029 (رقم مطهر) توانست به‌خوبی با ارقام محصولی غیر مقاوم داخلی و همچنین رقم شاهد خارجی رقابت کند و از این نظر هیچ اُفت و کاهشی در شرایط غیرآلوده نداشته باشد. جمع‌بندی نتایج حاصل از ارزیابی ژنوتیپ SBSI029 به‌عنوان یک رقم چندجوانه و مقاوم به بیماری ریزومانیا در شرایط آلوده و غیرآلوده حاکی از پتانسیل بالای این رقم از نظر تولید ریشه و شکر است. این رقم از مقاومت بالا و باثباتی نسبت به بیماری برخوردار بوده و حتی در شرایط عاری از آلودگی و یا آلودگی کم نیز دچار اُفت محصول نمی‌شود.



شکل ۳- مقایسه میانگین ارقام بر اساس عملکرد شکر طی دو سال آزمایش در شرایط غیرآلوده در کرج.

نتایج آزمایش ترویجی

در حوزه عمل کارخانه قند تربت‌حیدریه، عملکرد ریشه رقم مطهر معادل ۳۶/۲ تُن در هکتار برآورد گردید. درحالی‌که عملکرد ریشه دو رقم خارجی معادل ۳۰/۳ (میدوکس) و ۴۱/۱ (FD136) تُن در هکتار بود. در مجموع، عملکرد شکر رقم‌های مورد بررسی به‌ترتیب معادل ۷/۰۶، ۶/۲۹ و ۷/۱۹ تُن در هکتار محاسبه شد (جدول ۴). در مزرعه آقای موسیقی‌دان، عملکرد ریشه دو رقم مورد استفاده بر

اساس اعلام کارخانه قند معادل ۷۳ تُن در هکتار برای رقم تک‌جوانه و مقاوم ناگانو و۶۹/۶ تُن در هکتار برای رقم جدید بود (جدول ۴). بر اساس نتایج ارائه شده توسط کارخانه قند تربت‌جام در سال ۱۳۹۲، عملکرد ریشه رقم جدید در حوزه کارخانه معادل ۴۸ تُن در هکتار با عیار ۱۷/۵ درصد و عملکرد ریشه رقم دوروتی ۵۴ تُن در هکتار و درصد قند ۱۹/۷ درصد بود. در اراضی داخل کارخانه نیز عملکرد ریشه رقم مطهر معادل ۴۱/۳ تُن در هکتار با عیار ۱۶ درصد و عملکرد ریشه رقم دوروتی، ۴۲/۶ تُن در هکتار با عیار ۱۸/۵ بود (جدول ۴). در آزمایش ترویجی سال ۱۳۹۳ در اراضی کارخانه قند تربت‌جام، رقم مطهر دارای ۵۵/۸۳ تُن در هکتار عملکرد ریشه و ۷/۵۶ تُن در هکتار عملکرد شکر بود (جدول ۴).

جدول ۴- عملکرد ریشه (تن در هکتار) رقم جدید در شرایط زارعین طرف قرارداد با کارخانه‌های قند تربت‌حیدریه، چناران و تربت‌جام در سال‌های ۱۳۹۱ لغایت ۱۳۹۳.

رقم	سال ۱۳۹۱		سال ۱۳۹۲		سال ۱۳۹۳
	تربت‌حیدریه	چناران	تربت‌جام (محمدآباد)	تربت‌جام	تربت‌جام
Motahar	۳۶/۲	۶۹/۶	۴۸/۰	۴۱/۳	۵۵/۸۳
Aras101	-	-	-	-	۴۷/۸۴
Nagano	-	۷۳/۰	-	-	-
Dorotea	-	-	۵۴/۰	۴۲/۶	-
Midox	۳۰/۳	-	-	-	-
FD136	۴۱/۱	-	-	-	-

توصیه ترویجی

خصیصه بارز کشاورزی معیشتی دسترسی کمتر به منابع و درآمد اندک است. این گروه از کشاورزان دارای زمین‌هایی هستند که از نظر کیفیت زراعی بسیار نامناسب و فاقد کارآیی است و روز به روز نیز از قدرت بازدهی آن‌ها کاسته می‌شود. عدم رعایت برنامه تناوبی مشخص و همچنین عدم اعمال روش کشت و آبیاری مناسب موجب می‌شود تا عوامل بیمارگر در این مزارع شیوع بیشتری داشته باشند. بنابراین اصلاح و معرفی رقم‌های متحمل و متناسب با شرایط حاکم بر اراضی کوچک بسیار حائز اهمیت می‌باشد. این رقم یک جمعیت آزاد گرده‌افشان چند جوانه با مقاومت بالا به بیماری ریزومانیا و تحمل نسبی به پوسیدگی ریشه چغندرقند است. با توجه به بهره‌گیری از ذخایر ژنی مناسب شامل ژن‌های مقاومت، عملکرد و کیفیت در اصلاح این رقم، عملکرد ریشه آن زیاد است و در عین حال عیار قند قابل قبولی نیز دارد. این رقم از قدرت جوانه‌زنی خوبی برخوردار بوده و اندام هوایی آن در قیاس با سایر ارقام داخلی، کمتر است. چندجوانه بودن و قدرت جوانه‌زنی بالا، این رقم را مناسب کشت در مناطقی می‌کند که امکان استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی محدود است و زمین زراعی از کیفیت و

آماده‌سازی مناسبی برخوردار نیست. این رقم مناسب کشت بهاره چغندرقند در اراضی آلوده به بیماری ریزومانیا است و تاریخ کشت آن بسته به شرایط اقلیمی منطقه در اولین زمان ممکن توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

از کلیه بخش‌های ستادی موسسه و ایستگاه تحقیقات کشاورزی مهندس مطهری که در اجرای این تحقیق ما را یاری داده‌اند تشکر و قدردانی می‌شود. از مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های خراسان، آذربایجان غربی، اصفهان و فارس نیز که در اجرای پروژه‌های این تحقیق همکاری نموده‌اند سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

۱-ایزدپناه، ک.، هاشمی، پ.، کامران، ر.، پاک‌نیت، م.، سهندپور، آ. و معصومی، م. ۱۳۷۵. وجود گسترده بیماری ریشه‌ریشی در فارس. مجله بیماری‌های گیاهی. ۳۲: ۲۰۶-۲۰۰.

۲-توده‌فلاح، م.، ارجمند، ن. و محمودی، ب. ۱۳۷۹. بررسی وضعیت آلودگی و پراکنش بیماری ریزومانیای چغندرقند در ایران. خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان. (۲):۷۲.

۳-شهبازی، ح.، صادقیان مطهر.، س.ی.، احمدی، م. و سلطانی، ج. ۱۳۸۹. قابلیت انتقال ژن مقاومت به ریزومانیا از ارقام و توده‌هایی با ساختار ژنتیکی وسیع به رگه‌های چغندرقند. مجله چغندرقند. ۲۶(۱): ۳۰-۱۵.

۴-شهبازی، ح. ۱۳۹۰. غربال فامیل‌های‌هاف‌سیب چغندرقند در برابر بیماری‌های ریزومانیا و ریزوکتونیا. گزارش نهائی طرح تحقیقاتی. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند.

۵-صادقیان، س.ی.، شهبازی، ح.، بذرافشان، م. و حسنی، م. ۱۳۸۹. تهیه توده‌های در حال تفکیک مقاوم به ریزومانیا و ریزوکتونیا از منابع مقاوم. گزارش نهائی طرح تحقیقاتی. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند.

6. Asher, M.J.C. and Thompson, K. 1987. Rhizomania in Europe. Br Sugar Beet Rev. 55: 24-28.
7. Asher, M.J.C. 1993. Rhizomania. In: Cooke DA and Scott RK (Eds.), The Sugar Beet Crop: Science into Practice. Chapman and Hall, London: 311-346.
8. Canova, A. 1952. Si studia la rhizomania della bietola. Inf Fitopatol. 10:235-239.
9. Luterbacher, M. C., Asher, M. J. C., Beyer, W., Mandolino, G., Scholten, O.E., Frese, L., Biancardi, E., Stevanato, P., Mechelke, W. and Slyvchenko, O. 2005. Sources of resistance to diseases of sugar beet in related Beta germplasm: Soil borne diseases. Euphytica. 141: 49-63.