

پایا، اولین رقم چغندر قند متحمل به خشکی در ایران

محمد رضا اوراضی زاده^۱، اباذر رجبی^۱، داریوش فتح‌اله طالقانی^۱، مسعود احمدی^۲، سعید واحدی^۱، محسن آقایی زاده^۱، سید یعقوب صادقیان مطهر^۱، محمد علی چگینی^۱، ولی‌اله یوسف آبادی^۱، سعید صادق زاده حمایتی^۱، محمد عبدالهیان نوقانی^۱، رحیم محمدیان^۱، محمد رضا میرزایی^۲، حسن ابراهیمی کولائی^۲، علی جلیلیان^۲، محمد رضا فتحی^۳، شهرام خدادادی^۳، عباس نوروزی^۴ و مهرداد رهنمائی^۴

- ۱- اعضاء هیأت علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، کرج
- ۲- اعضاء هیأت علمی مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استانهای خراسان، همدان و کرمانشاه
- ۳- کارشناسان مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، کرج
- ۴- کارشناسان مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان و لرستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۹

چکیده

اوراضی زاده مر، رجبی ا، فتح‌اله طالقانی د، احمدی م، واحدی س، آقایی زاده م، صادقیان مطهر س، چگینی ع، یوسف آبادی و، صادق زاده حمایتی س، عبدالهیان نوقانی م، محمدیان ر، میرزایی م، ابراهیمی کولائی ح، جلیلیان ع، فتحی م، خدادادی ش، نوروزی ع، رهنمائی م (۱۳۹۴) پایا، اولین رقم چغندر قند متحمل به خشکی در ایران. نشریه یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی ۴ (۱): ۳۱-۴۲.

یکی از مؤثرترین روش‌های کاهش خسارت تولید در شرایط تنش خشکی، اصلاح ارقام متحمل به خشکی می‌باشد. در این تحقیق، ۱۵۰ فامیل نیمه خواهری چغندر قند در شرایط تنش خشکی ارزیابی، ۲۳ فامیل برتر انتخاب و با یک والد مادری تلاقی داده شدند. هیبریدهای حاصل در شرایط تنش خشکی ارزیابی شدند. بر اساس نتایج، دو فامیل به عنوان والد پدری متحمل به خشکی انتخاب و با دو والد مادری منوژرم دیگر تلاقی و چهار هیبرید جدید بدست آمد. رقم پایا یکی از این چهار هیبرید است که طی سال‌های ۹۳-۱۳۸۹ در دو شرایط تنش و بدون تنش در آزمایش‌های مقدماتی و نهایی از نظر صفات کمی و کیفی ارزیابی شد و نسبت به بقیه هیبریدها برتری داشت، بطوریکه در شرایط تنش خشکی، میانگین عملکرد ریشه رقم پایا برابر با ۵۰/۵۰ تن در هکتار بود که نسبت به رقم معمولی گدوک (۳۶/۵۰ تن در هکتار) برتر بود. همچنین میانگین مصرف آب رقم پایا در شرایط آبیاری متداول ۱۵۰۰۰ و در شرایط تنش خشکی حدود ۹۵۰۰ متر مکعب در هکتار با دور آبیاری دو برابر بود که بیانگر صرفه‌جویی در مصرف آب به مقدار ۴۰-۳۰ درصد است. نتایج آزمایش‌های ترویجی در کرج، مشهد و شیروان نیز حاکی از برتری این رقم در شرایط تنش خشکی بود بطوریکه نسبت به رقم گدوک به ترتیب ۱۷، ۲۲ و ۱۰ تن در هکتار افزایش عملکرد ریشه نشان داد.

واژه‌های کلیدی: پایا، چغندر قند، تنش خشکی، رقم متحمل و گرده‌افشان

مقدمه

در سال‌های اخیر مصرف و برداشت بی‌رویه آب از ذخایر زیرزمینی موجب کاهش آب و پایین رفتن سفره‌های آب زیرزمینی شده است. با توجه به این واقعیت که تهیه آب بسیار پرهزینه است، بنابراین بایستی از موجودی آب حداکثر استفاده به عمل آید. بر همین اساس، امروزه در زراعت توجه ویژه‌ای به شاخص برداشت، نیاز آبی و کارایی مصرف آب گیاهان مورد کاشت می‌شود (۲). یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده کشت چغندر قند در زراعت تابستانه مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری آب می‌باشد. برای کاهش مصرف آب یا بهینه‌سازی مصرف آب در زراعت چغندر قند عوامل متعددی دخالت دارند. روش‌های به‌زراعی و تکنیک‌های کاشت و آبیاری به نوبه خود تأثیر زیادی در کاهش مصرف آب دارند یعنی با بکارگیری روش‌های مطلوب از جمله کشت زود، تغییر تراکم، تغییر تکنیک‌های آبیاری و تناوب زراعی هر کدام در مصرف بهینه آب مورد نیاز چغندر قند نقش زیادی دارند (۳). در بسیاری از مناطق کشور از جمله استان‌های اصفهان، خراسان و فارس که روز به روز بر دامنه خشکی در این مناطق افزوده می‌شود زراعت چغندر قند در اوایل دوره رشد به دلیل اختصاص آب موجود به غلات، حدود ۵۰-۳۰ روز با تنش آبی مواجه می‌شود، بنابراین، وجود ارقام متحمل به خشکی چغندر قند که این دوره را تحمل کرده و کاهش

چشمگیری در عملکرد آنها حاصل نشود، به افزایش راندمان محصول در این مناطق منجر خواهد شد (۲ و ۴). بر این اساس یکی از راهکارهای افزایش کارایی مصرف آب، اصلاح و تولید ارقام متحمل به خشکی است که حساسیت کمتری به خشکی و تنش کمبود آب داشته و با کاهش مصرف آب و اعمال روش‌های کم آبیاری افت محصول کمتری چه از نظر کمیت و چه از نظر کیفیت داشته باشند (۶).

با توجه به اهمیت آب در کشاورزی، محققین مؤسسه تحقیقات چغندر قند برنامه‌های اصلاح چغندر قند متحمل به خشکی را از سال ۱۳۷۵ آغاز و طی چند دوره، عملیات گزینش منابع متحمل به خشکی را انجام دادند. حاصل این بررسی‌ها، دستیابی به منابع نسبتاً متحمل به شرایط خشکی و خشک سالی بود. از سال ۱۳۸۱ با استفاده از منابع موجود، دوره‌های جدید اصلاحی با تهیه فامیل‌های نیمه خواهری از چهار توده گرده‌افشان دیپلوئید آغاز شد که در سال ۱۳۹۳ منجر به اصلاح و تهیه اولین رقم منوژرم هیبرید متحمل به خشکی با نام پایا شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق در دوره اصلاحی اول در سال ۱۳۸۲ اصلاح والد پدری مدنظر قرار گرفت. بدین منظور از چهار توده گرده‌افشان موجود در مؤسسه در طی دو دوره ۱۵۰ فامیل نیمه خواهری (Half-sib family) تهیه و پس از

قرار گرفتند و رقم مورد نظر به عنوان هیبرید برتر تحت نام پایا انتخاب شد و در سال‌های ۹۳-۱۳۹۰ در سه منطقه کرج، مشهد و کرمانشاه مورد ارزیابی قرار گرفت. در این زمان نیز آزمایش ترویجی این رقم در سطح وسیع (کرج، مشهد و شیروان) انجام شد. در کلیه آزمایش‌های انجام شده روش اعمال تنش خشکی در مزرعه به این صورت بود که تا قبل از تنک و استقرار بوته، آبیاری بطور متداول (آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر) و در شرایط تنش خشکی آبیاری پس از ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از پشتک تبخیر کلاس A انجام شد. علاوه بر مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی هیبریدهای مورد بررسی در دو شرایط آبیاری، برای دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد آنها در شرایط آبیاری معمولی و تنش، از شاخص آماری تحمل به تنش (Stress tolerance index) به شرح زیر استفاده شد (۵).

$$STI = Y_p * Y_s / \bar{Y}_p^2$$

این معادله Y_p و Y_s به ترتیب نشان دهنده عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط نرمال و تنش و \bar{Y}_p نشان دهنده میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال می‌باشد. این شاخص، عملکرد در شرایط نرمال، عملکرد در شرایط تنش و شدت تنش را بطور همزمان در نظر می‌گیرد. هر چه مقدار این شاخص برای یک ژنوتیپ بالاتر باشد تحمل تنش و پتانسیل عملکرد آن نیز بالاتر خواهد بود. این شاخص برای شناسایی

ارزیابی محصولی آنها در شرایط تنش خشکی ۲۳ فامیل نیمه خواهری برتر انتخاب و به عنوان والد پدری گرده‌افشان با یک سینگل کراس منوژرم (231 × 436) به عنوان والد مادری تلاقی داده شدند. هیبریدهای تست کراس بدست آمده به همراه یک رقم شاهد متحمل به تنش خشکی (IR7) و یک رقم معمولی داخلی (گدوک) به صورت یک آزمایش ۲۵ رقمی در شرایط آبیاری متداول و در شرایط تنش خشکی در مشهد در طول سال‌های زراعی ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ مقایسه محصولی شدند. تجزیه واریانس مرکب برای دو شرایط و دو سال انجام و بر اساس نتایج بدست آمده، دو فامیل برتر به عنوان والد پدری (گرده‌افشان) (SBSI- DR I-HSF-14-P.35) و (SBSI-DR I-HSF-14-P.7) شناسایی شدند.

در سال ۱۳۸۷ دو گرده‌افشان انتخابی با دو والد مادری منوژرم (SB26 × 7112) دارای ژن RZ1 برای مقاومت به ریزومانیا و (SB17 × SB36) با تحمل بالا به ریزومانیا و پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و والد مادری اولیه (231 × 436) که در تهیه هیبرید تست کراس استفاده شده بود تلاقی داده شدند و بذر آنها در سال ۱۳۸۸ بدست آمد. گستره بیماری ریزومانیا در کشور دلیل استفاده از این دو والد مادری بود. در سال ۱۳۸۹ هیبریدهای جدید (چهار هیبرید) به همراه دو هیبرید اولیه (جمعاً شش هیبرید) در دو شرایط آبیاری معمولی و تنش در دو منطقه مشهد و کرج مورد ارزیابی

ژنوتیپ‌هایی بکار می‌رود که در هر دو شرایط، عملکرد بالایی دارند.

بالایی نسبت به دیگر هیبریدها برخوردار هستند.

نتایج و بحث

ارزیابی مقدماتی هیبریدهای تست کراس به

منظور شناسایی والد‌های پدری برتر

هیبریدهای تست کراس در سال‌های ۸۷-۱۳۸۶ در یک آزمایش ۲۵ رقمی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی در مشهد (ایستگاه طرق) مورد مقایسه قرار گرفتند. در این آزمایش، از رقم IR7 به‌عنوان رقم شاهد متحمل خارجی و یک رقم معمولی تولید داخل (گدوک) به‌عنوان رقم شاهد غیر متحمل استفاده شد.

نتایج آزمایش (جدول ۱) نشان داد از بین هیبریدهای تست کراس، در شرایط تنش خشکی هیبریدهای شماره ۱۲ و ۷ به ترتیب با عملکرد ریشه ۵۵/۷۸ و ۵۴/۱۸ تن در هکتار بیشترین مقادیر را به خود اختصاص دادند و با رقم شاهد متحمل خارجی IR7 و رقم غیر متحمل گدوک به ترتیب با عملکرد ریشه ۴۵/۰۳ و ۴۶/۵۶ تن در هکتار اختلاف معنی‌دار داشتند و در گروه اول قرار گرفتند. عملکرد ریشه این هیبریدها نشان دهنده پتانسیل بالای آنها در تنش خشکی است. محصول تولیدی این هیبریدها نشان داد که در شرایط بدون تنش نیز از پتانسیل

انتخاب متحمل‌ترین هیبریدهای تست کراس بر

اساس شاخص تحمل به تنش (STI)

برای مقایسه ژنوتیپ‌ها از نظر پتانسیل عملکرد ریشه در شرایط معمولی و تنش و انتخاب متحمل‌ترین آنها از شاخص STI (شاخص تحمل به تنش) استفاده شد. هر چه مقدار این شاخص برای یک ژنوتیپ بالاتر باشد تحمل به تنش و پتانسیل عملکرد آن نیز بالاتر خواهد بود. همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود از نظر پتانسیل عملکرد ریشه بر اساس شاخص STI هیبرید شماره ۱۲ [SBSI-DR I-HSF-14-P.35]×(436×231) با بیشترین مقدار متحمل‌ترین هیبرید تشخیص داده شد. با توجه به اینکه در تنش خشکی تولید محصول ریشه در چغندر قند از اهمیت بیشتری برخوردار است لذا دو هیبرید شماره ۱۲ و ۷ در این مرحله به‌عنوان بهترین هیبریدهای متحمل انتخاب شدند. و از این طریق دو فامیل نیمه خواهری SBSI-DR I-HSF-14-P.35 و SBSI-DR I-HSF-14-P.7 به‌عنوان والد پدری (گرده‌افشان) شناسایی و برای تهیه هیبرید با استفاده از والد‌های مادری دیگر مورد استفاده قرار گرفتند. لازم به توضیح است که والد پدری یا گرده‌افشان رقم پایا فامیل نیمه خواهری SBSI-DR I-HSF-14-P.35 می‌باشد که در

جدول ۱- مقایسه میانگین عملکرد ریشه و شاخص تحمل به تن (STI) هیبریدهای تست کراس در شرایط آبیاری معمولی و تنش در ایستگاه طرق مشهد (سال ۸۷-۱۳۸۶)

شماره	هیبرید تست کراس	عملکرد ریشه (تن در هکتار)		شاخص تحمل به تنش (STI)
		در شرایط آبیاری معمولی	در شرایط تنش خشکی	
۱	(436×231)×SBSI-DR I-HSF-11-p-23	۹۳/۴۵	۵۰/۳۷	۰/۵۹
۲	(436×231)×SBSI-DR I-HSF-11-p-11	۸۹/۰۸	۵۲/۸۱	۰/۵۹
۳	(436×231)×SBSI-DR I-HSF-11-p-7	۹۷/۲۸	۵۰/۸۹	۰/۶۲
۴	(436×231)×SBSI-DR I-HSF-11-p-21	۸۹/۴۴	۴۸/۴۱	۰/۵۴
۵	(436×231)×SBSI-DR I-HSF-11-p-34	۹۴/۷۹	۵۱/۹۲	۰/۶۲
۶	(436×231)×SBSI-DR I-HSF-11-p-22	۹۵/۱۳	۵۳/۲۲	۰/۶۴
۷	(436×231)×SBSI-DR I-HSF-14-P.7	۸۹/۹۴	۵۴/۱۸	۰/۶۱
۸	(436×231)×SBSI-DR I-HSF-14-P.36	۹۴/۰۸	۵۰/۳۵	۰/۵۹
۹	(436×231)×SBSI-DR I-HSF-14-P.2	۸۲/۸۳	۵۰/۷۲	۰/۵۳
۱۰	(436×231)×SBSI-DR I-HSF-14-P.32	۹۴/۶۳	۵۱/۰۶	۰/۶۱
۱۱	(436×231)×SBSI-DR I-HSF-14-P.11	۹۱/۹۰	۵۰/۸۳	۰/۵۹
۱۲	(436×231)×SBSI-DR I-HSF-14-P.35*	۹۷/۴۶	۵۵/۷۸	۰/۶۸
۱۳	(436×231)×SBSI-DR I-HSF-14-P.6	۸۴/۳۹	۴۹/۱۶	۰/۵۲
۱۴	(436×231)×SBSI-DR I-HSF-14-P.33	۸۴/۰۲	۵۳/۰۰	۰/۵۶
۱۵	(436×231)×SBSI-DR II-HSF-6-P.10	۹۳/۲۳	۴۹/۲۵	۰/۵۸
۱۶	(436×231)×SBSI-DR II-HSF-6-P.8	۱۰۱/۸۰	۴۹/۸۷	۰/۶۴
۱۷	(436×231)×SBSI-DR II-HSF-14-P.2	۸۶/۶۸	۴۶/۰۸	۰/۵
۱۸	(436×231)×SBSI-DR II-HSF-14-P.1	۸۷/۶۴	۴۹/۵۴	۰/۵۵
۱۹	(436×231)×SBSI-DR II-HSF-14-P.3	۸۴/۲۷	۵۰/۱۷	۰/۵۳
۲۰	(436×231)×436-B-HSF.9-P.9	۸۷/۴۶	۴۳/۳۸	۰/۴۸
۲۱	(436×231)×436-B-HSF.9-P.24	۸۲/۲۴	۴۴/۹	۰/۴۶
۲۲	(436×231)×436-B-HSF.9-P.22	۸۰/۴۹	۴۳/۸۶	۰/۴۴
۲۳	(436×231)×436-B-HSF.9-P.23	۷۳/۷۱	۴۵/۱۹	۰/۴۲
۲۴	گدوک (شاهد)	۸۷/۳۵	۴۶/۵۶	۰/۵۱
۲۵	IR7 (شاهد)	۹۱/۹۶	۴۵/۰۳	۰/۵۲
	LSD %5	۱۰/۲۷	۴/۹۱	

*- والد پدری هیبرید تست کراس شماره (۱۲) با شجره (436×231)×SBSI-DR I-HSF-14-P.35 همان والد پدری یا گرده افشان رقم «پایا» می‌باشد.

این مرحله انتخاب شده است. استفاده شده بود تلاقی داده شدند و در سال ۱۳۸۹ هیبریدهای جدید (چهار هیبرید) به همراه دو هیبرید اولیه و دو رقم شاهد IR7 (متحمل) و گدوک (غیرمتحمل) در یک آزمایش ۱۶ رقمی در دو شرایط آبیاری معمولی و تنش در دو منطقه مشهد و کرج مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که از بین هیبریدهای ارزیابی مقدماتی هیبریدهای جدید امیدبخش (سال ۱۳۸۹) در سال ۱۳۸۷ دو گرده افشان انتخابی با دو والد مادری منـوژرم (7112×SB26) و (SB17×SB36) و والد مادری اولیه (436×231) که در تهیه هیبرید تست کراس

جدول ۲- میانگین عملکرد ریشه، عملکرد شکر و شاخص تحمل به تنش (STI) هیبریدها در شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی در مناطق کرج و مشهد (سال ۱۳۸۹)

شماره	هیبرید	عملکرد ریشه (تن در هکتار)		شاخص تحمل به تنش (STI)		عملکرد شکر (تن در هکتار)		شاخص تحمل به تنش (STI)
		آبیاری معمولی	تنش	آبیاری معمولی	تنش	آبیاری معمولی	تنش	
۱	(436×231) × SBSI-DRI-HSF14-P.7	۸۰/۲	۴۳/۳۱	۰/۶۴	۴/۹۳	۱۰/۴۵	۰/۵۱	
۲	(7112×SB36) × SBSI-DRI-HSF14-P.7	۷۵/۲۷	۴۷/۷۲	۰/۶۶	۵/۱۴	۹/۵۷	۰/۴۹	
۳	(SB17×SB36) × SBSI-DRI-HSF14-P.7	۷۴/۲۱	۴۲/۷۰	۰/۵۸	۴/۹۷	۱۰/۴۵	۰/۵۲	
۴	(436×231) × SBSI-DRI-HSF14-P.35	۷۲/۰۸	۴۷/۲۷	۰/۶۲	۴/۸۲	۹/۶۹	۰/۴۷	
۵	(7112×SB36) × SBSI-DRI-HSF14-P.35	۸۷/۷۳	۴۳/۷۸	۰/۷۰	۴/۶۳	۱۰/۹۴	۰/۵۰	
۶	(SB17×SB36) × SBSI-DRI-HSF14-P.35 (پایا)	۸۵/۳۸	۴۶/۴۴	۰/۷۳	۵/۳۶	۱۱/۴۲	۰/۶۱	
۷	گدوک (شاهد)	۶۴/۷۲	۳۱/۷۹	۰/۳۸	۴/۱۵	۹/۲۶	۰/۳۸	
۸	IR7 (شاهد)	۶۲/۴	۳۱/۸۱	۰/۳۶	۴/۵۰	۱۰/۰۸	۰/۴۵	
	LSD 5%	۱۰/۱۷	۷/۸۷		۰/۹۵۶	۳/۳۳		

بیشترین مقدار عملکرد شکر به مقدار ۱۱/۴۲ تن را به خود اختصاص دهد (جدول ۲). به منظور انتخاب متحمل‌ترین هیبریدها از شاخص STI بر اساس عملکرد ریشه و عملکرد شکر استفاده شد. بر اساس این شاخص بسیاری از هیبریدها نسبت به رقم شاهد IR7 برتری دارند و با در نظر گرفتن مقدار عددی STI برای هر دو صفت رقم پایا برترین هیبرید است که نشان‌دهنده پتانسیل تولید شکر این هیبرید در شرایط تنش خشکی می‌باشد (جدول ۲).

ارزیابی هیبرید منتخب (سال ۹۱-۱۳۹۰)

رقم انتخاب شده «پایا» مجدداً در دو سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در کرج در دو شرایط آبیاری معمولی و تنش در یک آزمایش، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار همراه با دو رقم شاهد IR7 و گدوک مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین عملکرد ریشه پایا در

امیدبخش مورد بررسی میانگین عملکرد ریشه هیبرید شماره ۶ (رقم پایا) در دو منطقه در شرایط تنش خشکی برابر با ۴۶/۴۴ تن در هکتار بود و در این حالت نسبت به هیبرید شاهد خارجی IR7 و رقم معمولی گدوک به ترتیب با عملکرد ریشه ۳۱/۷۹ و ۳۱/۸۱ تن در هکتار اختلاف معنی‌دار داشت. همانطور که ملاحظه می‌شود رقم پایا از توان تولید محصول بیشتری (حدود ۱۵ تن در هکتار بالاتر از شاهد) در شرایط تنش خشکی برخوردار است (جدول ۲). همچنین میانگین عملکرد ریشه این رقم در شرایط آبیاری معمولی در دو منطقه کرج و مشهد برابر با ۸۵/۳۸ تن در هکتار بود که نسبت به هیبریدهای دیگر و ارقام شاهد برتری داشتند (جدول ۲). در شرایط تنش خشکی بیشترین عملکرد شکر به میزان ۵/۳۶ تن در هکتار در رقم پایا مشاهده شد. در شرایط آبیاری متداول (بدون تنش خشکی) نیز این رقم توانست

شرایط تنش خشکی معادل ۵۶/۷۲ تن در هکتار
نسبت به ارقام شاهد IR7
(۳۶/۰۶ تن در هکتار) و گدوک (۴۶/۲۹ در
هکتار) اختلاف معنی داری داشت (جدول ۳).
عملکرد ریشه رقم پایا در شرایط آبیاری متداول
برابر با ۸۴/۸۷ تن در هکتار بود که
نسبت به هر دو رقم شاهد نیز برتری معنی دار
داشت (جدول ۳). میانگین عملکرد شکر رقم
پایا در شرایط تنش خشکی معادل ۷/۰۳ تن در
هکتار بود که نسبت به رقم شاهد IR7

۴/۷۷ تن شکر) برتری معنی دار نشان داد
(جدول ۳). همچنین میانگین شکر تولیدی رقم
پایا در شرایط آبیاری معمولی برابر با
۱۱/۲۲ تن در هکتار بود که نسبت به رقم
شاهد IR7 با کمترین عملکرد شکر به میزان
۸/۶۷ تن در هکتار اختلاف معنی دار
داشت (جدول ۳). نتایج از لحاظ عملکرد
شکر و عملکرد ریشه نشان داد که رقم
پایا در دو شرایط تنش و بدون تنش
خشکی نسبت به ارقام شاهد برتری دارد.

جدول ۳- میانگین عملکرد ریشه، عملکرد شکر و شاخص تحمل به تنش (STI) هیبریدها در شرایط آبیاری معمولی و تنش کرج (۹۱-۱۳۹۰)

شماره	هیبرید	عملکرد ریشه (تن در هکتار)		شاخص تحمل		عملکرد شکر (تن در هکتار)		شاخص تحمل به تنش (STI)
		آبیاری معمولی	تنش	به تنش (STI)	آبیاری معمولی	تنش		
۱	(SB17×SB36) × SBSI-DRI-HSF14-P.7	۸۴/۸۷	۵۶/۷۲	۰/۷۹	۱۱/۲۲	۷/۰۳	۰/۶۷	
۲	(436×231) × SBSI-DRI-HSF14-P.35	۸۷/۰۵	۵۵/۴۵	۰/۷۹	۱۱/۹۰	۶/۳۹	۰/۶۵	
۳	(7112×SB36) × SBSI-DRI-HSF14-P.35	۸۸/۴۵	۶۱/۳۲	۰/۸۹	۱۱/۳۸	۶/۹۴	۰/۶۷	
۴	(SB17×SB36) × SBSI-DRI-HSF14-P.35 (پایا)	۸۱/۲۰	۵۵/۹۶	۰/۷۴	۱۱/۱۳	۷/۵۶	۰/۷۱	
۵	گدوک (شاهد)	۷۴/۱۵	۴۶/۲۹	۰/۵۶	۱۰/۵۱	۵/۹۶	۰/۵۳	
۶	IR7 (شاهد)	۵۷/۶۲	۳۶/۰۶	۰/۳۴	۸/۶۷	۴/۷۷	۰/۳۶	
	LSD 5%	۹/۲۳	۷/۲۰	۱/۹۰	۱/۳۱	۱/۳۸	۱/۳۳	

و نرمال می باشد. همچنین مقایسه شاخص STI
از نظر عملکرد شکر در هیبریدها نشان داد که
رقم پایا و هیبریدهای شماره ۳ و ۴ از این نظر
تحمل بیشتری نسبت به سایر هیبریدها دارند و
همانند عملکرد ریشه نسبت به ارقام شاهد فاصله
داشته و برتری آنها مشهود است (جدول ۳).
همانطور که ملاحظه می شود بر اساس این
شاخص بر مبنای دو صفت عملکرد ریشه و

مقایسه شاخص تحمل به تنش (STI) از نظر
عملکرد ریشه در هیبریدها نشان داد که رقم پایا
و هیبریدهای شماره ۲ و ۳ از تحمل بیشتری
نسبت به سایر هیبریدها برخوردار بوده و نسبت
به رقم شاهد IR7 برتری قابل ملاحظه ای دارند.
برتری رقم پایا و هیبریدهای شماره ۲ و ۳ از نظر
تحمل به خشکی (جدول ۳) در واقع نشان دهنده
بالا بودن نسبی عملکرد آنها در دو شرایط تنش

بالای تولید محصول توسط این رقم نسبت به رقم شاهد در شرایط تنش خشکی می‌باشد (جدول ۴). همچنین در شرایط تنش خشکی، بیشترین عملکرد شکر به میزان ۷/۹۲ تن در هکتار در رقم پایا مشاهده شد و نسبت به بقیه ارقام برتری داشت (جدول ۴). عملکرد شکر رقم گدوگ در همین شرایط برابر با ۵/۳۰ تن در هکتار بود که نسبت به رقم پایا بیش از ۲/۵ تن در هکتار شکر کمتری تولید کرده است (جدول ۴). از طرفی در شرایط بدون تنش نیز رقم پایا با مقدار عملکرد شکر ۹/۶۳ تن نسبت به رقم معمولی گدوگ با ۷/۹۲ تن برتری داشت (جدول ۴). بنابراین برتری رقم پایا نسبت به رقم شاهد در شرایط تنش خشکی با مقدار آب آبیاری کمتر و دو برابر شدن دور آبیاری کاملاً مشهود است.

به منظور انتخاب متحمل‌ترین هیبریدها با توجه به عملکرد ریشه و عملکرد شکر تولیدی، در آزمایش با شش رقم کرج، مشهد و کرمانشاه نیز از شاخص STI استفاده شد. بر اساس نتایج، مقدار شاخص STI رقم پایا از نظر عملکرد ریشه با بیشترین مقدار عددی برابر با ۰/۹۴ بود و این در حالی بود که رقم شاهد IR7 مقدار ۰/۷۰ را به خود اختصاص داده بود. کمترین مقدار شاخص STI با مقدار ۰/۴۶ متعلق به رقم شاهد معمولی (گدوگ) بود (جدول ۴). از نظر عملکرد شکر نیز رقم پایا بیشترین مقدار شاخص STI (۰/۹۵) را به خود اختصاص داد در حالی که مقدار این شاخص در رقم شاهد IR7 برابر

عملکرد شکر، رقم پایا و هیبرید ۳ مشترک هستند که نشان‌دهنده تحمل آنها نسبت به خشکی می‌باشد. تفاوت این دو هیبرید تنها در یکی از لاین‌های مادری است، والد مادری رقم پایا ترکیب (SB17×SB36) و والد مادری هیبرید شماره ۵ ترکیب (7112×SB36) می‌باشد. سینگل کراس پایه مادری هیبرید منتخب دارای تحمل به بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه (SB17) و ریزومانیا (SB36) می‌باشد در حالی که در والد مادری هیبرید شماره ۳ فقط تحمل به ریزومانیا (لاین SB36) وجود دارد. لذا بر این اساس و با توجه به شیوع دو بیماری فوق در مناطق چغندرکاری ایران، رقم پایا که در ترکیب آن از دو لاین مقاوم به این بیماری‌ها استفاده شده است به عنوان رقم جدید متحمل به خشکی پیشنهاد شد.

ارزیابی نهایی رقم منتخب (پایا) در سه منطقه

کرج، مشهد و کرمانشاه (سال ۱۳۹۳)

رقم پایا در سال ۱۳۹۳، در یک آزمایش با شش رقم در کرج، مشهد و کرمانشاه به همراه ارقام شاهد IR7 و گدوگ در دو شرایط آبیاری معمولی و تنش مورد ارزیابی نهایی قرار گرفت. بر اساس نتایج، میانگین عملکرد ریشه رقم پایا در سه منطقه در شرایط تنش خشکی برابر با ۴۷/۹۰ تن در هکتار بود و به تنهایی در گروه اول آماری قرار گرفت و در این حالت ۱۷ تن در هکتار عملکرد ریشه بیشتر از رقم معمولی گدوگ داشت که نشان‌دهنده توان

جدول ۴- میانگین عملکرد ریشه، عملکرد شکر و شاخص تحمل به تنش (STI) هیبریدها در شرایط آبیاری معمولی و تنش در کرج، مشهد و کرمانشاه (سال ۱۳۹۳)

شماره	هیبرید	عملکرد ریشه (تن در هکتار)		شاخص تحمل به تنش (STI)		عملکرد شکر (تن در هکتار)		شاخص تحمل به تنش (STI)
		آبیاری معمولی	تنش	آبیاری معمولی	تنش	آبیاری معمولی	تنش	
۱	گدوک	۴۶/۲۸c	۳۰/۷۰c	۰/۴۶	۵/۳۰c	۷/۹۲c	۰/۵۲	
۲	اکباتان	۵۲/۴۷bc	۳۴/۲۶c	۰/۵۸	۵/۶۶c	۸/۴۸abc	۰/۶۰	
۳	پایا	۶۰/۷۰a	۴۷/۸۹a	۰/۹۴	۷/۹۲a	۹/۶۳ab	۰/۹۵	
۴	(436×231)×SBSI-DR1-HSF14.P.35	۵۷/۵۲ab	۴۲/۲۱bc	۰/۷۹	۶/۷۸b	۸/۸۶ abc	۰/۷۵	
۵	(7112×SB36)×SBSI-DR1-HSF14.P.7	۶۰/۷۰a	۴۱/۲۴b	۰/۸۱	۶/۷۳b	۹/۱۱abc	۰/۷۶	
۶	IR7 (شاهد)	۵۵/۴۸ab	۳۸/۹۰cd	۰/۷۰	۶/۹۸b	۹/۷۴a	۰/۸۵	
		۶/۶۵	۳/۸۹		۰/۸۲۶	۱/۲۳		LSD 5%

میانگین‌هایی در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌داری ندارند.

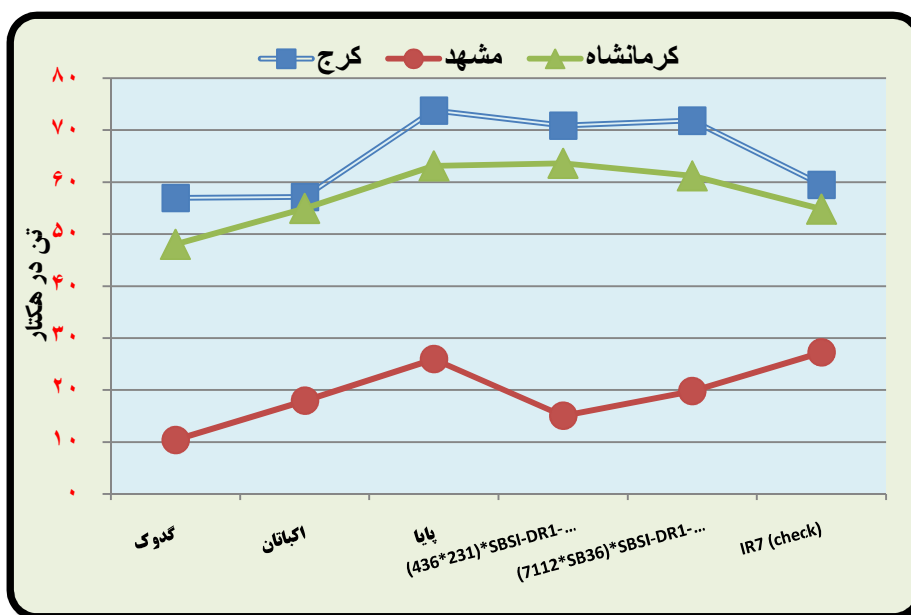
پایا از نظر مقدار عملکرد ریشه در سه مکان دچار تغییر زیادی نشده و در این سه منطقه از عملکرد ریشه بالایی نسبت به دیگر ارقام مورد بررسی برخوردار است و می‌توان گفت که رقم پایا از سازگاری بالایی نیز برخوردار می‌باشد.

اجرای آزمایش تحقیقی - ترویجی

در سال ۱۳۹۳ رقم پایا به همراه یک رقم معمولی (جلگه) در کرج و استان خراسان (مشهد و شیروان) به صورت ترویجی در مزارع چغندرکاران این مناطق در سطحی معادل یک هکتار در هر منطقه کشت شد. پس از آبیاری اول و سبز شدن چغندر قند، آبیاری مزرعه در شیروان هر ۲۴ روز، در مشهد هر ۱۵ روز و در کرج هر ۱۲ روز، یک بار آبیاری انجام شد. پس از اتمام دوره رشد چغندر قند، برداشت انجام و صفات مهم کمی و کیفی چغندر قند ثبت شد.

با ۰/۸۵ بود. کمترین مقدار شاخص موردنظر (۰/۵۲) به رقم شاهد معمولی گدوک تعلق داشت (جدول ۴). در نتیجه با در نظر گرفتن مقدار عددی STI برای هر دو صفت (عملکرد ریشه و شکر)، رقم پایا نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها برتری نشان داد که نشان‌دهنده پتانسیل تولید شکر این هیبرید در شرایط تنش خشکی می‌باشد.

عملکرد ریشه ارقام مورد بررسی در این آزمایش نشان داد که در مکان‌های مختلف عکس‌العمل‌های متفاوت دارند. اصولاً از نظر اصلاحی رقمی پایدار است که در محیط‌های مختلف عملکرد نسبتاً مشابهی داشته باشد و رقم سازگار نیز رقمی است که در محیط‌های مختلف، تظاهر عملکرد بالایی را نشان دهد (۱). شکل ۱ سازگاری ارقام مورد بررسی را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود رتبه رقم



شکل ۱- اثر متقابل مکان در رقم برای صفت عملکرد ریشه (تن در هکتار) (سال ۱۳۹۳)

عملکرد ریشه رقم پایا و رقم معمولی در کرج به ترتیب برابر با ۷۷/۷۱ و ۶۰/۹۸ تن در هکتار و از نظر عملکرد شکر نیز به ترتیب معادل ۹/۷ و ۸/۴۰ تن در هکتار بود. یادآوری می‌شود که در منطقه شیروان با توجه به دور آبیاری، شدت تنش بیشتر از مناطق مشهد و کرج اعمال شده است. در هر حال پتانسیل بالای این هیبرید در اراضی زارعین نتایج آزمایش‌های انجام شده را نیز تأیید می‌نماید (جدول ۵).

توصیه ترویجی

میانگین عملکرد ریشه رقم پایا در شرایط آبیاری متداول در مناطق و در چند سال برابر با ۷۴ تن در هکتار و میانگین رقم معمولی گدوکی معادل ۵۲ تن در هکتار بود. از طرفی در شرایط تنش خشکی، عملکرد ریشه رقم پایا ۵۳ تن و

عملکرد ریشه هیبرید جدید در آزمایش ترویجی مشهد برابر با ۵۵/۸ تن در هکتار بود که نسبت به رقم معمولی (با ۳۴ تن در هکتار) از افزایش چشمگیری (حدود ۲۲ تن در هکتار) برخوردار بود. عملکرد شکر هیبرید جدید و رقم معمولی نیز به ترتیب برابر با ۹/۷۷ و ۵/۷۰ تن در هکتار بود و همانطور که ملاحظه می‌شود در شرایط تنش، هیبرید جدید به میزان چهار تن در هکتار تولید شکر بیشتری نسبت به رقم معمولی نشان داد (جدول ۵). نتایج آزمایش شیروان نیز نشان داد که هیبرید جدید نسبت به رقم معمولی در این شرایط، از توان تولید ریشه و شکر بیشتری برخوردار بود. عملکرد ریشه هیبرید جدید و رقم معمولی به ترتیب برابر با ۴۰ و ۳۲/۲۰ تن در هکتار و در خصوص عملکرد شکر این مقادیر به ترتیب معادل ۶/۰۲ و ۴/۹۰ تن در هکتار بود.

جدول ۵- مقایسه عملکرد ریشه و شکر رقم پایا و رقم معمولی در آزمایش تحقیقی - ترویجی مشهد، شیروان و کرج (سال ۱۳۹۳)

منطقه	عملکرد ریشه (تن در هکتار)		عملکرد شکر (تن در هکتار)	
	پایا	رقم معمولی	پایا	رقم معمولی
مشهد	۵۵/۸۰	۳۴/۰۰	۹/۷۷	۵/۷۰
شیروان	۴۰/۰۰	۳۲/۲۰	۶/۰۲	۴/۹۰
کرج	۷۷/۷۱	۶۰/۹۸	۹/۷۰	۸/۴۲

عملکرد ریشه رقم گدوک ۳۷ تن در هکتار بود. بنابراین، رقم پایا نسبت به رقم گدوک در هر دو شرایط آبیاری (متداول و تنش) برتری داشت. همچنین، این بررسی‌ها نشان داد که میزان مصرف آب توسط رقم پایا در شرایط معمولی (بر اساس ۹۰ میلی‌متر تبخیر از سطح پشتک تبخیر) به طور میانگین برابر با ۱۵۰۰۰ متر مکعب در هکتار و در شرایط تنش (بر اساس ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر) حدود ۹۵۰۰ متر مکعب در هکتار بوده که بیانگر صرفه‌جویی آب به مقدار ۴۰ درصد است. علاوه بر این، رقم پایا در شرایط تنش خشکی ۳۰ درصد عملکرد بیشتری نسبت به رقم معمولی داشت. از منظر اقتصادی، کشت هیبرید جدید با تولید محصول مناسب در مقابل صرفه‌جویی ۴۰ درصدی در مصرف آب در مناطق چغندر کاری ایران که با کمبود آب آبیاری مواجه هستند، بخصوص استان خراسان، نسبت به ارقام معمولی مقرون به صرفه می‌باشد، و علاوه بر افزایش کارایی مصرف آب، دغدغه کاهش شدید محصول در این مناطق را مرتفع می‌نماید. با توجه به محدودیت منابع آبی و بروز

پدیده خشکسالی در برخی از سال‌ها، کشاورزان بسیاری از مناطق چغندر کاری کشور در طول تابستان با کاهش منابع آب مواجه می‌شوند، به طوری که با توجه به افت مقدار آب قابل دسترس مجبور خواهند بود در هر نوبت آبیاری فقط نیمی از مزارع خود را آبیاری نموده و نیمی دیگر را در نوبت بعدی (با توجه به حق آبه محدود) آبیاری کنند و همین مسئله باعث می‌شود که دور آبیاری در مزارع حداقل به دو برابر افزایش یافته و گیاهان کشت شده تحت تنش خشکی قرار گیرند. در این حالت، کشت ارقام چغندر قند متداول باعث خواهد شد که افت محصول شدیدتر شود. استفاده از رقم پایا می‌تواند مقدار افت محصول در این شرایط را کاهش دهد. مناسب‌ترین تاریخ کاشت رقم پایا اوایل بهار و زمان برداشت آن نیمه اول مهرماه است. هیبرید جدید مخصوص کشت بهاره بوده و برای کشت پاییزه و همچنین کشت در مزارع با آلودگی شدید به بیماری‌ها توصیه نمی‌شود. دور آبیاری در این رقم دو برابر آبیاری متداول می‌باشد بدین صورت که اگر آبیاری چغندر قند در شرایط معمول هر نه روز یکبار انجام می‌شود

با کاشت رقم پایا این مدت می تواند به ۱۸ روز یکبار افزایش یابد. در این حالت میزان آب مصرفی به ۹۵۰۰ مترمکعب در هکتار کاهش خواهد داشت. تراکم مناسب کاشت ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار و میزان مصرف بذر ۲-۲/۵ یونیت در هکتار توصیه می شود.

بذر چغندر قند 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، همدان و کرمانشاه نیز که در اجرای پروژه‌های این تحقیق همکاری نموده‌اند سپاسگزاری می‌شود.

سپاسگزاری

از کلیه بخش‌های ستادی مؤسسه تحقیقات

منابع

- ۱- امیدوی تبریزی ا ح، احمدی م، شهسواری ج، کریمی س (۱۳۷۹) بررسی پایداری عملکرد دانه و روغن در چند رقم و لاین گلرنگ زمستانه. مجله نهال و بذر ۱۶ (۲): ۱۴۵-۱۳۰
- ۲- رجیبی ا (۱۳۹۰) تنش‌های محیطی چغندر قند (شوری و خشکی) در ایران. گزارش نهایی مؤسسه اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، ۹۰/۱۲۳، ۷۰ صفحه
- ۳- صادقیان مطهر س ی (۱۳۸۳) ارزیابی منابع ژنتیکی چغندر قند در شرایط تنش خشکی. گزارش نهایی مؤسسه اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، ۸۳/۷۷۱، ۶۲ صفحه
- ۴- عبداللهیان نوقایی م، محمدیان ر (۱۳۸۵) بررسی رابطه پارامترهای مورفولوژیک با تحمل به خشکی در چغندر قند. گزارش نهایی مؤسسه اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، ۸۵/۶۸۹، ۷۰ صفحه
5. Fernandez GC (1991) Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: O.C.G.Kuo. (ed.). Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress. Prov. Ann. Intn. Symp. Taiwan. 13-18. Asian.Veget. Res. Develop. Center publication. Pp. 257-270
6. Sadeghian SY, Fazli H, Taleghani DF, Mesbah M (2000) Genetic variation of drought stress in sugarbeet. J. Sugar Beet Res. 37: 55-77