چغندرقند/ جلد ۳۹/ شماره ۱/ ۱۴۰۲

گزینش بهترین ارقام داخلی و خارجی چغندرقند جهت کشت در شمال استان آذربایجان‌غربی با استفاده از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌ال†

Selection of the best domestic and foreign cultivars for cultivation in the north of West Azerbaijan province using selection index of ideal genotype

ولی‌اله یوسف‌آبادی[۱] *، پرویز فصاحت[۲] و سیدحمید مصطفوی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۰

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2024.362830.1332

و.ا. یوسف آبادی، پ. فصاحت و س.ح. مصطفوی. ۱۴۰۲. گزینش بهترین ارقام داخلی و خارجی چغندرقند جهت کشت در شمال استان آذربایجان‌غربی با استفاده از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل. **چغندرقند، ۳۹(۱): ۲۳- ۱۳.**

چکیده

به‌منظور شناسایی و گزینش بهترین ارقام داخلی و خارجی جهت کشت در منطقه شمالی استان آذربایجان غربی، ۱۰ رقم داخلی و پنج رقم خارجی در دو سال زراعی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ مورد مقایسه قرار گرفتند. ارقام در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار کشت و براساس شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده آل، گزینش انجام شد. براساس نتایج به‌دست آمده، بالاترین دامنه تغییرات به‌ترتیب مربوط به صفات عملکردریشه (۲۸/۷ تن در هکتار) و راندمان استحصال (۱۲/۵ درصد) و کمترین مقدار به‌ترتیب مربوط به صفات میزان نیتروژن (۱/۶) و قند ملاس (۱/۸) بود. در این مطالعه به‌منظور محاسبه شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل فرض بر این بود که ارقام با بیشترین عملکردریشه، عملکردشکر، عملکرد شکرسفید، درصد قندخالص و ضریب استحصال‌شکر و از طرفی با کمترین میزان ناخالصی‌های ریشه شامل سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره و میزان قندملاس ایده‌آل می‌باشند. باتوجه به نتایج به‌دست آمده، رقم داخلی نیکا بالاترین شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌ال (۰/۸۳) را کسب کرد و ارقام خارجی آناکوندا، ایزابلا و رقم ایرانی آریا رتبه‌های بعدی را به خود اختصاص دادند. از میان صفات مورد بررسی، شاخص گزینش ژنوتیپ ایده‌آل تنها و بیشترین همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح یک درصد را با صفات درصد قندخالص ($r = 0.82$) و ضریب استحصال شکر ($r = 0.97$) نشان داد.

واژه‌های کلیدی: ایده‌آل، چغندرقند، رقم، ژنوتیپ، شاخص انتخاب، گزینش

†- این مقاله مستخرج از پروژه تحقیقی- ترویجی به شماره مصوب « ۰۱۰۲۵۷- ۰۲۱- ۰۱۰۲- ۰۲- ۰۳» می باشد.

۱- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

۲- دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران .

۳- پژوهشگر بخش کشاورزی شرکت کرانه نیلگون افق، تهران، ایران.

*- نویسنده مسئول v_yosef@yahoo.com

مقدمه

در کنار نیشکر (*Saccharum officinarum*)، چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) تنها گیاهی است که در تولید شکرسفید استفاده می‌شود. چغندرقند همچنین برای تولید انواع دیگر شکر تصفیه شده مانند شکر قهوه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. میزان تولید چغندرقند در دنیا در حدود ۲۷۰ میلیون تن می‌باشد که از این میزان، سهم ایران برابر با ۶/۷ میلیون تن بوده که نزدیک به ۵/۳ میلیون تن آن بهاره و ۱/۴ میلیون تن پاییزه بوده است (Anonymous 2023). چغندرقند با شرایط محیطی متنوعی سازگاری دارد. این گیاه نسبت به گرما، سرما، خشکسالی و شوری خاک، نسبتاً مقاوم است. به‌طور کلی عوامل محیطی مانند حرارت، نور، رطوبت و خاک تا حد زیادی تعیین کننده‌ی میزان رشد و ذخیره شکر در ریشه‌ها هستند.

با توجّه به نقش تنوع‌ژنتیکی در پیشبرد اهداف برنامه‌های به‌نژادی و نقش لاین‌های پیشرفته در این خصوص، بدون شک بررسی ژنوتیپ‌ها و هیبریدهای جدید چغندرقند با خصوصیات عملکرد کمی و کیفی مطلوب، از جمله روش‌های مناسب برای دستیابی به معیارهای انتخاب در جهت بهبود عملکرد و اصلاح و معرّفی ارقام تجاری است که نهایتاً منجربه افزایش تولید چغندرقند خواهد شد (Zali *et al*. 2022). از آنجایی که عملکرد به مقدار زیادی تحت تأثیر محیط و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط قرار می‌گیرد، بنابراین به نظر بسیاری از محققین برای صفاتی مثل عملکرد، انتخاب غیرمستقیم از طریق سایر صفات که همبستگی بالایی با عملکرد دارند، از کارایی بیشتری برخوردار است (Fasahat *et al*. 2020). به همین دلیل محققان شاخص‌های مختلفی را برای افزایش کارایی انتخاب معرّفی نموده‌اند.

در شاخص انتخاب اسمیت- هیزل (Smith 1936) و پسک-بیکر (Pesek and Baker 1969) گزینش همزمان برای چندین صفت مهم با در نظر گرفتن ارزش اقتصادی و فنوتیپی و وراثت‌پذیری آنها و همبستگی بین صفات مختلف انجام می‌شود. اما در شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل نیازی به محاسبه‌ی وراثت‌پذیری و ارزش فنوتیپی و اقتصادی نیست. در این روش امکان شناسایی ژنوتیپ‌هایی با خصوصیات خاص وجود دارد. به‌عنوان مثال با شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل می‌توان ژنوتیپ‌هایی با عملکردریشه، عملکردشکر، عملکرد شکرسفید و ضریب استحصال شکر بالا و ناخالصی‌های پایین را در صورت وجود داشتن، شناسایی و انتخاب نمود. شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل یک مدل گزینش‌گر بوده و به‌منظور انتخاب ایده‌ال‌ترین ارقام و لاین‌ها از بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی به‌کار می‌رود. محققان می‌توانند از این شاخص به‌منظور انتخاب برترین ژنوتیپ‌ها با استفاده از ادغام شاخص‌های مختـلف تحمل به خشکی، پارامترهای تجزیه پایداری یا صفات مختلف مورفولوژیک و فیزیولوژیک استفاده نمایند (Zali *et al*. 2022).

به عبارت دیگر، با استفاده از این شاخص می‌توان صفات مختلف را به‌صورت یک شاخص واحد درآورد و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر را مطمئن‌تر و دقیق‌تر انجام داد. از دیگر ویژگی‌های این شاخص، ادغام صفات با واحدهای مختلف همانند مطالعه حاضر است. همچنین باید توجه داشت هر چه صفتی دارای تنوع فنوتیپی بیشتری باشد، نقش آن در مقدار عددی شاخص بیشتر خواهد بود. در صورتی که در تحقیقی تعداد صفات مورد بررسی زیاد باشد، برای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و صفات مطلوب، بهتر است شاخص بر مبنای همه صفات به جزء عملکرد محاسبه شود و در نهایت انتخاب ژنوتیپ‌ها در یک نمودار دو بعدی که یک محور آن شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل و محور دیگر آن عملکرد است، صورت گیرد (Zali and Barati 2020).

هدف از اجرای این مطالعه، شناسایی و گزینش بهترین ارقام داخلی و خارجی چغندرقند جهت کشت در منطقه شمال آذربایجان‌غربی، با استفاده از ادغام صفات مهم مرتبط با عملکرد کمی و کیفی بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، ۱۰ رقم داخلی و پنج رقم خارجی در دو سال زراعی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ مورد مقایسه قرار گرفتند که خصوصیات ارقام در جدول ۱ آمده است. رقم‌های مورد بررسی در بازه زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۹ ثبت شده‌اند. آزمایش به‌صورت بلوک‌های کامل‌تصادفی با سه تکرار در منطقه شمال آذربایجان‌غربی، دشت یاراوغلی شهرستان پلدشت و در مزرعه شرکت کرانه نیلگون افق اجرا شد. ارتفاع منطقه مورد آزمایش از سطح دریا برابر ۸۸۵ متر با اقلیم خشک و سرد، متوسط بارندگی ۲۶۷/۴ میلی‌متر و زمستان‌های معتدل می‌باشد. مشخصات جغرافیایی آن به‌ترتیب ۴۵ درجه و ۱ دقیقه طول شرقی و ۳۹ درجه و ۹ دقیقه عرض شمالی است.

جدول ۱ خصوصیات ارقام داخلی و خارجی مورد بررسی

ردیف	نام رقم	خصوصیت رقم	ردیف	نام رقم	خصوصیت رقم
۱	آناکندا (Anaconda)	مقاوم به ریزومانیا	۹	ایزابلا (Isabella)	مقاوم به ریزومانیا
۲	آرتا	مقاوم به ریزومانیا و نماتد سیست	۱۰	کیمیا	مقاوم به ریزومانیا
۳	آریا	مقاوم به ریزومانیا و نماتد	۱۱	نیکا	مقاوم به ریزومانیا و نماتد مولدسیست
۴	آسیا	مقاوم به ریزومانیا و نماتد مولد گره ریشه	۱۲	شکوفا	مقاوم به ریزومانیا و نماتد
۵	بی تی اس ۲۱۳ (BTS213)	مقاوم به ریزومانیا و نماتد	۱۳	سینا	مقاوم به ریزومانیا و پوسیدگی ریشه
۶	دنا	مقاوم به ریزومانیا و پوسیدگی ریشه	۱۴	تارا	مقاوم به ریزومانیا و نماتد مولدسیست
۷	افسوس (Efesos)	مقاوم به ریزومانیا و ریزوکتونیا	۱۵	توکان (Toucan)	مقاوم به نماتد
۸	اکباتان	مقاوم به ریزوکتونیا			

کاشت در نیمه‌اول فروردین‌ماه هرسال انجام و برداشت نیز در نیمه‌دوم آبان‌ماه همان سال صورت پذیرفت. میزان بذر مصرفی برای همه رقم‌های موردبررسی یکسان و به‌میزان ۱/۵ واحد (یکصد و پنجاه عدد بذر) در هکتار در نظر گرفته شد. عمق مناسب کاشت دو الی سه سانتی‌متر بر اساس بافت خاک تنظیم گردید. در طول فصل رشد از روش آبیاری بارانی استفاده شد. فاصله بوته روی خطوط کشت پس از استقرار (مرحله چهار برگی بوته‌ها) ۲۰-۱۷ سانتی‌متر لحاظ شد. کلیه عملیات آماده‌سازی بستر کشت، کاشت، داشت و برداشت محصول مطابق روش‌های متداول در منطقه انجام شد. منطقه اجرای آزمایش عاری از بیماری بود. براساس نتایج به‌دست آمده از تجزیه خاک در اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نسبت به جبران کمبود عناصر موجود در خاک با مصرف عناصرغذایی موردنیاز اقدام شد. جهت کنترل مناسب آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز مطابق با توصیه‌های فنی کارشناس مربوطه و در زمان مناسب و در حدمطلوب اقدام گردید. یادداشت‌برداری‌های لازم برای صفات زراعی و مرفولوژیکی در طول فصل زراعی انجام گرفت. هنگام برداشت نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به‌عنوان حاشیه حذف و در زمان برداشت، ریشه‌های هر کرت شمارش، توزین و خمیرگیری شد. پس از برداشت ریشه‌ها، سرزنی انجام، تعداد ریشه شمارش و پس از اتیکت‌گذاری جهت توزین و تهیه خمیر به آزمایشگاه مربوطه

ارسال گردید. نمونه خمیر (پولپ) تهیه شده از ریشه‌ها در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری و جهت تجزیه به آزمایشگاه تکنولوژی‌قند مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند ارسال شد. در آزمایشگاه، عیارقند (SC) به‌روش پلاریمتری (برحسب گرم شکر در ۱۰۰ گرم چغندرقند)، مقدار پتاسیم (K) و سدیم (Na) ریشه به روش فلیم‌فتومتری و مقدار نیتروژن (N) به روش عدد آبی (برحسب میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) اندازه‌گیری شدند (Abdollahian *et al*. 2005). میزان قندملاس (برحسب گرم شکر در ۱۰۰ گرم چغندرقند) و عملکردشکر (SY) و عملکرد شکرسفید (WSY) برحسب تن در هکتار، درصد قندخالص (WSC) برحسب گرم شکر در ۱۰۰ گرم چغندرقند و ضریب استحصال شکر (ECS) برحسب درصد شکر قابل استحصال بر اساس روابط (۱) تا (۵) محاسبه شدند (Reinfeld *et al*.1974; Cook and Scott 1993).

$$SY = RY \times SC \quad (۱)$$

$$WSY = RY \times WSC \quad (۲)$$

$$WSC = SC - (MS + 0.6) \quad (۳)$$

$$MS = 0.0343(K^{+} + Na^{+}) + 0.094(N) - 0.31 \quad (۴)$$

$$ECS = (WSC/SC) \times 100 \quad (۵)$$

شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (Selection Index of Ideal Genotype)

به‌منظور بررسی بهتر و کارآمدتر عملکرد ژنوتیپ‌ها با استفاده از تمام صفات، شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) محاسبه شد. ابتدا داده‌های اصلی طبق رابطه ۶ نرمال‌سازی شدند (Zali *et al*. 2015).

$$rij = \frac{Xij}{\sqrt{\sum x_{ij^2}}} \quad (۶)$$

سپس برای هر صفت، بهترین ژنوتیپ به‌عنوان ژنوتیپ ایده‌آل و ضعیف‌ترین ژنوتیپ به‌عنوان ژنوتیپ غیرایده‌آل تعیین شدند. در گام بعدی، فاصله هر ژنوتیپ از ژنوتیپ‌های ایده‌آل (d_i^+) و ضعیف (d_i^-) طبق روابط ۷ و ۸ محاسبه شد:

$$d_{i^+} = \sqrt{\sum_{j=1}^{g}(r_{ij} - r_i^+)2} \quad (۷)$$

$$d_{i^-} = \sqrt{\sum_{j=1}^{g}(r_{ij} - r_i^-)2} \quad (۸)$$

که در آن r_{ij} مقدار نرمال شده صفت iام برای ژنوتیپ jام ($i=1,2,\ldots,n$ و $j=1,2,\ldots,g$) و r_i^+ و r_i^- به‌ترتیب مقدار نرمال شده ژنوتیپ‌های ایده‌آل و غیرایده‌آل برای صفت iام است. در نهایت مقدار شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل برای هر ژنوتیپ طبق رابطه (۹) محاسبه شد:

$$SIIG = \frac{d_i^-}{(d_i^+ + d_i^-)} \quad (۹)$$

محاسبه شاخص SIIG و رسم نمودار از نرم‌افزار اکسل استفاده شد و برای محاسبه آزمون همبستگی از نرم‌افزار R استفاده شد.

نتایج و بحث

باتوجه به اینکه این آزمایش تنها در دو سال و یک منطقه اجرا شده است و عامل سال برای تصادفی بودن دارای حداقل سطوح موردنیاز می‌باشد (Stroup and Mulitze 1991) و از طرف دیگر امکان انجام آزمون‌های چندمتغیره نیز نمی‌باشد (Gauch and Zobel 1989). به‌منظور ارزیابی کلی ژنوتیپ‌ها با استفاده از همه صفات مورد مطالعه از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل استفاده شد. در واقع این شاخص نتایج حاصل از بررسی همه صفات را باهم در نظر گرفته و تبدیل به یک شاخص واحد می‌کند. با این کار بررسی ژنوتیپ‌ها و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر راحت‌تر و کارایی آن بیشتر می‌شود

(Zali *et al*.2015). از آنجایی که مقدار این شاخص بین صفر و یک است، هر چه مقدار آن برای ژنوتیپی به یک نزدیک باشد، به این معنی است که فاصله آن از ژنوتیپ ایده‌آل منفی بیشتر بوده و اگر نزدیک به صفر باشد، به این معنی است که فاصله آن از ژنوتیپ ایده‌آل منفی کمتر بوده و در نتیجه از مقادیر صفات کمتر و عملکرد پایین‌تری برخوردار است (Zali *et al*. 2015). در این مطالعه، به‌منظور محاسبه شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل فرض بر این بود که ارقامی با بیشترین عملکردریشه، عملکرد شکر، عملکرد شکرسفید، عیار قند، درصد قندخالص و ضریب استحصال شکر و از طرفی با کمترین میزان ناخالصی‌های ریشه شامل سدیم، پتاسیم و نیتروژن‌مضره و میزان قندملاس ایده‌ال هستند. نتایج حاصل از انتخاب مذکور در جدول ۲ ارائه شده است.

برآورد شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل برای ارقام مختلف نشان داد که رقم چغندرقند تولید داخل بنام نیکا دارای بیشترین مقدار شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل و بیشترین فاصله (۰/۷۲) از رقم ضعیف بود. ارقام آناکوندا، ایزابلا و آریا با داشتن مقدار شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل نزدیک در رتبه بعدی قرار داشتند (جدول ۲). ارقام داخلی دیگر شامل شکوفا و آرتا نیز رتبه‌های پنجم و ششم را به خود اختصاص دادند. نتیجه به‌دست آمده حاکی از پیشرفت ژنتیکی مطلوب رقم چغندرقند تولید داخل بوده که به لحاظ صفات مورد ارزیابی مرتبط با عملکرد کمی و کیفی دارای مزیت رقابتی با ارقام خارجی می‌باشد. از میان صفات مورد بررسی، شاخص گزینش ژنوتیپ ایده‌آل تنها و بیشترین همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح یک درصد را با صفات درصد قندخالص (r = 0.82) و ضریب استحصال شکر (r = 0.97) نشان داد که حاکی از تأثیر بالقوه درصد قندخالص در شکل‌گیری عملکرد شکرسفید و به تبع آن بازارپسندی بالای رقم می‌باشد. استفاده از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل برای گزینش ارقام برتر در تعدادی از مطالعات گزارش شده است. صولت پتلو و همکاران (Solat Petlo *et al*. 2022) از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل برای معرفی اکوتیپ‌های جغجغک (*Vaccaria hispanica*) متحمل به خشکی بر اساس صفات زراعی استفاده کرد. در مطالعه دیگری عزیزی و همکاران (Azizi *et al*. 2022) از این شاخص برای انتخاب هیبریدهای جدید چغندرقند استفاده کردند و در نهایت دو هیبرید SBSI-144 و SBSI-140 را به‌عنوان هیبرید برتر معرفی کردند.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین ارقام در جدول ۲ ارائه شده است. بالاترین دامنه تغییرات به‌ترتیب مربوط به صفات عملکردریشه (۲۸/۷ تن در هکتار) و ضریب استحصال شکر (۱۲/۵ درصد) و کمترین مقدار به‌ترتیب مربوط به صفات میزان نیتروژن (۱/۶) و قندملاس (۱/۸) بود. در میان ارقام مورد بررسی، ارقام دنا و سینا به همراه رقم افسوس بیشترین میزان عملکردریشه را نشان دادند (جدول ۲). میانگین عملکردریشه کل برابر با ۱۰۸/۵ تن در هکتار بود و میانگین عملکرد ریشه ارقام خارجی و داخلی به‌ترتیب برابر ۱۱۲/۲ و ۱۰۶/۶ تن در هکتار بود. کمترین عملکردریشه نیز در سه رقم کیمیا، اکباتان و آریا مشاهده شد. همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود اختلاف بسیار پایین و برابری عملکرد ریشه‌ی ارقام داخلی و خارجی حاکی از پیشرفت برنامه‌های به‌نژادی در تولید ارقام داخلی می‌باشد. یکی از عوامل مؤثر در عملکرد ریشه، تراکم بوته‌ی مناسب در مزرعه است. تراکم بوته به پتانسل ظهور گیاهچه در مزرعه مرتبط است. پتانسیل ظهور گیاهچه نیز از مؤلفه‌های بنیه بذر محسوب می‌شود. توجه به ارتقاء بنیه‌ی بذرِ ارقام تجاری در برنامه‌های اصلاحی، می‌تواند به‌طور معنی‌داری در افزایش پتانسل ظهور گیاهچه و در نهایت عملکرد محصول مؤثر باشد.

مشابه عملکرد ریشه، بالاترین میزان عملکردشکر نیز به ارقام دنا و افسوس تعلق داشت که ارقام سینا و توکان در

رتبه‌های بعدی قرار داشتند. نیمی از ارقام، عملکردشکر پایین‌تر از میانگین (۱۹/۲ تن در هکتار) را به خود اختصاص دادند که ارقام شکوفا و اکباتان در انتها قرار داشتند. اجرای آزمایش‌های سالانه مقایسه ارقام علاوه‌بر ارزیابی ارقام تجارتی در سطح تولیدکنندگان، باعث می‌شود که ثبات و پایداری ژنتیکی ارقام مختلف که قبلاً مجوز ورود دریافت کرده‌اند نیز مورد بررسی قرار گیرند (Orazizadeh *et al*. 2006). نتایج آزمایش پایلوت سال ۱۳۹۳ در غرب کشور و در حوزه عمل سه کارخانه‌قند نقده، خوی وکرمانشاه در زمین آلوده به بیماری ریزومانیا با ۲۲ رقم منوژرم (۵ رقم مقاوم داخلی و ۱۶ رقم مقاوم وارداتی و یک رقم حساس) نشان داد که از نظر عملکردشکر بین ارقام مورد بررسی در دو منطقه نقده و خوی اختلاف معنی‌دار بود. در منطقه نقده بیشترین عملکردشکر به رقم آنتک به میزان ۵۱/۱۶ تن در هکتار تعلق داشت و با ارقام رزیر، ایرس، ایزابلا، ۰۳۴، فرناندو، رستا، مورلی، پائولتا، توکان، نوودورو، بومرنگ و ناگانو گروه برتر را به خود اختصاص دادند. بیشترین عملکردشکر در منطقه خوی به ارقام فرناندو و پائولتا به‌ترتیب با مقادیر ۱۲/۳۳ و ۱۰/۸۷ تن در هکتار تعلق داشت و در گروه برتر قرار گرفتند. میان ارقام در منطقه بیستون از نظر عملکردشکر اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. بیشترین و کمترین عملکردشکر در منطقه بیستون با مقادیر ۱۲/۵۶ و ۷/۰۷ تن در هکتار به‌ترتیب به ارقام توکان و ایرس تعلق داشت. همانند صفت عملکردشکر، ارقام دنا و افسوس بالاترین عملکرد را به خود اختصاص دادند اما ارقام نیکا، ایزابلا و آناکندا در رتبه‌ی سوم تا پنجم و بالاتر از رقم سینا قرار گرفتند. این امر را می‌توان به عیار قند و درصد قندخالص متفاوت ارقام نسبت داد که بر روی عملکردشکر و عملکرد شکرسفید تأثیر می‌گذارد (جدول ۲).

از نظر میزان ناخالصی موجود در ریشه، ارقام داخلی نیکا و آریا در کنار ارقام خارجی آناکندا و ایزابلا کمترین میزان را به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

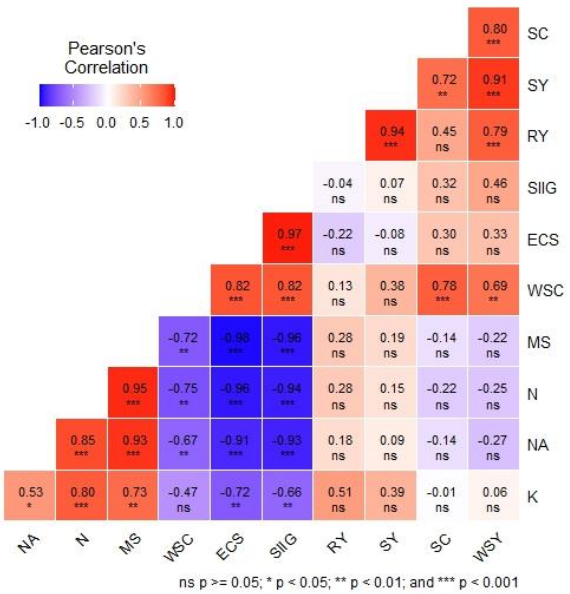
جدول ۲ مقادیر صفات مورد ارزیابی و شاخص گزینش محاسبه شده (SIIG) برای ارقام چغندرقند مورد بررسی در دوسال زراعی

ژنوتیپ	Ry	SC	Sy	Wsy	Na	K	amino-N	WSc	MS	ECS	d^+	d^-	SIIG	رتبه
آناکندا	۱۰۸/۸	۱۷/۸	۱۹/۳	۱۶/۳	۲	۴/۹	۱/۶	۱۵	۲/۲	۸۴/۰	۰/۱۰	۰/۳۳	۰/۷۶	۲
آرتا	۱۱۲/۵	۱۶/۹	۱۹/۱	۱۵/۵	۲/۲	۵/۵	۱/۹	۱۳/۸	۲/۵	۸۱/۳	۰/۱۵	۰/۲۷	۰/۶۵	۶
آریا	۹۵/۲	۱۸/۲	۱۷/۶	۱۵	۱/۹	۴/۹	۱/۵	۱۵/۴	۲/۲	۸۴/۵	۰/۱۳	۰/۳۴	۰/۷۱	۴
آسیا	۱۰۰/۶	۱۷/۲	۱۷/۶	۱۳/۲	۳/۹	۵/۵	۲/۶	۱۲/۶	۳/۶	۷۴/۹	۰/۳۵	۰/۰۹	۰/۲	۱۴
بی تی اس ۲۱۳	۱۰۲/۶	۱۷/۶	۱۸/۲	۱۵	۲/۸	۴/۸	۱/۸	۱۴/۵	۲/۵	۸۲/۲	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۵۸	۱۱
دنا	۱۲۳/۹	۱۸/۴	۲۲/۸	۱۷/۸	۲/۹	۶/۹	۲/۵	۱۴/۶	۳/۱	۷۸/۹	۰/۲۴	۰/۲۰	۰/۴۴	۱۲
افسوس	۱۲۳/۹	۱۸/۷	۲۳/۷	۱۹/۳	۲/۳	۵/۸	۲/۱	۱۵/۱	۲/۹	۸۰/۲	۰/۱۵	۰/۲۸	۰/۶۴	۷
اکباتان	۹۷/۲	۱۶/۹	۱۶/۵	۱۳/۶	۱/۷	۵/۶	۱/۸	۱۳/۹	۲/۴	۸۲/۳	۰/۱۷	۰/۳۱	۰/۶۴	۸
ایزابلا	۱۱۱/۷	۱۷/۸	۲۰/۰	۱۶/۶	۲/۴	۵/۱	۱/۵	۱۴/۸	۲/۴	۸۲/۸	۰/۱۲	۰/۳۱	۰/۷۲	۳
کیمیا	۹۹/۷	۱۶/۹	۱۷/۰	۱۴	۲/۱	۵/۳	۲/۱	۱۳/۸	۲/۴	۸۱/۷	۰/۱۸	۰/۲۷	۰/۵۹	۱۰
نیکا	۱۰۹/۷	۱۸/۰	۱۹/۷	۱۶/۸	۱/۶	۴/۷	۱/۴	۱۵/۳	۲	۸۵/۴	۰/۰۸	۰/۳۸	۰/۸۳	۱
شکوفا	۱۰۰/۶	۱۶/۸	۱۶/۹	۱۳/۹	۱/۹	۵/۴	۱/۶	۱۳/۸	۲/۳	۸۲/۲	۰/۱۶	۰/۳۲	۰/۶۷	۵
سینا	۱۱۷/۶	۱۷/۰	۲۰/۲	۱۶/۳	۲/۴	۵/۴	۲	۱۳/۷	۲/۶	۸۰/۶	۰/۱۵	۰/۲۶	۰/۶۳	۹
تارا	۱۰۸/۸	۱۶/۸	۱۸/۱	۱۳	۳/۷	۶/۴	۳	۱۲/۳	۳/۸	۷۲/۹	۰/۳۸	۰/۰۵	۰/۱۱	۱۵
توکان	۱۱۴/۱	۱۷/۴	۲۰/۱	۱۵/۳	۳/۱	۵/۹	۲/۴	۱۳/۴	۳/۴	۷۶/۷	۰/۲۶	۰/۱۵	۰/۳۶	۱۳
LSD 5%	۸/۶	۱/۵	۲/۷	۲/۸	۰/۸	۰/۷	۰/۷	۱/۹	۰/۴	۴/۳				

Ry: عملکرد ریشه (تن در هکتار)، SC: عیارقند (درصد)، Sy: عملکرد شکر (تن در هکتار)، Wsy: عملکرد شکر سفید (تن در هکتار)، Na: سدیم، K: پتاسیم، amino-N: نیتروژن، WSC: درصد قند خالص، MS: قند ملاس، و ECS: ضریب استحصال شکر (درصد)

از نظر ضریب استحصال شکر، رقم نیکا (۸۵/۴ درصد) بالاترین میزان را به‌خود اختصاص داد و به‌دنبال آن ارقام آریا و آناکندا قرار داشتند. کمترین میزان نیز به ارقام توکان، آسیا و تارا اختصاص داشت. میانگین ضریب استحصال شکر برابر ۸۰/۸ درصد بود. ریچاردز (Richards 2000) بیان کرد که اگر محدودیتی از طریق آب و عناصر غذایی ایجاد نشود و گیاهان تحت تأثیر آفات و بیماری‌ها قرار نگیرند، عملکرد نهایی به طول دوره رشد، میزان تابش، شاخص سطح‌برگ، کارایی مصرف نور و شاخص برداشت بستگی دارد.

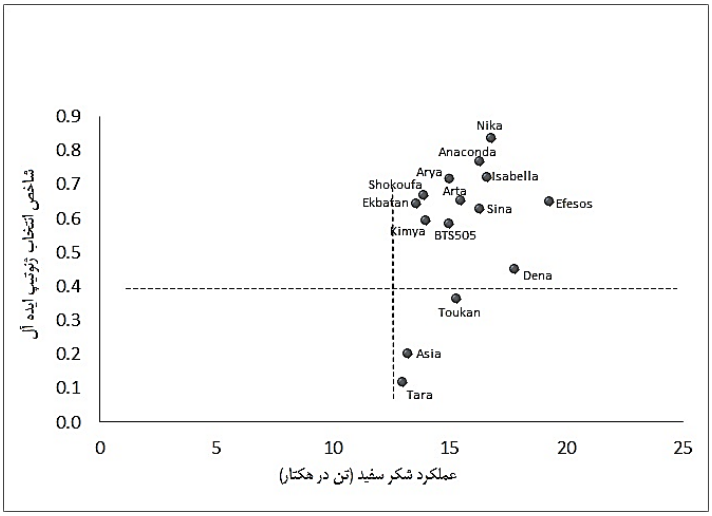
نتایج همبستگی بین صفات (شکل ۱)، حاکی از همبستگی ضعیف امّا مثبت بین عملکردریشه و عیار قند می‌باشد که نشان می‌دهد در ارقام جدید چغندرقند، شیب رابطه‌ی منفی میان این دو صفت کاهش یافته است. بیشترین همبستگی بین عیارقند و درصد قندخالص وجود داشت. میان ناخالص‌های موجود در ریشه شامل سدیم، پتاسیم و نیتروژن‌مضره رابطه‌ی مثبت و معنی‌دار و بین این صفات با صفاتی مانند عیارقند، درصد قندخالص و ضریب استحصال شکر رابطه‌ی منفی وجود داشت. رابطه‌ی مثبت بین عملکردریشه و میزان پتاسیم حاکی از تأثیر این عنصر در رشد ریشه و عملکرد نهایی چغندرقند می‌باشد (Fullgrabe *et al*. 2022). از میان صفات مورد بررسی، شاخص گزینش ژنوتیپ ایده‌آل تنها و بیشترین همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح یک درصد را با صفات درصد قندخالص (r = 0.82) و ضریب استحصال شکر (r = 0.97) نشان داد (شکل ۱).



شکل ۱ نقشه حرارتی نشان‌دهنده‌ی روابط بین صفات براساس آزمون همبستگی پیرسون

به‌منظور انتخاب ارقامی که هم از نظر صفات کمی و هم عملکرد شکرسفید در وضعیت مطلوبی باشند، از نمودار دوبعدی استفاده شد (شکل ۲). با توجه به نتایج نمودار دوبعدی، ارقام نیکا، آناکوندا، ایزابلا و آریا با داشتن مقدار شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل بالا و همچنین عملکرد شکرسفید بالاتر از میانگین کل، جزء ارقام برتر از عملکرد شکرسفید و صفات

کمی بودند. از طرفی دیگر ارقام توکان، تارا و آسیا با مقدار شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل پایین و همچنین عملکرد شکرسفید کمتر از میانگین کل، به‌عنوان ارقام ضعیف از نظر عملکرد شکرسفید و سایر صفات شناسایی شدند (شکل ۲). در تحقیقی دیگر، قلی‌زاده و همکاران (Gholizadeh *et al*. 2021) از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل به منظور ادغام هفده صفت زراعی در آفتابگردان (*Chelianthus annuus*) استفاده نمودند و بیان داشتند که شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل یک روش ترکیبی جدید و کارا در انتخاب مؤثرتر ژنوتیپ‌های مطلوب است. عبداالهی‌حصار و همکاران (Abdollahi Hesar *et al*. 2021) صفات زراعی مختلف کلزا (*Brassica napus*) را با استفاده از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل ادغام نموده و گزارش کردند که شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل با ادغام صفات مختلف، انتخاب شاخص ژنوتیپ‌های مطلوب را مؤثرتر انجام می‌دهد. همچنین احمدی و همکاران (Ahmadi *et al*. 2023) نیز مزایای بالای شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل مانند مدنظر قرار دادن چند معیار، تعیین وزن هر معیار، رتبه‌بندی و گروهبندی ژنوتیپ‌ها را برای استفاده از آن در طیف وسیع‌تری از محصولات باغی جهت تعیین رقم یا ژنوتیپ مطلوب پیشنهاد کردند.



شکل ۲ نمودار دو بعدی پراکنش ۱۵ رقم چغندرقند براساس عملکرد شکرسفید و روش شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل

نتیجه‌گیری

در بین عوامل مؤثر در تولید چغندرقند، رقم نقش مهمی را بر عهده دارد که بایستی با توجه به شرایط اقلیمی و سایر پارامترهای کمی و کیفی، رقم موردنظر انتخاب گردد. در این مطالعه به‌منظور انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد شکرسفید و سایر صفات از روش شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل استفاده شد. نتایج نشان داد که این شاخص به‌خوبی توانست به انتخاب برترین ارقام کمک کند. رقم نیکا اگرچه از نظر عملکردشکر و عملکرد شکرسفید رتبه نخست را به‌خود اختصاص نداد اما بالا بودن رتبه آن برای سایر صفات و نیز رتبه آخر آن برای صفات ناخالصی موجود در ریشه نشان از گزینش درست آن به‌عنوان بهترین رقم در میان ۱۵ رقم مورد بررسی دارد. این رقم پتانسیل بسیار خوبی برای کشت در منطقه پلدشت دارد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند به پاس اصلاح و در اختیار قرار دادن ارقام داخلی، از مدیریت عامل شرکت کرانه نیلگون افق جهت تأمین محل اجرای پروژه و هزینه‌های آن و نیز از کارکنان شرکت، به جهت کمک در اجرای پروژه‌ی مذکور، تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

منابع مورد استفاده: References:

Abdollahi Hesar A, Sofalian O, Alizadeh B, Asghari A, Zali M. Evaluation of some autumn rapeseed genotypes based on morphological traits and SIIG index. Journal of Crop Breeding. 2020; 12: 151-159. **doi:10.29252/jcb.12.34.151**. [In Persian]

Abdollahian noghabi M, Shikholeslami R, Babaee B. Technical terms of sugar beet quantity and quality. Journal of Sugar Beet. 2005; 21: 101-104. **doi:10.22092/JSB.2005.8201.** [In Persian]

Ahmadi J, Taghizadeh A A, Pirkhezri M. Investigation of the Suitability of Greengage Genotypes in Karaj Climate Using the Adjusted Selection Index of Ideal Genotype. Plant Genetic Researches. 2023; 9(2):109-122. **doi:10.22034/pgr.9.2.9**. [In Persian]

Azizi H, Hasani M, Pedram A. Using selection index of ideal genotype (SIIG) in selection of new sugar beet domestic hybrids. Proceedings of the 5th national conference on climate change and its impact on agriculture and environment; 2022 Sep 22; Urmia, Iran; P. 644-650. [In Persian]

Cook D, Scott R. The sugar beet crop: science into practice. Champan and Hall Press, New York, USA. 1993. **doi:10.1007/978-94-009-0373-9.**

Fasahat P, Aghaeezadeh M, Kakueinezhad M, Jabbari L. A meta-analysis of genotype× environment interaction on sugar beet performance. Biometrical Letters. 2020; 57(2): 221-236. **doi:10.2478/bile.2020-0014.**

Fullgrabe H, Claassen N, Hilmer R, Koch HJ, Dittert K, Kreszies T. Potassium deficiency reduces sugar yield in sugar beet through decreased growth of young plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 2022; 185(5): 545-553. **doi:10.1002/jpln.202200064.**

Gauch HG, Zobel RW. Using interaction in two-way tables. In: Milliken GA, Schwenke JR, editors. Proceedings of the 1989 Kansas State University Conference on Applied Statistics in Agriculture; 1989. P. 205-213. **doi:10.4148/2475-7772.1467.**

Gholizadeh A, Ghaffari M, Shariati F. Use of selection index of ideal genotype (SIIG) in order to select new high yielding sunflower hybrids with desirable agronomic characteristics. Journal of Crop Breeding. 2021; 13(38): 116-123. **doi:10.52547/jcb.13.38.116.** [In Persian]

Anonymous, 2023. http://www.isfs.ir/amartakhassosi1.htm

Orazizadeh MR, Ghaemi AR, Nieromand JM, Fotouhi K, Mierzaee MR, Moharam Zadeh, M, Pedram A, Javaheri MA. Evaluation of the quality and quantity of monogerm commercial sugar beet varieties in different climates of the country. Final report, Sugar Beet Seed Institute, 2006; 1-54. [In Persian]

Pesek J, Baker RJ. Desired improvement in relation to selection indices. Canadian Journal of Plant Science. 1969; 49: 803-804.

Reinfeld E, Emmerich A, Baumgarten G, Winner C, Beiss U. Zur voraussage des melassez zuckersaus ruben analysen zucker. Zucker. 1974; 27: 2-15.

Richards RA. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. J Exp Bot. 2000; 51: 447–458. **doi:10.1093/jexbot/51.suppl_1.447.**

Smith HF. A discriminant function for plant selection. Ann Eugen. 1936; 7: 240-250. **doi:10.1111/j.1469-1809.1936.tb02143.x**

Solat Petloo N, Asghari Zakaria R, Ebadi A, Sharifi Ziveh P. Selection of Cow Cockle (*Vaccaria hispanica*) Ecotypes based on Agronomic Traits under Different Irrigation Regimes. Journal of Crop Breeding. 2022; 14(43): 135-144. **doi:10.52547/jcb.14.43.135.** [In Persian]

Stroup WW, Mulitze DK. Nearest neighbor adjusted best linear unbiased prediction. The American Statistician. 1991; 45(3): 194-200. **doi:10.2307/2684289**.

Zali H, Barati A. Evaluation of selection index of ideal genotype (SIIG) in other to selection of barley promising lines with high yield and desirable agronomy traits. Journal of Crop Breeding. 2020; 12(34): 93-104. **doi:10.29252/jcb.12.34.93.** [In Persian]

Zali H, Barati A, Mehdi Jabari M. Using selection index of ideal genotype (SIIG) in selection of barley promising lines. Agricultural Science and Sustainable Production. 2022; 32(1): 293-307. **doi:10.22034/SAPS.2021.44491.2633.** [In Persian]

Zali H, Sofalian O, Hasanloo T, Asghari A, Hoseini SM. Appraising of drought tolerance relying on stability analysis indices in canola genotypes simultaneously, using selection index of ideal genotype (SIIG) technique: Introduction of new method. Biological Forum-An International Journal. 2015; 7: 425-436.

Selection of the best domestic and foreign cultivars for cultivation in the north of West Azerbaijan province using selection index of ideal genotype

V.A. Yousefabadi [1]*, P. Fasahat[2] and S.H. Mostafavi[3]

(Received 26 Jul. 2023 ; Accepted 10 Jan. 2024)

V.A. Yousefabadi, P. Fasahat and S.H. Mostafavi. 2023. Selection of the best domestic and foreign cultivars for cultivation in the north of West Azerbaijan province using selection index of ideal genotype. **J. Sugar Beet. 39(1): 13- 23 (in Persian).**

Abstract

In order to identify and select the best domestic and foreign cultivars for cultivation in North West Azerbaijan region, Poldasht city, 10 domestic and five foreign cultivars were compared in two crop seasons of 2021 and 2022. Cultivars were sown in randomized complete block design with four replications and selection was done based on selection index of ideal genotype (SIIG). Based on the results, the highest range of variation was related to the traits of root yield (28.7 t ha^{-1}) and extraction coefficient of sugar (12.5%) and the lowest value was related to the traits of nitrogen content (1.6) and molasses sugar (1.8), respectively. In this study, in order to calculate the SIIG, it was assumed that cultivars with the highest root yield, sugar yield, white sugar yield, white sugar content, and extraction coefficient of sugar, and on the other hand, with the lowest amount of root impurities including Na, K, amino-N and molasses sugar level were ideal. According to the results, a domestic cultivar Nika obtained the highest SIIG (0.83) and Anaconda, Isabella and Aria cultivars placed in the next ranks. Among studied traits, the SIIG showed the only significant (P<0.01) and positive correlation with the traits of white sugar content (r = 0.82) and extraction coefficient of sugar (r = 0.97).

Key words: Cultivar, Selection index, Sugar beet

1. Assistant professor of Sugar Beet seed Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. *-Corresponding author contact information email: v_yosef@yahoo.com
2. Associate professor of Sugar Beet Seed Institute (SBSI), Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
3. Researcher of Karnaeh Ofogh Nilgoun Company, Tehran, Iran.