

## بررسی پارامترهای مختلف پایداری برای تعیین سازگاری ارقام تجارتي چغندر قند در مناطق مختلف ایران

Study on stability parameters for determining the adaptation of sugar beet commercial varieties in different areas of IRAN

ساسان کشاورز<sup>۱</sup>، محمود مصباح<sup>۲</sup>، ذبیح اله رنجی<sup>۳</sup> و رضا امیری<sup>۳</sup>

### چکیده

به منظور تجزیه پایداری و بررسی اثر متقابل ژنوتیپ \* محیط، هشت رقم تجارتي چغندر قند به مدت سه سال در هشت منطقه مهم چغندر کاری کشور شامل کرج، مشهد، میاندوآب، اصفهان، شیراز، کرمانشاه، مغان و همدان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بررسی شدند. ارقام مورد بررسی شامل BR1، 7233، PP.8، IC، 7233-P29، PP22، H5505 و 41RT بود. پس از تجزیه واریانس ساده و مرکب، شاخص‌های پایداری شامل واریانس محیطی، ضریب تغییرات محیطی، اکووالانس ریک، واریانس پایداری شوکلا، ضریب رگرسیون خطی، میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون، ضریب تشخیص خطی و واریانس درون مکانی برای شش صفت عملکرد ریشه (RY)، عملکرد شکر ناخالص (SY)، عملکرد شکر خالص (WSY)، ضریب استحصال (Yield)، نسبت پتاسیم به عیار قند (K/S) و نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به عیار قند (KNa/S) محاسبه و با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب حاکی از تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام و وجود اختلاف‌های آماری بین مناطق و سال‌های مختلف بود. اثر متقابل ژنوتیپ \* محیط برای صفات RY، SY، Yield، K/S و KNa/S و اثر متقابل ژنوتیپ \* مکان در صفت WSY معنی‌دار گردید. نتایج حاصله از تجزیه پایداری، بیانگر مطلوبیت بیشتر رقم IC در مقایسه با سایر ارقام بود زیرا که رقم مذکور بر اساس تمامی پارامترهای مورد استفاده از لحاظ سه صفت بسیار مهم عملکرد ریشه، عملکرد شکر ناخالص و عملکرد شکر خالص به عنوان رقمی کاملاً پایدار مشخص گردید. در تمامی صفات مورد مطالعه، دو پارامتر اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا، در تعیین ارقام پایدار، کاملاً مشابه عمل نمودند، لیکن دو شاخص واریانس محیطی و ضریب تغییرات محیطی هر چند که در اکثر صفات شبیه یکدیگر بودند، دو پارامتر کاملاً مشابه، تشخیص داده نشدند. بین دو پارامتر میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون و ضریب تشخیص خطی نیز برای تمامی صفات، همبستگی بالائی مشاهده گردید. وجود همبستگی بین این دو پارامتر به لحاظ اینکه هر دو میزان برازش خط رگرسیون را نشان می‌دهند قابل انتظار بود.

واژه های کلیدی : چغندر قند، پایداری، واریانس، رگرسیون، ارقام، پارامترهای پایداری

۱ - کارشناس ارشد اصلاح نباتات از دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۲ - عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات چغندر قند

۳ - کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات چغندر قند

## مقدمه

با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و نقش شکر به عنوان یکی از اجزاء مهم جیره غذایی بشر، تحقیقات پیرامون این ماده مهم غذایی روز به روز از اهمیت بیشتری برخوردار می شود .

قند ماده‌ای بسیار قوی و انرژی‌زا در جیره غذایی محسوب می‌گردد به طوری که برای تولید ۱۰۰ کالری حرارت در بدن انسان فقط کافی است که ۲۵ گرم قند مصرف شود ( خدابنده، ۱۳۶۸ ). امروزه این ماده مهم غذایی از دو گیاه نیشکر و چغندر قند به دست می‌آید، به طوری که حدود ۳۷ درصد قند تولید شده در جهان از چغندر قند و ۶۳ درصد بقیه از نیشکر حاصل می‌گردد (کوک و اسکات، ۱۳۷۷). عملکرد شکر در چغندر قند تحت تاثیر عوامل مختلفی است که از آن جمله می‌توان به عامل سال و محل تولید اشاره نمود. دو عامل یاد شده در تولید شکر نقش بسیار مهمی را ایفا می‌نمایند (خیری، ۱۳۷۳).

با توجه به اینکه مناطق و سال‌های مختلف در یک کشور از لحاظ شرایط خاک و آب و هوایی با هم تفاوت دارند، مطالعه ارقام در مناطق مختلف و در طول چند سال امری ضروری است تا به توان به این ترتیب واکنش ارقام گیاه را در محل‌ها و فصول مختلف تولید مورد ارزیابی قرار داد و رقمی را که در سال‌های مختلف و در اکثر مناطق و مکان‌ها وضعیت مناسب و با ثباتی دارد انتخاب نمود (کریمی، ۱۳۶۸). تخمین درجه سازگاری و پایداری هر ژنوتیپ وقتی میسر

می‌گردد که جهت برآورد اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای هر یک از آنها از روش‌های مناسبی استفاده شود. تجزیه واریانس‌های جداگانه در هر محیط فقط اختلاف ژنوتیپ‌ها در همان محیط را نشان می‌دهند اما قادر به برآورد اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نمی‌باشند. تجزیه واریانس مرکب نیز وجود یا عدم وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را اثبات می‌کند و در ارتباط با پایداری واریته‌ها در محیط‌های مختلف اطلاعات ناقصی در اختیار قرار می‌دهد (مقدم و همکاران، ۱۳۶۹ و موسویان، ۱۳۶۷). در صورت وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، انتخاب ارقام فقط بر اساس عملکرد یک محیط، معیار مناسبی نمی‌باشد لذا واریته‌ها باید در دامنه وسیعی از تغییرات محیطی در مکان‌ها و سال‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گیرند تا بلکه اطلاعات حاصل از تخمین میزان سازگاری و ثبات عملکرد ژنوتیپ‌ها معیار مطمئن‌تری برای توصیه ارقام و توسعه کشت آنها به دست داده و کارایی گزینش و معرفی ارقام را افزایش دهد (Becker, 1988; Ramagosa & Fox, 1993).

هیوارد و همکاران (Heyward et al. 1993) سه عامل ژنوتیپ، اثرات محیطی و اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط را در بروز یک فنوتیپ دخیل می‌دانند. آنان همچنین معتقدند که اثر متقابل ژنوتیپ × محیط ارزش فنوتیپی و ژنوتیپی را کاهش می‌دهد و ممکن

نشان دهند (Eberhart & Russell, 1966; Finlay, 1968). اکووالانس ریک، واریانس پایداری شوکلا و ضریب رگرسیون فیلی و ویلکینسون از جمله پارامترهای پایداری تیپ II محسوب می‌گردند. شاخص اکووالانس برای اولین بار بوسیله ریک (Wrick, 1962) و روش واریانس پایداری بوسیله شوکلا (Shukla, 1972) بیان گردیدند. شوکلا اظهار نمود که به طور کلی واریانس پایداری یک ترکیب خطی از اکووالانس می‌باشد، لذا اکووالانس و واریانس پایداری از نظر درجه بندی ژنوتیپ‌ها دارای ارزش یکسانی هستند. بر طبق دو روش یاد شده فوق ژنوتیپ‌های پایدار محسوب می‌گردند که مقدار هر یک از دو شاخص اخیر در آنها حداقل باشد (فرشادفر، ۱۳۷۶). شاخص ضریب رگرسیون نیز برای نخستین بار بوسیله فیلی و ویلکینسون (Finlay & Wilkinson, 1963) و پس از آن بوسیله ابره‌ارت و راسل (Eberhart & Russell, 1966) برای نشان دادن سازگاری ارقام نسبت به تغییرات محیط به کار برده شد. فیلی و ویلکینسون (Finlay & Wilkinson, 1963)، بیان کردند که شیب خط معیاری برای نشان دادن سازگاری و پایداری ارقام است، بر مبنای این روش ارقامی که دارای  $b=1$  یا نزدیک به آن می‌باشند دارای سازگاری عمومی یا پایداری متوسطی هستند و در یک محدوده وسیع اکولوژیکی قابل توصیه می‌باشند و ژنوتیپ‌هایی که شیب آنها به طور

است باعث انتخاب افرادی از یک محیط شود که در سایر محیط‌ها عملکرد ضعیفی دارند.

تجزیه واریانس، تجزیه رگرسیونی، روش‌های غیر پارامتریک و تکنیک‌های چند متغیره عمده روش‌هایی هستند که برای بررسی اثر متقابل ژنوتیپ×محیط و پایداری واریته‌ها به کار می‌روند (فرشادفر، ۱۳۷۶).

لین و همکاران (Lin et al. 1986)، نه روش آماری را که در منابع مختلف برای تعیین پایداری به کار گرفته شده اند به سه تیپ تقسیم نمودند و روش دیگری را موسوم به تیپ IV، در مقاله دیگری (Lin & Binns, 1988) ارائه نمودند. از جمله پارامترهای پایداری تیپ I می‌توان به واریانس محیطی ( $S^2_i$ ) و ضریب تغییرات محیطی ( $CV_i$ ) اشاره نمود. استفاده از پارامتر واریانس محیطی زمانی که تنوع بین محیط‌های آزمایش زیاد باشد مطلوب به نظر نمی‌رسد اما در محدوده جغرافیایی با تنوع کم استفاده از این روش موثر است (Lin et al. 1986) بر طبق این روش ژنوتیپی پایدار است که واریانس محیطی آن کمتر باشد (فرشادفر، ۱۳۷۶). برای نخستین بار پارامتر ضریب تغییرات محیطی بوسیله فرانسیس و کاننبرگ (Francis & Kannenberg, 1978)، برای رفع مشکل همبستگی بین شاخص پایداری و عملکرد که در پارامتر واریانس محیطی وجود داشت، ارائه گردید. بر اساس این معیار، ارقامی پایدار محسوب می‌شوند که ضریب تغییرات کمی را

دارای وراثت پذیری می‌باشند. آنان تیپ‌های II و III را فاقد وراثت‌پذیری دانستند.

هدف این تحقیق، بررسی تاثیر سال‌ها و مکان‌ها بر روی هر یک از ژنوتیپ‌ها و مقایسه الگوهای مختلف آماری در توصیه ژنوتیپ‌های سازگار و پایدار برای مناطق مختلف می‌باشد. نتایج حاصل از مقایسه این الگوها می‌تواند مدل ساده‌تر و مطمئن‌تری را توصیه نماید.

### مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر به منظور مقایسه پارامترهای مختلف پایداری و تعیین سازگاری هشت رقم تجارتي چغندر قند در هشت منطقه مهم چغندر کاری کشور و به مدت سه سال (۷۹-۱۳۷۷) انجام گرفت. ارقام مورد نظر از لحاظ شش صفت عملکرد ریشه<sup>۱</sup> (RY)، عملکرد شکر ناخالص<sup>۲</sup> (SY)، عملکرد شکر خالص<sup>۳</sup> (WSY)، ضریب استحصال (Yield)، نسبت پتاسیم به عیار قند (K/S) و نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به عیار قند (KNa/S) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. ایستگاه‌ها یا مناطق اجرای آزمایش شامل کرج، مشهد، میاندوآب، اصفهان، شیراز، کرمانشاه، مغان و همدان بودند. ارقام مورد بررسی در سه تیپ N، E و Z

معنی‌داری از یک بیشتر باشد، اختصاصاً به محیط‌هایی با عملکرد بالا سازگاری دارند. به عبارت دیگر ارقام  $b > 1$  معمولاً ناپایدارند یعنی با بهبود محیط، عملکرد زیاد و بر عکس آن، عملکرد پایین خواهد آمد. این ارقام را معمولاً برای مناطق حاصل‌خیز و مستعد توصیه می‌کنند (Lin et al. 1986; Perkins, 1968). از جمله پارامترهای پایداری تیپ III، می‌توان به میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون ( $S^2d_i$ ) و ضریب تشخیص خطی ( $R^2$ ) اشاره نمود. ابره‌ارت و راسل (Eberhart & Russell, 1966) از شاخص  $S^2d_i$  به همراه پارامترهای شیب خط رگرسیونی فینلی و ویلکینسون ( $b_i$ ) و متوسط عملکرد هر رقم ( $\bar{Y}$ )، در انتخاب ارقام پایدار استفاده نمودند. پینتوس (Pinthus, 1973)، پیشنهاد کرد که به جای میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون ( $S^2d_i$ )، بهتر است از ضریب تشخیص استفاده شود زیرا  $R^2$  به شدت وابسته به  $S^2d_i$  است. تنها پارامتر تیپ IV نیز شامل واریانس درون مکانی لین و بینز (Lin & Binns, 1988) می‌باشد. براساس این روش هر واریته‌ای که واریانس کمتری داشته باشد، پایدارتر است.

لین و بینز (Lin & Binns, 1991)، پارامترهای پایداری تیپ I و IV را جزء پارامترهای ژنتیکی دانسته و بیان داشتند که این تیپ‌های پایداری

1- Root yield  
3- White Sugar yield

2- Sugar yield

گردید. آبیاری‌های بعدی حدود هر ده روز یکبار صورت گرفت. لازم به ذکر است که در نقشه کاشت، هر کرت دارای سه خط کاشت به طول هفت متر و فاصله بین تکرارها نیز یک متر بود. در هر منطقه بر علیه علف‌های هرز و همچنین آفات و بیماری‌ها، طبق توصیه کارشناسان هر ایستگاه، مبارزه شیمیائی و غیرشیمیائی انجام گرفت.

به منظور تعیین خصوصیات تکنولوژیک ارقام در مرحله رسیدگی تکنولوژیک، کل بوته‌های هر کرت برداشت و پس از شستشوی کامل وزن گردیدند و از هر نمونه خمیر ریشه (پولپ) تهیه گردید. خمیرهای تهیه شده پس از قرار گرفتن در سینی‌های مخصوص در فریزر نگهداری شدند. سپس نمونه‌های یخ زده به آزمایشگاه تکنولوژی قند موسسه اصلاح و تهیه بذر چغندر قند انتقال داده شد. در آزمایشگاه با استفاده از دستگاه بتالایزر در صدقند، املاح سدیم، پتاسیم و ازت مضر تعیین گردید. برای تعیین قند سفید از نمونه‌های خمیر چغندر قند از فرمول راینفلد (نقل از کوک و اسکات، ۱۳۷۷) به شرح زیر استفاده شد.

$$WSC=SC-[0.343(K+Na)+0.94N+0.29]$$

در این رابطه WSC مقدار قند سفید بر حسب درصد، SC مقدار قند بر حسب درصد، K، Na و N بر حسب میلی‌اکی والان گرم می باشد. عملکرد قند سفید (WSY)، از حاصل ضرب درصد قند سفید و عملکرد ریشه به دست آمد و سایر صفات مورد بررسی طبق فرمول‌های زیر محاسبه شد:

قرار داشتند. ارقام تیپ N شامل BR1، 7233، PP.8، 7233-P29 و IC، ارقام تیپ E شامل PP22 و H5505 و تنها رقم تیپ Z شامل 41RT بود.

در هر سال اجرای آزمایش در مناطق مختلف عملیات تهیه زمین طبق اصول متعارف انجام گرفت. عملیات زراعی در پاییز شامل شخم عمیق (۴۰ سانتی‌متر) و پخش کود فسفاته به میزان ۲۰۰-۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. در بهار، عملیات تکمیلی تهیه زمین شامل شخم سطحی (۲۵ سانتی متر)، دیسک و ماله‌کشی انجام شد. پس از ماله‌کشی کود اوره به میزان ۱۰۰-۲۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف گردید و سپس خطوط کاشت با فواصل ۶۰ سانتی متر آماده گردید. در اردیبهشت ماه بذرهای مورد آزمایش مطابق نقشه کاشت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و با استفاده از یک دستگاه بذرکار دستی به نام Plant Jonier کشت شد. این دستگاه دارای یک مخزن بذر، یک دریچه قابل تنظیم برای بذور گیاهان مختلف و یک چرخ می باشد. نظر به اینکه تمامی ارقام مورد بررسی مولتی ژرم بودند لذا امکان کشت با فاصله در حد تراکم نهائی وجود نداشت، به همین علت، ابتدا با حرکت دستگاه، بذرهای به صورت پشت سر هم در شیارهای ایجاد شده ریخته و روی آنها پوشانده شد. پس از کاشت بلافاصله آبیاری اول (خاک آب) به طریقه نشتی انجام شد. تنک بوته‌ها نیز در تمامی ایستگاه‌ها با فاصله ۲۵-۲۰ سانتی‌متر و در مرحله چهار تا شش برگی انجام

۱- واریانس محیطی ( $S^2_i$ ) -۲- ضریب تغییرات محیطی ( $CV_i$ ) -۳- ضریب رگرسیون خطی فیئلی و ویلکینسون ( $b_i$ ) -۴- میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون ( $S^2_{d_i}$ ) - اکووالانس ریک ( $W^2_i$ ) - واریانس پایداری شوکلا ( $\sigma^2_i$ ) -۷- ضریب تشخیص خطی ( $R^2$ ) -۸- واریانس درون مکانی ( $MS_{Y/L}$ )

$$K / S = \frac{K}{SC} \times 100$$

$$Yield = \frac{WSC}{SC} \times 100$$

$$KNa / s = \frac{K + Na}{SC}$$

پس از جمع آوری اطلاعات سه ساله ایستگاه‌ها، ابتدا تجزیه واریانس ساده برای شش صفت، در هر مکان و هر سال انجام گرفت سپس تجزیه مرکب داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و پس از آزمون بارتلت صورت پذیرفت. آزمون F با استفاده از امید ریاضی میانگین مربعات (جدول ۱) و با فرض ثابت بودن اثر ژنوتیپ و تصادفی بودن اثر سال و مکان انجام شد. در ارتباط با تجزیه واریانس مرکب، ذکر نکته زیر حائز اهمیت می باشد.

در دو صفت RY و SY با توجه به معنی دار نبودن اثر متقابل ژنوتیپ × مکان × سال و معنی دار بودن اثرات متقابل ژنوتیپ × مکان و ژنوتیپ × سال، آزمون F برای اثر ژنوتیپ به صورت مرکب انجام گرفت و درجه آزادی صورت و مخرج آزمون F برای ژنوتیپ از فرمول ساترویت بدست آمد. (Le Clerg et al. 1966). و برای مقایسه میانگین‌ها از مخرج فرمول تقریبی ساترویت استفاده گردید (یزدی صمدی و همکاران، ۱۳۷۷). با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن میانگین‌های صفات تحت مطالعه در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند و در نهایت هشت پارامتر زیر جهت تجزیه پایداری صفات، محاسبه گردید.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای تمامی صفات در ۲۴ محیط مورد بررسی، در جدول یک آورده شده است. آزمون F برای معنی دار بودن کلیه منابع تغییر با استفاده از امید ریاضی میانگین مربعات با فرض ثابت بودن اثر ژنوتیپ و تصادفی بودن اثر سال و مکان انجام گرفت. همانطور که ملاحظه می‌گردد در تمامی صفات تحت مطالعه اختلاف بسیار معنی داری (در سطح احتمال ۱ درصد)، بین مکان‌ها و سال‌های مورد آزمایش، ملاحظه می‌شود. اثر متقابل سال × مکان نیز برای هر شش صفت در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید که این موضوع بیانگر شرایط تصادفی محیط می‌باشد. اثر ژنوتیپ در صفات RY، SY و WSY در سطح احتمال پنج درصد و در صفات Yield، K/S و KNa/S در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید که این موضوع نشان داد که توان ژنتیکی ژنوتیپ‌ها در بروز صفات مختلف، دارای تفاوت‌هایی می‌باشد. اثرات

انحرافات از رگرسیون، معادل حداکثر بودن ضریب تشخیص ( $R^2$ ) نیز می‌باشد. بنابراین ابتدا معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ  $\times$  محیط (خطی) برای تمامی صفات تحت مطالعه بررسی گردید (جدول ۲) سپس برای تعیین معنی‌دار بودن هر یک از ضرایب رگرسیون از مقدار  $b_i = 1$  ، بطور جداگانه از آزمون t-Student استفاده شد. همچنین برای بررسی وجود اثر متقابل غیرخطی بین ژنوتیپ و محیط، مولفه اثر متقابل ژنوتیپ  $\times$  محیط، از طریق تجزیه رگرسیون، به دو مولفه اثر ژنوتیپ  $\times$  محیط خطی (مشابه مدل ابرهات و راسل) و اثر ژنوتیپ  $\times$  محیط درجه دوم، تفکیک گردید. نتایج این تجزیه در جدول سه آورده شده است. همانطور که در جدول مذکور ملاحظه می‌گردد، اثر ژنوتیپ  $\times$  محیط (درجه دوم) در هیچ یک از صفات معنی‌دار نگردیده است که این موضوع بیانگر عدم وجود اثر متقابل غیرخطی بین ژنوتیپ و محیط، در صفات مورد بررسی است.

با استفاده از روش رگرسیونی ابرهات و راسل، رقم‌های 41RT، PP.8، IC و PP22 از لحاظ صفت عملکرد ریشه (RY)، به عنوان ارقامی با سازگاری عمومی خوب ارزیابی شدند. ارقام یاد شده از لحاظ صفت عملکرد شکر ناخالص (SY) نیز به عنوان رقم‌هایی پایدار شناخته شدند، با این تفاوت که در این صفت، ژنوتیپ 7233 نیز، به عنوان رقمی سازگار ارزیابی شد. این ارقام ضمن دارا بودن ضرایب رگرسیونی غیرمعنی‌دار با یک (جدول ۵) و حداقل بودن

متقابل ژنوتیپ  $\times$  مکان و ژنوتیپ  $\times$  سال در دو صفت RY و SY در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردیدند در حالی که در صفت WSY فقط اثر متقابل ژنوتیپ  $\times$  مکان در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل ژنوتیپ  $\times$  مکان  $\times$  سال نیز در صفات Yield و K/S در سطح احتمال پنج درصد و در صفت KNa/S در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید.

در مجموع با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ  $\times$  محیط برای صفات RY ، SY ، Yield ، KNa/S ، K/S و معنی‌دار بودن حداقل یکی از مولفه‌های اثر متقابل ژنوتیپ  $\times$  محیط برای صفت WSY ، نتیجه‌گیری گردید که انجام تجزیه پایداری برای شناسایی ژنوتیپ‌هایی با سازگاری بیشتر و عملکرد بالاتر، سودمند خواهد بود. بررسی پایداری ارقام مورد آزمایش، برای صفات تحت مطالعه، با استفاده از هشت پارامتر انجام شد .

به منظور تعیین پایداری ارقام، ابتدا از رایج‌ترین روش‌های آماری تعیین پایداری که روش رگرسیونی ابرهات و راسل می‌باشد، استفاده گردید. ابرهات و راسل (Eberhart & Russell, 1966)، معتقدند که ژنوتیپی از پایداری نسبی برخوردار می‌باشد که ضمن داشتن میانگین عملکرد بالاتر از سایر ژنوتیپ‌ها، دارای ضریب رگرسیونی یک (یا غیر معنی‌دار با یک) و انحرافات از رگرسیون غیر معنی‌دار و حداقل باشد. روشن است که در مدل رگرسیون، حداقل بودن

× محیط (خطی)، در سطح احتمال پنج درصد و میانگین مربعات انحراف از رگرسیون ژنوتیپ‌های 41RT و H5505 به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی دار شدند (جدول ۲). در صفت یادشده رقم‌های PP.8، 7233-P29، 7233 و BR1 به ترتیب به عنوان پایدارترین ارقام شناخته شدند. رقم‌های مذکور مقادیر بالائی از پارامتر ضریب تشخیص ( $R^2$ ) را نیز به خود اختصاص دادند (جدول ۶). در این صفت، رقم 41RT، علاوه بر احراز بالاترین مقدار شاخص  $S^2d_i$  در بین ارقام مورد بررسی (جدول ۲)، دارای شیب خط رگرسیونی بالاتر از یک نیز بود (جدول ۵)، به همین دلیل، این رقم در دسته ارقام ناپایدار، با سازگاری کمتر از متوسط قرار گرفت.

در صفت نسبت پتاسیم به عیارقند (K/S)، اثر ژنوتیپ × محیط (خطی) معنی دار نگردید و تنها میانگین مربعات انحراف از رگرسیون رقم 41RT، با سایر ارقام اختلاف معنی داری را نشان داد (جدول ۲). در این صفت، با توجه به پارامترهای ذکر شده و بر اساس شاخص ضریب تشخیص (جدول ۶)، رقم‌های PP.8، 7233، 7233-P29، BR1 و H5505 به ترتیب به عنوان پایدارترین ارقام، ارزیابی گردیدند. رقم 41RT، علاوه بر اینکه دارای شیب خط رگرسیونی بیشتر از یک بود (جدول ۵)، بالاترین میزان پارامتر میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون را نیز به خود اختصاص داد (جدول ۲)، بنابراین رقم فوق در دسته ارقام ناپایدار با سازگاری کمتر از متوسط قرار گرفت.

میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون ( $S^2d_i$ ) آنها (جدول ۲)، مقادیر بالائی از پارامتر ضریب تشخیص ( $R^2$ ) را نیز به خود اختصاص دادند (جدول ۶). رقم H5505 در دو صفت یاد شده، با میانگین عملکرد بالا (جدول ۴) و شیب خط رگرسیونی بیشتر از یک (جدول ۵)، در دسته ارقام پرمحصول با سازگاری کمتر از متوسط قرار گرفت. این رقم در شرایط مساعد، محصول مناسبی را از لحاظ صفات فوق تولید می نماید. لازم به ذکر است که در صفت RY اثر ژنوتیپ × محیط (خطی) در سطح احتمال یک درصد معنی دار گشت در حالی که این اثر در صفت SY معنی دار تشخیص داده نشد (جدول ۲).

در صفت عملکرد شکر خالص (WSY)، اثر ژنوتیپ × محیط (خطی)، معنی دار نشد و هیچگونه اختلاف معنی داری بین مقادیر شاخص  $S^2d_i$  ارقام بر اساس روش رگرسیونی ابرهارت و راسل مشاهده نگردید (جدول ۲)، همچنین مقادیر شیب خط رگرسیونی هیچ یک از ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی داری را با عدد یک نشان ندادند (جدول ۵)، بنابراین تمامی ارقام تجارتي مورد بررسی از لحاظ صفت فوق‌الذکر، دارای سازگاری عمومی تشخیص داده شدند ولی با توجه به اینکه ارقام 41RT، PP22 و 7233-P29 از میانگین عملکرد بالائی برخوردار نبودند (جدول ۴)، بنابراین ارقام H5505، 7233، PP.8 و IC به ترتیب (براساس شاخص  $R^2$ ) به عنوان ارقام بهتر شناخته شدند (جدول ۶). در صفت ضریب استحصال (Yield)، اثر ژنوتیپ



۸). رقم‌های مذکور از لحاظ میانگین عملکرد صفت فوق با هم اختلاف معنی‌داری نداشته و همگی آنها در گروه ارقام مطلوب قرار داشتند (جدول ۴). از لحاظ صفت عملکرد شکر ناخالص (SY)، رقم‌های PP22، IC، 7233، 41RT و PP.8 به ترتیب به عنوان پایدارترین ارقام شناخته شدند (جداول ۷ و ۸). رقم‌های یادشده از نظر میانگین عملکرد صفت فوق، هیچگونه اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان ندادند، با این وجود میانگین ارقام 7233، PP.8 و IC بالاتر از میانگین کل ارقام بود و لذا سه رقم اخیر از وضعیت بهتری برخوردار بودند (جدول ۴). بررسی پایداری ارقام از لحاظ صفت عملکرد شکر خالص (WSY)، نتایجی مشابه با صفت قبلی داشت (جداول ۷ و ۸) با این تفاوت که در این صفت ارقام از نظر میانگین عملکرد تفاوت‌هایی را با یکدیگر نشان دادند (جدول ۴). در این صفت نیز سه رقم 7233، PP.8 و IC به عنوان پایدارترین ارقام ارزیابی گردیدند. در صفت ضریب استحصال (Yield)، رقم‌های IC، PP.8-7233 و P29 و 7233 به ترتیب با کسب کمترین مقادیر این دو پارامتر در بین ارقام مورد بررسی، به عنوان پایدارترین رقم‌ها شناخته شدند (جداول ۷ و ۸). در بین ارقام مذکور، رقم IC از میانگین عملکرد بالائی برخوردار نبود لیکن سایر رقم‌ها از این لحاظ وضعیت مطلوبی داشتند (جدول ۴). از لحاظ صفت نسبت پتاسیم به عیار قند (K/S)، رقم‌های PP.8، IC و 7233 و از لحاظ صفت نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به

رقم مذکور کمترین میزان شاخص ضریب تشخیص ( $R^2$ ) را نیز در بین ارقام تحت مطالعه کسب نمود (جدول ۶).

در صفت نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به عیار قند (KNa/S)، رقم‌های PP.8، 233، 7233-P29 و BR1 به عنوان ارقام با سازگاری عمومی خوب ارزیابی گردیدند. در این صفت، رقم 41RT، ضمن دارا بودن ضریب رگرسیونی بیشتر از یک (جدول ۵)، بالاترین مقدار شاخص  $S^2d_i$  را نیز در بین ارقام تحت مطالعه به خود اختصاص داد (جدول ۲) و بنابراین در گروه ارقام ناپایدار با سازگاری کمتر از متوسط قرار گرفت. قابل ذکر است که در این صفت اثر ژنوتیپ  $\times$  محیط (خطی) و میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون ژنوتیپ‌های 41RT و H5505 به ترتیب در سطح احتمال یک، یک و پنج درصد معنی‌دار شدند (جدول ۲). این دو رقم کمترین میزان پارامتر ضریب تشخیص ( $R^2$ ) را نیز به خود اختصاص دادند (جدول ۶).

نتایج حاصل از بررسی پایداری ارقام، برای شش صفت تحت مطالعه، با استفاده از پارامترهای اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا کاملاً مشابه بود که این موضوع بیانگر یکسان بودن این دو پارامتر در تعیین ارقام پایدار می‌باشد. بر اساس دو پارامتر فوق‌الذکر از لحاظ صفت عملکرد ریشه (RY)، ژنوتیپ‌های PP.8، IC، PP22 و 7233 به ترتیب به عنوان پایدارترین ارقام ارزیابی گردیدند (جداول ۷ و

گرفته و بر اساس پارامتر یاد شده فوق، به عنوان پایدارترین ارقام شناخته شدند. از لحاظ صفت مجموع سدیم و پتاسیم به عیارقند (KNa/S) نیز به ترتیب رقم‌های PP.8، 7233-P29، IC، H5505 و 7233، به عنوان پایدارترین ارقام شناخته شدند. در بین ارقام یاد شده، رقم 7233-P29 کمترین میانگین را از لحاظ صفت فوق‌الذکر به خود اختصاص داد و لیکن اختلاف بین این رقم و ارقام PP.8، 7233 و H5505 از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. بنابراین هر چهار رقم یاد شده، در گروه ارقام مطلوب جای گرفته و رقم IC با میانگین عملکرد بالاتر نسبت به ارقام قبلی، رقمی مطلوب تشخیص داده نشد (جدول ۴).

نتایج حاصل از بررسی پایداری ارقام با استفاده از دو پارامتر واریانس محیطی ( $S^2_i$ ) و ضریب تغییرات محیطی ( $CV_i$ )، نسبتاً مشابه بود. بر اساس پارامتر واریانس محیطی، رقم‌های 7233-P29، 41RT، BR1 و IC به ترتیب به عنوان پایدارترین ارقام از لحاظ صفت عملکرد ریشه (RY) ارزیابی گردیدند (جدول ۱۰). رقم 7233-P29 به عنوان پایدارترین رقم، کمترین میانگین عملکرد را در بین ارقام مورد مطالعه به خود اختصاص داد (جدول ۴) لذا رقم مطلوبی تشخیص داده نشد. از لحاظ این صفت رقم‌های 41RT، BR1 و IC بر اساس پارامتر ضریب تغییرات محیطی نیز به عنوان پایدارترین ارقام شناخته شدند (جدول ۱۱). نتایج حاصله از بررسی پایداری ارقام از نظر صفت عملکرد شکر ناخالص (SY) و همچنین صفت

عیارقند (KNa/S)، ژنوتیپ‌های IC، PP.8، 7233-P29 و 7233 به ترتیب به عنوان پایدارترین ارقام ارزیابی گردیدند (جدول ۷ و ۸). در بین ارقام فوق‌الذکر ژنوتیپ‌های PP.8، 7233-P29 و 7233 بدون تفاوت معنی‌دار از لحاظ میانگین صفت یاد شده، در گروه ارقام مطلوب قرار گرفتند در حالی که رقم IC از این لحاظ رقمی نامطلوب ارزیابی گردید.

نتایج حاصل از بررسی پایداری ارقام، با استفاده از پارامتر واریانس درون مکانی، در جدول نه ملاحظه می‌گردد. بر اساس این روش، واریته‌ای مطلوب است که در بین سال‌های مختلف واریانس کمتری ایجاد نموده و لذا واریانس درون مکانی آن کمتر باشد. با توجه به پارامتر یاد شده و میانگین عملکرد ارقام، رقم‌های 41RT، IC، PP.8 و H5505 از لحاظ صفت عملکرد ریشه (RY)، ارقام 41RT، PP22 و IC از لحاظ صفت عملکرد شکر ناخالص (SY) و رقم‌های 41RT و BR1 از لحاظ صفت عملکرد شکر خالص (WSY) به عنوان پایدارترین ارقام شناخته شدند. در صفت ضریب استحصال (Yield) رقم‌های PP.8، 7233-P29، IC و BR1 به ترتیب با اختصاص کمترین مقادیر پارامتر واریانس درون مکانی به خود، به عنوان پایدارترین ارقام شناخته شدند. در بین ارقام یاد شده رقم IC از لحاظ میانگین عملکرد در دسته ارقام نامطلوب جای گرفت (جدول ۴). ارقام PP.8، BR1 و 7233 بدون تفاوت معنی‌دار از لحاظ میانگین صفت K/S، در دسته ارقام مطلوب قرار

فوق‌الذکر از لحاظ میانگین عملکرد صفت یاد شده هیچگونه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند (جدول ۴).

نتایج حاصل از بررسی پایداری هشت رقم تحت مطالعه بوسیله پارامترهای یادشده، در صفت عملکرد ریشه (RY) نشان داد که رقم IC بر مبنای تمامی پارامترها به عنوان رقمی پایدار شناخته شد. پس از رقم مذکور ارقام 41RT و PP.8 که هر یک بر اساس شش شاخص، پایدار ارزیابی گردیدند، در رده دوم جای گرفتند. دو رقم اخیر بر اساس چهار معیار  $b_i$ ،  $S^2 d_i$ ،  $R^2$  و  $MS_{Y/L}$ ، به طور مشترک به عنوان رقم‌هایی پایدار شناخته شده و از لحاظ دو پارامتر متفاوت بودند. رقم 41RT علاوه بر چهار شاخص یادشده، بر اساس پارامترهای  $S^2 i$  و  $CV_i$  نیز پایدار شناخته شد در حالی که در رقم PP.8، این دو معیار متفاوت،  $W^2 i$  و  $\sigma^2 i$  بودند. رقم PP22 که بر اساس پنج شاخص  $b_i$ ،  $S^2 d_i$ ،  $R^2$ ،  $W^2 i$  و  $\sigma^2 i$  به عنوان رقمی پایدار شناخته شد، در رده بعدی قرار گرفت و پس از ارقام فوق‌الذکر، رقم‌های 7233 و BR1 که هر یک بر اساس دو معیار، پایدار ارزیابی گردیدند، جای گرفتند. رقم 7233 بر اساس شاخص‌های  $W^2 i$  و  $\sigma^2 i$  و رقم BR1 بر مبنای دو پارامتر  $S^2 i$  و  $CV_i$  پایدار شناخته شدند. در صفت یاد شده فوق، رقم H5505 تنها بر اساس پارامتر  $MS_{Y/L}$ ، پایدار ارزیابی گردید. بنابر آنچه بیان گردید، می‌توان رقم IC را به عنوان بهترین و پایدارترین رقم

عملکرد شکر خالص (WSY) بر اساس پارامتر واریانس محیطی مشابه بود. در هر دو صفت ارقام BR1، 7233-P29، 41RT و IC با احراز کمترین مقادیر پارامتر یاد شده، به عنوان پایدارترین ارقام شناخته شدند (جدول ۱۰). بر اساس شاخص ضریب تغییرات محیطی، ارقام BR1، 7233-P29، 41RT و IC از لحاظ صفت عملکرد شکر ناخالص (SY) و ارقام BR1، 7233، 33-P29، PP.8 از لحاظ صفت عملکرد شکر خالص (WSY)، به عنوان پایدارترین رقم‌ها ارزیابی گردیدند (جدول ۱۱). در صفت SY، رقم 7233-P29، از میانگین عملکرد نامطلوبی برخوردار بود (جدول ۴). از لحاظ صفت ضریب استحصال (Yield)، و بر اساس هر دو پارامتر رقم‌های PP.8، 7233، BR1، 7233-P29 و H5505 به عنوان پایدارترین ارقام شناخته شدند (جدول ۱۰ و ۱۱). ارقام مذکور از لحاظ میانگین عملکرد صفت فوق، هیچگونه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشته و همگی در دسته ارقام مطلوب قرار گرفتند (جدول ۴). رقم‌های PP.8، 7233، BR1 و IC بر اساس هر دو پارامتر از لحاظ صفت K/S به عنوان ارقامی پایدار ارزیابی گردیدند (جدول ۱۰ و ۱۱). از لحاظ صفت KNa/s، بر اساس پارامتر واریانس محیطی، ارقام PP.8، 7233، BR1، 7233-P29 و H5505 و بر اساس پارامتر ضریب تغییرات محیطی رقم‌های PP.8، BR1، 7233 و H5505 به عنوان پایدارترین رقم‌ها شناخته شدند (جدول ۱۰ و ۱۱). ارقام

از لحاظ صفت عملکرد ریشه (RY)، معرفی نمود. پس از رقم مذکور، ارقام 41RT، PP.8 و PP22 در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند. در این صفت ارقام 7233 و BR1 که بر مبنای دو معیار و رقم H5505 که تنها بر اساس یک پارامتر به عنوان ارقامی پایدار شناخته شدند، چندان قابل توجه نمی‌باشند.

در صفت یاد شده فوق، همانطور که ملاحظه می‌گردد، تمامی ارقامی که بر اساس شاخص واریانس محیطی پایدار ارزیابی شدند، از لحاظ پارامتر ضریب تغییرات محیطی نیز به عنوان رقم‌های پایدار شناخته شدند که این موضوع بیانگر شباهت این دو شاخص در تعیین ارقام پایدار می‌باشد (رقم‌های IC، 41RT و BR1). در ارتباط با دو شاخص اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا نیز وضعیتی مشابه با دو پارامتر قبلی داشتند و ارقام IC، PP.8، PP22 و 7233 که از لحاظ پارامتر اکووالانس ریک، به عنوان رقم‌های پایدار شناخته شدند بر اساس شاخص واریانس پایداری نیز به عنوان رقم‌های پایدار ارزیابی گردیدند. با توجه به اینکه چهار رقم برتر از لحاظ این صفت، به طور مشترک بر اساس روش ابرهات و راسل  $(\bar{Y}, b_i, S^2d_i)$  به عنوان رقم‌های پایدار شناخته شدند، لذا این روش را می‌توان به عنوان بهترین پارامتر جهت تعیین ارقام پایدار از لحاظ صفت فوق‌الذکر معرفی نمود. پارامتر واریانس درون مکانی نیز چهار رقم IC، 41RT، PP.8 و H5505 را به

عنوان رقم‌های پایدار معرفی نمود. با توجه به اینکه سه رقم اول به عنوان بهترین و پایدارترین ارقام از لحاظ این صفت شناخته شدند بنابراین به نظر می‌رسد پس از روش ابرهات و راسل، شاخص واریانس درون مکانی، بهترین روش برای تعیین پایداری ارقام از لحاظ صفت عملکرد ریشه باشد. ضمن اینکه رقم H5505 تنها بر اساس این شاخص به عنوان رقمی پایدار شناخته شد بنابراین به نظر می‌رسد اطلاعاتی که این روش ارائه می‌دهد، می‌تواند با سایر روش‌ها، تفاوت‌هایی را داشته باشد.

در صفت عملکرد شکر ناخالص (SY)، ارقام IC و 41RT بر اساس تمامی پارامترها به عنوان رقم‌های پایدار شناخته شدند. پس از ارقام یاد شده، رقم PP22 که بر مبنای شش شاخص، پایدار ارزیابی گردید، قرار گرفت. این رقم بر اساس شاخص‌های  $b_i$ ،  $S^2d_i$ ،  $R^2$ ،  $W^2_i$  و  $\sigma^2_i$  به عنوان رقمی پایدار شناخته شد. دو رقم 7233 و PP.8 که هر کدام به طور مشابه بر اساس پارامترهای  $b_i$ ،  $S^2d_i$ ،  $R^2$ ،  $W^2_i$  و  $\sigma^2_i$  پایدار ارزیابی گردیدند، در رده بعدی جای گرفتند. در این صفت رقم BR1 که تنها بر اساس دو شاخص  $S^2_i$  و  $CV_i$  به عنوان رقمی پایدار شناخته شد، در جایگاهی پایین‌تر نسبت به ارقام یاد شده قرار گرفت. در این صفت نیز همچون صفت قبلی، مطلوبیت بیشتر روش رگرسیونی ابرهات و راسل و تشابه شاخص‌های واریانس محیطی با ضریب

چهار شاخص فوق، رقم 7233 بر مبنای پارامترهای اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا و رقم BR1 بر اساس معیارهای پایداری واریانس محیطی و واریانس درون مکانی نیز پایدار ارزیابی گردیدند. در این صفت، رقم IC بر اساس سه شاخص  $W^2_i$ ،  $\sigma^2_i$  و  $MS_{Y/L}$  و رقم H5505 بر مبنای دو پارامتر  $CV_i$  و  $S^2_i$  در رده‌های بعدی جای گرفتند. رقم 7233-P29 هر چند از لحاظ این صفت بسیار پایدار ارزیابی گردید لیکن با توجه به اینکه از لحاظ سه صفت RY، SY و WSY به عنوان رقمی پایدار شناخته نشد، نمی‌تواند چندان قابل توجه باشد ولی رقم PP.8 که در این صفت بر مبنای تمامی پارامترها، رقمی پایدار ارزیابی گردید از لحاظ صفات قبلی نیز دارای پایداری نسبتاً بالایی بود بنابراین رقم مذکور می‌تواند به عنوان رقمی مطلوب از لحاظ این چهار صفت مورد توجه قرار گیرد.

به طور کلی کیفیت چغندر قند به دو عامل درصد ساکارز و درصد خلوص بستگی دارد که در این میان خلوص شربت از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد زیرا که مواد غیر ساکارزی محلول (از جمله سدیم و پتاسیم) که همان ناخالصی‌ها هستند، مانع از تبلور قند شده در نتیجه استخراج ساکارز را کاهش می‌دهند. بنابراین در برنامه‌های به نژادی چغندر قند هر چه نسبت این دو عنصر (K و Na) به عیار قند کمتر باشد، مطلوب‌تر بوده و ضریب استحصال شکر خالص (WSY) از شکر ناخالص (SY) افزایش خواهد

تغییرات محیطی و همچنین پارامترهای اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا، مشاهده می‌گردد. در صفت عملکرد شکر خالص (WSY)، ارقام IC، PP.8 و 7233 بر اساس پنج پارامتر  $b_i$ ،  $S^2 d_i$ ،  $R^2$ ،  $W^2_i$  و  $\sigma^2_i$  بطور مشترک به عنوان پایدارترین ارقام شناخته شدند ضمن اینکه علاوه بر پارامترهای مذکور، دو رقم PP.8 و 7233 بر مبنای شاخص ضریب تغییرات محیطی و رقم IC بر اساس پارامتر واریانس محیطی نیز پایدار ارزیابی گردیدند. پس از سه رقم یاد شده، ارقام BR1 و H5505، هر یک بر اساس سه شاخص در رده‌های بعدی جای گرفتند. رقم BR1 بر اساس پارامترهای  $CV_i$ ،  $S^2 d_i$ ،  $MS_{Y/L}$  و رقم H5505 بر مبنای معیارهای  $b_i$ ،  $S^2 d_i$  و  $R^2$  به عنوان ارقام پایدار شناخته شدند. شباهت دو شاخص اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا در ارتباط با این صفت نیز ملاحظه گردید لیکن دو پارامتر واریانس محیطی و ضریب تغییرات محیطی در این صفت به طور کاملاً مشابه عمل نمودند. بنابراین هیچگاه نمی‌توان از شباهت کامل بین این دو شاخص، سخن به میان آورد.

در صفت ضریب استحصال (Yield)، ارقام PP.8 و 7233-P29 بر مبنای تمامی پارامترها و رقم‌های 7233 و BR1 بر اساس شش معیار، در زمره پایدارترین ارقام قرار گرفتند. این دو رقم بر اساس چهار شاخص  $b_i$ ،  $S^2 d_i$ ،  $R^2$  و  $CV_i$  به طور مشترک به عنوان ارقام پایدار شناخته شدند. علاوه بر

نکته قابل توجه در این بررسی اینکه پایداری صفت عملکرد شکر ناخالص تحت تأثیر عملکرد ریشه قرار گرفت و ارقامی که از لحاظ صفت عملکرد ریشه پایدار ارزیابی شدند در صفت عملکرد شکر ناخالص نیز به عنوان رقم‌هایی پایدار شناخته شدند. دو رقم IC و 41RT که از لحاظ صفت عملکرد ریشه بر اساس اکثر پارامترها به عنوان ارقامی پایدار ارزیابی گردیدند در صفت عملکرد شکر ناخالص نیز بر مبنای تمامی معیارهای مورد استفاده به عنوان ارقامی پایدار، شناخته شدند. رقم IC که از لحاظ دو صفت یادشده فوق به عنوان رقمی کاملاً پایدار شناخته شد، از لحاظ صفت عملکرد شکر خالص نیز بر اساس تمامی پارامترها، پایدار ارزیابی گردید. این رقم از نظر دو صفت ضریب استحصال و نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به عیارقند نیز دارای پایداری نسبی بود. بنابراین با توجه به اهمیت بسیار بالای صفات  $YSY$ ،  $RY$ ،  $SY$  و  $Yield$ ، این رقم را می‌توان به عنوان مطلوب‌ترین رقم در بین ارقام تحت مطالعه معرفی نمود. پس از آن، رقم PP.8 به عنوان بهترین رقم قابل معرفی است. رقم مذکور هر چند از لحاظ سه صفت  $Yield$ ،  $K/S$  و  $KNa/s$  بر اساس تمامی پارامترها به عنوان رقمی کاملاً پایدار شناخته شد لیکن از لحاظ سه صفت بسیار مهم  $RY$ ،  $SY$  و  $WSY$  پایداری نسبی از خود نشان داد.

در تمامی صفات مورد مطالعه، دو روش اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا، به طور کاملاً مشابه در تعیین ارقام پایدار عمل نمودند. وجود

یافت. در صفت نسبت پتاسیم به عیارقند ( $K/S$ )، ارقام PP.8 و 7233، علاوه بر اینکه مقادیر پایینی از نسبت فوق را در بین ارقام مورد مطالعه به خود اختصاص دادند، بر اساس تمامی پارامترهای مورد استفاده نیز به عنوان ارقامی پایدار ارزیابی گردیدند. پس از ارقام یاد شده، رقم BR1 بر مبنای ۶ شاخص ( $b_i$ ،  $S^2d_i$ ،  $R^2$ ،  $S^2i$ ،  $CV_i$  و  $MS_{Y/L}$ ) و رقم‌های 7233-P29 و H5505 بر اساس سه شاخص ( $b_i$ ،  $S^2d_i$ ،  $R^2$ ) به عنوان پایدارترین رقم‌ها شناخته شده و در مکان‌های بعدی جای گرفتند.

نتایج حاصل از بررسی پایداری صفت نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به عیارقند ( $KNa/S$ ) نسبتاً مشابه با صفت قبلی بود. در این صفت نیز دو رقم PP.8 و 7233 بهترین و پایدارترین ارقام شناخته شدند، زیرا که دو رقم مذکور بر اساس تمامی شاخص‌های مورد استفاده، به عنوان ارقام پایدار ارزیابی شدند. پس از دو رقم فوق‌الذکر ارقام 7233-P29 که بر مبنای هفت پارامتر (تمامی پارامترها به جزء  $CV_i$ ) و BR1 که بر اساس پنج شاخص ( $b_i$ ،  $S^2d_i$ ،  $R^2$ ،  $S^2i$  و  $CV_i$ ) به عنوان ارقامی پایدار شناخته شدند، قرار گرفتند و در نهایت دو رقم IC و H5505 که هر یک بر اساس سه معیار، پایدار ارزیابی شدند، در مکان‌های بعدی جای گرفتند. رقم IC بر اساس شاخص‌های  $W^2i$ ،  $\sigma^2i$  و  $MS_{Y/L}$  و رقم H5505 بر مبنای پارامترهای  $S^2i$ ،  $CV_i$  و  $MS_{Y/L}$  پایدار شناخته شدند.

در تمامی صفات مورد بررسی، کلیه ارقامی که مقدار میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون پایینی برخوردار بودند مقادیر بالائی از پارامتر ضریب تشخیص خطی را کسب نمودند. وجود همبستگی بین این دو معیار به لحاظ اینکه هر دو میزان برازش خط رگرسیون را نشان می دهند قابل انتظار است.

این همبستگی نشان داد که معیارهای آماری فوق از نظر تعیین پایداری ارقام مشابه بوده و به شکل یکسانی ارقام پایدار را انتخاب می کنند. دو پارامتر واریانس محیطی و ضریب تغییرات محیطی، هر چند در اکثر صفات، شبیه یکدیگر بودند و لیکن این دو شاخص را نمی توان کاملاً مشابه یکدیگر دانست.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب صفات عملکرد ریشه (RY)، عملکرد شکر (SY)، عملکرد شکر سفید (WSY)، راندمان استحصال قند (Yield)، نسبت K\S و KNa/S

**Table 1** Combined analysis of traits for RY, SY, WSY, Yield, K\S, KNa/S

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	MS					
		عملکرد ریشه RY	عملکرد شکر ناخالص SY	عملکرد شکر خالص WSY	ضریب استحصال Yield	نسبت سدیم به عیار قند K/S	نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به عیار قند KNa/s
Location مکان	7	25672.91**	1058.96**	940.79**	9322.99**	1013914.95**	8096264.28**
Year سال	2	5028.18**	18.82**	82.38**	5593.29**	543035.06**	4950339.17**
(Y * L) سال × مکان	14	3032.11**	95.64**	79.97**	1171.76**	184883.08**	1008865.63**
(E <sub>1</sub> ) خطای ۱	72	104.15	3.52	3.05	75.81	7204.91	65991.10
Genotype ژنوتیپ	7	626.95*	11.10*	8.50*	245.54**	51128.75**	205988.62**
(G * L) ژنوتیپ × مکان	49	110.40*	3.26*	2.89*	64.46 <sup>ns</sup>	7098.68 <sup>ns</sup>	62714.92 <sup>ns</sup>
(G * Y) ژنوتیپ × سال	14	169.81**	4.02*	3.29 <sup>ns</sup>	38.64 <sup>ns</sup>	4820.39 <sup>ns</sup>	39178.43 <sup>ns</sup>
(G * L * Y) ژنوتیپ × مکان × سال	98	79.97 <sup>ns</sup>	2.36 <sup>ns</sup>	2.25 <sup>ns</sup>	57.93*	7296.20*	52190.42 <sup>ns</sup>
L							
(E <sub>2</sub> ) خطای ۲	504	71.30	2.26	2.01	42.32	5303.70	35999.21

-NS معنی دار نیست  
ns=Non significant

\* - در سطح پنج درصد معنی دار  
\* significant at the 5% level

\*\* - در سطح یک درصد معنی دار  
\*\* significant at the 1% level

جدول ۲- جدول تجزیه پایداری خطی ابرهات و راسل برای شش صفت RY، SY، Yield، K/S، KNa/S و WSY  
**Table 2** Eberhart and Russell's Stability Analysis for RY, SY, Yield, K/S, KNa/S, WSY

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	MS					نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به عیار قند KNa/S	درجه آزادی D.F	عملکرد شکر خالص WSY
		عملکرد ریشه RY	عملکرد شکر ناخالص SY	ضریب استحصال Yield	نسبت سدیم به عیار قند K/S	عملکرد شکر خالص WSY			
Genotype ژنوتیپ	7	156.73**	2.74**	61.59**	12766.23**	51967.62**	7	0.71**	
E+G*E محیط + ژنوتیپ * محیط	184	336.74 <sup>ns</sup>	12.55 <sup>ns</sup>	138.86 <sup>ns</sup>	16169 <sup>ns</sup>	121740.10 <sup>ns</sup>	56	10.01 <sup>ns</sup>	
E (Linear) محیط (خطی)	1	58055.07**	2197.87**	23207.57**	2692341.2**	20214145.0**	1	548.92**	
G*E(Linear) ژنوتیپ*محیط (خطی)	7	61.42**	1.20 <sup>ns</sup>	29.09*	2761.39 <sup>ns</sup>	34859.18**	7	0.31 <sup>ns</sup>	
Pooled deviation مجموع انحراف از رگرسیون	176	19.75 <sup>ns</sup>	0.59 <sup>ns</sup>	12.16 <sup>ns</sup>	1496.94 <sup>ns</sup>	11034.21 <sup>ns</sup>	48	0.20 <sup>ns</sup>	
G1 ژنوتیپ ۱	22	12.10 <sup>ns</sup>	0.55 <sup>ns</sup>	3.46 <sup>ns</sup>	332.91 <sup>ns</sup>	2693.59 <sup>ns</sup>	6	0.14 <sup>ns</sup>	
G2 ژنوتیپ ۲	22	24.07 <sup>ns</sup>	0.52 <sup>ns</sup>	22.46**	3311.88**	24021.35**	6	0.22 <sup>ns</sup>	
G3 ژنوتیپ ۳	22	15.49 <sup>ns</sup>	0.47 <sup>ns</sup>	5.18 <sup>ns</sup>	839.76 <sup>ns</sup>	4861.11 <sup>ns</sup>	6	0.21 <sup>ns</sup>	
G4 ژنوتیپ ۴	22	16.38 <sup>ns</sup>	0.48 <sup>ns</sup>	11.07 <sup>ns</sup>	779.54 <sup>ns</sup>	9020.68 <sup>ns</sup>	6	0.13 <sup>ns</sup>	
G5 ژنوتیپ ۵	22	15.97 <sup>ns</sup>	0.47 <sup>ns</sup>	13.85 <sup>ns</sup>	1619.23 <sup>ns</sup>	11245.31 <sup>ns</sup>	6	0.05 <sup>ns</sup>	
G6 ژنوتیپ ۶	22	23.21 <sup>ns</sup>	0.66 <sup>ns</sup>	16.59*	1923.45 <sup>ns</sup>	14909.79*	6	0.22 <sup>ns</sup>	
G7 ژنوتیپ ۷	22	20.89 <sup>ns</sup>	0.75 <sup>ns</sup>	10.34 <sup>ns</sup>	1691.21 <sup>ns</sup>	9097.48 <sup>ns</sup>	6	0.32 <sup>ns</sup>	
G8 ژنوتیپ ۸	22	29.85 <sup>ns</sup>	0.75 <sup>ns</sup>	14.32 <sup>ns</sup>	1477.48 <sup>ns</sup>	12424.30 <sup>ns</sup>	6	0.27 <sup>ns</sup>	
Average error اشتباه متوسط	504	17.82	0.56	10.58	1325.92	8999.8	504	0..50	

ns=Non significant level  
 \* significant at the 5% level  
 \*\* significant at the 1% level

جدول ۳- تجزیه رگرسیون اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در صفات RY، SY، Yield، K/S، KNa/S و WSY  
**Table 3** Non-linear regression analysis for RY, SY, Yield, K/S, KNa/S, WSY

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	MS					نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به عیار قند KNa/s	درجه آزادی D.F	عملکرد شکر خالص WSY
		عملکرد ریشه RY	عملکرد شکر ناخالص SY	ضریب استحصال Yield	نسبت سدیم به عیار قند K/S	عملکرد شکر خالص WSY			
Environment محیط	23	2524.13**	95.59**	1009.00**	117058.30**	878876.50**	7	78.41**	
Genotype ژنوتیپ	7	156.73**	2.75**	61.59**	12766.24**	51967.63**	7	0.71**	
G*E محیط × محیط	161	24.26**	0.69**	14.56**	1756.47*	13577.75**	49	0.24 <sup>ns</sup>	
G*E (Linear) ژنوتیپ × محیط (خطی)	7	61.42**	1.20 <sup>ns</sup>	29.09*	2761.39 <sup>ns</sup>	34859.18**	7	0.31 <sup>ns</sup>	
G*E (Quadratic) ژنوتیپ × محیط (درجه دوم)	7	12.24 <sup>ns</sup>	0.45 <sup>ns</sup>	17.14 <sup>ns</sup>	559.93 <sup>ns</sup>	15028.74 <sup>ns</sup>	7	0.17 <sup>ns</sup>	
Residual باقی مانده	147	23.06	0.68	13.75	1765.60	12495.26	35	0.24	
Average error اشتباه متوسط	504	17.82	0.56	10.58	1325.92	8999.80	504	0.50	

ns=Non significant  
 \* significant at the 5% level  
 \*\* significant at the 1% level



جدول ۴- مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪

**Table 4** Means comparison of defined characters using a multiple Duncan's rang

ارقام Varieties	عملکرد ریشه RY(t/ha)	عملکرد شکر ناخالص SY(t/ha)	ضریب استحصال Yield(%)	نسبت سدیم به عیار قند K/S	نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به عیار قند KNa/S	عملکرد شکر خالص WSY(t/ha)
1-PP.8	64.01a	9.89ab	76.4ab	402.29bc	694.83bc	7.82abcd
2-41RT	63.95a	9.52ab	73.22c	449.10a	791.49a	7.36cd
3-IC	65.09a	9.74ab	74.39c	434.05a	746.15ab	7.54abcd
4-7233	64.75a	10.14a	77.17a	395.66c	669.36c	8.08a
5-PP22	63.01a	9.42ab	74.19bc	427.73ab	758.94ab	7.28d
6-H5505	65.58a	10.03a	76.19ab	400.11c	705.33bc	7.92ab
7-7233-P29	57.52b	9.15b	77.86a	379.45c	656.47c	7.38bcd
8-BR1	64.42a	9.91a	76.23ab	404.71bc	695.06bc	7.84abc

میانگین های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

Means with same letters are not significant based on Duncan's test ( $\alpha=0.05$ )

جدول ۵- ضرایب رگرسیون خطی ارقام مورد بررسی برای صفات مختلف

**Table 5** Linear regression coefficient of cultivars for different characteristics

ارقام Varieties	عملکرد ریشه RY	عملکرد شکر ناخالص SY	ضریب استحصال Yield	نسبت سدیم به عیار قند K/S	نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به عیار قند KNa/S	عملکرد شکر خالص WSY
1-PP.8	1.037 <sup>ns</sup>	1.034 <sup>ns</sup>	0.935 <sup>ns</sup>	0.921 <sup>ns</sup>	0.924 <sup>ns</sup>	1.033 <sup>ns</sup>
2-41RT	0.911 <sup>ns</sup>	0.943 <sup>ns</sup>	1.168*	1.161*	1.225**	0.964 <sup>ns</sup>
3-IC	0.969 <sup>ns</sup>	0.998 <sup>ns</sup>	1.048 <sup>ns</sup>	0.988 <sup>ns</sup>	1.039 <sup>ns</sup>	1.017 <sup>ns</sup>
4-7233	1.105 <sup>ns</sup>	1.072 <sup>ns</sup>	0.921 <sup>ns</sup>	0.910 <sup>ns</sup>	0.900 <sup>ns</sup>	1.049 <sup>ns</sup>
5-PP22	1.028 <sup>ns</sup>	1.010 <sup>ns</sup>	1.123 <sup>ns</sup>	1.089 <sup>ns</sup>	1.115 <sup>ns</sup>	1.040 <sup>ns</sup>
6-H5505	1.137*	1.095*	0.952 <sup>ns</sup>	0.982 <sup>ns</sup>	0.948 <sup>ns</sup>	1.082 <sup>ns</sup>
7-7233-P29	0.896 <sup>ns</sup>	0.921 <sup>ns</sup>	0.938 <sup>ns</sup>	1.033 <sup>ns</sup>	0.939 <sup>ns</sup>	0.913 <sup>ns</sup>
8-BR1	0.913 <sup>ns</sup>	0.925 <sup>ns</sup>	0.911 <sup>ns</sup>	0.912 <sup>ns</sup>	0.906 <sup>ns</sup>	0.898 <sup>ns</sup>

ns - معنی دار نیست  
ns=Non significant\* - در سطح پنج درصد معنی دار  
\* significant at the 5% level\*\* - در سطح یک درصد معنی دار  
\*\* significant at the 1% level

جدول ۶- ضرائب تشخیص ارقام مورد بررسی برای صفات مختلف

Table 6 Coefficient of determination of cultivars for different characteristics

ارقام	عملکرد ریشه	عملکرد شکر ناخالص	ضریب استحصال	نسبت سدیم به عیار قند	نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به عیار قند	عملکرد شکر خالص
Varieties	RY	SY	Yield	K/S	KNa/S	WSY
1-PP.8	96.7	96.0	97.1	97.5	97.3	98.8
2-41RT	91.9	95.5	88.9	86.2	87.7	97.9
3-IC	95.2	96.3	96.5	94.7	96.2	98.2
4-7233	96.1	96.8	91.0	94.2	91.2	99.0
5-PP22	95.6	96.4	92.3	91.8	92.7	99.6
6-H5505	94.8	95.8	87.8	88.5	87.4	98.3
7-7233-P29	92.7	93.3	91.8	90.6	91.8	96.7
8-BR1	90.2	93.4	88.4	89.6	88.4	97.1

جدول ۷- مقادیر شاخص اکووالانس ریک ارقام برای صفات مختلف

Table 7 Wricke's ecovalence parameter of cultivars for different characteristics

ارقام	عملکرد ریشه	عملکرد شکر ناخالص	ضریب استحصال	نسبت سدیم به عیار قند	نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به عیار قند	عملکرد شکر خالص
Varieties	RY	SY	Yield	K/S	KNa/s	WSY
1-PP.8	276.65	12.52	88.15	9399.85	73586.28	0.97
2-41RT	587.13	12.47	577.00	81641.81	657007.64	1.44
3-IC	347.71	10.56	120.82	18515.93	110900.69	1.29
4-7233	441.42	12.01	261.60	19887.05	223556.11	0.95
5-PP22	357.47	10.40	348.92	38290.63	281251.81	0.44
6-H5505	647.02	17.03	371.63	42416.01	334626.30	1.85
7-7233-P29	537.77	18.38	238.37	37583.93	209510.74	2.49
8-BR1	710.79	18.23	337.93	35065.91	295595.48	2.36

جدول ۸- واریانس پایداری ارقام مورد بررسی برای صفات مختلف

**Table 8** Stability variance of cultivars for different characteristics

ارقام Varieties	عملکرد ریشه RY	عملکرد شکر ناخالص SY	ضریب استحصال Yield	نسبت سدیم به عیار قند K/S	نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به عیار قند KNa/S	عملکرد شکر خالص WSY
1-PP.8	11.99	0.61	2.68	252.17	2002.90	0.14
2-41RT	29.99	0.61	31.02	4440.11	35824.42	0.23
3-IC	16.11	0.50	4.58	780.64	4166.05	0.21
4-7233	21.55	0.58	12.74	859.55	10696.80	0.14
5-PP22	16.68	0.49	17.8	1927.00	14041.48	0.04
6-H5505	33.46	0.87	19.12	2166.15	17135.65	0.31
7-7233-P29	27.13	0.95	11.39	1886.03	9882.57	0.43
8-BR1	37.16	0.94	17.16	1740.06	14872.99	0.41

جدول ۹- واریانس درون مکانی ارقام مورد بررسی برای صفات مختلف

**Table 9** Lin and Binns variances of cultivars for different characteristics

ارقام Varieties	عملکرد ریشه RY	عملکرد شکر ناخالص SY	ضریب استحصال Yield	نسبت سدیم به عیار قند K/S	نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به عیار قند KNa/S	عملکرد شکر خالص WSY
1-PP.8	121.00	3.48	40.03	5715.15	32287.18	3.24
2-41RT	85.97	2.05	90.95	12494.53	92452.28	2.29
3-IC	112.55	3.19	61.34	6622.07	54950.16	3.06
4-7233	140.50	3.76	72.43	7703.62	58835.46	3.78
5-PP22	141.71	2.80	85.56	10249.82	72211.43	2.58
6-H5505	123.06	3.42	68.87	8822.43	56571.66	3.42
7-7233-P29	100.35	3.42	53.69	11230.79	48363.61	3.26
8-BR1	156.10	3.95	62.72	6804.55	61419.95	2.51

جدول ۱۰-مقادیر شاخص واریانس محیطی ارقام برای صفات مختلف

**Table 10** Environmental variance of cultivars for different characteristics

ارقام	عملکرد ریشه	عملکرد شکر ناخالص	ضریب استحصال	نسبت سدیم به عیار قند	نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به عیار قند	عملکرد شکر خالص
Varieties	RY	SY	Yield	K/S	KNa/S	WSY
1-PP.8	351.40	13.26	113.71	12742.46	96513.92	10.39
2-41RT	284.93	11.13	193.79	22909.06	187981.02	9.30
3-IC	311.38	12.36	145.74	15113.73	123376.01	10.32
4-7233	401.37	14.18	117.68	12861.93	97679.84	10.89
5-PP22	349.27	13.20	172.37	18903.04	147520.88	10.66
6-H5505	430.14	14.96	130.35	15993.40	113169.28	11.68
7-7233-P29	273.43	10.89	121.02	17245.52	105590.37	8.45
8-BR1	292.02	10.95	118.43	13604.04	102089.03	8.15

جدول ۱۱-مقادیر شاخص ضریب تغییرات محیطی ارقام برای صفات مختلف

**Table 11** Environmental coefficient of variation of cultivars for different characteristics

ارقام	عملکرد ریشه	عملکرد شکر ناخالص	ضریب استحصال	نسبت سدیم به عیار قند	نسبت مجموع سدیم و پتاسیم به عیار قند	عملکرد شکر خالص
Varieties	RY	SY	Yield	K/S	KNa/s	WSY
1-PP.8	29.28	36.81	13.95	28.05	44.71	41.21
2-41RT	26.39	35.04	19.01	33.70	54.77	41.43
3-IC	27.11	36.09	16.22	28.32	47.07	42.60
4-7233	30.94	37.13	14.05	28.66	46.69	40.84
5-PP22	29.66	38.56	17.69	32.14	50.60	44.84
6-H5505	31.62	38.56	14.98	31.60	47.69	43.15
7-7233-P29	28.74	36.06	14.12	34.60	49.49	39.38
8-BR1	26.52	33.39	14.27	28.81	45.96	36.41

## References

## منابع مورد استفاده

- خدابنده، ن. ۱۳۶۸. زراعت گیاهان صنعتی. انتشارات مرکز نشر سپهر. چاپ دوم
- خیری، م. ۱۳۷۳. دیدگاه‌ها و پیشرفت‌های فنی تولید چغندر قند در آلمان (ترجمه)، نشریه صنایع قند ایران. شماره ۱۰۸، ص ۲۸۶
- فرشادفر، ع. ۱۳۷۶. کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات. انتشارات طاق بستان. جلد دوم
- کریمی، ه. ۱۳۶۸. تولید گیاهان زراعی. چاپ نخست. انتشارات دانشگاه تهران
- کوک، دی. ا. و آر. کی. اسکات (ترجمه اعضاء هیئت علمی موسسه تحقیقات چغندر قند). ۱۳۷۷. چغندر قند، از علم تا عمل. نشر علوم کشاورزی. ۷۳۱ صفحه
- مقدم، م. کاظمی، ح. و رحیمزاده خوئی ف. ۱۳۶۹. تجزیه پایداری ارقام گندم پاییزه و تأثیر سطوح مختلف تراکم بذر روی عملکرد در برخی از نقاط دیمکاری استان آذربایجان شرقی. مجله دانش کشاورزی. شماره های ۳ و ۴، دانشگاه تبریز
- موسویان، م. ۱۳۷۶. مطالعه اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط و تخمین سازگاری و ثبات عملکرد ارقام گندم معمولی (*Triticum aestivum*)، مجله کشاورزی، شماره ۲. صفحات ۳ الی ۱۷
- یزدی صمدی، ب. رضائی ع. و ولی زاده م. ۱۳۷۷. طرح‌های آماری در پژوهش‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم
- Becker HC (1988) Stability analysis in plant breeding. Plant breeding 101:1-23
- Eberhart SA, Russell WS (1966) Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci 6:36-40
- Finlay KW (1968) The significant of adaptation in wheat breeding. Proc. 3ed Int. Wheat Genetics Symposium. Aus Aust Aced Sci Camberra 403-409
- Finlay KW, Wilkinson GN (1963) The analysis of adaptation in a plant breeding programmed. Aust J Agric Res 14:742-754
- Francis TR, Kannenberg LW (1978) Yield stability studies in short-season Maize:1.A descriptive method for grouping genotypes. Can J .Plant Sci 58:1029-1034
- Heyward MD, Bosemard NO, Romagosa I (1993) Plant breeding. Chapman and Hall, UK
- Le Clerg EL, Leonard WH, Clark AQ (1966) Field plots technique. Burgess pub Co USA

- Lin CS, Binns MR, Lefkovitch L\A (1986) Stability analysis: where do we stand. Crop Sci 26:894-900
- Lin CS, Binns MR (1988) A method of analysing cultivars location year experiment a new stability parameter. Theor Appl Genet 76:425-430
- Lin CS Binns MR (1991) Genetic properties of four type of stability parameters. Theor Appl Genet 82:505-509
- Perkins JM, Jinks JL (1968) Environmental and genotype- environment components of variability. III. Multiple lind and crosses. Heredity, 23:339-356
- Pinthus MJ (1973) Estimate of genotypic value: A proposed method. Euphytica 22:121-123
- Romagosa I, Fox PN (1993) Genotype \* environment interaction and adaptation. In: Hayward MD, Bosemark NO, Romagosa I.(eds), Plant Breeding: principles and prospects, 373-390.Chapman and Hall,London
- Shukla GK (1972) Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Hered. 29:237-245.
- Wrick G (1962) Uber eine method zur erfassung dar okoioischen steubreite in feldversuchen. Z.Pflanzenzuchtg, 47:92-96.