دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) به‌منظور گزینش لاین‌های امیدبخش جو با عملکرد بالا و خصوصیات زراعی مطلوب[1]

حسن زالی[1] و علی براتی[2]

۱- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، ایران، (نویسنده مسوول: Hzali90@yahoo.com)
۲- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
تاریخ دریافت: ۹۸/۷/۴ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱/۱۶
صفحه: ۹۳ تا ۱۰۴

چکیده

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و انتخاب لاین‌های پرمحصول با خصوصیات زراعی مطلوب، تعداد ۱۰۸ لاین خالص در قالب طرح بدون تکرار آگمنت همراه با چهار شاهد در سه بلوک، در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی داراب طی سال زراعی ۹۷- ۱۳۹۶، با استفاده از شاخص SIIG، ارزیابی شدند. نتایج شاخص SIIG نشان داد که لاین‌های شماره‌ی ٦٤، ۸، ۳۳، ۱۱۳، ۱۱۹ و ۳٤ به‌ترتیب با بیشترین مقدار SIIG (۰/۷۷۰، ۰/۷٤٦، ۰/۷٤٤، ۰/۷۱۲، ۰/۷۰۵ و ۰/۷۰۵) جزء برترین لاین‌ها و لاین‌های شماره‌ی ٤٤ و ۱۱٦ به‌ترتیب با کمترین مقدار SIIG (۰/۲٦۹ و ۰/۲۹۹) جزء ضعیف‌ترین لاین‌ها در این تحقیق بودند. به‌منظور بررسی کارایی شاخص SIIG در انتخاب بهترین لاین‌ها از نظر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد روز تا گل‌دهی و تعداد رو تا رسیدگی به‌طور هم‌زمان، لاین‌های مورد بررسی براساس شاخص SIIG در ٦ دسته گروه‌بندی شدند. نتایج گروه‌بندی لاین‌ها بر اساس شاخص SIIG نشان داد که متوسط عملکرد دانه گروه‌های ۱، ۲ از متوسط عملکرد همه ژنوتیپ‌های شاهد بیشتر بود. هم‌چنین متوسط عملکرد گروه‌های ٤، ۵ و ٦ از هر چهار ژنوتیپ شاهد آزمایش پایین‌تر بود. نهایتاً لاین‌های شماره‌ی ٦٤، ۸، ۳۳، ۱۱۳، ۱۱۹ و ۳٤ از گروه یک و لاین‌های شماره‌ی ۸۷، ٦۵، ۸۵، ۱۱۵، ۳۲، ٦، ۸٦، ۲، ۱۵، ۱۳، ۹، ۵۷، ٦۲، ٦۳، ۲۸، ۱٤، ۸۹، ۹٤ و ۱٦ از گروه ۲ و لاین‌های شماره‌ی ۲۲، ٤٦، ۱۰، ۵۵، ۱۱٤، ۹٦، ۱۰٤ و ۲۵ از گروه ۳ جزء لاین‌های برتر در این تحقیق بودند و می‌توان از آنها برای انجام آزمایشات بیشتر از جمله آزمایشات سازگاری در مناطق گرمسیر مخصوصاً شهرستان داراب استفاده نمود. هم‌چنین لاین ۱۱۳ برترین لاین دو ردیفه در این تحقیق بود.

واژه‌های کلیدی: شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل، روش چند معیاره، صفات مرفولوژیک، عملکرد جو

مقدمه

جو (*Hordeum vulgare* L.) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی اهلی شده است که امروزه جو به‌دلیل موارد استفاده زیاد آن در تغذیه انسان و دام، تولید مالت و استفاده در صنایع تبدیلی یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده غلات است و از نظر اهمیت اقتصادی پس از گندم، برنج و ذرت در مقام چهارم جهان قرار گرفته است (۵). جو بعد از گندم با سطح زیر کشت ۱۷۶۲۰۰۰ هکتار و تولید ۳۲۰۱۰۰۰ تن، دومین گیاه زراعی مهم ایران از نظر ارزش زراعی و تغذیه‌ای به‌شمار می‌رود (۱) و با درجه سازگاری وسیع‌تر ولی با ارزش اقتصادی کم‌تر، در مناطقی از نواحی خشک که بارندگی برای تولید گندم کافی نیست، جایگزین گندم می‌شود (۱۰). بنابراین بررسی و مطالعه در مورد گیاه استراتژیک جو از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. براساس آماره منتشره در سال ۲۰۱۷ در جهان میزان تولید جو حدود ۱۴۷/۴ میلیون تن و در ایران ۳/۱ میلیون تن می‌باشد (۴).

با توجه به نقش تنوع ژنتیکی در پیش‌برد اهداف برنامه‌های به‌نژادی و نقش لاین‌های پیشرفته در این خصوص، بدون شک بررسی لاین‌های جدید جو با خصوصیات مرفولوژیک مطلوب، از جمله روش‌های مناسب برای دستیابی به معیارهای انتخاب در جهت بهبود عملکرد و اصلاح و معرفی ارقام تجاری است که نهایتاً منجر به افزایش تولید جو خواهد شد. در تحقیقی ۸ صفت مرفولوژیک سنبله در ۱۳۰ جمعیت محلی اندازه‌گیری شد و مشخص شد که تنوع در جو دیم رابطه‌ای پیچیده با گستردگی در محیط اکوسیستم زراعی دارد. در این تحقیق جوهای با تعداد ردیف نامنظم و شش ردیف بیشترین فراوانی (به‌ترتیب ۴۹ و ۴۶ درصد) و جوهای دو ردیفه کمترین فراوانی (۴/۵ درصد) را داشتند (۶). تقی‌زاده و همکاران (۱۵) با استفاده از تجزیه خوشه‌ای و بر اساس صفات اندازگیری شده، ۱۰۳ خانواده جو را به دو گروه دسته‌بندی نمودند که بین گروه‌ها از نظر بیشتر صفات اختلاف معنی‌داری وجود داشت و یک گروه به‌عنوان گروه مطلوب برگزیده شد.

مطالعات زیادی در ارتباط با ارزیابی صفات و تعیین ماهیت، اهمیت و ارتباط آنها با عملکرد دانه با استفاده از تجزیه به عامل‌ها و سایر روش‌های چندمتغیره انجام شده است (۳،۱۱، ۲۱). در بیشتر این تحقیقات بحث در مورد ارتباط بین صفات با عملکرد و نهایتاً گروه‌بندی آنها شده است ولی در بسیاری از آنها بحثی در مورد انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها نشده است. بنابراین نیاز به روش‌هایی است که بتواند انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب را با توجه به صفات مورد بررسی به‌طور مناسبی انجام دهد و شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل[1] (SIIG) (۲۰،۱۹) یکی از این روش‌ها می‌باشد که می‌تواند علاوه بر انتخاب ژنوتیپ‌های ایده‌آل، فاصله بین ژنوتیپ‌ها را هم مشخص کند.

چون که عملکرد به مقدار زیادی تحت تأثیر محیط و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط قرار می‌گیرد. بنابراین به‌نظر بسیاری از محققین برای صفاتی مثل عملکرد، انتخاب غیرمستقیم از طریق سایر صفات که همبستگی بالایی با عملکرد دارند از کارایی بیشتری برخوردار است (۱۴). به‌همین دلیل محققان

این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی شماره ۹۷۰۷۱۵-۱۱۷-۰۳-۰۳ مصوب مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می‌باشد.

شاخص‌های مختلفی را برای افزایش کارایی انتخاب معرفی نموده‌اند (۲،۸،۹). در شاخص انتخاب اسمیت–هیزل (۱۷) و پسک–بیکر (۱۳) 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 روش SIIG نیازی به محاسبه وراثت‌پذیری و ارزش فوتیپی و اقتصادی نمی‌باشد. در این روش امکان شناسایی ژنوتیپ‌هایی با خصوصیات خاص وجود دارد. به‌عنوان مثال با روش SIIG می‌توان ژنوتیپ‌هایی با عملکرد دانه و وزن هزار دانه بالا، ارتفاع کم و زودرس را درصورت وجود داشتن، شناسایی و انتخاب نمود.

برای انتخاب ارقام مطلوب با ویژگی‌های خاص استفاده از یک صفت به‌تنهایی ممکن است منجر به نتایج مطلوبی نباشد، بر همین اساس در این تحقیق از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (۲۰،۱۹) به‌منظور ادغام تعدادی از صفات مهم مرفولوژیک، برای ارزیابی بهتر ژنوتیپ‌ها و تنوع ژنتیکی آنها استفاده شد. روش SIIG، برای اولین بار توسط زالی و همکاران (۱۹) برای ادغام روش‌های مختلف تجزیه پایداری معرفی شد. شاخص SIIG برگرفته از مدل TOPSIS[2] یا اولویت‌بندی بر اساس شباهت به راه‌حل ایده‌آل می‌باشد که نخستین بار بوسیله ونگ و یون (۷) به‌عنوان یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره معرفی شد. از روش SIIG می‌توان برای رتبه‌بندی و مقایسه بهتر ژنوتیپ‌های مختلف و انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها و تعیین فواصل بین ژنوتیپ‌ها و گروه‌بندی آن‌ها استفاده نمود. از ویژگی‌های روش SIIG این است که برای محاسبه آن می‌توان از شاخص‌های مختلف، صفات مرفولوژیک، صفات فیزیولوژیک و ... استفاده نمود و کارایی انتخاب را افزایش داد. از آن‌جایی‌که ممکن است هر ژنوتیپی از نظر یک شاخص یا صفتی برتر باشد و در نهایت با افزایش تعداد صفات یا شاخص‌ها، ممکن است انتخاب ژنوتیپ مناسب برای محقق دشوار شود، به کمک روش SIIG، تمام شاخص‌ها و صفات به‌صورت یک شاخص واحد درآمده و رتبه‌بندی و تعیین ژنوتیپ‌های برتر بسیار راحت‌تر می‌شود. هم‌چنین اگر تعداد صفات کم باشد اما تعداد ژنوتیپ‌ها زیاد باشد شاخص SIIG انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب را آسان‌تر می‌کند. از جمله مزیت‌های این روش آن است که معیارها یا شاخص‌های به‌کار رفته برای مقایسه می‌توانند دارای واحدهای سنجش متفاوتی بوده و طبیعت منفی و مثبت داشته باشند (۲۰،۱۹).

هدف از این تحقیق، بررسی تنوع ژنتیکی لاین‌های جو از نظر عملکرد و تعدادی از خصوصیات مهم مرفولوژیک جهت معرفی و کشت در اقلیم گرم و خشک داراب با استفاده از شاخص SIIG بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی لاین‌های پیشرفته جو، انتخاب شده از آزمایشات بین المللی جو (۹۷–۱۳۹۶)، تعداد ۱۰۸ لاین خالص (جدول ۲) در قالب طرح بدون تکرار آگمنت همراه با چهار شاهد (نیمروز، اکسین، نوروز و WB-95-19) در سه بلوک، در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی داراب، طی سال زراعی ۹۸–۱۳۹۷ ارزیابی شدند. ارتفاع منطقه مورد آزمایش از سطح دریا ۱۱۰۷ متر با اقلیم گرم و خشک و متوسط بارندگی ۲۴۸ میلی‌متر و زمستان‌های معتدل می‌باشد. مشخصات جغرافیایی آن به‌ترتیب ۵۴ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۵۰ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی است. هم‌چنین سایر اطلاعات هواشناسی مربوط به سال زراعی در جدول ۱ نشان داده شده است. ارقام و لاین‌های مورد بررسی در اواخر آذر در شش خط به‌طول شش متر (۷/۲ مترمربع) به‌فاصله ۱۵ سانتی‌متر از هم‌دیگر کشت و به‌صورت نشتی آبیاری شدند. میزان بذر مصرفی ۳۰۰ دانه در متر مربع و با در نظر گرفتن وزن هزار دانه برای هر لاین تعیین گردید. هم‌چنین قبل از برداشت نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت حذف و بقیه (۶ مترمربع) برداشت شد. در طول فصل زراعی، کلیه عملیات‌های زراعی مرسوم انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ و نازک‌برگ به‌صورت مکانیکی و هم‌چنین با استفاده از علف‌کش در مرحله پنجه‌زنی تا ساقه‌رفتن انجام شد. در طول دوره رشد علاوه بر مراقبت‌های زراعی، یادداشت برداری از کرت‌های آزمایشی شامل صفات تعداد روز تا گل-دهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه بعمل آمد.

1- Selection index of ideal genotype

2- The technique for order of preference by similarity to ideal solution

جدول ۱- داده‌های هواشناسی ماهیانه در فصل زراعی ۹۸-۱۳۹۷

Table 1. Monthly meteorological data in cropping season of 2018-19

ماه	Month	فصل زراعی ۹۸-۱۳۹۷ Cropping season 2018-19			
		دما (سانتی‌گراد) Tem. (centigrade)			
		حداکثر Min	حداقل Max	میانگین Mean	بارندگی (میلی‌متر) Rainfall (mm)
مهر	Oct.	۳۵/۶	۱۱/۸	۲۳/۹	۵۰/۲
آبان	Nov.	۲۶/۸	۶/۶	۱۷	۳۲/۹
آذر	Dec.	۲۳/۴	۰/۴	۱۳/۳	۷/۵
دی	Jan.	۲۲/۲	-۰/۶	۱۳	۷/۲
بهمن	Feb.	۲۴/۴	۰	۱۲/۹	۹۷/۳
اسفند	Mar.	۲۴/۲	۲/۸	۱۵/۶	۹۸/۴
فروردین	Apr.	۳۰/۹	۸	۲۱/۸	۵۷
اردیبهشت	May	۳۹/۲	۱۳/۲	۲۹/۴	۲/۹
مجموع					۳۵۳/۴

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و ادغام صفات موفولوژیک مختلف از روش SIIG استفاده شد که نحوه محاسبه این شاخص به شرح ذیل می‌باشد:

۱- تشکیل ماتریس داده‌ها

با توجه به تعداد ژنوتیپ‌ها و صفات مختلف مورد بررسی، ماتریس داده‌ها به صورت زیر تشکیل می‌شود.

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & & x_{2m} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

در این ماتریس x_{ij}: مقدار صفت iام ($i = 1, 2, \dots n$) در رابطه با ژنوتیپ jام ($j = 1, 2, \dots m$) می‌باشد.

۲- تبدیل ماتریس داده‌ها به یک ماتریس نرمال (ماتریس R)

از رابطه ذیل برای نرمال کردن داده‌ها استفاده می‌شود:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}^2}}$$

ماتریس R به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & & r_{2m} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix}$$

۳- پیدا کردن ژنوتیپ ایده‌آل و ژنوتیپ غیر ایده‌آل (ضعیف)

در این مرحله برای هر صفت به‌طور جداگانه، بهترین ژنوتیپ و ضعیف‌ترین انتخاب می‌شود.

۴- محاسبه فاصله از ژنوتیپ ایده‌آل و ژنوتیپ ضعیف

در این مرحله برای هر صفت، فاصله از ژنوتیپ ایده‌آل (d_i^+) و ژنوتیپ ضعیف (d_i^-) به‌ترتیب از روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} \left(r_{ij} - r_j^+\right)^2} \qquad i = 1, \dots, n$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} \left(r_{ij} - r_j^-\right)^2} \qquad i = 1, \dots, n$$

در روابط فوق r_{ij}: مقدار نرمال شده شاخص (صفت) iام ($i = 1, 2, \dots n$) در رابطه با ژنوتیپ jام ($j = 1, 2, \dots m$) می‌باشد. r_i^+ و r_i^- : به‌ترتیب مقدار نرمال شده ژنوتیپ ایده‌آل و ژنوتیپ ضعیف برای هر شاخص (صفت) iام ($i = 1, 2, \dots n$) است. هم‌چنین d_i^+: فاصله از ژنوتیپ ایده‌آل و d_i^-: فاصله از ژنوتیپ ضعیف می‌باشد.

۵- محاسبه شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG)

در آخرین مرحله شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$SIIG = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad i = 1, 2 \dots, m, \qquad 0 \le SIIG \le 1$$

مقدار SIIG بین صفر تا یک تغییر می‌کند و هرچه گزینه مورد نظر به ژنوتیپ ایده‌آل نزدیک‌تر باشد مقدار SIIG آن به یک نزدیک‌تر خواهد بود. بر اساس این روش، بهترین ژنوتیپ، نزدیک‌ترین ژنوتیپ به ژنوتیپ‌های ایده‌آل و دورترین از ژنوتیپ‌های ضعیف است (۲۰،۱۹). در اینجا، ژنوتیپ ایده‌آل از مجموع مقادیر ایده‌آل هر یک از صفات مورد مطالعه به‌دست می‌آید، درحالی‌که ژنوتیپ ضعیف از مجموع مقادیر ضعیف هر یک از صفات مورد نظر حاصل می‌گردد. به‌عنوان مثال در مورد عملکرد، حداکثر عملکرد یک ژنوتیپ، مقدار ایده‌آل و عملکرد پایین، به‌عنوان مقدار ضعیف در نظر گرفته می‌شود. هم‌چنین در مورد تعداد روز تا گل‌دهی (DHE)، چنانچه زودرسی ژنوتیپ‌ها مهم باشد، مقدار ایده‌آل برابر کم‌ترین مقدار DHE برای ژنوتیپ‌ها و مقدار ضعیف برابر با حداکثر مقدار DHE برای ژنوتیپ‌ها می‌باشد.

در این تحقیق، برای محاسبه شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

جدول ۲- شجره لاین‌های جو مورد بررسی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷

Table 2. Pedigree of barley promising at cropping season 2018-2019

لاین‌ها Lines	شجره Pedigree
۲	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/4/Nosrat
۳	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/4/Sahra
۴	Sahra/4/Bgs/Dajia//L.1242/3/(L.B.IRAN/Una8271//Gloria'S'/3/Alm/Una80//....)
۵	Sahra/6/Alanda//Lignee527/Arar/5/Ager//Api/CM67/3/Cel/WI2269//Ore/4/Hamra-01
۶	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/4/Deshud Navaro//Gloria"s"/Copal"s"/3/Rhn-03//L.527/NK1272
۷	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/4/Deshud Navaro//Gloria"s"/Copal"s"/3/Rhn-03//L.527/NK1272
۸	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/4/Trompilo/L.Moghan//CM
۹	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/4/Trompilo/L.Moghan//CM
۱۰	Arar/3/Cr.115/Por//Giza 121/4/Lignee527/NK1272//JLB70-63
۱۲	Arar/3/Cr.115/Por//Giza 121/4/Productive//As46/Aths
۱۳	Malouh//Aths/Lignee686/4/Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"
۱۴	POA/HJO//QJINA/4/Lignee527/NK1272//JLB70-063/3/Barjouj
۱۵	VIOLETA/MJA//Arabian Barley
۱۶	Lignee527/NK1272//JLB70-63/3/73M4-30
۱۷	Ashar/Beecher/5/Lignee 527/Chn-01//Gustoe/4/Rhn-08/3/Deir Alla 106//Dl71/Strain 205
۱۸	Ashar/Beecher//VIOLETA/MJA
۱۹	Ashar/Beecher/3/Lignee527/NK1272//JLB70-63
۲۰	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/4/LB.Iran/Una 8271//Gloria"S"/Come"s"-11M/3/Kavir
۲۲	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/4/LB.Iran/Una 8271//Gloria"S"/Come"s"-11M/3/Kavir
۲۳	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/4/Malouh//Aths/Lignee686
۲۴	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/4/Comino
۲۵	Yousef/Jonoob//Nik
۲۶	(D10)Rhn-03//L.527/NK1272/3/Jonoob/4/Nik
۲۷	(Salt-4)LB.Iran/Una 8271//Gloria"S"/Come"s"-11M/3/Kavir/4/Yousef/5/Nik
۲۸	(Salt-12)ROHO/MAZORKA//TROMPILO/3/Lignee 527/NK1272//JLB 70-63/4/Yousef
۲۹	VIOLETA/MJA//Rihane/3/Nik
۳۰	VIOLETA/MJA//Rihane/3/Nik
۳۲	CANELA/3/HEGE GS679.82/SHYRI//LAUREL/4/CERISE/SHYRI//…/5/MALOUH//Aths/Lignee686/6/Nik
۳۳	Lignee 527/NK1272//JLB 70-63/3/Sahra
۳۴	Lignee 527/NK1272//JLB 70-63/3/Sahra
۳۵	Lignee 527/NK1272//JLB 70-63/3/Sahra
۳۶	KAROON/KAVIR/4/Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S'/5/Asal/4/Aw Black/Aths/Arar/3/9Cr.279-07/Roho
۳۷	GLORIA-BAR/COPAL//SEN/3/PETUNIA 1/4/ PETUNIA 1/5/C.C.89
۳۸	KAROON/KAVIR//Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S' /4/Sahra/5/Fajr30
۳۹	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۴۰	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۴۲	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۴۳	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۴۴	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۴۵	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۴۶	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۴۷	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۴۸	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۴۹	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۵۰	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۵۲	KAROON/KAVIR//Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S' /4/Sahra/5/Yousef
۵۳	KAROON/KAVIR//Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S' /4/Sahra/5/Yousef
۵۴	KAROON/KAVIR//Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S' /4/Sahra/5/Yousef
۵۵	KAROON/KAVIR//Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S' /4/Sahra/5/Yousef
۵۶	KAROON/KAVIR//Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S' /4/Sahra/5/Yousef
۵۷	KAROON/KAVIR//Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S' /4/Sahra/5/Yousef
۵۸	KAROON/KAVIR//Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S' /4/Sahra/5/Yousef
۵۹	KAROON/KAVIR//Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S' /4/Sahra/5/Yousef
۶۰	KAROON/KAVIR//Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S' /4/Sahra/5/Yousef

لاین‌ها Lines	شجره Pedigree
۶۲	KAROON/KAVIR//Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S' /4/Sahra/5/Yousef
۶۳	KAROON/KAVIR//Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S' /4/Sahra/5/Yousef
۶۴	KAROON/KAVIR//Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S' /4/Sahra/5/Yousef
۶۵	KAROON/KAVIR/4/Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S'/5/Legia
۶۶	KAROON/KAVIR/4/Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S'/5/Legia
۶۷	KAROON/KAVIR/4/Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S'/5/Legia
۶۸	KAROON/KAVIR/4/Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S'/5/Legia
۶۹	KAROON/KAVIR/4/Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S'/5/Legia
۷۰	KAROON/KAVIR/4/Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S'/5/Legia
۷۲	KAROON/KAVIR/4/Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S'/5/Legia
۷۳	KAROON/KAVIR/4/Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S'/5/Legia
۷۴	KAROON/KAVIR/4/Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S'/5/Legia
۷۵	KAROON/KAVIR/4/Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S'/5/Legia
۷۶	KAROON/KAVIR/4/Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S'/5/Legia
۷۷	KAROON/KAVIR/4/Rhodes'S'//Tb/Chzo/3/Gloria'S'/5/Legia
۷۸	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۷۹	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۸۰	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۸۲	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۸۳	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۸۴	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۸۵	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۸۶	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۸۷	Cr115/Por//Bc/3/Api/CM67/4/Giza120/5/H272/Bgs/3/Mzq/Gva//...Alanda-01/6/Sahra
۸۸	Nadawa/Rhn-03//Mtn-01 ICB04-0699-0AP-2AP-0AP
۸۹	Baladieldawaia/3/Robur-Bar/142-B//Astrix/Sutter332-3 ICB04-0063-0AP-4AP-0AP
۹۰	AwBlack/Aths//Arar/3/9Cr279-07/Roho/6/Alanda-01/5/CI01021/4/CM67/U.Sask. 1800//Pro/CM67/3/DL70 ICB95-0204-0AP-16AP-0AP-4AP-0AP-6AP-0AP
۹۲	Merzaga(Orge077)/Alanda-01//Express ICB04-0710-0AP-2AP-0AP
۹۳	Malouh//Aths/Lignee686 ICB97-0748-0AP-6AP-20TR-9TR-38AP-0AP
۹۴	Alanda-01/3/Alanda//Lignee527/Arar ICB97-0754-0AP-20AP-5TR-19AP-0AP-1AP-0AP
۹۵	Aths/Lignee686//Mari/Aths*2/3/Lignee527/NK1272//Alanda/4/Arig8 ICB05-0234-0AP-9AP-0AP
۹۶	Ghinneri(smooth_awns)/Alanda ICB04-0169-0AP-4AP-0AP
۹۷	Rhn-03/Osiris ICB04-1263-0AP-99AP-0AP
۹۸	Clipper//WI2291*2/WI2269/7/Hml-02/5/Cq/Cm//Apm/3/12410/4/Giza134-2L/6/Clipper/Volla/3/Arr/Esp//Alger/Ceres362-1-1/4/Hml ICB05-0484-8AP-0AP
۹۹	Aths/Lignee686/4/Avt/Attiki//Aths/3/Giza121/Pue ICB95-0315-0AP-14AP-0AP-11AP-0AP-7AP-0AP
۱۰۰	Nadawa/Rhn-03/3/Lignee527/Rihane//Arar ICB03-0534-0AP-5AP-0AP
۱۰۲	Aths/Lignee686/4/Avt/Attiki//Aths/3/Giza121/Pue ICB95-0315-0AP-14AP-0AP-13AP-0AP-8AP-0AP
۱۰۳	Aths/Lignee686/4/Avt/Attiki//Aths/3/Giza121/Pue ICB95-0315-0AP-14AP-0AP-13AP-0AP-7AP-0AP
۱۰۴	Aths/Lignee686/4/Avt/Attiki//Aths/3/Giza121/Pue ICB95-0315-0AP-14AP-0AP-13AP-0AP-1AP-0AP
۱۰۵	ABN-B/KC-B//RAISA/3/ALELI/4/CLE150/W89.11369 CBSS01M00336S-0M-0M-3Y-1M-0Y
۱۰۶	V MORALES/6/ZIGZIG/4/EGYPT4/TERAN78//P.STO/3/QUINA CBSS04B00042S-0M-0Y-0M-0Y-1M-0AP
۱۰۷	BREA/DL70//3*TOCTE/3/6B03-4452 ICB09-1406-0AP-0TR-0AP-0TR-0AP-0TR
۱۰۸	V Morales/6/M9846//CCXX14.ARZ3/PACO/3/PALTON CBSS04B00043S-3M-0Y-0M-0Y-2M-0AP
۱۰۹	SHENMAI NO.3/MSEL CBSS03B00053S-5Y-2M-1Y-1M-0Y-0AP
۱۱۰	CEV 96060//BUCK M8.88/E.ACACIA/3/CANELA CBSS01M00505T-0TOPY-3M-2M-3Y-1M-0Y
۱۱۲	BREA/DL70//3*CABUYA/3/PENCO/CHEVRON-BAR ICB09-1435-0AP-0TR-0AP-0TR-0AP-0TR"
۱۱۳	AJO 61/6/V MORALES ICB09-1494-0AP-0TR-0AP-0TR
۱۱۴	CHAMICO/TOCTE//CONGONA/3/PETUNIA 2/4/PENCO/CHEVRON-BAR CBSS01Y00891T-Z-0Y-2M-1M-2Y-0M
۱۱۵	(D-13)Bgs/Dajia//L.1242/3/(L.B.IRAN/Una8271//Gloria'S'/3/Alm/Una80//....)/4/ Nosrat
۱۱۶	Comp.Cr229//As46/Pro/3/Srs/4/Express/5/Rhn-03*2/M83-194 Ras3*2/6/Lignee 527/NK1272//JLB 70-63
۱۱۷	Composit-ahvaz
۱۱۸	CANELA/3/HEGE GS679.82/SHYRI//LAUREL/4/CERISE/SHYRI//…/5/YOUSEF
۱۱۹	Productive//As46/Aths/3/Kavir
۱۲۰	Productive//As46/Aths/3/Kavir

نتایج و بحث

مقادیر میانگین، حداقل، حداکثر، انحراف معیار و ضریب تغییرات در ۱۰۸ لاین امیدبخش جو در جدول ۳ نشان داده شده است. هم‌چنین میانگین صفات مرفولوژیک چهار ژنوتیپ نیمروز، اکسین، نوروز و WB-95-19 برای مقایسه ژنوتیپ‌ها در جدول ۳ ذکر شده است. میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های شاهد به‌ترتیب برابر با ۴۵۴۳ (WB-95-19)، ۴۲۶۳ (نوروز)، ۴۲۱۳ (نیمروز) و ۳۹۸۹ (اکسین) کیلوگرم در هکتار بود. میانگین عملکرد دانه لاین‌های مورد بررسی ۳۹۷۷ کیلوگرم در هکتار بود که این مقدار از متوسط عملکرد هر چهار ژنوتیپ شاهد پایین‌تر بود. اما حداقل و حداکثر عملکرد دانه لاین‌ها به‌ترتیب برابر با ۱۸۶۲ و ۵۹۵۵ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳) که بیانگر تنوع بالا برای عملکرد دانه است. هم‌چنین برای صفات تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته مشاهده شد که حداقل مقادیر این صفات از متوسط عملکرد ژنوتیپ‌های شاهد پایین‌تر بود اما حداکثر مقادیر برای این صفات از میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های شاهد بیشتر بود که این مطلب حاکی از وجود تنوع بین لاین‌ها از نظر صفات مرفولوژیک مورد مطالعه نسبت به ژنوتیپ‌های شاهد است (جدول ۳).

جدول ۳- آمار توصیفی مربوط به صفات مختلف مرفولوژیک در ۱۰۸ لاین امیدبخش جو و ژنوتیپ‌های شاهد در سال ز راعی ۹۸-۱۳۹۷

Table 3. Descriptive statistics parameters for different morphological traits of 108 barley promising lines and check genotypes in cropping season 2018-19

صفات Traits	میانگین Mean	حداقل Min	حداکثر Max	انحراف معیار Standard deviation	ضریب تغییرات CV (%)	شاهد Check			
						نیمروز	اکسین	نوروز	WB-95-19
DHE (day)	۱۰۲	۹۳	۱۰۵	۳/۱۲	۳/۱	۱۰۰	۹۹	۱۰۵	۹۹
DMA (day)	۱۳۹	۱۳۶	۱۴۲	۱/۴۴	۱/۰	۱۳۸	۱۴۰	۱۴۱	۱۳۹
PLH (cm)	۱۱۵	۷۹	۱۳۹	۱۰/۸۰	۹/۴	۱۰۸	۱۱۴	۱۱۴	۱۰۹
TKW (g)	۴۲	۲۸	۴۸	۳/۶۸	۸/۷	۴۴	۴۰	۴۹	۴۳
YLD (kg ha^{-1})	۳۹۷۷	۱۸۶۲	۵۹۵۵	۶۸۵/۷۰	۱۷/۲	۴۲۱۳	۳۹۸۹	۴۲۶۳	۴۵۴۳
LOD(%)	۵۶	۰	۱۰۰	۳۰/۱۰	۵۳/۳	۵۰	۵۷	۳۷	۵۳

DHE: تعداد روز تا گل‌دهی؛ DMA: تعداد روز تا رسیدگی؛ PLH: ارتفاع بوته؛ TKW: وزن هزار دانه؛ YLD: عملکرد دانه؛ LOD: خوابیدگی

براساس نتایج تجزیه همبستگی فنوتیپی بین صفات (جدول ۴)، ارتباط معنی‌داری بین عملکرد دانه با صفات تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته مشاهده نشد. بنابراین در این تحقیق انتخاب براساس عملکرد ممکن است منجر به انتخاب لاین‌هایی با سایر صفات مطلوب نشود. بنابراین از شاخص SIIG در این تحقیق استفاده شد.

جدول ۴- تجزیه همبستگی بین صفات مختلف مرفولوژیک و شاخص SIIG

Table 4. Correlation analysis among different morphological traits and SIIG index

	DHE	DMA	PLH	TKW	YLD	LOD
DMA	۰/۵۰۶**					
PLH	۰/۴۲۲**	۰/۳۹۴**				
TKW	−۰/۱۱۷	−۰/۱۲۱	۰/۱۳۳			
YLD	−۰/۰۶۴	−۰/۰۲۴	−۰/۱۲۲	−۰/۰۳۰		
LOD	۰/۱۰۰	۰/۲۵۲**	۰/۴۶۵**	−۰/۰۲۷	−۰/۱۹۳*	
SIIG	−۰/۲۲۹*	−۰/۱۶۸	−۰/۳۷۵**	۰/۱۸۵	۰/۹۲۶**	−۰/۳۱۳**

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

DHE: تعداد روز تا گل‌دهی؛ DMA: تعداد روز تا رسیدگی؛ PLH: ارتفاع بوته؛ TKW: وزن هزار دانه؛ YLD: عملکرد دانه؛ LOD: خوابیدگی

به‌منظور انتخاب بهترین لاین‌ها از نظر عملکرد و سایر صفات مورد بررسی از شاخص SIIG (۱۹) استفاده شد (جدول ۵). شاخص SIIG، صفات مورد نظر را ادغام نموده و تبدیل به یک شاخص واحد می‌نماید و کارایی تصمیم‌گیری را افزایش می‌دهد. از آن‌جایی که میزان تغییرات این شاخص بین صفر تا یک می‌باشد هر چه مقدار SIIG برای ژنوتیپی به یک نزدیک‌تر باشد آن ژنوتیپ از مطلوبیت بالاتری از نظر بیشتر صفات مورد مطالعه، برخوردار می‌باشد و هر چه مقدار SIIG برای ژنوتیپی به صفر نزدیکتر باشد ژنوتیپ مورد بررسی از نظر صفات مورد بررسی از مطلوبیت کمتری برخوردار خواهد بود. در واقع به‌کمک شاخص SIIG، محقق تصمیم نهایی را در انتخاب بهترین و ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد مطالعه می‌گیرد (۲۰،۱۹). شاخص SIIG براساس صفات عملکرد دانه، تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه محاسبه شد (جدول ۵). هم‌چنین در این تحقیق به‌منظور محاسبه شاخص SIIG فرض بر این بود که لاین‌هایی با بیشترین عملکرد دانه و وزن هزار دانه بالا و از طرفی با کمترین مقدار ارتفاع بوته، تعداد روز تا رسیدگی و تعداد روز تا گل‌دهی ایده‌آل می‌باشند.

در واقع در این تحقیق به جای انتخاب براساس عملکرد از سایر صفات مرفولوژیک نیز به‌طور همزمان استفاده شده است.

نتایج همبستگی بین شاخص SIIG و سایر صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که عملکرد همبستگی بالا مثبت و معنی‌داری با شاخص SIIG (۰/۹۲۶**) دارد. همبستگی وزن هزار دانه با شاخص SIIG معنی‌دار نبود. اما همبستگی معنی‌دار منفی بین شاخص SIIG با صفات تعداد روز تا گل‌دهی (−۰/۲۲۹*)، ارتفاع بوته (−۰/۳۷۵**) و خوابیدگی بوته (−۰/۳۱۳**) مشاهده شد (جدول ۴). این مطلب نشان

داد که عملکرد بیشترین سهم را در مقدار شاخص SIIG داشته و صفات ارتفاع بوته در مرحله بعدی قرار دارد. بنابراین ژنوتیپ‌های انتخابی با SIIG از پتانسیل عملکرد بالایی برخوردار خواهند بود. هم‌چنین تعداد روز تا گل‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی نقش ناچیزی در مقدار عددی SIIG داشتند که این مطلب بیانگر تنوع ژنتیکی پایین این صفات نسبت به سایر صفات بود. از ویژگی‌های شاخص SIIG این است که هر چه صفتی دارای تنوع ژنتیکی بیشتری باشد سهم آن در مقدار عددی SIIG بیشتر خواهد بود. لازم به توضیح می‌باشد که در مواردی که همبستگی شاخص SIIG و عملکرد دانه پایین باشد برای انتخاب ژنوتیپ‌های پرمحصول با صفات مطلوب بهتر است از نمودار دو بعدی عملکرد و شاخص SIIG استفاده شود (۱۲).

نتایج شاخص SIIG نشان داد که لاین‌های شماره‌ی ۶۴، ۸، ۳۳، ۱۱۳، ۱۱۹ و ۳۴ به‌ترتیب با بیشترین مقدار SIIG (۰/۷۷۰، ۰/۷۴۶، ۰/۷۴۴، ۰/۷۱۲، ۰/۷۰۵ و ۰/۷۰۵) جزء برترین لاین‌ها در این تحقیق بودند. هم‌چنین عملکرد این لاین‌ها، از هر چهار شاهد آزمایش بیشتر بود (به جزء لاین شماره ۱۱۳). از طرفی لاین‌های شماره‌ی ۸۷، ۶۵، ۸۵، ۱۱۵، ۳۲، ۶، ۸۶، ۲، ۱۵، ۱۳، ۹، ۵۷، ۶۲، ۶۳، ۲۸، ۱۴، ۸۹، ۹۴ و ۱۶ به‌ترتیب با بیشترین مقدار SIIG (به‌ترتیب ۰/۶۸۳، ۰/۶۸۲، ۰/۶۸۲، ۰/۶۷۹، ۰/۶۶۷، ۰/۶۵۶، ۰/۶۵۲، ۰/۶۵۰، ۰/۶۴۴، ۰/۶۳۹، ۰/۶۳۹، ۰/۶۳۷، ۰/۶۳۳، ۰/۶۳۱، ۰/۶۳۰، ۰/۶۱۳، ۰/۶۱۰، ۰/۶۰۵ و ۰/۶۰۰) جزء بهترین لاین‌ها از نظر بیشتر صفات مرفولوژیک بودند (جدول ۵). از آنجایی که میزان تغییرات SIIG بین ۰ تا ۱ می‌باشد بنابراین این شاخص، روشی مناسب برای نشان دادن فاصله بین ژنوتیپ‌ها براساس صفات مورد مطالعه می‌باشد (۲۰،۱۹). در بین این لاین‌ها، تنها لاین‌های شماره ۲، ۵۷، ۶۲ و ۱۶ به‌ترتیب با عملکرد ۴۳۹۰، ۴۲۷۸، ۴۲۸۸ و ۴۲۶۸ کیلوگرم در هکتار دارای عملکرد پایین نسبت به شاهد WB-95-19 بودند. (جدول ۵).

نتایج SIIG نشان داد که لاین شماره ۴۴ با کمترین مقدار (۰/۲۶۹) جزء ضعیف‌ترین لاین‌ها است. از طرفی این لاین دارای عملکرد پایین و دیررس‌تر نسبت به بسیاری از لاین‌های مورد مطالعه و ژنوتیپ‌های شاهد بود. هم‌چنین لاین‌های شماره ۱۱۶، ۴۲، ۲۶، ۶۶، ۷۰، ۵۰، ۷۶، ۴۵، ۲۹، ۱۲، ۱۰۷، ۶۰، ۸۸ و ۵۶ به‌ترتیب با کمترین مقدار SIIG (به‌ترتیب ۰/۲۹۹، ۰/۳۱۰، ۰/۳۳۰، ۰/۳۵۰، ۰/۳۵۶، ۰/۳۶۰، ۰/۳۶۳، ۰/۳۶۹، ۰/۳۷۷، ۰/۳۸۴، ۰/۳۸۶، ۰/۳۸۶ و ۳۹۷) جزء ضعیف‌ترین لاین‌ها از نظر عملکرد و بیشتر صفات مرفولوژیک بودند بودند (جدول ۵).

به‌منظور بررسی کارایی شاخص SIIG در انتخاب بهترین لاین‌ها از نظر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، خوابیدگی بوته و ارتفاع بوته به‌طور همزمان، لاین‌های مورد بررسی براساس شاخص SIIG در ۶ دسته گروه‌بندی شدند. لازم به ذکر است چون میزان شاخص SIIG در این تحقیق کمتر ۰/۸ بود بنابراین اولین گروه شامل لاین‌هایی بودند که مقدار SIIG آنها بزرگ‌تر از ۰/۷ و کوچک‌تر از ۰/۸ بودند. لاین‌هایی که شاخص SIIG آنها بزرگتر از ۰/۶ و کوچکتر از ۰/۷ بودند در گروه دو و به همین ترتیب سایر لاین‌ها نیز گروه‌بندی شدند (جدول ۶).

نتایج گروه‌بندی لاین‌های مورد بررسی براساس شاخص SIIG (جدول ۶) نشان داد که در گروه یک، ۶ لاین قرار دارد که متوسط عملکرد دانه آنها ۵۱۷۳ کیلوگرم در هکتار با متوسط وزن هزار دانه ۴۳/۸ گرم و ارتفاع بوته ۱۰۴ سانتی‌متر بود. از نظر زودرسی، این گروه از سایر گروه‌ها کمی زودرس‌تر بودند. متوسط عملکرد دانه گروه اول از متوسط عملکرد همه ژنوتیپ‌های شاهد بیشتر بود. متوسط وزن هزار دانه این گروه از میانگین ژنوتیپ‌های نیمروز و نوروز پایین‌تر بود. هم‌چنین ارتفاع بوته گروه اول از هر چهار ژنوتیپ شاهد کمتر بود. از طرفی تفاوت چندانی بین صفات تعداد روز گل‌دهی و رسیدگی در هیچ‌کدام از گروه‌ها با ژنوتیپ‌های شاهد مشاهده نشد (جداول ۵، ۶).

در گروه دو، ۱۹ لاین وجود داشت که متوسط عملکرد دانه، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته آنها به‌ترتیب ۴۷۱۴ کیلوگرم در هکتار، ۴۳/۵ گرم و ۱۱۲/۷ سانتی‌متر بود. عملکرد دانه، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته گروه ۲ نیز از همه ژنوتیپ‌های شاهد بیشتر بود در گروه ۳ که بیشترین تعداد لاین‌ها قرار داشتند (۳۸ لاین) متوسط عملکرد دانه، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته آنها به‌ترتیب ۴۱۳۵ کیلوگرم، ۴۲/۴ گرم و ۱۱۳/۳ سانتی‌متر بود. (جداول ۵، ۶).

در گروه ۴ تعداد ۳۰ لاین وجود داشت. متوسط عملکرد دانه، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی و خوابیدگی بوته آنها به‌ترتیب ۳۵۸۴ کیلوگرم در هکتار، ۴۱/۶ گرم، ۱۱۷/۵ سانتی‌متر، ۱۰۱/۷ روز، ۱۳۹ روز و ۶۴ درصد بود. عملکرد تمام لاین‌های این گروه از ژنوتیپ‌های شاهد پایین‌تر بود (جداول ۵، ۶).

در گروه ۵، نیز ۱۳ لاین با متوسط عملکرد دانه ۳۰۵۴ کیلوگرم در هکتار، وزن هزار دانه ۴۱/۵ گرم، ارتفاع بوته ۱۲۰/۲ سانتی‌متر، تعداد روز تا گل‌دهی ۱۰۳/۴روز، تعداد روز تا رسیدگی ۱۳۹/۵ روز و خوابیدگی بوته ۷۱ درصد قرار داشتند. در گروه شش، ۲ لاین قرار دارد که متوسط عملکرد دانه، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی و خوابیدگی بوته آنها به‌ترتیب ۲۲۸۴ کیلوگرم در هکتار، ۴۲/۸ گرم، ۱۲۳/۵ سانتی‌متر، ۱۰۵ روز، ۱۳۹/۵ روز و ۸۵ درصد بود (جداول ۵ و ۶). طبق نتایج بدست آمده متوسط عملکرد دانه هر ۳ گروه ۴، ۵ و ۶ از متوسط عملکرد همه ژنوتیپ‌های شاهد پایین‌تر بود (جدول ۶). این نتایج نشان داد که شاخص SIIG به‌خوبی توانسته لاین‌های مورد بررسی را همزمان براساس چند صفت گروه‌بندی نموده و فاصله آنها را از هم مشخص نماید. در این تحقیق لاین‌های شماره‌ی ۹۸، ۱۰۵، ۱۰۹، ۱۱۰ و ۱۱۳ جزء لاین‌های دو ردیفه بودند. لاین ۱۱۳ در گروه یک قرار داشت و با متوسط عملکرد دانه، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی و خوابیدگی بوته آن به‌ترتیب ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار، ۴۷/۶ گرم، ۸۸ سانتی‌متر، ۹۵ روز، ۱۳۶ روز و ۱۰

درصد، برترین لاین دوردیفه بود. سایر لاین‌های دو ردیفه در گروه‌های ۳ و ۴ قرار گرفته بودند و عملکرد آنها از هر چهار ژنوتیپ شاهد پایین تر بود (جدول ۵).

با یک نگاه کلی به جدول ۶ مشاهده شد که هر چه مقدار شاخص SIIG کاهش می‌یابد مقدار عملکرد، وزن هزار دانه گروه‌ها نیز کاهش و ارتفاع بوته و خوابیدگی بوته گروه‌ها افزایش یافت است ولی تغییر معنی‌داری در مقدار صفات تعداد روز تا گل‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی گروه‌ها مشاهده نشد. این مطلب نشان داد که شاخص SIIG توانسته به‌طور همزمان، ژنوتیپ‌های پرمحصول با وزن هزار دانه مناسب و ارتفاع بوته و درصد خوابیدگی کمتر را نیز انتخاب کند.

نجفی میرک و همکاران (۱۲) از شاخص SIIG به‌منظور ادغام روش‌های مختلف تجزیه پایداری ناپارامتری در گندم دوروم استفاده نمودند و با استفاده از شاخص SIIG و عملکرد در یک نمودار دوبعدی توانستند ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد بالا را معرفی نمایند. در تحقیقی دیگر یاقوتی‌پور و همکاران (۱۸) از شاخص SIIG به‌منظور ادغام شاخص‌های مختلف تحمل به خشکی در گندم نان استفاده نمودند و بیان داشتند که شاخص SIIG یک روش ترکیبی جدید و کارا در انتخاب موثرتر ژنوتیپ‌های مطلوب می‌باشد. زالی و همکاران (۲۰) صفات مختلف تحمل به خشکی را با استفاده از شاخص SIIG ادغام نموده و بیان نمودند که شاخص SIIG با ادغام صفات یا شاخص‌های مختلف، انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب را مؤثرتر انجام می‌دهد. زالی و همکاران (۱۹) از شاخص SIIG به‌منظور ادغام روش‌های مختلف تجزیه پایداری پارامتری و ناپارامتری در کلزا استفاده نمودند. آنها شاخص SIIG را روشی مناسب به‌منظور ادغام صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی و هم‌چنین سایر شاخص‌های تجزیه پایداری معرفی نمودند. نتایج مشابهی نیز در مورد کاربرد شاخص SIIG توسط طهماسبی و همکاران (۱۶) گزارش شده است.

جدول ۵- مقادیر صفات مختلف مرفولوژیکی و شاخص SIIG در ۱۰۸ لاین امیدبخش جو در سال زاعی ۹۷-۹۸

Table 5. Amounts of different morphological traits and SIIG index of 108 barley promising lines in cropping season 2018-19

گروه	Rank	شاخص SIIG Index SIIG	d-	d+	LOD (%)	YLD (kg h^{-1})	TKW (g)	PLH (cm)	DMA (Day)	DHE (Day)	Lines no.
۲	۱۴	۰/۶۵۰	۰/۰۷۸	۰/۰۴۲	۲۰	۴۳۹۰	۴۴	۹۶	۱۴۱	۱۰۲	۲
۳	۳۰	۰/۵۸۰	۰/۰۷۰	۰/۰۵۱	۰	۴۲۵۵	۴۳	۱۱۱	۱۳۸	۱۰۲	۳
۳	۵۶	۰/۵۲۸	۰/۰۶۴	۰/۰۵۷	۲۰	۴۱۵۰	۴۱	۱۱۸	۱۴۰	۱۰۵	۴
۳	۴۱	۰/۵۶۰	۰/۰۶۷	۰/۰۵۳	۵	۴۲۲۳	۳۸	۱۰۳	۱۳۹	۱۰۵	۵
۲	۱۲	۰/۶۵۶	۰/۰۸۷	۰/۰۴۶	۳۰	۵۲۳۲	۴۳	۱۲۶	۱۳۹	۱۰۵	۶
۳	۵۷	۰/۵۲۴	۰/۰۶۳	۰/۰۵۷	۵۰	۳۹۰۸	۴۱	۱۰۶	۱۴۲	۱۰۵	۷
۱	۲	۰/۷۴۶	۰/۱۰۴	۰/۰۳۵	۴۰	۵۹۵۵	۴۲	۱۱۵	۱۴۱	۱۰۵	۸
۲	۱۷	۰/۶۳۹	۰/۰۷۹	۰/۰۴۵	۴۰	۴۹۳۷	۳۸	۱۱۳	۱۴۰	۱۰۱	۹
۳	۳۲	۰/۵۷۳	۰/۰۷۲	۰/۰۵۴	۵۰	۴۶۲۷	۴۰	۱۲۵	۱۴۰	۱۰۲	۱۰
۵	۹۸	۰/۳۸۴	۰/۰۴۶	۰/۰۷۴	۲۵	۳۲۰۷	۳۹	۱۱۱	۱۳۸	۱۰۲	۱۲
۲	۱۶	۰/۶۳۹	۰/۰۷۷	۰/۰۴۴	۲۵	۴۵۵۷	۴۴	۱۰۸	۱۴۲	۱۰۳	۱۳
۲	۲۲	۰/۶۱۳	۰/۰۷۹	۰/۰۵۰	۶۰	۴۸۶۲	۴۲	۱۲۶	۱۴۰	۱۰۱	۱۴
۲	۱۵	۰/۶۴۴	۰/۰۷۷	۰/۰۴۲	۱۰	۴۵۶۲	۴۰	۱۰۱	۱۳۸	۹۹	۱۵
۲	۲۵	۰/۶۰۰	۰/۰۷۲	۰/۲۴۸	۵۰	۴۲۶۸	۴۳	۱۰۵	۱۴۲	۱۰۱	۱۶
۴	۷۲	۰/۴۶۸	۰/۰۶۰	۰/۰۶۸	۵۰	۳۵۲۲	۴۷	۱۱۹	۱۳۸	۱۰۵	۱۷
۴	۷۱	۰/۴۷۰	۰/۰۵۷	۰/۰۶۵	۶۰	۳۶۶۷	۴۳	۱۱۶	۱۳۷	۱۰۵	۱۸
۴	۶۵	۰/۴۸۷	۰/۰۶۰	۰/۰۶۳	۸۰	۳۴۸۰	۴۴	۱۰۳	۱۳۹	۹۹	۱۹
۴	۷۷	۰/۴۵۲	۰/۰۵۹	۰/۰۷۱	۳۰	۳۲۱۸	۴۸	۱۱۲	۱۳۹	۱۰۱	۲۰
۳	۲۶	۰/۵۹۷	۰/۰۷۴	۰/۰۵۰	۱۰	۴۵۴۷	۴۴	۱۲۰	۱۴۰	۱۰۵	۲۲
۴	۷۵	۰/۴۶۱	۰/۰۵۷	۰/۰۶۷	۳۰	۳۴۱۰	۴۴	۱۱۰	۱۳۷	۹۸	۲۳
۳	۶۱	۰/۵۱۲	۰/۰۶۲	۰/۰۶۰	۹۰	۳۷۹۰	۴۴	۱۱۲	۱۳۹	۹۹	۲۴
۳	۴۹	۰/۵۳۹	۰/۰۶۵	۰/۰۵۶	۱۰۰	۴۳۱۰	۳۸	۱۱۸	۱۴۰	۱۰۰	۲۵
۵	۱۰۵	۰/۳۳۰	۰/۰۴۰	۰/۰۸۰	۱۰۰	۳۰۹۲	۳۷	۱۱۷	۱۳۹	۱۰۵	۲۶
۴	۸۸	۰/۴۱۷	۰/۰۵۰	۰/۰۷۰	۱۰۰	۳۶۷۰	۳۷	۱۲۲	۱۴۰	۹۸	۲۷
۲	۲۱	۰/۶۳۰	۰/۰۸۱	۰/۰۴۸	۵۰	۴۸۴۸	۴۵	۱۲۵	۱۳۸	۱۰۱	۲۸
۵	۹۹	۰/۳۷۷	۰/۰۴۷	۰/۰۷۷	۱۰۰	۳۱۲۵	۴۲	۱۱۸	۱۳۸	۱۰۴	۲۹
۴	۸۶	۰/۴۲۱	۰/۰۵۱	۰/۰۷۱	۹۰	۳۳۲۰	۴۱	۱۰۹	۱۴۰	۱۰۵	۳۰
۲	۱۱	۰/۶۶۷	۰/۰۸۳	۰/۰۴۲	۴۰	۴۸۸۳	۴۵	۱۱۶	۱۳۹	۱۰۲	۳۲
۱	۳	۰/۷۴۴	۰/۰۹۳	۰/۰۳۲	۸۰	۵۴۲۲	۴۱	۱۰۸	۱۳۹	۱۰۰	۳۳
۱	۶	۰/۷۰۵	۰/۰۹۱	۰/۰۳۸	۳۰	۵۳۲۰	۴۴	۱۱۸	۱۴۰	۱۰۳	۳۴
۳	۵۳	۰/۵۳۰	۰/۰۶۴	۰/۰۵۷	۷۰	۴۱۶۸	۴۰	۱۱۵	۱۴۱	۱۰۴	۳۵
۴	۸۱	۰/۴۴۴	۰/۰۵۴	۰/۰۶۷	۱۰۰	۳۵۷۷	۴۱	۱۱۵	۱۳۸	۱۰۵	۳۶
۳	۵۱	۰/۵۳۳	۰/۰۶۵	۰/۰۵۷	۷۰	۴۰۹۰	۴۳	۱۱۸	۱۳۶	۱۰۱	۳۷
۴	۷۹	۰/۴۴۷	۰/۰۵۶	۰/۰۷۰	۰	۳۵۶۷	۴۵	۱۲۶	۱۳۸	۱۰۰	۳۸
۴	۷۸	۰/۴۴۸	۰/۰۵۷	۰/۰۷۰	۴۰	۳۳۲۷	۴۶	۱۱۴	۱۳۹	۱۰۵	۳۹
۴	۹۱	۰/۴۱۵	۰/۰۵۱	۰/۰۷۲	۵۰	۳۸۳۷	۳۲	۱۱۹	۱۴۰	۱۰۵	۴۰
۵	۱۰۶	۰/۳۱۰	۰/۰۴۴	۰/۰۹۹	۱۰۰	۲۲۴۳	۴۷	۱۲۹	۱۴۲	۱۰۵	۴۲
۴	۷۰	۰/۴۷۵	۰/۰۵۹	۰/۰۶۵	۹۰	۳۷۲۰	۴۴	۱۲۰	۱۴۰	۱۰۵	۴۳
۶	۱۰۸	۰/۲۶۹	۰/۰۳۹	۰/۱۰۶	۹۰	۱۸۶۲	۴۵	۱۲۵	۱۴۰	۱۰۵	۴۴
۵	۱۰۰	۰/۳۶۹	۰/۰۵۰	۰/۰۸۷	۱۰۰	۲۷۲۳	۴۸	۱۲۴	۱۴۰	۱۰۵	۴۵
۳	۳۷	۰/۵۶۳	۰/۰۷۷	۰/۰۶۰	۱۰۰	۴۵۷۵	۴۷	۱۳۸	۱۴۰	۱۰۴	۴۶
۴	۶۷	۰/۴۸۳	۰/۰۶۲	۰/۰۶۶	۱۰۰	۴۰۰۰	۴۴	۱۳۳	۱۴۰	۱۰۱	۴۷
۳	۶۳	۰/۵۰۱	۰/۰۶۵	۰/۰۶۵	۱۰۰	۴۱۴۳	۴۴	۱۳۵	۱۴۰	۱۰۱	۴۸
۴	۸۷	۰/۴۱۹	۰/۰۵۶	۰/۰۷۷	۵۰	۳۵۵۲	۴۵	۱۳۹	۱۴۱	۱۰۳	۴۹
۵	۱۰۲	۰/۳۶۰	۰/۰۴۶	۰/۰۸۱	۶۰	۳۱۲۸	۴۳	۱۳۱	۱۴۱	۱۰۲	۵۰
۳	۲۸	۰/۵۸۷	۰/۰۷۲	۰/۰۵۱	۱۰	۳۹۷۸	۴۵	۹۸	۱۳۸	۱۰۱	۵۲
۴	۶۶	۰/۴۸۶	۰/۰۶۲	۰/۰۶۶	۵	۴۰۷۲	۲۸	۱۰۰	۱۳۸	۱۰۰	۵۳
۳	۲۷	۰/۵۹۵	۰/۰۷۲	۰/۰۴۹	۱۰	۴۲۵۳	۴۴	۱۱۰	۱۳۷	۹۸	۵۴
۳	۳۱	۰/۵۷۹	۰/۰۷۰	۰/۰۵۱	۸۵	۴۳۵۷	۴۲	۱۱۶	۱۳۸	۹۶	۵۵
۵	۹۴	۰/۳۹۷	۰/۰۵۲	۰/۰۷۹	۵۰	۲۸۶۷	۴۶	۱۱۴	۱۳۸	۹۷	۵۶
۲	۱۸	۰/۶۳۷	۰/۰۷۷	۰/۰۴۴	۳۰	۴۲۷۸	۴۵	۹۹	۱۳۸	۹۷	۵۷
۳	۴۸	۰/۵۴۳	۰/۰۶۷	۰/۰۵۷	۱۰	۳۷۴۲	۴۶	۱۰۳	۱۳۸	۹۸	۵۸
۳	۴۷	۰/۵۴۵	۰/۰۶۷	۰/۰۵۶	۲۰	۳۷۵۲	۴۶	۱۰۲	۱۳۸	۹۸	۵۹
۵	۹۶	۰/۳۸۶	۰/۰۴۹	۰/۰۷۸	۱۰۰	۲۹۷۲	۴۴	۱۱۳	۱۴۲	۱۰۰	۶۰
۲	۱۹	۰/۶۳۳	۰/۰۷۹	۰/۰۴۶	۴۵	۴۲۸۸	۴۸	۱۰۵	۱۳۸	۹۸	۶۲
۲	۲۰	۰/۶۳۱	۰/۰۷۷	۰/۰۴۵	۴۰	۴۵۵۲	۴۴	۱۱۳	۱۳۸	۹۹	۶۳
۱	۱	۰/۷۷۰	۰/۰۹۳	۰/۰۲۸	۷۰	۵۲۱۰	۴۳	۹۹	۱۳۷	۹۹	۶۴

ادامه جدول ۵

Table 5. Continued

شاخص SIIG SIIG index					LOD	YLD	TKW	PLH	DMA	DHE	Lines
گروه	Rank	SIIG	d-	d+	(%)	(kg h^{-1})	(g)	(cm)	(Day)	(Day)	no.
۲	۸	۰/۶۸۲	۰/۰۸۸	۰/۰۴۱	۱۰۰	۵۱۹۷	۴۳	۱۱۹	۱۴۰	۱۰۴	۶۵
۵	۱۰۴	۰/۳۵۰	۰/۰۴۲	۰/۰۷۸	۱۰۰	۳۲۱۷	۳۷	۱۱۸	۱۴۰	۱۰۵	۶۶
۴	۶۹	۰/۴۷۷	۰/۰۵۷	۰/۰۶۳	۹۰	۳۹۲۵	۳۶	۱۱۲	۱۴۰	۱۰۵	۶۷
۳	۶۰	۰/۵۱۶	۰/۰۶۰	۰/۰۶۰	۴۰	۴۲۳۰	۴۰	۱۲۵	۱۴۰	۱۰۴	۶۸
۴	۹۰	۰/۴۱۵	۰/۰۵۲	۰/۰۷۳	۴۰	۳۵۴۰	۴۳	۱۳۰	۱۴۰	۱۰۵	۶۹
۵	۱۰۳	۰/۳۵۶	۰/۰۴۶	۰/۰۸۲	۳۰	۲۸۶۸	۴۴	۱۲۰	۱۴۰	۱۰۵	۷۰
۴	۷۴	۰/۴۶۵	۰/۰۵۶	۰/۰۶۴	۵۰	۳۷۵۲	۳۸	۱۱۱	۱۴۰	۱۰۵	۷۲
۳	۳۶	۰/۵۶۳	۰/۰۶۹	۰/۰۵۳	۷۰	۴۱۶۵	۴۴	۱۱۳	۱۴۰	۱۰۵	۷۳
۴	۹۳	۰/۴۰۵	۰/۰۵۰	۰/۰۷۳	۸۵	۳۶۰۷	۴۰	۱۲۸	۱۴۰	۱۰۵	۷۴
۴	۸۵	۰/۴۲۹	۰/۰۵۳	۰/۰۷۱	۶۰	۳۵۹۰	۴۲	۱۲۶	۱۴۰	۱۰۴	۷۵
۵	۱۰۱	۰/۳۶۳	۰/۰۴۴	۰/۰۷۸	۵۰	۳۴۴۸	۳۸	۱۳۰	۱۴۰	۱۰۵	۷۶
۴	۸۰	۰/۴۴۴	۰/۰۵۵	۰/۰۶۹	۵۰	۳۷۷۷	۴۲	۱۲۹	۱۴۰	۱۰۵	۷۷
۳	۵۹	۰/۵۲۰	۰/۰۶۵	۰/۰۶۰	۵۰	۳۸۱۰	۴۶	۱۱۶	۱۳۷	۹۹	۷۸
۳	۴۵	۰/۵۴۸	۰/۰۷۰	۰/۰۵۸	۵۰	۴۰۶۳	۴۸	۱۲۲	۱۳۷	۹۸	۷۹
۳	۳۵	۰/۵۶۴	۰/۰۷۶	۰/۰۵۹	۷۰	۴۴۳۰	۴۸	۱۳۳	۱۳۸	۱۰۳	۸۰
۳	۵۰	۰/۵۳۶	۰/۰۶۷	۰/۰۵۸	۴۰	۴۱۰۰	۴۶	۱۲۳	۱۴۱	۱۰۲	۸۲
۴	۶۸	۰/۴۸۳	۰/۰۶۲	۰/۰۶۶	۵۵	۳۳۵۳	۴۷	۱۰۶	۱۳۹	۱۰۱	۸۳
۳	۲۹	۰/۵۸۷	۰/۰۷۱	۰/۰۵۰	۵۰	۴۱۲۳	۴۴	۱۰۵	۱۳۸	۱۰۱	۸۴
۲	۹	۰/۶۸۲	۰/۰۸۴	۰/۰۳۹	۷۰	۴۷۷۲	۴۶	۱۱۰	۱۳۸	۱۰۰	۸۵
۲	۱۳	۰/۶۵۲	۰/۰۷	۰/۰۴۲	۸۰	۴۵۹۰	۴۲	۱۰۴	۱۳۹	۱۰۲	۸۶
۲	۷	۰/۶۸۳	۰/۰۸۴	۰/۰۳۹	۷۰	۴۹۵۷	۴۲	۱۱۰	۱۴۰	۱۰۲	۸۷
۵	۹۵	۰/۳۸۹	۰/۰۴۸	۰/۰۷۷	۹۰	۳۵۲۵	۴۰	۱۳۴	۱۴۱	۱۰۴	۸۸
۲	۲۳	۰/۶۱۰	۰/۰۸۱	۰/۰۵۲	۱۰۰	۴۸۵۰	۴۵	۱۳۰	۱۴۰	۱۰۳	۸۹
۴	۸۴	۰/۴۳۲	۰/۰۵۲	۰/۰۶۹	۱۰۰	۳۴۵۷	۴۱	۱۱۵	۱۴۰	۹۵	۹۰
۴	۷۶	۰/۴۵۵	۰/۰۵۶	۰/۰۶۷	۱۰۰	۴۰۶۷	۳۲	۱۱۹	۱۴۱	۱۰۰	۹۲
۳	۴۶	۰/۵۴۶	۰/۰۶۵	۰/۰۵۴	۵۰	۴۱۹۸	۳۹	۱۱۲	۱۳۸	۹۹	۹۳
۲	۲۴	۰/۶۰۵	۰/۰۷۶	۰/۰۵۰	۸۰	۴۶۷۰	۴۲	۱۲۳	۱۳۸	۹۵	۹۴
۴	۸۹	۰/۴۱۷	۰/۰۵۱	۰/۰۷۲	۱۰۰	۳۴۶۳	۴۲	۱۲۵	۱۳۸	۹۸	۹۵
۳	۴۰	۰/۵۶۰	۰/۰۶۹	۰/۰۵۴	۸۵	۴۴۶۳	۴۰	۱۲۲	۱۳۹	۱۰۱	۹۶
۴	۶۴	۰/۴۸۷	۰/۰۶۲	۰/۰۶۵	۹۰	۳۹۵۷	۴۴	۱۳۰	۱۳۹	۱۰۲	۹۷
۳	۵۲	۰/۵۳۱	۰/۰۶۶	۰/۰۵۹	۵۰	۳۷۵۲	۴۷	۱۰۹	۱۳۸	۱۰۱	۹۸
۴	۷۳	۰/۴۶۶	۰/۰۵۷	۰/۰۶۵	۴۰	۳۵۱۲	۴۳	۱۱۱	۱۳۸	۱۰۰	۹۹
۳	۳۴	۰/۵۶۸	۰/۰۷۰	۰/۰۵۳	۲۰	۴۲۵۰	۴۵	۱۱۸	۱۴۰	۱۰۳	۱۰۰
۴	۸۲	۰/۴۳۸	۰/۰۵۳	۰/۰۶۸	۴۰	۳۴۳۸	۳۹	۱۰۶	۱۳۸	۹۸	۱۰۲
۳	۵۴	۰/۵۳۰	۰/۰۶۳	۰/۰۵۶	۸۰	۳۹۷۲	۳۸	۱۰۴	۱۳۷	۹۵	۱۰۳
۳	۴۲	۰/۵۵۹	۰/۰۶۷	۰/۰۵۳	۵۰	۴۳۵۷	۳۸	۱۱۴	۱۳۷	۱۰۰	۱۰۴
۳	۳۳	۰/۵۷۰	۰/۰۶۹	۰/۰۵۲	۶۰	۴۲۲۵	۴۲	۱۱۱	۱۳۶	۱۰۵	۱۰۵
۳	۳۹	۰/۵۶۱	۰/۰۶۷	۰/۰۵۳	۵۰	۴۲۶۷	۳۷	۱۰۴	۱۳۸	۱۰۵	۱۰۶
۵	۹۷	۰/۳۸۴	۰/۰۴۷	۰/۰۷۵	۱۵	۳۲۸۵	۳۴	۱۰۳	۱۳۸	۱۰۵	۱۰۷
۳	۴۴	۰/۵۵۲	۰/۰۶۶	۰/۰۵۴	۱۰	۴۰۷۰	۴۲	۱۰۹	۱۳۸	۱۰۳	۱۰۸
۴	۹۲	۰/۴۱۴	۰/۰۵۵	۰/۰۷۹	۵۰	۲۷۶۳	۴۶	۱۰۲	۱۳۶	۹۳	۱۰۹
۳	۵۵	۰/۵۲۹	۰/۰۶۴	۰/۰۵۷	۴۵	۳۸۴۲	۳۹	۹۹	۱۳۶	۹۴	۱۱۰
۳	۴۳	۰/۵۵۸	۰/۰۷۲	۰/۰۵۷	۱۰	۳۷۸۷	۳۸	۷۹	۱۳۸	۹۵	۱۱۲
۱	۴	۰/۷۱۲	۰/۰۸۸	۰/۰۳۶	۱۰	۴۵۰۰	۴۸	۸۸	۱۳۶	۹۵	۱۱۳
۳	۳۸	۰/۵۶۲	۰/۰۶۸	۰/۰۵۳	۳۰	۴۳۲۰	۳۶	۱۰۵	۱۴۰	۱۰۳	۱۱۴
۲	۱۰	۰/۶۷۹	۰/۰۸۵	۰/۰۴۰	۵۰	۴۸۸۰	۴۶	۱۱۳	۱۳۹	۱۰۵	۱۱۵
۶	۱۰۷	۰/۲۹۹	۰/۰۳۷	۰/۰۸۸	۸۰	۲۷۰۷	۴۱	۱۲۲	۱۳۹	۱۰۵	۱۱۶
۳	۵۸	۰/۵۲۰	۰/۰۶۴	۰/۰۵۹	۷۰	۴۰۶۸	۴۳	۱۲۱	۱۳۸	۱۰۲	۱۱۷
۴	۸۳	۰/۴۳۴	۰/۰۵۴	۰/۰۷۱	۱۰۰	۳۳۸۵	۴۴	۱۱۹	۱۳۸	۱۰۰	۱۱۸
۱	۵	۰/۷۰۵	۰/۰۸۵	۰/۰۳۶	۳۰	۴۶۳۰	۴۶	۹۶	۱۳۸	۹۹	۱۱۹
۳	۶۲	۰/۵۱۱	۰/۰۶۳	۰/۰۶۰	۵۰	۳۷۶۲	۴۴	۱۱۲	۱۳۸	۹۹	۱۲۰

DHE: تعداد روز تا گل‌دهی؛ DMA: تعداد روز تا رسیدگی؛ PLH: ارتفاع بوته؛ TKW: وزن هزار دانه؛ YLD: عملکرد دانه؛ LOD: خوابیدگی

جدول ۶- گروه‌بندی لاین‌های جو براساس شاخص SIIG و میانگین صفات مختلف مرفولوژیک در هر گروه

Table 6. Grouping of barley lines based on SIIG index and mean of different morphological traits in each group

SIIG	گروه‌ها Groups	تعداد لاین‌ها Lines Number	میانگین گروه‌ها Average of groups					
			DHE (Day)	DMA (Day)	PLH (cm)	TKW (g)	YLD (kg ha^{-1})	LOD (%)
۰/۷<SIIG<۰/۸	۱	۶	۱۰۰/۲	۱۳۸/۵	۱۰۴/۰	۴۳/۸	۵۱۷۳	۴۳
۰/۶<SIIG<۰/۷	۲	۱۹	۱۰۱/۱	۱۳۹/۳	۱۱۲/۷	۴۳/۵	۴۷۱۴	۵۲
۰/۵<SIIG<۰/۶	۳	۳۸	۱۰۱/۱	۱۳۸/۶	۱۱۳/۳	۴۲/۴	۴۱۳۵	۴۸
۰/۴<SIIG<۰/۵	۴	۳۰	۱۰۱/۷	۱۳۹/۰	۱۱۷/۵	۴۱/۶	۳۵۸۴	۶۴
۰/۳<SIIG<۰/۴	۵	۱۳	۱۰۳/۴	۱۳۹/۸	۱۲۰/۲	۴۱/۵	۳۰۵۴	۷۱
۰<SIIG<۰/۳	۶	۲	۱۰۵	۱۳۹/۵	۱۲۳/۵	۴۲/۸	۲۲۸۴	۸۵

DHE: تعداد روز تا گل‌دهی؛ DMA: تعداد روز تا رسیدگی؛ PLH: ارتفاع بوته؛ TKW: وزن هزار دانه؛ YLD: عملکرد دانه

نتایج نشان داد که شاخص SIIG به‌خوبی توانسته ژنوتیپ‌ها را براساس سه صفت عملکرد دانه، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته دسته‌بندی نماید و هر چه صفتی از تنوع ژنتیکی بیشتری برخوردار باشد نقش آن در مقدار شاخص SIIG بیشتر خواهد بود. نتایج گروه‌بندی لاین‌ها بر اساس شاخص SIIG نشان داد که متوسط عملکرد دانه گروه‌های ۱، ۲ از متوسط عملکرد همه ژنوتیپ‌های شاهد بیشتر بود. هم‌چنین متوسط عملکرد گروه‌های ۴، ۵ و ۶ از هر چهار ژنوتیپ شاهد آزمایش پایین‌تر بود. در گروه ۳ نیز ژنوتیپ‌های ۲۲، ۱۰ و ۴۶ دارای عملکرد بیشتر از هر چهار ژنوتیپ شاهد بودند و لاین‌های شماره‌ی ۵۵، ۱۱۴، ۹۶، ۱۰۴ و ۲۵ نیز دارای عملکرد بیشتر از سه ژنوتیپ شاهد نیمروز، اکسین و نوروز بودند. نهایتاً لاین‌های شماره‌ی ۶۴، ۸، ۳۳، ۱۱۳، ۱۱۹ و ۳۴ از گروه یک و لاین‌های شماره‌ی ۸۷، ۶۵، ۸۵، ۱۱۵، ۳۲، ۶، ۸۶، ۲، ۱۵، ۱۳، ۹، ۵۷، ۶۲، ۶۳، ۲۸، ۱۴، ۸۹، ۹۴ و ۱۶ از گروه ۲ و لاین‌های شماره‌ی ۲۲، ۱۰،۴۶، ۵۵، ۱۱۴، ۹۶، ۱۰۴ و ۲۵ از گروه ۳ جزء لاین‌های برتر در این تحقیق بودند و می‌توان از آنها را برای انجام آزمایشات بیشتر از جمله آزمایشات سازگاری در مناطق گرمسیر مخصوصاً شهرستان داراب استفاده نمود. هم‌چنین لاین ۱۱۳ برترین لاین دو ردیفه در این تحقیق بود.

شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) یک مدل گزینش‌گر بوده و به‌منظور انتخاب ایده‌آل‌ترین ارقام و لاین‌ها از بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی به‌کار می‌رود. محققان می‌توانند از شاخص SIIG، به‌منظور انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها با استفاده از ادغام شاخص‌های مختلف تحمل به خشکی (۲۰)، پارامترهای تجزیه پایداری (۱۹،۱۲) یا صفات مختلف مرفولوژیک و فیزیولوژیک استفاده کنند. به عبارت‌دیگر با استفاده از روش SIIG می‌توان صفات مختلف را به‌صورت یک شاخص واحد درآورد و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر را مطمئن‌تر و دقیق‌تر انجام داد. از دیگر ویژگی‌های شاخص SIIG، ادغام صفات با واحدهای مختلف است. همان‌طور که مشاهده در این تحقیق از صفاتی با واحدهای متفاوت استفاده شد. هم‌چنین هر چه صفتی دارای تنوع ژنتیکی بیشتری باشد نقش آن در مقدار عددی شاخص SIIG بیشتر خواهد بود. در صورتی‌که در تحقیقی تعداد صفات مورد بررسی زیاد باشد برای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و صفات مطلوب بهتر است شاخص SIIG بر مبنای همه صفات به جزء عملکرد محاسبه شود و در نهایت انتخاب ژنوتیپ‌ها در یک نمودار دو بعدی که یک محور آن شاخص SIIG و محور دیگر آن عملکرد است صورت گیرد.

منابع

1. Ahmadi, K., H.A. Gholizadeh, H.R. Ebadzadeh, F. Hatami, M. Fazliestabragh, R. Hussein pour, A. Kazemian and M. Rafeie. 2016. Agricultural Statistics. Ministry of Agriculture-Jahad, Vol. 1. 163 pp. (In Persian).
2. Brim, C.A., H.W. Johnson and C.C. Cockerham. 1959. Multiple selection criteria in soybeans. Agronomy Journal, 51: 42-46.
3. Drikvand, R., K. Samiei and T. Hossinpoor. 2011. Path coefficient analysis in hull-less barley under rainfed condition. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5: 277-279.
4. FAO. 2017. Statistical data. WWW. FAOSTAT. Org.
5. Ferreira, J.R., J.F. Pereira, C.Turchetto, E. Minella, L. Consoli and C.A. Delatorre. 2016. Assessment of genetic diversity in Brazilian barley using SSR markers. Genetics and Molecular Biology, 39(1): 86-96.
6. Hadado, T., D. Rau, E. Bitocchiand and R. Pado. 2009. Genetic diversity of barley (*Hordeum vulgre* L.) landraces from the central highlands of Eithiopia: comparison between the Belg and Meher growing seasons using morphological traits. Genetic Resources and Crop Evolution, 56: 1131-1148.
7. Hwang, C.L. and K. Yoon. 1981. Multiple attributes decision making methods and applications, Springer, Berlin Heidelberg, pp: 58-191.
8. Lin, C.Y. 1978. Index selection for genetic improvement of quantitative characters. Theoretical Applied Genetics, 52: 49-56.
9. Kampthorne, O. and A.W. Nordskog. 1959. Restricted selection indices. Biometrics, 15: 10-19.
10. Koocheki, A. 1994. Crop production in dry region: Cereals, Legumes, Industrial and forage crops (Translated in Persian). Jihad Daneshghahi Mashhad Press, 202 pp.
11. Mohtashmi, R. 2015. The correlation study of important barley agronomic traits and grain yield by Path Analysis. Biological Forum – An International Journal, 7: 1211-1219.
12. Najafi Mirak, T., M. Dastfal, B. Andarzian, H.Farzadi, M. Bahari and H. Zali. 2018. Stability analysis of grain yield of durum wheat promising lines in warm and dry areas using parametric and non-parametric methods. Journal of Crop Production and Processing, 8(2): 79-96. (In Persian with English Abstract).
13. Pesek, J. and R.J. Baker. 1969. Desired improvement in relation to selection indices. Canadian Journal of Plant Science, 49: 803-804.
14. Rabiei, B., M. Valizdah, B. Ghareyazie, and M. Moghaddam. 2004. Evaluation of selection indices for improving rice grain shape. Field Crops Research, 89: 359-367.
15. Taghizadeh, Z., H. Sabouri, H. Hosseini Moghaddam, H.A. Fallahiand and M. Katouzi. 2019. Genetic diversity and relationship between yield and yield components morphological in F3 family of barley crosses Badia × Kavir using multivarite analysis methods. Journal of Crop Breeding, 11(30): 188-197. (In Persian with English Abstract).
16. Tahmasebi, S., M. Dastfal, H. Zali, and M. Rajaei. 2018. Drought tolerance evaluation of bread heat cultivars and promising lines in warm and dry climate of the south. Cereal Research, 8(2): 209-225.
17. Smith, H. F. 1936. A discriminant function for plant selection. Annals of Eugenenics, 7: 240-250.
18. Yagoutipour, A., E. Farshadfar and M. Saeedi. 2017. Assessment of durum wheat genotypes for drought tolerance by suitable compound method. Environmental Stress in Crop Sciences, 10(2): 247-256 (In Persian with English Abstract).
19. Zali, H., O. Sofalian, T. Hasanloo, A. Asghari and S.M. Hoseini. 2015. 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, 7(2): 703-711.
20. Zali, H., O. Sofalian, T. Hasanloo, A. Asghari and M. Zeinalabedini. 2016. Appropriate strategies for selection of drought tolerant genotypes in canola. Journal of Crop Breeding, 78 (20): 77-90, (In Persian with English Abstract).
21. Zeng, X.Q. 2015. Genetic variability in agronomic traits of a germplasm collection of hulless barley. Genetics and Molecular Research, 14(4): 18356-18369.

Evaluation of Selection Index of Ideal Genotype (SIIG) in other to Selection of Barley Promising Lines with High Yield and Desirable Agronomy Traits

Hassan Zali[1] and Ali Barati[2]

1- Assistant Profossor, Seed and Plant Improvement Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Darab, iran, (Corresponding author: Hzali90@yahoo.com)
2- Assistant Profossor, Seed and Plant Improvement Department, Agricultural Research Education and Extension Center, (AREEO), Karaj, Iran
Recived: September 26, 2019 Accepted: April 4, 2020

Abstract

In order to study the genetic variation and selection of high yielding barley lines with desirable agronomic traits, 108 pure lines in the non-repeating Augment design with four controls in three blocks were evaluated using the selection index of ideal genotype (SIIG). The experiment was evaluated in the farm of Darab Agricultural and Natural Resources Research Station in the period of 2017-18. The results of the SIIG index indicated that Lines No. 64, 8, 33, 113, 119 and 34 with the high value of SIIG (0.770, 0.746, 0.744, 0.712, 0.705 and 0.705, repectively) were superior genotypes and lines number 44 and 116 with the lowest SIIG (0.149) were the weakest lines in this study. In order to evaluate the efficiency of SIIG index in selecting the best lines for grain yield, thousand kernal weight, plant height, days to heading and days to maturity, lines were grouped according to SIIG index in 6 categories. The results showed that as the amount of SIIG index decreased, yield, 1000 grain weight and plant height were also decreased, but there was no significant change in the days to flowering and days to maturity. The results of grouping of lines based on SIIG showed that the average grain yield of groups 1 and 2 were higher than the average yield of the all controls. Also, mean yields of groups 4, 5 and 6 were lower than all four control genotypes. Finally, lines number 64, 8, 33, 113, 119 and 34 (Group I) and lines number 87, 65, 85, 115, 32, 6, 86, 2, 15, 13, 9, 57, 62, 63, 28, 14, 89, 94 and 16 (Group 2) and Lines number 22, 10,46, 55, 114, 96, 104 and 25 of (Group 3) were the best Lines and can be used for further testing, including adaptation tests in tropical areas, especially Darab. Also, line 113 was the top two-row line in this study.

Keywords: Barley Yield, Morphologic Traits, Multi Criteria Method, Selection Index of Ideal Genotype