نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد چهاردهم، شماره اول، بهار ۱۴۰۰
۱۹۹-۲۱۸
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI:10.22069/EJCP.2021.18845.2403

گزینش لاین‌های خالص جو با عملکرد بالا و خصوصیات زراعی مطلوب در مناطق گرم ایران

علی براتی[۱]، حسن زالی[۲*]، اکبر مرزوقیان[۳]، شیرعلی کوهکن[۴] و احمد قلی‌پور[۵]

[۱]استادیار، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

[۲]استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، ایران

[۳]استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

[۴]استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل، ایران

[۵]مربی، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گنبد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۵

چکیده

سابقه و هدف: جو (*Hordeum vulgare* L.) پس از گندم، برنج و ذرت یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده غلات است. جو بعد از گندم، دومین گیاه زراعی مهم ایران از نظر ارزش زراعی و تغذیه‌ای به‌شمار می‌رود. هدف از این تحقیق، ارزیابی و انتخاب لاین‌های برتر با عملکرد بالا، زودرس و مقاوم به خوابیدگی در مناطق گرم جنوب و شمال کشور با استفاده از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) بود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور گزینش لاین‌های خالص جو با عملکرد بالا و خصوصیات زراعی مطلوب در مناطق گرم جنوب و شمال کشور، تعداد ۱۰۸ لاین خالص در قالب طرح بدون تکرار آگمنت همراه با چهار شاهد (نوروز/صحرا، اکسین، نوبهار و WB-96-19) در مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس (ایستگاه داراب)، خوزستان (اهواز)، سیستان (زابل) و گلستان (ایستگاه گنبد) طی سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ ارزیابی شدند.

یافته‌ها: نتایج تجزیه حداکثر درست‌نمایی محدود شده (REML) نشان داد که میزان وراثت‌پذیری عملکرد دانه در گنبد، اهواز، داراب و زابل به‌ترتیب ۰/۹۹۳، ۰/۲۵۸، ۰/۴۹۸ و ۰/۰۶۳ بود. نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص SIIG و ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در همه مناطق وجود دارد. شاخص SIIG نشان داد که تعداد ۲۱، ۲۸، ۱۶ و ۵ لاین به‌ترتیب در داراب، اهواز، زابل و گنبد با مقدار شاخص SIIG بالا (۰/۹-۰/۶) جزو لاین‌های برتر بودند.. براساس نتایج میانگین شاخص SIIG لاین‌های شماره‌ی ۶۸، ۱۰۲، ۴۴، ۶۶، ۱۳، ۴۷، ۱۶، ۳۴، ۴۶، ۹۹، ۲۵، ۶۵ و ۳۵ به‌ترتیب با مقدار SIIG بالاتر از ۰/۵۰۰ در سه منطقه از چهار منطقه مورد بررسی، جزو لاین‌های برتر بودند. به‌منظور بررسی کارایی شاخص SIIG در انتخاب بهترین لاین‌ها از نظر عملکرد دانه، وزن هزاردانه، ارتفاع بوته و زودرسی، لاین‌های مورد بررسی براساس

*مسئول مکاتبه: hzali90@yahoo.com

این مقاله برگرفته از طرح تحقیقاتی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر با شماره ۹۸۰۶۲۹-۱۱۰-۰۳-۰۳-۰ می‌باشد.

شاخص SIIG در مناطق مختلف گروه‌بندی شدند. لاین‌ها به‌ترتیب در داراب، اهواز، گنبد و زابل در ۶، ۷، ۸ و ۷ گروه دسته‌بندی شدند.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج میانگین شاخص SIIG در همه مناطق، ۱۶ لاین با بیش‌ترین مقدار میانگین شاخص SIIG جزو لاین‌های برتر در بیش‌تر مناطق بودند. بنابراین، لاین‌های منتخب در هر منطقه را می‌توان برای آزمایشات در آن منطقه توصیه کرد و لاین‌هایی که در مجموع بیش‌تر مناطق حائز بیش‌ترین مقدار SIIG بودند، به‌عنوان لاین‌هایی که دامنه متنوع کشت را دارند برای انجام آزمایشات تکمیلی در همه مناطق در سال‌های بعدی معرفی کرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه REML، شاخص SIIG، صفات مورفو – فنولوژیک، نمودار حرارتی.

مقدمه

جو (*Hordeum vulgare* L.) بعد از گندم با سطح زیر کشت ۱/۴ میلیون هکتار و تولید ۳/۱ میلیون تن، دومین گیاه زراعی مهم ایران از نظر ارزش زراعی و تغذیه‌ای به‌شمار می‌رود (۲). همچنین، براساس آمار منتشر شده در سال ۲۰۱۹، در جهان میزان تولید جو حدود ۱۵۸/۹ میلیون تن و در ایران ۳/۶ میلیون تن بود (۶). حدود ۱۵۰ هزار هکتار از اراضی آبی زیر کشت جو در مناطق گرم کشور قرار دارد که این مناطق شامل کلیه اراضی استآن‌های خوزستان، بوشهر، بندرعباس، هرمزگان، سیستان و بلوچستان و قسمت‌های عمده‌ای از استآن‌های فارس، کرمان، کهگیلویه و بویراحمد و ایلام در منطقه گرم و خشک جنوب کشور و مناطقی از اراضی کشاورزی استآن‌های مازندران، گلستان و تمام منطقه دشت مغان در منطقه گرم و مرطوب شمال کشور می‌باشند. با توجه به اهمیت محصول جو در این مناطق اجرای پروژه‌های تحقیقاتی و معرفی ارقام جدید می‌تواند سهم به‌سزایی در افزایش تولید این محصول در این اقلیم داشته باشد (۳).

با توجه به نقش تنوع ژنتیکی در پیش‌برد اهداف برنامه‌های به‌نژادی، بدون شک بررسی لاین‌های جدید جو با خصوصیات مورفولوژیک مطلوب، از جمله روش‌های مناسب در جهت بهبود عملکرد و اصلاح و معرفی ارقام تجاری است که نهایتاً منجر به افزایش تولید جو خواهد شد.

در تحقیقی ۸ صفت مورفولوژیک وابسته به سنبله در ۳۱۷۰ ژنوتیپ در ۱۳۰ جمعیت محلی جو در کشور اتیوپی اندازه‌گیری شد و مشخص شد که تنوع در جو رابطه‌ای پیچیده با گستردگی در محیط اکوسیستم زراعی دارد. این مطلب با تجزیه و تحلیل خوشه‌ای که سه گروه اصلی جمعیت را مشخص می‌کنند، به‌خوبی نشان داده شده است. در این تحقیق جوهای با تعداد ردیف نامنظم و شش ردیفه بیش‌ترین فراوانی (به‌ترتیب ۴۹ و ۴۶ درصد) و جوهای دو ردیفه کم‌ترین فراوانی از نظر تعداد ژنوتیپ (۵ درصد) را داشتند (۷).

مطالعات زیادی در ارتباط با ارزیابی صفات و تعیین ماهیت، اهمیت و ارتباط آن‌ها با عملکرد دانه جو با استفاده از تجزیه به عامل‌ها و سایر روش‌های چندمتغیره انجام شده است (۴، ۹، ۲۰). در بیش‌تر این تحقیقات بحث در مورد ارتباط بین صفات با عملکرد دانه 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 انجام دهد. شاخص

انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل[1] (SIIG) یکی از این روش‌ها می‌باشد که می‌تواند علاوه بر انتخاب ژنوتیپ‌های ایده‌آل، فاصله بین ژنوتیپ‌ها را هم مشخص کند. در این روش، امکان شناسایی ژنوتیپ‌هایی با خصوصیات خاص وجود دارد (۱۷، ۱۸). به‌عنوان مثال با روش SIIG می‌توان ژنوتیپ‌هایی با عملکرد و وزن هزار دانه بالا، ارتفاع کم و زودرس را شناسایی و انتخاب نمود (۱۹).

روشSIIG، برای اولین بار توسط زالی و همکاران (۲۰۱۵) برای ادغام روش‌های مختلف تجزیه پایداری معرفی شد (۱۷). 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 مورفولوژیک، صفات فیزیولوژیک و ... استفاده نمود و کارایی انتخاب را افزایش داد. ممکن است هر ژنوتیپی از نظر یک شاخص یا صفتی برتر باشد، ولی با افزایش تعداد صفات یا شاخص‌ها، انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب دشوار می‌شود. در روش SIIG، تمام شاخص‌ها و صفات به‌صورت یک شاخص واحد درآمده و رتبه‌بندی و تعیین ژنوتیپ‌های برتر آسان‌تر می‌شود. اگر تعداد صفات، کم 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 (۱۷، ۱۸). از شاخص SIIG، به‌منظور انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها با استفاده از ادغام شاخص‌های مختلف تحمل به خشکی (۱۸)، ادغام پارامترهای تجزیه پایداری (۱۰، ۱۷) و ادغام صفات مختلف مورفو – فنولوژیک (۱، ۱۹) استفاده شده است.

امامی و همکارن (۲۰۱۹) به‌منظور بررسی تحمل تنش اسمزی در لاین‌های پیشرفته گندم دوروم از شاخص SIIG استفاده کردند و بیان نمودند که شاخص SIIG در جمع‌بندی نتایج شاخص‌های مختلف کمک شایانی به محقق می‌کند و در ضمن با این روش ژنوتیپ‌های حساس و متحمل راحت‌تر شناسایی می‌شود. در این تحقیق نتایج شاخص SIIG با نتایج تجزیه خوشه‌ای انطباق بالایی نشان داد (۵). نجفی میرک و همکاران (۲۰۱۸) 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 دو بعدی توانستند ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد بالا را معرفی نمایند (۱۰). در تحقیقی دیگر، یاقوتی‌پور و همکاران (۲۰۱۷) 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 (۱۶). زالی و همکاران (۲۰۱۷) 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 (۱۸). زالی و همکاران (۲۰۱۵) از شاخص SIIG به‌منظور ادغام روش‌های مختلف تجزیه پایداری پارامتری و ناپارامتری در کلزا استفاده نمودند. آن‌ها شاخص SIIG را روشی مناسب به‌منظور ادغام شاخص‌های تجزیه پایداری معرفی نمودند (۱۷). نتایج مشابهی نیز در مورد کاربرد شاخص SIIG توسط طهماسبی و همکاران (۲۰۱۸) گزارش شده است (۱۵).

1. Selection index of ideal genotype

یکی از روش‌های مهمی که برای تجزیه داده‌ها معرفی شده، روش تجزیه با استفاده از حداکثر درست‌نمایی محدود شده (REML)[1] است. در این روش محدودیت تجزیه واریانس به روش کم‌ترین مربعات برای داده‌های نامتعادل برطرف می‌شود (۸). مدل‌های مخلوط مانند REML برای به‌دست آوردن اجزای واریانس و پیش‌بینی ناارایب بهترین خط (BLUP)[2] برای پیش‌بینی مقادیر ژنتیکی و اجزای واریانس استفاده می‌شوند (۱۲). روش REML/BLUP به‌واسطه در نظر گرفتن مقادیر ژنوتیپی (نه مقادیر فنوتیپی) دقت بهتری در روند برنامه‌های اصلاحی ایجاد می‌کند و اجازه انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها را می‌دهد (۱۳).

هدف از این تحقیق، ارزیابی و انتخاب لاین‌های برتر با عملکرد بالا، زودرس و پابلند مقاوم به خوابیدگی در آزمایش مقدماتی مقایسه عملکرد در مناطق گرم جنوب و شمال کشور با استفاده از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (۱۷، ۱۸) بود.

مواد و روش‌ها

تنوع فنوتیپی تعداد ۱۰۸ لاین خالص در قالب طرح بدون تکرار آگمنت همراه با چهار شاهد (نوروز/صحرا، اکسین، نوبهار و WB-96-19) در مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس (ایستگاه داراب)، خوزستان (اهواز)، سیستان (زابل) و گلستان (ایستگاه گنبد) طی سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ ارزیابی شدند. خصوصیات جغرافیایی و هواشناسی مربوط به هر منطقه در جدول ۱ نشان داده شده است. لاین‌های مورد استفاده در این تحقیق از آزمایشات مقایسه عملکرد داخلی و بین المللی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ که در مراکز تحقیقاتی اهواز، زابل و گنبد اجرا شده بود، مورد انتخاب قرار گرفته بودند. ارقام و لاین‌های مورد بررسی در نیمه اول آذر در شش خط به‌طول شش متر به‌فاصله ۱۵ سانتی‌متر از یک‌دیگر کشت و به‌صورت نشتی آبیاری شدند. میزان بذر مصرفی بر مبنای ۳۰۰ دانه در متر مربع و وزن هزاردانه برای هر لاین تعیین گردید. ترکیب کودی استفاده شده براساس نتایج تجزیه خاک به‌صورت ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره (در دو نوبت) و کودهای دی آمونیوم فسفات و سولفات پتاسیم به‌ترتیب با مقادیر ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار (قبل از کاشت) بود. مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ با استفاده از علف‌کش‌های انتخابی انجام شد. در طول دوره رشد یادداشت‌برداری از کرت‌های آزمایشی شامل صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی کامل، ارتفاع بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه به‌عمل آمد.

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و ادغام صفات مورفو – فنولوژیک از روش SIIG استفاده شد که نحوه محاسبه این شاخص به شرح ذیل می‌باشد (۱۷، ۱۸ و ۱۹):

۱- تشکیل ماتریس داده‌ها: با توجه به تعداد ژنوتیپ‌ها و صفات مختلف مورد بررسی، ماتریس داده‌ها به‌صورت رابطه ۱ تشکیل شد (ماتریس D).

رابطه ۱:

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

در این ماتریس x_{ij} مقدار ژنوتیپ iام ($i = 1, 2, \ldots n$) در رابطه با صفت jام ($j = 1, 2, \ldots m$) بود. به‌عبارت دیگر، ردیف‌ها را ژنوتیپ‌ها و ستون‌ها را صفات تشکیل دادند.

۲- تبدیل ماتریس داده‌های اولیه (ماتریس D) به یک ماتریس نرمال (ماتریس R): از رابطه ۲ برای

1. Restricted maximum likelihood
2. Best linear unbiased prediction

نرمال‌کردن داده‌ها (بدون واحد کردن داده‌ها) استفاده شد:

رابطه ۲:
$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}^2}}$$

در رابطه ۲، برای نرمال نمودن داده‌ها، مقدار صفات در همه ژنوتیپ‌ها برای هر صفت را به توان ۲ رسانده و سپس جمع نموده و جذر گرفته شد (مخرج کسر) و در نهایت تک تک ژنوتیپ‌ها به مخرج کسر تقسیم شد. بنابراین، بعد از نرمال نمودن دادهای اولیه (ماتریس D)، ماتریس R به‌صورت رابطه ۳ تعریف می‌شود.

رابطه ۳:
$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & & r_{2m} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix}$$

۳- پیدا کردن ژنوتیپ ایده‌آل و ژنوتیپ غیرایده‌آل (ضعیف) برای هر صفت (شاخص): در این مرحله با توجه به نوع صفت و نظر محقق برای هر صفت به‌طور جداگانه، بهترین ژنوتیپ (ایده‌آل) و ضعیف‌ترین (غیرایده‌آل) انتخاب شد. به‌عنوان مثال در مورد عملکرد، حداکثر مقدار عملکرد یک ژنوتیپ مقدار ایده‌آل و پایین‌ترین مقدار عملکرد به‌عنوان ژنوتیپ غیرایده‌آل (ضعیف) در نظر گرفته شد. همچنین، در مورد تعداد روز تا رسیدگی (DMA)، چنانچه زودرسی ژنوتیپ‌ها مهم باشد، مقدار ایده‌آل برابر کم‌ترین مقدار DMA و مقدار ضعیف برابر با حداکثر مقدار DMA برای ژنوتیپ‌ها می‌باشد.

۴- محاسبه فاصله از ژنوتیپ‌های ایده‌آل (d_i^+) و ژنوتیپ‌های ضعیف (d_i^-): در این مرحله برای هر ژنوتیپ، فاصله از ژنوتیپ‌های ایده‌آل (d_i^+) و ژنوتیپ‌های ضعیف (d_i^-) به‌ترتیب با استفاده از روابط ۴ و ۵ محاسبه شد. به‌عبارت دیگر، برای محاسبه فاصله از ژنوتیپ‌های ایده‌آل (d_i^+)، با توجه به رابطه ۴، ابتدا مقادیر تمام صفات (نرمال شده) در یک لاین (ژنوتیپ) را از مقادیر ایده‌آل برای هر صفت (که در مرحله قبل مشخص شده است) کم نموده و به توان ۲ رسانده و در نهایت آن‌ها را جمع و جذر گرفته شد. همین کار را هم برای محاسبه فاصله از ژنوتیپ ضعیف (d_i^-) برای هر لاین انجام شد (رابطه ۵).

رابطه ۴:
$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} \left(r_{ij} - r_j^+\right)^2} \qquad i = 1, \dots, n$$

رابطه ۵:
$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} \left(r_{ij} - r_j^-\right)^2} \qquad i = 1, \dots, n$$

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

۵- محاسبه شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG): در آخرین مرحله برای محاسبه شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل برای هر لاین یا ژنوتیپ از رابطه ۶ استفاده شد.

رابطه ۶:
$$SIIG_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad i = 1, 2 \dots, n, \quad 0 \le SIIG_i \le 1$$

مقدار $SIIG_i$ بین صفر تا یک تغییر می‌کند و هر چه گزینه مورد نظر به ژنوتیپ ایده‌آل نزدیک‌تر باشد مقدار $SIIG_i$ آن به یک نزدیک‌تر خواهد بود. بر اساس این روش، بهترین ژنوتیپ، نزدیک‌ترین ژنوتیپ به ژنوتیپ‌های ایده‌آل و دورترین از ژنوتیپ‌های ضعیف است (۱۷، ۱۸).

به‌منظور محاسبه مدل‌های خطی و اجزای واریانس از روابط ۷ و ۸ استفاده شد.

تجزیه منفرد:

رابطه ۷:
$$Y_{ij} = \mu + Block_i + Entry_j + \varepsilon_{ij}$$

رابطه ۸:

$$Y_{ij} = \mu + Block_i + IDCheck + Gen + Check + \varepsilon_{ij}$$

در این روبط μ میانگین صفت مربوطه، $Block_i$ اثر بلوک iام، $Entry_j$ اثر اینتری jام است (رابطه ۷). در رابطه ۸ تفاوت در اثر اینتری jام است که به IDCheck، Gen، Check که به‌ترتیب مربوط به اثر شناسه شاهدها، ژنوتیپ‌های بدون تکرار و شاهدهایی که در هر بلوک تکرار می‌شوند تقسیم می‌شود. اثر بلوک به‌عنوان اثر ثابت فرض شده است.

جدول ۱- خصوصیات جغرافیایی و هواشناسی مکان‌های مورد آزمایش.

Table 1- Meteorological and geographical characteristics of the test locations.

مکان	Site	ارتفاع (متر) Altitude (m)	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	میانگین میزان بارندگی سالیانه (میلی‌متر) Mean of annual rainfall (mm)
زابل	Zabol	489	31°0'N	61°32'E	61
اهواز	Ahvaz	22.5	31°20'N	48°40'E	213
داراب	Darab	1107	28°50'N	54°30'E	248
گنبد	Gonbad	70	37°17'N	55°18'E	200-400

هنگام محاسبه Blueها[1]، اثرات Entry، IDCheck، Gen و Check به‌عنوان اثرات ثابت در نظر گرفته می‌شوند و هنگام محاسبه Blupها و وراثت‌پذیری عمومی، این اثرات تصادفی در نظر گرفته می‌شوند (۱۴).

تجزیه مرکب: برای تجزیه مرکب در همه مکان‌ها، اثرات جدیدی به روابط ۷ و ۸ اضافه می‌شوند و مدل آن به‌صورت روابط ۹ و ۱۰ است:

رابطه ۹:

$$Y_{ijk} = \mu + Entry_j + Loc_i + Loc_i \times Entry_j + Block_k(Loc_i) + \varepsilon_{ijkl}$$

رابطه ۱۰:

$$Y_{ijk} = \mu + IDCheck + Gen + Check + Loc_i + Loc_i \times IDCheck + Loc_i \times Gen + Loc_i + Loc_i \times Check + Block_k(Loc_i) + \varepsilon_{ijkl}$$

Loc_i و $Loc_i \times Entry_j$ به‌ترتیب اثرات مکان iام و اثرمتقابل مکان × ژنوتیپ هستند. در این حالت، اثر بلوک در اثر مکان قرار می‌گیرد و به‌عنوان اثر تصادفی در نظر گرفته می‌شود. مانند روابط ۷ و ۸، تمام اثرات از جمله $Entry_j$ ، IDCheck، Gen و Check هنگام محاسبه BLUE به‌صورت ثابت و هنگام محاسبه BLUPبه‌صورت تصادفی استفاده می‌شوند (۱۴).

در این تحقیق، برای انجام تجزیه واریانس آگمنت با استفاده از تجزیه REML و ترسیم گراف‌های تنوع فنوتیپی از نرم‌افزار ACBD-R (۱۴) و برای بررسی معنی‌داری اثر بلوک از نرم‌افزار ADEL-R و برای محاسبه شاخص SIIG (۱۷) از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورفو – فنولوژیک نشان داد که بین بلوک‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ وجود داشت. به‌علت معنی‌دار بودن بلوک، صفات اندازه‌گیری شده برای ژنوتیپ‌ها تصحیح شدند (جدول ۲).

واریانس ژنتیکی، واریانس باقی‌مانده و وراثت‌پذیری صفات تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه در مناطق داراب، اهواز، زابل و گنبد با استفاده از تجزیه REML محاسبه شدند (جدول ۳). نتایج نشان داد که وراثت‌پذیری تعداد روز تا گل‌دهی در داراب

1. Best linear unbiased estimation

(۰/۹۲۹) و گنبد (۰/۹۴۳) بالا بود. در اهواز و داراب میزان وراثت‌پذیری تعداد روز تا رسیدگی به‌ترتیب ۰/۷۲۲ و ۰/۷۸۱ بود. بیش‌ترین میزان وراثت‌پذیری ارتفاع بوته، وزن هزاردانه و عمکرد دانه در گنبد (به‌ترتیب ۰/۹۹۳، ۰/۹۵۷ و ۰/۹۹۳) مشاهده شد. کم‌ترین میزان وراثت‌پذیری عملکرد دانه مربوط به زابل (۰/۰۶۳) بود. در مجموع نتایج نشان داد وراثت‌پذیری بیشتر صفات در گنبد بالا، ولی وراثت-پذیری بیش‌تر صفات در زابل پایین بود.

نتایج تجزیه REML با استفاده از آماره‌های BLUP و BLUE برای لاین‌های مورد بررسی و ژنوتیپ‌های شاهد به‌طور جداگانه در جدول ۴ برای همه صفات نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان وراثت‌پذیری لاین‌های خالص مربوط به صفت وزن هزار دانه (۰/۷۱۰) و کم‌ترین میزان وراثت‌پذیری مربوط به عملکرد دانه (۰/۴۴۰) بود. بیش‌ترین میزان وراثت‌پذیری در ژنوتیپ‌های شاهد مربوط به تعداد روز تا گل‌دهی (۰/۸۲۴) و تعداد روز تا رسیدگی (۰/۶۱۰) بود و کم‌ترین میزان وراثت‌پذیری ژنوتیپ شاهد مربوط به عملکرد دانه و وزن هزاردانه بود. از مزایای روش REML نسبت به روش‌های کلاسیک، بازدهی بالا برای طرح‌های آگمنت و همچنین، کاهش تعداد برآوردهای منفی پارامترهای ژنتیکی که به‌دلیل مشکلاتی مانند مناسب نبودن طرح آزمایشی که در روش‌های کلاسیک ایجاد می‌شود، اشاره نمود (۸).

مقادیر عددی صفات مورد بررسی نشان داده نشده است، ولی تنوع صفات مورد بررسی به‌صورت نمودار گرمایی (Heat map) در همه مناطق نشان داده شده است (شکل ۱). نتایج نشان داد بیش‌ترین طول دوره رسیدگی و گل‌دهی مربوط به گنبد است و کم‌ترین طول دوره رسیدگی و گل‌دهی در زابل مشاهده شد. بیش‌ترین ارتفاع بوته برای ارقام و لاین‌های مورد بررسی در داراب مشاهده شد و کم‌ترین ارتفاع بوته مربوط به لاین‌های اهواز بود. نتایج نشان داد که کم‌ترین میزان عملکرد دانه مربوط به لاین‌های زابل است و بیش‌ترین عملکرد دانه لاین‌ها و ژنوتیپ‌های شاهد در داراب مشاهد شد. بیش‌ترین میزان خوابیدگی بوته در گنبد و در تمام لاین‌ها و ژنوتیپ‌های شاهد مشاهده شد. در داراب نیز خوابیدگی بوته در تعدادی از لاین‌ها مشاهده شد ولی در زابل و اهواز خوابیدگی بوته مشاهده نشد.

به‌منظور انتخاب بهترین لاین‌ها برای هر منطقه به‌طور جداگانه و انتخاب برترین لاین‌ها برای تمام مناطق از نظر عملکرد دانه و سایر صفات مورد بررسی به‌طور هم‌زمان، از شاخص SIIG (۱۷) استفاده شد. 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، از نظر صفات مورد بررسی از مطلوبیت کم‌تری برخوردار خواهد بود (۱۸). شاخص SIIG براساس صفات عملکرد دانه، تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته و وزن هزاردانه محاسبه شد (جدول ۵ و شکل ۲).

نتایج همبستگی شاخص SIIG با صفات مورفو – فنولوژیک در همه مناطق در جدول ۶ نشان داده شده است. نتایج تجزیه همبستگی در اهواز نشان داد که شاخص SIIG همبستگی بالا و معنی‌داری با عملکرد (۰/۹۴۸**)، ارتفاع بوته (۰/۶۴۹**) و وزن هزاردانه (۰/۵۰۸**) دارد. از طرفی شاخص SIIG همبستگی منفی و معنی‌داری با تعداد روز تا گل‌دهی (-۰/۳۹۸**) داشت (جدول ۶). براساس نتایج شاخص SIIG، لاین‌های شماره‌ی ۳۹، ۴۳، ۴۹، ۳۷، ۶۸، ۴۸، ۷۸، ۱۱۲، ۴۰، ۷۹، ۳۸، ۴۷، ۷۳، ۷۲، ۶۴،

۱۱۴، ۶۶، ۷۵، ۷۴، ۱۰۳، ۶۵، ۱۰۲، ۳۴، ۷۶، ۳۶، ۴۶، ۰/۷۷۷) جزو لاین‌های برتر در منطقه اهواز بودند. ۱۱۳ و ۹۹ به‌ترتیب با بیش‌ترین مقدار SIIG (۰/۶۱۱-

جدول ۲- تجزیه واریانس شاهدهای آزمایش مربوط به صفات مختلف مورفو - فنولوژیک در لاین‌های خالص جو در مکان‌های مختلف.

Table 2- Variance analysis of checks for different morpho - phonological traits of barley pure lines across different locations.

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	تعداد روز تا گل دهی DHE	تعداد روز تا رسیدگی DMA	ارتفاع بوته PLH	وزن هزاردانه TKW	عملکرد دانه YLD
					اهواز Ahvaz		
Block	بلوک	2	2161356**	3843387**	889503**	298860**	2486538881**
Checks	شاهدها	3	116.3*	4.97ns	138.9**	20.4ns	1084406ns
Error	خطا	6	16.8	1.64	13.9	22.4	677874
$LSD_{0.05}$	شاهدها		4.73	1.48	4.30	5.45	950
$LSD_{0.05}$	ژنوتیپ‌ها		14.2	4.4	12.9	16.4	2849
					داراب Darab		
Block	بلوک	2	2110510**	4037089**	1959256**	369947**	6490957919**
Checks	شاهدها	3	87.0**	6.75*	462.1**	62.6ns	1475336ns
Error	خطا	6	0.56	0.75	15.3	13.9	427943
$LSD_{0.05}$	شاهدها		0.86	1.00	4.50	4.31	755
$LSD_{0.05}$	ژنوتیپ‌ها		2.58	3.00	13.51	12.92	2264
					زابل Zabol		
Block	بلوک	2	1403911**	2719138**	1601583**	251728**	3683163400**
Checks	شاهدها	3	48.3ns	4.22ns	71.4ns	6.31ns	85152*
Error	خطا	6	21.81	2.14	42	3.31	9987
$LSD_{0.05}$	شاهدها		5.39	1.69	7.48	2.10	115
$LSD_{0.05}$	ژنوتیپ‌ها		16.16	5.06	22.43	6.29	346
					گنبد Gonbad		
Block	بلوک	2	2716814**	5107217**	1867534**	324820**	3683163400**
Checks	شاهدها	3	129**	20.8*	308**	39.7**	85152*
Error	خطا	6	0.75	3.58	0.81	0.49	9987
$LSD_{0.05}$	شاهدها		1.00	2.18	1.04	0.80	115
$LSD_{0.05}$	ژنوتیپ‌ها		3.00	6.55	3.11	2.41	346

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

DHE: Days to heading; DMA: Days to maturity; PLH: Plant height; TKW: Thousand kernel weight; YLD: Seed yield

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and **: non-significant, significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

جدول ۳- واریانس ژنتیکی، واریانس باقی‌مانده و وراثت‌پذیری صفات مورفو – فنولوژیک در مناطق مختلف.

Table 3- Genetic variance, residual variance and heritability in morpho - phonological traits in different regions.

traits	صفات	Regions	مناطق	واریانس ژنتیکی δ^2_g	واریانس باقی‌مانده δ^2_{Res}	وراثت‌پذیری He^2
DHE	تعداد روز تا گل-دهی	Ahvaz	اهواز	0.526	0.276	0.655
		Darab	داراب	0.738	0.056	0.929
		Gonbad	گنبد	0.770	0.047	0.943
		Zabol	زابل	0.140	0.560	0.200
DMA	تعداد روز تا رسیدگی	Ahvaz	اهواز	0.704	0.271	0.722
		Darab	داراب	0.615	0.172	0.781
		Gonbad	گنبد	0.358	0.495	0.420
		Zabol	زابل	0.318	0.487	0.396
PLH	ارتفاع بوته	Ahvaz	اهواز	0.307	0.264	0.538
		Darab	داراب	0.452	0.268	0.628
		Gonbad	گنبد	1.011	0.007	0.993
		Zabol	زابل	0.363	0.432	0.456
TKW	وزن هزار دانه	Ahvaz	اهواز	0.141	0.759	0.157
		Darab	داراب	0.396	0.329	0.546
		Gonbad	گنبد	0.914	0.041	0.957
		Zabol	زابل	0.332	0.492	0.403
YLD	عملکرد دانه	Ahvaz	اهواز	0.124	0.357	0.258
		Darab	داراب	0.381	0.385	0.498
		Gonbad	گنبد	0.832	0.006	0.993
		Zabol	زابل	0.033	0.483	0.063

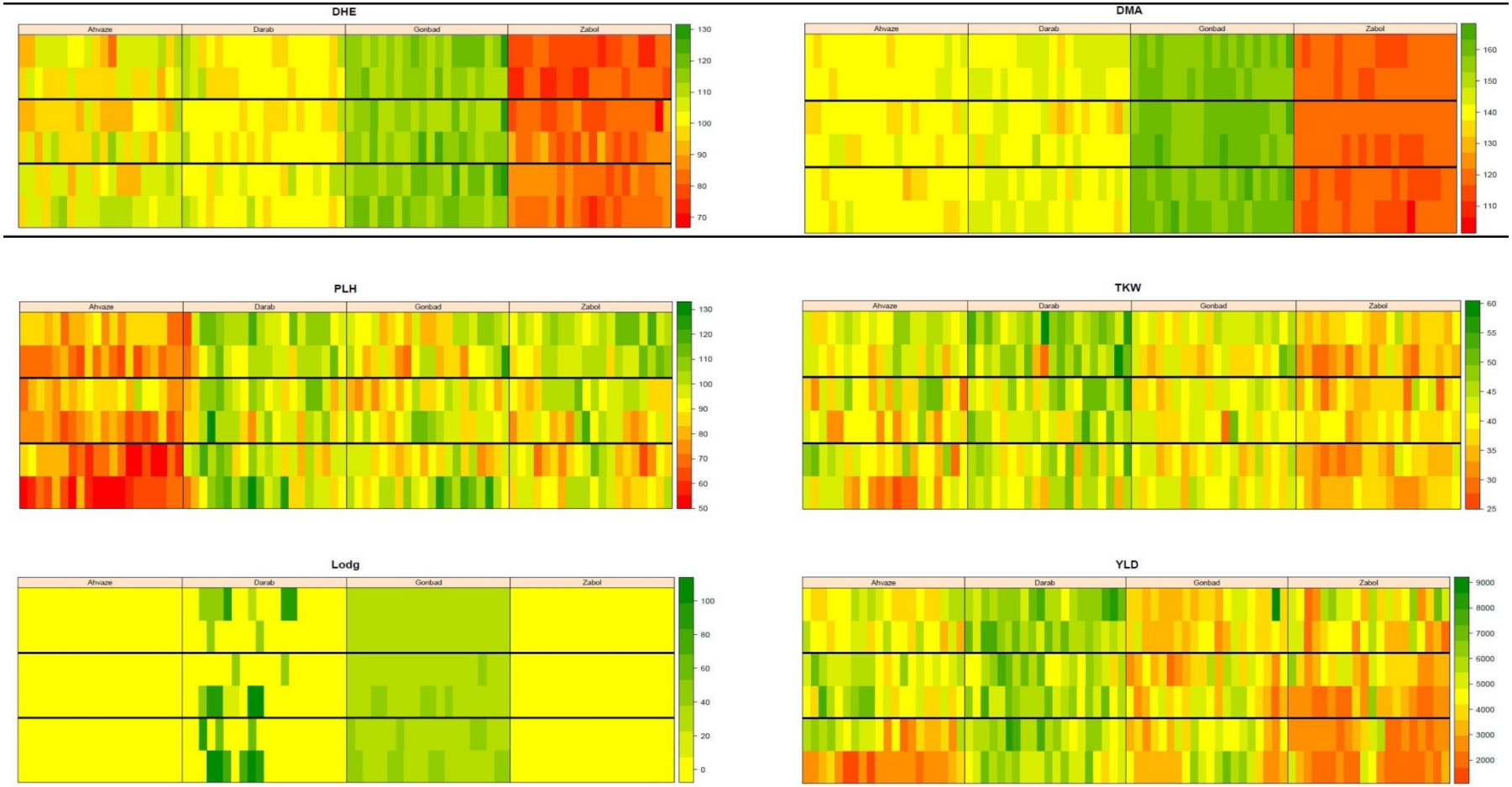
DHE: تعداد روز تا گل‌دهی؛ DMA: تعداد روز تا رسیدگی؛ PLH: ارتفاع بوته؛ TKW: وزن هزار دانه؛ YLD: عملکرد دانه

DHE: Days to heading; DMA: Days to maturity; PLH: Plant height; TKW: Thousand kernel weight; YLD: Seed yield

جدول ٤- تجزیه REML برای صفات مورفو - فنولوژیک لاین‌های خالص جو در ٤ منطقه.

Table 4- Results of REML analysis for morpho - phonological traits of barley inbred lines at four regions.

		لاین‌های خالص Inbred lines									
		تعداد روز تا گل‌دهی DHE		تعداد روز تا رسیدگی DMA		ارتفاع بوته PLH		وزن هزار دانه TKW		عملکرد دانه YLD	
S.O.V	منابع تغییر	BLUP	BLUE	BLUP	BLUE	BLUP	BLUE	BLUP	BLUE	BLUP	BLUE
He^2 (lines)	وراثت‌پذیری عمومی (لاین‌ها)	0.655		0.536		0.629		0.71		0.44	
He^2 (checks)	وراثت‌پذیری عمومی (شاهد)	0.824		0.61		0.233		0.183		0	
δ^2_g (lines)	واریانس ژنتیکی (لاین‌ها)	4.80		1.03		26.1		6.11		126443	
δ^2_g (checks)	واریانس ژنتیکی (شاهد)	18.9		1.24		4.88		0.9		0.001	
δ^2_{ge} (lines)	واریانس اثر متقابل (لاین‌ها)	2.39		1.45		34.2		0.93		119697	
δ^2_{ge} (checks)	واریانس اثر متقابل (شاهد)	8.45		1.08		36.8		6.99		167983	
δ^2_{Res}	واریانس باقیمانده	7.75	9.98	2.09	2.03	27.4	17.99	9.06	10.02	524845	541022
Mean (lines)	میانگین (لاین‌ها)	100	107	140	140	90.2	90.48	40.9	41.4	4677	4361
Mean (check)	میانگین (شاهد)	102	102	140	141	88.6	88.17	41.2	42.1	4700	4956
Avg Std Err Difference (lines)	تفاوت خطای استاندارد میانگین (لاین‌ها)	1.75	4.94	0.94	2.24	3.92	6.61	1.91	4.95	403	1093
$LSD_{0.05}$ (lines)	LSD (لاین‌ها)	3.45	10.19	1.85	4.63	7.71	13.64	3.75	10.21	792	2256
Avg Std Err Difference (checks)	تفاوت خطای استاندارد میانگین (شاهد)	1.17	2.25	0.68	1.24	2.70	2.80	1.16	2.25	236	134
$LSD_{0.05}$ (checks)	LSD (شاهد)	2.29	4.64	1.33	2.55	5.30	5.78	2.28	4.64	463	276
N Env.	تعداد محیط	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4



شکل ۱-نمودارهای گرمایی تنوع فنوتیپی صفات مورفو – فنولوژیکی ژنوتیپ‌های جو در مناطق مختلف (DHE: تعداد روز تا گل‌دهی؛ DMA: تعداد روز تا رسیدگی؛ PLH: ارتفاع بوته؛ TKW: وزن هزاردانه؛ YLD: عملکرد دانه).

Figure 1-Heat maps of phenotypic variation of morpho - phonological traits of barley genotypes at different regions (DHE: Days to heading; DMA: Days to maturity; PLH: Plant height; TKW: Thousand kernel weight; YLD: Seed yield).

مقدار عملکرد این لاین‌ها به‌ترتیب برابر با ۶۰۹۸، ۷۳۳۸، ۷۰۰۰، ۶۴۰۲، ۶۵۳۲، ۷۰۱۶، ۵۸۱۲، ۵۸۳۶، ۵۵۷۶، ۶۸۵۴، ۵۷۹۸، ۶۵۷۲، ۵۷۹۲، ۶۰۸۰، ۵۰۸۶، ۵۶۲۶، ۴۸۴۸ و ، ۵۰۷۰، ۵۶۲۶، ۵۴۳۲، ۴۶۷۲، ۵۸۸۶، ۵۸۲۲، ۵۳۶۴، ۵۲۸۶، ۵۸۸۸، ۵۳۹۰ و ۵۲۶۴ کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد بیش‌تر این لاین‌ها از عملکرد شاهد بیش‌تر بود. همچنین، مقدار شاخص SIIG این لاین‌ها از همه ژنوتیپ‌های شاهد بیش‌تر بود (جدول ۵).

نتایج همبستگی در منطقه زابل نشان داد شاخص SIIG همبستگی مثبت و معنی‌داری با همه صفات مورد بررسی دارد (جدول ۶). نتایج نشان داد لاین‌های شماره‌ی ۱۰۲، ۱۰۵، ۱۱۵، ۱۱۶، ۸۰، ۱۱۰، ۱۰۸، ۹۶، ۱۱۳، ۷۴، ۱۰، ۲۹، ۱۱۴، ۳۰، ۱۲۰ و ۷۰ به‌ترتیب با بیش‌ترین مقدار شاخص SIIG (۰/۶۰۴-۰/۷۸۱) جزو لاین‌های برتر در زابل بودند. عملکرد این لاین‌ها به‌ترتیب برابر با ۷۰۸۴، ۶۲۰۰، ۶۱۰۰، ۵۹۳۰، ۶۲۳۷، ۵۸۷۶، ۵۳۷۵، ۵۶۹۲، ۵۴۰۳، ۵۴۴۵، ۵۳۲۰، ۵۵۷۰، ۵۱۵۳، ۵۲۰۹، ۵۲۲۲ و ۵۰۸۴ کیلوگرم در هکتار بود. رقم اکسین با بیش‌ترین مقدار SIIG (۰/۶۳۶) جزو بهترین ژنوتیپ شاهد بود که در ضمن بالاترین عملکرد را در بین ژنوتیپ‌های شاهد داشت (جدول ۵).

نتایج نشان داد که بیش‌ترین همبستگی صفات با شاخص SIIG در داراب به‌ترتیب مربوط به عملکرد دانه (۰/۸۲۹**)، ارتفاع بوته (۰/۵۸۹**)، وزن هزاردانه (۰/۴۵۲**) و تعداد روز تا رسیدگی (۰/۲۷۶**) بود. این نتایج نشان داد که عملکرد دانه بیش‌ترین تأثیر را روی انتخاب لاین‌ها در داراب داشت و بعد از آن صفات ارتفاع بوته و وزن هزاردانه قرار داشتند. نتایج شاخص SIIG در داراب نشان داد که لاین‌های شماره‌ی ۵۸، ۱۰۳، ۱۳، ۱۱۸، ۱۱۲، ۶۵، ۴۳، ۱۰۴، ۷۶، ۸۵، ۳۵، ۱۰۵، ۷۵، ۹۹، ۸۳، ۸۴، ۱۰۲، ۱۴،۱۱۴ و ۱۶ به‌ترتیب با بیش‌ترین مقدار SIIG (۰/۶۰۴-۰/۷۸۱) جزو برترین لاین‌ها از نظر بیش‌تر صفات مورد بررسی بودند. عملکرد این لاین‌ها به‌ترتیب برابر با ۷۲۶۷، ۷۴۶۳، ۶۴۷۰، ۶۶۷۳، ۷۱۱۷، ۶۴۳۷، ۷۶۵۳، ۶۶۱۸، ۷۶۷۰، ۶۵۲۰، ۸۰۰۳، ۶۵۷۰، ۶۷۷۰، ۵۶۱۷، ۷۹۲۷، ۷۴۷۷، ۸۲۹۳، ۶۶۳۰، ۶۶۱۰ و ۶۵۱۳ کیلوگرم در هکتار بود. لاین شاهد WB-96-19 با عملکرد ۷۳۸۴ کیلوگرم در هکتار و مقدار SIIG بالا (۰/۶۶۶) برترین ژنوتیپ شاهد در شرایط داراب بود (جدول ۵).

در منطقه گنبد، شاخص SIIG همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه (۰/۹۵۵**)، ارتفاع بوته (۰/۵۷۶**) و وزن هزاردانه (۰/۲۸۸**) داشت. سایر صفات همبستگی معنی‌داری با شاخص SIIG نداشتند (جدول ۶). نتایج شاخص SIIG نشان داد در منطقه گنبد تعداد لاین‌های ایده‌آل نسبت به سایر مناطق به‌طور محسوسی کم‌تر است (جدول ۷). لاین‌های شماره‌ی ۱۰۲، ۱۳، ۱۵، ۱۲، ۹، ۱۴، ۲۵، ۵۴، ۶۸، ۶۵، ۷۰، ۱۰۷، ۳۲، ۵۵، ۴۹ و ۱۶ به‌ترتیب با بیش‌ترین مقدار شاخص SIIG (۰/۵۰۵-۰/۸۱۹) و عملکرد ۸۶۳۳، ۶۸۰۸، ۶۴۹۲، ۵۹۵۰، ۶۰۹۲، ۶۰۵۰، ۵۷۴۲، ۵۷۲۵، ۵۵۷۵، ۵۴۳۳، ۵۶۸۳، ۵۳۷۵، ۵۶۲۵، ۵۵۸۳، ۵۰۰۰ و ۵۰۴۲ کیلوگرم در هکتار جزو لاین‌های برتر در این آزمایش در منطقه گنبد بودند. مقدار شاخص SIIG و عملکرد دانه این لاین‌ها از همه ژنوتیپ‌های شاهد بیش‌تر بود (جدول ۵).

براساس نتایج میانگین شاخص SIIG لاین‌های شماره‌ی ۶۸، ۱۰۲، ۴۴، ۶۶، ۱۳، ۴۷، ۱۶، ۳۴، ۴۶، ۹۹، ۲۵، ۶۵ و ۳۵ به‌ترتیب با مقدار SIIG بالاتر از ۰/۵۰۰ در سه منطقه از چهار منطقه مورد بررسی، جزو لاین‌های برتر بودند بنابراین، برای کشت در سال‌های بعد و انجام آزمایشات پیشرفته و سازگاری توصیه می‌شوند. لاین‌های شماره‌ی ۲۲، ۲، ۵۹، ۴۲، ۸۰، ۶۲

۹۸، ۱۹، ۵۲، ۲۰، ۱۰، ۵۷، ۶۰ و ۸۹ با کم‌ترین مقدار SIIG در همه مناطق جزو لاین‌های ضعیف بودند. به‌همین دلیل، استفاده از این لاین‌ها در سایر تحقیقات پیشرفته در هیچ‌کدام از ایستگاه‌های تحقیقاتی توصیه نمی‌شود (جدول ۵).

به‌منظور بررسی کارایی شاخص SIIG در انتخاب بهترین لاین‌ها از نظر عملکرد دانه، وزن هزاردانه، ارتفاع بوته و زودرسی لاین‌های مورد بررسی براساس شاخص SIIG در مناطق مختلف گروه‌بندی شدند (جدول ۸). لاین‌های مورد بررسی به‌ترتیب در داراب، اهواز، گنبد و زابل در ۶، ۷، ۸ و ۷ گروه دسته‌بندی شدند. با یک نگاه کلی به جدول ۸ مشاهده شد که هر چه مقدار شاخص SIIG کاهش می‌یابد، مقدار عملکرد، ارتفاع بوته و تا حدودی وزن هزاردانه نیز در همه مناطق کاهش یافت، ولی تغییر زیادی در مقدار صفات تعداد روز تا گل‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی مشاهده نشد. این مطلب نشان داد که شاخص SIIG توانسته به‌طور هم‌زمان، ژنوتیپ‌های پرمحصول با وزن هزاردانه بالا و ارتفاع بوته بالا را انتخاب کند.

در تحقیقی از شاخص SIIG به‌منظور دسته‌بندی ۱۰۸ لاین امیدبخش جو استفاده شد. لاین‌ها در ۶ گروه قرار گرفتند و در نهایت لاین‌های گروه ۱، ۲ و ۳ جزء برترین لاین‌ها انتخاب شدند. در این تحقیق، شاخص SIIG به‌خوبی لاین‌ها را براساس ۳ صفت عملکرد دانه، وزن هزاردانه و ارتفاع بوته دسته‌بندی کرد (۱۹). در تحقیق دیگری، به‌منظور ارزیابی ۲۲ ژنوتیپ کلزا با استفاده صفات مختلف مورفولوژیک، از شاخص SIIG استفاده شد. در این تحقیق ۱۳ صفت مورفولوژیک با استفاده از شاخص SIIG ادغام و تبدیل به یک شاخص واحد شد و در نهایت برای انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها از یک نمودار دو بعدی عملکرد و شاخص SIIG استفاده شد (۱). رمزی و همکاران (۱۱) از شاخص SIIG به‌منظور بررسی تحمل لاین‌های پیشرفته گندم دوروم تحت شرایط تنش آلومینیوم استفاده نمودند و بیان شد که در استفاده از شاخص تحمل Ti (مقدار صفت در سطح تنش تقسیم بر مقدار صفت در سطح شاهد) به‌دلیل وجود Tiهای مختلف براساس صفات متفاوت تصمیم‌گیری روی لاین‌های حساس و متحمل کار راحتی نیست. در صورتی‌که، با جمع این شاخص‌ها در قالب یک شاخص تحت عنوان شاخص SIIG کار تصمیم‌گیری راحت‌تر می‌شود.

نتایج همبستگی عملکرد دانه با سایر صفات در همه مناطق نشان داد که ارتفاع بوته همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه در همه ایستگاه‌ها دارد (جدول ۷). واکنش متفاوت لاین‌ها در این مناطق به‌دلیل وجود اثر متقابل ژنوتیپ در محیط است که با استفاده از شاخص SIIG سعی شد بهترین لاین‌ها براساس صفات مختلف در هر منطقه شناسایی شود و برای مراحل پیشرفته کاشت در آن مناطق از جمله آزمایشات سازگاری معرفی شوند. نتایج همبستگی شاخص SIIG با صفات مختلف نشان داد که در همه مناطق همبستگی بالا معنی‌داری بین عملکرد دانه و شاخص SIIG وجود داشت که این مطلب حاکی از تنوع موجود بین لاین‌ها از نظر عملکرد دانه بود. چون هر چه تنوع صفتی بالاتر باشد نقش آن در مقدار عددی شاخص SIIG بیش‌تر خواهد بود (۱۰). همچنین، در هر منطقه روش SIIG، لاین‌های شاخص را معرفی کرده و فاصله آن‌ها را از سایر لاین‌ها نشان داد. بنابراین، شاخص SIIG بهترین لاین/لاین‌ها و ضعیف‌ترین لاین/لاین‌ها را در هر منطقه براساس چند صفت به‌طور هم‌زمان مشخص کرد. شاخص SIIG یک مدل گزینش‌گر بوده و به‌منظور انتخاب ایده‌آل‌ترین ارقام و لاین‌ها از بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی به‌کار می‌رود. به‌عبارت‌دیگر، با استفاده از روش SIIG می‌توان صفات مختلف را به‌صورت یک

شاخص واحد درآورد و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر را مطمئن‌تر و دقیق‌تر انجام داد (۱، ۱۰، ۱۸، ۱۹). از دیگر ویژگی‌های شاخص SIIG، ادغام صفات با واحدهای مختلف است (۱۵). همان‌طور که مشاهده شد در این تحقیق از صفاتی با واحدهای متفاوت استفاده شد. همچنین، هر چه صفتی دارای تنوع فنوتیپی 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 به‌جز 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 (۱۰، ۱۵).

در مجموع نتایج شاخص SIIG در داراب، اهواز، زابل و گنبد نشان داد که به‌ترتیب تعداد ۲۱، ۲۸، ۱۶ و ۵ لاین با مقدار SIIG بزرگ‌تر یا مساوی ۰/۶۰۰ (SIIG ≥ ۰/۶۰۰)، جزو لاین‌های برتر در این مناطق بودند. براساس نتایج میانگین شاخص SIIG لاین‌های شماره‌ی ۶۸، ۱۰۲، ۴۴، ۶۶، ۱۳، ۴۷، ۱۶، ۳۴، ۴۶، ۹۹، ۲۵، ۶۵ و ۳۵ به‌ترتیب با مقدار SIIG بالاتر از ۰/۵۰۰ در سه منطقه از چهار منطقه مورد بررسی، جزو لاین‌های برتر بودند. بنابراین، لاین‌های منتخب در هر منطقه را می‌توان برای آزمایشات در آن منطقه توصیه کرد و لاین‌هایی که در مجموع بیش‌تر مناطق حائز بیش‌ترین مقدار SIIG بودند به‌عنوان لاین‌هایی که دامنه متنوع کشت را دارند برای انجام آزمایشات تکمیلی در همه مناطق در سال‌های بعدی معرفی کرد.

جدول ۵- نمودار حرارتی، گروه‌بندی و مقادیر شاخص SIIG و عملکرد دانه در لاین‌های خالص جو در مناطق مختلف.

Table 5- Heat map, grouping and amounts of SIIG index and seed yield in lines of barley at different regions.

لاین‌ها Lines	شاخص SIIG SIIG index					عملکرد دانه Seed yield				
	داراب Darab	اهواز Ahvaz	زابل Zabol	گنبد Gonbad	میانگین Mean	داراب Darab	اهواز Ahvaz	زابل Zabol	گنبد Gonbad	میانگین Mean
L2	0.320 (6)	0.228 (7)	0.291(7)	0.255 (7)	0.273 (7)	5097	2480	2987	3300	3466
L3	0.577 (4)	0.347 (6)	0.518 (4)	0.233 (7)	0.419 (5)	6947	3072	4695	3117	4458
L4	0.483 (5)	0.440 (5)	0.426 (5)	0.250 (7)	0.400 (5)	5593	3984	3709	2983	4067
L5	0.589 (4)	0.340 (6)	0.412 (5)	0.311 (6)	0.413 (5)	6293	2580	3875	3242	3998
L6	0.544 (4)	0.144 (8)	0.267 (7)	0.308 (6)	0.316 (6)	5883	1544	2598	3325	3338
L7	0.501 (4)	0.135 (8)	0.582 (4)	0.224 (7)	0.360 (6)	6113	1426	5167	3250	3989
L8	0.519 (4)	0.346 (6)	0.522 (4)	0.458 (5)	0.461 (5)	5427	2800	4570	4542	4335
L9	0.481 (5)	0.105 (8)	0.488 (5)	0.604 (3)	0.420 (5)	4983	1640	4000	6092	4179
L10	0.439 (5)	0.178 (8)	0.247 (7)	0.435 (5)	0.325 (6)	5250	2652	2417	4850	3792
L12	0.468 (5)	0.161 (8)	0.704 (2)	0.629 (3)	0.490 (5)	5177	2600	6237	5950	4991
L13	0.706 (2)	0.139 (8)	0.689 (3)	0.728 (2)	0.565	6470	2392	5875	6808	5386
L14	0.298 (7)	0.186 (8)	0.670 (3)	0.596 (4)	0.437 (5)	4920	2740	5375	6050	4771
L15	0.385 (6)	0.258 (7)	0.604 (3)	0.676 (3)	0.481 (5)	4967	2194	5084	6492	4684
L16	0.615 (3)	0.309 (6)	0.746 (2)	0.505 (4)	0.544	6810	2940	6100	5042	5223
L17	0.366 (6)	0.197 (8)	0.607 (3)	0.359 (6)	0.382 (6)	4790	2338	5222	4058	4102
L18	0.390 (6)	0.272 (7)	0.549 (4)	0.323 (6)	0.384 (6)	3900	2470	4763	2600	3433
L19	0.242 (7)	0.355 (6)	0.438 (5)	0.243 (7)	0.320 (6)	4250	3068	3681	2800	3450
L20	0.421 (5)	0.393 (6)	0.229 (7)	0.255 (7)	0.325 (6)	5150	3740	2500	3058	3612
L22	0.349 (6)	0.212	0.190 (8)	0.188 (8)	0.235 (7)	4400	2608	2445	2933	3097
L23	0.367 (6)	0.415 (5)	0.644 (3)	0.221 (7)	0.412 (5)	5167	3712	5320	3183	4346

L24	0.434 (5)	0.295 (7)	0.630 (3)	0.381 (6)	0.435 (5)	6643	3468	5153	4733	4999
L25	0.607 (3)	0.348 (6)	0.513 (4)	0.582 (4)	0.513 (4)	6610	3302	4625	5742	5070
L26	0.364 (6)	0.388 (6)	0.511 (4)	0.459 (5)	0.430 (5)	5080	3808	4612	5192	4673
L27	0.307 (6)	0.246 (7)	0.491 (5)	0.404 (5)	0.362 (6)	4730	2782	4639	4508	4165
L28	0.446 (5)	0.344 (6)	0.398 (6)	0.437 (5)	0.406 (5)	5277	2168	3862	4608	3979
L29	0.497 (5)	0.467 (5)	0.294 (7)	0.477 (5)	0.434 (5)	6330	4248	3250	5317	4786
L30	0.547 (4)	0.296 (7)	0.286 (7)	0.439 (5)	0.392 (6)	5850	2640	2042	4725	3814
L32	0.492 (5)	0.494 (5)	0.277 (7)	0.526 (4)	0.447 (5)	5790	4840	2167	5625	4606
L33	0.466 (5)	0.543 (4)	0.658 (3)	0.295 (7)	0.490 (5)	5970	5012	5403	3867	5063
L34	0.530 (4)	0.625 (3)	0.526 (4)	0.436 (5)	0.529 (4)	7703	5822	4709	5150	5846
L35	0.654 (3)	0.525 (4)	0.526 (4)	0.265	0.492 (5)	8003	4720	4778	3417	5230
L36	0.509 (4)	0.623 (3)	0.478 (5)	0.376 (6)	0.497 (5)	5967	5286	4181	4408	4961
L37	0.538 (4)	0.755 (2)	0.417 (5)	0.257 (7)	0.492 (5)	6413	6402	3806	3608	5057
L38	0.576 (4)	0.690 (3)	0.265 (7)	0.244 (7)	0.444 (5)	5600	5798	2598	2342	4084
L39	0.524 (4)	0.777 (2)	0.228 (7)	0.354 (6)	0.471 (5)	5620	6098	2222	3817	4439
L40	0.437 (5)	0.694 (3)	0.170 (8)	0.282 (7)	0.396 (6)	5087	5576	2306	3317	4071
L42	0.368 (6)	0.424 (5)	0.170 (8)	0.256 (7)	0.304 (6)	4560	3854	2200	2817	3358
L43	0.670 (3)	0.772 (2)	0.170 (8)	0.311 (6)	0.480 (5)	7653	7338	2389	3208	5147
L44	0.540 (4)	0.594	0.773 (2)	0.377 (6)	0.571 (4)	5343	5672	6200	4483	5425
L45	0.400 (5)	0.442 (5)	0.722 (2)	0.470 (5)	0.508 (4)	5247	4512	5930	5325	5253
L46	0.598 (4)	0.623 (3)	0.566 (4)	0.300 (6)	0.522 (4)	7100	5888	5000	4033	5505
L47	0.563 (4)	0.682 (3)	0.551 (4)	0.400 (5)	0.549 (4)	6707	6572	4723	4550	5638
L48	0.425 (5)	0.731 (2)	0.394 (6)	0.314 (6)	0.466 (5)	5810	7016	3973	3592	5098
L49	0.403 (5)	0.755 (2)	0.376 (6)	0.511 (4)	0.511 (4)	5823	7000	3667	5000	5373

جدول ۵- ادامه.

Table 5- Continued.

لاین‌ها Lines	شاخص SIIG SIIG index					عملکرد دانه Seed yield				
	داراب Darab	اهواز Ahvaz	زابل Zabol	گنبد Gonbad	میانگین Mean	داراب Darab	اهواز Ahvaz	زابل Zabol	گنبد Gonbad	میانگین Mean
L50	0.434 (5)	0.476 (5)	0.333 (6)	0.494 (5)	0.435 (5)	5550	4410	3320	4967	4562
L52	0.325 (6)	0.384 (6)	0.296 (7)	0.277 (7)	0.321 (6)	5053	3836	3514	3575	3995
L53	0.431 (5)	0.510 (4)	0.294 (7)	0.491 (5)	0.432 (5)	5737	4716	3139	4850	4610
L54	0.539 (4)	0.446 (5)	0.291 (7)	0.549 (4)	0.456 (5)	6487	4226	2862	5725	4825
L55	0.418 (5)	0.583 (4)	0.248 (7)	0.514 (4)	0.441 (5)	4493	4950	2916	5583	4486
L56	0.593 (4)	0.412 (5)	0.236 (7)	0.345 (6)	0.397 (6)	6307	4090	2584	4283	4316
L57	0.410 (5)	0.397 (6)	0.222 (7)	0.321 (6)	0.338 (6)	5380	3934	2473	3742	3882
L58	0.715 (2)	0.593 (4)	0.187 (8)	0.321 (6)	0.454 (5)	7267	5072	2223	3575	4534
L59	0.334 (6)	0.445 (5)	0.181 (8)	0.187 (8)	0.287 (7)	4773	4052	2320	2017	3291
L60	0.448 (5)	0.498 (5)	0.181 (8)	0.256 (7)	0.346 (6)	5577	4808	2070	3100	3889
L62	0.311 (6)	0.582 (4)	0.179 (8)	0.159 (8)	0.308 (6)	3967	5022	2445	2675	3527
L63	0.416 (5)	0.538 (4)	0.161 (8)	0.348 (6)	0.366 (6)	5197	4580	2028	4042	3962
L64	0.592 (4)	0.671 (3)	0.152 (8)	0.403 (5)	0.455 (5)	5703	5086	2292	4342	4356
L65	0.671 (3)	0.633 (3)	0.150 (8)	0.545 (4)	0.500 (4)	6437	4672	2292	5433	4709
L66	0.466 (5)	0.655 (3)	0.781 (2)	0.363 (6)	0.566 (4)	4733	4848	7084	4133	5200
L67	0.421 (5)	0.518 (4)	0.667 (3)	0.436	0.510 (4)	5743	4526	5692	4850	5203
L68	0.372 (6)	0.747 (2)	0.653 (3)	0.545 (4)	0.579 (4)	5233	6532	5445	5575	5696
L69	0.470 (5)	0.566 (4)	0.566 (4)	0.308 (6)	0.477 (5)	4797	4374	4709	3525	4351
L70	0.431 (5)	0.427 (5)	0.519 (4)	0.540 (4)	0.479 (5)	4690	3616	4347	5683	4584
L72	0.490 (5)	0.672 (3)	0.493 (5)	0.382 (6)	0.509 (4)	6020	6080	4098	3967	5041
L73	0.576 (4)	0.679 (3)	0.460 (5)	0.280 (7)	0.499 (5)	6857	5792	4084	3258	4998
L74	0.434 (5)	0.651 (3)	0.409 (5)	0.185 (8)	0.420 (5)	5813	5626	3487	2717	4411

L75	0.648 (3)	0.654 (3)	0.382 (6)	0.206 (7)	0.472 (5)	6770	5070	3806	2117	4441
L76	0.665 (3)	0.625 (3)	0.358 (6)	0.292 (7)	0.485 (5)	7670	5364	3445	3783	5066
L77	0.531 (4)	0.596 (4)	0.295 (7)	0.187 (8)	0.402 (5)	6397	5232	3500	3225	4588
L78	0.504 (4)	0.708 (2)	0.263 (7)	0.357 (6)	0.458 (5)	5470	5812	2278	4300	4465
L79	0.301 (6)	0.693 (3)	0.243 (7)	0.186 (8)	0.356 (6)	4483	6854	2750	3075	4291
L80	0.305 (6)	0.523 (4)	0.240 (7)	0.155 (8)	0.306 (6)	4520	4920	2723	2492	3664
L82	0.321 (6)	0.490 (5)	0.200 (7)	0.433 (5)	0.361 (6)	5203	4440	2000	4858	4125
L83	0.639 (3)	0.534 (4)	0.194 (8)	0.207 (7)	0.394 (6)	7927	4834	2278	3375	4603
L84	0.632 (3)	0.445 (5)	0.156 (8)	0.249 (7)	0.370 (6)	7477	4132	2098	3408	4279
L85	0.661 (3)	0.528 (4)	0.106 (8)	0.293 (7)	0.397 (6)	6520	4630	2100	3258	4127
L86	0.498 (5)	0.548 (4)	0.324 (6)	0.262 (7)	0.408 (5)	5580	4508	3348	3367	4201
L87	0.563 (4)	0.569 (4)	0.287 (7)	0.305 (6)	0.431 (5)	7097	5322	3223	4008	4913
L88	0.553 (4)	0.581 (4)	0.198 (8)	0.187 (8)	0.380 (6)	5937	5410	2764	3058	4292
L89	0.482 (5)	0.468 (5)	0.150 (8)	0.292	0.348 (6)	6353	4144	2306	3842	4161
L90	0.341 (6)	0.491 (5)	0.634 (3)	0.381 (6)	0.462 (5)	5007	4640	5570	4325	4885
L92	0.534 (4)	0.533 (4)	0.627 (3)	0.190 (8)	0.471 (5)	5813	4430	5209	2633	4521
L93	0.599 (4)	0.500 (4)	0.320 (6)	0.222 (7)	0.410 (5)	6733	4600	2862	3150	4336
L94	0.484 (5)	0.460 (5)	0.295 (7)	0.417 (5)	0.414 (5)	5467	3588	3098	4892	4261
L95	0.495 (5)	0.575 (4)	0.204 (7)	0.311 (6)	0.396 (6)	5613	5540	2445	4100	4425
L96	0.604 (3)	0.561 (4)	0.199 (8)	0.380 (6)	0.436 (5)	6513	4692	2306	4350	4465
L97	0.520 (3)	0.510 (4)	0.185 (8)	0.339 (6)	0.388 (5)	5973	4330	2070	4133	4127
L98	0.435 (3)	0.344 (4)	0.144 (8)	0.356 (6)	0.320 (5)	5113	3408	2514	4125	3790
L99	0.642 (3)	0.611 (4)	0.386 (8)	0.438 (6)	0.519 (5)	5617	5264	3542	4283	4677

جدول ۵: ادامه.

Table 5- Continued.

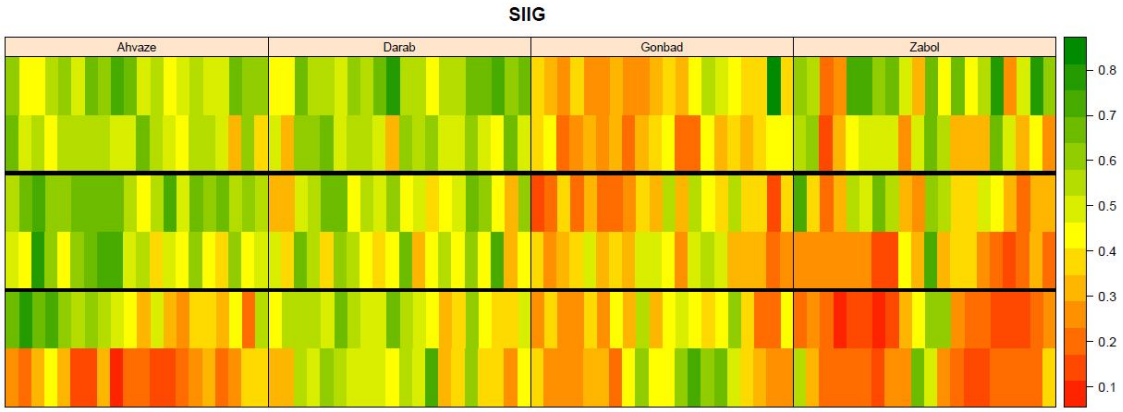
	شاخص SIIG SIIG index					عملکرد دانه Seed yield				
لاین‌ها Lines	داراب Darab	اهواز Ahvaz	زابل Zabol	گنبد Gonbad	میانگین Mean	داراب Darab	اهواز Ahvaz	زابل Zabol	گنبد Gonbad	میانگین Mean
L100	0.477 (3)	0.377 (6)	0.234 (8)	0.450 (6)	0.384 (5)	5247	3276	2723	4092	3834
L102	0.627 (3)	0.632 (3)	0.216 (7)	0.819 (1)	0.573 (4)	8293	5886	2445	8633	6314
L103	0.711 (2)	0.640 (3)	0.209 (7)	0.397 (6)	0.489 (5)	7463	5432	2200	3967	4766
L104	0.666 (3)	0.509 (4)	0.337 (6)	0.370 (6)	0.471 (5)	6618	3940	2653	3892	4276
L105	0.650 (3)	0.492 (5)	0.294 (7)	0.411 (5)	0.462 (5)	6570	3780	2945	4375	4418
L106	0.564 (4)	0.541 (4)	0.270 (7)	0.480 (5)	0.464 (5)	6593	4462	2139	4992	4547
L107	0.526 (4)	0.475 (5)	0.230 (7)	0.533 (4)	0.441 (5)	5813	3824	2750	5375	4441
L108	0.417 (5)	0.463 (5)	0.166 (8)	0.409 (5)	0.364 (6)	4737	3604	2639	4658	3910
L109	0.572 (4)	0.557 (4)	0.165 (8)	0.290 (7)	0.396 (6)	5880	4152	2250	3433	3929
L110	0.530 (4)	0.487 (5)	0.236 (7)	0.354 (6)	0.402 (5)	5917	4222	2056	4117	4078
L112	0.678 (3)	0.698 (3)	0.219 (7)	0.280 (7)	0.469 (5)	7117	5836	2487	3292	4683
L113	0.523 (4)	0.621 (3)	0.214 (7)	0.288 (7)	0.412 (5)	5403	5390	2375	3792	4240
L114	0.620 (3)	0.659 (3)	0.156 (8)	0.305 (6)	0.435 (5)	6630	5626	2445	3550	4563
L115	0.510 (4)	0.512 (4)	0.119 (8)	0.234 (7)	0.344 (6)	6097	4460	2348	3225	4032
L116	0.554 (4)	0.583 (4)	0.088 (9)	0.250 (7)	0.369 (6)	6680	4822	2473	3325	4325
L117	0.552 (4)	0.534 (4)	0.341 (6)	0.353 (6)	0.445 (5)	5553	4584	3042	4133	4328
L118	0.689 (3)	0.428 (5)	0.176 (8)	0.265 (7)	0.389 (6)	6673	3748	2042	3158	3905
L119	0.435 (5)	0.462 (5)	0.327 (6)	0.320 (6)	0.386 (6)	5213	3818	3112	3850	3998
L120	0.431 (5)	0.585 (4)	0.234 (7)	0.371 (6)	0.405 (5)	5750	4736	2320	4025	4208
Norroz	0.438 (5)	0.486 (5)	0.446 (5)	-	0.457 (5)	5953	4303	4292	-	4850
Auxin	0.608 (3)	0.481 (5)	0.636 (3)	0.432 (5)	0.539 (4)	6827	4507	5432	4544	5327
Nobahar	0.591 (4)	0.571 (4)	0.398 (6)	0.399 (6)	0.490 (5)	5960	5661	3700	4296	4904

WB-96-19	0.666 (3)	0.553 (4)	0.335 (6)	0.321 (6)	0.469 (5)	7384	4698	3362	4173	4904
Sahra	-	-	-	0.397 (6)	0.397 (6)	-	-	-	4202	4202

0.9≤SIIG<0.8
0.8≤SIIG<0.7
0.7≤SIIG<0.6
0.6≤SIIG<0.5
0.5≤SIIG<0.4
0.3≤SIIG<0.3
0.3≤SIIG<02
0.2≤SIIG<0.1
0.1≤SIIG<0.0

اعداد داخل پرانتز گروه هر لاین را مشخص می‌کند.

The numbers in parentheses indicate the group of each line.



شکل ۲- تنوع مقادیر شاخص SIIG ژنوتیپ‌های جو در مناطق مختلف.

Figure 2- SIIG index variation of barley genotypes at different regions.

جدول ۶- همبستگی شاخص SIIG با صفات مورفو - فنولوژیک در مناطق داراب، اهواز، زابل و گنبد.

Table 6- Correlation of SIIG index with morpho - phonological traits at Darab, Ahvaz, Zabol and Gonbad regions.

Traits	صفات	شاخص SIIG SIIG index			
		داراب Darab	اهواز Ahvaz	زابل Zabol	گنبد Gonbad
DHE	تعداد روز تا گل‌دهی	-0.116	-0.398**	0.377**	0.079
DMA	تعداد روز تا رسیدن	0.276**	-0.008	0.186*	-0.003
PLH	ارتفاع بوته	0.589**	0.649**	0.597**	0.576**
TKW	وزن هزار دانه	0.452**	0.508**	0.243**	0.288**
YID	عملکرد دانه	0.829**	0.948**	0.976**	0.955**

جدول ۷- همبستگی عملکرد دانه با صفات مورفو - فنولوژیک در مناطق داراب، اهواز، زابل و گنبد.

Table 7- Correlation of grain yield with morpho - phonological traits at Darab, Ahvaz, Zabol and Gonbad regions.

Traits	صفات	عملکرد دانه Seed yield			
		داراب Darab	اهواز Ahvaz	زابل Zabol	گنبد Gonbad
DHE	تعداد روز تا گل‌دهی	-0.048	-0.342**	-0.363**	0.099
DMA	تعداد روز تا رسیدن	0.394**	0.016	0.178	0.029
PLH	ارتفاع بوته	0.292**	0.465**	0.460**	0.353**
TKW	وزن هزار دانه	0.117	0.274**	0.128	0.087

جدول ۸- گروه‌بندی لاین‌های جو براساس شاخص SIIG و میانگین صفات مختلف مورفو - فنولوژیک در هر گروه.

Table 8- Grouping of barley lines based on SIIG index and mean of morpho - phonological different traits in each group.

شاخص SIIG SIIG index	منطقه Region	گروه‌ها Groups	تعداد لاین‌ها Lines number	میانگین گروه‌ها Average of groups: تعداد روز تا گل‌دهی (روز) DHE (day)	تعداد روز تا رسیدگی (روز) DMA (dav)	ارتفاع بوته (سانتی متر) PLH (cm)	وزن هزاردانه TKW (g)	خوابیدگی بوته (درصد) Lodg (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) YLD (kg ha^{-1})
0.8≤SIIG<0.9	اهواز Ahvaz	1	0	-	-	-	-	-	-
0.7≤SIIG<0.8		2	7	97	139	82	42.7	0	6600
0.6≤SIIG<0.7		3	21	99	139	81	42.6	0	5608
0.5≤SIIG<0.6		4	29	100	139	77	41.3	0	4767
0.4≤SIIG<0.5		5	23	102	139	75	39.4	0	4100
0.3≤SIIG<0.4		6	13	103	138	71	39.8	0	3226
0.2≤SIIG<0.3		7	7	105	138	63	37.0	0	2663
0.1≤SIIG<0.2		8	8	107	140	59	30.9	0	2167
0.8≤SIIG<0.9	داراب Darab	1	0	-	-	-	-	-	-
0.7≤SIIG<0.8		2	3	102	143	113	49.3	0	7067
0.6≤SIIG<0.7		3	18	101	142	107	46.8	9	6995
0.5≤SIIG<0.6		4	33	101	142	104	44.5	24	6172
0.4≤SIIG<0.5		5	35	101	141	95	43.7	23	5455
0.3≤SIIG<0.4		6	17	103	141	89	41.5	6	4761
0.2≤SIIG<0.3		7	2	101	140	87	36.0	0	4585
0.1≤SIIG<0.2		8	0	-	-	-	-	-	-
0.8≤SIIG<0.9	گنبد Gonbad	1	1	114	158	103	39.0	34	8633
0.7≤SIIG<0.8		2	1	119	160	113	44.2	35	6808
0.6≤SIIG<0.7		3	3	115	158	113	40.9	35	6178
0.5≤SIIG<0.6		4	11	116	159	100	41.9	35	5530
0.4≤SIIG<0.5		5	21	116	159	96	41.6	35	4758
0.3≤SIIG<0.4		6	32	115	159	95	40.5	32	3926
0.2≤SIIG<0.3		7	30	115	159	89	39.5	34	3251
0.1≤SIIG<0.2		8	9	116	160	79	38.2	33	2758
0.8≤SIIG<0.9	زابل Zabol	1	0	-	-	-	-	-	-
0.7≤SIIG<0.8		2	5	80	119	103	35.8	0	6310
0.6≤SIIG<0.7		3	11	80	118	101	37.8	0	5395
0.5≤SIIG<0.6		4	12	79	118	101	35.3	0	4725
0.4≤SIIG<0.5		5	10	79	118	106	37.1	0	3956
0.3≤SIIG<0.4		6	12	84	118	100	36.6	0	3386
0.2≤SIIG<0.3		7	33	82	117	93	36.1	0	2628
0.0≤SIIG<0.2		8	25	83	117	82	33.9	0	2306

DHE: تعداد روز تا گل‌دهی؛ DMA: تعداد روز تا رسیدگی؛ PLH: ارتفاع بوته؛ TKW: وزن هزاردانه؛ Lodg: درصد خوابیدگی؛ YLD: عملکرد دانه.

DHE: Days to heading; DMA: Days to maturity; PLH: Plant height; TKW: Thousand kernel weight; Lodg: Lodging percentage; YLD: Seed yield.

References

1. Abdollahi Hesar, A., Sofalian, O., Alizadeh, B., Asghari, A., and Zali, H. 2020. Evaluation of some autumn canola genotypes based on agronomy traits and SIIG index. J. Crop Breed. 12: 34. 93-104. (In Persian)
2. Ahmadi, K., Gholizadeh, H.A., Ebadzadeh, H.R., Hatami, F., Fazliestabragh, M., Hussein pour, R., Kazemian, A., and Rafeie, M. 2016. Agricultural Statistics. Ministry of Agriculture-Jahad. Vol, 1, 163 p. (In Persian)
3. Barati, A., Lakzadeh, I., Jabbari, M., Poodineh, O., Alt Jafarbby, J., Shahbazihomonlo, K., Gholipour, A., and Tabatabaei Fard, N. 2020. Evaluation of grain yield stability of irrigated barley (*Hordeum vulgare* L.) promising lines in warm regions of Iran using GGE biplot analysis. Iran. J. Crop Sci. 22: 3. 212-224. (In Persian)
4. Drikvand, R., Samiei, K., and Hossinpoor, T. 2011. Path coefficient analysis in hull-less barley under rainfed condition. Aus. J. Basic and Applied Sci. 5: 277-279.
5. Emami, S., Asghari, A., Mohammaddoust Chamanabad, H., Rasoulzadeh, A., and Ramzi, E. 2019. Evaluation of osmotic stress tolerance in durum wheat (*Triticum durum* L.) advanced lines. Enviro. Stresses Crop Sci. 12: 3. 697-707.
6. FAO. 2019. Statistical data. www. Fao. org/faostat.
7. Hadado, T., Rau, D., Bitocchi, E., and Pado, R. 2009. Genetic diversity of barley (*Hordeum vulgre* L.) landraces from the central highlands of Ethiopia: comparison between the Belg and Meher growing seasons using morphological traits. Gen. Res. Crop Evolution. 56: 1131-1148.
8. Holland, J.B. 2006. Estimating genotypic correlations and their standard errors using multivariate restricted maximum likelihood estimation with SAS Proc MIXED. Crop Sci. 46: 2. 642-654.
9. Mohtashmi, R. 2015. The correlation study of important barley agronomic traits and grain yield by path analysis. BFIJ. 7: 1. 1211-1219.
10. Najafi Mirak, T., Dastfal, M., Andarzian, B., Farzadi, H., Bahari, M., and Zali, H. 2018. Stability analysis of grain yield of durum wheat promising lines in warm and dry areas using parametric and non-parametric methods. J. Crop Prod. Proc. 8: 2. 79-96. (In Persian)
11. Ramzi, E., Asghari, A., Khomari, S., and Chamanabad, H.M. 2018. Investigation of durum wheat (*Triticum turgidum* L. subsp. *Durum Desf*) lines for tolerance to aluminum stress condition. J. Crop Breed. 10: 25. 63-72. (In Persian)
12. Resende, M.D.V. 2016. Software Selegen-REML/BLUP: A useful tool for plant breeding. Crop Breed. Applied Biotech. 16: 4. 330-339.
13. Resende, M.D.V. 2004. Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo, Embrapa Florestas. Embrapa Florestas, Colombo, PR.
14. Rodríguez, F., Alvarado, G., Pacheco, Á., and Burgueño. J. 2017. ACBD-R. augmented complete block design with R for windows. Version 3.0. https://hdl.handle.net/11529/10855. CIMMYT Research Data and Software Repository Network.
15. Tahmasebi, S., Dastfal, M., Zali, H., and Rajaei, M. 2018. Drought tolerance evaluation of bread heat cultivars and promising lines in warm and dry climate of the south. Cereal Res. 8: 2. 209-225. (In Persian).
16. Yagoutipour, A., Farshadfar, E., and Saeedi, M. 2017. Assessment of durum wheat genotypes for drought tolerance by suitable compound method. Enviro. Stress Crop Sci. 10: 2. 247-256. (In Persian)
17. Zali, H., Sofalian, O., Hasanloo, T., Asghari, A., and Hoseini, S.M. 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. BFIJ. 7: 2. 703-711.

18. Zali, H., Sofalian, O., Hasanloo, T., Asghari, A., and Zeinalabedini, M. 2017. Appropriate strategies for selection of drought tolerant genotypes in canola. J. Crop Breed. 78: 20. 77-90. (In Persian)
19. Zali, H., and Barati, A. 2020. Evaluation of selection index of ideal genotype (SIIG) in other to selection of barley promising lines with high yield and desirable agronomy traits. J. Crop Breed. 12: 34. 93-104. (In Persian)
20. Zeng, X.Q. 2015. Genetic variability in agronomic traits of a germplasm collection of hulless barley. Gen. Mol. Res. 14: 4. 18356-18369.