

انتخاب لاین‌های مطلوب جو از نظر خصوصیات زراعی با استفاده از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG)

افسانه شیرزاد^۱، علی اصغری^۲، حسن زالی^{۳*}، امید سفالیان^۲ و حمیدرضا محمد دوست چمن‌آباد^۲

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۹)

چکیده

این تحقیق، به منظور بررسی تنوع فنوتیپی ۱۰۸ لاین خالص جو در قالب طرح آگمنت همراه با چهار شاهد در شش بلوک، در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب (۱۳۹۹-۱۴۰۰) انجام شد. به منظور انتخاب بهترین لاین‌ها از نظر عملکرد و سایر صفات مورد بررسی از شاخص SIIG استفاده شد. نتایج تجزیه حداکثر درست‌نمایی محدود شده (REML) نشان داد که کمترین و بیشترین میزان وراثت‌پذیری عمومی به ترتیب مربوط به صفات تعداد روز تا ظهور سنبله (۰/۲۱) و تعداد روز تا رسیدن (۰/۹۷) بود. براساس شاخص SIIG، لاین‌های مورد بررسی در پنج گروه تقسیم‌بندی شدند. نتایج شاخص SIIG نشان داد که لاین‌های L86 و L38 به ترتیب با بیشترین (۰/۶۴۰) و کمترین (۰/۲۴۹) مقدار SIIG، بهترین و ضعیف‌ترین لاین‌ها بودند. نتایج گروه‌بندی لاین‌ها براساس شاخص SIIG نشان داد که لاین‌های گروه یک و دو و لاین‌های L22، L62، L80، L64، L51، L10، L96، L73، L81، L100، L69 و L97 از گروه سه، جزء لاین‌های برتر در این تحقیق بودند و می‌توان از آنها برای تحقیقات تکمیلی استفاده کرد. نتایج نشان داد که شاخص SIIG به خوبی توانست ژنوتیپ‌ها را براساس صفات عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و ارتفاع بوته به طور همزمان گروه‌بندی کند و همچنین در مجموع انطباق نسبی بین شاخص SIIG و تجزیه به مولفه‌های اصلی وجود داشت، بنابراین شاخص SIIG روشی مناسب برای انتخاب ژنوتیپ‌های ایده‌آل براساس چند صفت به طور همزمان است.

واژه‌های کلیدی: تنوع فنوتیپی، شاخص انتخاب، نقشه حرارتی، وراثت‌پذیری، REML

۱ و ۲. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد ژنتیک و به‌نژادی و استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۳. استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، ایران

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: HZali90@yahoo.com

مقدمه

جو (*Hordeum vulgare* L.) یکی از اولین گیاهان زراعی اهلی شده به شمار می‌رود که علاوه بر اهمیت تغذیه‌ای برای دام و انسان، گیاه با ارزشی برای تناوب محصولات زراعی است (۳) و مزایای زیادی از نظر تنوع گونه‌ای، کنترل آفات و بیماری‌ها دارد (۶ و ۹). جو با سازگاری وسیع اکولوژیک، سطح زیر کشت وسیع و تولید ۱۵۹ میلیون تن، به‌عنوان یکی از گیاهان زراعی مهم بعد از گندم، ذرت و برنج مورد استفاده انسان و دام قرار می‌گیرد. در ایران نیز جو با تولید ۳/۶ میلیون تن دومین محصول بعد از گندم محسوب می‌شود (۱۰).

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 در نهایت منجر به افزایش تولید جو خواهد شد (۲۸). یکی از روش‌های انتخاب غیرمستقیم، انتخاب براساس شاخص‌های گزینشی مناسب است. به این ترتیب که، شاخص مناسبی که ترکیبی از ارزش‌های فنوتیپی است، تعریف و بر اساس آن بهترین ژنوتیپ تعیین می‌شود. این شاخص که به‌عنوان یک صفت تلقی می‌شود، بایستی همبستگی بالایی با عملکرد داشته باشد و از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار باشد. هدف شاخص گزینش آن است که ارزش ژنتیکی واقعی یا ارزش ارثی را با استفاده از یک ترکیب خطی از ارزش‌های فنوتیپی برآورد کند (۴). در صورتی که از روش‌های مناسب برای محاسبه شاخص استفاده شود، پاسخ به گزینش بر مبنای شاخص گزینش، کارایی بیشتری نسبت به انتخاب مستقیم برای آن صفت خواهد داشت. در مواردی هدف از انتخاب، گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا و خصوصیات خاصی مثل زودرسی، پاکوتاهی و غیره است (۲۸). همچنین، از آنجایی که ارزش اقتصادی یک گیاه به ارزش صفات مختلف آن بستگی دارد، بنابراین در برنامه‌های به‌نژادی لازم است انتخاب همزمان چند صفت را برای بهبود ارزش اقتصادی گیاه مدنظر داشت (۱۲). شاخص انتخاب ژنوتیپ

ایده‌آل (SIIG; Selection index of ideal genotype) یکی از این روش‌ها است (۲۶ و ۲۷).

روش SIIG یک مدل گزینش‌گر بوده که برای اولین بار توسط زالی و همکاران (۲۶) برای ادغام روش‌های مختلف تجزیه پایداری معرفی شد. از شاخص SIIG، به‌منظور انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها با استفاده از ادغام شاخص‌های مختلف تحمل خشکی (۲۷)، پارامترهای تجزیه پایداری (۱۹) یا صفات مختلف مورفولوژیک (۱، ۲ و ۲۸) و فیزیولوژیک استفاده شده است. به عبارت دیگر، 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. میرزایی و حمایتی (۱۷) به‌منظور انتخاب بهترین هیبرید در چغندر قند از شاخص SIIG استفاده کردند و آن را روشی مناسب در انتخاب ژنوتیپ‌های هیبرید چغندر قند معرفی کردند. از شاخص SIIG برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر در گیاهان کلزا (۱ و ۲)، گندم دوروم (۱۹ و ۲۰)، گندم نان (۲۴ و ۲۵)، جو (۲۸) و گلرنگ (۱۳) استفاده شده است.

در این تحقیق از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) به‌منظور ادغام صفات عملکرد، اجزای عملکرد و تعدادی از صفات مورفو- فنولوژیک، برای ارزیابی دقیق‌تر لاین‌ها و تنوع فنوتیپی آنها و انتخاب لاین‌های برتر برای آزمایشات پیشرفته و تکمیلی استفاده شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی کاربرد شاخص SIIG و تنوع فنوتیپی لاین‌های خالص جو، تعداد ۱۰۸ لاین خالص (جدول ۱) در قالب طرح بدون تکرار آگمنت همراه با چهار شاهد (نوروز، اکسین، نوبهار و WB-97-11) در شش بلوک، در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی داراب، طی سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ ارزیابی شدند. ارقام و لاین‌های مورد بررسی در ۱۵ آذر در شش خط به طول شش متر (۷/۲ مترمربع) به فاصله

جدول ۱. شجره ارقام و لاین‌های مورد بررسی جو در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹

لاین‌ها	منشاء	شجره	لاین‌ها	منشاء	شجره
L1	Iran	Kavir/Badia/3/Torsh/9er/279-07/Bgs/4/Karoon/Kavir/5/Rojo/3/LB.IRAN /Una8271/Gloria "S"/Com "S"	L49	ICARDA	BBSC/CONGONA/FRESA/5/ESMERALDA/3/SLLO/ROBUST/QUINA/4/M104
L2	Iran	Triton/Yazd-5/Bereke-54	L50	ICARDA	SARAI-BAR/CAPUCHONA 20/5/ESMERALDA/3/SLLO/ROBUST//QUINA/4/M104
L3	Iran	Yousef/3/Legia/Rhm/Lignee 527	L51	ICARDA	LEGACY /4-1MBN11
L4	Iran	GOB/ALELI/CANELA/3/ARUPO*2/JET/4/ARUPO/K8 755/MORA/5/Lignee527/NK1272//ILB70-063/3/Barjouf/	L52	ICARDA	ATACO/BERMEJO/HIGO/3/CAL192/ROBUST/4/PE TUNIA 1/5/PETUNI A 1/CHINIA/ 3/ATACO/BERMEJO/HIGO/6/ ZIGZIG/3/M9846//CCXX14. ARZ3/PACO/7/P.STO/3/ ARZ3/PACO/7/P.STO/3/ LBIRAN/UNA80//LIGNEE640/4/BLU/5/PETUNIA 1/6/M9846//CCXX14-ARZ3/ PACO /3/PALTON P.STO/3/LBIRAN/UNA80//LIGNEE640/4/BLU/5/P ETUNIA 1/6/ATAC O/BERMEJO //HIGO/3/CAL192/ROBUST/4/ PETUNIA/5/PETUNIA 1/ CHINIA/3/ATACO/ BERMEJO/HIGO/6/ZIGZIG/3/M9846//CCXX14-AR Z3/PACO
L5	Iran	GOB/ALELI/CANELA/3/ARUPO*2/JET/4/ARUPO/K8 755/MORA/5/Rojo/3/LB.IRAN/Una8271/Gloria "S"/Co m "S"/	L53	ICARDA	P.STO/3/LBIRAN/UNA80//LIGNEE640/4/BLU/5/P ETUNIA1/6/BRS 180/7/TOCTE
L6	Iran	Beecher-Sel/Gloria "S"/Copal "S"/3/ Numar	L54	ICARDA	Nadawa/Rhm-03/3/Lignee527/Rihane//Arar
L7	Iran	GOB/ALELI/CANELA/3/ARUPO*2/JET/4/ARUPO/K8 755/MORA/5/Nimrooz	L55	ICARDA	M104/PFC 88210//DOÑA JOSEFA
L8	Iran	GOB/ALELI/CANELA/3/ARUPO*2/JET/4/ARUPO/K8 755/MORA/5/Rihan03	L56	ICARDA	GLORIA-BAR/COPAL/6/P.STO/3/LBIRAN/UNA80// LIGNEE640/4/ BLU/5/PETUNIA 1
L9	Iran	GOB/ALELI/CANELA/3/ARUPO*2/JET/4/ARUPO/K8 755/MORA/5/Bgs/Dujia/L.1242	L57	ICARDA	LBIRAN/UNA80//LIGNEE640/3/PUNGSAANCHAPSS ALBORI
L10	Iran	W12219/Mza/DL 71/3/W12198/Emir/4/73M4-30/5/Nik	L58	ICARDA	ZIGZIG/3/LBIRAN/UNA80//LIGNEE640
L11	Iran	Anoidium/Arbayan-01/3/Lignee527/NK1272//ILB70- 63/4/ MBD-82-9(D10)	L59	ICARDA	WABAR2242//LIMON/BICHY2000
L12	Iran	Anoidium/Arbayan-01/3/Lignee527/NK1272//ILB70- 63/4/ MBD-82-9(D10)	L60	ICARDA	P.STO/3/LBIRAN/UNA80//LIGNEE640/4/BLU/5/PETU NIA 1/6/P.STO
L13	Iran	GOB/ALELI/CANELA/3/ARUPO*2/JET/4/ARUPO/K8 755/MORA/5/L.527/Chn-01//Alanda/3/Alanda-01*2	L61	ICARDA	/3/LBIRAN/UNA80//LIGNEE640/4/BLU/5/PETUNIA 1
L14	Iran	GOB/ALELI/CANELA/3/ARUPO*2/JET/4/ARUPO/K8 755/MORA/5/ARABIANBARLEY/3/...	L62	ICARDA	CIRU/3/LEGACY//PENCO/CHEVRON-BAR
L15	Iran	GOB/ALELI/CANELA/3/ARUPO*2/JET/4/ARUPO/K8 755/MORA/5/Rojo/3/LB.IRAN/Una8271/Gloria "S"/Co m "S"	L63	ICARDA	Alanda-01 (Arizona5908/Aths//Lignee640)
L16	Iran	GOB/ALELI/CANELA/3/ARUPO*2/JET/4/ARUPO/K8 755/MORA/5/Rojo/3/LB.IRAN/Una8271/Gloria "S"/Co m "S"	L64	ICARDA	Clipper/W12291*2/W12269/7/Hml- 02/5/Cq/Cm/Apm/3/12410/ 4/ Giza134-2L/6/Clipper/ Volla/3/Arr/Esp//Alger/Ceres362-1-1/4/ Hml GLORIA-
L17	Iran	8271//Gloria "S"/3/Kavir/4/Arigashar/5/Comino LB.Iran/Una	L65	ICARDA	BAR/COPAL/3/LBIRAN/UNA80//LIGNEE640

ادامه جدول ۱.

لاین ها	منشاء	شجره	لاین ها	منشاء	شجره
L18	Iran	26216/4/Arar/3/Mari/Aths*2/M-Att-73-337-1/5/Nik/6/Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria "S"/Com "S" Kavir/Badia/3/Torsh/9cr.279-07//Bgs/4/Karoon/Kavir/5/Nik/6	L66	ICARDA	BISON 136/CANELA
L19	Iran	Rojoo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria "S"/Com "S"	L67	ICARDA	Merzaga(Orge077)/Alanda-01
L20	Iran	Rojoo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria "S"/Com "S"	L68	ICARDA	CIRU/3/LEGACY//PENCO/CHEVRON-BAR BISON
L21	Iran	ICNB-105960/Torkman//Nosrat/3/Bda/Rhn-03//ICB-107766	L69	ICARDA	218.1/6/P.STO/3/LBIRAN/UNA80//LIGNEE640/4/BL LU/5/ PETUNIA 1
L22	Iran	Legia/Rhm/Lignee 527/3/Sahra/4/Bda/Rhn-03//ICB-107766	L70	ICARDA	LBIRAN/UNA80//LIGNEE640/3/PUNGSAANCHAPSS ALBORI
L23	Iran	Legia/Rhm/Lignee 527/3/Sahra/4/Bda/Rhn-03//ICB-107766	L71	ICARDA	CIRU/3/LEGACY//PENCO/CHEVRON-BAR
L24	Iran	527/3/Rhn03/4/Rojoo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria "S"/Com "S"	L72	ICARDA	WABAR2242//LIMON/BICHY2000
L25	Iran	LB.Iran/Una8271//Gloria "S"/Com "S"/3/Torsh/9cr.279-07//Bgs *2/4/	L73	ICARDA	WABAR2242//LIMON/BICHY2000
L26	Iran	Rojoo/3/LB.IRAN/.../5/GOB/ALELI//CANELA/3/ARUP O *2/JET/4/ARUPO/K8755//MORA	L74	ICARDA	LIMON/BICHY2000//DEFRA/DESCONOCIDA-BAR
L27	Iran	01/3/Lignee527/NK1272//LB70-63/5/Sahra Zahak/Zarqa//Sahra	L75	ICARDA	P.STO/3/LBIRAN/UNA80//LIGNEE640/4/BL LU/5/P ETUNIA 1/6/ CHAMICO/TOCTE//CONGONA
L28	ICARDA	Rojoo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria "S"/Com "S"/4/1-BC-80152/5/Sahra	L76	ICARDA	Avt/Attiki//M-Att-73-337-1/3/Aths/Lignee686/4/Kabaa
L29	ICARDA	Alanda/6/P.STO/3/LBIRAN/UNA80//LIGNEE640/4/BL LU/5/PETUNIA 1	L77	Iran	Kavir/Badia/3/Torsh/9cr.279-07//Bgs/4/Karoon/Kavir/5/Nosrat
L30	ICARDA	ATACO/COMINO//ALELI/3/PETUNIA 1	L78	Iran	Kavir/Badia/3/Torsh/9cr.279-07//Bgs/4/Karoon/Kavir/5/Nosrat
L31	ICARDA	ATACO/COMINO//ALELI/3/WI2291	L79	Iran	ZBL-2640/Nosrat
L32	ICARDA	106165/TR05669	L80	Iran	ZBL-2640/Nosrat
L33	ICARDA	SHYRU/3/SVANHALS-BAR/MSEL//AZAF/GOB24DH	L81	Iran	ZBL-2640/Nosrat
L34	ICARDA	SHYRU/3/SVANHALS-BAR/MSEL//AZAF/GOB24DH CABUYA/4/GLORIA-BAR/COPAL//BEN.4D/3/S.P-B/5/PETUNIA	L82	Iran	ZBL-2640/Nosrat
L35	ICARDA	1/6/P.STO/3/LBIRAN/UNA80//LIGNEE640/4/BL LU/5/PETUNIA 1	L83	Iran	ZBL-2640/Nosrat
L36	ICARDA	Rhn-03//Lignee527/NK1272/3/Aths/Lignee686/5/Baca/S/3//AC253// CI08887/C105761/4/Cen/Bglo'S'	L84	Iran	Rojoo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria "S"/Com "S"/4/Bgs/Dajia//L.1242/3(L.B.IRAN/Una8271//Gloria "S"/3/Alm/Una80//...)
L37	ICARDA	SICH84.80/BISON 191	L85	Iran	Arabian Barley/3/Productive//As46/Aths
L38	ICARDA	Melusine/Aleli/3/Matico/Jet//Shyni/4/Canela/5/RD2668	L86	Iran	Beecher/Kavir

ادامه جدول ۱.

لاین‌ها	منشاء	شجره	لاین‌ها	منشاء	شجره
L39	ICARDA	Cerise/Shyri//Aleli/3/Mpyr169.1Y/Laurel/Olmo/4/Canel a/5/Azafran	L87	Iran	Manal/Alanda-01//1-BC-80152
L40	ICARDA	LOGAN-BAR/MSEL//AZAF/3/MADRE SELVA SUMBARD400/8/P.STO/3/LBIRAN/UNA80//LIGNEE6	L88	Iran	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/4/Sahra
L41	ICARDA	40/4/BLLU/5/PETUNIA 1/6/M1117/LEGACY/3/SVANHALS- BAR/MSEL//AZAF/ GOB24DH	L89	Iran	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/4/Sahra
L42	ICARDA	SUMBARD400//BRS195/SCARLET	L90	Iran	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/4/Com p 89-9Ct-79-
L43	ICARDA	SUMBARD400/5/ESMERALDA/3/SILLO/ROBUST//Q UTINA/4/M104	L91	Iran	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/4/Com p 89-9Ct-79-
L44	ICARDA	UC1261//UC1116/Rihane	L92	Iran	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/4/Com p 89-9Ct-79-
L45	ICARDA	PETUNIA 2/M111/5/ESMERALDA/3/SILLO/ROBUST// QUINA/4/M104	L93	Iran	Rhn- 03//L..527/NK1272/4/Viringa'S//WI2291/WI2269/3/H.s pont.38-3/Akrash-01
L46	ICARDA	P.STO/3/LBIRAN/UNA80//LIGNEE640/4/BLLU/5/PET UNIA 1/6/CARDO/BRs180	L94	Iran	Rhn- 03//L..527/NK1272/4/Viringa'S//WI2291/WI2269/3/H.s pont.38-3/Akrash-01
L47	ICARDA	ESMERALDA/3/SILLO/ROBUST//QUINA/4/M104/7/P. STO/3/LBIRAN/UNA80//LIGNEE640/4/BLLU/5/PETU NIA 1/6/M9846//CCXX14.ARZ3/ PACO/3/PALTON P.STO/3/LBIRAN/UNA80//LIGNEE640/4/BLLU/5/PET UNIA 1/6/M9846	L95	Iran	Rhn- 03//L..527/NK1272/4/Viringa'S//WI2291/WI2269/3/ H.spont .38-3/Akrash-01
L48	ICARDA	//CCXX14.ARZ3/PACO/3/PALTON/7/P.STO/3/ LBIRAN/UNA80//LIGNEE640/4/BLLU/5/PETUNIA 1/6/ M1117/LEGACY/3/SVANHALS-BAR/ MSEL//AZAF/ GOB24DH	L96	Iran	Rhn- 03//L..527/NK1272/4/Viringa'S//WI2291/WI2269/3/ H.spont .38-3/Akrash-01
L97	Iran	Rhn-03//L..527/NK1272/4/Viringa'S//WI2291/ WI2269/3/ H.spont .38-3/Akrash-01	L105	Iran	LB.Iran/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/3/Torsh/9cr.279- 07//Bgs *2/4/ Rojo/3/LB.IRAN/...
L98	Iran	Rhn-03//L..527/NK1272/4/Viringa'S//WI2291/ WI2269/ 3/H. spont.38-3/Akrash-01	L106	Iran	VIOLATA/MJA//Arabian Barley/4/Rojo/3/ LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"
L99	Iran	Lignee 527/NK1272//JLB 70-63/3/Rhn-03// Lignee527/As45	L107	Iran	WL2269/ESPE/3/WI2291/BGS//HML-02
L100	Iran	Lignee 527/NK1272//JLB 70-63/3/Rhn-03// Lignee527/As45	L108	Iran	L.527/1-BC-80100
L101	Iran	Lignee 527/NK1272//JLB 70-63/3/Rhn-03// Lignee527/As45	Norooze*	Iran	GOB/Aleli//Canela/3/Arupo*2/Jet/4/Arupo/K8755//Mo ra
L102	Iran	Bgs/Dajia//L.1242/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria'S/3/Al m/Una80//.../4/Kavir	Auxin*	Iran	Rojo/Sahra
L103	Iran	Bgs/Dajia//L.1242/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria'S/3/Al m/Una80//.../4/Kavir	Nobahar*	Iran	GOB/Aleli//Canela/3/Arupo*2/Jet/4/Arupo/K8755//Mo ra
L104	Iran	Rojo/3/LB.IRAN/Una8271//Gloria"S"/Com"S"/4/Bereke-54	WB-97-11*	Iran	Productive/Rihane-03//Nosrat/3/Rhn-03

*: ژنوتیپ‌های شاهد

نشان داده شده است.

به منظور بررسی تنوع فنوتیپی و ادغام صفات مورفو-فولوژیک از روش SIIG استفاده شد که نحوه محاسبه این شاخص به صورت زیر است (۲۶ و ۲۷):

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

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

در این ماتریس x_{ij} مقدار ژنوتیپ i ام ($i = 1, 2, \dots, n$) در رابطه با صفت j ام ($j = 1, 2, \dots, m$) بود. به عبارت 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 نرمال کردن داده‌ها (بدون واحد کردن داده‌ها) استفاده شد:

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

بعد از نرمال نمودن داده‌های اولیه (ماتریس D)، ماتریس R به صورت رابطه ۳ تعریف می‌شود.

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & & r_{2m} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} \quad (3)$$

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 به طور جداگانه، بهترین ژنوتیپ

۱۵ سانتی‌متر از همدیگر کشت و عمق کاشت بین ۳-۴ سانتی‌متر و به صورت نشتی آبیاری شدند. میزان بذر مصرفی با در نظر گرفتن وزن هزار دانه و بر مبنای تراکم ۳۰۰ دانه در مترمربع برای هر لاین تعیین شد. همچنین قبل از برداشت نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت حذف و بقیه (۶ مترمربع) برداشت شد. زمین مورد کشت به صورت رسی لومی و تحت تناوب دو ساله غلات- آیش بوده و عملیات تهیه زمین شامل شخم بعد از برداشت محصول قبل، یک نوبت شخم بهاره، یک نوبت دیسک، دو بار لولر عمود بر هم، کودپاشی و ایجاد فارو بود. بذور آزمایشی قبل از کاشت به منظور جلوگیری از سیاهک پنهان با قارچ‌کش کاربوکسین تیرام به نسبت دو در هزار ضدعفونی شد. میزان کود مصرفی با توجه به نتایج تجزیه خاک به صورت ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره (در دو نوبت پنجه‌زنی و ساقه‌رفتن) و کودهای دی آمونیوم فسفات و سولفات پتاسیم به ترتیب با مقادیر ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار (قبل از کاشت) بود. در طول فصل زراعی، کلیه عملیات زراعی مرسوم انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ و نازک‌برگ به ترتیب با استفاده از علف‌کش‌های توفوردی و اکسیال با مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار و همچنین به صورت مکانیکی در مرحله پنجه‌زنی تا ساقه‌رفتن انجام شد. در طول دوره رشد علاوه بر مراقبت‌های زراعی، یادداشت برداری از صفات تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، درصد خوابیدگی و در نهایت عملکرد و اجزای عملکرد دانه صورت گرفت. همچنین، صفات طول ریشک، طول پدانکل، طول سنبله، تراکم سنبله، نوع خار ریشک، عادت رشد بوته، حالت قرار گرفتن سنبله و تعداد ردیف نیز یادداشت برداری شدند. در جدول ۲ نحوه اندازه‌گیری صفات نشان داده شده است.

ارتفاع منطقه مورد آزمایش از سطح دریا ۱۱۰۷ متر با اقلیم گرم و خشک و متوسط بارندگی ۲۴۸ میلی‌متر و زمستان‌های معتدل است. مشخصات جغرافیایی آن به ترتیب ۵۴ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۵۰ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی است. سایر اطلاعات هواشناسی مربوط به سال زراعی در جدول ۳

جدول ۲. صفات مورفو- فنولوژیک مورد مطالعه در لاین‌های خالص جو و نحوه اندازه‌گیری آنها

ردیف	صفت مورد مطالعه	علامت اختصاری	نحوه اندازه‌گیری صفت
۱	عملکرد دانه	YLD	برداشت همه کرت (۶ مترمربع)
۲	تعداد سنبله در مترمربع	NSP	میانگین ۵ بوته
۳	تعداد دانه در سنبله	NSE	میانگین ۵ سنبله
۴	وزن هزار دانه	TKW	بر حسب گرم
۵	وزن سنبله	SPW	میانگین ۵ سنبله بر حسب گرم
۶	ارتفاع بوته	PLH	بر حسب سانتی‌متر
۷	تعداد روز تا ظهور سنبله	DHE	تعداد روز از ۱۵ آذر تا ۵۰ درصد ظهور سنبله در بوته
۸	تعداد روز تا رسیدگی	DMA	تعداد روز از ۱۵ آذر تا ۵۰ درصد رسیدگی در بوته
۹	طول ریشک	AL	میانگین ۱۰ بوته و بر حسب سانتی‌متر
۱۰	طول پدانکل	PL	میانگین ۱۰ بوته و بر حسب سانتی‌متر
۱۱	طول سنبله	SL	میانگین ۱۰ بوته و بر حسب سانتی‌متر
۱۲	تراکم سنبله	SD	امتیازدهی به‌صورت ۳، ۵ و ۷ (بدون تراکم، متوسط و متراکم)
۱۳	نوع خار ریشک	AT	امتیازدهی به‌صورت ۳، ۵ و ۷ (نرم، متوسط و زبر)
۱۴	عادت رشد بوته	GH	امتیازدهی به‌صورت ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ (ایستاده، نیمه ایستاده، بینابین، نیمه‌خوابیده و خوابیده)
۱۵	حالت قرار گرفتن سنبله	SPM	امتیازدهی به‌صورت ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ (ایستاده، نیمه ایستاده، افقی، نیمه‌واژگون و واژگون)
۱۶	تعداد ردیف	RT	۲ و ۶ (دو ردیفه و شش ردیفه)

جدول ۳. داده‌های هواشناسی ماهیانه داراب در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹

ماه	بارندگی (میلی‌متر)	رطوبت نسبی (درصد)	دما (سانتی‌گراد)	
			حداقل	حداکثر
مهر	۰	۲۵	۱۶/۰	۳۳/۴
آبان	۷	۳۸	۱۶/۲	۲۷/۳
آذر	۴۰/۶	۵۹	۷/۶	۲۰/۹
دی	۲	۴۲	۲/۲	۱۹/۴
بهمن	۴/۱	۳۷	۴/۵	۲۲/۸
اسفند	۱۷/۲	۴۶	۹/۹	۲۴/۶
فروردین	۰/۹	۳۱	۱۳/۶	۳۱/۵
اردیبهشت	۱/۹	۳۰	۱۸/۴	۳۴/۸
خرداد	۰	۲۰	۲۳/۳	۴۲

(ایده‌آل) و ضعیف‌ترین (غیرایده‌آل) انتخاب شد. به‌عنوان مثال

در مورد وزن هزار دانه، حداکثر مقدار هزار دانه یک ژنوتیپ مقدار ایده‌آل و پایین‌ترین مقدار هزار دانه غیرایده‌آل (ضعیف) ۴- محاسبه فاصله از ژنوتیپ‌های ایده‌آل (di^+) و ژنوتیپ‌های ضعیف (di^-): در این مرحله برای هر ژنوتیپ، فاصله از

$$Y_{ij} = \mu + B_i + IDCh + G + Ch + \varepsilon_{ij} \quad (۸)$$

در این روابط μ میانگین صفت مربوطه، B_i اثر بلوک i ام، E_j اثر اینتری j ام است (رابطه ۷). در رابطه ۸ تفاوت در اثر اینتری j ام است که به $IDCh$ ، G ، Ch که به ترتیب مربوط به اثر شناسه شاهد، ژنوتیپ‌های بدون تکرار و شاهد‌هایی که در هر بلوک تکرار می‌شوند تقسیم می‌شود. اثر بلوک ثابت فرض شده است. برای محاسبه روش بهترین برآوردگر خطی نااریب (BLUE: Best linear unbiased estimation)، اثرات E ، $IDCh$ ، Gen و Ch به عنوان اثرات ثابت در نظر گرفته شدند و هنگام محاسبه روش بهترین پیش‌بینی خطی نااریب (BLUP: Best linear unbiased prediction) و وراثت‌پذیری عمومی، این اثرات تصادفی در نظر گرفته شدند.

در این تحقیق، برای انجام تجزیه REML و ترسیم گراف‌های تنوع فنوتیپی از نرم‌افزار ACBD-R (۲۳) و برای محاسبه شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

از برآورد حداکثر درست‌نمایی محدود شده (REML) برای بررسی میزان وراثت‌پذیری صفات مختلف و مقایسه صفات مختلف در لاین‌ها و ژنوتیپ‌های شاهد استفاده شد (جدول ۴). نتایج تجزیه REML نشان داد که کمترین میزان وراثت‌پذیری مربوط به صفات تعداد روز تا ظهور سنبله (۰/۲۱) و وزن هزار دانه (۰/۵۸) بود و بیشترین مقدار وراثت‌پذیری مربوط به صفات تعداد روز تا رسیدن، وزن سنبله و عملکرد دانه (به ترتیب ۰/۹۷، ۰/۹۶ و ۰/۹۴) بود. در بین اجزای عملکرد بیشترین میزان وراثت‌پذیری مربوط به تعداد دانه در سنبله بود. جالاتا و همکاران (۱۵) وراثت‌پذیری تعداد روز تا رسیدگی، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های جو را به ترتیب ۰/۴۶، ۰/۸۵ و ۰/۷۱ گزارش کردند. در تحقیق دیگری میزان وراثت‌پذیری تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه و عملکرد دانه جو به ترتیب ۰/۵۲،

ژنوتیپ‌های ایده‌آل (d_i^+) و ژنوتیپ‌های ضعیف (d_i^-) به ترتیب با استفاده از روابط ۴ و ۵ محاسبه شد.

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

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

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

$$SIIG_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad 0 \leq SIIG_i \leq 1 \quad (۶)$$

در این رابطه d_i^+ فاصله از ژنوتیپ‌های ایده‌آل و d_i^- فاصله از ژنوتیپ‌های ضعیف است. مقدار $SIIG_i$ بین صفر تا یک تغییر می‌کند و هر چه گزینه مورد نظر به ژنوتیپ ایده‌آل نزدیک‌تر باشد، مقدار $SIIG$ آن به یک نزدیک‌تر خواهد بود (۲۶ و ۲۷). اجزای واریانس ژنتیکی با روش حداکثر درست‌نمایی محدود شده (REML) برای هر یک از صفات اندازه‌گیری شد. مدل REML محدودیت تجزیه واریانس به روش کمترین مربعات را برای داده‌های نامتعادل و همچنین نامتعادل برطرف می‌کند (۱۴) و از طرف دیگر، چنین مدلی برای به دست آوردن اجزای واریانس و برآورد مقادیر ژنتیکی و اجزای واریانس کارایی بهتری دارند (۲۲)، لذا روش REML/BLUP به دلیل در نظر گرفتن مقادیر ژنوتیپی (نه مقادیر ژنتیکی) دقت بهتری در روند برنامه‌های اصلاحی خواهد کرد و اجازه انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها را فراهم می‌کند (۲۱). به منظور تجزیه منفرد، محاسبه مدل‌های خطی و اجزای واریانس از روابط ۷ و ۸ استفاده شد (۱۸ و ۲۳).

$$Y_{ij} = \mu + B_i + E_j + \varepsilon_{ij} \quad (۷)$$

جدول ۴. نتایج تجزیه REML برای صفات مختلف مورفو-فیزیولوژیک در لاین‌های خالص جو

عملکرد دانه	وزن سنبله		وزن هزار دانه		تعداد دانه در سنبله		تعداد سنبله در متر مربع		منابع تغییرات
	BLUE	BLUP	BLUE	BLUP	BLUE	BLUP	BLUE	BLUP	
۰/۹۴	۰/۹۶		۰/۵۸		۰/۸۹		۰/۲۱		وراثت‌پذیری عمومی (لاین‌ها)
۰/۹۶	۰/۹۶		۰/۸۵		۰/۹۴		۰		وراثت‌پذیری عمومی (شاهد)
۹۷۱۰۳۵	۰/۱		۱۰/۶		۴۱/۷		۳۳۳۵		واریانس ژنتیکی (لاین‌ها)
۱۴۰۴۷۶۰	۰/۰۸		۴۲/۲		۸۷/۵		۰		واریانس ژنتیکی (شاهد)
۶۴۱۷۶	۰	۰	۷/۷	۸/۶	۵/۳		۱۴۸۱		واریانس باقیمانده
۴۹۵۶	۱/۲۰	۱/۲۹	۴۳/۰	۴۳/۰	۲۶/۶		۴۳۶		میانگین (لاین‌ها)
۵۴۱۴	۱/۱۲	۱/۰۳	۴۵/۶	۴۵/۷	۲۳/۵		۵۱۸		میانگین (شاهد)
۳۷۳	۰/۰۹	۰/۰۹	۳/۱	۴/۴۹	۳/۲۵		۱۲۹		تفاوت خطای استاندارد میانگین (لاین‌ها)
۷۳۷	۰/۱۷	۰/۲۰	۶/۰۳	۹/۶	۶/۵		۲۷۶		LSD (لاین‌ها)
۱۴۶	۰/۰۳	۰/۰۸	۱/۵۸	۱/۴۸	۱/۳۲		۱۸/۹		تفاوت خطای استاندارد میانگین (شاهد)
۲۸۸	۰/۰۷	۰/۱۷	۳/۱۲	۳/۱۶	۱/۶۲		۴۰/۳		LSD (شاهد)

ادامه جدول ۴.

ار تغای بوته	تعداد روز تا رسیدگی		تعداد روز تا ظهور سنبله		منابع تغییرات	
	BLUE	BLUP	BLUE	BLUP		
۰/۸۴		۰/۹۷		۰/۸۷	وراثت‌پذیری عمومی (لاین‌ها)	
۰/۸۸		۰/۳۶		۰/۵۴	وراثت‌پذیری عمومی (شاهد)	
۷/۸۳		۱۹/۱		۷/۳	واریانس ژنتیکی (لاین‌ها)	
۱۰۷		۰/۳۴		۱/۳۲	واریانس ژنتیکی (شاهد)	
۱۵/۳	۰/۶۰	۰/۶۲	۱/۱۳	۱/۱۱	واریانس باقیمانده	
۹۰/۴	۱۳۳	۱۳۵	۹۴/۹	۹۴/۹	میانگین (لاین‌ها)	
۹۱/۷	۱۳۷	۱۳۵	۹۵/۳	۹۵/۳	میانگین (شاهد)	
۶/۱۶	۵/۳۰	۱/۱۹	۱/۶۴	۱/۶۵	تفاوت خطای استاندارد میانگین (لاین‌ها)	
۱۲/۱	۱۰/۵	۲/۵۶	۲/۹۰	۳/۵۱	LSD 0.05 (لاین‌ها)	
۱/۸۹	۲/۳۳	۰/۵۵	۰/۵۷	۰/۶۹	تفاوت خطای استاندارد میانگین (شاهد)	
۴/۰۲	۴/۴۱	۱/۱۷	۱/۲۷	۱/۴۸	LSD 0.05 (شاهد)	

۰/۶۳، ۰/۱۶، ۰/۴۲ و ۰/۶۱ بود (۱۰). کاتیار و همکاران (۱۶) وراثت‌پذیری تعداد روز تا رسیدگی، وزن هزار دانه و عملکرد دانه جو را به ترتیب ۰/۵۸، ۰/۱۳ و ۰/۰۷ گزارش کردند.

اصلاح برای صفاتی که وراثت‌پذیری آنها پایین است، از طریق گزینش مستقیم دشوار و بی‌نتیجه است و برعکس گزینش برای صفاتی که دارای وراثت‌پذیری بالایی هستند، مفید است. لذا، مقدار وراثت‌پذیری می‌تواند ایده‌ای از نتایج مورد انتظار از گزینش را ارائه دهد. صفات با وراثت‌پذیری بالا بیشتر تحت کنترل اثرات ژنتیکی افزایشی ژن‌ها است و از طرف دیگر مقدار کم وراثت‌پذیری در برخی صفات بیانگر نقش کم تنوع ژنتیکی افزایشی و یا انعطاف‌پذیری فنوتیپی آن صفت است (۷). لذا، از صفاتی که قابلیت انتقال بالایی به نسل بعد از خود را نشان می‌دهند، می‌توان در برنامه‌های اصلاحی مبتنی بر گزینش استفاده کرد. در جدول ۴ مقادیر واریانس ژنتیکی صفات مختلف مربوط به لاین‌ها و ژنوتیپ‌های شاهد و مقادیر میانگین صفات براساس روش BLUE و BLUP نشان داده شده است. از مزایای روش REML نسبت به روش‌های کلاسیک، می‌توان به بازدهی بالا برای طرح‌های آگمنت و همچنین کاهش تعداد برآوردهای منفی پارامترهای ژنتیکی که به دلیل مشکلاتی مانند مناسب نبودن طرح آزمایشی و در روش‌های کلاسیک ایجاد می‌شود، اشاره نمود (۱۴). کاربرد روش REML/BLUP به منظور برآورد وراثت‌پذیری و اجزای واریانس در سایر گیاهان از جمله جو (۴)، گندم نان (۵)، گندم دوروم (۱۱) و خلر (۷) گزارش شده است.

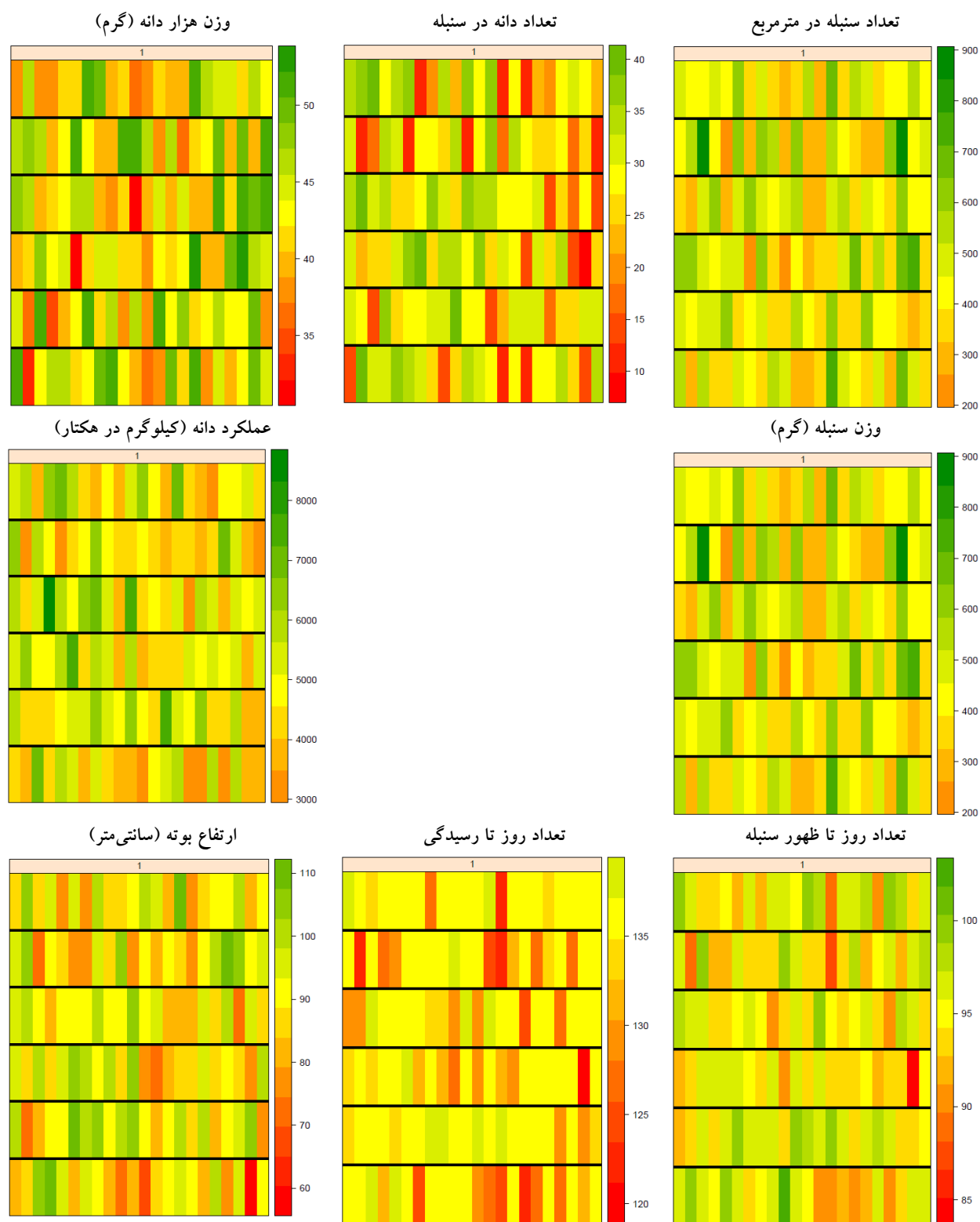
شکل ۱، نقشه حرارتی تنوع فنوتیپی در صفات عملکرد دانه جو و اجزای آن، وزن سنبله، تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته در لاین‌ها و ژنوتیپ‌های شاهد است. در این شکل مقادیر عددی صفات مختلف هر لاین و ژنوتیپ‌های شاهد به صورت رنگی متفاوت نشان داده شده است. وجود تنوع فنوتیپی در همه صفات مورد بررسی مشهود است. بنابراین، نقشه حرارتی به‌خوبی تنوع موجود بین لاین‌ها را برای هر صفت نشان داده است.

نتایج تجزیه همبستگی بین صفات مختلف در لاین‌های جو نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه و صفات وزن سنبله، تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته وجود دارد. در این تحقیق با توجه به همبستگی مثبت همه صفات به جز تعداد دانه در مترمربع و وزن هزار دانه با عملکرد، انتخاب به‌طور همزمان بر اساس عملکرد دانه و سایر صفات با استفاده از شاخص SIIG انجام شد (جدول ۵).

به‌منظور انتخاب بهترین لاین‌ها از نظر عملکرد و سایر صفات مورد بررسی از شاخص SIIG استفاده شد. (جدول ۶). در این تحقیق با توجه به همبستگی مثبت همه صفات به جز تعداد دانه در مترمربع و وزن هزار دانه با عملکرد (جدول ۵)، به‌منظور محاسبه شاخص SIIG فرض بر این بود که مقادیر بالای همه صفات ایده‌آل هستند. در واقع به‌جای انتخاب براساس عملکرد دانه از سایر صفات نیز به‌طور همزمان استفاده شد.

نتایج همبستگی بین شاخص SIIG و سایر صفات نشان داد که بیشترین همبستگی با شاخص SIIG مربوط به عملکرد دانه (۰/۸۱۹**) است. بعد از عملکرد دانه، بیشترین همبستگی با شاخص SIIG به ترتیب مربوط به صفات وزن سنبله (۰/۶۰۹**)، تعداد دانه در سنبله (۰/۵۲۸**)، تعداد روز تا رسیدگی (۰/۴۲۵**) و ارتفاع بوته (۰/۴۳۰**) بود. کمترین همبستگی با شاخص SIIG مربوط به وزن هزار دانه (۰/۰۴۹) بود (جدول ۵). این مطلب نشان داد که عملکرد بیشترین سهم را در مقدار شاخص SIIG داشته و صفات وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته در مرحله بعدی قرار دارند. بنابراین، بیشتر ژنوتیپ‌های انتخابی با SIIG از پتانسیل عملکرد بالایی برخوردار خواهند بود. وزن هزار دانه نقش ناچیزی در مقدار عددی SIIG داشت که این مطلب احتمالاً به علت همبستگی پایین این صفت با عملکرد دانه در شرایط این تحقیق بود.

نتایج شاخص SIIG نشان داد که لاین L86 با بیشترین مقدار SIIG (۰/۶۴۰) برترین لاین در این تحقیق بود. عملکرد



شکل ۱. نقشه حرارتی تنوع فنوتیپی صفات مختلف مورفو- فنولوژیک در لاین‌های خالص جو و ژنوتیپ‌های شاهد. در این شکل مقادیر عددی صفات مختلف هر لاین و ژنوتیپ‌های شاهد به صورت رنگی نشان داده شده است. تفاوت رنگ‌ها مربوط به هر صفت بیانگر وجود تنوع فنوتیپی در بین لاین‌های مورد بررسی است. (رنگی در نسخه الکترونیک)

جدول ۵. ضرایب همبستگی بین صفات مختلف مورفو- فنولوژیک و شاخص SIIG در لاین‌های جو

YLD	PLH	DMA	DHE	SPW	TKW	NSE	NSP
							تعداد دانه در مترمربع (NSE) ۰/۵۵۶**
						-۰/۵۱۵**	وزن هزار دانه (TKW) ۰/۱۸۱
					-۰/۱۱۶	۰/۸۷۴**	وزن سنبله (SPW) -۰/۵۴۰**
				۰/۳۰۰**	۰/۱۲۴	۰/۲۱۵*	تعداد روز تا ظهور سنبله (DHE) -۰/۱۰۹
			۰/۷۲۲**	۰/۳۳۶**	-۰/۰۳۱	۰/۲۹۵**	تعداد روز تا رسیدگی (DMA) -۰/۰۱۲
		۰/۰۴۶	۰/۰۴۴	۰/۳۸۱**	۰/۲۱۵*	۰/۱۹۹*	ارتفاع بوته (PLH) -۰/۰۵۹
	۰/۲۵۶**	۰/۵۱۸**	۰/۳۰۴**	۰/۲۵۵**	۰/۰۴۴	۰/۱۸۵	عملکرد دانه (YLD) ۰/۴۱۷**
۰/۸۱۹**	۰/۴۳۰**	۰/۴۲۵**	۰/۲۵۶**	۰/۶۰۹**	۰/۰۴۹	۰/۵۲۸**	SIIG ۰/۲۷۹**

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

۰/۲۹۱ و ۰/۲۹۵) جزء ضعیف‌ترین لاین‌ها از نظر عملکرد در درجه اول و صفات تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله، ارتفاع بوته و رسیدگی به‌طور همزمان بودند. در بین ژنوتیپ‌های شاهد، WB-97-11 با بیشترین مقدار SIIG (۰/۵۳۲) بهترین و رقم نوبهار با کمترین مقدار SIIG (۰/۲۹۹) ضعیف‌ترین ژنوتیپ شاهد در شرایط این تحقیق بودند. ارقام اکسین و نوروز با مقدار شاخص SIIG به ترتیب ۰/۴۹۱ و ۰/۴۸۰ از بسیاری از لاین‌های مورد بررسی برتر بودند (جدول ۶).

به‌منظور انتخاب بهترین لاین‌ها از نظر عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، وزن سنبله، تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته، لاین‌های مورد بررسی براساس شاخص SIIG در پنج دسته گروه‌بندی شدند (جدول ۷). در واقع لاین‌هایی که مقدار عددی شاخص SIIG آنها کوچکتر از ۰/۷ و بزرگتر مساوی ۰/۶ بود، در گروه یک قرار گرفتند. لاین‌هایی که شاخص SIIG آنها کوچکتر از ۰/۶ و بزرگتر مساوی ۰/۵ بود در گروه دو و به همین ترتیب سایر لاین‌ها نیز گروه‌بندی شدند. با یک نگاه کلی به جدول ۷ مشاهده شد که هر چه مقدار شاخص SIIG کاهش می‌یابد، مقدار عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله، تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته نیز کاهش یافته است، ولی روند مشخصی در مقدار صفات تعداد

دانه این لاین (۸۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) از هر چهار شاهد آزمایش بیشتر بود. از طرفی به ترتیب لاین‌های شماره L108, L94, L95, L105, L1, L21, L58, L87, L3, L56, L20, L63, L88, L77, L93, L9, L5, L27, L99, L4, L82, L55, L87, L72, L16, L19, L33, L23, L85 و L104 با بیشترین مقدار SIIG جزء بهترین لاین‌ها در درجه اول از نظر عملکرد و در درجه دوم از نظر صفات وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته بودند (جدول ۶). از آنجایی که میزان تغییرات SIIG بین ۰ تا ۱ است، بنابراین، این شاخص روشی مناسب برای نشان دادن فاصله بین ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مورد مطالعه است (۲۶ و ۲۷). در بین این لاین‌ها، تنها لاین‌های L1 و L108 دارای عملکرد دانه بیشتر از چهار شاهد آزمایش بودند و لاین L87 نیز دارای عملکرد بالاتر از همه ژنوتیپ‌های شاهد به جز ژنوتیپ WB-97-11 بود (جدول ۶).

نتایج SIIG نشان داد که لاین L38 با کمترین مقدار (۰/۲۴۹) ضعیف‌ترین لاین بود. در واقع این لاین دو ردیفه با وزن هزار دانه بالا و بسیار زودرس بود ولی کمترین عملکرد دانه (۳۰۶۳ کیلوگرم در هکتار) را داشت و وزن سنبله آن نیز پایین بود. همچنین، لاین‌های شماره L74, L36, L65 و L70 به ترتیب با کمترین مقدار SIIG (به ترتیب ۰/۲۸۶، ۰/۲۸۷،

جدول ۶. مقادیر صفات عملکرد دانه، اجزای عملکرد و صفات مورفو- فنولوژیک و شاخص SIIG در ژنوتیپ‌های جو

شماره لاین‌ها	تعداد سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (گرم)	وزن سنبله (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد روز تا ظهور سنبله	تعداد روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	شاخص SIIG	رتبه	گروه
L1	۶۲۲	۲۴	۴۳	۱/۱۳	۷۷۸۰	۹۹	۱۳۹	۹۳	۰/۵۷۵	۶	۲
L2	۴۷۷	۳۴	۳۸	۱/۴۱	۵۳۱۳	۹۹	۱۳۹	۸۵	۰/۵۱۵	۲۷	۲
L3	۳۵۱	۳۶	۴۷	۱/۸۹	۶۰۲۰	۹۹	۱۳۹	۹۵	۰/۵۶۸	۱۰	۲
L4*	۸۴۸	۱۶	۴۹	۰/۸۷	۵۲۲۰	۹۲	۱۲۷	۱۰۳	۰/۵۲۴	۲۲	۲
L5	۵۲۰	۳۲	۳۹	۱/۴۳	۵۴۹۷	۹۷	۱۳۸	۸۹	۰/۵۳۷	۱۸	۲
L6	۴۶۳	۲۲	۴۶	۱/۰۶	۳۷۸۷	۹۸	۱۳۶	۸۴	۰/۳۵۴	۹۶	۴
L7	۳۹۹	۳۲	۴۳	۱/۴۹	۳۷۸۰	۹۴	۱۲۵	۹۵	۰/۴۴۹	۵۷	۳
L8	۳۳۰	۳۰	۴۲	۱/۱۵	۴۳۷۰	۹۴	۱۳۲	۸۳	۰/۳۷۰	۸۹	۴
L9	۴۰۷	۳۱	۴۶	۱/۵۵	۶۲۰۰	۹۷	۱۳۵	۹۷	۰/۵۳۷	۱۷	۲
L10	۳۵۴	۳۲	۴۶	۱/۶۲	۵۳۲۰	۹۷	۱۳۸	۸۹	۰/۴۹۸	۳۴	۳
L11	۴۸۹	۲۴	۴۳	۱/۰۵	۳۷۱۰	۱۰۲	۱۳۷	۷۳	۰/۳۶۳	۹۲	۴
L12	۳۷۴	۲۷	۴۳	۱/۲۳	۴۲۸۳	۹۷	۱۳۶	۷۴	۰/۳۶۹	۹۰	۴
L13	۶۰۸	۲۷	۳۹	۰/۹۵	۴۹۴۷	۹۶	۱۳۳	۹۰	۰/۴۶۳	۵۴	۳
L14	۳۷۵	۳۴	۴۵	۱/۵۱	۵۱۷۰	۹۶	۱۳۱	۱۰۱	۰/۵۰۰	۳۳	۲
L15	۳۸۶	۳۴	۳۹	۱/۴۹	۴۹۳۰	۹۶	۱۳۵	۸۵	۰/۴۷۳	۵۱	۳
L16	۴۸۱	۳۴	۴۱	۱/۳۷	۵۳۹۰	۹۷	۱۳۵	۸۳	۰/۵۱۴	۲۸	۲
L17	۳۳۸	۲۹	۳۹	۱/۲۱	۳۳۲۰	۹۵	۱۲۵	۸۳	۰/۳۴۷	۹۹	۴
L18	۴۶۷	۲۸	۳۹	۱/۱۰	۴۳۶۷	۹۵	۱۳۵	۸۲	۰/۳۹۹	۸۰	۴
L19	۶۱۴	۲۴	۴۲	۱/۰۵	۶۳۱۷	۹۳	۱۳۶	۸۸	۰/۵۰۹	۲۹	۲
L20	۵۸۲	۲۹	۳۹	۱/۲۲	۶۳۰۰	۹۹	۱۳۷	۱۰۲	۰/۵۵۵	۱۲	۲
L21	۵۰۳	۳۲	۴۴	۱/۵۱	۵۹۲۰	۹۲	۱۳۴	۱۰۱	۰/۵۷۵	۷	۲
L22	۴۲۶	۳۰	۴۲	۱/۳۱	۵۸۲۰	۹۶	۱۳۷	۱۰۴	۰/۴۹۳	۳۸	۳
L23	۴۱۸	۲۸	۵۲	۱/۵۰	۵۴۵۷	۹۷	۱۳۶	۱۰۰	۰/۵۰۷	۳۱	۲
L24	۲۷۳	۲۶	۵۰	۱/۴۶	۴۳۶۰	۹۵	۱۳۴	۱۰۰	۰/۴۰۵	۷۸	۳
L25	۳۷۴	۳۴	۴۴	۱/۷۴	۳۶۸۳	۹۶	۱۳۵	۹۲	۰/۴۸۱	۴۲	۳
L26	۴۰۲	۲۴	۴۳	۱/۱۴	۴۲۴۰	۹۶	۱۳۶	۹۰	۰/۳۶۲	۹۳	۴
L27	۵۱۶	۲۸	۴۵	۱/۳۳	۵۸۴۰	۹۷	۱۳۷	۱۰۱	۰/۵۳۱	۲۰	۲
L28	۲۲۹	۴۰	۴۱	۱/۶۶	۴۴۲۰	۹۵	۱۳۱	۹۹	۰/۴۷۴	۴۹	۳
L29	۴۱۱	۲۹	۳۸	۱/۱۸	۴۶۰۰	۹۸	۱۳۸	۹۱	۰/۴۰۹	۷۷	۳
L30	۳۹۷	۴۰	۳۸	۱/۵۰	۴۰۰۰	۹۴	۱۳۴	۸۴	۰/۴۸۳	۴۱	۳
L31	۳۱۱	۴۰	۳۳	۱/۴۲	۳۸۳۳	۹۹	۱۳۷	۸۷	۰/۴۴۲	۶۲	۳
L32	۴۶۲	۱۹	۴۹	۰/۹۹	۳۶۱۷	۹۲	۱۲۶	۱۰۰	۰/۳۴۷	۹۸	۴
L33	۳۴۸	۳۹	۳۸	۱/۶۱	۴۷۴۷	۹۴	۱۳۶	۱۰۰	۰/۵۰۸	۳۰	۲
L34	۲۶۹	۳۴	۳۹	۱/۴۱	۳۷۳۷	۹۷	۱۳۷	۸۲	۰/۳۹۷	۸۱	۴
L35	۳۹۲	۳۵	۳۶	۱/۳۰	۴۲۷۰	۹۳	۱۳۲	۸۷	۰/۴۳۹	۶۵	۳
L36	۳۸۲	۲۰	۴۵	۱/۰۱	۳۱۷۰	۹۰	۱۳۴	۸۹	۰/۲۸۶	۱۱۱	۵
L37	۳۱۳	۳۶	۳۸	۱/۳۹	۴۱۴۰	۹۳	۱۲۵	۸۰	۰/۴۲۱	۷۲	۳
L38*	۴۱۸	۱۱	۵۲	۰/۶۴	۳۰۶۳	۹۰	۱۲۲	۹۱	۰/۲۴۹	۱۱۲	۵
L39	۵۶۶	۱۲	۴۸	۰/۵۸	۳۱۰۷	۸۹	۱۲۲	۱۰۵	۰/۳۲۵	۱۰۳	۴
L40*	۵۲۹	۱۶	۴۶	۰/۷۲	۳۵۴۰	۸۸	۱۲۲	۹۳	۰/۳۱۹	۱۰۵	۴
L41	۳۱۸	۲۶	۴۴	۱/۱۵	۴۰۱۰	۹۲	۱۲۷	۹۲	۰/۳۴۱	۱۰۰	۴

ادامه جدول ۶.

شماره لاین‌ها	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (گرم)	وزن سنبله (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد روز تا ظهور سنبله	تعداد روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	شاخص SIIG	رتبه	گروه
L42	۲۸۶	۳۴	۳۹	۱/۴۲	۳۲۲۷	۹۱	۱۲۷	۷۹	۰/۳۸۷	۸۲	۴
L43	۲۵۲	۳۲	۴۲	۱/۲۹	۳۰۸۰	۹۲	۱۲۹	۸۶	۰/۳۵۹	۹۵	۴
L44	۳۱۶	۲۸	۴۳	۱/۳۳	۴۶۶۷	۹۴	۱۳۶	۷۸	۰/۳۸۶	۸۳	۴
L45	۴۳۶	۲۹	۳۶	۱/۰۲	۴۴۰۳	۹۳	۱۳۵	۷۳	۰/۳۷۱	۸۸	۴
L46	۳۱۰	۳۴	۴۰	۱/۳۷	۴۴۲۰	۹۳	۱۲۹	۹۳	۰/۴۲۵	۷۱	۳
L47	۳۷۷	۲۷	۳۸	۱/۱۵	۳۱۵۰	۹۲	۱۲۸	۸۱	۰/۳۳۱	۱۰۲	۴
L48	۲۶۲	۳۴	۴۲	۱/۵۴	۳۹۹۳	۹۱	۱۲۸	۸۵	۰/۱۴۶	۷۵	۳
L49	۴۰۱	۲۷	۴۰	۱/۱۴	۳۵۶۷	۹۶	۱۳۵	۹۰	۰/۳۵۹	۹۴	۴
L50	۴۹۰	۳۶	۳۴	۱/۲۷	۴۳۳۰	۹۳	۱۳۵	۸۹	۰/۴۷۹	۴۶	۳
L51	۴۲۱	۳۱	۳۸	۱/۲۷	۵۳۲۰	۹۱	۱۳۴	۹۱	۰/۴۶۰	۵۵	۳
L52	۳۸۲	۲۵	۴۱	۱/۲۳	۳۹۸۳	۹۰	۱۲۶	۱۰۲	۰/۳۷۹	۸۶	۴
L53	۴۸۸	۲۷	۴۱	۱/۲۳	۳۹۴۷	۹۴	۱۲۹	۸۹	۰/۴۱۸	۷۳	۳
L54	۴۶۲	۳۰	۴۴	۱/۳۸	۴۱۳۷	۹۳	۱۲۹	۸۵	۰/۴۴۹	۵۸	۳
L55	۵۲۳	۲۹	۴۷	۱/۳۵	۵۶۱۰	۹۴	۱۳۵	۸۳	۰/۵۲۱	۲۴	۲
L56	۴۵۰	۳۶	۴۲	۱/۴۹	۵۹۹۷	۹۲	۱۳۶	۹۵	۰/۵۶۰	۱۱	۲
L57	۳۵۳	۳۰	۴۰	۱/۲۳	۴۸۶۰	۹۵	۱۳۵	۹۷	۰/۴۱۷	۷۴	۳
L58	۵۹۰	۲۷	۴۶	۱/۳۳	۶۴۱۰	۹۶	۱۳۷	۹۲	۰/۵۷۳	۸	۲
L59	۴۱۹	۲۴	۴۳	۱/۱۵	۴۳۱۷	۹۶	۱۳۰	۹۳	۰/۳۷۸	۸۷	۴
L60*	۵۱۰	۱۳	۵۱	۰/۶۶	۳۳۳۷	۹۸	۱۳۵	۹۴	۰/۳۰۶	۱۰۶	۴
L61	۳۵۴	۳۱	۳۸	۱/۳۱	۳۹۳۳	۹۵	۱۳۴	۷۶	۰/۳۸۵	۸۴	۴
L62	۵۳۴	۲۶	۳۹	۱/۰۱	۵۲۳۰	۹۲	۱۳۵	۸۵	۰/۴۴۰	۶۳	۳
L63	۵۱۶	۳۲	۳۹	۱/۳۸	۶۰۸۷	۹۷	۱۳۷	۹۵	۰/۵۵۴	۱۳	۲
L64*	۷۴۹	۱۲	۵۰	۰/۶۰	۵۳۲۳	۹۱	۱۲۵	۹۳	۰/۴۴۶	۶۰	۳
L65	۳۱۹	۲۴	۴۱	۱/۰۱	۳۷۵۷	۹۷	۱۳۶	۸۶	۰/۲۹۱	۱۰۹	۵
L66	۶۶۸	۱۲	۴۰	۰/۵۰	۳۹۷۰	۸۹	۱۲۲	۸۳	۰/۳۵۰	۹۷	۴
L67	۳۸۱	۳۱	۴۱	۱/۳۸	۴۶۵۳	۹۴	۱۳۵	۸۵	۰/۴۳۸	۶۶	۳
L68	۴۰۵	۳۳	۳۹	۱/۲۷	۴۶۰۰	۹۲	۱۲۸	۹۳	۰/۴۴۲	۶۱	۳
L69	۳۷۹	۳۷	۳۷	۱/۳۴	۵۱۱۰	۹۵	۱۳۶	۹۰	۰/۴۷۴	۴۸	۳
L70	۴۵۵	۱۷	۴۷	۰/۷۶	۴۲۶۰	۹۸	۱۳۷	۸۱	۰/۲۹۵	۱۰۸	۵
L71	۳۰۳	۳۱	۳۷	۱/۱۸	۳۳۸۳	۹۵	۱۲۹	۶۹	۰/۳۳۴	۱۰۱	۴
L72*	۸۴۶	۱۷	۴۶	۰/۸۳	۶۰۱۷	۹۹	۱۳۷	۷۰	۰/۵۱۷	۲۶	۲
L73*	۶۱۱	۱۷	۵۱	۰/۹۹	۵۲۲۳	۹۸	۱۳۷	۷۰	۰/۴۳۳	۶۸	۳
L74*	۵۰۵	۱۴	۵۰	۰/۶۸	۴۰۰۰	۹۶	۱۳۲	۶۰	۰/۲۸۷	۱۱۰	۵
L75	۲۸۲	۳۸	۳۷	۱/۵۴	۴۰۱۷	۹۴	۱۲۹	۷۸	۰/۴۳۹	۶۴	۳
L76	۳۶۸	۳۰	۳۸	۱/۲۹	۴۶۳۰	۹۱	۱۲۸	۸۴	۰/۴۰۲	۶۴	۳
L77	۲۶۵	۴۱	۴۷	۲/۱۶	۴۵۵۰	۹۶	۱۲۹	۱۰۲	۰/۵۴۱	۷۹	۲
L78	۳۴۴	۳۳	۴۹	۱/۶۵	۵۷۹۷	۹۸	۱۲۹	۹۵	۰/۵۲۰	۲۵	۲
L79	۳۰۱	۲۸	۴۷	۱/۴۲	۴۸۰۷	۹۴	۱۳۶	۸۹	۰/۴۱۶	۷۶	۳
L80	۳۴۸	۲۷	۴۹	۱/۳۴	۵۳۷۰	۹۵	۱۳۶	۹۳	۰/۴۳۴	۶۷	۳
L81	۳۵۰	۳۲	۴۸	۱/۵۷	۵۱۹۰	۹۷	۱۳۶	۱۰۰	۰/۴۹۶	۳۵	۳

ادامه جدول ۶.

شماره لاین‌ها	تعداد سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (گرم)	وزن سنبله (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد روز تا ظهور سنبله	تعداد روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	شاخص SIIG	رتبه	گروه
L82	۳۶۹	۳۴	۵۰	۱/۷۶	۴۹۴۳	۹۴	۱۳۷	۹۳	۰/۵۲۲	۲۳	۲
L83	۴۵۴	۲۷	۴۹	۱/۳۹	۴۹۵۰	۹۷	۱۳۵	۹۵	۰/۴۸۱	۴۳	۳
L84	۴۸۳	۲۵	۴۸	۱/۳۳	۴۸۴۷	۹۷	۱۳۴	۱۰۲	۰/۴۷۱	۵۲	۳
L85	۵۴۱	۲۸	۴۴	۱/۳۰	۵۴۴۰	۹۳	۱۳۵	۸۲	۰/۵۰۴	۳۲	۲
L86	۶۰۶	۳۳	۴۱	۱/۳۱	۸۳۶۰	۹۴	۱۳۵	۸۳	۰/۶۴۱	۱	۱
L87	۴۳۸	۳۵	۴۱	۱/۵۵	۷۰۲۰	۹۵	۱۳۶	۷۹	۰/۵۶۹	۹	۲
L88	۶۲۸	۳۰	۳۹	۱/۲۱	۵۶۰۰	۹۲	۱۳۴	۹۸	۰/۵۵۳	۱۴	۲
L89	۵۷۱	۲۷	۴۰	۱/۱۷	۴۹۲۷	۹۳	۱۳۵	۸۸	۰/۴۷۴	۵۰	۳
L90	۳۹۷	۲۵	۴۳	۱/۱۹	۴۷۰۷	۹۶	۱۳۶	۸۴	۰/۳۷۹	۸۵	۴
L91	۳۶۸	۲۸	۴۱	۰/۸۰	۴۳۰۲	۹۸	۱۳۵	۷۹	۰/۳۲۳	۱۰۴	۴
L92	۴۲۵	۲۸	۴۵	۱/۲۶	۴۶۶۰	۹۹	۱۳۷	۹۳	۰/۴۳۲	۶۹	۳
L93	۴۹۳	۳۰	۴۴	۱/۴۵	۵۷۰۰	۹۷	۱۳۶	۹۸	۰/۵۴۲	۱۵	۲
L94	۶۲۲	۳۱	۴۲	۱/۴۲	۶۱۸۷	۹۶	۱۳۶	۱۰۰	۰/۶۱۸	۳	۱
L95	۴۱۴	۳۷	۴۶	۱/۸۷	۶۰۱۷	۹۶	۱۳۶	۱۰۳	۰/۵۹۴	۴	۲
L96	۳۵۰	۲۶	۴۴	۱/۳۰	۵۲۶۰	۹۵	۱۳۶	۱۰۲	۰/۴۲۵	۷۰	۳
L97*	۴۶۶	۲۷	۴۷	۱/۲۹	۵۰۰۰	۹۵	۱۳۶	۹۲	۰/۴۶۰	۵۶	۳
L98*	۳۱۳	۳۶	۴۲	۱/۵۷	۴۸۰۳	۹۸	۱۳۹	۹۶	۰/۴۸۰	۴۵	۳
L99	۵۰۹	۲۸	۴۲	۱/۳۵	۵۸۸۳	۹۲	۱۳۶	۹۸	۰/۵۲۶	۲۱	۲
L100	۳۷۵	۲۹	۴۳	۱/۴۱	۵۱۶۰	۹۹	۱۳۶	۱۱۰	۰/۴۷۰	۵۳	۳
L101	۳۱۲	۳۵	۴۵	۱/۶۹	۴۸۷۷	۹۹	۱۳۸	۹۵	۰/۴۹۴	۳۶	۳
L102	۳۶۶	۳۲	۴۶	۱/۵۹	۴۲۶۷	۹۵	۱۳۱	۱۱۲	۰/۴۸۷	۴۰	۳
L103*	۳۱۲	۳۲	۴۹	۱/۵۴	۳۸۲۰	۹۴	۱۲۹	۱۰۵	۰/۴۴۹	۵۹	۳
L104	۴۰۰	۳۱	۴۲	۱/۴۳	۴۹۳۳	۹۸	۱۳۷	۱۰۰	۰/۴۷۷	۴۷	۳
L105	۵۳۳	۲۹	۴۶	۱/۴۱	۶۴۴۳	۹۹	۱۳۷	۱۰۴	۰/۵۷۸	۵	۲
L106	۳۰۷	۳۴	۵۱	۱/۸۷	۴۲۲۰	۱۰۰	۱۳۹	۱۰۳	۰/۴۹۳	۳۷	۳
L107*	۷۱۷	۱۰	۴۶	۰/۵۱	۳۸۰۰	۸۵	۱۲۱	۷۶	۰/۳۶۷	۹۱	۴
L108	۴۶۱	۳۷	۴۰	۱/۶۳	۷۱۰۳	۹۵	۱۳۳	۱۰۰	۰/۶۱۹	۲	۱
Norooze*	۵۹۹	۱۸	۵۰	۰/۹۰	۶۸۹۷	۱۰۱	۱۳۸	۸۳	۰/۴۸۰	۴۴	۳
Auxin	۴۹۲	۲۷	۴۲	۱/۲۰	۶۰۴۷	۹۳	۱۳۶	۹۶	۰/۴۹۱	۳۹	۳
Nobahar*	۴۳۰	۱۴	۵۲	۰/۸۹	۴۶۱۱	۹۶	۱۳۶	۸۲	۰/۲۹۹	۱۰۷	۵
WB-97-11	۴۰۵	۳۲	۳۸	۱/۳۳	۷۰۴۷	۹۶	۱۳۸	۱۰۷	۰/۵۳۲	۱۹	۲

ژنوتیپ‌های ستاره‌دار دو ردیفه هستند.

L86، L108 و L94 قرار دارد که متوسط عملکرد دانه آنها ۷۲۱۷ کیلوگرم در هکتار بود. از طرفی متوسط تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله گروه یک از سایر گروه‌ها بیشتر بود. در گروه دو، ۲۹ لاین وجود داشت که متوسط عملکرد دانه،

روز تا گل‌دهی و وزن هزار دانه مشاهده نشد. این مطلب نشان داد که شاخص SIIG توانسته به‌طور همزمان، ژنوتیپ‌های پرمحصول با خصوصیات زراعی خوب را گروه‌بندی و رتبه‌بندی کند. نتایج گروه‌بندی لاین‌های مورد بررسی بر اساس شاخص SIIG (جدول ۷) نشان داد که در گروه یک، ۳ لاین

جدول ۷. گروه‌بندی لاین‌های جو براساس شاخص SIIG و میانگین صفات مختلف مورفو- فنولوژیک در هر گروه

شاخص SIIG	گروه	تعداد لاین	تعداد مترمربع در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	وزن سنبله (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	سنبله (روز)	تعداد روز تا ظهور (روز)	تعداد روز تا رسیدگی (روز)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
$0.6 \leq SIIG < 0.7$	۱	۳	۵۶۳	۳۳/۷	۴۱/۰	۱/۴۶	۷۲۱۷	۹۵/۰	۱۳۴/۷	۹۴/۳
$0.5 \leq SIIG < 0.6$	۲	۲۹	۵۰۶	۳۰/۵	۴۴/۰	۱/۴۳	۵۸۱۷	۹۵/۸	۱۳۵/۴	۹۴/۰
$0.4 \leq SIIG < 0.5$	۳	۴۴	۳۹۸	۳۰/۸	۴۲/۶	۱/۳۷	۴۶۶۳	۹۵/۱	۱۳۳/۵	۹۲/۴
$0.3 \leq SIIG < 0.4$	۴	۲۷	۴۱۴	۲۴/۷	۴۲/۲	۱/۰۶	۳۸۴۹	۳۹/۹	۱۳۰/۷	۸۴/۶
$0.3 \leq SIIG < 0.4$	۵	۵	۴۱۶	۱۷/۰	۴۶/۶	۰/۸۲	۳۶۵۰	۹۴/۲	۱۳۲/۲	۸۱/۴

۱/۳۷ گرم، ۱۳۳/۵ روز و ۹۲/۴ سانتی‌متر بود. در این گروه ۱۲ لاین دارای عملکرد بالاتر از ۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بودند. این لاین‌ها شامل L22، L62، L80، L64، L51، L10، L96، L73، L81، L100، L69 و L97 به‌ترتیب با عملکردهای ۵۸۲۰، ۵۴۳۰، ۵۳۷۰، ۵۳۲۳، ۵۳۲۰، ۵۲۶۰، ۵۲۲۳، ۵۱۹۰، ۵۱۶۰، ۵۱۱۰ و ۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بودند. در واقع هر کدام از این لاین‌ها یک یا چند صفت ضعیف یا متوسط نسبت به گروه دو داشتند که باعث شده در گروه سه قرار بگیرند. رقم شاهد اکسین با عملکرد ۶۰۴۷ کیلوگرم در هکتار نیز در گروه سه قرار گرفت. این رقم در بسیاری از صفات دارای وضعیت متوسط به بالا بود. رقم شاهد نوروز با عملکرد دانه ۶۸۹۷ کیلوگرم در هکتار در گروه سه قرار گرفت. نوروز یک رقم دو ردیفه است که وزن سنبله و تعداد دانه در سنبله و ارتفاع آن نسبت به بسیاری از لاین‌ها پایین‌تر بود ولی وزن هزار دانه و تعداد سنبله در مترمربع آن بالا بود. چون سهم تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله در مقدار شاخص SIIG از سایر صفات به جزء عملکرد بالاتر بود (جدول ۵) باعث شده بود که این رقم در گروه سه با رتبه ۴۴ از نظر شاخص SIIG، قرار بگیرد (جدول ۷).

در گروه چهار، ۲۷ لاین وجود داشت که میانگین عملکرد

تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، وزن سنبله، تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته آنها به‌ترتیب در گروه دو، ۲۹ لاین وجود داشت که متوسط عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، وزن سنبله، تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته آنها به‌ترتیب ۵۸۱۷ کیلوگرم در هکتار، ۵۰۶، ۳۰/۵، ۴۴ گرم، ۱/۴۳ گرم، ۱۳۵/۴ روز و ۹۴ سانتی‌متر بود. در این گروه کمترین عملکرد دانه (کمتر از ۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب مربوط به لاین‌های L77، L33 و L82 با عملکردهای ۴۷۴۷، ۴۵۵۰ و ۴۹۴۳ کیلوگرم در هکتار بود. لاین L77 (رتبه ۱۶ از نظر شاخص SIIG) دارای وزن سنبله، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله بالا بود. لاین L33 (رتبه ۳۰ از نظر شاخص SIIG) دارای وزن سنبله و تعداد دانه در سنبله بالا بود و در نهایت لاین L82 (رتبه ۲۳ از نظر شاخص SIIG) وزن سنبله و وزن هزار دانه بالایی داشت. به همین دلیل، این ۳ لاین با وجود عملکردهای پایین در گروه دو قرار گرفته بودند (جدول ۷).

گروه سه با تعداد ۴۴ لاین بزرگترین گروه بود. متوسط عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، وزن سنبله، تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته آنها به‌ترتیب ۴۶۶۳ کیلوگرم در هکتار، ۳۹۸، ۳۰/۸، ۴۲/۶ گرم،

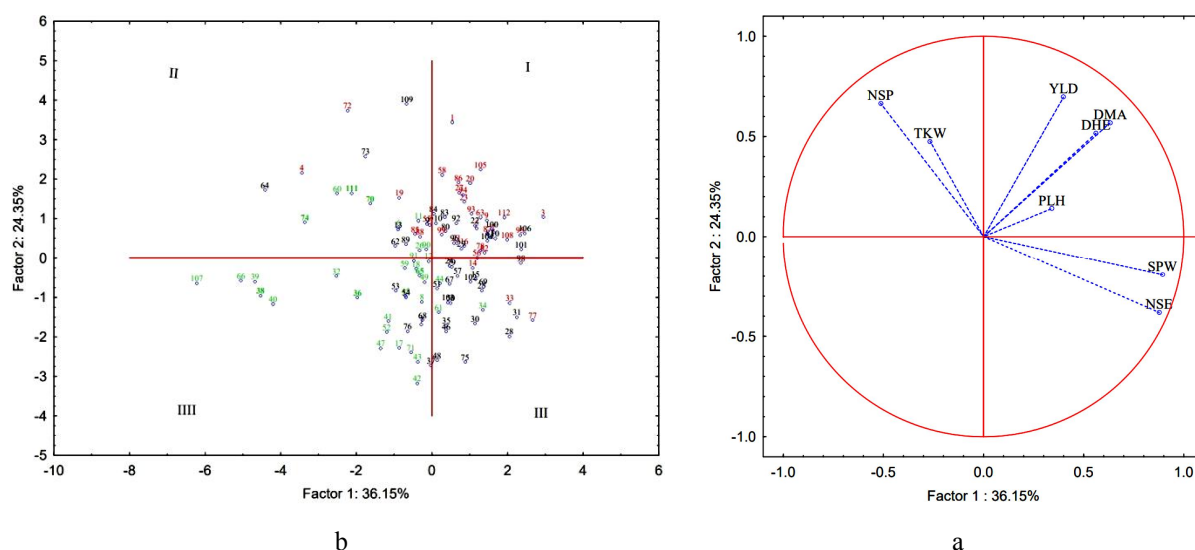
آنها ۳۸۴۹ کیلوگرم در هکتار بود. در گروه پنج، ۵ لاین وجود داشت. متوسط عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، وزن سنبله، تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته آنها به ترتیب ۳۶۵۰ کیلوگرم در هکتار، ۴۱۶، ۱۷، ۴۶/۶ گرم، ۰/۸۲ گرم، ۱۳۲/۲ روز و ۸۱/۴ سانتی‌متر بود. کمترین تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و عملکرد دانه متعلق به این گروه بود (جدول ۷). این نتایج نشان داد که شاخص SIIG به خوبی توانسته لاین‌های مورد بررسی را همزمان بر اساس چند صفت گروه‌بندی نموده و فاصله آنها را از هم مشخص کند.

در این تحقیق در گروه دو، ۲ لاین دو ردیفه L4 و L72 با متوسط عملکرد به ترتیب ۵۲۲۰ و ۶۰۱۷ کیلوگرم در هکتار و پرپنجه بودند. در گروه سه، لاین‌های L64 و L73 نیز دو ردیفه بودند. متوسط عملکرد این دو لاین به ترتیب ۵۳۲۳ و ۵۲۲۳ کیلوگرم در هکتار بود. در گروه چهار، ۶ لاین دو ردیفه L107، L97، L98، L103، L40 و L60 وجود داشت. در گروه پنج، ۲ لاین L74 و L38 بود و کمترین عملکرد دانه مربوط به لاین L38 بود ولی این لاین یکی از زودرس‌ترین لاین‌ها بود.

حقیقت نیا و الهانی (۱۳) از شاخص SIIG به منظور ادغام شاخص‌های مختلف تحمل به شوری در ارقام آفتابگردان استفاده نمودند و آنرا روشی کارا معرفی کردند. امامی و همکاران (۸) به منظور بررسی تحمل تنش اسمزی در لاین‌های پیشرفته گندم دوروم از شاخص SIIG استفاده کردند و بیان کردند که شاخص SIIG در جمع‌بندی نتایج شاخص‌های مختلف کمک شایانی به محقق می‌کند. زالی و براتی (۲۸) از شاخص SIIG برای دسته‌بندی و انتخاب برترین لاین‌های جو با استفاده از تعدادی از صفات مورفو- فنولوژیک استفاده کردند. در نهایت ۳۳ لاین جو را با استفاده از شاخص SIIG انتخاب و برای تحقیقات بعدی معرفی کردند. آنها روش SIIG را مؤثر در دسته‌بندی و تعیین فاصله بین لاین‌ها معرفی کردند.

به منظور ارزیابی بهتر و گروه‌بندی لاین‌ها و ژنوتیپ‌های شاهد، از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که مؤلفه‌های اصلی اول و دوم

به ترتیب ۳۶/۱ و ۲۴/۳ درصد و در مجموع ۶۰/۴ درصد تغییرات را توجیه کردند (شکل ۲). بر اساس بای‌پلات شکل ۲-a صفات تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزار دانه با داشتن کمترین زاویه بردار، همبستگی بالایی باهم داشتند و در یک گروه قرار گرفتند. وزن سنبله و تعداد دانه در سنبله نیز با هم همبستگی بالایی نشان دادند و از طرفی صفات عملکرد دانه، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد روز تا گل‌دهی و ارتفاع بوته نیز در یک گروه قرار گرفتند. همچنین لاین‌ها و ژنوتیپ‌های شاهد با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و با توجه به صفات تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، وزن سنبله، تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه در بای‌پلات شکل ۲-b نشان داده شده‌اند. نتایج نشان داد که بیشتر لاین‌هایی که در ناحیه ۱ قرار دارند جزء لاین‌های گروه یک و دو شاخص SIIG (رنگ قرمز) هستند و بیشتر لاین‌های که در ناحیه ۴ بای‌پلات قرار دارند جزء لاین‌های گروه چهار و پنج شاخص SIIG (رنگ سبز) هستند. در مجموع نتایج نشان داد که یک انطباق نسبی بین شاخص SIIG و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی وجود داشت. احتمالاً با توجه به اینکه بای‌پلات تجزیه به مؤلفه‌های اصلی تنها حدود ۶۰ درصد تغییرات را توجیه کرده و نه همه تغییرات را و از طرفی شاخص SIIG با فرض پایین بودن مقدار تعداد روز تا رسیدگی، تعداد روز تا گل‌دهی و ارتفاع بوته محاسبه شده است، بنابراین عدم انطباق کامل منطقی به نظر می‌رسد. از طرفی از ویژگی‌های شاخص SIIG، رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها از قوی به ضعیف و تعیین فاصله آنها است که این ویژگی در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی وجود ندارد. امامی و همکاران (۸) نشان دادند که نتایج شاخص SIIG با نتایج تجزیه خوشه‌ای انطباق بالایی دارد. زالی و براتی (۲۸) نیز انطباق نسبی بین شاخص SIIG و روش چند متغیره تجزیه خوشه‌ای را گزارش کردند، اما در مورد انطباق یا عدم انطباق روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و شاخص SIIG گزارشی وجود ندارد و نیاز به تحقیقات بیشتر است.



شکل ۲. بای پلات تجزیه به مولفه‌های اصلی برای صفات مختلف مورفو- فنولوژیک (a) و لاین‌های خالص جو و ژنوتیپ‌های شاهد (b). NSP: تعداد سنبله در مترمربع؛ NSE: تعداد دانه در سنبله؛ TKW: وزن هزاردانه (گرم)؛ SPW: وزن سنبله؛ YLD: عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)؛ DHE: تعداد روز تا ظهور سنبله (روز)؛ DMA: تعداد روز تا رسیدگی (روز)؛ PLH: ارتفاع بوته (سانتی‌متر).

شاخص SIIG) در حالت نیم ایستاده اتفاق افتاد. بنابراین، در هنگام انتخاب لاین‌ها باید به این صفت توجه خاصی داشت. با توجه به نتایج مشخص شد که با کاهش مقدار SIIG حالت قرار گرفتن سنبله از ایستاده به سمت واژگون تمایل داشت. بنابراین، نتایج نشان داد که سنبله‌هایی با حالت ایستاده‌تر در ارقام جو ایده‌آل‌تر هستند (جدول ۸).

در مجموع نتایج نشان داد که شاخص SIIG به‌خوبی توانسته ژنوتیپ‌ها را بر اساس صفات عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و ارتفاع بوته به‌طور همزمان گروه‌بندی کند. شاخص SIIG یک مدل گزینش‌گر بوده و به‌منظور انتخاب ایده‌آل‌ترین ارقام و لاین‌ها از بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی به‌کار می‌رود. به عبارت دیگر با استفاده از روش SIIG می‌توان صفات مختلف را به‌صورت یک شاخص واحد درآورد و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر را مطمئن‌تر و دقیق‌تر انجام داد (۲، ۱۹، ۲۷ و ۲۸). از دیگر ویژگی‌های شاخص SIIG، ادغام صفات با واحدهای مختلف است (۱). همان‌طور که مشاهده شد در این تحقیق از صفاتی با واحدهای متفاوت استفاده شد. همچنین هر چه صفتی دارای تنوع فنوتیپی

علاوه بر صفات استفاده شده در محاسبه شاخص SIIG صفات طول سنبله، طول ریشک، طول پدانکل، تراکم سنبله، نوع خار ریشک، عادت رشد بوته، حالت قرار گرفتن سنبله و تعداد ردیف در سنبله‌های جو (دو ردیفه یا شش ردیفه) یادداشت برداری شدند (نتایج نشان داده نشده است). این صفات با توجه به نتایج شاخص SIIG (جدول ۵ و ۶) گروه‌بندی شدند (جدول ۸). نتایج نشان داد که هر چه مقدار شاخص SIIG کاهش یافته است، طول سنبله و طول ریشک افزایش جزئی داشتند، ولی با کاهش مقدار SIIG روند مشخصی در صفات طول پدانکل و نوع خار ریشک مشاهده نشد. با کاهش مقدار SIIG، تراکم سنبله کاهش محسوسی یافت که این نتیجه نشان می‌دهد که تراکم سنبله یکی از صفات مهم و تأثیرگذار در عملکرد جو است و احتمالاً با افزایش تراکم سنبله، عملکرد دانه نیز افزایش خواهد یافت. در مورد صفت عادت رشد بوته شایان ذکر است که بیشتر لاین‌ها در حالت ایستاده (کد ۱) و نیمه ایستاده (کد ۳) قرار داشتند (نتایج نشان داده نشده است). نتایج شاخص SIIG نشان داد که با کاهش مقدار SIIG، عادت رشد بوته به سمت ایستاده تمایل داشت. بنابراین، بهترین نتیجه لاین‌ها (لاین‌های ایده‌آل از نظر

جدول ۸. گروه‌بندی لاین‌های جو براساس شاخص SIIG و میانگین صفات مورفولوژیک

میانگین گروه‌ها										تعداد لاین	گروه	شاخص SIIG
تعداد ردیف		حالت قرار گرفتن سنبله	عادت رشد بوته	نوع خار ریشک	تراکم سنبله	طول پدانکل (سانتی‌متر)	طول ریشک (سانتی‌متر)	طول سنبله (سانتی‌متر)				
دو شش ردیفه	دو شش ردیفه											
۳	۰	۴/۳	۳/۰	۶/۳	۶/۳	۱۰/۷	۱۵/۳	۵/۲	۳	۱	$0/6 \leq SIIG < 0/7$	
۲۷	۲	۵/۹	۲/۳	۶/۴	۵/۶	۱۱/۰	۱۶/۱	۵/۳	۲۹	۲	$0/5 \leq SIIG < 0/6$	
۴۲	۲	۷/۱	۲/۲	۶/۳	۵/۳	۱۱/۱	۱۶/۴	۵/۶	۴۴	۳	$0/4 \leq SIIG < 0/5$	
۲۱	۶	۶/۹	۱/۴	۶/۱	۴/۷	۱۰/۹	۱۵/۹	۵/۳	۲۷	۴	$0/3 \leq SIIG < 0/4$	
۳	۲	۷/۴	۱/۰	۶/۲	۴/۲	۱۰/۴	۱۶/۸	۵/۸	۵	۵	$0/3 \leq SIIG < 0/4$	

داد که لاین‌های گروه یک و دو و لاین‌های L22، L62، L80، L64، L51، L10، L96، L73، L81، L100، L69 و L97 از گروه سه، جزء لاین‌های برتر در این تحقیق بودند و می‌توان از آنها برای تحقیقات تکمیلی مانند آزمایشات پیشرفته و سازگاری استفاده کرد. همچنین، تراکم بالای سنبله، سنبله ایستاده و بوته‌های جو در حالت نیم ایستاده احتمالاً صفات ایده‌آلی برای انتخاب براساس صفات مورفولوژیک جو باشند. در ضمن انطباق نسبی بین شاخص SIIG و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی وجود داشت.

بیشتری باشد نقش آن در مقدار عددی شاخص SIIG بیشتر خواهد بود. در صورتی که در تحقیقی تعداد صفات مورد بررسی زیاد باشد برای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و صفات مطلوب بهتر است شاخص SIIG بر مبنای همه صفات به جز 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 (۱۹ و ۲۴).

نتیجه‌گیری کلی

در کل نتایج گروه‌بندی لاین‌ها بر اساس شاخص SIIG نشان

منابع مورد استفاده

1. Abdollahi Hesar, A., O. Sofalian, B. Alizadeh, H. Zali and A. Asghari. 2021. Investigation of frost stress tolerance in a some promising rapeseed genotypes. *Agricultural Science and Sustainable production* 31(2): 270-288. (In Farsi).
2. Abdollahi Hesar, A., O. Sofalian, B. Alizadeh, A. Asghari and H. Zali. 2020. Evaluation of some autumn canola genotypes based on agronomy traits and SIIG index. *Journal of Crop Breeding* 12(34): 93-104. (In Farsi).
3. Al-Abdallat, A. M., A. Karadsheh, N. I. Hadadd, M. W. Akash, S. Ceccarelli, M. Baum, M. Hasan, A. Jighly and J. M. Abu Elenein. 2017. Assessment of genetic diversity and yield performance in Jordanian barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces grown under rainfed conditions. *BMC Plant Biology* 191: 1-13.
4. Baker, R. J. 1986. Selection Indices in Plant Breeding. CRC Press, Florida.
5. Casagrande, C. R., H. C. Mezzomo, C. D. Cruz, A. Borém and M. Nardino. 2020. Choosing parent tropical wheat genotypes through genetic dissimilarity based on REML/BLUP. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 20(3): 1-10.
6. Chakraborty, S. and A. C. Newton. 2011. Climate change, plant diseases and food security: An overview. *Plant Pathology* 60: 2-14.
7. Dowlatshah, A., A. Ismaili, H. Ahmadi, K. Khademi and D. Goudarzi. 2021. Evaluation of genetic diversity and estimation of heritability and genetic correlation using REML for different traits in grass Pea (*Lathyrus sativus* L.) Genotype. *Plant Genetic Researches* 7(2): 145-162. (In Farsi).

8. Emami, S., A. Asghari, H. Mohammaddoust Chamanabad, A. Rasoulzadeh and E. Ramzi. 2019. Evaluation of osmotic stress tolerance in durum wheat (*Triticum durum* L.) advanced lines. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 12(3): 697-707. (In Farsi).
9. FAO. 2019. Food and Agriculture. Available online at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Accessed August 2019.
10. Ghimire, N. H. and P. M. Mahat. 2019. Variability, heritability and genetic advance of advanced breeding lines of barley (*Hordeum vulgare* L.) under mountain environment of Nepal. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences* 6(11): 34-42.
11. Giraldo, P., C. Royo, M. González, J. M. Carrillo and M. Ruiz. 2016. Genetic diversity and association mapping for agromorphological and grain quality traits of a structured collection of durum wheat landraces including subsp. *durum*, *turgidum* and *diccocon*. *Plos One* 11(11): 1-24.
12. Gravois, K. A. and R. S. Helms. 1992. Plant analysis of rice yield and yield component as affected by seeding rate. *Agronomy Journal* 84: 1-4.
13. Haghighatnia, H. and A. Alhani. 2020. Evaluation of irrigation water salinity tolerance indices in new cultivars and lines of safflower. *Iranian Journal of Soil and Water* 52(7): 1811-1821. (In Farsi).
14. Holland, J. B. 2006. Estimating genotypic correlations and their standard errors using multivariate restricted maximum likelihood estimation with SAS Proc MIXED. *Crop Science* 46: 642-654.
15. Jalata, Z., A. Ayana and H. Zeleke. 2011. Variability, heritability and genetic advance for some yield and yield related traits in Ethiopian barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces and crosses. *International Journal of Plant Breeding and Genetics* 5(1): 44-52.
16. Katiyar, A., A. Sharma, S. Singh, A. Srivastava and S. R. Vishwakarma. 2020. A study on genetic variability and heritability in barley (*Hordeum vulgare* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 9(110): 243-247.
17. Mirzaei, M. R. and S. S. Hemayati. 2021. The effect of environment and maternal plant on germination traits of sugar beet seeds and an approach to select the superior genotype. *Agricultural Research* 68(5): 2093-2105.
18. Müller, B. U., A. Schützenmeister and H. P. Piepho. 2010. Arrangement of check plots in augmented block designs when spatial analysis is used. *Plant Breeding* 129(6): 581-589.
19. 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 Farsi).
20. Ramzi, E., A. Asghari, S. Khomari and H. M. Chamanabad. 2018. Investigation of durum wheat (*Triticum turgidum* L. Subsp. *Durum* Desf) lines for tolerance to aluminum stress condition. *Journal of Crop Breeding* 10(25): 63-72. (In Farsi).
21. Resende, M. D. V. 2004. Optimal Statistical Methods in The Analysis of Field Experiments. Embrapa Florestas, Colombo.
22. Resende, M. D. V. 2016. Software Selegen-REML/BLUP: A useful tool for plant breeding. *Crop Breeding of Applied Biotechnology* 16: 330-339.
23. Rodríguez, F., G. Alvarado, Á. Pacheco and J. Burgueño. 2017. ACBD-R. Augmented Complete Block Design with R for Windows. Version 3.0. Available online at: <https://hdl.handle.net/11529/10855>. Accessed August 2017.
24. Tahmasebi, S., M. Dastfal, H. Zali and M. Rajaei. 2018. Drought tolerance evaluation of bread wheat cultivars and promising lines in warm and dry climate of the south. *Cereal Research* 8(2): 209-225. (In Farsi).
25. 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 Farsi).
26. 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.
27. Zali, H., O. Sofalian, T. Hasanloo, A. Asghari and M. Zeinalabedini. 2017. Appropriate strategies for selection of drought tolerant genotypes in canola. *Journal of Crop Breeding* 78(20): 77-90. (In Farsi).
28. Zali, H. and A. Barati. 2020. Evaluation of selection index of ideal genotype (SIIG) in other to selection of barley promising lines with high yield and desirable agronomy traits. *Journal of Crop Breeding* 12(34): 93-104. (In Farsi).

Selection of Barley Superior Lines with Desirable Agronomic Characteristics Using the Selection Index of Ideal Genotype (SIIG)

A. Shirzad¹, A. Asghari², H. Zali^{3*}, O. Sofalian² and H. R. Mohammaddoust Chamanabad²

(Received: August 10-2021; Accepted: November 30-2021)

Abstract

This study was conducted to investigate the phenotypic diversity of 108 pure barley lines in Augment design with four controls in six blocks in the farm of Darab Agricultural Research Station (2020-2021). In order to select the best lines in terms of yield and other traits, SIIG index was used. The results of restricted maximum likelihood (REML) analysis showed that the lowest and highest levels of broad-sense heritability were related to the number of days to the spike emergence of (0.21) and the number of days to maturity (0.97), respectively. Based on the SIIG index, the studied lines were grouped into five categories. The results of SIIG index showed that L86 and L38 lines with the highest (0.640) and lowest (0.249) values of SIIG were the best and weakest lines, respectively. The results of grouping the lines based on SIIG index showed that group one and two lines and lines L22, L62, L80, L64, L51, L10, L96, L73, L81, L100, L69 and L97 from group three, were the best in this study and can be considered for further investigations. Overall, the results showed that SIIG index was able to classify genotypes based on grain yield, spikes/m², seeds/spike, spike weight and plant height simultaneously, and also there was a relative compliance between the SIIG index and principal component analysis. Therefore, SIIG index is a suitable method for selecting ideal genotypes based on several traits simultaneously.

Keywords: Phenotypic diversity, Selection index, Heat map, Heritability, REML

1, 2. M.Sc. Student of Plant Breeding and Professor, Respectively, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Iran
3. Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Darab, Iran

*: Corresponding Author, Email: HZali90@yahoo.com