دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) با استفاده از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG)

میترا وندا[۱]، محمدحسن حکمت[۲] و عمران عالیشاه[۳]

۱- استادیار بخش تحقیقات پنبه کشور، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، ایران، (نویسنده مسوول: mivanda_2005@yahoo.com)
۲ - محقق بخش تحقیقات پنبه کشور، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، ایران
۳ - دانشیار بخش به‌نژادی تحقیقات پنبه کشور، موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۲۰
صفحه: ۱۸۱ تا ۱۸۹

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: شناخت دقیق ژرم‌پلاسم‌ها جهت انتقال صفات در برنامه‌های دورگ‌گیری از الزامات اصلاح ارقام برتر می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی تنوع ژنتیکی و گزینش ژنوتیپ‌های برتر پنبه با عملکرد، زودرسی و خصوصیات کیفی مطلوب بود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های پنبه با استفاده از شاخص SIIG، آزمایشی شامل ۹ ژنوتیپ همراه با ۲ رقم تجاری استان فارس (بختگان و گلستان) به‌عنوان شاهد، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۴ تکرار، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی حسن‌آباد داراب طی سال‌های زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ اجرا شد.

یافته‌ها: نتایج تجزیه مرکب داده‌ها تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات کمی مورد مطالعه نشان داد که این مطلب، بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها بود. ضریب تنوع فنوتیپی در صفات عملکرد و درصد زودرسی بیشتر از ضریب تنوع ژنوتیپی بود. عملکرد وش دارای وراثت‌پذیری بالایی (۰/۷۳) بود که نشان‌دهنده نقش بیشتر اثر ژن در بیان صفت و کارایی انتخاب در بهبود صفت در نسل‌های متوالی می‌باشد. نتایج شاخص SIIG نشان داد که ژنوتیپ‌های A-NB414 و A-NBK با بیشترین مقدار SIIG جزء برترین ژنوتیپ‌ها و ژنوتیپ‌های Va-1 و A3-96 با کمترین مقدار SIIG جزء ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها در این تحقیق بودند. به‌منظور بررسی کارایی شاخص SIIG در انتخاب بهترین ژنوتیپ از نظر عملکرد وش، درصد زودرسی، ظرافت الیاف، درصد یکنواختی، کشش الیاف، استحکام و درصد کیل، ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر اساس شاخص SIIG در ۳ دسته گروه‌بندی شدند. نتایج کلی گروه‌بندی نشان داد که، با افزایش مقدار شاخص SIIG، مقدار عملکرد وش، یکنواختی الیاف، درصد کیل و درصد زودرسی نیز افزایش یافت. مقدار درصد زودرسی و عملکرد وش نیز در ژنوتیپ‌های A-NB414 و A-NBK که دارای مقدار شاخص SIIG بالاتری بودند، بالا بود.

نتیجه‌گیری: بررسی حاضر نشان داد که شاخص SIIG به‌خوبی توانسته ژنوتیپ‌ها را دسته‌بندی نماید. در این تحقیق ژنوتیپ‌های A-NB414 و A-NBK به‌همراه رقم گلستان با عملکرد بالاتر از میانگین کل و شاخص SIIG بالا، به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناسایی شدند که می‌توانند در برنامه معرفی و توسعه کشت قرار گیرند. بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های پنبه در دو گروه متمایز طبقه‌بندی شدند که این موضوع انتخاب و استفاده از آنها در برنامه‌ها و اهداف مختلف به‌نژادی را تسهیل می‌کند.

واژه‌های کلیدی: پنبه، ژنوتیپ ایده‌آل، شاخص SIIG، عملکرد وش، کیفیت الیاف

مقدمه

پنبه یکی از مهمترین و ارزشمندترین گیاهان زراعی است که دارای اهمیت اقتصادی و موقعیت کشاورزی ویژه‌ای در جهان و ایران است. این گیاه در بیش از ۷۰ کشور دنیا کشت می‌شود و کشورهای چین، هند و آمریکا بزرگ‌ترین تولیدکنندگان پنبه هستند (۱۵). بذر پنبه به‌عنوان دومین منبع پروتئین پس از سویا و پنجمین منبع روغن پس از آفتابگردان می‌باشد. این گیاه، بدلیل داشتن ریشه‌های گسترده و نفوذپذیر، دارا بودن قابلیت تنظیم تعداد برگ و میوه زمانی که تحت شرایط تنش قرار می‌گیرد و نیز داشتن دوره غوزه‌دهی قابل انعطاف، از گیاهان مناسب برای کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود و از نظر اقتصادی و تجاری از اهمیت زیادی برخوردار است (۹). شناسایی و استفاده از ارقام مناسب، عامل مهمی است که می‌تواند در تولید و در نهایت عملکرد و کیفیت محصول تأثیرگذار باشد (۱۲). وجود عوامل غیرمترقبه موجود در طبیعت و امکان تغییرات ژنتیکی تدریجی ارقام پنبه در اثر عوامل مختلف ایجاب می‌نماید که به‌طور مستمر ارقام جدید پرمحصول با ویژگی‌های مناسب در دسترس باشند (۱۹). یکی از روش‌های اصلاح نباتات، استفاده از دستاوردهای تمامی به‌نژادگران پنبه در سرتاسر دنیا و تبادل مواد ژنتیکی است که پس از بررسی سازگاری و پایداری ارقام کشورهای مختلف در ایستگاه‌های تحقیقاتی و نواحی هر کشور در صورت برتری آنها نسبت به رقم تجارتی رایج برای معرفی آنها اقدام نمود. از طرفی شناخت دقیق ژرم‌پلاسم‌ها جهت انتقال صفات در برنامه‌های دورگ‌گیری نیز از الزامات اصلاح ارقام ممتاز می‌باشد (۲).

در یک مطالعه ده ژنوتیپ پنبه شامل Varamin، G-43259، G-43347، Opal، Avangard 264، M-S-1097، DP-H، دورگ Coker312×349، M-S-1106 و دورگ Varamin×Sealand از لحاظ ویژگی‌های زراعی مورد ارزیابی قرار گرفته و ژنوتیپ‌های G-43347 و Opal به عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناسایی شدند (۱۳). در مطالعه‌ای دیگر به‌منظور شناسایی ارقام برتر پنبه، چهارده رقم پنبه با استفاده از تجزیه گرافیکی GTBiplot مورد بررسی قرار گرفت و ژنوتیپ دلتاپاین ۲۵ به‌عنوان ژنوتیپ ایده‌آل معرفی شد (۱۲).

مطالعات زیادی در ارتباط با ارزیابی صفات و تعیین ماهیت، اهمیت و ارتباط آنها با عملکرد با استفاده از تجزیه به عامل‌ها و سایر روش‌های چندمتغیره در پنبه انجام شده است (۶،۷،۱۸،۸). در بیشتر این تحقیقات بحث در مورد ارتباط بین

صفات با عملکرد و نهایتاً گروه‌بندی آنها شده است ولی در بسیاری از آنها بحثی در مورد انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها نشده است. بنابراین نیاز به روش‌هایی است که بتواند انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب را با توجه به صفات مورد بررسی به‌طور مناسبی انجام دهد و شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل[1] (SIIG) یکی از این روش‌ها می‌باشد که می‌تواند علاوه بر انتخاب ژنوتیپ‌های ایده‌آل، فاصله بین ژنوتیپ‌ها را هم مشخص کند (۲۱،۲۲).

برای انتخاب ارقام مطلوب با ویژگی‌های خاص استفاده از یک صفت به‌تنهایی، ممکن است منجر به نتایج مطلوبی نباشد، بر همین اساس در این تحقیق از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل[2] (SIIG) (۲۱،۲۲)، به‌منظور ادغام تعدادی از صفات مهم مرفولوژیک، برای ارزیابی بهتر ژنوتیپ‌ها و تنوع ژنتیکی آنها استفاده شد. روش SIIG، برای اولین بار توسط زالی و همکاران (۲۱) برای ادغام روش‌های مختلف تجزیه پایداری معرفی شد. شاخص SIIG برگرفته از مدل TOPSIS[3] یا اولویت‌بندی بر اساس شباهت به راه‌حل ایده‌آل می‌باشد که نخستین بار بوسیله ونگ و یون (۴) به‌عنوان یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره معرفی شد. از روش SIIG می‌توان برای رتبه‌بندی و مقایسه بهتر ژنوتیپ‌های مختلف و انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها و تعیین فواصل بین ژنوتیپ‌ها و گروه‌بندی آن‌ها استفاده نمود. از ویژگی‌های روش SIIG این است که برای محاسبه آن می‌توان از شاخص‌های مختلف، صفات مرفولوژیک، صفات فیزیولوژیک و ... استفاده نمود و کارایی انتخاب را افزایش داد. از آن‌جایی‌که ممکن است هر ژنوتیپی از نظر یک شاخص یا صفتی برتر باشد و در نهایت با افزایش تعداد صفات یا شاخص‌ها، ممکن است انتخاب ژنوتیپ مناسب برای محقق دشوار شود، به کمک روش SIIG، تمام شاخص‌ها و صفات به‌صورت یک شاخص واحد درآمده و رتبه‌بندی و تعیین ژنوتیپ‌های برتر بسیار راحت‌تر می‌شود (۲۱،۲۲). هم‌چنین اگر تعداد صفات کم باشد اما تعداد ژنوتیپ‌ها زیاد باشد شاخص SIIG انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب را آسان‌تر می‌کند. از جمله مزیت‌های این روش آن است که معیارها یا شاخص‌های به‌کار رفته برای مقایسه می‌توانند دارای واحدهای سنجش متفاوتی بوده و طبیعت منفی و مثبت داشته باشند (۲۱،۲۲).

هدف از این تحقیق، بررسی تنوع ژنتیکی ارقام پنبه و شناسایی ارقام برتر، از نظر عملکرد، درصد زودرسی و تعدادی از خصوصیات مهم کیفی، جهت معرفی و کشت در اقلیم گرم و خشک داراب با استفاده از شاخص SIIG بود.

مواد و روش‌ها

در این پروژه ۹ ژنوتیپ همراه با ۲ رقم تجاری استان فارس (بختگان و گلستان) به‌عنوان شاهد (جدول ۱)، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۴ تکرار، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی حسن‌آباد داراب طی سال‌های زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارتفاع منطقه مورد آزمایش از سطح دریا ۱۱۰۷ متر با اقلیم گرم و خشک و متوسط بارندگی ۲۴۸ میلی‌متر و دارای زمستان‌های معتدل می‌باشد. مشخصات جغرافیایی آن به‌ترتیب ۵۴ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۵۰ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی است. در این آزمایش صفات عملکرد وش (چین یک، چین دو و عملکرد کل (کیلوگرم در هکتار))، درصد زودرسی (نسبت محصول چین یک به عملکرد کل (درصد))، طول الیاف (میلی‌متر)، یکنواختی (درصد) ، ظرافت الیاف (میکروگرم بر اینچ)، کشش الیاف (درصد)، استحکام (گرم بر تکس) و کیل (درصد) مورد بررسی قرار گرفتند.

کاشت آزمایش به صورت دستی در ۴ خط ۶ متری با الگوی ۲۰×۷۵ سانتی‌متر انجام شد. جهت اطمینان از سطح سبز در زمان کاشت در هر چاله ۵-۳ بذر کاشته و پس از ۲۵ روز با عمل تنک‌کاری در هر چاله یک بوته قوی و سالم نگهداری گردید. کنترل آفات و بیماری و علف‌های هرز و هم‌چنین تغذیه و آبیاری آزمایش مطابق دستورالعمل و توصیه زراعی منطقه انجام گردید. محصول در دو چین برداشت شد و درصد زودرسی از نسبت محصول چین یک به عملکرد کل (مجموع عملکرد چین یک و چین دو) محاسبه شد.

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

۱- تشکیل ماتریس داده‌ها

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

(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 صفت iام ($i = 1, 2, \dots n$) درارابطه با ژنوتیپ jام ($j = 1, 2, \dots m$) می‌باشد.

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

از رابطه ذیل برای نرمال کردن داده‌ها استفاده می‌شود:

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

(رابطه ۲)

ماتریس R به‌صورت زیر 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 غیر ایده‌آل (ضعیف) در این مرحله برای هر صفت به‌طور جداگانه، بهترین ژنوتیپ و ضعیف‌ترین ژنوتیپ انتخاب می‌شود.

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

(رابطه ۴)

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

1- Selection index of ideal genotype
2- Selection index of ideal genotype
3- The technique for order of preference by similarity to ideal solution

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

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

۵- محاسبه شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل[1] (SIIG)

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

(رابطه ۶)
$$SIIG = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \qquad i = 1, 2\ldots, m, \ 0 \le SIIG \le 1$$

مقدار SIIG بین صفر تا یک تغییر می‌کند و هر چه گزینه موردنظر به ژنوتیپ ایده‌آل نزدیک‌تر باشد مقدار SIIG آن به یک نزدیک‌تر خواهد بود. بر اساس این روش، بهترین ژنوتیپ، نزدیک‌ترین ژنوتیپ به ژنوتیپ‌های ایده‌آل و دورترین از ژنوتیپ‌های ضعیف است (۲۱،۲۲). در اینجا، ژنوتیپ ایده‌آل از مجموع مقادیر ایده‌آل هر یک از صفات مورد مطالعه به دست می‌آید، درحالی‌که ژنوتیپ ضعیف از مجموع مقادیر ضعیف هر یک از صفات موردنظر حاصل می‌گردد. به‌عنوان مثال در مورد عملکرد، حداکثر عملکرد یک ژنوتیپ، مقدار ایده‌آل و عملکرد پایین، به‌عنوان مقدار ضعیف در نظر گرفته می‌شود. هم‌چنین در مورد ظرافت الیاف، که ژنوتیپ‌های دارای الیاف ظریفتر مهم است، مقدار ایده‌آل برابر کم‌ترین مقدار ظرافت الیاف برای ژنوتیپ‌ها و مقدار ضعیف برابر با حداکثر مقدار ظرافت الیاف برای ژنوتیپ‌ها می‌باشد.

در این تحقیق، ابتدا داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab از لحاظ نرمال بودن مورد آزمون قرار گرفتند. برای انجام تجزیه واریانس و تعیین همبستگی بین صفات مورد مطالعه از نرم‌افزار SAS و برای محاسبه شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده آل، ضرایب تنوع ژنوتیپی، فنوتیپی و محیطی و وراثت‌پذیری از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

جدول ۱- اسامی و شجره ژنوتیپ‌های پنبه

Tabel1. Name and pedigree of cotton genotypes

ژنوتیپ‌های پنبه	منشا	ژنوتیپ‌های پنبه	منشا
Va1	رقم ورامین × رقم خارجی	SKG	رقم سپید × رقم خارجی
Va2	گزینش از داخل توده خارجی	ANBK	موتانت حاصل از پرتوتابی رقم خارجی
92-34	رقم ورامین × لاین‌های متحمل به شوری	ANB414	موتانت حاصل از پرتوتابی رقم خارجی
92-48	رقم ورامین × لاین‌های متحمل به شوری	گلستان	گزینش بر روی رقم خارجی 43259
90-10480	تلاقی برگشتی رقم بختگان × رقم باربادنس	بختگان	گزینش بر روی رقم خارجی Acala Sj2
96-A3	ژنوتیپ خارجی × ژنوتیپ خارجی		

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای صفات کمی در جدول ۲ آورده شده است. بنا بر نتایج به‌دست‌آمده، اثر سال و ژنوتیپ روی صفات عملکرد و زودرسی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد، که این مطلب بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها و اختلاف صفات در سال‌های مورد مطالعه بود. اثر متقابل سال × ژنوتیپ نیز برای عملکرد در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار و برای درصد زودرسی غیرمعنی‌دار شد. معنی دار بودن اثر سال در ژنوتیپ برای عملکرد به این مفهوم است که عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط دو سال یکسان نبوده است.

بر اساس نتایج بدست آمده (جدول ۳)، عملکرد دارای واریانس فنوتیپی و ژنوتیپی و ضریب تنوع ژنتیکی، محیطی و فنوتیپی بالایی بود که نشان‌دهنده تنوع زیاد در این صفت است. درصد زودرسی، واریانس فنوتیپی و ژنوتیپی و ضریب تنوع ژنتیکی، محیطی و فنوتیپی پایینی داشت که نشان‌دهنده تنوع کمتر و تکرارپذیری این صفت در محیط‌های مختلف می‌باشد. عالیشاه (۱) مقادیر ضریب تنوع ژنتیکی، محیطی و فنوتیپی زیادی برای تعداد شاخه رویا، عملکرد و تعداد غوزه گزارش نمود. دیویاس و همکاران (۳) کم بودن مقدار ضریب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی را نشان‌دهنده تنوع کمتر صفت و احتمالاً وجود آل‌های مثبت و منفی در ژنوتیپ‌های پنبه و افزایش پایداری صفت در شرایط محیطی مختلف معرفی کردند. ضریب تنوع فنوتیپی در صفات عملکرد و درصد زودرسی بیشتر از ضریب تنوع ژنوتیپی بود. سحر و همکاران (۱۰) و شکیل و همکاران (۱۶) زیاد بودن تفاوت ضرایب تنوع فنوتیپی را دلیل بر نقش محیط در فنوتیپ صفت و کارایی پایین انتخاب در اصلاح آن عنوان کردند. بر اساس نتایج جدول ۳ مقدار وراثت‌پذیری عملکرد بالا (۰/۷۳) و درصد زودرسی پایین (۰/۱۴) بود که بالا بودن وراثت‌پذیری عملکرد نشان‌دهنده نقش بیشتر اثر ژن در بیان صفت و کارایی انتخاب در بهبود صفت در نسل‌های متوالی می‌باشد. عالیشاه (۱) بیان نمود که صفات درصد زودرسی دارای وراثت پذیری متوسط و عملکرد وش دارای وراثت‌پذیری پایین هستند. سحر و همکاران (۱۰) وراثت‌پذیری بالایی را برای عملکرد گزارش نمودند. به‌نظر به‌نژادگران، در طراحی یک برنامه کارآمد به‌نژادی، برآورد وراثت‌پذیری همراه با بازده ژنتیکی، تصویر روشن‌تری از ژن‌های موثر در بیان صفات و اثربخشی انتخاب در پیشبرد اهداف اصلاحی صفات ارائه می‌دهد. صفت عملکرد وش دارای پیشرفت ژنتیکی متوسط (۱۶/۶۷) و وراثت‌پذیری بالا بود. صفت درصد زودرسی از بازده و پیشرفت ژنتیکی پایینی برخوردار بود که نشان‌دهنده تاثیر محیط و اثرات غیرافزایشی ژن در بیان فنوتیپی این صفت است (۱).

مقادیر میانگین، حداقل و حداکثر ۹ ژنوتیپ امیدبخش و ۲ رقم شاهد (گلستان و بختگان) پنبه در جدول ۴ آورده شده است. میانگین عملکرد وش ارقام شاهد به‌ترتیب برابر ۴۱۸۱

(گلستان) و ۳۳۳۳ (بختگان) کیلوگرم در هکتار بود. میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های امیدبخش مورد بررسی ۳۲۹۰ کیلوگرم در هکتار بود که این مقدار از متوسط عملکرد رقم بختگان (شاهد)، بالاتر و از متوسط عملکرد رقم گلستان (شاهد)، پایین‌تر بود. اما حداقل و حداکثر عملکرد ژنوتیپ‌ها به‌ترتیب برابر با ۲۳۳۰ و ۵۴۴۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴) بود که بیانگر تنوع بالا برای عملکرد وش است. میانگین و حداکثر درصد زودرسی ژنوتیپ‌های امیدبخش مورد بررسی (به‌ترتیب ۷۳/۶٪ و ۸۷/۸٪) از درصد زودرسی هر دو رقم شاهد بالاتر بود (جدول ۴). همچنین در صفات یکنواختی الیاف، استحکام الیاف، کشش الیاف و درصد کیل مشاهده شد که حداقل مقادیر این صفات از ارقام شاهد کمتر بود اما حداکثر مقادیر برای این صفات از ارقام شاهد بیشتر بود که این مطلب حاکی از تنوع بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد مطالعه است.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات عملکرد و زودرسی ژنوتیپ‌های امیدبخش پنبه
Table 2. Combined analysis of variance of yield and earliness traits of promising cotton cultivars

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	زودرسی (٪)
سال	۱	۱۵۲۹۰۵۹/۳۸**	۱۵۹۸/۰۱**
خطای (a)	۶	۳۵۰۳۲۲/۶۶	۹۵/۸۲
ژنوتیپ	۱۰	۹۵۵۹۹۱۷/۲۴**	۱۱۶۱/۴۴**
سال × ژنوتیپ	۱۰	۷۹۵۱۹۲/۶۹**	۸۱۵/۹۱ns
خطای (b)	۶۰	۲۶۰۷۳۰/۲	۷۳/۸۶
کل	۸۷		
ضریب تغییرات		۱۵٪/۱۳	۱۲٪/۲۲

*: معنی‌دار در سطح ۵٪ **: معنی‌دار در سطح ۱٪ ns: عدم معنی‌دار

جدول ۳- ضرایب تنوع، وراثت‌پذیری و سود ژنتیکی صفات عملکرد وش و درصد زودرسی در ژنوتیپ‌های امیدبخش پنبه
Table 3. Coefficients of variation, heritability and genetic gain of yield and early maturity traits in promising cotton genotypes

صفات	واریانس ژنتیکی	واریانس محیطی	واریانس ژنتیکی	وراثت پذیری عمومی	واریانس فنوتیپی	سود ژنتیکی	ضریب تغییرات ژنوتیپی	ضریب تغییرات فنوتیپی	ضریب تغییرات محیطی
عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۱۰۹۵۵۹۰/۵۷	۲۶۰۷۳۰/۲	۱۳۳۶۱۵/۶۰	۰/۷۳	۱۲۲۷۵۸۰/۹۲	۱۶/۶۷	۰/۳۲	۰/۳۴	۰/۱۸
زودرسی (٪)	۴۳/۱۹	۷۳/۸۶	۱۸۵/۵۱	۰/۱۴	۱۵۴/۴۱	۳/۵۸	۰/۰۹	۰/۱۷	۰/۱۲

به‌منظور انتخاب بهترین ارقام از نظر عملکرد، درصد زودرسی، طول الیاف، یکنواختی الیاف، استحکام الیاف، کشش الیاف، درصد کیل و ظرافت الیاف به‌طور هم‌زمان، از شاخص SIIG استفاده شد (جدول ۴) و کارایی شاخص SIIG در انتخاب بهترین ارقام ارزیابی گردید. میزان تغییرات شاخص SIIG بین صفر تا یک می‌باشد و هر چه مقدار SIIG برای یک رقم به یک نزدیکتر باشد، آن رقم از مطلوبیت بالاتری از نظر بیشتر صفات مورد مطالعه، برخوردار می‌باشد و هر چه مقدار SIIG برای یک رقم به صفر نزدیکتر باشد، رقم مورد بررسی از مطلوبیت کمتری برخوردار خواهد بود. در واقع با استفاده از شاخص SIIG به جای انتخاب بر اساس عملکرد از سایر صفات مورفولوژیک به‌طور همزمان استفاده می‌شود. بر اساس شاخص SIIG، دو رقم A-NB414 و A-NBK به ترتیب دارای بالاترین مقدار شاخص SIIG (به‌ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۷۹) بودند و در مقایسه با رقم بختگان با مقدار شاخص SIIG برابر با ۰/۲۶، برتری خود را به صورت آشکاری نشان دادند. همچنین عملکرد این ارقام از هر دو رقم شاهد (گلستان و بختگان) بیشتر بود (جدول ۴) و جزء بهترین ارقام از نظر صفاتی نظیر عملکرد، درصد زودرسی، یکنواختی الیاف و درصد کیل الیاف بودند. رقم گلستان با مقدار شاخص SIIG ۰/۵۱ بعد از این دو رقم قرار گرفت. ارقام A3-96 و Va-1 با کمترین مقدار SIIG جزء ضعیف ترین ارقام، در این بررسی گزارش شدند. از طرفی این ارقام دارای عملکرد پایین و دیررس‌تر نسبت به بسیاری از ارقام مورد مطالعه بودند. بررسی نتایج (جدول ۴) نشان داد مقدار عملکرد، درصد یکنواختی، درصد زودرسی و درصد کیل ارقامی نظیر A-NB414 و A-NBK که دارای بالاترین مقدار شاخص SIIG بودند، از سایر ارقام مورد مطالعه و ارقام شاهد (گلستان و بختگان) بالاتر بود.

مطالعات نشان داده است که اگر همبستگی بین دو صفت مثبت و معنادار باشد، بهبود در یک صفت بر دیگری تأثیر معناداری خواهد داشت. از این رو، انتخاب برای یک صفت، سایر صفات دارای همبستگی مثبت را بهبود می‌بخشد (۱۰). نتایج تجزیه همبستگی فنوتیپی بین صفات (جدول ۵) نشان داد بین عملکرد وش با طول الیاف، درصد زودرسی و ظرافت الیاف همبستگی معنی‌داری وجود ندارد. بنابراین در این تحقیق انتخاب بر اساس عملکرد وش ممکن است منجر به انتخاب ژنوتیپ‌هایی با سایر صفات مطلوب نشود. بنابراین از شاخص SIIG در این تحقیق استفاده شد و در واقع به جای انتخاب بر اساس عملکرد از سایر صفات مورد بررسی نیز به طور همزمان استفاده شد. در بررسی نتایج همبستگی ساده صفات (جدول ۵)، شاخص SIIG همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد، درصد یکنواختی الیاف، درصد زودرسی و درصد کیل داشت. همبستگی طول الیاف و ظرافت الیاف با

شاخص SIIG معنی‌دار نبود. اما همبستگی معنی‌دار منفی بین شاخص SIIG با صفات استحکام الیاف و کشش الیاف مشاهده شد (جدول ۵). این مطلب نشان داد که صفات عملکرد وش و درصد کیل بیشترین سهم را در مقدار شاخص SIIG داشت؛ بنابراین ارقام انتخابی با شاخص SIIG از پتانسیل عملکرد و درصد کیل بالایی برخوردار خواهند بود. همچنین ظرافت الیاف و طول الیاف نقش ناچیزی در مقدار شاخص SIIG داشتند که این مطلب بیانگر تنوع ژنتیکی پایین این صفات نسبت به سایر صفات بود. با توجه به اینکه میزان تغییرات شاخص SIIG بین صفر تا یک می‌باشد، بنابراین این شاخص روشی مناسب برای نشان دادن فاصله بین ارقام بر اساس صفات مورد مطالعه می‌باشد (۲۰).

ارقام مورد بررسی بر اساس شاخص SIIG در ۳ دسته گروه‌بندی شدند (جدول ۶). نتایج گروه‌بندی بر اساس شاخص SIIG نشان داد در گروه یک (شاخص SIIG بین ۰/۶ تا ۰/۹) ۲ ژنوتیپ A-NB414 و A-NBK قرار دارد که میانگین عملکرد آنها برابر ۵۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بود و متوسط عملکرد وش، طول الیاف، درصد زودرسی، یکنواختی الیاف، درصد کیل آنها، از متوسط صفات مذکور در ارقام شاهد (بختگان و گلستان) بیشتر بود. همچنین ظرافت الیاف گروه یک از ارقام شاهد بیشتر بود. در گروه دو (شاخص SIIG بین ۰/۴ تا ۰/۶)، ۲ ژنوتیپ گلستان و 92-48 وجود داشت که میانگین عملکرد، درصد زودرسی و درصد کیل آنها به‌ترتیب ۳۷۰۱ کیلوگرم در هکتار، ۷۳/۲ درصد و ۰/۳۷ درصد بود. درصد زودرسی، طول الیاف، و کشش الیاف گروه دو نسبت به هر ۲ شاهد بیشتر بود. همچنین عملکرد و درصدکیل گروه دو از رقم بختگان (شاهد) و یکنواختی و استحکام این گروه از رقم گلستان (شاهد) بیشتر بود. در گروه سه (شاخص SIIG بین ۰/۲ تا ۰/۴)، ۷ ژنوتیپ (Va1، Va-2، A-SKG، 96-A3، 92-34، بختگان و 90-10481) وجود داشت که میانگین درصد زودرسی، طول الیاف و استحکام الیاف آنها نسبت به ارقام شاهد بیشتر بود و از نظر میانگین ظرافت الیاف نیز نسبت به ارقام شاهد در وضعیت مطلوب‌تری قرار داشتند. نتایج کلی نشان داد (جدول ۶) که با افزایش مقدار شاخص SIIG، مقدار عملکرد وش، درصد یکنواختی الیاف، درصد کیل و درصد زودرسی نیز افزایش یافت و مقدار طول الیاف و استحکام الیاف کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد که تغییر معنی‌داری در مقدار صفات کشش الیاف و ظرافت الیاف مشاهده نشد. این مطلب نشان داد که شاخص SIIG توانسته است به‌طور همزمان ارقام پرمحصول با درصد کیل بالا، یکنواختی الیاف بالا و زودرس‌تر را نیز انتخاب نماید. مقدار درصد زودرسی و عملکرد در ارقام A-NB414 و A-NBK که دارای مقدار شاخص SIIG بالاتری بودند، بالا بود. بنابراین، شاخص SIIG به‌خوبی توانسته ارقام مورد بررسی را دسته‌بندی نماید.

جدول ۴- مقادیر صفات مختلف کمی و کیفی و شاخص SIIG در ۹ رقم امیدبخش پنبه و ارقام شاهد

Table 4. Values of different quantitative and qualitative traits and SIIG index in 9 promising cotton cultivars and control cultivars.

رقم	شاخص SIIG	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	زودرسی (٪)	طول (میلی‌متر)	یکنواختی (٪)	ظرافت (میکروگرم بر اینچ)	استحکام (گرم بر تکس)	کشش الیاف (٪)	کیل (٪)
92-48	۰/۴۷	۳۲۲۱	۸۳/۳	۳۰/۹	۸۴/۷	۴/۵۸	۳۰/۹	۶/۶۰	۰/۳۶
92-34	۰/۲۸	۳۰۲۹	۵۸/۶	۳۰/۱	۸۳/۵	۴/۲۲	۳۰/۲	۶/۷۰	۰/۳۵
A-NB414	۰/۸۹	۵۴۴۶	۸۷/۸	۲۹/۸	۸۵/۴	۴/۳۸	۲۸/۶	۶/۴۵	۰/۴۲
A-NBK	۰/۷۹	۵۱۵۴	۷۶/۱	۳۰/۵	۸۵/۵	۴/۴۴	۲۹	۶	۰/۴۱
بختگان	۰/۲۶	۳۳۳۳	۴۸/۵	۲۹	۸۴/۴	۴/۷۸	۲۹/۸	۶/۵۰	۰/۳۶
96-A3	۰/۲۳	۲۳۳۰	۶۴/۴	۳۱/۲	۸۴/۲	۴/۴۵	۳۰/۳	۶/۴۵	۰/۳۸
90-10481	۰/۲۹	۲۵۱۶	۶۹/۵	۳۰/۲	۸۴/۲	۴/۲۹	۳۰	۶/۵۰	۰/۳۷
گلستان	۰/۵۱	۴۱۸۱	۶۳/۱	۲۹/۷	۸۳/۷	۴/۹۸	۲۸	۶/۵۰	۰/۳۹
A-SKG	۰/۳۶	۳۰۳۳	۷۲/۸	۳۱/۱	۸۴/۹	۴/۹۶	۳۱/۳	۶/۵۰	۰/۳۵
Va-1	۰/۲۵	۲۴۶۸	۶۴/۸	۳۱/۷	۸۳/۵	۴/۵۵	۳۱/۷	۶/۶۰	۰/۳۷
Va-2	۰/۳۹	۲۴۱۸	۸۵/۱	۳۱/۳	۸۳/۳	۴/۱۵	۳۰/۶	۶/۵۵	۰/۳۶
ماکزیمم	۰/۸۹	۵۴۴۶	۸۷/۸	۳۱/۷	۸۵/۵	۴/۹۸	۳۱/۷	۶/۷۰	۰/۴۲
مینیمم	۰/۲۳	۲۳۳۰	۴۸/۵	۲۹	۸۳/۳	۴/۱۵	۲۸	۶	۰/۳۵
میانگین	۰/۴۳	۳۳۷۵	۷۰/۴	۳۰/۵	۸۴/۳	۴/۵۲	۳۰	۶/۴۹	۰/۳۷

جدول ۵- تجزیه همبستگی صفات کمی و کیفی ارقام امیدبخش پنبه و شاخص SIIG

Table 5. Correlation analysis of quantitative and qualitative traits of promising cotton cultivars and SIIG index.

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱-عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۱								
۲-طول الیاف (میلی‌متر)	-۰/۵۰	۱							
۳-یکنواختی(٪)	۰/۷۰*	-۰/۲۲	۱						
۴-استحکام(گرم بر تکس)	۰/۷۶**	۰/۷۲*	-۰/۳۰	۱					
۵-کشش(٪)	-۰/۶۰*	۰/۰۸	-۰/۶۶*	۰/۴۴	۱				
۶-زودرسی(٪)	۰/۳۱	۰/۳۹	۰/۳۷	-۰/۰۱	-۰/۲۰	۱			
۷-کیل(٪)	۰/۸۲**	-۰/۱۹	۰/۵۹	۰/۷۰**	۰/۶۸*	۰/۴۴	۱		
۸-ظرافت(میکروگرم بر اینچ)	۰/۱۵	-۰/۲۱	۰/۱۹	-۰/۱۰	-۰/۰۴	-۰/۳۴	-۰/۱۰	۱	
۹-شاخصSIIG	۰/۹۳**	-۰/۲۴	۰/۶۹*	-۰/۶۳*	-۰/۶۱*	۰/۶۳*	۰/۸۷**	-۰/۰۵	۱

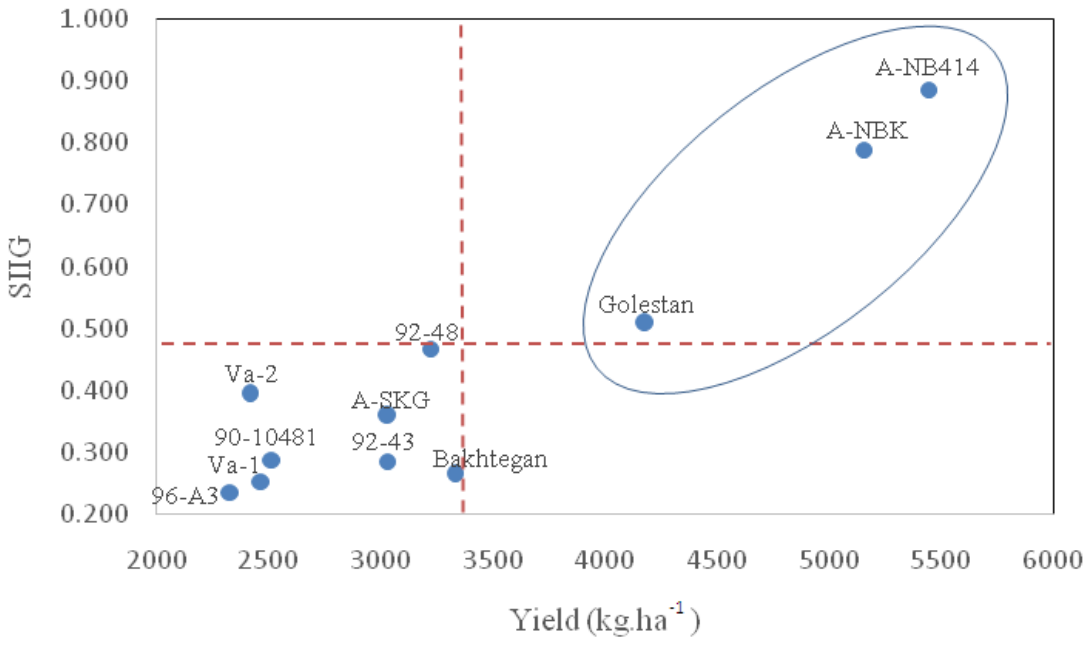
*: معنی‌دار در سطح ۵٪ **: معنی‌دار در سطح ۱٪ ns: عدم معنی‌دار

جدول ۶- گروه‌بندی ارقام امیدبخش پنبه بر اساس شاخص SIIG و میانگین صفات کمی و کیفی در هر گروه

Table 6. Grouping of promising cotton cultivars based on SIIG index and the average of quantitative and qualitative traits in each group.

SIIG	تعداد ارقام	میانگین						
		عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	زودرسی (٪)	طول (میلی‌متر)	یکنواختی (٪)	ظرافت (میکروگرم بر اینچ)	استحکام (گرم بر تکس)	کشش الیاف (٪)	کیل (٪)
۰/۶ — ۰/۹	۲	۵۳۰۰	۸۱/۹	۳۰/۲	۸۵/۷	۴/۴۱	۲۸/۸	۶/۲۳	۰/۴۲
۰/۴ — ۰/۶	۲	۳۷۰۱	۷۳/۲	۳۰/۳	۸۴/۲	۴/۷۸	۲۹/۵	۶/۵۵	۰/۳۷
۰/۲ — ۰/۴	۷	۲۷۳۲	۶۶/۲	۳۰/۶	۸۴	۴/۴۸	۳۰/۵	۶/۵۴	۰/۳۶

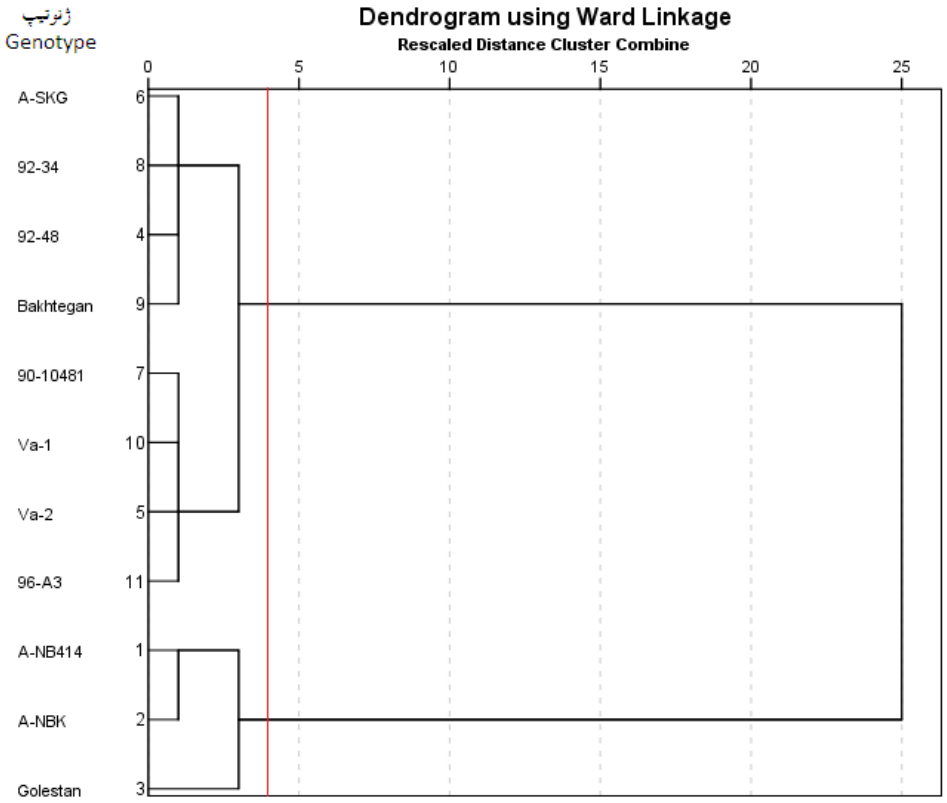
به‌منظور انتخاب بهترین ارقام از نظر عملکرد و کلیه صفات مورد مطالعه از نمودار دوبعدی استفاده شد (شکل ۱). در این نمودار محور افقی میزان عملکرد و محور عمودی، میزان SIIG را نشان می‌دهد. از آنجایی که میزان تغییرات SIIG در ارقام بین صفر تا یک می‌باشد و هر چه به SIIG به یک نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده ایده‌آل‌تر بودن آن رقم است (۲۰)، بنابراین ارقامی که در بالای نقطه‌چین افقی قرار می‌گیرند از نظر اکثر صفات از مطلوبیت بالایی برخوردارند. بر این اساس ارقام A-NB414 و A-NBK با بیشترین مقدار SIIG جزء بهترین ارقام بوده و بعد آنها ارقام گلستان و 92-48 جزء ارقام مطلوب شناخته شدند. ارقام 96-A3، Va-1 و بختگان با کمترین مقدار SIIG جزء ضیف‌ترین ارقام محسوب شدند. از طرفی ارقام A-NB414 و A-NBK بیشترین عملکرد را داشتند و رقم گلستان از نظر میزان عملکرد بعد از این دو رقم و بالاتر از میانگین عملکرد کل ارقام، قرار داشت. اما رقم 92-48 با وجود مقدار SIIG نسبتاً بالا، عملکردی کمتر از میانگین عملکرد ارقام مورد بررسی داشت.



شکل ۱- نمودار دوبعدی عملکرد و شاخص SIIG در ارقام امیدبخش پنبه

Figure 1. Two-dimensional graph of yield and SIIG index in promising cotton cultivars

با توجه به نتایج می‌توان بیان کرد که شاخص SIIG به‌خوبی توانسته ارقام را دسته‌بندی نماید و با افزایش مقدار شاخص SIIG، مقدار عملکرد وش، یکنواختی الیاف، درصد کیل و درصد زودرسی نیز افزایش یافته است. مقدار درصد زودرسی و عملکرد وش نیز در ارقام A-NB414 و A-NBK که دارای مقدار شاخص SIIG بالاتری بودند، بالا بود و می‌توان از آنها برای انجام آزمایشات بیشتر از جمله آزمایشات سازگاری در مناطق گرمسیر مخصوصاً شهرستان داراب استفاده نمود.



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های امیدبخش پنبه
Figure 2. Dendrogram resulting from cluster analysis of promising cotton genotypes

بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های پنبه در دو گروه متمایز طبقه‌بندی شدند که این موضوع انتخاب و استفاده از آنها در برنامه‌ها و اهداف مختلف به‌نژادی را تسهیل می‌کند. در گروه اول ژنوتیپ‌های A-NB414، A-NBK و گلستان جای گرفتند که از عمکرد، درصد زودرسی، درصد یکنواختی الیاف و درصد کیل مطلوبی برخوردار بودند (جدول ۷). گروه دوم شامل ۸ ژنوتیپ (Va1، Va2، 92-34، 92-48، 90-10480، 96-A3، SKG و بختگان) که دارای طول الیاف، استحکام و کشش الیاف بیشتری نسبت به گروه اول بودند. بر اساس گزارش سزنر و همکاران (۱۴) هر چه فاصله گروه‌ها از یکدیگر دورتر باشد، هتروزیس بیشتری را در مراحل هیبریداسیون به نمایش خواهند گذاشت و می‌توان از آنها در برنامه‌های تولید هیبرید استفاده نمود.

جدول ۷- گروه‌بندی ارقام امیدبخش پنبه براساس شاخص SIIG و میانگین صفات کمی و کیفی در هر گروه
Table 7. Grouping of promising cotton cultivars based on SIIG index and the average of quantitative and qualitative traits in each group

گروه‌ها	تعداد ارقام	میانگین							
		عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	زودرسی (٪)	طول (میلی‌متر)	یکنواختی (٪)	ظرافت (میکروگرم بر اینچ)	استحکام (گرم بر تکس)	کشش الیاف (٪)	کیل (٪)
گروه اول	۳	۴۹۲۷	۷۵/۷	۳۰	۸۴/۹	۴/۶	۲۸/۵	۶/۳۲	۰/۴۱
گروه دوم	۸	۲۷۹۳	۶۸/۴	۳۰/۷	۸۴/۱	۴/۴۹	۳۰/۶	۶/۵۵	۰/۳۶

منابع

1. Alishah, O. 2021. Assessment of genetic variability, heritability and association of plant attributes with lint yield and fiber quality in advanced lines of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Iranian Journal of Crop Sciences, 22(4): 350-364 (In Persian).
2. Avgoulas, C., L. Bouza, A. Koutrou, S. Papadooulou, S. Kosmas, E. Makridou, P. Papastylianou and D. Bilalis. 2005. Evaluation of five most commonly grown cotton cultivars (*Gossypium hirsutum* L.) under Mediterranean conditions: productivity and fiber quality. Journal of Agronomy and Crop Science, 191(1): 1-9.
3. Devidas, A.A., S.A. Narayan and P.N. Prakash. 2017. Study of genetic variability, heritability and genetic advance in study of genetic variability, heritability and genetic advance in some genotypes of Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L.). Journal of Global Biosciences, 6(4): 4954-57.

4. Hwang, C.L. and K. Yoon. 1981. Multiple attribute decision making: methods and applications. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp: 58-191.
5. Najafi Mirak, T., M. Dastfal, B. Andarzian, H. Farzadi, M. Bahari and H. Zali. 2018. Stability analysis of grain yield of durum wheat promising lines in warm and dry areas using parametric and non-parametric methods. Journal of Crop Production and Processing, 8(2): 79-96 (In Persian).
6. Ramazani-Moghadam, M.R., H.R. Zamanizadeh, S.A. Mohamadi and A. Azizi. 2007. Study on genetic diversity in diploid cotton using morphological traits. Journal of Agricultural of Sciences Islamic Azad University, 12(4): 821-831 (In Persian).
7. Ramazanpour, S., H. Abdolhadi, H. Zenali and M. Vafaietabar. 2001. Relationships some morphological traits with yield crop varieties, cotton glandls through multivariate statistical methods, Iranian Journal Agricultural of Sciences, 32: 103-113 (In Persian).
8. Rathinavel, K. 2018. Principal component analysis with quantitative traits in extant cotton varieties (*Gossypium hirsutum* L.) and parental lines for diversity. Current Agriculture Research Journal, 6(1): 54-64.
9. Ray, L.L., C.W. Wendt, B. Rark and J.E. Quisenberry. 1974. Genetic modification of cotton plants for more efficient water use. Agricultural Meteorology, 14(1): 31-38.
10. Sahar, A., M.M. Zafar, A. Razzaq, A. Manan, M. Haroon, S. Sajid, A. Rehman, H. Mo, M. Ashraf, M. Ren, A. Shakeel and Y. Yuan. 2021. Genetic variability for yield and fiber related traits in genetically modified cotton. Journal of Cotton Research, 19(4): 1-9.
11. Sedigh, S., M. Zabet, M. Ghaderi and A.R. Samadzadeh. 2016. Identification of superior varieties of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under drought stress and normal conditions using GGEBiplot and GTBiplot method in Birjand. Journal of Crop Breeding, 8(19): 134-144 (In Persian).
12. Sester, M., M. Delanoy, N. Colbach and H. Darmency. 2004. Crop and density effects on weed beet growth and reproduction. Weed Research Journal, 44(1): 50-59.
13. Seyed Masoumi, S.Y. and O. Alishsh. 2017. Introduction of cotton hybrids and promising cultivars in Moghan region, Iran. Agroecology Journal, 12(4): 11-17 (In Persian).
14. Sezener, V., Y. Kabakci, I. Yavas and A. Unay. 2006. A clustering study on selection of parents in cotton breeding. Asian Journal of Plant Sciences, 5(6): 1031-3.
15. Shafaei, S., E. Dardipour, F. Khormali, F. Kiani and A. Qaranjiki. 2017. Potassium use efficiency of different cotton genotypes in two different soils. Iranian Journal of Cotton Researches, 4(2):1-16 (In Persian).
16. Shakeel, A., M.T. Azhar, I. Ali, Q. Ain, Z.U. Zia, W. Anum, A. Ammar and A. Zafar. 2018. Genetic diversity for seed cotton yield parameters, protein and oil contents among various Bt. cotton cultivars. International Journal of Biological Sciences, 12(1): 242-51.
17. Tahmasebi, S., M. Dastfal, H. Zali and M. Rajaei. 2018. Drought tolerance evaluation of bread heat cultivars and promising lines in warm and dry climate of the south. Cereal Research, 8(2): 209-225 (In Persian).
18. Talat, F., M. Badri Anarjan and K. Setoodehmaram. 2018. Multivariate analysis of quantitative and qualitative characteristics of hopeful cotton varieties under cold weather conditions. Iranian Journal of Field Crop Science, 49(1): 179-195 (In Persian).
19. Wang, B., W. Guo, X. Zhu, Y. Wu, N. Huang and T. Zhang. 2007. QTL mapping of yield components for elite hybrid derived-RILs in upland cotton. Journal of Genetics and Genomics, 34(1): 35-45.
20. Yagoutipour, A., E. Farshadfar and M. Saeedi. 2017. Assessment of durum wheat genotypes for drought tolerance by suitable compound method. Environmental Stress in Crop Sciences, 10(2): 247-256 (In Persian).
21. Zali, H., O. Sofalian, T. Hasanloo, A. Asghariand 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 (In Persian).
22. Zali, H., O. Sofalian, T. Hasanloo, A. Asghari and M. Zeinalabedini. 2016. Appropriate strategies for selection of drought tolerant genotypes in canola. Journal of Crop Breeding, 78(20): 77-90 (In Persian).

Investigation of Genetic Diversity and Identification of Superior Cotton Cultivars (*Gossypium Hirsutum* L.) using SIIG Index

Mitra Vanda[1], Mohamadhasan Hekmat[2] and Omran Alishah[3]

1- Assistant Professor., Cotton Research Institute, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Darab, Iran, (Corresponding author: mivanda_2005@yahoo.com)
2- Researcher, Cotton Research Institute, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Darab, Iran
3- Associate Professor, Cotton Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
Received: 25 July, 2021 Accepted: 11 September, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: Accurate knowledge of germplasms for the transfer of traits in hybridization programs is one of the requirements for the improvement of superior cultivars. The purpose of this research was to investigate the genetic diversity and selection of superior cotton genotypes with favorable yield, earliness and quality characteristics.

Material and Methods: In order to evaluate cotton genotypes using SIIG index, an experiment consisting of 9 genotypes with 2 commercial cultivars of Fars province (Bakhtegan and Golestan) as a control, in a randomized complete block design with 4 replications, in Hassan Abad, Darab Agricultural Research Station was implemented during the cropping years of 2018 and 2019.

Results: The results of combined data analysis showed a significant difference among genotypes in terms of quantitative traits studied, which indicated the existence of genetic diversity among genotypes. Phenotypic diversity coefficient was higher in yield and earliness percentage than genotypic diversity coefficient. Yield had high heritability (0.73) which indicates the greater role of gene effect in trait expression and selection efficiency in trait improvement in successive generations. The results of SIIG index showed that cultivars A-NB414 and A-NBK with the highest amount of SIIG were among the best cultivars and cultivars Va-1 and 96-A3 with the lowest amount of SIIG were among the weakest cultivars in this study. in order to evaluate the efficiency of SIIG index in selecting the best cultivar in terms of yield, earliness, fiber micronaire, uniformity, fiber elongation, strength and fiber lint, the cultivars were grouped according to SIIG index in 3 categories. The overall grouping results showed that with increasing the value of SIIG index, the amount of wash yield, fiber uniformity, fiber lint and earliness percentage also increased. Earliness percentage and yield were also high in cultivars A-NB414 and A-NBK, which had higher SIIG index.

Conclusion: The present study showed that the SIIG index was able to classify the genotypes well. In this research, A-NB414 and A-NBK genotypes along with Golestan variety with higher yield than the overall average and high SIIG index were identified as the superior genotypes that can be included in the cultivation introduction and development program. Based on the results of cluster analysis, cotton genotypes were classified into two distinct groups, which facilitates their selection and use in different breeding programs and purposes.

Keywords: Cotton, Fiber quality, Ideal genotype, SIIG index, Seed cotton yield