



بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های *(Gossypium hirsutum L.)* امیدبخش پنبه

عمران عالیشاه^۱, حجت الله محمودجانلو^۲, محمد حسن حکمت^۳, علی نادری عارفی^۴, سید یعقوب سید معصومی^۵ و فرشید طلعت^۶

۱- دانشیار مؤسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی گرگان، ایران (نویسنده مسؤول: Omran_alishah@yahoo.com)

۲- مری تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی گرگان خ شهری پهشتی، مؤسسه تحقیقات پنبه کشور

۳- کارشناس ارشد تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی داراب، ایستگاه تحقیقات کشاورزی حسن آباد

۴- استادیار تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ورامین، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی تهران

۵- مری تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی عمان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

۶- استادیار تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ارومیه، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

تاریخ دریافت: ۹۸/۴/۲۴

تاریخ پذیرش: ۹۸/۴/۲۶

صفحه: ۲۲۶ تا ۲۲۶

چکیده

به منظور مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های امیدبخش پنبه (*Gossypium hirsutum L.*)، در ژنوتیپ جدید پنبه در ۱۲ محیط آزمایشی و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش در مدت دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) و در شش منطقه (هاشم‌آباد و کارکنده، داراب، مغان، ارومیه و گرمسار) به مورد اجرا در آمد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر مستقل سال، مکان و ژنوتیپ و همچنین اثرات متقابل دوگانه و سه گانه (سال × مکان × ژنوتیپ) بر عملکرد، تعداد غوزه، وزن غوزه، زودرسی و تعداد شاخه رویا در سطح احتمال یک درصد معنی دار بودند. با توجه به نتایج مقایسه میانگین مرکب داده‌ها در سطح سال و مکان‌های آزمایشی، ژنوتیپ K8802 با عملکرد ۳۶۹۱ کیلوگرم در هکتار در رتبه نخست قرار داشت. ژنوتیپ‌های پایدار شناسایی شده بر اساس پارامترهای ضریب تغییرات، واریانس محیطی و روش ابرهارت و راسل کاملاً مشابه بود، اما تعداد ژنوتیپ‌های پایدار شناسایی شده بر اساس روش‌های مذکور کمتر از روش فینیلی و ویلکنیسون بود. دامنه تشابه نتایج گزینش ژنوتیپ‌های پایدار بر اساس شاخص‌های مختلف پایداری از ۶۷ تا ۱۰۰ درصد متغیر و ضرایب همبستگی عملکرد با شاخص‌های پایدار (بجز ضریب رگرسیون) از لحاظ آماری معنی دار بود. بر اساس نتایج این تحقیق، ژنوتیپ NSK847 در مرحله نخست و ژنوتیپ‌های SKSH-249 و GKTB113 بعنوان ژنوتیپ‌های پایدار با سازگاری و عملکرد مناسب جهت آزادسازی و استفاده در برنامه‌های بهمنزادی کشور شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: وش، عملکرد، همبستگی، سازگاری، روش‌های پارامتری

مقدمه

پنبه (*Gossypium hirsutum L.*) یکی از گیاهان مهم زراعی و صنعتی است که در درجه اول بعنوان گیاه لیفی (برای تولید الیاف) و در درجه دوم بعنوان گیاه روغنی و مصارف تغذیه‌ای در بیش از هشتاد کشور جهان و در سطحی معادل ۳۳ تا ۳۴ میلیون هکتار کشت می‌گردد (۱۹). میانگین عملکرد جهانی پنبه در سال ۱۸-۲۰۱۷ میلیون هکتار ۷۷۸ کیلوگرم در هکتار (الیاف) (۲۰) و میانگین عملکرد ایران در سال زراعی ۱۳۹۶ حدود ۸۰۴ کیلوگرم در هکتار (الیاف) برآورد و گزارش گردید (۲۱). در ده ساله اخیر بیش از ۱۲ رقم جدید با ویژگی‌های زراعی متفاوت معرفی شدند که همراه با برخی ارقام قدیمی (مانند ورامین و بختگان) در سطح کشور در حال کشت هستند (۲۲).

عملکرد وش پنبه (الیاف + دانه) در برگیرنده مقدارهای الیاف و دانه است. بطور متوسط ۳۲ تا ۳۸ درصد محصول وش را الیاف^۱ و ۵۵ تا ۶۰ درصد آن را دانه تشکیل می‌دهد (۲۳). از دیدگاه آگرواکلوزیکی پنبه یک گیاه گرسنگی و نیمه گرسنگی با الگوی رشد نامحدود^۲ است و اصلاح ارقام پرمحصول و سازگار یکی از اهداف مهم اصلاح پنبه به شمار می‌رود. ولی دستیابی به این هدف در مواقعی که اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط وجود داشته باشد، بسیار پیچیده می‌شود (۲۴).

بسیاری از صفات کمی و کیفی پنبه از جمله عملکرد وش، عملکرد الیاف و درصد الیاف (کیل) تحت تاثیر ژنتیک (G)، محیط (E) و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط (GE) قرار می‌گیرند (۲۵، ۲۶، ۲۷). وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بیانگر رفتار واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها نسبت به تغییرات محیطی است که این موضوع معمولاً انتخاب ژنوتیپ‌های برتر را در فرآیند بهمنزادی پیچیده می‌سازد و باعث می‌شود که انتخاب ارقام صرفاً بر اساس عملکرد و بدن در نظر گرفتن پایداری عملکرد، معیار مناسب و دقیقی نباشد (۲۸، ۲۹، ۳۰). از این‌رو، ارزیابی سازگاری و پایداری عملکرد ارقام در برنامه‌های بهمنزادی مهم و ضروری بوده و با وجود پرهزینه بدن مطالعات مذکور، نتایج حاصله اطلاعات ارزشمندی در خصوص اثرات محیط روی عملکرد و خصوصیات زراعی ارقام، آگاهی از سهم فاکتورهای ژنتیکی و محیطی در فتوتیپ صفت، انتخاب والدین مناسب جهت شرکت در دورگ‌گیری‌ها و از همه مهم‌تر انتخاب و معرفی ارقام زراعی پرمحصول و سازگار به محیط‌های کشت فراهم می‌سازد (۳۱، ۳۲). سازگاری یک واریته عبارت از ظرفیت ژنتیکی آن واریته برای ظهور عملکرد بالا و پایدار در محیط‌های متفاوت می‌باشد. سازگاری ارقام به دو فرم عمومی و خصوصی تقسیم‌بندی می‌شود. واریته‌هایی با سازگاری عمومی دارای

سطح ۱۶ مترمربع و پس از حذف حاشیه از چهار طرف انجام و بصورت گرم در پلات ثبت گردید. علاوه بر عملکرد، برخی صفات مهم گیاهی از قبیل تعداد غزوه، وزن غزوه، تعداد شاخه روبیا (در سطح ۵ بوته تصادفی از هر کرت) و شاخص زودرسی (نسبت عملکرد چین اول به عملکرد کل) در سطح ژنتیپ‌ها اندازه‌گیری و ثبت شدند. برای هر مکان آزمایشی، تجزیه واریانس سالانه و مرکب به طور جداگانه انجام شد. پس از اطمینان از یکنواختی واریانس‌ها (آزمون بارتلت)، تجزیه واریانس مرکب بر روی داده‌های آزمایشی با فرض تصادفی بودن سال و مکان و ثابت بودن ژنتیپ‌ها و بر اساس امیدریاضی میانگین مربیات صورت گرفت و مقایسه میانگین عملکرد به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. در مرحله بعد جهت بررسی پایداری عملکرد و سازگاری ژنتیپ‌ها از پارامترهای واریانس محیطی رومر (۱۹۱۷)، ضریب تغییرات فرانسیس و کانبرگ (۱۹۷۸)، اکوالانس ریک (۱۹۶۲)، واریانس پایداری شوکلا (۱۹۷۷)؛ ضریب رگرسیون خطی فینی و ویلکینسون (۱۹۶۳)، میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون ابرهارت و راسل (۱۹۶۶) و شیب خط رگرسیون پرکینز و چینکر (۱۹۸۸) استفاده شدند. داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزارهای Excel، SPSS و SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد در مناطق شش گانه آزمایشی (جدول ۲) نشان داد که بین ژنتیپ‌های مورد مطالعه از نظر محصول دهی در همه مکان‌های آزمایشی اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود دارد که این امر دلالت بر وجود تنوع بین ژنتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد محصول داشت. اثر سال در مناطق هاشم‌آباد، گرمسار و ارومیه در سطح احتمال یک درصد و در ایستگاه داراب در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود، ولی این اثر در ایستگاه‌های کارکنده و پارس‌آباد مغان معنی‌دار نبود. اثر متقابل سال × ژنتیپ در مناطق هاشم‌آباد، کارکنده و مغان در سطح آماری معنی‌دار نبود، ولی در مناطق داراب، گرمسار و ارومیه در سطوح ۵ و یک درصد معنی‌دار بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین مرکب عملکرد ژنتیپ‌های آزمایشی در سطح مناطق، ژنتیپ‌های K8802 برای مناطق داراب، مغان، گرمسار و ارومیه؛ ژنتیپ NSK847 و GKTB113 برای مناطق هاشم‌آباد، کارکنده، مغان، ارومیه و گرمسار برتری نشان دادند (جدول ۳).

عملکرد پایدار در محیط‌های متفاوت هستند. ارقامی با سازگاری خصوصی معمولاً بهترین ظرفیت ژنتیکی خود از نظر عملکرد را در محیط‌های مساعد نشان می‌دهند و در محیط‌های نامساعد عملکرد ضعیفی دارند (۳۹). روش‌ها و مدل‌های آماری متعددی برای تجزیه و تحلیل پایداری صفات در محیط‌های مختلف معرفی شدند که در دو گروه پارامتری (تک متغیره و چند متغیره) و ناپارامتری گروه‌بندی می‌شوند. از روش‌های پارامتری و تک متغیره می‌توان به تجزیه رگرسیون و تجزیه واریانس پایداری و از روش‌های چند متغیره نیز می‌توان به تجزیه مؤلفه‌های اصلی، تجزیه فاکتور، تجزیه اجزای کانونیک، تجزیه کلاستر و تجزیه بای پلات اشاره کرد (۱، ۵، ۹، ۱۶، ۲۹، ۳۲، ۴۱، ۴۶).

گزارشات متعددی در زمینه استفاده از روش‌های مختلف پارامتریک (iS^2d_i و R^2 و غیره) برای گزینش همزمان عملکرد و پایداری در ارقام مختلف گیاهی از جمله پنبه (۷، ۱۵، ۲۱، ۲۶، ۳۵، ۳۷)، جو (۲۸)، گندم (۱۴، ۲۲)، ذرت (۹)، کلزا (۳۶)، برنج (۲۲)، خردل (۱۲)، باقلا (۴۰)، عدس (۳۷)، یونجه (۲۷) و چغندر قند (۳۳) بدست آمده است که اغلب آنها بر اهمیت مطالعه اثرات متقابل ژنتیپ × محیط و پایداری عملکرد ارقام قبل از معرفی و تجاری سازی آنها تاکید شده است. هدف از انجام این تحقیق، بررسی پایداری و اثر متقابل ژنتیپ × محیط برای تعدادی از ژنتیپ‌های امیدبخش پنبه در مناطق مختلف کشور و انتخاب ژنتیپ‌های برتر با عملکرد پایدار جهت معرفی در سال‌های آتی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق هشت ژنتیپ جدید و امیدبخش پنبه (جدول ۱) همراه با دو رقم تجاری شاهد (مجموعاً ۱۰ تیمار) در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی با چهار تکرار، به مدت دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) در شش منطقه مورد ارزیابی قرار گرفتند. مناطق اجرا شامل ایستگاه‌های هاشم‌آباد و کارکنده (استان گلستان)، داراب (فارس)، پارس‌آباد مغان (اردبیل)، ارومیه (آذربایجان غربی) و گرمسار (سمنان) بودند. رقم ورامین به عنوان رقم شاهد ثابت در کلیه مناطق، رقم بختگان به عنوان شاهد دوم در استان فارس و رقم گلستان به عنوان شاهد استان گلستان و رقم ساحل به عنوان شاهد متحمل به بیماری پژمردگی وریتیسلیومی در نظر گرفته شدند. هر تیمار آزمایشی (ژنتیپ) در شش خط ۶ متری با فواصل ۸۰×۲۰ در پلات‌ها کشت شدند. کلیه عملیات داشت از قبیل آبیاری، تنک، وجین و مبارزه با آفات بر حسب نیاز و مطابق عرف هر ایستگاه صورت گرفت. برداشت محصول از

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌ها و ارقام تجاری (شاهد) مورد بررسی

ژنوتیپ	K8802	K8801	تلاقي لain	تلاقي لain	تلاقي لain	تلاقي لain	تلاقي لain	تلاقي لain	NSK847	SKN2739	BC244	SKSH249	SKT133	GKTB-113
منشاء	خارجی با رقم	خارجی با رقم	خارجی با رقم	خارجی با رقم	لاین های خارجی									
ورا مین	ساحل	ساحل	ساحل	ساحل	بختگان	بختگان	ساحل	ساحل	گلستان	گلستان	گلستان	گلستان	گلستان	گلستان
رقم تجاری	رقم تجاری مناطق مرکزی	رقم تجاری استان فارس و متتحمل به بیماری پژمردگی ورتسیلیومی	رقم تجاری استان فارس و متتحمل به بیماری پژمردگی ورتسیلیومی	رقم تجاری استان فارس و متتحمل به بیماری پژمردگی ورتسیلیومی	رقم تجاری استان فارس و متتحمل به بیماری پژمردگی ورتسیلیومی	فاس (شاهد زودرس)								

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب (دو ساله) عملکرد ژنوتیپ‌های پنبه در مناطق آزمایشی

Table 2. Combined analysis of variance for seed cotton yield in different regions

ایستگاه							
منابع تغییرات	درجه‌آزادی	هاشم آباد	کارکنده	داراب	معنان	گرمسار	ارومیه
سال	۱	۶۱۲۱۶۲۱۴/۶**	۹۳۴۲۷۶۲/۸ns	۱۶۳۳۵۷/۳*	۴۸۵۱/۲ns	۵۴۲۰۴۶.۶/۱**	۲۰۵۸۹۱۲۴۳/۵**
تکرار / سال	۹	۲۶۱۲۲۴۰/۵**	۲۲۸۱۸۰.۹/۹**	۳۰۵۲۵۸/۲ns	۱۴۵۷۲۱/۱ns	۲۲۸۲۳۴/۴ns	۹۶۸۶۸۸۱/۱
ژنوتیپ	۹	۱۲۵۲۳۰.۹/۹**	۲۲۹۴۶۵/۷**	۵۴۲۶۳۴/۴**	۶۴۱۲۵۲/۲**	۶۷۱۱۰۷۹/۲**	۹۸۵۴۰۹۷۰.۹/۱**
سال × ژنوتیپ	۱۸	۲۴۴۱۵۷/۳ns	۸۳۰۰۴۵/۹ns	۲۵۵۹۰۲/۵*	۴۹۱۰/۳ns	۸۳۹۰۷۶/۵**	۶۵۶۵۵۷۸/۲**
خطا	۸۱	۱۸۶۷۶۹/۳	۵۱۹۲۴۲/۵	۷۱۲۰۴۲/۳	۱۲۲۵۴۶/۳	۲۴۸۶۸۱/۷	۳۹۰۴۴۰۲/۸
ضریب تغییرات	۱۳/۷	۱۵/۵	۱۷/۴	۸/۵	۱۲/۴	۱۹/۰	

ns عدم اختلاف معنی دار در سطح آماری ۵ درصد *: اختلاف معنی دار در سطح آماری ۵٪ **: اختلاف معنی دار در سطح آماری ۱٪

جدول ۳- مقایسه میانگین مرکب (دو ساله) عملکرد و شرکت ژنوتیپ‌های امیدبخش پنبه در سطح مناطق آزمایشی

Table 3. Combined yield mean comparison of hopeful genotypes at six locations and two years

ژنوتیپ / مکان	هاشم آباد	کارکنده	داراب	معنان	گرمسار	ارومیه
Varamin	۲۸۶۳	d	۲۵۸۳	cd	۴۱۹۸	abc
SKT133	۳۲۴۵	bcd	۲۸۴۳	e	۲۷۹۰	ab
SKSH249	۳۲۷۸	ab	۵۲۴۵	bc	۲۸۵۷	abc
SKN2-739	۳۲۷۵	abc	۲۷۶۹	cde	۴۵۰۲	abc
Sahel/Bakhtegan(control)	۳۱۴۳	bcd	۲۶۷۰	d	۳۲۴۷	abc
NSK847	۳۶۳۶	a	۳۳۱۷	cd	۳۷۸۰	abc
K8802	۲۸۵۳	de	۲۶۰۷	d	۴۹۰۷	a
K8801	۲۵۹۶	e	۲۵۲۰	d	۴۷۸۷	ab
GKTB113	۳۳۴۶	ab	۳۳۴۵	a	۵۲۶۳	ab
BC244	۳۴۶۶	ab	۳۲۰۲	abc	۳۹۲۶	abc

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

تعداد غوزه و تعداد شاخه روباه اثرات دوگانه سال × ژنوتیپ در سطح آماری معنی دار نبود، ولی سایر اثرات ساده، دوگانه و همچنین اثرات متقابل سه گانه سال × مکان × ژنوتیپ روی صفات مذکور در سطح آماری معنی دار بودند. معنی دار شدن اثر مکان بر صفات مورد مطالعه دلالت بر اختلاف بین مناطق از نظر پتانسیل تولید و شرایط آگروکلیمایی بویژه میزان رطوبت (آبیاری)، حاصلخیزی خاک (مواد غذی) و جمعیت آفات داشته و معنی دار شدن اثر سه گانه سال × مکان × ژنوتیپ نیز نشان‌دهنده واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها نسبت به شرایط متفاوت سال‌ها و مکان‌ها می‌باشد. که این امر ضرورت توجه به سازگاری ژنوتیپی در هنگام معرفی ارقام زراعی جدید را تأکید دارد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها در سطح سال و مکان‌های آزمایشی (جدول ۵)، ژنوتیپ K8802 با عملکرد ۳۶۹۱ کیلوگرم در هکتار در رتبه نخست

نتایج آزمون بارتلت برای بررسی همگنی واریانس خطاهای آزمایشی در محیط‌های مختلف حاکی از عدم وجود اختلاف معنی دار بین واریانس خطاهای در آزمایش‌های جداگانه بود ($\chi^2 = ۳/۲۶$). با توجه به یکنواختی واریانس‌های خطاهای آزمایشی، تجزیه واریانس مرکب عملکرد در سطح سال و مناطق آزمایشی انجام گرفت که نتایج حاکی از وجود اختلاف معنی دار بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بود. از لحاظ وزن غوزه، تعداد شاخه روباه و زودرسی بین ژنوتیپ‌های آزمایشی اختلاف معنی دار در سطح آماری یک درصد ($p \leq 0.01$) مشاهده شد. اما از لحاظ تعداد غوزه اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در سطح آماری معنی دار نبود (جدول ۴). اثرات سال، مکان و اثر متقابل سال × مکان × ژنوتیپ، سال × ژنوتیپ و همچنین اثرات متقابل سه گانه سال × مکان × ژنوتیپ بر عملکرد و زودرسی در سطح آماری یک درصد معنی دار بودند. برای وزن غوزه،

نژدیکی محور اصلی ساقه بود. در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، کمترین شاخص رسیدگی مربوط به ژنوتیپ SKSH-249 بود (۶۵ درصد). دامنه تغییرات تعداد غوزه در ژنوتیپ‌ها از ۱۳/۲ تا ۱۵/۷ عدد متغیر بود به طوری که بیشترین عدد به رقم K8802 و کمترین آن به رقم ساحل تعلق داشت. از لحاظ وزن غوزه ژنوتیپ‌های NSK847 و GKTB113 هم‌گروه با رقم تجاری ساحل از غوزه‌های درشت‌تری برخوردار بودند (جدول ۵).

قرار گرفت. پس از آن ژنوتیپ‌های NSK-847، GKTB-113، BC-244، 249، ۳۵۹۱، ۳۴۸۰، ۳۴۷۵ و ۳۴۲۸ کیلوگرم در هکتار در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. ژنوتیپ‌های K8801 و K8802 بیشترین زودرسی را داشتند (به ترتیب ۸۴ و ۸۱ درصد) و همچنین در مقایسه با سایرین از تعداد شاخه روبا (به ترتیب ۱/۷ و ۱/۵) و طول شاخه‌های روبا و زایا کمتری (داده‌ها ارائه نشدن) برخوردار بودند و تشکیل غوزه در آنها عمدتاً بصورت مجتمع و در

جدول ۴- تجزیه واریانس مركب عملکرد و برخی صفات مهم زراعی ژنوتیپ‌های امیدبخش پنیه در دو سال و شش منطقه کشور
Table 4. Combined analysis of variance for seed cotton yield and some agronomic traits of hopeful genotypes at six locations and two years

میانگین مرباعات (MS)						درجه آزادی	منابع تغییرات
تعداد شاخه روبا	زودرسی	وزن غوزه	تعداد غوزه	عملکرد			
۱/۷۲*	۲۰۰.۶۲۹**	۱/۰۳**	۲۰.۸/۸.۸**	۳۱۹۷۸۴۵۲/۶**	۱	سال	
۱۱۰/۷۸**	۱۱۷۶۹/۴۰**	۱۷/۶۲**	۱۰.۴۰/۸۱**	۳۵۰.۳۰۷۹۴/۰**	۵	مکان	
۹/۴۱**	۲۰۳۳/۱۲**	-۰.۴۸*	۳۳۷/۴۵**	۱۸۵۸۴۷۱۲/۷**	۵	سال × مکان	
۱/۷۰	۱۲۹/۱۵	۰/۲۲	۳۸/۷۱	۳۱۶۷۹۱۹/۴	۳۶	تکرار / (سال × مکان)	
۴/۸۴**	۱۴۰.۹/۶۲**	۲/۵۶**	۲۸/۳۱ns	۳۹۴۳۲۴۹/۶**	۱۰	تیمار (ژنوتیپ)	
۱/۵۸**	۶۵۶/۴۹**	۱/۱**	۶./۲۸**	۲۸۶۸۱۹/۷**	۴۴	مکان × ژنوتیپ	
۰/۵۳ ns	۱۹۸/۵۵**	-۰.۲۴ns	۳۹/۵۱ns	۱۱۵۴۸۰.۶/۰**	۱۰	سال × ژنوتیپ	
۱/۰۳**	۱۸۷/۰۲**	-۰.۵۰**	۴۵/۴۴**	۸۸۶۸۸/۴**	۴۴	سال × مکان × ژنوتیپ	
۰/۳۱	۳۶/۷۹	۰/۱۸	۲۶/۱۹	۴۲۵۸۲۰/۵	۳۲۲	خطا	
۲/۲	۷۲/۹	۴/۹	۱۴/۵	۳۳۳۲/۸		میانگین	

ns: عدم اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد *: اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۱٪ **: اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۱٪

جدول ۵- مقایسه میانگین مرکب عملکرد و اجزای عملکرد ارقام امیدبخش پنیه

Table 5. Combined means comparison of yield and yield components of hopeful genotypes							
ژنوتیپ / صفت	تعداد شاخه روبا	تعداد غوزه	وزن غوزه	عملکرد	(kg/ha)	زودرسی (%)	عملکرد (%)
K8802	e	۱/۷	a	۱/۵/۷	a	۳۶۹/۰/۶	a
NSK847	d	۲/۲	b	۱۴/۷	b	۳۵۹۱/۰	ab
BC244	b	۲/۵	b	۱۴/۱	ab	۳۴۷۵/۷	ab
K8801	f	۱/۵	b	۱۳/۷	g-e	۳۳۳۰/۶	c
GKTB113	ab	۲/۵	b	۱۴/۶	b	۳۴۲۸/۲	cd
Varamin	ab	۲/۵	b	۱۳/۶	bc	۳۱۲۷/۶	c
SKN2-739	bc	۲/۳	ab	۱۵/۳	ab	۳۳۹۵/۱	ed
SKT133	cd	۲/۲	b	۱۴/۷	b	۳۳۹۱/۲	ed
SKSH249	de	۲/۱	b	۱۴/۴	f	۳۴۸۰/۶	e
Sahel/Bakhtegan(control)	bc	۲/۳	b	۱۳/۲	a	۳۰۷۰/۰	cd

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

مورد بررسی با توجه به آماره‌های ضریب تغییرات (CV) و واریانس محیطی (δ^2_E) در جایگاه مشاهده از لحاظ پایداری عملکرد قرار گرفتند. اغلب ژنوتیپ‌های پایدار شناسایی شده از عملکرد بیشتر از میانگین جامعه برخوردار بودند، این در حالی است که ژنوتیپ پرمحصول K-8802 در هر دو روش بعنوان رقم ناپایدار شناسایی گردید. بیکر و لئون (۶) پارامترهای پایداری تیپ اول را در گروه پایداری بیولوژیکی (استاتیک) دسته‌بندی نمودند که بر اساس اثرات ژنوتیپی برآورده می‌شوند و قابلیت هموستانزی ژنوتیپ را نشان می‌دهند. از طرف دیگر برخی گزارشات نیز عدم امکان گرینش همزمان رقم‌های پایدار و پرمحصول را بعنوان عیب عمدۀ معیارهای پایداری نوع اول بر Sherman دند و اشاره داشتند که از طریق این پارامترها

با عنایت به معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط (GE) (جدول ۶) معیارهای پایداری عملکرد با استفاده از پنج روش تعیین گردید (جدول ۷). بر اساس ضریب تغییرات (CV) و واریانس محیطی (δ^2_E) (پارامترهای پایداری نوع اول)، ژنوتیپ‌های K-8802 و GKTB113 و SKN2-739 و NSK847 و K8801 ضمن برخورداری از عملکرد مناسب و ضریب تغییرات و واریانس محیطی کمتر، جزو ژنوتیپ‌های پایدار و ارقام تجاری و رامین و ساحل (ارقام کممحصول در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی) و ژنوتیپ پرمحصول (K-8802) در گروه ژنوتیپ‌های ناپایدار گروه‌بندی شدند. نتایج رتبه‌بندی پایداری ژنوتیپ‌های امیدبخش پنیه بر اساس معیارهای مذکور در بیشتر موارد مشابه بود، به طوری که شش ژنوتیپ از ده ژنوتیپ

متقابل ژنتیپ و محیط را خنثی کرد. مالیا و همکاران (۲۶) معرفی ارقامی با سازگاری خصوصی را به عنوان یک چالش در برنامه‌های به نژادی معوفی کردند و این امر را وابسته به شرایط خاک و اقلیم منطقه دانستند.

طبق نظر ابرهارت و راسل (۱۱) برای ارزیابی ژنتیپ‌ها در آزمایشات ناجه‌ای عملکرد، علاوه بر ضریب رگرسیون خطی (S2di) و میانگین عملکرد، باید به انحراف از رگرسیون (bi) نیز توجه کرد، در چنین حالتی ژنتیپ‌های پایدار محسوب می‌شوند که ضمن برخورداری از عملکرد بیشتر و bi < ۰ است. دارای حداقل واریانس انحراف از رگرسیون باشند. با توجه به نتایج حاصل، SKN2-739 و NSK847 و GKTB-113 و K-8802 به ترتیب با شبکه رگرسیون ۰/۸۷ و ۰/۸۲ و ۰/۰۳ و ۰/۸۲ (غیرمعنی‌دار با یک) و کمترین مقدار واریانس (S2di) به عنوان ژنتیپ‌های پایدارتر شناخته شدند. ارقام ورامین و ساحل (شاهدات تجاری) و ژنتیپ جدید K-8802 به ژنتیپ پرمحصول (به ترتیب با ضریب رگرسیون ۰/۸۸ و ۰/۱۱ و ۰/۷۵ و ۰/۱۱ (غیرمعنی‌دار با یک) و بیشترین مقدار واریانس انحراف از رگرسیون (S2di) به عنوان ژنتیپ‌های مورد بررسی SKT-133 و BC-244 به عنوان ژنتیپ‌هایی با پایداری عملکرد متوسط رتبه‌بندی شدند (جدول ۷).

مقایسه نتایج گزینش ژنتیپی بر اساس معیارهای مختلف حاکی از مطابقت و مشابهت ژنتیپ‌های گزینش شده در روش‌های ضریب تغییرات (CV) و واریانس محیطی (S2E) با روش ابرهارت و راسل بود و بر اساس پارامترهای مذکور، ژنتیپ‌های NSK847 و GKTB-113 و SKN2-739 به عنوان ژنتیپ‌های پایدار شناسایی شدند. نتایج گزینش ژنتیپی بر اساس شاخص‌های پایداری شوکلا و اکووالنس ژنتیپی در ۶۷ درصد موارد با نتایج روش‌های قبلی مشابه بود، بطوری‌که بر اساس معیارهای مذکور، دو ژنتیپ NSK847 و GKTB-113 همانند روش‌های قبلی به عنوان ژنتیپ‌های پایدار شناسایی شدند. بنابراین بر اساس نتایج این آزمایش، ترتیب و نوع ژنتیپ‌های انتخاب شده با استفاده از روش‌ها و شاخص‌های مختلف گزینش در بیشتر موارد مشابه و اختلاف مشاهده شده بصورت جزئی بود که مشابه چنین نتایجی توسط واعظی و همکاران (۴۵)، احمدی و همکاران (۳)، پورداد و همکاران (۳۶)، مختاری‌فر و همکاران (۳۱) و سیناگا و همکاران (۴۳) نیز گزارش شده بود. لین و بیزتر (۲۵) با استفاده از روش دایآل نشان دادند که پارامترهای نوع اول و چهارم (S2di) توارث‌پذیرند و انتخاب ژنتیپ‌های پایدار از طریق معیارهای مذکور قابل اعتمادتر از پارامترهای نوع دوم و سوم هستند.

همواره نمی‌توان به پایدارترین و در عین حال ژنتیپ‌های پر محصول دست یافت (۱۲، ۲۷، ۳۲).

با توجه به معیارهای پایداری واریانس شوکلا و اکووالنس ریک (آماره‌های نوع دوم پایداری)، ژنتیپ‌های SKT-133 و NSK847 و SKN2-739 به ترتیب با داشتن کمترین میزان واریانس شوکلا و اکووالنس ریک به عنوان ژنتیپ‌های پایدار و رقم‌های ساحل، ورامین و ژنتیپ K-8802 با بیشترین مقدار آماره‌ها، به عنوان ژنتیپ‌های ناپایدار شناسایی شدند.

نتایج ضریب رگرسیون (b_i) خطی فینی و ویلکینسون (۱۷) برای ژنتیپ‌های امیدبخش پنبه اختلاف معنی‌داری با یک نشان ندادند. لذا بر اساس این شاخص تمامی ژنتیپ‌ها دارای پایداری متوسطی بودند. بر اساس توزیع گرافیکی ژنتیپ‌ها در نوادرار دو طرفه ضریب رگرسیون خطی (b_i) و میانگین عملکرد (شکل ۱)، ژنتیپ ۲۴۹ با میانگین عملکرد ۳۴۸۰ کیلوگرم در هکتار بهترین سازگاری را در مجموع محیط‌های آزمایشی داشت (سازگاری عمومی) و به عنوان ژنتیپ برتر و امیدبخش در برنامه‌های آنی معرفی ارقام پنبه شناسایی گردید (X_i>X_{b_i}). ژنتیپ NSK847 با عملکرد ۳۵۹۱ کیلوگرم در هکتار و همچنین ژنتیپ‌های ژنتیپ ۳۴۷۵ SKT-113 و SKN2-739 به ترتیب با عملکرد ۳۴۲۸ و ۳۳۹۵ کیلوگرم در هکتار ضمن داشتن سازگاری عمومی نسبت به محیط‌های مختلف، از سازگاری و درجه تحمل بیشتر نسبت به شرایط محیطی ضعیفتر برخوردار بودند. ژنتیپ‌های BC244 با عملکرد ۳۴۷۵ کیلوگرم در هکتار (در گروه پرمحصول) و ژنتیپ K8801 با عملکرد ۳۳۲۰ کیلوگرم در هکتار (عملکرد متوسط) از واکنش عملکردی مثبت در محیط‌های مساعد برخوردار بودند. ژنتیپ K8802 با بیشترین عملکرد و شاخص‌های کوتاه و غوزده‌ی محوری (کلاستر) به عنوان ژنتیپی با سازگاری عمومی ضعیفتر و سازگاری خصوصی به محیط‌های نامساعد شناسایی گردید (شکل ۱).

ارقامی با سازگاری عمومی و عملکرد پایدار معمولاً از درجه تحمل بیشتر در مقابل تغییرات محیطی برخوردارند و با این ویژگی در میانگینی از شرایط محیطی، عملکرد قابل قبولی را به نمایش می‌گذارند و برای کشت در شرایط عمومی مناطق پنهانی کاری کشور مناسبند. تئودورو و همکاران (۴۴) سازگاری عمومی همراه با پایداری عملکرد را برای پنبه مهم دانستند، اما با این وجود، بسیاری از محققان (۵، ۲۱) معرفی ارقامی با سازگاری خصوصی را نیز ضروری دانستند. فرشادفر و همکاران (۱۶) ضمن اشاره به اهمیت سازگاری عمومی، ضرورت استفاده از واریته‌هایی با سازگاری عمومی و خصوصی در سیستم‌های زراعی را تاکید کردند تا این طریق بتوان از شرایط آب و هوایی متفاوت استفاده کرد و اثرات منفی اثرات

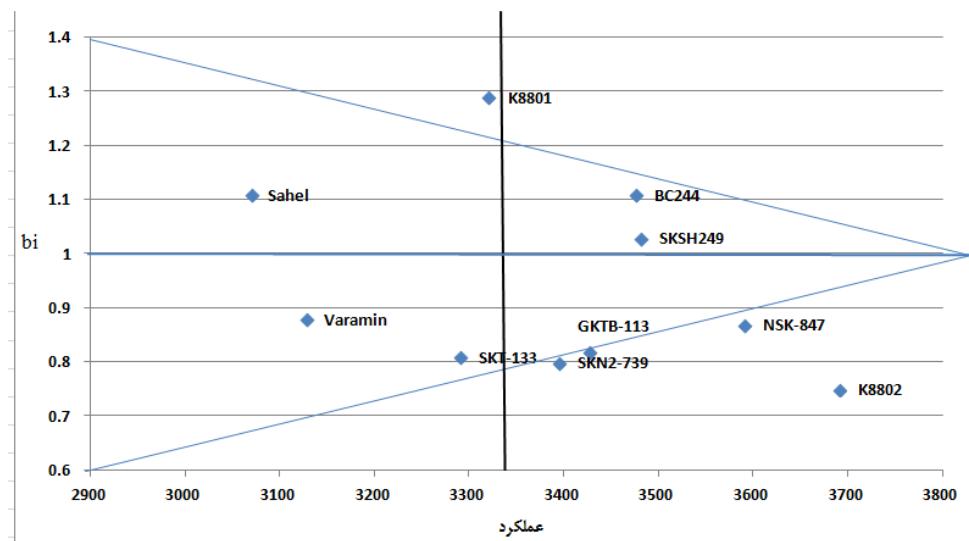
جدول ۶- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و شرکتیپ‌های امیدبخش پنهان در ۱۲ محیط
Table 6. Combined analysis of variance for seed cotton yield of hopeful cotton genotypes in 12 environments

عملکرد و شرکتیپ	درجه آزادی	منابع تغییرات
۷۴۴۲۱۵۶۳ ^{**}	۱۱	محیط (E)
۳۱۶۴۰۳۸۰ ^{**}	۳۶	بلوک / محیط (B/E)
۳۹۸۴۵۷۹/۶ ^{**}	۱۰	ژنوتیپ (G)
۱۸۱۹۴۳۵/۵ ^{**}	۹۸	اثر متقابل ژنوتیپ و محیط (G×E)
۴۲۵۸۸۱/۹	۲۲۴	باقيمانده (خطا)
۳۳۳۲/۸	-	میانگین کل
۱۹/۶	-	CV%

*: اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ **: اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۱٪

جدول ۷- پارامترهای پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های امیدبخش پنهان در محیط‌های مختلف و رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس پایداری
Table 7. Yield stability parameters of hopeful cotton genotypes at different environments and stability ranking

پارامتر پایداری	میانگین عملکرد (Kg/ha)	ژنوتیپ	واریانس ژنوتیپی (S ² g)	واریانس محیطی (S ² e)	ضریب تغییرات ژنوتیپی (CV)	واریانس شوکلا (δ ²)	اکووالانس ریک (Wi)	شیب خط رگرسیون (bi)	واریانس انحراف از رگرسیون (S ² d)
$\times 10^{4}$									
۳۱۲۷	Varamin	۰/۸۸(۴)	۲۲۹/۹۷(۹)	۲۶۱/۳۳(۹)	۶۸/۴۰ (۱۰)	۷۲۱/۳۵(۱۰)	۰/۸۸(۴)	۰/۸۱(۷)	۷۱/۰۹(۳)
۳۲۹۱	SKT-133	۰/۸۱(۴)	۱۷/۰۹(۳)	۱۹/۴۲(۳)	۲۶/۰۰ (۶)	۶۵/۳۰(۴)	۰/۸۱(۷)	۰/۸۱(۷)	۰/۸۱(۷)
۳۴۸۰	SKSH-249	۱/۰۳(۱)	۲۰/۸۹(۵)	۲۳/۷۴(۵)	۲۳/۵۰ (۴)	۷۴/۲۳(۶)	۰/۰۳(۱)	۰/۰۳(۱)	۰/۰۳(۱)
۳۳۹۵	SKN2-739	۰/۸۰(۸)	۶/۱۰(۱)	۶/۹۳(۱)	۲۰/۵۰ (۳)	۴۲/۱۲(۲)	۰/۰۳(۱)	۰/۰۳(۱)	۰/۰۳(۱)
۳۰۷۰	Sahel/Bakhtegan	۱/۱۱(۳)	۲۵۰/۲۰(۱۰)	۲۸۶/۵۹(۱۰)	۵۷/۳۰ (۹)	۲۲۱/۶۷(۹)	۰/۱۱(۳)	۰/۱۱(۳)	۰/۱۱(۳)
۳۵۹۱	NSK-847	۰/۸۷(۵)	۱۲/۳۶(۲)	۱۴/۰۵(۲)	۱۵/۷۰ (۱)	۳۱/۸۴(۱)	۰/۸۷(۵)	۰/۸۷(۵)	۰/۸۷(۵)
۳۶۹۱	K-8802	۷۵/۰(۹)	۹/۰/۸۹(۸)	۱۰/۳/۲۹(۸)	۲۸/۶۰ (۸)	۱۱۱/۱۱(۸)	۷۵/۰(۹)	۷۵/۰(۹)	۷۵/۰(۹)
۳۳۲۰	K-8801	۱/۲۹(۱۰)	۲۲/۵۱(۶)	۲۵/۵۸(۶)	۲۸/۲۰ (۷)	۸۷/۴۷(۷)	۱/۲۹(۱۰)	۱/۲۹(۱۰)	۱/۲۹(۱۰)
۳۴۲۸	GKTb-113	۰/۸۲(۶)	۲۳/۳۶(۷)	۲۶/۵۵(۷)	۱۹/۶۰ (۲)	۴۴/۱۵(۳)	۰/۸۲(۶)	۰/۸۲(۶)	۰/۸۲(۶)
۳۴۷۵	BC-244	۰/۹۶(۲)	۱۸/۱۵(۴)	۲۰/۶۲(۴)	۲۳/۶۰ (۵)	۶۷/۳۲(۵)	۰/۹۶(۲)	۰/۹۶(۲)	۰/۹۶(۲)



شکل ۱- نمودار گروه بندی ژنوتیپ‌های امیدبخش پنهان بر اساس میانگین عملکرد و ضریب رگرسیون (bi).

Figure 1. Hopeful cotton genotypes by average of yield and b_i

بالاتر از میانگین جامعه، به عنوان ژنوتیپ‌های برتر قابل انتخاب هستند، اما با در نظر گرفتن عملکرد و معیارهای پایداری عملکرد، با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط، ژنوتیپ K-8802 علیرغم عملکرد مناسب از

در جدول ۸ ترتیب و نوع ژنوتیپ‌های انتخابی بر اساس شاخص‌های عملکرد و پارامترهای پایداری ارائه گردید. بر اساس عملکرد محصول، پنج ژنوتیپ ۰۲، K-8802، K-8801، NSK-847، GKTb-113 و BC-244 بهترین با عملکرد SKSH-249

عملکرد با شاخص‌های واریانس شوکلا، اکوواریانس ریک (معیارهای پایداری نوع دوم)، واریانس انحراف از خط رگرسیون (S2di) و واریانس محیطی در سطح آماری ۵ درصد و با ضریب تغییرات ژنوتیپی (CV) در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. نتایج دلالت بر آن دارند که عملکرد ارقام انعکاسی از سازگاری ژنوتیپی در شرایط محیطی مختلف است و کمتر بودن مقادیر شاخص‌های پایداری (واریانس، اکوواریانس و واریانس انحراف از خط رگرسیون) نشان‌دهنده پایداری بیشتر عملکرد می‌باشد. ضریب همبستگی بین شبیه خط رگرسیون (bi) با عملکرد نسبتاً ضعیف و غیرمعنی‌دار بود ($t=+0.26$) این امر بیانگر امکان انتخاب ژنوتیپ‌های پرمحلول با ضرایب رگرسیونی (bi) کم، متوسط یا زیاد خواهد بود. دارتنی و زیرمن (۱۰) نتایج تقریباً مشابهی در خصوص همبستگی مثبت و معنی‌دار بین شاخص‌های مختلف پایداری در گیاه باقلاً گزارش نمودند. بر اساس نتایج آنها همبستگی عملکرد باقلاً با بیشتر شاخص‌های پایداری مثبت و معنی‌دار و با پارامترهای واریانس انحراف از خط رگرسیون (S2di) و اکوواریانس ریک منفی و غیرمعنی‌دار بود. مطابق نظر بیکر و لئون (۶) همبستگی جزیی عملکرد با ضریب رگرسیون (bi) ممکن است ناشی از اثرات مقیاس باشد و معمولاً زمانی دیده می‌شود که دامنه میانگین عملکرد در محیط‌های مختلف کوچک باشد. عدم وجود همبستگی بین پارامتر پایداری با عملکرد نشان‌دهنده استقلال آن دو می‌باشد و در چنین وضعیتی از هر دو شاخص می‌توان در گزینش ارقام پرمحلول و پایدار استفاده کرد.

با توجه به نتایج حاصل ژنوتیپ‌های NSK847 SKSH-249 به عنوان گرینه‌های جدید اولویت‌دار با سازگاری عمومی و پایداری عملکرد متوسط جهت معرفی و توسعه کشت در مناطق پنهانه کاری کشور انتخاب و پیشنهاد می‌شود و پس از آن ژنوتیپ‌های GKTB-113 و BC-244 با گزینه‌های سازگاری مشابه در اولویت و رتبه دوم اهمیت خواهند بود. بدیهی است ارزیابی عملکرد ارقام در قالب پژوهه‌های تحقیقی-ترویجی و همچنین ارزیابی عملکرد در قطعات آزمایشی بزرگ‌تر می‌تواند تکمیل کننده نتایج فوق باشد.

پایداری عملکرد کمتری برخوردار بود و ژنوتیپ BC-244 نیز بعنوان ژنوتیپ پرمحلول و با واکنش مثبت به محیط‌های مساعد به عنوان ژنوتیپی با پایداری عملکرد متوسط مورد گزینش واقع نشدن که این امر اهمیت توجه هم‌مان به عملکرد و پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها همراه با سایر ویژگی‌های کمی و کیفی الیاف در گزینش و معرفی ارقام جدید پنبه را یادآور می‌شود.

در صورت عدم وجود اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط (GE)، انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد مخصوص شاید بعنوان گام نخست گزینش ژنوتیپی مورد توجه قرار گیرد، ولی اگر چنانچه اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط در شرایط آزمایشی معنی‌دار باشد، انتخاب بر اساس عملکرد برای این ژنوتیپ‌ها کافی نیست و برای حصول عملکرد پایدار در سال‌ها و مکان‌های مختلف، نیاز به ژنوتیپ‌هایی با سازگاری و پایداری عملکرد مطلوب می‌باشد (۳). تتدورو و همکاران (۴۴) در نتایج تحقیقات خود اشاره داشتند که توصیه ارقام بر اساس عملکرد، سازگاری و پایداری ژنوتیپی با حالتی که صرفاً یک صفت در نظر گرفته می‌شود، متفاوت است و اشاره داشتند که ارزیابی خصوصیات زراعی ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف از جنبه‌های گوناگون بویژه توصیه ژنوتیپ‌های مناسب پنبه برای گروهی از محیط‌های زراعی حائز اهمیت است.

پایداری یک صفت بسته به اینکه صفت کمی یا کیفی است، فرق می‌کند. صفات کیفی کمتر تحت تاثیر عوامل محیطی و اثرات متقابل قرار می‌گیرند و نسبت به صفات کمی پایدار‌ترند. اما اکثر صفات زراعی (از جمله عملکرد) کمی هستند و تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند (۴۲، ۴۳). برخی محققان ضمن تایید اثرات عوامل ژنتیکی، محیطی و روش‌های زراعی بر کیفیت الیاف پنبه، میزان تاثیر و اهمیت آن را در مقایسه با عملکرد الیاف کمتر دانستند، با این وجود، بر اهمیت گزینش ژنوتیپ‌های برتر پنبه بر اساس مجموعه‌ای از صفات تاکید داشتند (۷، ۳۴، ۴۷).

ارزیابی و تعیین همبستگی عملکرد با معیارهای پایداری (جدول ۹) دلالت بر وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین کلیه معیارهای پایداری (جزء ضریب رگرسیون) با عملکرد وش ژنوتیپ‌های امیدبخش پنبه داشت. ضرایب همبستگی

جدول ۸- میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های انتخابی بر اساس شاخص‌های مختلف گزینش

Table 8. Yield average of selected genotypes by different selection indices.

روش گزینش	شاخص گزینش	ژنوتیپ‌های انتخابی	میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های انتخابی
۱	عملکرد	BC-244, GKTb-113 .NSK-847.K-8802	۳۵۳
۲	عملکرد، ضریب تغییرات و واریانس محیطی	SKN2-739, GKTb-113 .NSK-847	۳۴۷۱
۳	عملکرد، واریانس شوکلا و اکوواریانس ریک	SKT-133 و GKTb-113 .NSK-847	۳۴۲۵
۴	عملکرد، ابرهارت و راسل	SKSH-249 و GKTb-113 .NSK-847	۳۴۷۱

جدول ۹- ضرایب همبستگی بین پارامترهای پایداری و عملکرد ژنوتیپ‌های امیدبخش پنیه در محیط‌های مختلف
Table 9. Correlation coefficients between stability parameters and yield of hopeful cotton genotypes at different environments

	میانگین عملکرد (Y _i)	میانگین عملکرد (Y _i)	اکوالانس (W _i ¹)	وایانس شوکلا (δ ² _i)	شیب خطر (b _i)	واریانس انحراف از رگرسیون (S ² _{di})	واریانس رگرسیون (S ² _{de})	ضریب تغییرات ژنوتیپی (CV)
میانگین عملکرد (Y _i)	۱/۰۰							
اکوالانس ریک (W _i ²)	-۰/۶۷*	۱/۰۰						
واریانس شوکلا (δ ² _i)	-۰/۵۷*	۰/۹۹**	۱/۰۰					
شیب خطر رگرسیون (b _i)	-۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۲۸	۱/۰۰				
واریانس انحراف از رگرسیون (S ² _{di})	-۰/۶۷*	۰/۹۵**	۰/۹۵**	۰/۴۷	۱/۰۰			
ضریب تغییرات ژنوتیپی (CV)	-۰/۷۷**	۰/۹۵**	۰/۹۵**	۰/۳۴	۰/۹۸**	۱/۰۰		
واریانس محیطی (S ² _e)	-۰/۷۰*	۰/۹۶**	۰/۹۶**	۰/۳۷	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۱/۰۰	

قبولی برخوردار بود، ولیکن از جنبه پایداری عملکرد در رتبه‌های پایین قرار داشت. این در حالی است که رقم NSK-847 با اختلاف عملکرد جزیی (غیرمعنی‌دار با رقم NSK-847) در رتبه‌های نخست پایداری عملکرد بود. در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ژنوتیپ‌های K8802 و K8801 به ترتیب با نام‌های خورشید و کاشمر نام‌گذاری و معرفی شدند و با توجه به نتایج این تحقیق، ژنوتیپ‌های NSK-847 گزینه‌های جدید اولویت‌دار جهت فرارگرفتن در برنامه‌های ترویجی و معرفی ارقام شناسایی شدند.

افزایش عملکرد ارقام پنیه و پایداری آن در شرایط مختلف محیطی یکی از اهداف اصلی برنامه‌های بهنژادی پنیه بهشمار می‌رود. با توجه به تغییرات سریع و غیرقابل پیش‌بینی شرایط اقلیمی، توصیه ارقام بر اساس نتایج آزمایشات منفرد در یک منطقه یا یک سال قابل اعتماد نیست و توصیه ارقام زراعی بر مبنای آزمایشات چندگانه از اعتبار و ثبات بیشتری برخوردار است. بر اساس نتایج این تحقیق، ژنوتیپ‌های موردنظر از لحاظ دامنه سازگاری در محیط‌های آزمایشی با همدیگر اختلاف داشتند. ژنوتیپ K8802 از لحاظ عملکرد در مناطق داراب، مغان و ارومیه در کلاس A قرار داشت و در سرجمع مناطق و سال‌های آزمایشی نیز از عملکرد و زودرسی قابل

منابع

- Anonymous. 2017. Statistical Data of Agricultural production in I.R.Iran., Ministry of Jihade-e-Agriculture, pp: 24-26.
- Abdellatif, K.F. and Y.A. Soliman. 2013. African Journal of Biotechnology Genetic relationships of cotton (*Gossypium barbadense* L.) genotypes as studied by morphological and molecular markers. African Journal of Biotechnology, 12: 4736-4746.
- Ahmadi, J., B.S. Vaezi and H. Naraki. 2013. Rapeseed stability analysis and comparison of genotype selection methods by stability statistics at rainfed conditions. Crop production, 36: 13-22.
- Alishah, O. 2018. Two new cotton cultivar registration (LM1321 and LM1676). Final Report, Cotton Research Institute of Iran. 1: 1-47.
- Baloch, M., A.W. Baloch, U.A. Ansari, M. Baloch, S. Abro, N. Gandahi, G. Hussain, A.M. Baloch, M. Ali and I. Ahmed. 2016. Interrelationship analysis of yield and fiber traits in promising genotypes of upland cotton. Pure Applied Biology, 5: 263-269.
- Becker, H.C. and J. Léon. 1988. Stability Analysis in Plant Breeding. Plant Breeding, 101: 1-23.
- Campbell, B.T. and M.A. Jones. 2005. Assessment of genotype × environment interactions for yield and fiber quality in cotton performance trials. Euphytica, 144: 69-78.
- Carvalho, L.P. de, C.C. Salgado, F.J.C. Farias and V.Q. Carneiro. 2015. Stability and adaptability of cotton genotypes for fiber quality. Ciência Rural, 45: 598-605.
- Choukan, R. 2011. Genotype, environment and genotype × environment interaction effects on the performance of maize (*Zea mays* L.) inbred lines. Crop Breeding Journal, 1: 97-103.
- Duarte, J.B. and M.J. Zimmermann. 1995. Correlation among yield stability parameters in common bean. Crop Science, 35: 905-912.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability Parameters for Comparing Varieties1. Crop Science, 6: 36.
- El-nasr, T.H.S.A., M.M. Ibrahim and K.A. Aboud. 2006. Stability Parameters in Yield of White Mustard (*Brassica Alba* L.) in Different Environments, 2: 47-55.
- Erdemci, I. 2018. Investigation of genotype × environment interaction in chickpea genotypes using AMMI and GGE biplot analysis. Turkish Journal of Field Crops, 23: 20-26.
- Esmaelzadeh Moghaddam, M., M. Zakizadeh, H. Akbari Moghaddam, M. Abedini Esfahlani, M. Sayahfar, A.R. Nikzad, S.M. Tabib Ghaffari and A.L. Aeineh. 2010. Study of grain yield stability and genotype – environment interaction in 20 bread wheat lines in warm and dry areas of south of Iran. EJCP, 3: 179-200.

15. Farias, F.J.C., L.P. Carvalho, J.L. Silva Filho and P.E. Teodoro. 2016. Biplot analysis of phenotypic stability in upland cotton genotypes in Mato Grosso. *Genetics and Molecular Research*, 15: 1-10.
16. Farshadfar, E. and J. Sutka. 2006. Biplot analysis of genotype-environment interaction in durum wheat using the AMMI model. *Acta Agronomica Hungarica*, 54: 459-467.
17. Finlay, K.W. and Wilkinson, G.N. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14: 742-754.
18. Freeman, G.H. and J.M. Perkins. 1971. Environmental and genotype-environmental components of variability: VIII Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments. *Heredity*, 27: 15-23.
19. ICAC. 2016. ICAC Recorder. International Cotton Advisory Committee, 24: 3-20.
20. ICAC. 2018. ICAC Recorder. International Cotton Advisory Committee, 36: 1-33.
21. Iqbal, M.Z., S. Nazir and M. Younas. 2018. Stability analysis of candidate bollgard bt cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes for yield traits. *International Journal of Bioscience*, 13: 55-63.
22. Joshi, A.K., J. Crossa, B. Arun, R. Chand, R. Trethowan, M. Vargas and I. Ortiz-Monasterio. 2010. Genotype × environment interaction for zinc and iron concentration of wheat grain in eastern Gangetic plains of India. *Field Crops Research*, 116: 268-277.
23. Lee, E.A., T.K. Doerkson and L.W. Kannenberg. 2003. Genetic Components of Yield Stability in Maize Breeding Populations. *Crop Science*, 43: 2018-2027.
24. Lin, C.S., M.R. Binns and L.P. Lefkovitch. 1986. Stability analysis: where do we stand? *Crop Sci.*, 26: 894-900.
25. LIN, C.S. and M.R. BINNS. 1988. a Superiority Measure of Cultivar Performance for Cultivar × Location Data. *Canadian Journal of Plant Science*, 68: 193-198.
26. Maleia, M.P., A. Raimundo, L.D. Moiana, J.O. Teca, F. Chale, E. Jamal, J.N. Dentor and B.A. Adamugy. 2017. Stability and adaptability of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes based on AMMI analysis. *Australian Journal of Crop Science*, 11: 367-372.
27. Mofidian, M.A., Z. Movahedi and H. Dehghani. 2009. Yield stability analysis for superior alfalfa ecotypes from cold regions in Iran- Using univariate methods. *Iranian Agronomy Science*, 11: 162-172.
28. Mohammadi, M. 2014. Grouping barley genotypes by regression-based and clustering methods in. 3: 30-35.
29. Mohammadi, R. and A. Amri. 2012. Analysis of genotype × environment interaction in rain-fed durum wheat of Iran using GGE-biplot and non-parametric methods. *Canadian Journal of Plant Science*, 92: 757-770.
30. Mohammadi, R. and A. Amri. 2013. Genotype × environment interaction and genetic improvement for yield and yield stability of rainfed durum wheat in Iran. *Euphytica*, 192: 227-249.
31. Mokhtarifar, K., R.A. and S.P.S. 2016. Yield Stability Analysis of Eight Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars in Kerman Province Condition. *Crop Breeding Journal*, 8: 96-103.
32. Momeni-Zadeh, T., H. Najafi Zarini, M. Norouzi and A.R. Nabipour. 2018. A Consideration on Genotype and Environment Interactions and Stability of Grain Yield in Promising Lines of Rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Crop Breeding*, 10: 135-142.
33. Moradi, F., H. Safari and A. Jalilian. 2011. Study of genotype × environment interaction for sugar beet monogerm cultivars using AMMI method. *Sugarbeet2*, 28: 56-66.
34. Mudada, N., J. Chitamba, T.O. Macheke and P. Manjeru. 2017. Genotype × Environmental Interaction on Seed Cotton Yield and Yield Components. OALib, 04: 1-22.
35. Mudada, N., J. Chitamba, T.O. Macheke and P. Manjeru. 2017. Genotype × Environmental Interaction on Seed Cotton Yield and Yield Components. OALib, 04: 1-22.
36. Pourdad, S. and M. Jamshid Moghaddam. 2013. Study on Genotype×Environment Interaction Through GGE Biplot for Seed Yield in Spring Rapeseed (*Brassica Napus* L.) in Rain-Fed Condition. *Journal of Crop Breeding*, 25: 1-14.
37. Sabaghnia, N., R. Karimizadeh and M. Mohammadi. 2012. Genotype by environment interaction and stability analysis for grain yield of lentil genotypes. *Zemdirbyste-Agriculture* 99: 305–312.
38. Said, S.R.N. 2016. Stability of Yield and Yield Components For Some Egyptian Cotton Genotypes. *Egypt. Jour. Plant Breed*, 20: 541-552.
39. Sayar, M.S., A.E. Anlarsal and M. Basbag. 2013. Genotype-environment interactions and stability analysis for dry-matter yield and seed yield in hungarian vetch (*Vicia pannonica* CRANTZ.). *Turkish Journal of Field Crops*, 18: 238-246.
40. Sharifi, P., H. Astereki and M.R. Safari Motlagh. 2014. Evaluation of Genotype, Environment and Genotype × Environment Interaction Effects on Some of Important Quantitative Traits of Faba Bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Crop Breeding*, 26: 73-88.
41. Shukla, G.K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype- environmental components of variability. *Heredity*, 29: 237-245.
42. Singh, C., V. Kumar, I. Prasad, V.R. Patil and B.K. Rajkumar. 2016. Response of upland cotton (*G.hirsutum* L.) genotypes to drought stress using drought tolerance indices. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 19: 53-59.

43. Suinaga, F.A., C.S. Bastos and L.E.P. Rangel. 2006. Phenotypic Adaptability and Stability of Cotton Cultivars in Matogrosso State, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 36: 145-150.
44. Teodoro, P.E., F.J.C. Farias, L.P. de Carvalho, L.P. Ribeiro, M. Nascimento, C.F. Azevedo, C.D. Cruz and L.L. Bhering. 2019. Adaptability and Stability of Cotton Genotypes Regarding Fiber Yield and Quality Traits. *Crop Science*, 0: 0.
45. Vaezi,S., J.B. Ahmadi and H. Naraki. 2011. Genotype × environment interaction and stability analysis for safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes under warm rainfed conditions. *Iranian Agronomy Science*, 13: 395-407.
46. Wricke, G. 1962. Über eine methode zur erfassung der ökologischen streubreite in feldversuchen. *Pflanzen- Zuchtg. Zuchtg*, 47: 92-96.
- 47 Wu, J., J.N. Jenkins, J.C. McCarty and J. Zhu. 2004. Genetic association of yield with its component traits in a recombinant inbred line population of cotton. *Euphytica*, 140: 171-179.

Investigation of Genotype × Environment Interaction and Yield Stability of Hopeful Cotton (*G.hirsutum L.*) Genotypes

Omran Alishah¹, Hojatollah Mahmood Janloo², Mohammad Hassan Hekmat³, Ali Naderi Arefi⁴, Seyed Yaghoub Sidmasoomi⁵ and Farshid Talat⁶

1- Associate Professor of Cotton Research Institute, Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Gorgan, Iran (Corresponding author: Omran alishah@yahoo.com)

2- Instructor of Agricultural Research, Education and Promotion of Gorgan St. Shahid Beheshti, Institute of Cotton Research

3- M.Sc., ARFFO, Darab, Hasan Abad Agric. Research Station

4- Assistant Professor, ARFFO, Varamin, Agricultural Research and Education Center

5- M.Sc., ARFFO, Ardebil, Moqhan, Agricultural Research and Education center

6- Assistant Professor, AREEO, Urmieh, Agricultural Research and Education center

Received: February 8, 2018 Accepted: November 19, 2018

Abstract

The objective of this study was to determine genotype × environment (GE) interaction and yield stability of ten cotton genotypes. The trials were conducted at randomized complete block design (RCBD) with four replications at six locations during 2014-2015 cropping seasons. Combined analysis of variance (ANOVA) revealed significant effect of year, location, genotypes (G), environment (E), genotype × environment interactions (GE), binary and trinary factors (year, location, genotype) yield, boll weight, boll number, earliness index and monopod branches number. By comparing the combined means of data at year and location level, it was revealed that the K8802 performed high yielding genotype (3691 kgh^{-1}) followed by NSK847, SKSH-249, BC-244 and GKTB-113. According to yield, stability parameters and adaptability analysis, the NSK847, SKSH-249 and GKTB-113 were ideal genotypes with broad adaptability. Specific adaptation genotypes (e.g. K8802) are ideal for maximizing yield and yield stability in stress conditions. Stability parameters similarity for genotype selection ranged from 67 to 100 percent. Significant relationships were found between yield and stability parameters (except for regression coefficient, bi). Finally, based on the results of this study it can be concluded that the NSK-847 at first place, followed by genotypes GKTB-113 and SKSH-249 as stable genotypes with high yields for release have been identified for cotton breeding program in Iran.

Keywords: Seed Cotton, Yield, Correlation, Adaptability, Parametric Methods