

بررسی روابط خصوصیات کمی و کیفی با عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام پنبه

نعمت علاءالدین^۱، سعید نواب پور^۲، محسن فتحی سعدآبادی^{۳*}

^۱دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۲دانشیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۳استادیار عضو هیات علمی بخش بهنژادی موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱

چکیده

سابقه و هدف: پنبه (*Gossypium hirsutum*) یک گیاه صنعتی مهم است که افزایش عملکرد الیاف یکی از اهداف اصلاح آن است. در تولید یک رقم زراعی خصوصیات متعددی در نظر گرفته می‌شود که اکثر آن‌ها با یکدیگر و با عملکرد همبستگی بالایی دارند. این تحقیق به منظور بررسی همبستگی و تجزیه ضرایب مسیر (رابطه علی معلولی بین صفات) و اجزای عملکرد در پنبه انجام شد. هدف از انجام این پژوهش شناسایی خصوصیات مؤثر بر عملکرد، درک بهتر روابط بین صفات با یکدیگر و بررسی رابطه بین عملکرد و اجزای آن در ارقام جدید پنبه بود.

مواد و روش‌ها: بذور مربوط به هفت دورگ ممتاز پنبه همراه با سه رقم تجاری پنبه، در آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقاتی هاشم‌آباد در اردیبهشت سال ۱۳۹۷ کشت شدند. صفات ارتفاع بوته، طول و تعداد شاخه‌های رویا، طول و تعداد شاخه‌های زایا، تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه، عملکرد و زودرسی مورد بررسی قرار گرفت. پس از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات به روش دانکن، ضریب همبستگی بین صفات محاسبه شد و با استفاده از تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه ضرایب مسیر صفات مؤثر در عملکرد شناسایی و مشخص شدند.

یافته‌ها: نتایج حاصله از انجام این آزمایش نشان داد که رقم گلستان خصوصیات کمی و کیفی مناسبی داشته و عملکرد بالایی دارد. همچنین رقم SB26 از نظر درصد کیل و ظرافت الیاف نسبت به سایر ارقام برتری داشت. نتایج بررسی همبستگی ساده بین صفات نشان داد عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات تعداد شاخه رویا (۰/۶۶۸) و تعداد غوزه (۰/۷) داشته ولی همبستگی معنی‌داری با سایر صفات نشان نداد. نتایج رگرسیون گام به گام برای عملکرد نشان داد صفات تعداد غوزه، وزن غوزه و تعداد شاخه زایا مهمترین صفات در تعیین عملکرد

است و در مجموع ۸۳/۸ درصد از واریانس عملکرد را توجیه نمود. همچنین تجزیه خوشه‌ای برای گروه‌بندی ارقام آن‌ها را در ۴ گروه مجزا قرار داد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی نتایج حاصل از مقایسه میانگین ارقام مورد مطالعه نشان داد هر چند بین ارقام از لحاظ عملکرد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما با توجه به مجموعه صفات، می‌توان ژنوتیپ‌های TJ82, SB7 را بدلیل آن‌که عملکرد بالای ۳ تن داشتند و ژنوتیپ SB26 را به‌خاطر زودرسی، درصد کیل بالا و ظرافت الیاف به‌عنوان ژنوتیپ‌های در دست معرفی و جایگزین رقم گلستان مد نظر قرار داد و در پروژه‌های اصلاحی آتی از آن‌ها استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: پنبه، رگرسیون گام به گام، تجزیه مسیر، تجزیه خوشه‌ای

مقدمه

پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) یک گیاه زراعی است که محصول آن از اهمیت ویژه‌ای در بخش صنعت و اقتصاد برخوردار است. علاوه بر الیاف و دانه که مهمترین اجزای محصول پنبه را تشکیل می‌دهند، بیش از ۷۰ فرآورده اصلی و فرعی از گیاه پنبه قابل استحصال است که در صنایع مختلف اعم از نساجی، غذایی، شیمیایی، سلولزی و نظامی کاربرد داشته و سهم بسیار مهمی در تامین نیازهای بشری و اشتغال‌زایی ایفا می‌کنند (ژنگ و وو، ۲۰۱۲).

یکی از مهمترین برنامه‌های اصلاح نباتات، شناخت تنوع ژنتیکی جهت ارزیابی اولیه توده‌های گیاهی است. وجود تنوع مورفوژنتیکی، به متخصصین اصلاح نباتات این امکان را می‌دهد تا با انتخاب ژنوتیپ‌های برتر و استفاده از آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی، ارقامی با عملکرد و سازگاری بیشتر را شناسایی و معرفی کنند (باسباق و جانسر، ۲۰۰۷).

سطح کشت پنبه در ایران در سال ۱۳۹۸ حدود ۸۰ هزار هکتار گزارش گردیده که در مقایسه با دهه گذشته تقریباً ۴۰ تا ۵۰ درصد از سطح کشت آن کاسته شده است (احمدی و همکاران، ۲۰۲۰). با توجه به کاهش سطح کشت پنبه در ایران و تغییر الگوی کشت این محصول در مناطق مختلف کشور، بدیهی است حفظ سطح تولید و تامین نیازهای صنایع کشور، مستلزم معرفی و کاشت ارقام پرمحصول با خواص کیفی مناسب است. از این رو، ارزیابی و معرفی ژنوتیپ‌های برتر با ویژگی‌های مناسب برای شرایط زراعی خاص، در اولویت کار به‌نژادی پنبه است (عالیشاه، ۲۰۲۰).

گودی و پالومو (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای بر روی نحوه توارث و ارتباط عملکرد و ش با زودرسی، گزارش کردند که زودرسی موجب کاهش عملکرد می‌شود. تنها فاکتوری از زودرسی که ارتباط معنی‌داری با عملکرد نشان داد، تعداد روزهای لازم تا باز شدن اولین غوزه بود. طبق گزارش استایلر و اولیگ

(۲۰۰۰) زودرسی به عنوان فاکتوری مطلوب در افزایش یا پایداری عملکرد در ۲ میلیون هکتار از اراضی دیم نگزاس مورد توجه می‌باشد. در واقع اهمیت اصلی زودرسی در فرار از شرایط خشک آب و هوایی انتهای فصل در منطقه می‌باشد. مک دانیل (۲۰۰۰) گزارش نمود که به دنبال انجام انتخاب از نتایج نسل‌های پیشرفته حاصل از تلاقی بین گونه‌ای هیبرستوم × باربادنس به رقمی دست یافته که دارای مقاومت بالایی به تنش‌های محیطی از قبیل خشکی می‌باشد. دستیابی به این خصوصیت از طریق دستکاری ژنتیکی تراکم روزنه‌های سطح برگ حاصل شده بود. بدنارز و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند انتخاب بر اساس تعداد غوزه بارور و عملکرد وش تحت شرایط بالای تراکم گیاهی معنی‌دار نمی‌باشد. همچنین اندازه غوزه با افزایش میزان تراکم بوته در هکتار به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

پاندی و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی روی ۶ صفت کمی پنبه دریافتند که ضرایب همبستگی ژنوتیپی بالاتر از فنوتیپی می‌باشد و در تجزیه مسیر اثر مستقیم بالا و بسیار معنی‌داری برای ارتفاع بوته و وزن غوزه جهت عملکرد وش گزارش کردند. خان و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایشی روی پنبه دریافتند تعداد غوزه در بوته و تعداد شاخه فرعی بیشترین اثر مثبت و بسیار معنی‌دار با عملکرد بذر پنبه را داراست. در حالی که طول میانگره، بیشترین اثر مستقیم منفی و معنی‌دار بر عملکرد بذر پنبه دارد. وانگ و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی روی عملکرد و اجزاء عملکرد هیبرید الیت لاین‌هایی نوترکیب در پنبه دریافتند، تعداد غوزه در بوته بیشترین سهم در عملکرد الیف پنبه را دارا بوده است. بنابراین در اصلاح پنبه، تعداد غوزه در بوته، اولین و مهمترین ابزار در جهت افزایش کارایی انتخاب در هیبریدهای پنبه است.

عالیشاه (۲۰۲۰) صفات کمی و کیفی گیاهی در ۴۰ ژنوتیپ پنبه مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج تجزیه واریانس و مقادیر واریانس‌های فنوتیپی، ژنتیکی و محیطی، نشان‌دهنده تنوع در بین ژنوتیپ‌های پنبه بود. بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های پنبه در سه گروه متمایز طبقه‌بندی کردند که این موضوع انتخاب و استفاده از آن‌ها در برنامه‌ها و اهداف مختلف به‌نژادی را تسهیل می‌کند. همچنین، عالیشاه در سال ۲۰۱۴ ویژگی‌های زراعی ۹ رقم جدید پنبه را در مقایسه با ارقام تجاری (ورامین، ساحل و بختگان) در ۹ منطقه کشور طی سال‌های ۸۸-۱۳۸۷ مورد بررسی قرار دادند. از لحاظ زودرسی، رقم جدید NNC، از لحاظ عملکرد ارقام Sp732، NNB و NNC و از لحاظ طول و کشش الیف دورگ SKSC در کلاس A قرار گرفتند. کلیه ارقام مورد بررسی دارای پایداری متوسط نسبت به محیط‌های مختلف بودند و در بین ارقام مورد بررسی ارقام SP732، SP731 و NNB دارای سازگاری عمومی خوب بودند که همراه با دورگ NNC به‌عنوان ارقام جدید قابل توصیه برای مناطق پنبه‌کاری کشور، معرفی شدند.

دماوندی و همکاران (۲۰۱۱) اثرات متقابل ژنوتیپ \times محیط و پایداری عملکرد ۱۰ رقم پنبه را در شش منطقه از طریق روش‌های تک متغیره پارامتری و ناپارامتری و مدل AMMI مورد بررسی قرار دادند که ۸۱ درصد از تغییرات توسط دو مؤلفه اصلی اول و دوم (IPC1,2) تبیین گردید. بر مبنای نمودار بای پلات اجزای ژنوتیپی و محیطی و میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف، ارقام چکورو، سپید و تابلا دیلا پایدارترین بودند و ارقام ۴۳۲۰۰، خرداد و ساحل بیشترین اثر متقابل را از خود نشان دادند. بلوچ و همکاران (۲۰۱۶) ضریب همبستگی عملکرد با تعداد شاخه زایا، تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه و طول الیاف را بررسی کردند و همبستگی بالایی بین آن‌ها با عملکرد گزارش کردند. بنابراین نتیجه گرفتند که انتخاب برای این صفات احتمالاً باعث افزایش عملکرد و ش در بوته خواهد شد.

اهداف مورد نظر این تحقیق عبارت بودند از:

- ۱- ارزیابی صفات کمی و کیفی دورگ‌های جدید پنبه در مقایسه با ارقام تجاری
- ۲- شناسایی خصوصیات مؤثر بر عملکرد، بررسی روابط بین صفات و رابطه بین عملکرد با اجزای آن در ارقام جدید پنبه
- ۳- معرفی رقم یا ارقام زودرس پنبه با برتری بیشتر نسبت به ارقام تجاری موجود از نظر میزان محصول و کیفیت الیاف.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه تحقیقاتی هاشم‌آباد، در سال ۱۳۹۷ اجرا شد. بذور هفت ژنوتیپ انتخابی برگزیده از بین ۴۰ ژنوتیپ از آزمایشات قبلی همراه با ارقام تجاری ورامین، شایان و گلستان در نیمه دوم اردیبهشت ماه پس از تهیه بستر مناسب توسط کارگر و با دست در الگوی 20×80 کشت شد (جدول ۱). هر کرت شامل چهار خط ۶ متری بود که از نیم متر ابتدا و انتها و خطوط اول و چهارم به‌عنوان حاشیه در برداشت صرف‌نظر شد. عملیات زراعی از جمله واکاری، وجین، تنک، آبیاری، کود دهی و سمپاشی بر حسب ضرورت و مطابق با دستورالعمل فنی زراعت و تولید پنبه در زمان مقتضی انجام شد.

مشخصات محل اجرای تحقیق: ایستگاه تحقیقات پنبه هاشم‌آباد در شمال غربی گرگان به فاصله ۸ کیلومتری عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۱ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۶ دقیقه قرار گرفته است. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳/۳ متر و متوسط حداکثر دما ۲۲/۶ و متوسط حداقل دما ۱۲/۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. گرم‌ترین ماه سال مرداد ماه با میانگین ۳۲/۶ درجه و میانگین بارندگی سالانه ۵۲۷/۴ میلی‌متر است. مشخصات خاک محل اجرای تحقیق در جدول ۲ ذکر شده است (جدول ۲).

جدول ۱- فهرست ژنوتیپ‌های مورد بررسی

ردیف	نام ژنوتیپ	منشاء
۱	TB52	حاصل از تلاقی برگشتی
۲	TJ82	رقم وارداتی
۳	TJ174	رقم وارداتی
۴	SB7	حاصل از دورگ‌گیری
۵	SB8	حاصل از دورگ‌گیری
۶	SB9	حاصل از دورگ‌گیری
۷	SB26	حاصل از دورگ‌گیری
۸	Varamin	رقم تجاری
۹	Shayan	رقم تجاری
۱۰	Golestan	رقم تجاری (شاهد)

جدول ۲- مشخصات خاک منطقه اجرای آزمایش

منطقه	عمق نمونه گیری	هدایت الکتریکی	اسیدیته خاک	نیترژن کل	کربن آلی	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	بافت خاک
	cm	ds.m ⁻¹	pH	%	%	Mg/kg	Mg/kg	
هاشم‌آباد	۳۰-۰	۰/۸۸	۷/۸	۰/۱۵	۱/۱۸	۱۴/۴	۵۲۶	Si-C-L

یادداشت برداری صفات مورفولوژیکی، اجزای عملکرد، عملکرد وش و زودرسی در نیمه دوم شهریور پس از رشد کامل بوته‌ها بر روی تعداد ۵ بوته که به‌طور تصادفی در هر کرت مشخص شده بودند انجام شد. همچنین، برداشت وش طی دو چین در مهر و آبان صورت گرفت. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، طول و تعداد شاخه رویا، طول و تعداد شاخه زایا، تعداد غوزه، وزن غوزه، عملکرد و زودرسی بود. همچنین نمونه کیفی الیاف برای تعیین و مقایسه صفات کیفی الیاف شامل درصدکیل، طول الیاف، درصد یکنواختی الیاف، ظرافت الیاف، استحکام و درصد کشش الیاف به آزمایشگاه تجزیه کیفی ورامین ارسال شد. اندازه‌گیری کیفیت الیاف توسط دستگاه HVI مدل آرت انجام گردید. درصد الیاف بدین ترتیب محاسبه گردید که ابتدا محصول وش هر بوته توزین شده و پس از جداسازی الیاف از بذر توسط دستگاه جین غلطکی، الیاف حاصله توزین شد. با محاسبه‌ی نسبت وزن الیاف به وزن وش ضرب در ۱۰۰، مقدار درصد الیاف به‌دست آمد.

در نهایت پس از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد، ضریب همبستگی بین صفات محاسبه شده و با استفاده از تجزیه رگرسیون به روش گام به گام و تجزیه ضرایب مسیر صفات مؤثر در عملکرد شناسایی و مشخص شد. در این تحقیق از نرم افزارهای

SPSS16 و SAS9.1 برای تجزیه داده‌ها و از نرم افزار Excel برای مدیریت داده‌ها و رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ارقام پنبه نشان داد که اثر رقم برای صفت طول شاخه زایا، تعداد غوزه و عملکرد کل معنی‌دار نشد اما برای صفات طول شاخه رویا، تعداد شاخه رویا، تعداد شاخه زایا و درصد زودرسی در سطح احتمال پنج درصد و برای سایر صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳).

مقایسه میانگین ارقام از نظر ارتفاع بوته نشان داد رقم TJ174 با ۱۲۸/۵ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع بوته را دارد اما با ارقام Shayan و TJ82 اختلاف معنی‌داری نداشت. در مقابل رقم گلستان کمترین ارتفاع بوته (۷۹/۲ سانتی‌متر) را داشت که اختلاف معنی‌داری با سایر ارقام نشان داد (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین برای صفت طول شاخه رویا نشان داد رقم Shayan و SB7 به ترتیب بیشترین (۶۹/۵ سانتی‌متر) و کمترین (۳۶/۶ سانتی‌متر) طول شاخه رویا را داشتند که اختلاف آن‌ها با یکدیگر معنی‌دار شده ولی با سایر ارقام معنی‌دار نبود. بیشترین تعداد شاخه رویا در بوته مربوط به رقم گلستان (۲/۵ شاخه در بوته) بود که اختلاف آن با ارقام Shayan و TJ82 از این حیث معنی‌دار نبود. رقم TJ174 با میانگین ۰/۹۵ شاخه در بوته کمترین تعداد شاخه رویا را داشت (جدول ۴).

مقایسه میانگین طول شاخه زایا در ارقام مورد بررسی نشان داد رقم شایان با میانگین ۲۴/۲ سانتی‌متر بیشترین مقدار طول شاخه زایا را دارد و از این نظر فقط با ارقام گلستان و SB26 اختلاف معنی‌داری داشت. در مقابل رقم SB26 (۱۲/۷ سانتی‌متر) و رقم گلستان (۱۳/۹ سانتی‌متر) کوتاهترین شاخه‌های زایا را داشتند. هر چند آزمون F نتوانست تفاوت معنی‌داری بین ارقام از نظر طول شاخه زایا نشان دهد اما مقایسه میانگین تعداد شاخه زایا در بوته برای ارقام مورد بررسی با استفاده از آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. به طوری که ارقام Shayan و TJ174 بیشترین تعداد شاخه زایا در بوته (به ترتیب ۱۷/۸ و ۱۷/۹ شاخه در بوته) و رقم SB26 کمترین تعداد شاخه زایا در بوته (۱۳/۸ شاخه در بوته) را داشتند (جدول ۴). شاخه‌های زایا از این جهت که غوزه‌ها مستقیماً روی آن‌ها تشکیل می‌شوند، در پنبه اهمیت دارند و یکی از اجزای عملکرد محسوب می‌شوند.

بررسی نتایج مقایسه میانگین ارقام برای صفت وزن غوزه نشان داد، رقم ورامین با وزن غوزه ۶/۱۵ گرم بالاترین وزن غوزه را در بین ارقام داشت. البته اختلاف آن فقط با ارقام گلستان و SB26 از لحاظ آماری معنی‌دار شد. به طوری که رقم SB26 کمترین مقدار (۴/۳ گرم) وزن غوزه را داشت و اختلاف آن با سایر ارقام از این لحاظ معنی‌دار بود (جدول ۴).

وو و همکاران (۲۰۰۴) تعداد و وزن غوزه را از اجزای اصلی و تعیین کننده عملکرد وش پنبه معرفی کرده و واریانس فنوتیپی پایین در عملکرد را ناشی از اثر متقابل ژنوتیپ و محیط بر عملکرد و اجزای عملکرد معرفی کردند. در تحقیقی دیگر رضانی مقدم و همکاران (۲۰۰۵) در شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد پنبه دانه اعلام کردند که اندازه و تعداد غوزه و درصد کیل الیاف نقش مهمی در افزایش عملکرد پنبه دانه دارند.

چین اول در هفته اول مهر برداشت شد که از این نظر رقم گلستان از بقیه ارقام برتر بود. و چون زودرسی در پنبه از نسبت چین اول به عملکرد کل محاسبه می شود، لذا اندازه گیری و ثبت این صفت در شناسایی ژنوتیپ های زودرس اهمیت دارد. در نهایت نتایج مقایسه میانگین عملکرد وش بر حسب کیلوگرم در هکتار نشان داد رقم گلستان با ۳۳۴۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را دارد ولی اختلاف آن با سایر ارقام در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن معنی دار نشد. همچنین رقم TB52 با میانگین عملکرد ۲۷۷۴ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار عملکرد را نشان داد و اختلاف معنی داری با سایر ارقام نداشت (جدول ۴). رقم SB26 با تولید ۷۲/۵ درصد از محصول خود در چین اول می توان به عنوان زودرس ترین رقم دانست. در مقابل رقم SB9 با ۳۸/۷ درصد زودرسی کمترین مقدار را برای این صفت نشان داد عبارت دیگر دیررس ترین رقم بود (شکل ۱). وفایی تبار و تاجیک خاوه (۲۰۱۴) در مطالعه ارقام تتراپلوئید پنبه آپلند گزارش کردند که به طور کلی در گیاه پنبه صفات عملکرد پنبه دانه و زودرسی تحت اثر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار می گیرند. زودرسی در پنبه موجب صرفه جویی در مصرف آب و نهاده ها می شود و ارقام زودرس چون زودتر به گل و غوزه می روند ممکن است از حمله آفات و شرایط تنش خشکی و گرمایی فرار کنند. لذا زودرسی در پنبه اهمیت زیادی دارد. همچنین ارقام زودرس پنبه امکان کشت دوم پنبه بعد از گندم و کلزا را فراهم کرده و برای کشاورز این امکان را فراهم می کنند که زمین را زودتر برای کشت بعدی آماده کند. گودی و پالومو (۲۰۰۴) نیز گزارش کردند که پایین بودن اولین شاخه زایا و کاهش ارتفاع گیاه ارتباط مستقیمی با زودرسی در پنبه دارد. نتایج این آزمایش و بررسی های پژوهشگرانی چون (عالیشاه، ۲۰۰۱؛ حیدر و خان، ۱۹۹۸؛ پاندی و همکاران، ۲۰۰۳؛ خان و همکاران، ۲۰۰۴؛ وانگ و همکاران، ۲۰۰۷) بیانگر آن است که صفت زودرسی، وزن غوزه و تعداد غوزه، به عنوان اجزاء مهم عملکرد، می توانند در برنامه های به نژادی و انتخاب ارقام پر محصول پنبه در صورتی که وراثت پذیری آنها بالا باشد مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های پنبه - هاشم آباد ۱۳۹۷

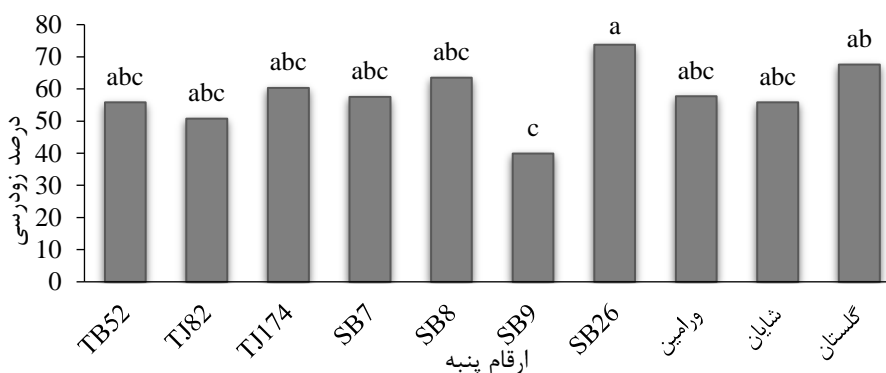
میانگین مربعات										
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول شاخه رویا	تعداد شاخه رویا	طول شاخه زایا	تعداد شاخه زایا	وزن غوزه	عملکرد چین اول	عملکرد وش	درصد زودرسی
بلوک	۳	۳۲۲/۴ ^o	۳۱۶/۸ ^{ns}	۰/۴۷ ^{ns}	۴/۴۴ ^{ns}	۱۵/۱ ^{o*}	۱۰/۴ ^{ns}	۱۷۶۳۵۰ ^{ns}	۸۹۰۰۶ ^{ns}	۴۹۲/۵ ^{ns}
رقم	۹	۷۵۰/۱ ^{o*}	۳۶۷/۴ ^o	۱/۲۴ ^o	۵۰/۸ ^{ns}	۸/۲۹ ^{o*}	۰/۹۴۲ ^{o*}	۲۹۲۶۹۰ ^o	۱۴۶۵۵۸	۳۴۸/۵ ^o
خطا	۲۷	۸۳/۲	۲۷۶/۲	۰/۴۵	۳۳/۳	۲/۸۹	۰/۱۳۶	۱۳۱۳۲۸	۱۴۲۲۱۲	۱۷۹/۸
ضریب تغییرات	-	۸/۴	۲۲/۸	۲۰/۱	۲۲/۳	۱۰/۷	۲۵/۱	۲۵/۳	۱۳/۳	۲۳/۹

ns, * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح آماری ۵٪ و ۱٪.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های پنبه - هاشم آباد ۱۳۹۷

ردیف	ژنوتیپ	ارتفاع بوته cm	طول شاخه رویا cm	تعداد شاخه رویا	طول شاخه زایا cm	تعداد شاخه زایا	وزن غوزه gr	چین اول Kg/ha	عملکرد وش Kg/ha
۱	TB52	۱۰۸/۷bc	۵۳/۵ab	۱/۶۳a-d	۲۱/۲ab	۱۵/۵ab	۵/۵۶ab	۱۲۸۸abc	۲۶۲۱ a
۲	TJ82	۱۲۰/۱ab	۶۲/۶ab	۲/۳۳ab	۱۶/۸ab	۱۶/۷ ab	۵/۷۶ab	۱۲۳۴bc	۳۰۴۷ a
۳	TJ174	۱۲۸/۶ a	۴۷/۲ab	۰/۹۵ d	۲۰/۰ab	۱۷/۹ a	۵/۸۶ab	۱۴۱۸abc	۲۹۷۵ a
۴	SB7	۱۰۲/۸ c	۳۶/۶ b	۱/۲۳ d	۱۹/۰ab	۱۶/۲ab	۵/۵۳ab	۱۵۲۹ab	۳۰۷۹ a
۵	SB8	۱۱۱/۹bc	۴۷/۴ab	۱/۳۸bcd	۱۵/۱ab	۱۵/۶ab	۶/۰۷ a	۱۴۶۹abc	۲۷۶۱ a
۶	SB9	۱۰۳/۲ c	۴۴/۵ab	۱/۲۰ d	۱۶/۰ab	۱۵/۹ab	۵/۵۶ab	۸۷۹ c	۲۸۴۳ a
۷	SB26	۹۸/۸ c	۴۷/۸ab	۱/۵۵a-d	۱۲/۷ b	۱۳/۸ b	۴/۳۱ c	۱۷۲۱ab	۲۸۸۴ a
۸	varamin	۱۰۹/۳bc	۵۲/۷ab	۱/۵۵a-d	۱۹/۴ab	۱۵/۸ab	۶/۱۵ a	۱۴۶۷abc	۲۹۵۳ a
۹	shayan	۱۱۹/۹ab	۶۹/۶ a	۲/۴۰ab	۲۴/۲ a	۱۷/۸ a	۵/۹۱ab	۱۷۲۳abc	۲۸۴۹ a
۱۰	Golestan	۷۹/۲ d	۴۳/۶ab	۲/۵۵ a	۱۳/۹ b	۱۳/۵ b	۵/۴۴ b	۱۸۵۳ a	۳۳۴۴ a

میانگین‌هایی که در یک ستون حروف مشترک دارند در یک گروه قرار می‌گیرند.



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد زودرسی در ارقام مختلف پنبه

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه صفات کیفی الیاف: نتایج تجزیه واریانس صفات کیفی الیاف (جدول ۵) نشان داد. اثر رقم برای صفت درصد یکنواختی معنی دار نگردید. ولی برای سایر صفات در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود.

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات کیفی الیاف ژنوتیپ‌های پنبه هاشم آباد- ۱۳۹۷

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				درصد کیل	طول الیاف	درصد یکنواختی الیاف	ظرافت الیاف	استحکام الیاف	درصد کشش الیاف
		درصد کیل	طول الیاف	درصد یکنواختی الیاف	ظرافت الیاف						
رقم	۹	۲۳/۳**	۶/۷۵**	۶/۹۵ ^{ns}	۰/۱۷**	۶/۹۸**	۰/۱۴**	۰/۰۳	۲/۷	۶/۷	۲/۷
خطا	۳۰	۱/۰۶	۱/۵۱	۵/۰۷	۰/۱۴	۵/۰۵	۰/۰۳	۲/۷	۶/۷	۲/۷	
ضرب تغییرات	-	۲/۷	۴/۳	۲/۶	۷/۵	۶/۷	۲/۷	۲/۷	۶/۷	۲/۷	

ns, * و ** - به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

نتایج مقایسه میانگین ارقام برای درصد کیل (جدول ۶) نشان داد، رقم SB26 با ۴۲/۳ درصد کیل نسبت به سایر ارقام درصد کیل بالاتری داشت که اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد با سایر ارقام داشت. همچنین در بین ارقام رقم SB9 کمترین درصد کیل (۳۴/۱ درصد) را داشت که اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد با سایر ارقام داشت. بدیهی است که برای انتخاب برای درصد الیاف باید انتخاب با اولویت اول درصد الیاف بالا انجام شود و در این شرایط طول الیاف کاهش زیاد از خود نشان خواهد داد. در اکثر مطالعات انجام شده روی توارث صفات کیفیت الیاف پنبه گزارش شده است که بیشتر اثرات افزایشی در کنترل آن‌ها نقش دارند و بنابراین تولید ارقام پنبه‌های با عملکرد و کیفیت بالای الیاف به روش انتخاب شجره‌ای امکان‌پذیر خواهد بود (آهوچا و همکاران، ۲۰۰۶؛ وفایی تبار و تاجیک خاوه، ۲۰۱۴).

مقایسه میانگین ارقام برای طول الیاف (جدول ۶) نشان داد، رقم TJ82 و SB26 به ترتیب بیشترین و کمترین طول الیاف (به ترتیب با ۳۰/۵ و ۲۴/۵ میلی‌متر) را داشتند و اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بین آن‌ها و سایر ارقام وجود داشت. به علاوه، ظریفترین الیاف پنبه (۴/۷ میکروگرم بر اینچ مربع) متعلق به رقم SB26 بود که اختلاف معنی داری در سطح آماری پنج درصد با سایر ارقام داشت (جدول ۶). درمقابل ضخیم‌ترین الیاف مربوط به رقم گلستان (۵/۴۵ میکروگرم بر اینچ مربع) بود ولی اختلاف آن با ارقام تجاری ورامین و شایان در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نبود. بدیهی است هر چه الیاف پنبه ظریف‌تر باشد تعداد الیاف در واحد سطح مقطع نخ افزایش پیدا کرده و نخ حاصله از

آن محکم‌تر است، که مطلوب کارخانجات نخ ریزی است. اما باید توجه داشت که ظرافت خیلی پایین کمتر از ۳ ناشی از عدم رسیدگی کامل الیاف نباشد (مورتون و هیرل، ۲۰۰۸).

از سوی دیگر، رقم ورامین و رقم SB26 به ترتیب بیشترین و کمترین استحکام الیاف (به ترتیب ۳۴/۳ و ۳۰/۲ گرم بر تکس) را داشتند هر چند از نظر این صفت اختلاف آن‌ها با سایر ارقام در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نبود (جدول ۶). مقایسه میانگین ارقام از نظر درصد کشش الیاف بیانگر این بود که رقم SB26 با درصد کشش ۷/۵۶ بالاترین درصد کشش را دارد و اختلاف آن با سایر ارقام در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. همچنین رقم SB8 با ۶/۰۷ درصد کمترین درصد کشش را داشت که اختلاف آن‌ها با سایر ارقام در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. درجه کشش الیاف یکی از شاخص‌های کیفیت تکنولوژیکی الیاف پنبه است که میزان انعطاف‌پذیری الیاف در مقابل کشش را نشان می‌دهد. درجه کشش الیاف در واقع درصد اضافه طولی که الیاف نسبت به طول اولیه پیدا می‌کنند تا تحت نیرویی پاره شوند، می‌باشد و به صورت درصد بیان می‌شود. هرچه این درصد بالاتر باشد، برای تهیه نخ و پارچه مطلوب‌تر است (هایگلر، ۲۰۱۰).

جدول ۶- مقایسه میانگین کیفیت الیاف در ژنوتیپ‌های پنبه- هاشم آباد ۱۳۹۷

ردیف	ژنوتیپ	درصد کیل %	طول الیاف mm	ظرافت الیاف $\mu\text{g.inch}^{-1}$	استحکام الیاف gr.tex^{-1}	کشش الیاف %
۱	TB52	۳۸/۱cd	۲۹/۴ab	۴/۹۰ab	۳۴/۴ ab	۶/۸۰bc
۲	TJ82	۳۵/۹d	۳۰/۵ a	۴/۹۵ab	۳۴/۴ ab	۶/۶۵c
۳	TJ174	۳۶/۵de	۲۹/۲ab	۵/۲۱ab	۳۳/۹ ab	۶/۸۰bc
۴	SB7	۳۹/۲bc	۲۸/۳b	۵/۵۷b	۳۳/۲ ab	۶/۸۲bc
۵	SB8	۳۶/۳d	۲۵/۵ c	۵/۱۷ab	۳۵/۶a	۷/۰۵ b
۶	SB9	۳۴/۱e	۲۸/۳b	۵/۰۵ab	۳۲/۷ab	۶/۷۷bc
۷	SB26	۴۲/۳a	۲۸/۸ab	۴/۹۰a	۳۲/۹ab	۷/۳۵ a
۸	varamin	۴۰/۵bc	۲۹/۴ab	۵/۱۵ab	۳۴/۷ ab	۶/۷۷bc
۹	shayan	۳۷/۹cd	۲۹/۰ab	۵/۲۱ab	۳۲/۲ab	۶/۸۲bc
۱۰	Golestan	۳۹/۴bc	۲۹/۲ab	۵/۱۰ab	۳۱/۲b	۶/۹۵bc

میانگین‌هایی که در یک ستون حروف مشترک دارند در یک گروه قرار می‌گیرند.

همبستگی ساده صفات: نتایج بررسی همبستگی ساده بین صفات در جدول ۷ نشان داد، ارتفاع بوته اثر مثبت و مستقیم بر طول شاخه رویا (* ۰/۸۳۸) و تعداد شاخه زایا (* ۰/۶۹۵) دارد که به ترتیب در سطح احتمال یک و ۵ درصد معنی‌دار بودند. همبستگی بین ارتفاع بوته و تعداد غوزه (* ۰/۷۰۲-) نیز

منفی و در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود که می‌توان آن را دلیلی بر منفی شدن همبستگی بین ارتفاع بوته و عملکرد ($-0/547^{ns}$) به شمار آورد هرچند که این همبستگی معنی‌دار نبود. صفت طول شاخه رویا تنها با صفات طول و تعداد شاخه زایا (به ترتیب $0/772^{**}$ و $0/775^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت و ارتباط آن با سایر صفات معنی‌دار نشد.

صفت تعداد شاخه رویا با صفات تعداد غوزه و عملکرد (به ترتیب $0/653^*$ و $0/668^*$) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد ولی با سایر صفات همبستگی معنی‌داری نداشت. صفت طول شاخه زایا با تعداد شاخه زایا ($0/708^*$) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد و مطابق انتظار با صفت تعداد غوزه ($0/399^{ns}$) نیز همبستگی مثبتی داشت ولی معنی‌دار نبود. همبستگی بین تعداد شاخه زایا و تعداد غوزه ($0/682^*$) مثبت و در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد ولی با صفت وزن غوزه ($-0/575^{ns}$) همبستگی منفی داشت که غیر معنی‌دار بود. این موضوع بیانگر این است که افزایش تعداد شاخه زایا تعداد غوزه را افزایش داده بنابراین عملکرد نیز افزایش پیدا می‌کند. ولی به دلیل تقسیم مواد غذایی بین غوزه‌ها رشد آن‌ها کم شده و موجب کاهش وزن غوزه‌ها می‌گردد که همین مسئله می‌تواند اثر مثبت ولی غیر معنی‌دار همبستگی این صفت با عملکرد ($0/041^{ns}$) را توجیه نماید. همبستگی تعداد غوزه و وزن غوزه ($-0/541^{ns}$) منفی و غیر معنی‌دار بود اما همبستگی مثبتی با عملکرد ($0/693^*$) داشت که در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید. همبستگی وزن غوزه با عملکرد ($0/121^{ns}$) مثبت بود اما معنی‌دار نبود.

رضوانی مقدم (۲۰۰۵) گزارش کرد که اندازه غوزه، تعداد غوزه و کیل (درصد الیاف) نقش مهمی در افزایش عملکرد پنبه دارند. از طرفی وزن غوزه همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات طول الیاف و درصد کشش الیاف (به ترتیب $0/637^*$ و $0/749^*$) در سطح احتمال ۵ درصد و با استحکام الیاف ($0/888^{**}$) در سطح احتمال یک درصد داشت. همچنین همبستگی وزن غوزه با ظرافت الیاف ($0/700^*$) منفی بود که در سطح احتمال ۵ درصد نیز معنی‌دار گردید. همبستگی صفت زودرسی با صفات درصد کیل و ظرافت الیاف (به ترتیب $0/767^{**}$ و $0/692^*$) مثبت و به ترتیب در سطح احتمال یک و ۵ درصد معنی‌دار شد.

صفت طول الیاف با ظرافت الیاف ($-0/914^{**}$) همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت که نشان می‌دهد افزایش طول الیاف موجب کاهش ظرافت الیاف خواهد شد. ظرافت الیاف با صفات استحکام و درصد کشش الیاف (به ترتیب $0/668^*$ و $-0/488^{ns}$) نیز همبستگی منفی داشت که این همبستگی با صفت استحکام الیاف در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود.

جدول ۷ - ضرایب همبستگی ساده صفات مورد مطالعه

صفات	طول شاخه رویا	تعداد شاخه رویا	طول شاخه زیریا	تعداد شاخه زیریا	تعداد غوزه	وزن غوزه	عملکرد	زودرسی	درصد کیل	طول الیاف	یکپوشایی الیاف	ظرافت الیاف	استحکام الیاف	درصد کشش
ارتفاع بوته	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
طول شاخه رویا	۰/۸۳۸**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تعداد شاخه رویا	-۰/۴۲۴ ^{ns}	۰/۵۷ ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
طول شاخه زیریا	۰/۶۰۱ ^{ns}	۰/۷۷۲**	۰/۰۹۱ ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تعداد شاخه زیریا	۰/۶۹۵*	۰/۷۷۵*	-۰/۰۵۷ ^{ns}	۰/۰۹۱ ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تعداد غوزه	-۰/۷۰۳*	-۰/۴۱۳ ^{ns}	۰/۶۵۳*	-۰/۰۹۱ ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
وزن غوزه	۰/۲۹۱ ^{ns}	۰/۲۴۳ ^{ns}	-۰/۵۹۶ ^{ns}	۰/۱۷۳ ^{ns}	۰/۶۵۳*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
عملکرد	-۰/۵۴۷ ^{ns}	-۰/۲۴۳ ^{ns}	-۰/۴۰۵ ^{ns}	۰/۶۶۸*	-۰/۲۴۳ ^{ns}	۰/۶۶۸*	-	-	-	-	-	-	-	-
زودرسی	-۰/۳۳۱ ^{ns}	-۰/۲۰۵ ^{ns}	-۰/۳۶۸*	۰/۱۶۵ ^{ns}	-۰/۲۴۳ ^{ns}	۰/۳۷۹*	۰/۳۷۹*	-	-	-	-	-	-	-
درصد کیل	-۰/۴۲۷ ^{ns}	-۰/۱۶۸ ^{ns}	-۰/۱۵۹ ^{ns}	۰/۲۱۷ ^{ns}	-۰/۱۵۹ ^{ns}	-۰/۱۷۳ ^{ns}	-۰/۱۷۳ ^{ns}	۰/۳۷۹*	-	-	-	-	-	-
طول الیاف	۰/۲۱۰ ^{ns}	۰/۴۰۲ ^{ns}	۰/۵۴۳ ^{ns}	-۰/۱۷۳ ^{ns}	-۰/۱۷۳ ^{ns}	-۰/۱۷۳ ^{ns}	-۰/۱۷۳ ^{ns}	۰/۳۷۹*	۰/۳۷۹*	-	-	-	-	-
یکپوشایی الیاف	-۰/۱۹۸ ^{ns}	-۰/۰۸۳ ^{ns}	-۰/۱۷۳ ^{ns}	۰/۳۶۳ ^{ns}	-۰/۱۷۳ ^{ns}	-۰/۱۷۳ ^{ns}	-۰/۱۷۳ ^{ns}	۰/۳۷۹*	۰/۳۷۹*	۰/۳۷۹*	-	-	-	-
ظرافت الیاف	-۰/۱۸۵ ^{ns}	-۰/۲۲۰ ^{ns}	-۰/۳۴۳ ^{ns}	-۰/۳۴۳ ^{ns}	-۰/۳۴۳ ^{ns}	-۰/۳۴۳ ^{ns}	-۰/۳۴۳ ^{ns}	۰/۳۷۹*	۰/۳۷۹*	۰/۳۷۹*	۰/۳۷۹*	-	-	-
استحکام الیاف	۰/۲۸۵ ^{ns}	۰/۰۸۵ ^{ns}	-۰/۰۱۸ ^{ns}	-۰/۰۱۸ ^{ns}	-۰/۰۱۸ ^{ns}	-۰/۰۱۸ ^{ns}	-۰/۰۱۸ ^{ns}	۰/۳۷۹*	۰/۳۷۹*	۰/۳۷۹*	۰/۳۷۹*	۰/۳۷۹*	-	-
درصد کشش	-۰/۰۶۳ ^{ns}	-۰/۱۸۸ ^{ns}	-۰/۰۲۱ ^{ns}	-۰/۰۲۱ ^{ns}	-۰/۰۲۱ ^{ns}	-۰/۰۲۱ ^{ns}	-۰/۰۲۱ ^{ns}	۰/۳۷۹*	۰/۳۷۹*	۰/۳۷۹*	۰/۳۷۹*	۰/۳۷۹*	۰/۳۷۹*	-

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ولی همبستگی آن با صفت درصد کشتش غیر معنی دار شد. صفت استحکام الیاف و درصد کشتش ($0/751^*$) نیز همبستگی مثبت داشتند که در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود. بطور کلی می توان گفت با افزایش طول الیاف، استحکام الیاف و درصد کشتش بالا می رود ولی ظرافت الیاف کاهش می یابد. اقبال و همکاران (۲۰۰۳) ارتباط بین صفات زراعی و زودرسی را در پنبه های آپلند مطالعه کردند. نتایج آن ها نشان داد که گره اولین شاخه زایا، تعداد شاخه های زایا و تعداد شاخه های رویا، تعداد گل ها و تعداد قوزه در گیاه و وزن غوزه با عملکرد، همبستگی مثبت و معنی داری دارند. همچنین، کاردوان قابل (۲۰۱۳) در مطالعه همبستگی برخی از ارقام پنبه بیان نمودند که وزن وش بیشترین همبستگی مثبت و معنی دار را با صفات وزن بذر و وزن الیاف داشت و همچنین صفت وزن الیاف دارای همبستگی مثبت و معنی داری با صفت وزن بذر نشان داد. وفایی تبار و تاجیک خاوه (۲۰۱۴) نیز بر اساس نتایج رگرسیون گام به گام اظهار داشتند که صفات عملکرد وش و تعداد گره زایا در بوته، اولین صفاتی بودند که با ضریب مثبت وارد مدل رگرسیونی شدند و ۸۶ درصد از تغییرات عملکرد پنبه دانه را توجیه کردند. با توجه به مطالعات محدود در رابطه با روابط اختصاصی بین عملکرد وش، عملکرد پنبه دانه و الیاف و سایر صفات مؤثر در عملکرد در پنبه، این مطالعه با هدف شناسایی این روابط مهم و ارزیابی اثرات مستقیم و غیرمستقیم آن ها در رقم تجاری ورامین انجام شد.

نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه مسیر: نتایج رگرسیون گام به گام برای صفت عملکرد به عنوان متغیر وابسته (جدول ۸) نشان داد، صفات تعداد غوزه، وزن غوزه و تعداد شاخه زایا به عنوان مهمترین صفات مؤثر بر عملکرد وارد مدل رگرسیونی شدند و ۸۳/۸ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمودند. کاکایی و همکاران (۲۰۱۶) با تجزیه گام به گام صفات وابسته به عملکرد در پنبه بیان داشتند وزن غوزه بیشترین اثر مستقیم (۰/۳۶۶) را بر روی عملکرد داشت و آن را به عنوان یک صفت مؤثر در افزایش عملکرد پنبه که قابلیت انتخاب توسط به نژادگران را دارد اعلام کردند.

جدول ۸- تجزیه رگرسیون گام به گام برای عملکرد به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات مورد مطالعه

متغیرهای اضافه شده به مدل	عرض از مبدأ	ضریب رگرسیون		
		b ₁	b ₂	b ₃
تعداد غوزه	۱۹۵۰ ^{NS}	۶۷/۹ ^{**}		۰/۳۵۰
وزن غوزه	-۲۰۵ ^{**}	۱۱۱ ^{NS}	۲۶۲ [*]	۰/۶۵۳
تعداد شاخه زایا	-۱۳۹۰ ^{NS}	-۶۴/۴ ^{**}	۱۸۴ ^{**}	۰/۸۳۸

NS، * و ** - به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

مدل رگرسیونی پیشنهادی را بر اساس جدول ۷ به قرار زیر می باشد:

$$Y = -1390 - 64/4X_1 + 184X_2 + 453X_3$$

علیرغم این که تجزیه همبستگی بین عملکرد دانه و سایر صفات، اهمیت نسبی و ارزش آن‌ها را به‌عنوان معیارهای انتخاب مشخص کرد، با این وجود محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات، فقط رابطه خطی بین آن‌ها را نشان می‌دهد درحالی‌که در روش تجزیه علیت، سهم هر یک از اثرات مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها نیز برآورد می‌گردد. در واقع تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف بر روی عملکرد، در گزینش و اولویت‌بندی صفات و انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب و تعیین روابط علت و معلولی بین عملکرد و سایر صفات، به‌نژادگران کمک می‌کند تا مناسب‌ترین نسبت بین اجزاء عملکرد را انتخاب نمایند (انتصاری و همکاران، ۲۰۱۵).

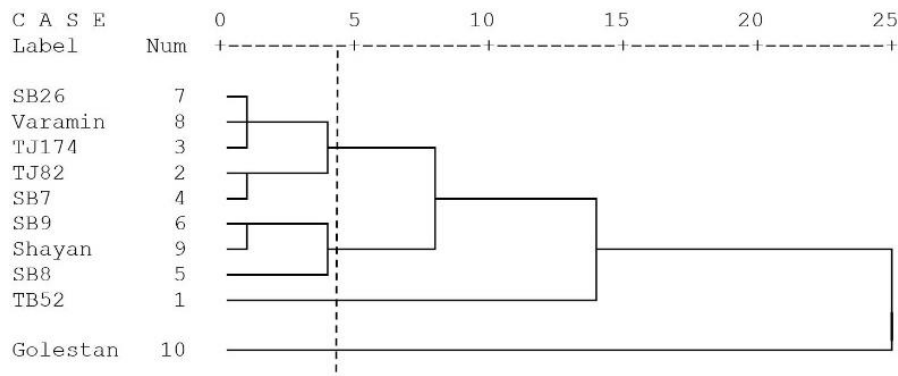
نتایج تجزیه علیت نشان داد صفت تعداد غوزه با اثر مستقیم $0/350$ اولین صفتی بود که وارد مدل شد و بعد از آن صفت وزن غوزه با اثر مستقیم $0/303$ وارد مدل شد که به تنهایی $65/3$ درصد از تغییرات عملکرد را سبب می‌شوند. صفت تعداد شاخه زایا آخرین صفتی بود که وارد مدل شد و اثر مستقیم آن برابر $0/185$ بود. صفت تعداد شاخه زایا با بالاترین اثر غیر مستقیم بر روی تعداد غوزه ($0/238$) داشت که از این طریق موجب افزایش عملکرد گردید. همچنین صفات تعداد غوزه و تعداد شاخه زایا با اثر غیر مستقیم منفی (به ترتیب با $-0/111$ و $-0/096$) بر روی وزن غوزه موجب کاهش اثر آن بر عملکرد و احیانا کاهش میزان عملکرد خواهند شد (جدول ۹). مهرآبادی و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه ارقام پنبه با کمک تجزیه علیت ابراز نمودند که مهمترین جزء مؤثر بر عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش خشکی صفت زیست توده بود و اجزاء دیگری چون تعداد غوزه، وزن غوزه، درصدزودرسی و شاخص برداشت با تأثیر غیرمستقیم بر این جزء، سبب افزایش عملکرد و ش شدند.

جدول ۹- تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد و صفات وابسته به آن

متغیرهای اضافه شده به مدل	همبستگی با صفت وابسته		اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم		
	(X_1)	(X_2)		(X_1)	(X_2)	(X_3)
تعداد غوزه (X_1)	$0/693$	$-0/111$	$0/350$	$-$	$-$	$-$
وزن غوزه (X_2)	$0/121$	$-$	$0/303$	$-0/096$	$-$	$-0/034$
تعداد شاخه زایا (X_3)	$0/041$	$-0/21$	$0/185$	$0/126$	$-0/021$	$-$

تجزیه خوشه‌ای: تجزیه خوشه‌ای یکی از روش‌های آماری چند متغیرهاست که برای تعیین تفاوت‌های بین جوامع مختلف گیاهی و جانوری و دسته‌بندی آن‌ها به گروه‌های مختلف بر اساس فاصله ژنتیکی یا تشابه ژنتیکی به کار گرفته می‌شود (قربانپور و همکاران، ۲۰۱۷). نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس تمامی صفات مورد مطالعه با استفاده از روش ادغام بر حسب متوسط گروه‌ها (UPGMA) بر مبنای فاصله اقلیدسی، ۱۰ ژنوتیپ مورد مطالعه را در ۴ گروه مجزا قرار داد. برای

تعیین تعداد مطلوب خوشه‌ها از روش F کاذب استفاده شد. همان‌طور که مشاهده می‌شود ارقام Sb26, Varamin, TJ174, TJ82 و SB7 در گروه اول قرار گرفتند که این ارقام بیشترین مشابهت با یکدیگر را در صفت عملکرد نشان دادند. ارقام SB9, SB8 و Shayan گروه دوم را تشکیل دادند و از نظر صفات تعداد شاخه زایا، ظرافت الیاف و تا حدودی از نظر عملکرد نزدیک به یکدیگر بودند. دو رقم TB52 و گلستان هر کدام به‌طور جداگانه به ترتیب در گروه سوم و چهارم قرار گرفتند. رقم TB52 از نظر عملکرد کمترین مقدار را داشت و در گروهی مجزا قرار گرفت. رقم گلستان که بیشترین عملکرد را داشت و از نظر صفات ارتفاع بوته، طول شاخه رویا، تعداد شاخه رویا، عملکرد و زودرسی در گروه‌های مجزا از سایر ارقام گروه‌بندی گردید و همین موضوع نشان‌دهنده تفاوت آن در صفات ذکر شده با سایر ارقام می‌باشد و علت گروه‌بندی جداگانه آن از سایر ارقام در تجزیه خوشه‌ای را توجیه می‌نماید (شکل ۲). عالیشاه (۲۰۲۰) ۴۰ ژنوتیپ پنبه را با استفاده از تجزیه خوشه‌ای و براساس صفات مورد ارزیابی در سه گروه متمایز طبقه‌بندی کرد. طبق گزارش سیزینر و همکاران (۲۰۰۶) هرچه فاصله گروه‌ها از یکدیگر بیشتر باشد هتروزیس بیشتری در هیبریداسیون بین آن‌ها مشاهده خواهد شد و می‌توان از آن‌ها در برنامه‌های تولید هیبرید استفاده کرد.



شکل ۲- گروه بندی ارقام پنبه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش ادغام بر حسب متوسط گروه‌ها (UPGMA)

نتیجه گیری کلی

در بین متغیرهای مورد بررسی در این آزمایش تعداد غوزه، وزن غوزه و تعداد شاخه زایا به‌عنوان اجزای اصلی عملکرد پنبه تعیین شدند. هر چند بین ارقام مورد مطالعه از لحاظ عملکرد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما با توجه به مجموعه صفات، می‌توان ژنوتیپ‌های SB7, TJ82 را به‌دلیل آن‌که عملکرد بالای ۳ تن داشتند و ژنوتیپ SB26 را به‌خاطر زودرسی، درصد کیل بالا و ظرافت الیاف

به‌عنوان ژنوتیپ‌های در دست معرفی و جایگزین رقم گلستان مد نظر قرار داد و در پروژه‌های اصلاحی آتی از آن‌ها استفاده کرد.

منابع

- Ahmadi, K., H. Ebadzadeh, F. Hatami, H. Abdeshah, and Kazemian, A. 2020. Amarnameh 2018-19. Ministry of Jihad-e-Agriculture. 1: 30-31. (in Persian with English abstract).
- Ahuja, S.L., Dhayal, L.S., and Prakash, R. 2006. A Correlation and Path Coefficient Analysis of Components in *G. hirsutum* L. Hybrids by Usual and Fiber Quality Grouping. Turkish Journal Agriculture, 30: 317-324.
- Alishah, O. 2020. 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 with English abstract).
- Alishah, O. 2014. Study on adaptability and quantitative and qualitative characteristics of hopeful cotton cultivars in mild and cold regions of Iran. Final Report Cotton Research Institute of Iran. 34 p. (in Persian with English abstract)
- Ashraf, M., and Harris, P.J. 2005. Abiotic Stresses: Plant Resistance through Breeding and Molecular Approaches. Haworth Press, New York.
- Badri Anarjan, M., Talat, F., and Fayyaz Moghaddam, A. 2019. Yield components analyses in cotton: *G.hirsutum* cultivars with multivariate statistical methods. Genetika, 51(2): 595-606.
- Basbag, S., and Gencer, O. 2007. Investigation of some yield and fiber quality characteristics of interspecific hybrid (*Gossypium hirsutum* × *G. Barbardense*) cotton varieties. Hereditas, 144(1): 33-42.
- Baloch, M., Baloch, A.W., Ansari, U.A., Baloch, G.M., Abro, S., Gandahi, N., Hussain, G., Baloch, A.M., Ali, M., and Ahmed, I. 2016. Interrelationship analysis of yield and fiber traits in promising genotypes of upland cotton. Pure and Applied Biology, 5(2): 263-69.
- Bednarz, C.W. Bridges, D.C. and Brown, S.M. 2000. Analysis of cotton yield stability across population densities. Agronomy Journal, 92: 128-135.
- Damavandi Kamali, S., Babaeian Jelodar, N. and Alishah, O. 2011. The Assessment of Adaptability and Stability of Yield on Cotton Cultivars by Using Uniparametric, Non-Parametric Methods and AMMI Mode. Iranian Journal Field Crop Science, 42-2: 397-407 (In Persian).
- Desalegn Z., Ratanadilok, N., and Kaveeta, R. 2009. Correlation and Heritability for Yield and Fiber Quality Parameters of Ethiopian Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Estimated from 15 (diallel) Crosses. Kasetsart Journal-Natural Science, 43, 1-11.

- Fathi Sadabadi, M. Ranjbar, G. A. Zangi, M. R. Kazemi Tabar, S. K. and Najafi Zarini, H. 2018. Analysis of Stability and Adaptation of Cotton Genotypes Using GGE Biplot Method. *Trakia Journal of Sciences* 16(1): 51.
- Fry, J.D. Lang, N.S. Clifton, R.G.P. 1991. Freezing resistance and carbohydrate composition of 'Flora tam' St. Augustine grass. *Horticultural Science*, 26: 1537-1539.
- Ghorbanpour, A. Salemi, A. Tajik Ghanbary, M.A. Pirdashti H. and Dehbashi, A. 2017. Relationship between Fruit Yield and its Components in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cultivars using Multivariate Statistical Methods. *Journal of Crop Breeding*, 9(24): 22-29.
- Godoy, A.S., and Polom, G.A. 2004. Genetic analysis of earliness in upland cotton *G. hirsutum*. I. Morphological and phonological variables. *Euphytica*, 105(2):155-160.
- Haigler, C.H. 2010. Physiological and anatomical factors determining fiber structure and utility. In: *Physiology of Cotton*, pp: 33-47, By: Stewart, J.McD., Oosterhuis, D., Heitholt, J.J. And Mauney, J. (eds.), Springer Science+Business Media B.V.
- Iqbal, M., Hayat, K., Ahmad Khan, R., Sadiq, A., and Islam, N. 2006. Correlation and path coefficient analysis for earliness and yield traits in cotton (*G. hirsutum*). *Asian Journal of Plant Sciences*, 5(2): 341-344.
- Kafi, M. and Khan, M.A. 2008. Crop and forage production using saline waters. Daya Publishers, New Delhi, India.
- Kakaei, M., Kahrizi, D., and Mousavi, S. S. 2016. Assessing the relationship of lint-yield and cottonseed-yield with some agro-morphological traits of *Gossypium hirsutum* Var. Varamin by path analysis. *Iranian Journal Cotton Research*, 4(2): 101-114.
- Kardavan Ghabel, V., Bagher Bagherieh Najjar, M., Alishah, O., and Soltanloo, H. 2013. Correlation analysis of agronomic, fiber traits and AFLP markers in hybrid cotton (*Gossypium Hirsutum* × *Gossypium Barbardense*). *Journal of Crop Breeding*, 5 (12): 63-74.
- Khan, A.I., Sadaqat, H.A., Khan, T.M., and Rauf, S. 2004. Correlation and path coefficient analysis of yield components in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *International Journal of Agricultural and Biology*, 6: 4. 686-688
- Mehrabadi, H.R., Nezami, A., Kafe, M., and Ramazani Moghadam, M.R. 2015. Search for yield, yield components, correlation coefficients and path analysis cotton varieties under drought stress. *Journal Crop Production and Processing*, 5(17): 217-227.
- Mc Daniel R.G. 2000. Genetic manipulation of cotton leaf stomata density to enhance drought tolerance. *Proceeding of the Belt wide cotton conference*. 1: 562-564.

- Morton, W.E. and Hearle, J. W. S. 2008. Physical Properties of Textile Fibers. Pp. 97-133. Fiber fineness and transverse dimensions. Wood head publishing.
DOI: 10.1533/9781845694425.97
- Pandey, S.K., Singh, P., and Pandey, S.B. 2003. Analysis of character association in upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Progressive Agriculture, 3: 1-2. 139-140.
- Ramazani-Moghadam, M.R., Majidi, I., Zamanizadeh, H.R., Mohamadi, S.A., and Azizi, M. 2005. Study on genetic diversity in diploid cotton (*Gossypium herbaceum*, *G. arboreum*) using morphological traits. J. Agri. Sci. Islamic Azad University, 12: 821-831.
- Ramezanzpour, S.S., Hosseinzadeh, A.H., Zeinali, H., and Vafaeitabar, M.R. 2002. A study on relationship between morphological and agronomic traits and seed cotton yield in 56 glandless cotton varieties (*Gossypium hirsutum* L.) using multivariate statistical methods. Iranian Journal of Agricultural Science, 33(1): 103-113.
- Sezener, V., Kabakci, Y. Yavas I. and Unay, A. 2006. A clustering study on selection of parents in cotton breeding. Asian J. Plant Sci. 5(6): 1031-34.
- Stiller, W.N., and Eveleigh, R.R. 2000. Varietal characteristics for adaptation of cotton (*Gossypium hirsutum*) to rain grown conditions. Proceedings of the 9th Australian Agricultural Congress, Wegga, Australia. pp. 395-362.
- Vafaie-Tabar, M., and Tajik Khavah, Z. 2014. Statical analysis of correlation between yield and earliness, and other trait of upland cotton varieties (*Gossypium hirsutum*). Iranian J. Cotton Research, 1:2. 19-34.
- Vinocur, B., Altman, A. 2005. Resent advances in engineering plant tolerance to abiotic stress: Achievements and limitations. Current Opinion in Biotechnology, 16: 123-132.
- Wang, B., Guo, W., Zhu, X., Wu, Y., Huang, N., and Zhang, T. 2007. QTL mapping of yield components for Elite Hybrid derived-RILs in upland cotton. Elsevier Boulton, 34: 1. 35-45.
- 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(3): 171-179.
- Zeng, L. and Wu, J. 2012. Germplasm for genetic improvement of lint yield in upland cotton: genetic analysis of lint yield with yield components. Euphytica, 187(2): 247-61.

