

بررسی همبستگی و روابط علی و معلولی عملکرد و برخی صفات مهم زراعی در ژنوتیپ‌های پنبه

* سکینه دماوندی‌کمالی^۱، نادعلی بابائیان‌جلودار^۲ و عمران عالیشاه^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، استاد گروه اصلاح نباتات،

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، استادیار مؤسسه تحقیقات پنبه گرگان

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۱/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۲۴

چکیده

افزایش عملکرد یکی از اهداف مهم اصلاح پنبه است. برنامه‌ریزی یک برنامه اصلاحی در جهت بهبود عملکرد، مستلزم شناخت طبیعت و روابط بین صفات مختلف مؤثر بر عملکرد می‌باشد. تجزیه روابط علی و معلولی صفات (تجزیه علیت) امکان تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد را فراهم می‌سازد. در این پژوهش به منظور تعیین رابطه‌های فنوتیپی و ژنوتیپی و تعیین اثر مستقیم و غیرمستقیم برخی صفات مهم زراعی روی عملکرد و ش پنبه، آزمایشی روی ۱۰ رقم پنبه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی طی دو سال زراعی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقات پنبه کارکنده اجرا گردید. نتایج تجزیه واریانس در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری میان ژنوتیپ‌ها برای صفات عملکرد چین ۱، عملکرد کل، ارتفاع بوته، تعداد غوزه، تعداد شاخه رویا و همچنین در سطح ۵ درصد برای صفات عملکرد چین ۲ و طول بلندترین شاخه رویا نشان داد. همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی صفات نشان داد که صفت عملکرد و ش در بوته، همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد بوته بارده، عملکرد چین ۱ و ۲، و ارتفاع بوته دارد. تجزیه علیت صفات مورد بررسی نشان داد که عملکرد چین ۱، وزن غوزه و تعداد غوزه دارای اثر مستقیم مثبت و تعداد شاخه زایا دارای اثر مستقیم منفی بر عملکرد هستند. با توجه به تحلیل نتایج تجزیه همبستگی و تجزیه علیت صفاتی چون عملکرد چین ۱، وزن غوزه، تعداد غوزه و زودرسی از عوامل مهم تعیین‌کننده عملکرد (وش) پنبه شناسایی شدند. نتایج این پژوهش همچنین نشان داد، تجزیه همبستگی و تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات، اطلاعات مفیدی را برای طراحی یک برنامه اصلاحی موفق فراهم نمود.

واژه‌های کلیدی: پنبه، تجزیه علیت، ضریب همبستگی، عملکرد

مقدمه

پنبه (*Gossypium hirsutum*) یکی از گیاهان صنعتی مهم است که بیشتر با هدف تولید الیاف کشت می‌شود. میزان عملکرد جهانی آن به‌طور متوسط ۷۰۹ کیلوگرم در هکتار می‌باشد و ۳۶ میلیون هکتار سطح کشت جهانی را به خود اختصاص داده است. میزان تولید سالیانه

آن ۱۱۷ میلیون تن بوده و کشورهای هند، چین و آمریکا به‌ترتیب بالاترین سطح زیر کشت پنبه را به خود اختصاص داده‌اند (فائو، ۲۰۰۶). عملکرد صفت پیچیده‌ای است که تابعی از تغییرات صفات متفاوت دیگر بوده که در اصطلاح به اجزاء عملکرد موسوم‌اند (اگرما، ۱۹۹۶). عملکرد دانه یک صفت مهم و بسیار پیچیده است که می‌توان آن را محصول نهایی صفات با هم مرتبطی دانست که حساسیت

صفات وزن و تعداد غوزه و درصد الیاف نقش اساسی در تعیین میزان عملکرد پنبه ایفا می‌کنند.

حیدر و خان (۱۹۹۸) در بررسی ارقام پنبه دریافتند که تعداد غوزه و وزن غوزه بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دارا می‌باشند. تعداد غوزه اثر غیرمستقیم منفی بر وزن غوزه دارد در حالی که وزن غوزه اثر غیرمستقیم مثبت بر درصد کیل و اثر غیرمستقیم منفی بر تعداد غوزه و تعداد بذر در هر غوزه داشته است. تعداد بذر در هر غوزه اثر منفی بر عملکرد وش داشته، در حالی که درصد کیل اثر مثبت بسیار کوچکی بر عملکرد وش داشته است. بنابراین پیشنهاد نمودند که انتخاب برای عملکرد بالا، براساس تعداد غوزه بیشتر و وزن غوزه بالا باشد. پانندی 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 نو ترکیب در پنبه دریافتند، تعداد غوزه در بوته بیشترین سهم در عملکرد الیاف 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.

هدف از انجام این پژوهش، شناسایی خصوصیات مؤثر بر عملکرد وش، درک بهتری از روابط بین صفات مختلف با یکدیگر و با عملکرد و شناخت مبانی مورفولوژیک اختلاف عملکرد در پنبه، ترسیم رابطه بین عملکرد و اجزاء آن در ارقام جدید پنبه با استفاده از تجزیه علیت و بررسی امکان پیش‌بینی عملکرد وش

زیادی به نوسانات محیطی دارند. وراثت‌پذیری عملکرد به قدری پائین است که تا به حال ژنی که به‌طور مستقیم روی آن اثر داشته باشد شناخته نشده است و بهبود آن از طریق گزینش غیرمستقیم برای یک یا چند صفت مؤثر در عملکرد صورت می‌گیرد (نبی‌پور و همکاران، ۲۰۰۶). شناخت رابطه‌ها بین این صفات و برهم‌کنش آنها حداقل از دو جنبه برای اصلاح‌گران اهمیت دارد، اول برای اصلاح غیرمستقیم عملکرد و دوم این‌که، اصلاح‌گر درمی‌یابد که با اصلاح یک صفت چه صفات‌های دیگری خود به خود تغییر خواهند کرد (هلمت و همکاران، ۱۹۹۵). میزان همبستگی ممکن است نشان‌دهنده درجه ارتباط ژنتیکی بین دو یا چند صفت باشد. به عبارتی ارزش‌هایی که به‌عنوان همبستگی فنوتیپی برآورد می‌گردند به دو بخش ژنتیکی و محیطی قابل تفکیک هستند (فالکونر، ۱۹۹۶). سه عامل مهم ایجاد همبستگی بین صفات، عبارتند از آثار پلیوتروپیک^۱ ژن‌ها برای دو یا چند صفت، پیوستگی بین ژن‌های متفاوت و آثار محیطی که از این بین مهم‌ترین عامل ایجاد همبستگی ژنوتیپی، اثر پلیوتروپی ژن‌ها است (آستویت و آستویت، ۱۹۹۳). هر چند تعیین ارتباط بین صفات با عملکرد دانه، مهم است با این وجود، محاسبه ضریب همبستگی ماهیت ارتباط صفات را مشخص نمی‌کند (مقدم و همکاران، ۱۹۹۷). با استفاده از تجزیه علیت^۲ (مسیر)، امکان شناسایی آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف بر یکدیگر و بر عملکرد امکان‌پذیر می‌شود. تجزیه علیت اجزا عملکرد برای اولین بار توسط لی (۱۹۵۶) مطرح گردید. کارایی این روش آماری در شناسایی روابط علی و معلولی صفات، از طریق کاربردهای فراوان آن در مطالعات به‌نژادی گیاهان مختلف، از جمله پنبه توسط عالی‌شاه (۲۰۰۱)، حیدر و خان (۱۹۹۸)، پانندی و همکاران (۲۰۰۳) و دیگر محققان مشخص می‌گردد. عالی‌شاه (۲۰۰۱) در بررسی ۳۵ ژنوتیپ پنبه آپلند دریافت که ضریب همبستگی بین ارتفاع با طول بلندترین شاخه رویا و طول اولین میان‌گره، عملکرد با طول دم‌برگ، و زودرسی با طول شاخه زایا قابل توجه است و بیان نمود که

کوواریانس‌های ژنوتیپی، فنوتیپی با مساوی قرار دادن اجزاء مورد انتظار (امید ریاضی) واریانس‌ها و کوواریانس‌ها با میانگین مربعات (MS) و یا حاصل‌ضرب‌های مربوطه (MP) محاسبه گردیدند (هالاور و میراندا، ۱۹۸۱).

$$V_g(x) = [Ms_g(x) - Ms_e] / r$$

$$V_p(x) = V_g(x) + V_e(x)$$

$$Cov_g(x, y) = [MP_g(x, y) - MP_e(x, y)] / r$$

$$Cov_p(x, y) = Cov_g(x, y) + Cov_e(x, y)$$

محاسبه ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی (r_g, r_p) براساس رابطه‌های زیر صورت گرفت.

$$r_g = Cov_g(x, y) / \sqrt{V_g(x) \times V_g(y)}$$

$$r_p = Cov_p(x, y) / \sqrt{V_p(x) \times V_p(y)}$$

ضرایب علیت (P_{ij}) با استفاده از ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی (r_g, r_p) و از طریق معادله زیر برآورد گردید. که در آن عملکرد کل = y ، تعداد بوته بارده = 1 ، عملکرد چین $1 = 2 \dots$ است. در معادله زیر P_{1y} عبارت است از ضریب علیت یا مقدار اثر مستقیم همبستگی صفت تعداد بوته بارده بر روی عملکرد، در حالی که $r_{1,2}P_{2y}$ میزان اثر غیرمستقیم صفت تعداد بوته بارده بر روی عملکرد کل از طریق صفت عملکرد چین ۱ و به همین ترتیب تا آخرین جمله معادله زیر می‌باشد.

$$r_{1y} = P_{1y} + r_{1,2}P_{2y} + r_{1,3}P_{3y} + \dots + r_{1,6}P_{6y}$$

به‌منظور تعیین صفاتی که بیشترین تنوع عملکرد را در تمام ارقام توجیه می‌نماید از رگرسیون مرحله‌ای استفاده شد. برای درک بهتر روابط بین صفات و شناخت صفاتی که بیشترین نقش را در عملکرد دانه ایفا می‌کنند تجزیه علیت انجام گردید. دیاگرام مسیر طبق مدل ارائه شده توسط دوی و لو (۱۹۵۹) ترسیم گردید. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS، Gencor، SPSS و PATH انجام شده است.

توسط صفات مهم زراعی می‌باشد تا معیارهای انتخاب جهت بهبود عملکرد به‌دست آید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های زراعی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در مزرعه آزمایشی مؤسسه تحقیقات پنبه کارکنده انجام شد. در این مطالعه ۱۰ رقم پنبه (چکوروا، نازیلی، خرداد، ورامین، ۴۳۲۰۰، کرما، تابلا دیلا، بلی ایزوار، ساحل و سپید) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی^۱ با ۴ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. این منطقه دارای عرض جغرافیایی ۳۶-۳۶/۵ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴-۵۴/۵ درجه شرقی و ارتفاعی معادل ۱۱ متر از سطح دریا و با متوسط بارندگی سالیانه ۵۵۰-۶۰۰ میلی‌متر می‌باشد. خاک مزرعه آزمایشی از نوع سیلتی لوم با اسیدیته ۷/۸-۸/۲ است و به‌علت بالا بودن سطح آب زیرزمینی زراعت پنبه بدون آبیاری انجام می‌شود. هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط به طول ۱۱ متر به فواصل خطوط ۸۰ سانتی‌متر و فاصله بوته ۲۰ سانتی‌متر می‌باشد. مراقبت‌های زراعی متعارف شامل وجین، سله‌شکنی، کوددهی، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز در طول فصل زراعی انجام گردید. در این بررسی از قسمت وسط هر کرت ۵ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و کلیه صفات شامل ارتفاع بوته، وزن غوزه، تعداد غوزه، تعداد شاخه رویا، تعداد شاخه زایا، طول اولین شاخه زایا، طول بلندترین شاخه رویا و زودرسی یادداشت‌برداری گردیدند. برداشت محصول، از ۴ خط میانی پس از حذف ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای خطوط در اوایل مهر ماه انجام شد و عملکرد الیاف (چین اول) در هر کرت تعیین گردید و در حدود ۱ ماه بعد چین دوم پنبه برداشت شد.

ضریب همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی برای هر صفت به‌طور مجزا از تجزیه‌های واریانس و کوواریانس‌های ژنوتیپ‌ها به‌دست آمد. به این منظور ابتدا واریانس‌ها و

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل آماری صفات: این پژوهش در دو سال زراعی انجام گشته و در تمامی تجزیه و تحلیل آماری از میانگین دو سال بهره گرفته‌ایم. البته تجزیه و تحلیل آماری به صورت جداگانه، برای هر سال جهت کنترل نبود رویداد خطا انجام شده است (جدول‌های مربوطه نشان داده نشده است). نتایج آمار توصیفی و تجزیه واریانس طرح آزمایشی در جدول ۱ نشانگر آن است که ژنوتیپ‌های مورد بررسی برای تمامی خصوصیات مورد بررسی به جز تعداد بوته بارده، وزن غوزه، تعداد شاخه زایا، طول اولین شاخه زایا و زودرسی دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند. بنابراین ارقام مورد بررسی دارای تنوع کافی برای صفات ارزیابی شده هستند.

تجزیه همبستگی صفات: جدول ۲ ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی صفات مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در این بررسی مشخص گردید که عملکرد کل بوته دارای همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد چین ۱، عملکرد چین ۲، تعداد بوته بارده، تعداد غوزه، تعداد شاخه رویا و طول بلندترین شاخه رویا می‌باشد که در بین این صفات، بالاترین همبستگی فنوتیپی مربوط به صفات عملکرد چین ۱، عملکرد چین ۲ و تعداد شاخه رویا به میزان ۰/۸۴، ۰/۸۲ و ۰/۵۴ بوده که در این میان همبستگی عملکرد چین ۱ و عملکرد چین ۲ با عملکرد کل بسیار معنی‌دار بوده است. بنابراین امکان استفاده از میانگین صفات اندازه‌گیری شده و بقیه کارهای آماری به‌عنوان معیاری برای صفات بالا در چین اول وجود داشت. وجود همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار بین عملکرد با صفت ارتفاع بوته ($r_{g=-0/81}$) می‌تواند در انتخاب تک‌بوته‌هایی با ارتفاع کوتاه‌تر در جهت افزایش عملکرد و ش بسیار مؤثر باشد. بیشترین مقادیر همبستگی ژنوتیپی مثبت و معنی‌دار بین اجزاء فرعی عملکرد با یکدیگر به صفات تعداد بوته بارده با عملکرد چین ۱ ($r^*=0/71$) و زودرسی

($r^*=0/80$)، عملکرد چین ۱ با عملکرد چین ۲ ($r^*=0/81$)، عملکرد چین ۲ با تعداد غوزه ($r^*=0/69$) و با تعداد شاخه رویا ($r^*=0/94$) و با طول بلندترین شاخه رویا ($r^*=0/91$)، ارتفاع بوته با طول شاخه زایا ($r^*=0/91$)، تعداد غوزه با تعداد شاخه رویا ($r^*=1/00$) و تعداد شاخه زایا ($r^*=0/79$) و طول بلندترین شاخه رویا ($r^*=0/95$)، تعداد شاخه رویا با تعداد شاخه زایا ($r^*=0/86$)، و طول اولین شاخه زایا با طول بلندترین شاخه ($r^*=0/90$) مربوط می‌شود و همچنین بیشترین همبستگی ژنوتیپی منفی و معنی‌دار بین تعداد بوته بارده با ارتفاع بوته ($r^*=0/86$) و وزن غوزه ($r^*=0/73$) و تعداد شاخه زایا ($r^*=0/77$)، عملکرد چین ۱ با ارتفاع بوته ($r^*=0/93$) و طول اولین شاخه زایا ($r^*=0/95$)، وزن غوزه با تعداد شاخه زایا ($r^*=0/74$) و زودرسی ($r^*=0/92$)، دیده شد. به‌طور کلی صفات مهم اقتصادی عملکرد و ش با اغلب اجزاء عملکرد دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بودند که نشانگر تأثیر تعیین‌کننده هر یک از اجزاء در تغییرات عملکرد و ش است. عملکرد و ش با تعداد غوزه و وزن غوزه رابطه مثبت داشته که مطابق با نتایج دیدانیا و پتانی (۱۹۹۴)، خان و همکاران (۲۰۰۴) و وانگ و همکاران (۲۰۰۷) می‌باشد. زودرسی با ارتفاع بوته، طول شاخه رویا و تعداد شاخه رویا همبستگی منفی نشان داده است. این به آن معنی است که واریته‌های زودرس، ارتفاع کوتاه‌تری داشته و شاخه‌های فرعی کمتری دارند (فتحی، ۱۹۹۸). همچنین بین ارتفاع با طول شاخه رویا همبستگی بالایی دیده شد که با نتایج پژوهش عالیشاه (۲۰۰۱) مطابقت می‌نماید. نکته دیگر، آن‌که مشاهده می‌شود زودرسی با مقدار چین اول رابطه مثبت دارد، اما این رابطه با چین دوم منفی است. میزان زودرسی از نسبت چین اول به عملکرد کل محاسبه شده، بنابراین طبیعی است که با چین اول رابطه مستقیم داشته باشد.

جدول ۱ - نتایج تجزیه واریانس صفات کمی و مورفولوژیک در ژنوتیپ‌های پنبه.

زودرسی	عملکرد کل	طول بلندترین شاخه رویا	طول اولین شاخه زایا	تعداد شاخه زایا	تعداد شاخه رویا	تعداد غوزه	وزن غوزه	ارتفاع بوته	عملکرد چین		تعداد بوته بارده	درجه آزادی	منابع تغییرات
									۱	۲			
۲۷۴/۱۵۷ ^{**}	۵۰۱۷۸۰/۶۹ [*]	۲۳۳/۵۶۹ ^{**}	۲۸/۳۸۷ ^{ns}	۲/۹۶۳ ^{**}	۰/۱۳۰ ^{ns}	۷/۹۷۲ [*]	۰/۳۸۷ ^{**}	۲۷۰/۱۹۰ ^{**}	۷۹۰۳۸۴/۷۹۷ [*]	۲۱۳۴۸۵/۴۳۳ ^{**}	۲۴۰۱۷۴۱ ^{**}	۳	بلوک
۵۶/۵۷۷ ^{ns}	۳۳۳۶۹۹۱/۶۹ ^{**}	۴۶/۵۱۲ [*]	۴/۳۳۳ ^{ns}	۰/۴۳۹ ^{ns}	۰/۶۶۳ ^{**}	۵/۴۲۳ ^{ns}	۰/۴۷۹ ^{**}	۱۵۷/۲۱۳ ^{**}	۶۳۸۶۱۷/۷۱۸ [*]	۱۰۷۰۰۰۸/۳۹۵ ^{**}	۳۹۵/۸۵۸ ^{ns}	۹	ژنوتیپ
۲۸۳/۷۸	۸۷/۶۹۵/۳	۶۵/۵/۳	۱۵۶/۱۱	۰/۴۶۳ [*]	۰/۰۸۳	۲/۴۲۳	۰/۰۸۳	۲۸۶/۷۵	۳۳۲۹۹۵/۵۸	۲۶۵۲۱۲/۹۴	۲۳۶۷۷۷۹	۲۷	خطا
۷۸/۷	۶/۵۳	۶۳/۳۱	۱۱/۱۱	۵/۵/۵	۰/۱۵/۱	۹/۹/۲	۴/۷/۳	۴/۷/۱	۲۳/۸/۳	۱۲/۰/۳	۸/۷۱		ضریب تغییرات
۲۸۸/۹	۶۳۰۵/۷۵	۵۵/۸/۹	۳۰/۵/۲	۷۶/۱/۱	۱/۸۰	۱۵/۶/۹	۵/۶/۱	۱۱۳/۷/۹	۲۰۶۵/۴۹	۴۲۸۰/۳۵	۱۷۴/۷۳		میانگین

^{ns} و ^{**} به ترتیب نبود معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۲- برآورد ضرایب همبستگی فنوتیپی (اعداد پایین قطر) و ژنوتیپی (اعداد بالای قطر) صفات مورد بررسی در ارقام پنبه.

صفات	بوته بارده	چین ۱	چین ۲	ارتفاع	وزن غوزه	تعداد غوزه	تعداد شاخه رویا	تعداد شاخه زایا	تعداد اولین شاخه زایا	طول بلندترین شاخه رویا	طول بلندترین شاخه زایا	عملکرد کل	زودرسی
تعداد بوته بارده	۱	۰/۷۱*	۰/۱۹	-۰/۸۶**	-۰/۷۳*	-۰/۶۰	-۰/۲۸	-۰/۷۷*	-۰/۵۷	-۰/۴۹	۰/۷۱*	۰/۸۰**	
عملکرد چین ۱	۰/۶۸*	۱	۰/۸۱**	-۰/۹۳**	-۰/۴۸	۰/۱۴	۰/۲۰	-۰/۴۹	-۰/۹۵**	۰/۲۳	۰/۹۶**	۰/۲۹	
عملکرد چین ۲	۰/۰۵	۰/۳۹	۱	-۰/۵۶	۰/۴۹	۰/۶۹*	۰/۹۴**	-۰/۰۷	-۰/۰۴	۰/۹۱**	۰/۹۳**	-۰/۴۹	
ارتفاع بوته	-۰/۶۶*	-۰/۶۹*	-۰/۴۰	۱	۰/۰۸	۰/۲۹	-۰/۰۵	-۰/۱۳	۰/۹۱**	۰/۳۱	-۰/۸۱**	-۰/۲۳	
وزن غوزه	-۰/۳۰	-۰/۲۶	۰/۳۹	۰/۰۶	۱	-۰/۴۰	۰/۱۴	-۰/۷۴*	۰/۴۱	۰/۰۴	۰/۰۱	-۰/۹۲**	
تعداد غوزه	-۰/۳۴	۰/۰۰	۰/۵۲	۰/۲۶	-۰/۱۳	۱	۱/۰۰**	۰/۷۹*	۰/۳۶	۰/۹۵**	۰/۳۶	-۰/۴۸	
تعداد شاخه رویا	-۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۷۳*	۰/۰۰	۰/۱۲	۰/۸۹**	۱	۰/۸۶**	۰/۵۴	۱/۰۰	۰/۵۳	-۰/۶۱	
تعداد شاخه زایا	-۰/۵۷	-۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۰۶	-۰/۱۱	۰/۵۹	۰/۵۴	۱	۰/۵۱	۰/۴۲	۰/۰۹	-۰/۳۹	
طول اولین شاخه زایا	-۰/۳۷	-۰/۳۲	۰/۱۴	۰/۴۸	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۱۰	۱	۰/۹۰**	-۰/۶۰	-۰/۲۹	
بلندترین شاخه رویا	-۰/۲۸	۰/۲۰	۰/۴۹	۰/۳۴	۰/۰۵	۰/۸۱**	۰/۸۲**	۰/۳۵	۰/۴۲	۱	۰/۵۱	-۰/۵۰	
عملکرد کل	۰/۳۹	۰/۸۴**	۰/۸۲**	-۰/۶۳	۰/۰۷	۰/۳۲	۰/۵۴	۰/۰۷	-۰/۱۱	۰/۴۴	۱	-۰/۰۴	
زودرسی	۰/۴۶	۰/۴۳	-۰/۶۲	-۰/۱۱	-۰/۷۲*	-۰/۳۳	-۰/۴۰	-۰/۱۱	-۰/۲۱	-۰/۱۶	-۰/۰۹	۱	

* و ** به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

(امیدی تبریزی، ۲۰۰۲). نتایج رگرسیون مرحله‌ای^۱ (گام به گام) نشان داد که از مجموع صفات مورد بررسی، عملکرد چین ۱، زودرسی، تعداد شاخه رویا و تعداد شاخه زایا به ترتیب بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه دارند. مدل عملکرد و ش برحسب رگرسیون مرحله‌ای به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{عملکرد} = ۵۵۸۸/۸۹ + ۰/۹۹۵ X_1 - ۰/۴۳۸ X_2 + ۰/۲۰۴ X_3$$

در این رابطه X_1 عملکرد چین ۱، X_2 زودرسی و X_3 تعداد شاخه رویا است. در این مدل ضریب تبیین برابر ۰/۹۷ بوده که نشان از توجیه ۹۷ درصد از تغییرات عملکرد به وسیله رابطه خطی بین این صفات می‌باشد که در نهایت صفات عملکرد چین ۱، زودرسی و تعداد شاخه

با توجه به نزدیکی و هم علامت بودن بیشتر همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی (جدول ۲) می‌توان دریافت که واریانس و کوواریانس‌های محیطی در حد ناچیز بوده‌اند، چرا که همبستگی‌های فنوتیپی به دو بخش همبستگی ژنتیکی و محیطی تفکیک می‌گردند (استیلایی و اهدایی، ۱۹۹۲). همبستگی ژنتیکی ناشی از پلیوتروپی و لینکاژ است و همبستگی محیطی از تأثیر مشابه یا متفاوت عوامل محیطی روی دو یا چند صفت ناشی می‌شود (رضائی و منزوی، ۱۹۹۱). همبستگی‌های ژنتیکی برای بیشتر صفات به میزان کمی بیشتر از همبستگی‌های فنوتیپی بودند. در چنین شرایطی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که صفاتی با همبستگی ژنوتیپی مثبت و معنی‌دار، توسط ژن‌های یکسان (پلیوتروپیک) کنترل می‌شوند

رویا وارد مدل شدند که به ترتیب ۰/۷۰۶ و ۰/۲۵۰ و ۰/۰۳۰ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند. از بین صفات وارد شده به مدل، صفت عملکرد چین ۱، همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد دارد و صفت تعداد شاخه رویا و تعداد شاخه زایا همبستگی مثبت و غیرمعنی‌داری با عملکرد دارند که به همین علت درصد ناچیزی از تغییرات در مدل را توجیه می‌نمایند. در مناطقی مانند کردکوی و نواحی اطراف که دارای ساعات آفتابی کمتر و رطوبت بیشتر می‌باشند، گیاه پنبه با رشد رویشی بی‌رویه مواجه است. در چنین مناطقی، افزایش رشد رویشی سبب به تعویق افتادن فاز زایشی در گیاه و به دنبال آن، کاهش عملکرد خواهد شد (همبستگی منفی عملکرد با ارتفاع $r_p = -0/63$). از سویی در چنین مناطقی به دلیل کم بودن میزان و شدت تشعشع خورشیدی (کم بودن ساعات آفتابی) شکوفایی و رسیدگی محصول با تأخیر انجام می‌شود و همین امر سبب به تعویق افتادن شکوفایی غوزه در اواخر شهریور و ماه‌های پس از آن می‌گردد. از آنجایی که در صفت زودرسی، محصول چین ۱ که قبل از ۱۵ شهریور رسیده و برداشت شده باشد در نظر گرفته شده‌اند. بنابراین همبستگی منفی بین عملکرد کل و زودرسی به دست آمده است ($r_p = -0/09$) که علت آن را می‌توان در محدودیت فصل رشد و همبستگی درونی آن با سایر متغیرها جستجو کرد. اما از آنجایی که عملکرد کل در برگیرنده تمامی غوزه‌های شکوفا شده در طی رشد گیاه می‌باشد، عملکرد چین ۱ و ۲ در آن مورد توجه قرار می‌گیرند. از این رو برای رسیدن به عملکرد کل بیشتر در مناطقی مشابه کارکنده (غرب استان گلستان)، صفت زودرسی با افت عملکرد همراه خواهد بود و بدیهی است غوزه‌های شکوفا شده در ۱۵ شهریور به بعد (فصل پاییز) نیز در عملکرد کل مؤثر هستند. بنابراین فقط تأکید بر زودرسی (برداشت قبل از ۱۵ شهریور) در حصول عملکرد واقعی گیاه کافی نخواهد بود و غوزه‌های برداشت شده در چین دوم نیز در عملکرد

اهمیت پیدا می‌کنند و در نتیجه دیررسی صفتی مطلوب می‌باشد. همان‌طور که در ضرایب رگرسیونی مشاهده می‌شود (جدول ۳)، این ضرائب از نظر تأثیری که بر عملکرد و ش دارند، با ضرائب همبستگی‌های فنوتیپی (جدول ۲) از نظر معنی‌دار بودن در توافق می‌باشند، به جز صفت تعداد بوته بارده و تعداد شاخه زایا که ضریب رگرسیونی آن در سطح ۱ درصد معنی‌دار نیست. ضریب تبیین جزئی^۱ نیز نشان می‌دهد که معنی‌دار نبودن این صفات مهم نمی‌باشد. صفات زودرسی و تعداد شاخه رویا دارای ضرایب رگرسیونی معنی‌دار می‌باشند در صورتی که ضرایب همبستگی آنها غیرمعنی‌دار بوده است.

به‌طور کلی با توجه به اجزاء صفات وارد شده در مدل‌های تجزیه رگرسیونی مرحله‌ای و ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی، صفات عملکرد چین ۱، تعداد شاخه رویا، زودرسی، تعداد شاخه زایا، وزن غوزه و تعداد غوزه صفاتی خواهند بود که می‌توان جهت انتخاب ارقام پرمحصول پنبه مورد استفاده قرار داد.

تجزیه روابط علی و معلولی صفات: تجزیه علیت در مقایسه با ضریب همبستگی ساده بسیار مفیدتر بوده و در مورد چگونگی ارتباط بین اجزای عملکرد اطلاعات بیشتری می‌دهد (دوی و لو، ۱۹۵۹). در تصمیم‌گیری برای استراتژی‌های انتخاب، همیشه همبستگی‌های ژنتیکی سودمندتر از همبستگی‌های فنوتیپی می‌باشند (کنگ، ۱۹۹۴؛ کنگ و همکاران، ۱۹۸۳). بنابراین در تجزیه علیت صفات برای موجودات زنده، به‌طور معمول از ضریب همبستگی ژنتیکی استفاده می‌شود. جهت تعیین اثر مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف با عملکرد روابط علی و معلولی با استفاده از روش دوی و لو (۱۹۵۹) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. این تجزیه بر مبنای محاسبه ضرائب رگرسیون جزء استاندارد شده^۲ استوار است و در تجزیه ضرائب همبستگی به آثار مستقیم و غیرمستقیم مفید است (بات، ۱۹۷۳).

1- Partial Determination Coefficient

2- Standardized Partial Regression Coefficients

جدول ۳- ضریب رگرسیونی صفات مؤثر بر عملکرد براساس مدل رگرسیونی مرحله‌ای.

صفات وارد شده به مدل	ضریب رگرسیون	انحراف معیار	ضریب تبیین	ضریب تبیین اصلاح شده
	۵۵۸۸/۸۹۷	۸۰۰/۳۹۰		
عملکرد چین ۱	۰/۹۹۵**	۰/۰۸۳	۰/۶۶۹	۰/۶۶۹
زودرسی	-۰/۴۳۸**	۱۲/۳۲۷	۰/۲۷۵	۰/۹۴۴
تعداد شاخه رویا	۰/۲۰۴*	۹۱/۱۸۲	۰/۰۳۵	۰/۹۷۹

باقی مانده: ۲/۵۷۹

رقابت برای مواد پرورده، موجب کاهش اجزای دیگر می‌شود. ضرایب مسیر اجزاء عملکرد در مقایسه با اثر باقی مانده (۰/۲۱۹) بزرگ‌تر بودند که این مسأله بیانگر مکانیزم عالی قوی بین عملکرد و اجزای آن است. با توجه به نتایج به دست آمده، صفات عملکرد چین ۱، وزن غوزه و تعداد غوزه که به طور مستقیم روی عملکرد اثر می‌گذارند، ۳ جزء اول عملکرد می‌باشند که از این بین، صفت عملکرد چین ۱ مهم‌ترین جزء است و در برنامه‌های به‌نژادی جهت افزایش عملکرد باید مورد توجه قرار گیرد که با نتایج پژوهش آهوجا و همکاران، ۲۰۰۶ مطابقت می‌نماید. صفاتی چون زودرسی و تعداد شاخه رویا که آثار خود را از طریق اجزاء اول بر عملکرد اعمال می‌کنند (صفت زودرسی با اثر غیرمستقیم از طریق عملکرد چین ۱ (۰/۳۵۹) و از طریق وزن غوزه (۰/۳۷۷-) و صفت تعداد شاخه رویا با اثر غیرمستقیم از طریق وزن غوزه (۰/۰۵۹) و از طریق تعداد غوزه (۰/۳۷۷)) اجزاء دوم عملکرد می‌باشد. عوامل ژنتیکی که آثار خود را از طریق اثر روی اجزای دوم عملکرد اعمال می‌نمایند اجزاء سوم عملکرد نام دارند که صفت تعداد شاخه زایا از جمله این صفات می‌باشد. صفت تعداد شاخه زایا با اثر غیرمستقیم از طریق زودرسی (۰/۰۳-) و تعداد شاخه رویا (۰/۰۶) بر اجزای دوم عملکرد و در نهایت بر عملکرد اثر می‌گذارند. لازم به یادآوری است که، ضرایب مسیری که در این شرایط (با در نظر گرفتن اجزاء اول، دوم و سوم عملکرد) تعیین می‌گردند، نمی‌توانند اجزای واقعی عملکرد را نشان دهند، زیرا عوامل فیزیولوژیک دیگری وجود دارند که در نظر گرفته نشده‌اند. از سوی دیگر با در نظر گرفتن آن عوامل نیز نمی‌توان واکنش گیاه در رابطه با

همان‌طور که در شکل ۱ مشخص است صفت عملکرد چین ۱، وزن غوزه و تعداد غوزه به ترتیب (۰/۸۳۱، ۰/۵۲۱ و ۰/۴۲۴) بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر عملکرد نشان دادند که با نتایج پژوهش‌های حیدر و خان (۱۹۹۸) و پاندی و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت دارد. همچنین وجود اثر غیرمستقیم تعداد غوزه بر وزن غوزه و اثر غیرمستقیم وزن غوزه بر تعداد غوزه نیز هماهنگ با نتایج به دست آمده از بررسی‌های حیدر و خان (۱۹۹۸) می‌باشد. در صفت عملکرد چین ۱، بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت مربوط به زودرسی (۰/۱۲۲) و بالاترین اثر غیرمستقیم منفی مربوط به وزن غوزه (۰/۱۳۷-) است. در نهایت اثر کل صفت عملکرد چین ۱ برابر با ۰/۸۳۹ گردید. وزن غوزه هم با رابطه غیرمستقیم منفی از طریق عملکرد چین ۱ (۰/۲۱۸-) و زودرسی (۰/۲۰۵-) بر عملکرد اثرگذار بوده است. این اطلاعات بیانگر این می‌باشد که ارقام پنبه هر چه زودرس‌تر بوده و از عملکرد چین ۱ بیشتری برخوردار باشند دارای غوزه‌های کوچک‌تر هستند. تعداد غوزه با بیشتر صفات وارد شده از طریق اثر غیرمستقیم منفی بر عملکرد اثرگذار بوده است. تعداد شاخه زایا با اثر مستقیم منفی (۰/۰۶۴-) بر عملکرد اثر داشته که با توجه به اثرات غیرمستقیم از طریق سایر صفات به خصوص از طریق تعداد غوزه (۰/۲۵)، در نهایت اثر کل آن مثبت شده است. در نتیجه می‌توان گفت تعداد شاخه زایا کمتر از طریق تعداد غوزه بیشتر در راستای افزایش عملکرد مؤثر است. بقیه اثرات مستقیم و غیرمستقیم در جدول ۴ نشان داده شده است.

رابطه‌های بالا نشان‌دهنده رابطه‌های جبرانی اجزای عملکرد می‌باشد و افزایش یک جزء عملکرد به دلیل

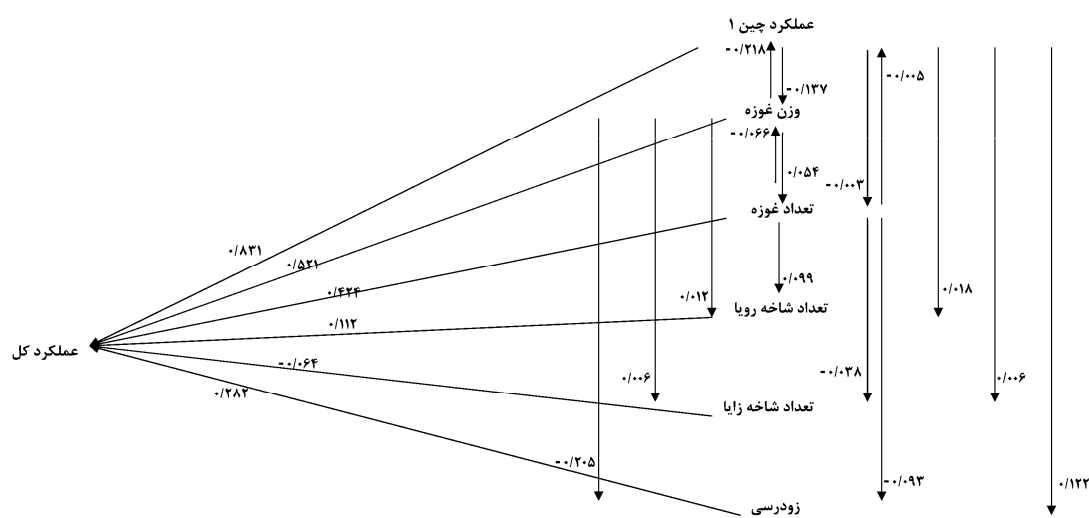
نور خورشید، آب، گازها و عناصر غذایی و مواد ذخیره‌ای و غیره را به‌خوبی تشریح نمود. در این شرایط فقط می‌توان دریافت که کدام یک از صفات مورد مطالعه اثر زیادتری بر عملکرد دارند (سیاه‌سر و رضائی، ۱۹۹۹) هر چند که بین عملکرد و برخی از صفات مورفولوژیک همبستگی مثبت وجود دارد اما همبستگی منفی بین اجزاء با یکدیگر (مانند رابطه منفی وزن غوزه با زودرسی) باعث می‌شود که انتخاب برای تمام اجزاء در برنامه‌های به‌نژادی امکان‌پذیر نباشد.

نتایج این آزمایش و بررسی‌های 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، به‌عنوان اجزاء مهم عملکرد، می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی و انتخاب ارقام پرمحصول پنبه (در صورتی‌که وراثت‌پذیری آنها بالا باشد) مورد استفاده قرار گیرد. ضمن آن‌که صفات تعداد شاخه رویا و تعداد شاخه زایا نیز نقش مثبت در بهبود عملکرد ارقام پنبه ایفا می‌نمایند.

جدول ۴- ضرائب مستقیم (روی قطر) و غیر مستقیم (خارج قطر) روی عملکرد و ش پنبه براساس همبستگی‌های فنوتیپی.

صفات	عملکرد چین ۱	وزن غوزه	تعداد غوزه	تعداد شاخه رویا	تعداد شاخه زایا	زودرسی	کل
عملکرد چین ۱	۰/۸۳۱	-۰/۱۳۷	-۰/۰۰۳	۰/۰۱۸	۰/۰۰۶	۰/۱۲۲	۰/۸۳۹
وزن غوزه	-۰/۲۱۸	۰/۵۲۱	-۰/۰۵۴	۰/۰۱۲	۰/۰۰۶	-۰/۲۰۵	۰/۰۶۵
تعداد غوزه	-۰/۰۰۵	-۰/۰۶۶	۰/۴۲۴	۰/۰۹۹	-۰/۰۳۸	-۰/۰۹۳	۰/۳۲۴
تعداد شاخه رویا	۰/۱۳۸	۰/۰۵۹	۰/۳۷۷	۰/۱۱۲	-۰/۰۳۵	-۰/۱۱۲	۰/۵۴۲
تعداد شاخه زایا	-۰/۰۹۰	-۰/۰۵۷	۰/۲۵۰	۰/۰۶۰	-۰/۰۶۴	-۰/۰۳۰	۰/۰۷۱
زودرسی	۰/۳۵۹	-۰/۳۷۷	-۰/۱۴۰	-۰/۰۴۵	۰/۰۰۶	۰/۲۸۲	۰/۰۸۷

اثرات باقی‌مانده: ۰/۲۱۹



شکل ۱- نمودار تجزیه علیت اجزا عملکرد و ش پنبه.

محترم مؤسسه تحقیقات پنبه گرگان به‌خاطر در اختیار گذاشتن نهاده‌های لازم جهت انجام مراحل عملی این پژوهش، سپاسگزاری می‌نمائیم.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاری صمیمانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و به‌خصوص مدیریت

منابع

- 1.Aastveit, A.H., and Aastveit, K. 1993. Effect of genotype-environment interaction on genetic correlation. *Theoretical and Applied Genetics*, 86: 1007-1013.
- 2.Agrama, H.A.S. 1996. Sequential path analysis of grain yield and its components in Maize. *Plant Breeding*, 115: 343-346.
- 3.Ahuja, Sh.L., Singh, D.L., and Prakash, R. 2006. A correlation and path coefficient analysis of components in *G. hirsutum* L. hybrids by usual and fibre quality grouping. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30: 5. 317-324.
- 4.Alishah, A. 2001. Study of morphological traits and diversity of different upland cotton genotypes (*Gossypium hirsutum* L.) in Iran. *J. Plant and Seed*, 17: 1. 44-60.
- 5.Bhatt, G.H. 1973. Significance of path coefficient analysis determining the nature of character association. *Euphytica*, 22: 338-343.
- 6.Dedaniya, A.D., and Pathani, K.V. 1994. Genetic variability, Correlations and path analysis in deshi cotton (*G. arboreum*). *Indian J. Genetic and Plant Breed.* 54: 3. 229-234.
- 7.Dewy, D.R., and Lu, K.H. 1959. A correlation and path coefficient analysis of component crested Wheat grass seed production. *Agron. J.* 51: 515-518.
- 8.Falconer, D.S. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*. 4th edition. Longman. New York.
- 9.FAO. 2006. *Data Stat Year 2006*. UN Food and Agriculture Organization. Rome. Italy.
- 10.Fathi, M. 1998. Determination of selection indices in various cultivars of cotton (*G. hirsutum*). Published Thesis of Tarbiat Modarres University, 118p. (In Persian)
- 11.Haidar, S., and Khan, M.A. 1998. Path coefficient analysis of some yield traits in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Pakistan Journal of Biological Science*, 1: 2. 115-116.
- 12.Hallaver, A.R., and Miranda, J.B. 1981. *Quantitative genetics in Maize breeding*. Iowa State University Press. Ames, Iowa, 468p.
- 13.Holtom, M.J., Pooni, H.S., Rawlinson, C.J., Barnes, B.W., Hussain, T., and Marshall, D.F. 1995. The genetic control of maturity and seed characters in sunflower crosses. *J. Agric. Sci. Cambridge*, 125: 69-78.
- 14.Kang, M.S. 1994. *Applied quantitative genetics*. M.S. Kang publisher, Baton Rouge, L.A.
- 15.Kang, M.S., Miller, J.D., and Tai, P.Y.P. 1983. Genetic and phenotypic path analysis and heritability in sugarcane. *Crop Sci.* 23: 643-647.
- 16.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.
- 17.Li, C.C. 1956. The concept of path coefficient and its impact on population genetics. *Biometrics*, 12: 190-210.
- 18.Moghadam, A., Moghadam, M., Aeshi, A., and Alyari, H. 1997. Determination of percent of autogami and correlation analysis of traits in sunflower cultivars, 6: 3-4. 93-105. (In Persian)
- 19.Nabipour, A.R., Yazdi-Samadi, B., Sarrafi, A., Zali, A.A., Talaie, A.R., and Shahnejat Bushehri, A.A. 2006. Genetic analysis of important agronomic traits and their interrelation in sunflowers using recombinant inbred lines. *Iranian J. Agric. Sci.* 36: 3. 647-658. (In Persian)
- 20.Omidi Tabrizi, A.H. 2002. Correlation between traits and path analysis for grain and oil yield in spring Safflower. *Journal of Plant and Seed*, 18: 2. 229-239. (In Persian)
- 21.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.
- 22.Rezaii, A., and Monzavi Karbasi Ravari, B.A. 1991. Genotypic and phenotypic correlation percent of protein of seed with another trait in winter Wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Agric. Sci. Iran*, 22: 2-1. 1-9. (In Persian)
- 23.Siahsar, B., and Rezaii, A. 1999. Analysis of correlation and path coefficient of morphological and phonological traits related with yield in soybean. *J. Agric. Sci. Iran*, 30: 4. 685-696. (In Persian)
- 24.Stilai, A., and Ehdaie, B. 1992. Correlation and path analysis of agronomic traits in Guayle. *Crop Science*, 32: 953-957.
- 25.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.

Correlation and Path coefficient analysis of yield and some important agronomic traits in cotton genotypes

***S. Damavandy kamali¹, N. Babaian Jelodar² and O. Alishah³**

¹MSc. Student, Dept. of Plant Breeding, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

²Professor, Dept. of Plant Breeding, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

³Assistant Prof., Cotton Research Institute, Gorgan

Abstract

Yield development is one of the main objective in cotton breeding program. Planning of a breeding program for the Improvement of yield, requires information of the nature and the association between the different influencing characters on yield. Path analysis provides determination of the direct and indirect effects of the traits on yield. In order to assesment of phenotypic and genotypic correlation and determination of the direct and indirect effects of some important agronomical traits on seed cotton yield, the experiments were laid out on 10 cotton genotypes in a randomized complete block design (RCBD) in Karkandeh cotton research station during 2005-2006. Significant genotypic differences existed among the genotypes at 1% level for seed cotton yield (first picking and total yield), plant height, number of boll per plant, monopodial branches number and also at 5% level for second picking and the longest monopodial branches length. Phenotypic and genotypic correlation of traits analysis showed positive and significant correlation between seed cotton yield with first picking, second picking, plant number per row and plant height. Path analysis results indicated that first picking, boll weight and boll number had positive direct effect and sympodial branch numbers had negative direct effect on seed cotton yield. Base on correlation and path analysis results, some traits including first picking, boll weight, number of bolls per plant and earliness were distinguished as the main determining factors for seed cotton yield. Also, the result of present study indicated that the correlation analysis and direct and indirect effect estimation would provide useful information for planning a successful breeding program.

Keywords: Cotton; Path analysis; Correlation coefficient; Yield