

بررسی اثرات تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه با استفاده از تجزیه بای پلات

احمد کمالی^{۱*}، براتعلی فاخری^۲ و محمد ضابط^۳

^۱ دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل

^۲ دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل

^۳ استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۷ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۳۰

چکیده

به منظور ارزیابی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای آن در پنبه و انتخاب بهترین رقم، ۱۴ رقم پنبه در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار طی سال زراعی ۱۳۹۱ و تحت دو شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی در مزرعه تحقیقاتی مرکز آموزش فنی و حرفه‌ای شهرستان نهبندان مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام مورد بررسی از نظر کلیه صفات اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.01$) وجود دارد و تنش خشکی بر روی صفاتی نظیر تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه زایا، وزن وش، تعداد غوزه در بوته و درصد کیل الیاف تاثیرگذار بوده است. صفات تعداد غوزه در بوته، تعداد شاخه زایا، ارتفاع و درصد کیل الیاف همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد داشتند. صفات ارتفاع، تعداد شاخه زایا، تعداد روز تا گلدهی، درصد کیل الیاف و تعداد غوزه در بوته تاثیر بیشتری بر روی عملکرد داشتند و ۷۱ درصد تغییرات عملکرد وش را توجیه نمودند. در تجزیه بای پلات صفات تعداد شاخه زایا و تعداد غوزه در بوته به عنوان صفات متمایز کننده (صفاتی که باعث تفاوت بین ارقام می‌شوند) و عملکرد به عنوان نماینده صفات معرفی شدند. ارقام ورامین و بختگان دارای عملکرد بالا بودند. همچنین ارقام ورامین، بختگان، مهر و ساحل عملکرد پایدارتری داشتند. رقم ورامین نزدیک‌ترین رقم به رقم ایده‌آل (رقمی فرضی که دارای بیشترین و پایدارترین عملکرد باشد) بود.

واژه‌های کلیدی: پنبه، مقاومت به خشکی، تجزیه بای پلات، رقم

مقدمه

پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) یکی از محصولات مهم جهت توسعه صادرات غیرنفتی و رهایی از اقتصاد تک‌محصولی می‌باشد. به علت مصارف گوناگون از پنبه، در دنیای امروز اهمیت اقتصادی و تجاری بسیار زیادی دارد، به گونه‌ای که به این محصول به دلیل اهمیت اقتصادی زیاد آن، لقب طلای سفید داده‌اند. همچنین با توجه به اینکه این محصول ماده اولیه صنایع نساجی را تشکیل می‌دهد و این صنایع از نوع صنایع اشتغالزا است، اهمیت پنبه در شرایط کنونی کشور، بیش از پیش آشکار می‌گردد (یزدانی و همکاران، ۲۰۰۹). سطح زیر کشت پنبه در ایران در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹، ۱۱۷ هزار هکتار برآورد شده است که میزان تولید آن در اراضی کشت آبی ۲۳۳۹/۲ کیلوگرم در هکتار و در اراضی با کشت دیم ۷۰۶/۷ کیلوگرم در هکتار بوده است (بی‌نام، ۲۰۱۳).

کشور ایران با میزان بارندگی ۲۴۰ میلی‌متر در سال در زمره مناطق خشک و نیمه خشک قرار می‌گیرد (کردوانی، ۲۰۰۱)، به طوری که بحران کمبود آب به طور روز افزون کشاورزی ما را با مخاطره مواجه نموده است. از این رو معرفی و توصیه ارقام زراعی که بتوانند در شرایط تنش خشکی عملکرد قابل قبولی تولید کنند، یکی از راهکارهای مواجهه با این مشکل بوده و مورد توجه اصلاح‌گران است. مطالعات متعددی در رابطه با اصلاح پنبه در جهت مقاومت به خشکی صورت گرفته که از جمله آنها بررسی تاثیر تنش خشکی روی مقدار آبسزیک اسید و ایندول استیک اسید گل‌های پنبه (گویین و همکاران، ۱۹۹۰)، بررسی اثرات تنش آبی روی عملکرد الیاف، اجزاء عملکرد و توزیع غوزه پنبه (پتیگرو و همکاران، ۲۰۰۴)، مقایسه پنبه پیما و آکالا از نظر عملکرد و مصرف آب (دتار و همکاران، ۱۹۹۳)، تعیین رابطه بین مقدار آب آبیاری و رشد بذر و فیبر سه رقم پنبه (رابادیا و همکاران، ۱۹۹۹) و غیره می‌باشند که غالباً با روش‌های تجزیه آماری معمول انجام شده‌اند.

تجزیه بای‌پلات یکی از روش‌های آماری است که ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و پایدار را به صورت ترسیمی مورد بررسی قرار می‌دهد (یان و همکاران، ۲۰۰۷). هدف از نمودار بای‌پلات نشان دادن اهمیت و سهم هر یک از متغیرها در مولفه‌های اصلی و نیز نشان دادن قابلیت تجزیه به مولفه‌های اصلی در متمایز کردن افراد و گروه‌ها از یکدیگر است. همچنین این امکان را می‌دهد که دو اثر ژنوتیپ و ژنوتیپ × محیط همزمان مورد بررسی قرار گیرند (یان و همکاران، ۲۰۰۵). لذا هدف از این تحقیق بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه با استفاده از تجزیه بای‌پلات و شناسایی ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا و پایدار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی، تعداد ۱۴ رقم پنبه شامل دلتا پایین ۲۵، N200، SB35، بختگان، T3-39-84، ورامین، مهر، سای‌اکرا، شیرپان ۶۰۳، SP731، ارمغان، ساحل، خرداد، اولتان در دو حالت تنش خشکی و بدون تنش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی مرکز آموزش فنی و حرفه‌ای شهرستان نهبندان با مختصات جغرافیایی طول ۶۰ درجه و ۳۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۳ دقیقه و ارتفاع ۱۱۹۶ متری از سطح دریا مورد مطالعه قرار گرفتند. بافت خاک محل آزمایش لومی شنی بود. قبل از کاشت از خاک محل آزمایش (در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری) به صورت مرکب نمونه‌برداری شد و تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش بر اساس روش‌های متداول انجام گرفت (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

| نوع بافت خاک | N% (total) | P(ava) Ppm | K(ava) | Fe mg/kg | PH | EC ds/m | CaCO ₃ % | Cl mg/kg | Mg meq/l | Ca meq/l | گچ % | درصد اشباع |
|--------------|------------|------------|--------|----------|-----|---------|---------------------|----------|----------|----------|------|------------|
| لومی شنی | ۰/۰۲ | ۳/۹ | ۲۴۱/۵ | ۳/۳۵ | ۸/۲ | ۱/۸۵ | ۱/۳ | ۱۰/۵ | ۴/۴ | ۵/۹ | ۱/۴ | ۳۶/۴ |

عملیات تهیه زمین شامل شخم زمستانه، دیسک و لولر در بهار بود. قبل از کشت از علفکش سونالان به میزان ۳/۵ لیتر در هکتار برای کنترل علف‌های هرز استفاده شد. کودهای سولفات پتاسیم، سولفات آمونیوم و سوپرفسفات تریپل به ترتیب به میزان ۱۵۰، ۲۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (۵۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم قبل از کاشت و بقیه به صورت سرک) مورد استفاده قرار گرفت. عملیات داشت شامل تنک، وجین و سم‌پاشی علیه آفات هر کدام به ضرورت و در زمان مقتضی بر اساس توصیه‌های فنی زراعت پنبه انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل ۳ خط دو متری بود که خطوط کناری و نیم متر ابتدا و انتهای هر ردیف به عنوان حاشیه حذف شد. فاصله ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر، فاصله بوته‌های روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر، فاصله بین کرت‌های اصلی ۱۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین دو تیمار ۴ متر در نظر گرفته شد. کاشت به روش هیرم‌کاری صورت گرفت و اندازه‌گیری رطوبت خاک توسط دستگاه TDR انجام شد که در آن ظرفیت زراعی ۲۸/۵ درصد حجمی و نقطه پژمردگی ۱۲/۵ درصد حجمی بود. تیمار نرمال در ۲۸/۵ درصد حجمی (تخلیه رطوبتی مجاز) و تیمار تنش خشکی در ۱۸/۵ درصد حجمی آبیاری شد. صفات مورد بررسی شامل تعداد روز تا جوانه‌زنی، تعداد روز تا شروع گل‌دهی، تعداد روز تا شروع غوزه‌دهی، تعداد روز تا ۵۰ درصد غوزه‌دهی (هنگامی که نصف بوته‌های هر کرت غوزه دادند)، تعداد روز تا ۹۰ درصد غوزه‌دهی (هنگامی که ۹۰ درصد بوته‌های هر کرت غوزه دادند)، تعداد روز تا شکوفایی غوزه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه زایا در بوته، تعداد غوزه در بوته، وزن وش و درصد کیل بودند.

یادداشت برداری صفات بر روی ۱۰ بوته انتخاب شده تصادفی از ردیف‌های وسط هر کرت در موعد مقرر صورت گرفت. همچنین برای صفات تعداد شاخه زایا و تعداد غوزه در بوته متوسط در نظر گرفته شد. مدل استفاده شده در GGE¹ بای پلات به صورت $Y_{ij} - \mu = \lambda_1 \xi_{i1} \eta_{j1} + \lambda_2 \xi_{i2} \eta_{j2} + \varepsilon_{ij}$ بود که Y میانگین عملکرد ژنوتیپ i در محیط j ، μ میانگین کل برای همه مشاهدات، λ_1 و λ_2 به ترتیب مقادیر ویژه برای PC1² و PC2، ξ_{i1} و ξ_{i2} به ترتیب درجه PC1 و PC2 برای ژنوتیپ i ، η_{j1} و η_{j2} به ترتیب درجه PC1 و PC2 برای ژنوتیپ j بودند. برای انجام تجزیه همبستگی از رویه بای‌واریانت استفاده شد. به منظور افزایش کارایی انتخاب از طریق گزینش تعداد کمی صفت به‌عنوان شاخص انتخاب، از رگرسیون گام به گام استفاده شد. این محاسبات اطلاعات مربوط به سهم نسبی تعدادی از متغیرهای مستقل را در برابر یک متغیر وابسته فراهم می‌سازد. برای انجام تجزیه رگرسیون از رویه گام به گام (stepwise) استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از نسخه ۹/۲ نرم افزارهای SAS، نسخه ۲۱ نرم‌افزار SPSS و نسخه ۴/۱ نرم‌افزار GGEbiplot استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب در پنبه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب در شرایط نرمال: نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها در شرایط نرمال (جدول ۲) نشان داد اثر ژنوتیپ برای کلیه صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بنابراین از نظر عملکرد و اجزای آن بین ژنوتیپ‌ها اختلاف قابل ملاحظه‌ای وجود داشته است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب در شرایط تنش: تجزیه واریانس نتایج در شرایط تنش (جدول ۳) نشان داد اثر ژنوتیپ برای کلیه صفات معنی‌دار بود؛ به جز صفات تعداد روز تا شروع جوانه‌زنی و تعداد شاخه زایا که معنی‌دار نبود. با مقایسه نتایج تجزیه واریانس در شرایط نرمال و تنش مشخص می‌شود میانگین مربعات صفات روز تا شکوفایی غوزه، تعداد غوزه در بوته و ارتفاع در حالت تنش بیشتر است و این نشان می‌دهد اختلاف ژنوتیپ‌ها در این صفات در حالت تنش بیشتر بوده است. بنابراین نتیجه می‌شود این صفات بیشتر تحت تاثیر تنش قرار می‌گیرند. این نتایج مشابه نتایج فتحی سعدآبادی و نوایی (۲۰۰۸) بود که به‌منظور ارزیابی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای آن در پنبه و انتخاب بهترین ژنوتیپ از بین ژنوتیپ‌های در دست معرفی پنبه در مقایسه با رقم تجارتي منطقه، چهار ژنوتیپ از گونه تتراپلوئید پنبه را مورد مطالعه و مقایسه قرار دادند و نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر دور آبیاری بر روی صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد شاخه رویا، وزن غوزه و عملکرد معنی‌دار بود.

1- Principal Component

2- Genetic and genetic × Environment Interaction

جدول ۲ - تجزیه واریانس مرکب برای صفات مختلف اندازه گیری شده در ژنوتیپ‌های پنبه برای شرایط نرمال

| درصد کیل | ارتفاع | تعداد شاخه زایا | وزن وش | تعداد غوزه در بوته | میانگین مربعات | | | درجه آزادی | منابع تغییر |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------|
| | | | | | تعداد غوزه | روز تا شکوفایی | روز تا بلوک | | |
| ۰/۰۰۰۰۳ ^{NS} | ۱۳۴/۵ ^{NS} | ۰/۰۰۹ ^{NS} | ۴۳۰/۳ ^{NS} | ۰/۰۰۹ ^{NS} | ۴/۰۰۳ ^{NS} | ۱۶/۸۸ ^{NS} | ۰/۰۰۷ ^{NS} | ۴/۳۳ ^{NS} | ۱ |
| ۰/۰۰۰۵ ^{NS} | ۵۱۵/۵ ^{NS} | ۴/۶۹ ^{NS} | ۹۵۴۰/۳ ^{NS} | ۶/۱۹ ^{NS} | ۱۳/۵۷ ^{NS} | ۵۱/۳۰ ^{NS} | ۱۵/۱۷۴ ^{NS} | ۱۳/۶۸ ^{NS} | ۱۳ |
| ۰/۰۰۰۳ | ۱۵۲/۲ | ۰/۵۳ | ۶۴۵/۸ | ۱/۰۴ | ۲/۷۹ | ۱۱/۱۶ | ۱/۴۳ | ۱/۴۸ | ۲۶ |
| ۶/۴۷ | ۱۱/۹ | ۱۰/۸۹ | ۱۰/۷۸ | ۱۲/۵ | ۱/۸۲ | ۴/۱۷ | ۱/۶۶ | ۲/۱۹ | ۵۵۰ |
| ۸۸/۴۲ | ۶۳/۷ | ۸۱/۵ | ۸۸/۱ | ۷۴/۸ | ۷۳/۱ | ۷۰/۷ | ۸۴/۶ | ۸۲/۳ | ۷۸/۴ |

و * به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی داری

جدول ۳ - تجزیه واریانس مرکب برای صفات مختلف اندازه گیری شده در ژنوتیپ‌های پنبه برای شرایط تنش

| درصد کیل | ارتفاع | تعداد شاخه زایا | وزن وش | تعداد غوزه در بوته | میانگین مربعات | | | درجه آزادی | منابع تغییر |
|----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|
| | | | | | تعداد غوزه | روز تا شکوفایی غوزه | روز تا بلوک | | |
| ۰/۰۰۰۲ ^{NS} | ۹۲/۱۶ ^{NS} | ۰/۳۸ ^{NS} | ۷۱۳/۳ ^{NS} | ۰/۸۸ ^{NS} | ۹/۳۱ ^{NS} | ۲۶/۸۸ ^{NS} | ۰/۵ ^{NS} | ۷/۴۵ ^{NS} | ۲ |
| ۰/۰۰۴ ^{NS} | ۹۱۹/۶ ^{NS} | ۱/۵۸ ^{NS} | ۵۶۳۵/۸ ^{NS} | ۷/۵۹ ^{NS} | ۲۷/۲۱ ^{NS} | ۲۷/۳۳ ^{NS} | ۱۸/۶۵ ^{NS} | ۱۲/۳۱ ^{NS} | ۱۳ |
| ۰/۰۰۰۹ | ۷۸/۶۲ | ۰/۸۶ | ۴۶۲/۹ | ۰/۹۰ | ۷/۱۶ | ۱۱/۴۹ | ۴/۹۶ | ۱/۵۸ | ۲۶ |
| ۱۰/۰۰۶ | ۹۱۴/۹ | ۱۵/۶۵ | ۱۰/۰۳ | ۱۲/۸۵ | ۲/۹۲ | ۴/۲۱ | ۳/۰۶ | ۲/۲۲ | ۷/۶۹ |
| ۶/۸/۸ | ۸۵/۵ | ۴۸/۵ | ۸۶/۱ | ۸۱/۰ | ۶۶/۶ | ۵۷/۷ | ۶۵/۳ | ۸۰/۹ | ۵۵/۳ |

و * به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی داری

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی در پنبه

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی در شرایط نرمال: نتایج همبستگی ساده نشان داد (جدول ۴) که عملکرد (وزن وش) با صفات تعداد غوزه در بوته، تعداد شاخه زایا، ارتفاع و درصد کیل الیاف همبستگی مثبت و با صفت تعداد روز تا شکوفایی غوزه همبستگی منفی داشت. همچنین صفت تعداد غوزه در بوته با صفات تعداد شاخه غوزه دهنده و ارتفاع گیاه نیز همبستگی مثبت داشت. بنابراین نتایج مؤید نقش این صفات در عملکرد بالا بود. باید در نظر داشت که این اجزاء عملکرد در پنبه تحت تاثیر تنش‌های محیطی به ویژه تنش خشکی قرار می‌گیرند (اسمیت و کوترن، ۱۹۹۹). اصولاً بوته‌های پنبه در مواجه شدن با شرایط سخت محیطی دست به یک خود تنظیمی می‌زنند که آن کاهش تعداد قوزده‌ها، کاهش ارتفاع و تعداد شاخه زایا می‌باشد که در اکثر موارد این عمل به عنوان سازش با شرایط محیطی تلقی می‌شود (سینگ، ۱۹۹۸). همچنین در شرایط تنش خشکی ارقام پنبه دارای رشد سبزینه‌های کمتری بوده و رشد زایشی خود را تکمیل می‌کنند (رادولویچ و هسیاو، ۱۹۸۶). وفایی تبار و طلعت (۲۰۰۸) نیز در مطالعه ۹ رقم پنبه از نظر خصوصیات زراعی، کمی و کیفی همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد شاخه‌های زایا با تعداد غوزه در بوته، عملکرد و ارتفاع مشاهده نمودند.

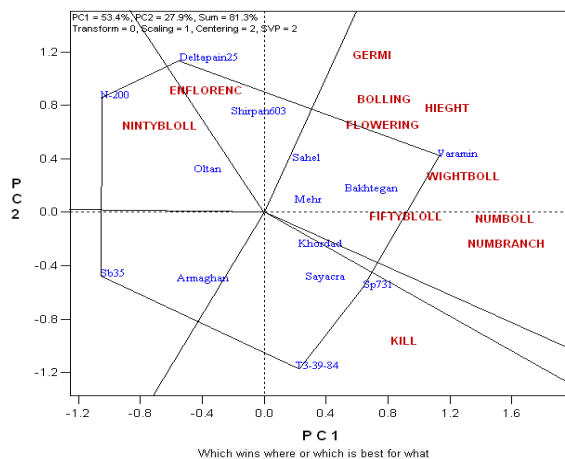
نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام به گام در شرایط تنش: با توجه به نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام (جدول ۵)، در شرایط تنش پنج صفت وارد مدل شدند که در مجموع بیش از ۷۱ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند. صفات ارتفاع و تعداد شاخه زایا مهم‌ترین متغیرهایی بودند که وارد مدل شده‌اند و بیش از ۶۵ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کرده‌اند.

جدول ۵- نتایج رگرسیون گام به گام عملکرد و سایر صفات

| صفات | ضریب رگرسیون | خطای استاندارد | T | | Prob |
|------------------|--------------|----------------|------------|-------|--------|
| | | | ضریب تبیین | | |
| ارتفاع | ۱/۲۸ | ۰/۵۶ | ۰/۲۵۹ | ۴/۹۷ | ۰/۰۰۰۱ |
| تعداد شاخه زایا | ۵/۰۲ | ۰/۶۵ | ۴/۸۹ | ۱/۰۲ | ۰/۳۰۸ |
| روزتاگلدهی | ۵/۳ | ۰/۶۷ | ۱/۹۲ | ۲/۷۵ | ۰/۰۰۷ |
| کیل | ۲۶۱/۹ | ۰/۶۹ | ۱۰۸/۲ | ۲/۴۱ | ۰/۰۱۸ |
| تعدادغوزه دربوته | ۶/۵ | ۰/۷۱ | ۳/۱۲ | ۲/۰۸ | ۰/۰۴۱ |
| عرض از مبدا | -۳۶۱/۴ | ----- | ۱۱۸/۹ | -۳/۰۳ | ۰/۰۰۳ |

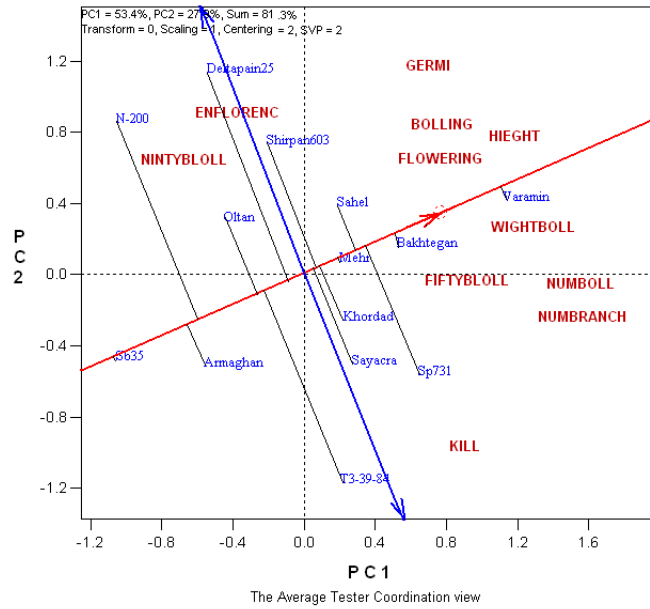
نتایج حاصل از تجزیه بای‌پلات در شرایط مرکب: در بررسی نمودارهای حاصل از تجزیه بای‌پلات، نمودار چند ضلعی (Polygon) به منظور تعیین رقم‌های برتر در صفات مختلف اندازه‌گیری شده در شرایط مرکب (شکل ۱) نشان داد که رقم‌های ورامین، SP731، SB35، N200، دلتاپاین ۲۵ و T3-39-84 که در رئوس چند ضلعی قرار داشتند، رقم‌های برتر بودند. همچنین در این بررسی سه

گروه صفات مهم مشخص گردید. اولین گروه شامل صفات تعداد روز تا جوانه‌زنی، تعداد غوزه در بوته، تعداد شاخه زایا، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، ارتفاع، تعداد روز تا شروع غوزه‌دهی و وزن وش بودند که در آنها رقم ورامین برتر بود، دومین گروه صفات شامل درصد کیل الیاف بود که در آنها رقم T3-39-84 برتر بود و در گروه سوم صفات تعداد روز تا ۹۰ درصد گلدهی و تعداد روز تا شکوفایی غوزه قرار داشتند که در آنها رقم‌های دلتاپاین ۲۵ و N200 برتر بودند. در دو بخش دیگر که رقم‌های Sb35 و SP731 در راس آنها قرار گرفته بودند، هیچ صفتی وجود نداشت که این امر بیانگر آن بود که این دو رقم در هیچ یک از صفات بیشترین عملکرد را نداشتند. برای بررسی همزمان پایداری و عملکرد رقم‌ها از مختصات صفت متوسط^۱ استفاده می‌گردد. به این شکل بای‌پلات میانگین در مقابل پایداری نیز گفته می‌شود. در این نمودار محوری که دارای یک سر پیکان است و از مبداء مختصات می‌گذرد تقریبی از عملکرد رقم‌ها می‌باشد. نتایج بای‌پلات (شکل ۲) نشان داد که رقم ورامین بیشترین عملکرد را داشته است و بعد از آن ارقام بختگان، SP731، ساحل، مهر، خرداد، سای آکرا و شیرپان ۶۰۳ قرار داشتند. عملکرد ارقام دیگر از میانگین عملکرد کمتر بود. خط عمود بر محور میانگین که دارای دو سر پیکان است، بیانگر اثر متقابل رقم در محیط می‌باشد. هر چقدر تصویر رقم‌ها روی این محور بلندتر باشد، نشان دهنده ناپایداری بیشتر آنهاست. با استفاده از شکل ۲ مشخص گردید که ارقام ورامین، بختگان، مهر، ساحل و Sb35 دارای پایداری عملکرد خوبی بودند. مشابه نتایج فوق در مطالعه محمدی‌فرد و همکاران (۲۰۱۲) به منظور ارزیابی رقم‌های پنبه به تنش خشکی نیز نتایج نشان دادند ارقام ورامین، ساحل و مهر رقم‌های پایدار در شرایط تنش خشکی هستند.

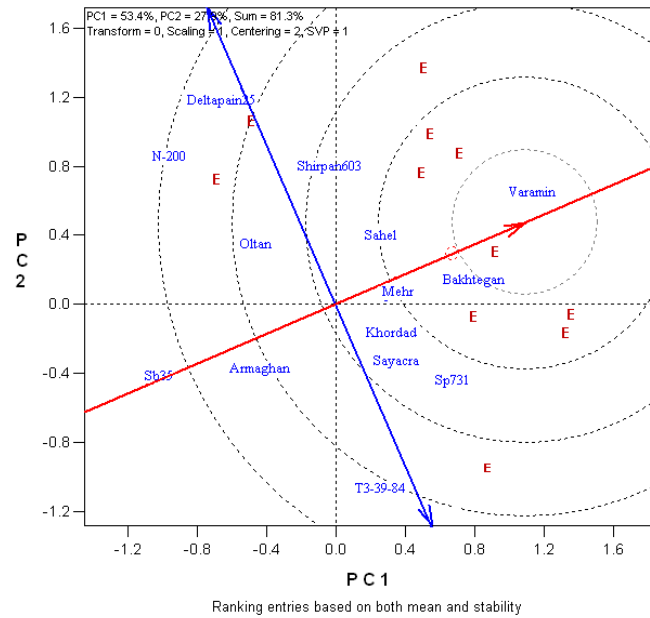


شکل ۱- چند ضلعی GGE بای‌پلات برای تعیین ژنوتیپ‌های برتر در بین صفات

1-Average tester coordinate



شکل ۲- بایلات متوسط عملکرد برای گزینش همزمان عملکرد و پایداری ژنوتیپ‌های پنبه



شکل ۳- مقایسه ژنوتیپ‌های پنبه با ژنوتیپ ایده آل از نظر عملکرد و پایداری

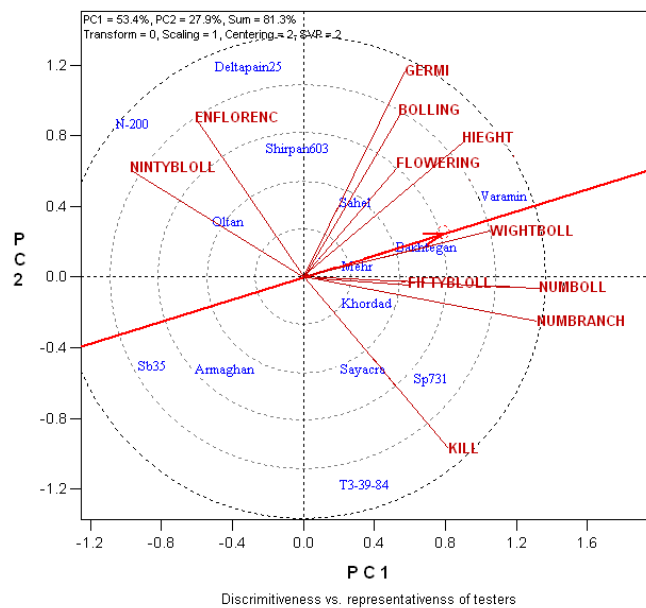
رقم ایده‌آل رقمی فرضی است که دارای بیشترین و پایدارترین عملکرد بوده و از نظر مکانی در مرکز دواير متحدالمرکز بای پلات قرار داشته باشد. میزان مطلوبیت رقم‌ها به فاصله آنها از رقم مطلوب بستگی دارد. مقایسه رقم‌های مورد بررسی با رقم ایده‌آل (شکل ۳) نشان داد که رقم ورامین نزدیک‌ترین رقم به رقم ایده‌آل بود که بیشترین عملکرد را داشته است و به علت قرار گرفتن روی محور میانگین دارای بیشترین پایداری نیز بود. ارقام بختگان، مهر، ساحل و خرداد نیز به رقم ایده‌آل نزدیک بودند و می‌توانند به عنوان رقم‌های مطلوب گزینش شوند.

نتایج مشاهده شده در مورد رقم ورامین در مطالعه دماوندی و همکاران (۲۰۰۹) که به منظور بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و پایداری عملکرد ارقام پنبه از طریق روش‌های تک متغیره پارامتری و ناپارامتری انجام شد و رقم سپید از لحاظ عملکرد، رقم بلیزوا از لحاظ زودرسی، رقم ورامین از لحاظ وزن غوزه و رقم خرداد از لحاظ تعداد غوزه برتر از بقیه ارقام بودند، نیز بدست آمده است. کسینوس زاویه بین بردارهای صفات در نمودار بای پلات تقریبی از همبستگی بین آنهاست. زمانی که زاویه بین بردار دو صفت ۹۰ درجه باشد، همبستگی بین آنها صفر، اگر این زاویه صفر درجه باشد، همبستگی بین آنها +۱ و اگر ۱۸۰ درجه باشد همبستگی -۱ است. با تعیین همبستگی بین صفات می‌توان در آزمایش‌ها، صفات با همبستگی زیاد را برای کاهش هزینه‌ها حذف نمود. بررسی بین صفات (شکل ۴) نشان داد که زاویه بین بردارهای صفات تعداد شاخه زایا، تعداد غوزه در بوته، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا ۵۰ درصد غوزه‌دهی، ارتفاع، تعداد روز تا غوزه‌دهی، تعداد روز تا جوانه‌زنی و درصد کیل الیاف با عملکرد، کمتر از ۹۰ درجه بود. بنابراین همبستگی بین آنها مثبت است. زاویه بین بردار صفات تعداد غوزه در بوته و تعداد شاخه زایا و تعداد روز تا ۵۰ درصد غوزه‌دهی نزدیک به صفر بود. در نتیجه همبستگی مثبت و بالایی بین این صفات وجود داشت.

بین بردارهای صفات تعداد روز تا ۹۰ درصد گلدهی و درصد کیل الیاف بزرگتر از ۹۰ درجه بود و همبستگی بین آنها منفی بود. این نتایج مشابه نتایج مطالعه عالی‌شاه و همکاران (۲۰۰۹) که به منظور تحلیل ژنتیکی عملکرد و برخی از صفات هم‌بسته در ژنوتیپ‌های پنبه آپلند انجام شد و نتایج همبستگی معنی‌دار بین عملکرد پنبه با صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه رویا، زودرسی و وزن قوزه نشان دادند، بودند. مشابه این، دماوندی کمالی و همکاران (۲۰۰۹) نیز در آزمایشی به منظور بررسی همبستگی و روابط علت و معلولی عملکرد و برخی صفات مهم زراعی در رقم‌های پنبه، نتایج نشان دادند که صفت عملکرد وش در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد بوته بارده، عملکرد چین ۱ و ۲ و ارتفاع بوته دارد. ویژگی مهم دیگر در بای پلات، همبستگی بین صفات و طول بردار آنهاست که تقریبی از انحراف درون هر محیط می‌باشد و نیز شاخصی برای قابلیت تمایز^۱ صفات است.

1- Discriminating ability

قابلیت تمایز یکی از ویژگی‌های مهم هر صفت می‌باشد. به طوری که صفات فاقد قابلیت تمایز نمی‌توانند اطلاعات مفیدی در مورد ارقام ارائه نمایند. بررسی بردارهای صفات در محیط نرمال و تنش خشکی نشان داد که صفات تعداد شاخه زایا و تعداد غوزه در بوته که دارای بیشترین طول بردار بودند، صفات متمایز می‌باشند. زاویه بردار صفات با محور میانگین نیز نشان دهنده نماینده صفات می‌باشد. مقدار نماینده صفات نشان دهنده مقدار تقریبی صفات دیگر می‌باشد که با بررسی شکل ۴ نماینده صفات عملکرد بود. هنگام تنش خشکی تعداد غوزه در بوته روی مقدار عملکرد تاثیر دارد. همچنین رشد غوزه بعد از مرحله گلدهی، حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی می‌باشد (سینگ، ۱۹۹۸). همچنین کاهش ارتفاع پنبه به عنوان یکی از اثرهای مهم تنش رطوبتی گزارش شده است (راجو و همکاران، ۱۹۹۷).



شکل ۴ - بای پلات صفت متمایز و نماینده صفات

اثر تنش خشکی بر روی تعداد غوزه در بوته بیشتر از صفات دیگر است و این کاهش تعداد غوزه در بوته بیشتر بر اثر ریزش غوزه اتفاق می‌افتد (گویین و همکاران، ۱۹۹۰). همچنین تنش خشکی باعث کاهش عملکرد، تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه و زودرسی می‌شود (عالیشاه و احمدی‌خواه، ۲۰۰۹).

نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج نشان داد که GGE بای‌پلات روشی مناسب برای گزینش همزمان عملکرد و پایداری بوده است و توانست ارقام ورامین، بختگان، مهر و ساحل را به عنوان ارقام پایدار پنبه با میانگین عملکرد بالا در شرایط تنش خشکی معرفی نماید. همچنین توانست صفات تعداد شاخه زایا و تعداد غوزه در بوته را به عنوان صفات متمایز کننده و صفت وزن وش را به عنوان نماینده صفات شناسایی کند.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از موسسه تحقیقات پنبه که بذر رقم‌های مختلف پنبه را در اختیار قرار دادند، کمال تشکر را دارد. همچنین از مرکز آموزش فنی و حرفه‌ای نهبندان که امکان انجام آزمایش را فراهم نمود قدردانی می‌شود.

منابع

1. Alishah, O., and Ahmadikhah, A. 2009. The effects of drought stress on improved cotton varieties in Golestan province of Iran. *Int. J. Plant Production*. 3(1): 17-25.
2. Alishah, O., Fahmideh, L., and Nasrollah Nejad, S. 2009. Genetic analysis of yield and some associated traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes. *J. Plant Production*. 16(2): 67-85. (In Persian).
3. Anonymous. 2013. Statistics of agricultural crops. Centre for Information and Communication Technology publications, p: 49. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Iran. (In Persian).
4. Baker, R.J. 1990. Crossover genotype-environmental interaction in spring wheat. pp. 42-51. *In*: M.S. Kang (Ed.), *Genotype-by-environment interaction and plant breeding*, Louisiana State University Agricultural Center, Baton Rouge, LA.
5. Damavandi Kamali, S., Babaian Jelodar, N., and Alishah, O. 2009. Correlation and Path coefficient analysis of yield and some important agronomic traits in cotton genotypes. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.* 16:2 (Special issue No: 2). 43-52. (In Persian).
6. DeTar, W.R., Phene, C.J., Clark, D.A., and Kerby, T.A. 1993. Comparison of water use and yields of Acala and Pima cottons for subsurface drip vs. furrow irrigation. 1993 Belt wide Cotton Conference: Cotton Engineering Systems, pp. 540-541.

7. Fathi Sadabadi, M., and Navvabi, F. 2008. Effect of drought stress on yield and its components in four cotton genotypes in Darab region. Iranian J. Crop Sci. 10(2): 110-124. (In Persian).
8. Gabriel, K.R. 1971. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. Biometrika. 58: 453-467.
9. Gauch, H.G. 2006. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. Crop Sci. 46: 1488-1500.
10. Gauch, H.G., and Zobel, R.W. 1996. AMMI analysis of yield trait in genotype by environment interaction, Kang, M.S., and Gauch, H.G., eds.), CRC Press, Boca Raton, FL: 85-122.
11. Guinn, G., Dunlap, J.R., and Brummett, D.L. 1990. Influence of water deficits on the abscisic acid and indole-3-acetic acid contents of cotton flower buds and flowers. Plant Physiol. 93: 1117-1120.
12. Heitholt J.J. 1995. Cotton flowering and boll retention in different planting configurations and leaf shapes. Agron. J. 87: 994-998.
13. Jenkins, J.N., and Saha, S. 2001. Genetic improvement of cotton. Science Publishers, Inc. 344 pp.
14. Kamli, S., Alishah, O., and Babaian, N. 2009. The assessment of genotype x environment interaction effect on and non-parametric methods. J. Crop Production and Processing. 13(48): 41-51. (In Persian).
15. Kardavani, P. 2001. Drought and the ways to confront it in Iran, Tehran University Publications. pp: 5-23. (In Persian).
16. Kempton, R.A. 1984. The use of biplots in interpreting variety by environment interactions. J. Agric. Sci. 103: 123-135.
17. Mohammadifard, R.G., Zare, M., Bazrafshan, F., and Zadehbagheri, M. 2012. Evaluation of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes to drought stress. Int. J. Biosci. 4(12): 158-166.
18. Pettigrew, W.T. 2004. Moisture deficit effects on cotton lint yield, yield components and boll distribution. Agron. J. 96: 377-383.
19. Rabadia, V.S., Thaker, V.S., and Singh, Y.D. 1999. Relationship between water content and growth of seed and fibre of three cotton genotypes. J. Agron. Crop Sci. 183: 255-261.
20. Radulovich, R., and Hsiao, T.C. 1986. A descriptive model of cotton growth and reproductive response to water deficits. Agron. Abstracts. p: 121.
21. Rajo, R.K., Harry, F., and Mcking, J.M. 1997. Modeling temperature effects on cotton internode and leaf growth. Crop Sci. 37: 500-503.
22. Sing, P. 1998. Cotton breeding, Kalyani publishers, New Delhi. pp: 125-135.
23. Smith, C.W., and Cothren, J.T. 1999. Cotton: origin, history, technology, and production. John Wiley and Sons, Inc., New York, NY. 850 pp.

24. Vafaeitabar, M.R., and Talat, F. 2008. Quantitative and qualitative traits of some promising cotton cultivar in Varamin region. *J. Agri. Sci.* 5(2): 245-256. (In Persian).
25. Yan, W., and Tinker, N.A. 2005. An integrated biplot analysis system for displaying, interpreting and exploring genotype environment interaction. *Crop Sci.* 45: 1004-1016.
26. Yan, W., Kang, M.S., Ma, B., Woods, S., and Cornelius, P.L. 2007. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype by environment data. *Crop Sci.* 47: 643-655.
27. Yazdani, S., Shahbazi, H., and Kavooei, M. 2009. Economic Analysis of cotton product in Khorasan province. *An Iranian Econom. Analysis. J. Agric. Development.* 41-2(4): 425-433.

The study of drought stress effects on yield and yield components of cotton using biplot analysis

A. Kamali*¹, B.A. Fakheri² and M. Zabet³

¹Former MSc. Student, Faculty of Agriculture, University of Zabol

²Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Zabol

³Assistant Professor, Faculty of Agriculture, University of Birjand

Received: 2015/5/28 Accepted: 2015/12/21

Abstract

In order to evaluate the effect of drought stress on yield and yield components of cotton and selection of the best cultivars, an experiment was conducted as complete randomized block design (RCBD) with three replications on 14 cotton cultivars at Agricultural Research farm of Technical and Vocational Training center, Nehbandan, Khorasanjonobi under normal irrigation and drought stress in 2012. The results of variance analysis showed that there was significant difference among cultivars for all traits under stress and non-stress conditions. The effects of drought stress was significant on day number to flowering, plant height, number of sympodial branches, cotton yield, number of boll per plant and lint percentage. The assessment of simple correlation coefficient showed that the yield was positively and significantly correlated number of bolls per plant, number of sympodial branch, plant height and lint percentage. The traits of plant height, number of sympodial branches, day number to flowering, lint percentage and number of bolls per plant can be considered as the best indices for yield improving. In analysis of biplots, traits of numbers of sympodial branches and bolls per plant were as distinguishing traits and cotton yield was as traits representative. Also cultivars of Varamin, Bakhtegan, Mehr and Sahel had more stable yield. Varamin cultivar was similar to ideal cultivar.

Keywords: Cotton, Drought Tolerance, Biplot Analysis, Cultivar

*Corresponding author; ahmadkamali72@gmail.com

