بررسی روابط عملکرد دانه با برخی صفات مهم زراعی لوبیا سفید با روش‌های مختلف آماری در شرایط نرمال و آبیاری محدود

محسن ابراهیمی *[۱]، محمد گلباشی [۲]، محمدرضا بی‌همتا [۳]، عبدالهادی حسین‌زاده [۴] و فرنگیس خیال‌پرست [۵]

(E-mail: mebrahimi@ut.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۱۴ و تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۱۴

چکیده

به‌منظور بررسی تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی برخی از صفات مهم زراعی مرتبط با عملکرد دانه لوبیا، ۳۰ ژنوتیپ لوبیای سفید در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو محیط بدون تنش (نرمال) و تنش (آبیاری محدود) مطالعه شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری دارند که دلالت بر وجود تنوع ژنتیکی بین لاین‌ها دارد. نتایج حاصل تحت شرایط تنش نشان داد که در لوبیا سفید صدمات زیادی به ترتیب بر عملکرد دانه، وزن غلاف، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته وارد شد. همچنین شاخص‌های تحمل به خشکی، میانگین محصول‌دهی و میانگین هندسی محصول‌دهی بهترین شاخص‌ها برای تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی بودند. در شرایط بدون تنش (نرمال) و تنش، وزن غلاف بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشت. تجزیه به عامل‌ها در هر دو محیط سه عامل را مشخص نمود که در محیط بدون تنش در مجموع بیش از ۸۲ و در محیط تنش بیش از ۸۶ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند. نتایج رگرسیون گام به گام در شرایط تنش نشان داد که حداکثر اختلاف عملکرد دانه لاین‌ها را می‌توان به وزن غلاف، شاخص برداشت، وزن صد دانه و تعداد دانه در گیاه نسبت داد. نتایج تجزیه علیت تأکید بر نقش مهم اثرات این صفات در عملکرد دانه داشت. به‌طورکلی، در هر دو شرایط بدون تنش (نرمال) و تنش بیشترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه مربوط به وزن غلاف بود. به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس صفات فنوتیپی مورد بررسی، از تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA استفاده گردید که در هر دو محیط لاین‌ها در چهار گروه مجزا قرار گرفتند.

کلمات کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه خوشه‌ای، همبستگی

---

۱ – استادیار گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت – ایران **(نویسنده مسئول مکاتبات *)**

۲ – دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج – ایران

۳ – استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج – ایران

۴ – دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج – ایران

۵ – استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج – ایران

مقدمه

حدود دو سوم زمین‌های زیرکشت ایران در مناطق نیمه خشک قرار دارند، لذا تهیه ارقام با مقاومت بالا به تنش خشکی یکی از مهم‌ترین اهداف برنامه‌های اصلاحی را تشکیل می‌دهد (۱). از طرف دیگر، مصرف لوبیا به عنوان تأمین‌کننده پروتئین گیاهی در کشورهای در حال توسعه و همچنین در کشورهای پیشرفته به عنوان مکمل غذایی دارای اهمیت قابل توجهی است (۱۲).

حبوبات با داشتن حدود ۲۵ درصد پروتئین، نقش مهمی در تأمین پروتئین مورد نیاز انسان دارند. اهمیت حبوبات در ایران پس از گندم و برنج است و از این بین، حدود نیمی از سطح زیرکشت حبوبات را لوبیا به خود اختصاص داده و به همین دلیل به‌نژادی آن اهمیت روزافزونی یافته است (۲).

هدف از به‌نژادی انتخاب بهترین‌ها است و به منظور دست‌یابی به این هدف، باید جامعه مورد مطالعه از نظر صفات مورد بررسی دارای تنوع مطلوب باشد که آگاهی از این تنوع خود نیازمند ارزیابی ژرم‌پلاسم می‌باشد (۱۴ و ۲۳). با مطالعه همبستگی و استفاده از روش‌های تجزیه آماری چندمتغیره از قبیل تجزیه به عامل‌ها و تجزیه علیت می‌توان صفات مؤثر در عملکرد دانه و همچنین سایر عوامل مؤثر در ایجاد همبستگی بین صفات را شناسایی کرد (۶). عملکرد لوبیا صفتی کمی و پیچیده است که اجزای آن تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه می‌باشد (۱۰ و ۱۲). استفاده از روش اصلاحی انتخاب در لوبیا به منظور افزایش عملکرد دانه روشی مشکل می‌باشد (۱۱).

بررسی عکس‌العمل ارقام لوبیا و ماش نسبت به تنش خشکی نشان داد که از صفات فیزیولوژیکی می‌توان به عنوان ابزاری برای غربال ژنوتیپ‌های مقاوم لوبیا نسبت به خشکی استفاده نمود (۱۵). نتایج دیگر تحقیقات نشان داد که تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه عامل‌ها به عنوان روش‌های مکمل یکدیگر استفاده می‌شوند (۱۳). استفاده از شاخص‌های انتخاب اولین بار با توجه به رابطه خطی موجود بین آنها و عملکرد دانه گندم و به منظور انتخاب مواد ژنتیکی برتر استفاده شد. محققین دیگر نیز توانایی شاخص‌های مختلف در شناسایی لاین‌های مقاوم لوبیا به تنش خشکی را مطالعه کردند (۸). بررسی شش شاخص لاین‌های لوبیا نشان داد که شاخص میانگین هندسی بهره‌وری و میانگین بهره‌وری، تنها شاخص‌هایی بودند که با عملکرد در شرایط تنش و پتانسیل عملکرد همبستگی مثبت داشتند. شاخص واکنش به خشکی (DRI) نیز با Y_s (عملکرد در محیط تنش) دارای همبستگی و با Y_p(عملکرد در محیط نرمال) همبستگی نداشت (۸). شاخص تحمل به تنش (STI) در سال ۱۳۸۴ ارائه شد (۱۹). ژنوتیپ‌هایی که مقادیر STI آنها بالاتر است، تحمل به خشکی و همچنین پتانسیل عملکرد بالاتری دارند. یکی دیگر از شاخص‌هایی که معرفی شد میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) بود که در مقایسه با شاخص MP که میانگین حسابی می‌باشد، قدرت بیشتری دارد. شاخص حساسیت به تنش (SSI) نیز در سال ۱۳۵۶ ارائه شد (۱۷). هرقدر مقدار SSI محاسبه شده یک ژنوتیپ کمتر باشد، آن ژنوتیپ مقاومت بیشتری به تنش دارد. انتخاب براساس شاخص SSI باعث گزینش ارقام محتمل به خشکی با عملکرد کم می‌شود (۱۹). محققین دیگر نیز شاخص تحمل به تنش (TOL) و نیز شاخص میانگین بهره‌وری (MP) را ارائه دادند (۲۴). هرچه شاخص تحمل کوچک‌تر باشد، نشان‌دهنده مقاومت گیاه به تنش است. انتخاب براساس این شاخص نیز همانند SSI باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که در شرایط تنش عملکرد بالایی دارند ولی پتانسیل عملکردشان کم است. در اکثر موارد، همبستگی بین MP و TOL منفی می‌باشد. درصورتی‌که هدف افزایش عملکرد در شرایط تنش باشد انتخاب براساس TOL می‌تواند سودمند باشد. این تحقیق به منظور شناخت و ارزیابی تعدادی ژنوتیپ لوبیا سفید و تعیین صفات و خصوصیات مهم زراعی آنها، بررسی و شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد دانه به منظور یافتن شاخص‌های مهم انتخاب جهت بهبود عملکرد، توصیف صفات مورد مطالعه به وسیله تجزیه به عامل‌ها، مقایسه لاین‌های مورد بررسی از نظر مقاومت به خشکی و تعیین مناسب‌ترین شاخص تحمل به خشکی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش، تعداد ۳۰ ژنوتیپ لوبیای سفید تهیه شده از بانک ژن پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در استان البرز، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با

چهار تکرار و تحت دو شرایط بدون تنش (آبیاری معمول با دور آبیاری هفت روز) و تنش خشکی (دور آبیاری ۱۲ روز) و به صورت مستقل از یکدیگر از لحاظ صفات ظاهری مورد مقایسه قرار گرفتند. کشت ژنوتیپ‌های این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ و در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، به صورت دستی انجام گرفت. هر کرت شامل چهار خط به طول ۲/۵ متر بود. فاصله خطوط ۵۰ و فاصله بوته‌های روی خطوط پنج سانتی‌متر درنظر گرفته شد. بعد از سبز شدن گیاهان و برطرف شدن خطر حذف بوته‌ها و حصول اطمینان از تراکم مطلوب، بوته‌ها به فاصله ۱۰ سانتی‌متر روی خطوط تنک شدند. مراقبت‌های زراعی نظیر آبیاری و مبارزه با علف‌های هرز (وجین دستی و زدن کولتیواتور) به‌طور منظم براساس برنامه تعیین شده انجام گرفت. حدوداً ۴۰ روز پس از کاشت، زمانی‌که بوته‌ها رشد رویشی کافی پیدا کرده بودند و خطر حذف بوته‌ها در اثر تنش برطرف شده بود، تنش خشکی آغاز و تا پایان دوره رشد ادامه یافت. قسمتی از یادداشت‌برداری‌ها و اندازه‌گیری‌های صفات (عمدتاً صفات فنولوژیکی) به طور مداوم در مزرعه تا زمان برداشت کامل ژنوتیپ‌ها صورت گرفت. در مرحله برداشت، از هر واحد آزمایشی پنج بوته به طور تصادفی (بعد از حذف حاشیه‌ها و ابتدا و انتهای خطوط) از سطح خاک به طور کامل برداشت شد و جهت اندازه‌گیری‌های سایر صفات به آزمایشگاه انتقال داده شد. صفات مورد بررسی براساس دستور کار طرح حبوبات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران و دستورالعمل‌های تحقیقات منابع ژنتیک IPGRI عبارت بودند از (۳): ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی کامل، تعداد روز از کاشت تا غلاف‌دهی، تعداد روز از کاشت تا گل‌دهی، طول دوره پر شدن دانه (روز)، عملکرد بیولوژیکی (تن در هکتار)، تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف‌ها (گرم)، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف (سانتی‌متر)، عرض غلاف (میلی‌متر)، عملکرد اقتصادی (تن در هکتار)، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، شاخص برداشت، طول بذر (میلی‌متر)، عرض بذر و قطر (ضخامت بذر). پس از جمع‌آوری اطلاعات مربوطه، به منظور بررسی وجود تنوع در صفات، بین ارقام مورد مطالعه، بر روی تک تک صفات تجزیه واریانس ساده در هر یک از محیط‌های تنش و بدون تنش به طور جداگانه انجام پذیرفت.

قبل از انجام تجزیه واریانس، فرضیات موردنیاز برای تجزیه واریانس بررسی گردید و در موارد لازم با استفاده از تبدیل مناسب داده، فرضیات مورد نظر برآورده شد و آنگاه تجزیه با نرم‌افزارهای SAS و MSTATC انجام گرفت. تجزیه کوواریانس برای صفاتی که وارد رگرسیون گام به گام شده بودند و برای تجزیه علیت احتیاج به دانستن ضرایب همبستگی ژنوتیپی آنها داشتیم انجام شد. پس از برآورد اجزای واریانس و کوواریانس، مقادیر همبستگی ژنوتیپی از طریق فرمول مقابل محاسبه گردید:

$$r_g = \frac{\sigma_{g_1 g_2}}{\sqrt{\sigma^2_{g_1} \times \sigma^2_{g_2}}} \quad (۱$$

برای محاسبه شاخص‌های مقاومت به خشکی از فرمول‌های زیر استفاده شد:

$$GMP = \sqrt{(Y_P)(Y_S)}$$

$$MP = \frac{Y_P + Y_S}{2} \quad (۲$$

$$STI = \frac{Y_P \times Y_S}{(\bar{Y}_P)^2} \quad (۳$$

$$SSI = \frac{(\frac{Y_S}{Y_P})}{1 - (\frac{\bar{Y}_S}{\bar{Y}_P})} \quad (۴$$

$$TOL = Y_P - Y_S \quad (۵$$

(۶

تجزیه به عامل‌ها با روش PAF انجام گرفت و جهت تسهیل نام‌گذاری و تفسیر عامل‌ها از چرخش متعامد وریماکس استفاده شد که موجب متمرکز شدن بار عاملی یک متغیر بر روی یک و فقط یک عامل می‌شود. باتوجه به این‌که صفت طول دوره پر شدن دانه ترکیب خطی از دو متغیر تعداد روز تا رسیدگی کامل و تعداد روز تا گل‌دهی است و باعث ویژه شدن ماتریس همبستگی (صفر شدن دترمینان) و عدم امکان محاسبه عکس ماتریس می‌گردد، لذا از این متغیر در

تجزیه به عامل‌ها استفاده نگردید. به منظور تعیین تنوع بین ژنوتیپ‌های مختلف و تعیین دوری و نزدیکی آنها تجزیه خوشه‌ای به روش مقایسه جفت گروه غیرهم‌وزن با میانگین حسابی UPGMA در هر دو شرایط تنش و بدون تنش انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ژنوتیپ‌ها تحت شرایط بدون تنش (نرمال) نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات در سطح احتمال یک درصد اختلاف بسیار معنی‌داری وجود دارد که نشان‌دهنده وجود تنوع کافی بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه می‌باشد و می‌تواند در مطالعات بعدی مقاومت به خشکی مورد استفاده قرار گیرد. درضمن تفاوت بین بلوک‌ها برای هیچ‌کدام از صفات معنی‌دار نبود. همچنین، ژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش خشکی نیز از لحاظ تعداد غلاف در بوته فاقد اختلاف معنی‌دار بود و از لحاظ عرض غلاف و دانه در غلاف در سطح معنی‌دار پنج درصد و از لحاظ سایر صفات در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشتند (نتایج ارائه نشده‌اند).

بررسی تنش خشکی بر صفات مرفولوژیکی ۳۰ ژنوتیپ لوبیا سفید: اکثر صفات (۱۲ از ۱۸ صفت) در محیط تنش دارای تنوع فنوتیپی زیادتری نسبت به محیط بدون تنش هستند (جدول ۱). این نتایج با نتایج حاصل از بررسی درصد تغییرات صفات مطابقت دارد و دلیل اینکه تنوع فنوتیپی در محیط تنش افزایش یافته، احتمالاً وجود اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در شرایط تنش خشکی می‌باشد. درصورت ثابت ماندن تنوع ژنتیکی، افزایش تنوع فنوتیپی به معنای افزایش تنوع محیطی و درنتیجه کاهش وراثت‌پذیری این صفات در شرایط تنش می‌باشد که باعث می‌شود انتخاب در این شرایط تأثیر کمتری در بهبود صفات داشته باشد. محققین دیگر نیز بیشترین تأثیر تنش را بر روی عملکرد دانه گزارش کردند (۲، ۴ و ۲۳). در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته بیشترین کاهش را در اثر تنش دارند (۲۳). همچنین بیان شد در شرایط تنش اندازه بذر با ثبات‌ترین جزء محسوب می‌شوند. کمترین آسیب ناشی از تنش خشکی مربوط به عملکرد دانه (۵۱/۲۸) است که این‌گونه استنباط شد که این آسیب ناشی از کاهش شدید وزن غلاف (۴۹/۵۱)، عملکرد بیولوژیک (۴۴/۲۸) و تعداد دانه در بوته (۴۳/۸۵) است. همچنین مشاهده شد، صفت تعداد غلاف در بوته در مقایسه با تعداد دانه در غلاف حساسیت بیشتری نسبت به تنش دارد، زیرا درصد تغییرات تعداد غلاف در بوته ۳۵/۱۴ و درصد تغییرات تعداد دانه در غلاف ۱۴/۰۵ می‌باشد.

بررسی همبستگی فنوتیپی بین صفات: همبستگی ساده بین صفات در ۳۰ ژنوتیپ لوبیا سفید تحت شرایط بدون تنش محاسبه گردید. نتایج حاصله نشان داد که عملکرد دانه دارای همبستگی‌های مثبت و بسیار معنی‌داری با صفاتی چون وزن غلاف ($r = ۰/۹۷۱^{**}$)، عملکرد بیولوژیک ($r = ۰/۹۱۵^{**}$)، تعداد دانه در بوته ($r = ۰/۹^{*}$)، تعداد غلاف ($r = ۰/۸۴۷^{**}$)، ارتفاع بوته ($r = ۰/۴۴۳^{**}$)، عرض غلاف ($r = ۰/۲۵۶^{**}$)، تعداد دانه در غلاف ($r = ۰/۲۵۱^{**}$)، تعداد روز تا گل‌دهی ($r = ۰/۲۳۶^{**}$) و همبستگی‌های معنی‌داری با طول دوره پر شدن دانه ($r = ۰/۱۹^{*}$) و وزن صد دانه ($r = ۰/۱۹۲^{*}$) دارد.

تنها صفتی که همبستگی منفی با عملکرد نشان داد طول غلاف ($r = -۰/۴۵۹^{**}$) بود. همبستگی سایر صفات با عملکرد معنی‌دار نبوده است که با نتایج سایر محققین مطابقت دارد. به عنوان مثال بیشترین همبستگی‌های عملکرد دانه با وزن غلاف، تعداد غلاف، تعداد دانه در بوته، تعداد کل غلاف و عملکرد بیولوژیک گزارش شده است (۱). محقق دیگری بیشترین همبستگی عملکرد دانه را با وزن غلاف، تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و عملکرد بیولوژیکی گزارش کرده است (۴). از طرف دیگر، معنی‌دار بودن اکثر همبستگی‌های صفات، فرضیه وجود عامل(های) مشترکی که باعث ایجاد این همبستگی‌ها شده‌اند را قوت می‌بخشد.

تجزیه به عامل‌ها در شرایط بدون تنش (نرمال): مدل تجزیه به عامل‌ها در مجموع سه عامل است که بیش از ۸۲ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کند (جدول ۲).

جدول ۱ - میانگین صفات، درصد تغییرات و ضرایب تنوع فنوتیپی صفات در ۳۰ ژنوتیپ لوبیا سفید تحت شرایط تنش و بدون تنش

صفت	ضریب تنوع فنوتیپی صفت (٪)				
	میانگین صفت در شرایط بدون تنش	میانگین صفت در شرایط تنش	درصد تغییرات صفت	شرایط تنش (٪)	شرایط بدون تنش (٪)
ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	۸۷/۴۱	۷۸/۰۹	۱۰/۶۶۲	۱۸/۵۷۷	۲۷/۰۵۲
تعداد روز تا رسیدگی کامل	۱۱۰۴/۶۴	۱۱۴/۰۱	-۸/۹۵۵	۶/۵۷۷	۶/۷۵۶
تعداد روز تا غلاف‌دهی	۵۶/۷۳	۶۰/۲۹	-۶/۲۷۵۳	۵/۸۸۹	۹/۶۰۳
تعداد روز تا گل‌دهی	۴۸/۰۲	۴۹/۲۸	-۲/۶۲۳۹	۳/۱۵۸	۶/۲۱۲
طول دوره پر شدن دانه	۵۶/۶۳	۶۴/۷۳	-۱۴/۳۰۳	۱۱/۰۳۵	۹/۶۶۴
عملکرد بیولوژیک (تن/ هکتار)	۴۳/۵۰	۲۴/۲۴	۴۴/۲۷۶	۳۶/۳۸۶	۳۰/۶۲۳
تعداد غلاف در بوته	۲۷/۳۸	۱۷/۷۶	۳۵/۱۴۰	۲۹/۵۶۸	۱۷/۶۹۸
وزن غلاف (گرم)	۳۰/۶۴	۱۵/۴۷	۴۹/۵۱۰	۳۲/۶۴۵	۲۹/۴۱۷
تعداد دانه در غلاف	۳/۶۳	۳/۱۲	۱۴/۰۵۰	۱۱/۹۴۵	۱۵/۸۶۵
طول غلاف (سانتی‌متر)	۹/۴۲	۷/۸۹	۱۶/۲۴۲	۸/۶۹۶	۱۰/۶۱۲
عرض غلاف (میلی‌متر)	۰/۷۷	۰/۸۳	-۷/۷۹۲	۶/۹۲۷	۱۰/۶۴۴
عملکرد دانه (تن/ هکتار)	۲۲/۲۱	۱۰/۸۲	۵۱/۲۸۳	۳۲/۱۷۳	۳۲/۸۰۶
تعداد دانه در بوته	۴۹۵/۴۰	۲۷۸/۱۶	۴۳/۸۵۱	۳۲/۵۴۶	۲۵/۶۸۸
وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	۲۲/۹۴	۱۹/۷۶	۱۳/۸۶۲	۱۵/۷۸۴	۲۲/۰۴۸
شاخص برداشت	۱۶/۵۴	۴۵/۲۴	۱۶/۴۷۰	۱۱/۱۰۷	۱۶/۳۸۶
طول بذر (میلی‌متر)	۱۱/۰۸	۱۱/۴۸	-۳/۶۱۰	۷/۹۳۰	۷/۷۱۸
عرض بذر (میلی‌متر)	۶/۷۶	۶/۶۱	۲/۲۱۹	۵/۸۴۳	۸/۵۱۸
ضخامت بذر (میلی‌متر)	۴/۸۳	۴/۶۲	۴/۳۴۸	۶/۸۰۴	۸/۰۴۱

جدول ۲ - مقادیر ویژه و درصدهای واریانس عامل‌های مشترک در ۳۰ ژنوتیپ لوبیا سفید تحت شرایط بدون تنش

فاکتور	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد تجمعی واریانس
۱	۷/۹۹۴	۴۹/۹۶	۴۹/۹۶
۲	۴/۰۱۷	۲۵/۱۱	۷۵/۰۷
۳	۱/۱۶۹	۷/۳۱	۸۲/۳۸
۴	۰/۹۳۹	۵/۸۷	۸۸/۲۵
۵	۰/۵۰۷	۳/۱۷	۹۱/۴۱

جدول ۳ - مقادیر بارهای عاملی در تجزیه به عامل‌های ۳۰ ژنوتیپ لوبیا سفید تحت شرایط بدون تنش (آبیاری نرمال)

صفت	فاکتور اول	فاکتور دوم	فاکتور سوم	میزان اشتراک
ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	۰/۸۸۳۱	۰/۰۴۲۵	۰/۲۳۵۰	۰/۸۳۶۹
تعداد روز تا رسیدگی کامل	۰/۸۴۶۶	-۰/۱۱۳۲	۰/۲۵۱۷	۰/۷۹۲۹
تعداد روز تا غلاف‌دهی	۰/۵۳۵۴	-۰/۰۸۲۴	۰/۷۰۲۶	۰/۷۸۷۱
تعداد روز تا گل‌دهی	۰/۴۱۸۳	-۰/۰۳۲۶	۰/۶۰۰۸	۰/۶۴۲۶
عملکرد بیولوژیک (تن/هکتار)	۰/۹۷۶۸	۰/۱۳۴۸	۰/۰۸۷۱	۰/۹۷۹۸
تعداد غلاف در بوته	۰/۹۳۱۳	-۰/۳۲۹۲	۰/۰۱۶۸	۰/۹۲۱۱
وزن غلاف (گرم)	۰/۹۴۶۳	۰/۱۴۱۳	۰/۰۵۲۱	۰/۹۱۸۳
طول غلاف (سانتی‌متر)	۰/۷۶۳۷	۰/۳۳۳۵	-۰/۲۱۶۰	۰/۷۴۱۱
عرض غلاف (میلی‌متر)	۰/۳۷۰۸	۰/۶۳۸۸	-۰/۱۵۰۲	۰/۵۶۸۱
عملکرد دانه (تن/ هکتار)	۰/۸۹۷۵	۰/۲۰۴۶	۰/۰۹۹۰	۰/۸۵۷۲
تعداد دانه در بوته	۰/۸۷۶۲	-۰/۲۶۲۲	۰/۲۴۵۲	۰/۸۹۶۶
وزن صد دانه (گرم)	-۰/۱۶۳۶	۰/۹۰۸۷	۰/۲۹۹۳	۰/۹۴۰۶
شاخص برداشت	-۰/۶۰۱۱	۰/۲۳۶۳	-۰/۱۰۶۹	۰/۴۲۸۶
طول بذر (میلی‌متر)	۰/۱۵۲۳	۰/۴۵۹۲	-۰/۷۸۹۶	۰/۸۵۷۵
عرض بذر (میلی‌متر)	۰/۰۹۹۹	۰/۸۲۱۷	-۰/۲۸۲۳	۰/۷۶۴۹
ضخامت بذر (میلی‌متر)	-۰/۳۸۷۷	۰/۶۷۲۲	۰/۰۳۰۴	۰/۶۰۳۲

عامل اول که حدود نیمی از تغییرات متغیرها را توضیح می‌دهد، بزرگترین ضرایب عاملی‌اش مربوط به صفاتی نظیر عملکرد بیولوژیک، وزن غلاف، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، تعداد دانه در بوته، تعداد روز تا رسیدگی کامل می‌باشد (جدول ۳). البته صفت شاخص برداشت نیز با بار عاملی ۰/۶۰۱۱۶- در این عامل قرار گرفته است. باتوجه به صفاتی که در این عامل دخیل هستند می‌توانیم این عامل را عامل عملکرد و صفات مرتبط به آن نام‌گذاری کنیم. نتایج همبستگی ساده صفات نیز نشان می‌دهد که این صفات (به استثنای شاخص برداشت که اکثر همبستگی‌هایش با سایر صفات منفی است) با یکدیگر و عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری دارند. در واقع این عامل بیان‌گر اهمیت وزن و تعداد غلاف‌ها در بهبود عملکرد لوبیا است. عامل دوم که بیش از ۲۵ درصد از تغییرات کل داده‌ها را شامل می‌گردد، دارای بزرگترین ضرایب عاملی روی صفاتی نظیر وزن صد دانه، عرض بذر، ضخامت بذر و عرض غلاف است، لذا با درنظر گرفتن ماهیت صفات قرار گرفته در این عامل، عامل دوم را خصوصیات بذر نام‌گذاری می‌کنیم. عامل سوم بیش از هفت درصد تغییرات متغیرها را شامل می‌شود و شامل صفاتی چون تعداد روز تا غلاف‌دهی و تعداد روز تا گل‌دهی است، البته صفت طول بذر نیز با عاملی منفی (۰/۷۸۹۶-) در این عامل ظاهر شده است، لذا می‌توانیم این عامل را تحت عنوان خصوصیات فنولوژیکی معرفی نماییم. سه عامل فوق در بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی لوبیای رقم ۵۷۶ نیز استخراج شده است (۱). در شرایط تنش خشکی مدل تجزیه به عامل‌ها، در مجموع سه فاکتور باتوجه به قاعده مقدار ویژه بزرگتر از یک استخراج شدند که در مجموع ۸۶/۲۰ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کند. فاکتور اول دارای بار

عاملی بالا بر روی صفات وزن صد دانه، عرض بذر، ضخامت بذر، عرض غلاف و طول غلاف می‌باشد (جدول ۴). لذا می‌توانیم این عامل را عامل مربوط به ویژگی‌های بذر نام‌گذاری کنیم. این عامل ۳۹/۸ درصد از تغییرات متغیرها را توضیح می‌دهد. با مراجعه به ماتریس ضرایب همبستگی درمی‌یابیم که این پنج صفت دارای همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری با یکدیگر هستند که نتایج فوق را تأیید می‌کند. عامل دوم ۲۷/۴ درصد از تغییرات متغیرها را توجیه می‌کند و دارای بار عاملی بالا بر روی صفات تعداد دانه در گیاه، وزن غلاف، عملکرد بذر، تعداد غلاف و عملکرد بیولوژیک می‌باشد. نتایج همبستگی ساده صفات نیز نشان می‌دهد که این صفات دارای همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری با یکدیگر می‌باشند. لذا می‌توانیم این عامل را عامل عملکرد و صفات مرتبط با عملکرد نام‌گذاری کنیم. در واقع این عامل مبین اهمیت وزن و تعداد غلاف‌ها در بهبود عملکرد لوبیا می‌باشد. عامل سوم ۱۹ درصد از تغییرات متغیرها را توجیه می‌کند و دارای بار عاملی مثبت و بزرگ بر روی صفات تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا غلاف‌دهی، ارتفاع گیاه و تعداد دانه در غلاف می‌باشد و نیز دارای بار عاملی منفی بزرگ بر روی شاخص برداشت می‌باشد، لذا می‌توانیم این عامل را عامل فنولوژیک و مورفولوژیک نام‌گذاری کنیم.

نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت در شرایط بدون تنش (نرمال): خلاصه نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام به گام با درنظر گرفتن عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل در جدول (۵) مشاهده می‌گردد. طبق نتایج موجود، اولین صفتی که وارد مدل شده است وزن غلاف است که به تنهایی بیش از ۹۴ درصد تغییرات عملکرد را توجیه می‌کند در مرحله بعدی صفت شاخص برداشت به مدل اضافه شده است که این صفت همراه با وزن غلاف بیش از ۹۶ درصد تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند (جدول ۵). درنهایت صفت عملکرد بیولوژیک وارد مدل شده است و سه صفت وارد شده رویهم رفته بیش از ۹۸ درصد تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند. نتایج حاصله با نتایج تجزیه همبستگی ساده صفات کاملاً توافق دارد.

جدول ۴ - مقادیر بارهای عاملی در تجزیه به عامل‌های ۳۰ ژنوتیپ لوبیا سفید تحت شرایط تنش خشکی

صفت	فاکتور اول	فاکتور دوم	فاکتور سوم	میزان اشتراک
وزن صد دانه (گرم)	۰/۹۶۱۱	۰/۱۱۹۹	-۰/۲۰۵۸	۰/۹۸۱
عرض بذر (میلی‌متر)	۰/۹۵۰۳	۰/۰۰۶۷	-۰/۰۹۶۴	۰/۹۱۳
قطر بذر (میلی‌متر)	۰/۸۷۲۹	-۰/۰۷۳۲	-۰/۰۷۹۸	۰/۷۷۴
عرض غلاف (میلی‌متر)	۰/۸۰۲۳	-۰/۰۰۶۰	۰/۰۹۳۹	۰/۶۵۳
طول غلاف (سانتی‌متر)	۰/۷۴۴۳	۰/۳۵۵۴	۰/۲۹۵۳	۰/۷۶۸
دانه در گیاه	-۰/۲۶۴۱	۰/۹۳۷۸	۰/۲۴۴۰	۱
وزن غلاف (گرم)	۰/۴۵۳۰	۰/۸۸۳۱	۰/۰۹۲۱	۰/۹۹۴
عملکرد بذر (تن/هکتار)	۰/۴۸۶۲	۰/۸۶۶۵	۰/۰۹۳۶	۰/۹۹۶
تعداد غلاف	-۰/۱۹۶۸	۰/۷۷۵۵	-۰/۲۶۰۴	۰/۷۰۸
عملکرد بیولوژیک (تن/هکتار)	۰/۴۴۵۹	۰/۶۳۷۹	۰/۵۳۰۵	۰/۸۸۷
تعداد روز تا غلاف‌دهی	-۰/۰۰۱۹	۰/۰۳۰۹	۰/۹۵۵۷	۰/۹۱۴
تعداد روز تا گل‌دهی	۰/۰۴۴۶	۰/۰۵۰۷	۰/۹۲۱۲	۰/۸۵۳
ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	۰/۳۵۹۸	۰/۳۱۲۵	۰/۷۲۹۳	۰/۷۵۹
تعداد دانه در غلاف	-۰/۱۵۶۷	۰/۴۶۱۸	۰/۶۳۰۰	۰/۶۳۵
شاخص برداشت	۰/۱۸۶۷	۰/۳۱۹۳	-۰/۶۸۶۴	۰/۶۰۸

در این تجزیه ضرایب عاملی بزرگتر از ۰/۶ معنی‌دار درنظر گرفته شده‌اند.

جدول ۵ - نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام در ۳۰ ژنوتیپ لوبیا سفید در شرایط بدون تنش (نرمال)

		df	SS	MS	F	adj. R^2	Student of Estimate
گام اول	رگرسیون	۱	۴/۵۴۴	۲/۵۴۴	۰۷۵/۱۹۶۳**	۰/۹۴۳	۰/۰۴۸۱۱
	خطا	۱۱۸	۰/۲۷۳	۰/۰۰۲۳۱۵			
	کل	۱۱۹	۴/۸۱۷	-			
گام دوم	رگرسیون	۲	۴/۶۴۷	۲/۳۲۳	۲۵۵/۱۵۹۴**	۰/۹۶۴	۰/۰۳۸۱۷
	خطا	۱۱۷	۰/۱۷۱	۰/۰۰۰۱۴۵۷			
	کل	۱۱۹	۴/۸۱۷	-			
گام سوم	رگرسیون	۳	۴/۷۴۱	۱/۵۸	۷۰۸/۲۳۹۷**	۹۸۴/۰	۰۲۵۶۷/۰
	خطا	۱۱۶	۰/۰۰۷۶۴۵	۰/۰۰۰۶۵۹			
	کل	۱۱۹	۴/۸۱۷	-			

، * و ns - به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

جدول ۶ - همبستگی ژنوتیپی عملکرد و صفات وارد شده در مدل رگرسیونی

		۱	۲	۳	۴
۱	وزن غلاف (گرم)	۱			
۲	شاخص برداشت	-۰/۷۹۶	۱		
۳	عملکرد بیولوژیک (تن/هکتار)	۰/۹۹۸	-۰/۱۳۸	۱	
۴	عملکرد دانه (تن/هکتار)	۰/۹۹۷	-۰/۷۹۹	۰/۹۹۹	۱

باتوجه به اینکه صفات وارد شده به مدل قسمت اعظم تغییرات عملکرد را توجیه می‌کردند لذا تجزیه علیت، برای همبستگی‌های ژنوتیپی و عملکرد صورت گرفت (جدول ۶).

نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت در شرایط تنش خشکی: طبق نتایج به‌دست آمده، صفات وزن غلاف، شاخص برداشت، وزن صد دانه و تعداد دانه در گیاه به ترتیب وارد مدل شدند. صفت تعداد روز تا رسیدگی که وارد مدل شده بودند بعداً از مدل خارج شد. این چهار صفت رویهم رفته بیش از ۹۹ درصد تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند که در این بین صفت وزن غلاف به تنهایی بیش از ۹۶ درصد تغییرات عملکرد را توجیه می‌نماید.

مطابق نتایج به‌دست آمده، چهار صفت فوق بیش از ۹۹ درصد تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند و با مراجعه به ماتریس ضرایب همبستگی درمی‌یابیم که صفات فوق دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار (سطح یک درصد) با عملکرد بذر هستند (جدول ۸).

بررسی مقاومت به خشکی و انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم: در این تحقیق، با داشتن عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط تنش (Y_s) و بدون تنش (Yp) شاخص‌های مختلف مقاومت به خشکی محاسبه گردید (جدول ۸).

مطابق دیگر گزارش‌ها، مناسب‌ترین معیار گزینش برای تنش باید بتواند ژنوتیپ‌هایی را که در هر دو محیط تظاهر

مطلوب و یکسانی دارد، از سایر گروه‌ها تفکیک نماید (۱۶). باتوجه به اینکه بهترین شاخص‌ها آنهایی هستند که دارای همبستگی بالا با عملکرد تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش باشند و بتوانند ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها تمیز دهند، با مراجعه به ماتریس همبستگی ملاحظه می‌شود که شاخص‌های STI با GMP وMP دارای این ویژگی می‌باشند (جدول ۸).

جدول ۷ - نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام در ۳۰ ژنوتیپ لوبیا سفید تحت شرایط تنش آبی

صفات وارد شده به مدل	ضریب رگرسیونی	خطای استاندارد	R^2	adj. R^2	t
وزن غلاف (گرم)	۰/۳۸۱	۰/۰۵۶	۰/۹۷	۰/۹۶۹	۶/۷۹۳
شاخص برداشت	۰/۰۰۰۰۱۱۳۷	۰/۰۰۰۱	۰/۹۸۱	۰/۹۸۰	۵/۳۵۰
وزن صد دانه (گرم)	۰/۰۱۴۹۸	۰/۰۰۱	۰/۹۸۵	۰/۹۸۵	۱۳/۰۶۳
تعداد دانه در گیاه	۰/۶۳۵	۰/۰۵۴	۰/۹۹۲	۰/۹۹۲	۱۱/۶۶۲

جدول ۸ - نتایج همبستگی بین عملکرد و شاخص‌ها در شرایط تنش آبی و بدون تنش (نرمال) در ۳۰ ژنوتیپ لوبیا سفید

	Yp	Ys	Tol	SSI	MP	STI	GMP
Yp	۱	۰/۴۶۶**	۰/۸۶۸**	۰/۵۵۸**	۰/۹۴۲**	۰/۸۰۸**	۰/۸۴۸**
Ys		۱	-۰/۰۳۵^{ns}	-۰/۴۱۰**	۰/۷۳۶**	۰/۸۸۱**	۰/۸۶۴**
Tol			۱	۰/۸۶۱**	۰/۶۵۱**	۰/۴۱۸*	۰/۴۷۲**
SSI				۱	۰/۲۷۱^{ns}	۰/۰۳۸^{ns}	۰/۰۸۱^{ns}
MP					۱	۰/۹۵۲**	۰/۹۷۶**
STI						۱	۰/۹۸۶**
GMP							۱

*، ** و ^{ns} – به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

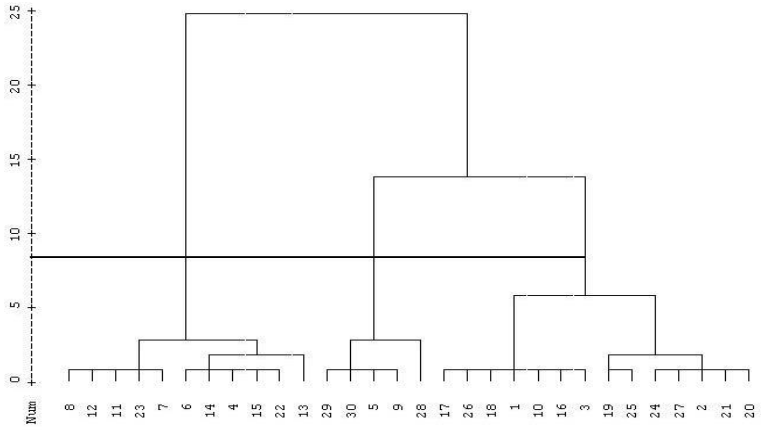
این شاخص‌ها با عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط تنش و بدون تنش همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار دارند. بنابراین ژنوتیپ‌هایی که میزان بالایی از این شاخص‌ها داشته باشند به عنوان مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته می‌شوند. در رابطه با شاخص‌های دیگر نظیر Tol و SSI، باتوجه به اینکه این شاخص‌ها دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار با عملکرد در شرایط بدون تنش هستند و همبستگی‌شان با عملکرد در شرایط تنش، منفی است، لذا ژنوتیپ‌هایی که دارای مقادیر کوچکتر این شاخص‌ها هستند، باید به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل شناخته شوند. انتخاب براساس این شاخص‌ها باعث برگزیدن ژنوتیپ‌هایی می‌گردد که عملکرد بالایی در محیط تنش داشته، ولی عملکرد آنها در محیط بدون تنش پایین است، لذا انتخاب براساس این دو شاخص توصیه نمی‌شود. همچنین ملاحظه می‌شود که عملکردها در شرایط تنش و بدون تنش دارای همبستگی هستند.

تعیین ژنوتیپ‌های لوبیا سفید مقاوم به تنش با استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی: مقادیر شاخص‌های Yp، Ys، Tol، SSI، MP، STI و GMP و نیز رتبه‌بندی ۳۰ ژنوتیپ لوبیا سفید براساس مقادیر این شاخص‌ها مورد بررسی قرار گرفت و ۲۰ درصد (شش عدد از ۳۰ ژنوتیپ) از بهترین ژنوتیپ‌ها براساس تک تک شاخص‌ها انتخاب شدند. پیشنهاد شده است که در ابتدا انتخاب ژنوتیپ‌ها را براساس مقادیر بالای GMP انجام دهیم، سپس به منظور حصول اطمینان از بقای عملکرد تحت شرایط تنش، از بین ژنوتیپ‌های انتخاب شده، آنهایی را که دارای بیشترین مقادیر Ts هستند انتخاب کنیم (۲۵). جدول ۹ مربوط به ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش می‌باشد که با استفاده از شاخص‌های Yp، Ys، Tol، SSI، MP، STI و GMP انتخاب شده‌اند.

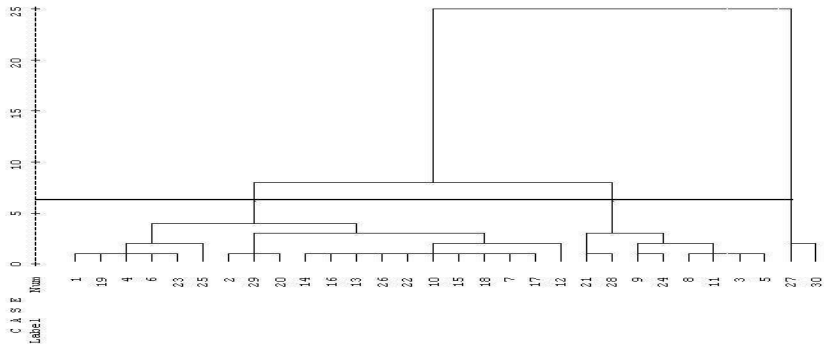
جدول ۹ - ژنوتیپ‌های انتخاب شده براساس شاخص‌های مختلف

شاخص‌های مختلف	ژنوتیپ‌های انتخاب شده
انتخاب براساس Y_P	۲۹،۳۰،۲۸،۲۱،۲۰،۲
انتخاب براساس Y_S	۳۰،۲۱،۳،۱۱،۲۷،۳۰
انتخاب براساس TOL	۱۳،۱۵،۲۲،۴،۷،۱۱
انتخاب براساس SSI	۱۳،۱۵،۲۲،۱۱،۷،۱۴
انتخاب براساس MP	۳۰،۲۹،۲۱،۲۸۲۰،۲
انتخاب براساس GMP	۳۰،۲۱،۲۹،۲۰،۲،۲۸
انتخاب براساس STI	۳۰،۲۱،۲۹،۲۰،۲،۲۸

انتخاب براساس شاخص Tol باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که عملکردشان در محیط بدون تنش کم و نیز میانگین بهره‌وری (MP) پایینی دارند (۱۶ و ۲۴). به عنوان مثال، ژنوتیپ‌های شماره ۱۳ و ۱۵ که براساس این شاخص انتخاب شده‌اند در شرایط بدون تنش میانگین‌های بالایی ندارند (به‌ترتیب در رتبه ۳۰ و ۲۹ قرار می‌گیرند) و همچنین از لحاظ میانگین بهره‌وری نیز مطلوب نیستند (به ترتیب در رتبه ۲۹ و ۲۸ قرار می‌گیرند) (نتایج ارائه نشده است). این دو ژنوتیپ صرفاً به خاطر اینکه در شرایط با تنش آبی و بدون تنش (نرمال) عملکردهای مشابهی تولید کرده‌اند، توسط این شاخص انتخاب می‌شوند. لذا شاخص Tol به تنهایی نمی‌تواند شاخص مناسبی جهت انتخاب ژنوتیپ‌های گروه الف (که در هر دو محیط عملکرد قابل قبول تولید می‌کنند) محسوب شود. انتخاب براساس شاخص SSI نیز باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که متحمل به تنش هستند ولی پتانسیل عملکردشان پایین است (۱۶ و ۲۵). لذا این شاخص نیز قادر به تشخیص ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط عملکرد بالایی دارند نمی‌باشد و استفاده از این شاخص توصیه نمی‌شود. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود انتخاب براساس Yp، MP، SSI و GMP نتایج مشابهی داشته و در تمام حالت ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۲۰، ۲۱، ۲۸، ۲۹ و ۳۰ به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم شناخته شده‌اند. پیشنهاد شده است که در ابتدا انتخاب ژنوتیپ‌ها را براساس مقادیر بالای GMP انجام دهیم و سپس به منظور حصول اطمینان از بقای عملکرد تحت شرایط تنش، از بین ژنوتیپ‌های انتخاب شده آنهایی را که دارای بیشترین مقادیر Ys هستند، انتخاب نماییم (۲۵). بر این اساس از بین شش ژنوتیپی که در مرحله اول انتخاب شده‌اند ژنوتیپ‌های ۳۰، ۲۱ و ۳ که دارای Ysهای بالایی هستند را به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم انتخاب می‌کنیم.



شکل ۱ - تجزیه کلاستر ۳۰ ژنوتیپ لوبیا سفید تحت شرایط بدون تنش



شکل ۲ - تجزیه کلاستر ۳۰ ژنوتیپ لوبیا سفید تحت شرایط تنش خشکی

نتایج تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های لوبیا سفید تحت شرایط بدون تنش (نرمال) به روش UPGMA: تعداد کلاسترها برابر سه عدد تعیین شدند که این نتایج به وسیله تجزیه تابع تشخیص تأیید گردید (شکل ۱). در گروه اول، ژنوتیپ‌های شماره ۸، ۱۲، ۱۱، ۲۳، ۷، ۶، ۱۴، ۴، ۱۵، ۲۲ و ۱۳، در گروه دوم، رقم‌های شماره ۲۹، ۳۰، ۵، ۹ و ۲۸ و در گروه سوم، رقم‌های شماره ۱۷، ۲۶، ۱۸، ۱، ۱۰، ۱۶، ۳، ۱۹، ۲۵، ۲۴، ۲۷، ۲، ۲۱ و ۲۰ قرار گرفتند. نکته جالب توجه این است که رقم‌های شماره ۲۱ و ۳۰ که به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم شناخته شده‌اند در کلاسترهای مختلف قرار گرفته‌اند، لذا باتوجه به فاصله ژنتیکی زیاد آنها از هم می‌توان از آنها به عنوان والدین تلاقی‌ها در برنامه‌های اصلاحی استفاده نماییم (شکل ۱).

نتایج تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های لوبیا سفید تحت شرایط تنش خشکی به روش UPGMA: تعداد کلاسترها برابر سه عدد تعیین شدند که این نتایج به وسیله تجزیه تابع تشخیص تأیید گردید (شکل ۲). در گروه اول که بزرگترین گروه محسوب می‌شود رقم‌های شماره ۱، ۱۹، ۴، ۲۴، ۲۳، ۲۵، ۲، ۲۹، ۲۰، ۱۴، ۱۶، ۲۶، ۲۲، ۱۳، ۱۰، ۱۵، ۱۸، ۱۷ و ۱۲ و در گروه دوم، رقم‌های شماره ۲۱، ۲۸، ۹، ۲۴، ۸، ۱۱، ۳ و ۵ و در گروه سوم، رقم‌های شماره ۲۷ و ۳۰ قرار گرفته‌اند. در اینجا نیز مشابه حالت قبل رقم‌های مقاوم ۲۱ و ۳۰ در کلاسترهای جداگانه‌ای قرار گرفته‌اند (شکل ۲).

منابع مورد استفاده

۱ . امینی ا (۱۳۷۶) مطالعه تنوع ژنتیکی و جغرافیایی رقم ۵۷۶ لوبیا به روش آنالیز آماری چند واریانس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران. کرج.

۲ . بیضایی ا (۱۳۷۹) ارزیابی صفات کمی و کیفی و روابط آن با عملکرد بذر در گندم و ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز و پینتو. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۳ . حبیبی ج ح و قنادها م ر (۱۳۸۵) مطالعه عملکرد بذر و بعضی ویژگی‌های مرتبط در لوبیا پینتو تحت آبیاری کاهش یافته. پژوهش و سازندگی ۷۴: ۴۶-۳۴.

۴ . حبیبی ج ح، قنادها م ر، سوهانی و دوری (۱۳۸۴) ارزیابی رابطه عملکرد بذر با صفات مهم زراعی لوبیا قرمز به روش‌های مختلف تجزیه تحت شرایط تنش آب. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳(۳).

۵ . سمیع‌زاده ح (۱۳۷۴) مطالعه تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی صفات کمی و همبستگی آن با عملکرد نخود سفید. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۶ . مجنون حسینی ن (۱۳۷۴) لگوم‌ها در ایران. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران.

۷ . مرجانی ا (۱۳۷۳) مطالعه تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی صفات کمی لوبیا و همبستگی آن با عملکرد با روش آنالیز پث. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

8 . Abebe A, Brick MA and Kirkby (1998) Comparison of selection indices to indentify productive dry bean lines under diverse environmental conditions. Field Crops Research. 58(1): 15-23.

9 . Acosta DK, Shibata J, Acosta-Gallegos and Alberto J (1997) Yield and its components in bean under drought conditions. Agricultura-Tecnica – en Mexico. CAB Abstract. 23(2): 139-150.

10 . Adams MW(1982) Plant architecture and yield breeding. Iowa State J. Res. 56(3): 225-254.

11 . Aquaah G, Adams MW and Kelly JD (1992) A factor analysis of plant variables associated with architecture and seed size in dry bean. Euphytica 60: 171-177.

12 . Bennett JP, Adams MW and Burga C (1997) Pod yield component variation and inter correlation in *Phaseolus vulgaris* as affected by planting denseity. Crop Sci. 17:73-75.

13 . Bramel PL, Hinz PN, Green DE and Shibles RM (1984) Uses of principal factor analysis in the study of three stem termination types of soybean. Euphytica. 33: 387-400.

14 . Broughton WJG, Hernández M, Blair S, Beebe P, Gepts and Vanderleyden J (2003) Beans (*Phaseolus spp*) model food legume. Plant Soil 252: 55-128.

15 . Carvalho MHCD, Laffray D and Louget P (1998) Comparision of the physiological responses of *phaseolus vulgaris* and *vigna unguiculata* cultivars when submitted to drought conditions. Environmental and Experimental Botany. 40(3): 197-207.

16 . Fernandez GC (1992) Effective Selection criteria for assessing plant stress tolerance, In Proceeding of an sympo, Taiwan, 13-16 Aug 1992, by C. G. Kuo, AVRDC.

17 . Fisher RA and Maurer R (1978) Drought resistance in spring wheat cultivar, I, grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.

18 . Johnson RA and Wichern DW (1982) Applied multivariate statistical analysis, Prentice Hall International, Inc. , New York.

19 . Kumar A, Omae H, Egawa Y, Kashiwaba K and Shono M (2006) Adaptation to Heat and Drought Stresses in Snap Bean (*Phaseolus vulgaris*) during the Reproductive Stage of Development, JARQ 40(3): 213-216.

20 . Kumar A, Omae H, Egawa Y, Kashiwaba K and Shono M (2006) Influence of Irrigation Level, growth stages and cultivars on leaf gas exchange characteristics in Snap Bean (*Phaseolus vulgaris*) under subtropical environment, JARQ 41(3): 201-206.

21 . Mouhouche B, Ruget F and Delecolle R (1998) Effects of water stress applied at different phenological phases on yield components of dwarf bean. Agronomie. 18(3): 197-207.

22 . Poehlman JM (1983) Breeding Field Crops, AVI, New York.

23 . Ramirez-Vallejo P and Kelly JD (1998) Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica. 99: 127-136.

24 . Rosielle AA and Hamblin J (1981) Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 943-946.

25 . Schneder KA, Rosales-Serna R, IbarraœPerez F, Cazaresœ Enriquez B, Acostagallegos J, Rmirez-vallejo P, Wassimi N and Kelly JD (1997) Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37: 43-50.

Evaluation of relation of grain yield with important agronomic traits of white (*Phaseolus vulgaris* L.) using different analyses methods under normal and bean water stress conditions

M. Ebrahimi [1]*, M. Golbashy [2], M. R. Bihamta [3], A. Hoseinzade [4] and F. Khialparast [5]

(E-mail: mebrahimi@ut.ac.ir)

Abstract

To study the phenotypic and genotypic diversity of some important agronomic traits associated with yield in white beans, 30 genotypes of white bean were evaluated using a randomized complete block design with four replications in two environments under water stress and non stress conditions. Analysis of variance for most of the traits showed significant differences among genotypes, indicating the existence of genetic variation among varieties. Most traits were affected by the stress. The results indicated that grain yield, weight of pod, biological yield, number of grain per plant and number of pod per plant in white bean reduced under water stress condition whereas, evaluation of drought resistance in bean genotypes, showed that stress tolerance index (STI) and mean productivity (MP) and geometric mean productivity (GMP) were the best criteria for recognizing tolerant genotypes (21 and 30). Under both condition weight of pod was highly correlated with the grain yield. Factor analysis was performed for genotypes both under water stress and non stress conditions and under both conditions three common factor have been extracted, which described most of traits variations. Stepwise regression analysis showed that in water stress conditions, pod weight, harvest index, 100 grain weight and number of grain per plant and in non stress conditions pod weight, harvest index and biological yield have the highest effect on grain yield. Result of path analysis showed that the highest direct positive effect was related to weight of pod under both condition. In classification of genotypes based on phenotypic characteristics, using cluster analysis (UPGMA), all genotypes classification into three separate groups under non stress and stress condition.

Keywords: Cluster analysis, Correlation, Factor analysis, Principle component analysis

1- Assistant Prof., Dept. of Agronomy & Crops Breeding, College of Abouraihan, Univ. of Tehran, Pakdasht - Iran **(Corresponding Author *)**

2 - Ph.D. Student, Dept. of Agronomy & Crops Breeding, College of Agricuulture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj - Iran

3 - Professor, Dept. of Agronomy & Crops Breeding, College of Agricuulture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj - Iran

4 - Associate Prof., Dept. of Agronomy & Crops Breeding, College of Agricuulture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj - Iran

5 - Assistant Prof., Dept. of Agronomy & Crops Breeding, College of Agricuulture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj - Iran