

بررسی صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های لوبیا سفید (*Phaseolus vulgaris* L.) و رابطه آنها با عملکرد در شرایط آبیاری بهینه و محدود

Study of quantitative and qualitative traits and their relationships with grain yield in white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under optimum and limited irrigation conditions

آذر محمدی^۱، محمد رضا پیر^۲، محمود سلوک^۳ و آذر رضا دری^۴

چکیده

محمدی، آ.، م. ر. بی همتا، م. سلوکی و ح. ر. دری. بررسی صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های لوبیا سفید (*Phaseolus vulgaris* L.) و رابطه آنها با عملکرد در شرایط آبیاری بهینه و محدود. مجله علوم زراعی ایران. ۱۰ (۱): ۱-۱۱.

خشک‌یک از عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در جهان محسوب می‌شود و تولید اکثر محصولات زراعی در ایران را محدود می‌کند. بکارگیری روش‌های ژنتیکی و به نژادی و گزینش ژنوتیپ‌های مناسب و سازگار به شرایط تنش خشک، به منظور استفاده از صفات کمی و کیفی راهکارهای مناسب و اصولی برای ارقام مناسب و سازگار به شرایط تنش خشک می‌باشد. این منظور با استفاده از صفات کمی و کیفی در دو محیط آبیاری بهینه و محدود، در ژنوتیپ‌های مختلف در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشک‌یک در سال ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران ارزیابی شد. در این مطالعه واریانس ساده و مرکب صفات کمی و کیفی ارقام لوبیا به دو محیط آبیاری بهینه و محدود، تنوع ژنتیکی و عملکرد در اکثر صفات نشان داد. شاخص‌های SSI، GMP و STI در شرایط آبیاری بهینه و محدود همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد داشتند، بنابراین ژنوتیپ‌های که میزان بالای شاخص‌های SSI و GMP و STI و مقدار کمتر شاخص SSI را دارا بودند بعنوان ژنوتیپ‌های مناسب برای شرایط آبیاری بهینه و محدود انتخاب شدند. به منظور ارزیابی دقیق‌تر از نمودارهای پلات نیز استفاده شد و ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۲ و ۳ بعنوان ژنوتیپ‌های مناسب برای شرایط آبیاری بهینه و محدود انتخاب شدند.

واژه‌های کلیدی: لوبیا سفید، صفات کمی، صفات کیفی، شاخص‌های تحمل به خشکی، بای پلات.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۰۵

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه زابل (مکاتبه کننده)

۲- استاد دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران

۳- دانشمند علم‌های دانشگاه زابل

۴- دانشمند علم‌های مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی (۱۳۹۴).

سینگ (Singh, 2002) بیان داشت که در شرایط تنش خشکی انتخاب و غربال شدید نسل های اولیه اشتباه است، زیرا تظاهر قدرت رویشی و عملکرد ژنوتیپ ها در محدوده زمانی کوتاه و در شرایط محدودیت شدید محیطی می باشد و این شرایط برای تظاهر کامل پتانسیل عملکرد کافی نیست، بنابراین بهتر است که در نسل های اولیه، برای مقایسه ژنوتیپ های متحمل به خشکی، اقلیم ها و محیط های انتخاب شوند که دارای تنش خشکی ملایم باشند. ریچاردز (Richards, 1996) بیان کرد که انتخاب در هر دو شرایط تنش و بدون تنش سبب تجمع آلل های مطلوب و انتخاب ژنوتیپ هایی با عملکرد بالاتر می شود. پتانسیل عملکرد بالا در مناطق مطلوب باعث عملکرد مطلوب در مناطق مساعدتر نیز می شود. تنوع ژنتیکی به دلیل کوچک شدن خطاها حداکثر بوده و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نیز به دلیل تکرارپذیری بیشتر محیط ها کوچکتر می شود. شاخص های تحمل به خشکی براساس عملکرد یک ژنوتیپ خاص در شرایط ایده آل (Y_p)، عملکرد یک ژنوتیپ خاص در شرایط تنش (Y_s)، متوسط عملکرد تمام ژنوتیپ ها در شرایط ایده آل ($\bar{Y}_p$) و متوسط عملکرد تمام ژنوتیپ ها در شرایط تنش ($\bar{Y}_s$) محاسبه می شوند و عبارتند از:

شاخص حساسیت به تنش^۱ SSI
فیشر و مورر (Fisher and Maurer, 1978)

$$SSI = \frac{1 - (Y_s / Y_p)}{1 - (\bar{Y}_s / \bar{Y}_p)}$$

شاخص تحمل به تنش^۲ TOL
روزلی و هامبلین (Rosielle and Hamblin, 1981)

$$TOL = Y_p - Y_s$$

شاخص متوسط محصول دهی^۳ MP
روزلی و هامبلین (Rosielle and Hamblin, 1981)

$$MP = \frac{(Y_p + Y_s)}{2}$$

پس از غلات، دومین منبع مهم غذایی جوامع بشری حبوبات است. حبوبات نسبت به غلات در تمامی مراحل رشد به میزان آب بیشتری نیاز دارند. در بین حبوبات از نظر سطح زیر کشت جهانی و ارزش اقتصادی، لوبیا مقام اول را داراست. مجنون حسینی (Majnoon Hosseini, 1993). لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) از مهمترین حبوبات در ایران است که در سطحی حدود ۱۵ هزار هکتار کشت می گردد و تولید آن بیش از ۱۸ هزار تن می باشد (Anon., 2000). باتوجه به محدودیت اراضی مؤثرترین عامل در افزایش تولید لوبیا، انجام تحقیقات در زمینه به-زراعی و به نژادی در جهت افزایش عملکرد در واحد سطح می باشد. خشکی یکی از عوامل محدود کننده تولید لوبیا می باشد. یاردانف و همکاران (Yordanov et al., 2003) اظهار داشتند که مکانیزم تحمل به خشکی به استحکام ساختمان گیاهی بستگی دارد. مثلاً در شرایط خشکی بسیار شدید مولکولهای حاوی باندهای هیدروژنی جایگزین مولکولهای آب در گیاه می شوند تا تحمل گیاه را بالا ببرند. عواملی چون نقش روزنه ها، عمل PS_{II} ، وجود پروتئین های خاص و Rubisco، لیپیدها و قندها بر روی سازگاری و تحمل گیاه نسبت به شرایط تنش خشکی اثر گذارند. در شرایط تنش خشکی روزنه ها بسته شده و پس از مدتی ABA در گیاه تجمع می یابد و پرولین، مانیتول، سوریتول، گلو تالین تیون و α -توکوفرول کاهش می یابد و سنتز پروتئین های جدید متوقف می شود. (Acosta, 1999) بیان کرده است که ارقام متحمل به خشکی باید دارای مقاومت قابل قبول به بیماری ها، حشرات و نماتدها، تحمل به مشکلات خاک، آب و هوا و عدم حساسیت به نوسانات عادی درجه حرارت و طول روز باشند. سینگ و ساینی (Singh and Saini, 1983) روش به نژادی موفق در شرایط تنش لوبیا را روش شجره ای و تلاقی برگشتی بویژه جهت انتقال سریع ژن های محدود کننده عملکرد بیان کردند.

1-Stress Susceptibility Index
3 - Mean Productivity

2- Tolerance Index

شاخص میانگین هندسی محصول دهی¹ GMP
فرناندز (Fernandez, 1992)

$$GMP = \sqrt{(Y_s)(Y_p)}$$

اشنایدر و همکاران (Schneider *et al.*, 1997) با بررسی شاخص برداشت، حساسیت به خشکی، پتانسیل عملکرد و میانگین هندسی برای لوبیا در شرایط خشکی در مناطق میشیگان و مکزیک میزان وراثت پذیری عملکرد در شرایط تنش را بین ۰/۵۹-۰/۱۹ برآورد کردند و وزن صد دانه را صفت با بیشترین وراثت پذیری و شاخص MP را بهترین شاخص تحمل به خشکی معرفی کردند. آدیکو و همکاران (Adiku *et al.*, 2001) با ارائه مدل مناسب اثر تنش خشکی روی لوبیا، ضریب همبستگی وزن خشک مورد انتظار و مقدار مشاهده شده را به ترتیب ۰/۹۷ و ۹۲/ گزارش کردند. نیلسون و نیلسون (Nielsen and Nelson, 1998) اظهار داشتند که تنش در مرحله رویشی باعث کاهش عملکرد دانه در اثر کاهش تعداد نیام در بوته و یا تعداد دانه در نیام می شود و تنش در مرحله زایشی بیشترین تأثیر بر گیاه و کمترین عملکرد را دارد. رافی و همکاران (Raffi *et al.*, 2004) با بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط روی تعداد نیام و بذر در بوته در چند محل طی فصل خشک زراعی اظهار کردند که برای این صفات اثر ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط دارای واریانس معنی دار با همبستگی بالا (** $r = 0.92$) می باشد. گرزسایک و همکاران (Grezaik *et al.*, 1996) با بررسی تنوع ژنتیکی حبوبات طی سه سال، بیان کردند که شاخص SSI در ارقام متحمل کمتر از ۰/۳۱ و در ارقام حساس بیش از ۰/۴۴ است و بطور کلی ارقام متحمل در مقایسه با ارقام حساس عملکرد دانه کمتر اما پایداری بیشتری داشتند. اشنایدر و همکاران (Schneider *et al.*, 2004) با بررسی اثر تنش خشکی روی لاین های خالص لوبیا در چندین سال و مکان با

انتخاب ۱۰٪ برترین ژنوتیپ ها از لحاظ عملکرد بیان کردند که در میان کلیه صفات میزان توارث وزن صد دانه بیشترین مقدار بود. آنها پیشنهاد کردند که بهتر است انتخاب مقدماتی براساس (GMP) و غربال کردن ژنوتیپ های انتخاب شده براساس عملکرد تحت شرایط تنش (Y_s) باشد. فرانسیسکو و همکاران (Fransisco *et al.*, 1997) در بررسی واکنش لاین های اهلی و وحشی لوبیای Tepary (*P. acutifolius*) نسبت به تنش خشکی بیان داشتند که همبستگی عملکرد دانه با وزن دانه مثبت (** $r = 0.78$) ولی با مقدار پروتئین منفی (** $r = -0.75$) بود و میانگین عملکرد و وزن دانه ارقام وحشی را به ترتیب ۴۰ و ۷۵ درصد کمتر از ارقام اهلی ولی میزان محتوی پروتئین دو گروه را یکسان بیان کردند (۲۷/۶ درصد). در نهایت لوبیای Tepary (*P. acutifolius*) را به عنوان منبع تحمل به گرما، خشکی و بیماری پیشنهاد کردند. ترکان و همکاران (Turkan *et al.*, 2005) با مطالعه واکنش پراکسیداسیون و آنتی اکسیداسیون چربی در خاکستر برگ های ارقام متحمل به خشکی Tepary (*P. acutifolius* L.) و حساس به خشکی لوبیای معمولی (*P. vulgaris* L.) دریافتند که تیمار پلی اتیلن گلیکول مقدار محتوای نسبی آب^۲ (RWC) گونه *P. vulgaris* را کاهش داد اما در گونه *P. acutifolius* بی تأثیر بود و تجمع اسید آمینه پرولین در *P. acutifolius* در شرایط تنش خشکی بیش از *P. vulgaris* گزارش کردند. در ایران نیز تولید ارقام متحمل به خشکی در لوبیا از اهداف مهم به نژادی است که باید مورد توجه قرار گیرد (Majnoon Hosseini, 1993). این تحقیق به منظور بررسی صفات کمی و کیفی تعدادی از ژنوتیپ های لوبیا سفید تحت شرایط آبیاری کامل و محدود و یافتن منابع مقاومت برای استفاده در برنامه های به نژادی و تعیین بهترین معیار جهت گزینش در افزایش و

بهبود عملکرد ژنوتیپ ها در هردو محیط تنش و بدون تنش بود.

مواد و روش ها

به منظور بررسی صفات کمی و کیفی ۱۵ ژنوتیپ لویا سفید و رابطه آنها با عملکرد دانه در شرایط آبیاری بهینه و محدود جهت تشخیص و شناسایی ارقام متحمل به خشکی دو آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در شرایط آبیاری بهینه (آبیاری با دور هفت روز) و آبیاری محدود (آبیاری با دور ۱۰ روز) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران با عرض جغرافیایی ۵۷° و ۵۰° عرض شمالی و ۴۸° و ۳۵° طول شرقی از نصف النهار گرینویچ، ۱۳۱۳ متر ارتفاع از سطح دریا میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۲/۴ درجه سانتیگراد انجام شد. ارقام مورد بررسی از بانک ژن حبوبات ایستگاه تحقیقات کشاورزی خمین تهیه شد (جدول ۱). کاشت آزمایش در شرایط آبیاری بهینه در تاریخ سوم خرداد ۱۳۸۳ و آزمایش در شرایط آبیاری محدود در چهارم خرداد ۱۳۸۳ بصورت خشکه کاری و به روش جوی و پشته ای با فاصله خطوط ۵۰ سانتیمتر از هم و فاصله بوته های پنج سانتیمتر انجام شد. بذور هر ژنوتیپ در سه خط دو متری بصورت دستی کشت گردید. اولین آبیاری در تاریخ ۱۱ خرداد و آخرین آن با رعایت دور آبیاری برای ارقام در شرایط آبیاری بهینه ۳۱ مرداد و برای ارقام در شرایط آبیاری

محدود سوم شهریور انجام شد که در این تاریخ گیاهان از لحاظ فنولوژی گیاهی در مرحله دانه بندی بودند. در طی دوره رشد عملیات وجین علف های هرز به صورت دستی انجام شد. با شروع جوانه زنی یادداشت برداری و اندازه گیری صفات مرفولوژیکی کمی و کیفی مورد نیاز با حذف اثر حاشیه ای تا مرحله کامل برداشت، بطور مداوم صورت گرفت. اندازه گیری صفات مورد بررسی بر اساس دستورالعمل های مرکز تحقیقات بین المللی منابع ژنتیک گیاهی^۱ (IPGRI) و مرکز بین المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق گرمسیری^۲ (CIAT) انجام گرفت.

صفات مورد ارزیابی شامل موارد زیر است: تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد جوانه زنی، تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد گل دهی، تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد نیام دهی، تعداد روز از کاشت تا ۱۰ درصد رسیدن اولین نیام، طول دوره پر شدن دانه، تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد رسیدگی کامل، ارتفاع بوته از سطح خاک تا انتهای ساقه اصلی، تعداد گره روی ساقه اصلی، تعداد ساقه های فرعی، تعداد نیام در بوته، وزن نیام، تعداد دانه در نیام، تعداد دانه در ۵ بوته، وزن دانه در ۵ بوته، طول نیام با دم، طول دم نیام، طول دانه، عرض دانه، قطر دانه، وزن صد دانه، طول میانگره، قطر میانگره و درصد پروتئین. کلیه اندازه گیری ها براساس میانگین پنج بوته انجام و ارائه شده است. اثر آبیاری محدود بر کلیه صفات اندازه گیری شده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{درصد تغییرات صفت} = \frac{\text{مقدار صفت در شرایط آبیاری محدود} - \text{مقدار صفت در شرایط آبیاری بهینه}}{\text{مقدار صفت در شرایط آبیاری بهینه}} \times 100$$

جدول ۱ - کد ژنوتیپ های مورد استفاده در مطالعه.

Table 1. Code of genotypes used in this study.

ردیف	کد لاین	ردیف	کد لاین	ردیف	کد لاین
Row	Line Code	Row	Line Code	Row	Line Code
11	KS41112	6	KS41106	1	KS41101
12	KS41113	7	KS41107	2	KS41102
13	KS41114	8	KS41108	3	KS41103
14	KS41157	9	KS41109	4	KS41104
15	KS41165	10	KS41111	5	KS41105

نسبت به این شرایط عکس العمل خاصی نشان ندادند (جدول ۳).

تنوع فنوتیپی صفات در شرایط آبیاری بهینه و آبیاری محدود

سه تا از ۲۵ صفت در شرایط آبیاری محدود تنوع فنوتیپی بسیار بالایی داشتند (جدول ۳). صفات وزن دانه در پنج بوته، طول دم نیام و درصد پروتئین به دلیل تنوع فنوتیپی بالا، بیشترین درصد ضریب تغییرات (C.V.) را داشتند. کمترین ضریب تغییرات به ترتیب مربوط به روز تا ۵۰٪ گل دهی، طول دانه، تعداد گره روی ساقه اصلی، تعداد دانه در بوته و روز تا ۵۰٪ جوانه زنی بود. نتایج حاصله با نظرات میرزایی ندوشن (Mirzaie Nadooshan, 1997)، رافی و همکاران (Raffi et al., 2004) و ترکان و همکاران (Turkan et al., 2005) مبنی بر وراثت پذیری بالای صفات تعداد دانه در بوته، روز تا ۵۰٪ گل دهی، روز تا ۵۰٪ جوانه زنی و طول دم نیام مطابقت دارد، اما شناید و همکاران (Schneider et al., 2004) وراثت پذیری کم این صفات را گزارش کردند که با نتایج حاصل از این مطالعه مغایرت دارد.

همبستگی ساده صفات

با اندازه گیری وزن دانه ژنوتیپ ها در دو محیط آبیاری بهینه (Y_P) و آبیاری محدود (Y_S) و محاسبه شاخص های مختلف تحمل به خشکی، همبستگی بین وزن دانه و شاخص های محاسبه شده به دست آمد (جدول ۴). ملاحظه می شود که وزن دانه در شرایط آبیاری بهینه و محدود دارای همبستگی مثبت و معنی دار هستند ($r^{**} = 0.565$). همچنین با شاخص های GMP، STI، SSI که دارای ویژگی تمایز گروه اول از سایر ژنوتیپ ها بودند (Fernandez, 1992) و با وزن دانه در شرایط آبیاری بهینه و محدود همبستگی مثبت و بسیار معنی دار داشتند. بنابراین ژنوتیپ هایی که میزان بالایی از این شاخص ها را داشته باشند به عنوان متحمل ترین ژنوتیپ ها تعیین شدند. در رابطه با شاخص های دیگر

با استفاده از ضرایب همبستگی ساده بین شاخص ها میزان تحمل به خشکی ژنوتیپ ها و رتبه بندی آنها بوسیله شاخص های تحمل به خشکی برآورد شد (Fernandez, 1992; Rosielli and Hamblin, 1981; Fisher and Maurer, 1978) و برای ارزیابی دقیق تر ژنوتیپ های متحمل به خشکی نمودار بای پلات ترسیم گردید. بای پلات ابزار مفیدی برای تجزیه اطلاعات و ارزیابی نظری ساختار یک ماتریس دو طرفه می باشد که برای بررسی روابط بیش از سه متغیر بصورت یکجا کاربرد دارد. پس از حصول اطمینان از یکنواختی داده ها برای محاسبات آماری مورد نظر از برنامه نرم افزاری SAS و برای رسم نمودار از نرم افزار STATGRAPHICS Plus استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب صفات نشان داد که برای اکثر صفات در دو محیط تنوع ژنتیکی خوبی وجود دارد (جدول ۲). معنی دار نبودن اثر متقابل محیط $\times$ ژنوتیپ بر برخی صفات دلیل بر پایداری صفت در شرایط مختلف آبیاری بود که با نتایج تحقیقات یاردانف و همکاران (Yordanov et al., 2003) موافقت دارد.

اثر تنش خشکی حاصل از آبیاری محدود

درصد تغییرات ناشی از شرایط آبیاری محدود بر روی کلیه صفات نشان داد (جدول ۲) که بیشترین آسیب ناشی از تنش خشکی بر روی عملکرد دانه (۳۷/۹۲) بود، که استنباط می شود این آسیب ناشی از کاهش شدید وزن نیام (۳۴/۵۴ گرم)، و تعداد دانه در بوته (۳۱/۷۰) بود. کمترین اثر آبیاری محدود بر روی صفات روز تا رسیدگی کامل ($C.V. = 0.07$)، طول دوره پر شدن دانه ($C.V. = 0.07$)، درصد پروتئین ($C.V. = 2.4$)، رسیدن اولین نیام ($C.V. = 2.63$) و طول میانگرمه ($C.V. = 0.07$) بود. کلیه این صفات بجز روز تا رسیدگی کامل نسبت به آبیاری محدود عکس العمل منفی نشان دادند ولی بقیه صفات

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب برای صفات مختلف در ژنوتیپ های لوبیا سفید تحت دو محیط آبیاری بهینه و محدود.

Table 2. Combined analysis of variance for different traits in white bean genotypes under optimum and limited irrigation conditions.

(Mean Square) میانگین مربعات												
Traits	صفات	df	ارتفاع گیاه	تعداد ساقه فرعی	تعداد گره روی ساقه اصلی	تعداد دانه در نیام	روز تا ۵۰٪ جوانه زنی	روز تا ۵۰٪ گل دهی	روز تا ۵۰٪ نیام دهی	روز تا رسیدن اولین نیام	روز تا رسیدگی کامل	طول دوره پرشدن دانه
			Plant height	Sub shoot No.	Nod no. per main shoot	Seed/Pod	Days to 50% germination	Days to 50% flowering	Days to 50% poding	Days to first pod maturity	Days to maturity	Seed filling duration
Irrigation (I)	آبیاری	1	230.40 ^{ns}	17.60 ^{**}	2.05 ^{ns}	7.25 ^{**}	30.04 ^{**}	19.60 ^{**}	71.11 [*]	86.04 ^{ns}	0.81 ^{ns}	2.50 ^{ns}
(I/Rep) Error a	آبیاری / تکرار	4	30.49	0.345	2.37	0.85	0.850	0.834	8.75	190.58	89.72	82.66
Genotypes (G)	ژنوتیپ	14	154.97 ^{**}	3.07 ^{**}	13.23 ^{**}	11.99 ^{**}	0.810 ^{**}	111.98 ^{**}	78.35 ^{**}	2101.49 ^{**}	138.21 ^{**}	49.78 ^{ns}
I × G	آبیاری × ژنوتیپ	14	27.19 [*]	1.63 ^{**}	1.34 ^{ns}	7.56 ^{**}	0.05 ^{ns}	2.36 ^{ns}	9.99 ^{ns}	522.29 ^{**}	5.39 ^{ns}	10.02 ^{ns}
Error b	اشتباه b	56	13.136	0.453	0.801	0.241	0.297	1.68	11.733	33.145	32.056	29.823

ادامه جدول ۲- Table 2. continued

(Mean Square) میانگین مربعات

طول نیام	طول دم نیام	طول دانه	عرض دانه	قطر دانه	قطر میانگره	طول میانگره	تعداد نیام در بوته	وزن نیام	وزن دانه در بوته	وزن صد دانه	درصد پروتئین
Pod length	Pod tail length	Seed length	Seed width	Seed diameter	Internode diameter	Internode length	Pod no. /Plant	Pods weight	Seed weight/plant	100 Seed weight	Protein content
36.22 ^{**}	0.15 ^{ns}	4.48 ^{ns}	0.82 ^{ns}	1.89 ^{**}	1.86 ^{ns}	0.01 ^{ns}	4370.14 ^{**}	756.69 ^{**}	530.95 ^{**}	261.94 [*]	56.73 ^{**}
0.371 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.84 ^{ns}	0.45 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.372 ^{ns}	0.07 ^{ns}	86.06 ^{ns}	18.78 ^{ns}	11.95 ^{ns}	16.88 ^{ns}	778.95 ^{ns}
1.96 ^{**}	0.15 ^{**}	3.29 ^{**}	0.39 ^{**}	0.54 ^{**}	2.63 ^{**}	0.22 ^{**}	196.56 [*]	13.56 ^{ns}	10.09 ^{ns}	100.50 ^{**}	126.38 ^{**}
0.850 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.81 ^{ns}	0.49 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.28 ^{ns}	0.08 ^{ns}	66.85 ^{ns}	8.60 ^{ns}	6.04 ^{ns}	15.32 [*]	89.31 ^{ns}
0.715 ^{ns}	0.060 ^{ns}	0.280 ^{ns}	0.487 ^{ns}	0.134 ^{ns}	0.219 ^{ns}	0.102 ^{ns}	89.15 ^{ns}	9.45 ^{ns}	5.90 ^{ns}	7.7 ^{ns}	81.873 ^{ns}

* and **: Significant at the 5% and 1% of probability levels, respectively.

ns : Non-significant

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵.

ns: غیر معنی دار.

جدول ۳- میانگین و درصد ضریب تغییرات برای صفات مختلف لوبیا در شرایط آبیاری بهینه و محدود.

Table 3. Mean and coefficient of variation for different traits in white bean under optimum and limited irrigation conditions.

Traits	صفات	Mean میانگین		C.V. درصد ضریب تغییرات		
		آبیاری بهینه Optimum irrigation	آبیاری محدود Limited irrigation	دو محیط Two conditions	آبیاری بهینه Optimum irrigation	آبیاری محدود Limited irrigation
Plant height (cm)	طول بوته (سانتی متر)	36.29	33.09	8.82	11.28	9.32
Sub shoot	تعداد ساقه فرعی	6.33	5.45	13.90	11.12	11.78
Nod/Main shoot	گره روی ساقه اصلی	12.03	11.73	2.49	8.35	6.55
Seed/Pod	تعداد دانه در نیام	4.45	4.01	9.89	11.74	11.34
Days to germination	روز تا ۵۰٪ جوانه زنی	7.60	6.44	15.13	7.56	7.98
Days to 50% flowering	روز تا ۵۰٪ گل دهی	40.46	39.53	2.30	2.36	3.95
Days to 50% poding	روز تا ۵۰٪ نیام دهی	46.46	44.69	3.83	2.02	10.63
Days to first pod maturity	روز تا رسیدن اولین نیام	74.53	76.48	-2.63	6.80	10.07
Days to maturity	روز تا رسیدگی کامل	87.37	86.77	0.70	2.66	8.83
Seed filling duration	طول دوره پرشدن دانه (روز)	46.91	47.24	-0.70	4.38	15.76
Pod length(cm)	طول نیام (سانتی متر)	10.28	8.99	12.55	6.16	11.34
Pod tail length (cm)	طول دم نیام (سانتی متر)	0.91	0.83	8.71	22.59	32.02
Seed length (mm)	طول دانه (میلی متر)	11.89	11.44	3.73	4.31	4.75
Seed width (mm)	عرض دانه (میلی متر)	6.89	6.70	2.76	3.56	14.22
Seed diameter (mm)	قطر دانه (میلی متر)	5.03	4.72	6.35	5.58	9.11
Internode diameter (mm)	قطر میانگره (میلی متر)	4.92	4.63	5.89	9.53	10.06
Internode length (cm)	طول میانگره (سانتی متر)	1.43	1.44	-0.70	26.16	17.43
Seed no./Plant	تعداد دانه در بوته	44.22	30.21	31.70	6.53	6.91
Pod no./Plant	تعداد نیام در بوته	11.89	9.34	21.45	18.67	16.24
Pods weight (gr)	وزن نیام (گرم)	16.79	10.99	34.54	22.93	18.33
Seed weight (g/5 plants)	وزن دانه (گرم در ۵ بوته)	12.79	7.94	37.92	24.41	39.33
100 Seed weight (g)	وزن صد دانه (گرم)	29.52	26.11	11.58	10.14	9.36
Protein content (%)	درصد پروتئین	27.04	27.68	-2.40	32.67	31.80

جدول ۴- ضرایب همبستگی برای شاخص های مختلف تحمل به خشکی.

Table 4. Correlation coefficients between different drought tolerance indices.

	YP	YS	TOL	SSI	MP	STI	GMP
YP	1	0.565*	0.767**	0.868**	0.573*	0.751**	0.738**
YS		1	-0.414 ^{ns}	0.709**	-0.631*	0.833**	0.845**
TOL			1	0.347 ^{ns}	0.961**	0.155 ^{ns}	0.134 ^{ns}
SSI				1	0.094 ^{ns}	0.978**	0.975**
MP					1	-0.102 ^{ns}	-0.120 ^{ns}
STI						1	0.998**
GMP							1

* and **: Significant at the 5% and 1% of probability levels, respectively. * and **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱.
ns : Non-Significant ns: غیر معنی دار.

دانه (در پنج بوته) بیشتر در شرایط آبیاری بهینه تعیین شدند.

بر اساس Y_s : بر اساس این صفت ژنوتیپ های شماره ۱، ۵ و ۱۰ به ترتیب بعنوان ژنوتیپ های با وزن دانه (در پنج بوته) بیشتر در شرایط آبیاری محدود تعیین شدند.

بر اساس شاخص TOL : بر اساس این شاخص ژنوتیپ های شماره ۶، ۵ و ۳ به ترتیب بعنوان ژنوتیپ های متحمل به آبیاری محدود تعیین شدند.

بر اساس شاخص SSI : بر اساس این شاخص ژنوتیپ های شماره ۶، ۷ و ۹ بعنوان ژنوتیپ های حساس و ژنوتیپ های شماره ۴، ۱۰ و ۱۱ به عنوان ژنوتیپ های متحمل در شرایط آبیاری محدود تعیین شدند.

بر اساس شاخص MP : بر اساس این شاخص ژنوتیپ های شماره ۵، ۱ و ۳ بعنوان ژنوتیپ های برتر در شرایط آبیاری محدود تعیین شدند.

بر اساس شاخص STI : بر اساس این شاخص ژنوتیپ های شماره ۵، ۱ و ۳ بعنوان ژنوتیپ های متحمل در شرایط آبیاری محدود تعیین شدند.

بر اساس شاخص GMP : بر اساس این شاخص ژنوتیپ های شماره ۵، ۱ و ۳ بعنوان ژنوتیپ های با وزن دانه بیشتر در شرایط آبیاری محدود تعیین شدند.

گرازسیاک و همکاران (Grezaik et al., 1996)

نظیر TOL و MP دارای همبستگی مثبت و معنی دار با وزن دانه در شرایط آبیاری بهینه بودند و با وزن دانه در شرایط آبیاری محدود همبستگی منفی داشتند (جدول ۴). ژنوتیپ های دارای مقادیر کوچک تر این شاخص ها به عنوان ژنوتیپ های متحمل تعیین شدند.

تعیین ژنوتیپ های متحمل بر اساس شاخص ها

نتایج حاصل از بررسی تحمل به خشکی در شرایط آبیاری محدود ژنوتیپ های لویا سفید در جدول ۵ ارائه شده است. طبق نظریه فرناندز (Fernandez, 1992) عملکرد ژنوتیپ ها در دو محیط تنش و بدون تنش خشکی به چهار گروه زیر تقسیم می شود: ژنوتیپ هایی که عملکرد بالایی در هر دو محیط دارند (گروه A)، ژنوتیپ هایی که صرفاً عملکرد خوبی در شرایط بدون تنش دارند (گروه B)، ژنوتیپ هایی که صرفاً عملکرد خوبی در شرایط تنش دارند (گروه C)، ژنوتیپ هایی که تظاهر ضعیفی در هر دو محیط دارند (گروه D). در جدول ۵ مقادیر GMP , Y_s , Y_p , SSI , STI و TOL و رتبه بندی ارقام بر اساس شاخص های ذکر شده ارائه گردیده است. سه ژنوتیپ برتر بر اساس تک تک این شاخص ها انتخاب شدند. ژنوتیپ های مذکور بر اساس هر شاخص بصورت زیر تعیین گردیدند.

بر اساس Y_p : بر اساس این صفت ژنوتیپ های شماره ۵، ۳ و ۱ به ترتیب بعنوان ژنوتیپ های با وزن

جدول ۵ - برآورد میزان تحمل ژنوتیپ ها به خشکی با استفاده از شاخص های تحمل به خشکی.

Table 5. Estimation of drought tolerance in white bean genotypes using drought tolerance indices.

ژنوتیپ ها Genotypes	Y _p		Y _s		TOL		MP		SSI		STI		GMP	
	مقدار Value	رتبه Rank	مقدار Value	رتبه Rank	مقدار Value	رتبه Rank	مقدار Value	رتبه Rank	مقدار Value	رتبه Rank	مقدار Value	رتبه Rank	مقدار Value	رتبه Rank
1	14.51	3	10.24	1	4.27	9	12.37	2	0.96	6	1.08	2	12.19	2
2	13.61	6	8.72	4	4.89	7	11.16	4	1.17	8	0.86	4	10.89	4
3	15.05	2	8.33	6	6.72	3	11.69	3	1.45	12	0.91	3	11.19	3
4	9.83	15	7.62	11	2.21	15	8.72	15	0.73	2	0.54	13	12.78	13
5	16.66	1	9.8	2	6.68	2	13.23	1	1.34	10	1.18	1	8.65	1
6	14.45	4	5.06	15	9.39	1	9.75	10	2.12	15	0.53	15	8.55	15
7	12.71	7	6.65	13	6.06	5	9.68	11	1.55	13	0.61	11	9.19	10
8	12.13	10	8.28	7	3.85	10	10.2	6	1.03	7	0.73	6	10.02	6
9	12.33	8	6.01	14	6.32	4	9.17	13	1.67	14	0.54	14	8.61	14
10	11.07	13	8.79	3	2.28	14	9.39	9	0.67	1	0.7	8	9.86	8
11	11.75	11	8.54	5	3.21	12	10.14	7	0.89	3	0.72	7	10.01	7
12	10.35	14	7.32	12	3.3	13	8.83	14	0.95	5	0.55	12	8.7	12
13	12.31	9	7.67	10	4.64	8	9.99	8	1.23	9	0.68	9	9.71	9
14	14.06	5	8.16	8	5.9	6	11.11	5	1.36	11	0.83	5	10.71	5
15	11.17	12	7.95	9	3.22	11	9.56	12	0.94	4	0.64	10	9.42	11

مقدار شاخص SSI در ارقام مقاوم را کمتر از ۰/۳۱ و در ارقام حساس بیش از ۰/۴۴ عنوان کردند، در حالیکه در این تحقیق مقدار شاخص SSI در ارقام مقاوم ۰/۶۷ و در ارقام حساس بیش از ۱/۵ بود. در مورد انتخاب شاخص مناسب، سه شاخص GMP ، STI و MP بعنوان شاخص های مناسب انتخاب برای تحمل به خشکی شناخته شدند. اشنایدر و همکاران (Schneider et al., 2004) نیز شاخص مناسب را GMP معرفی کردند.

تعیین ژنوتیپ های مناسب به آبیاری محدود با استفاده از بای پلات

جهت رسم بای پلات از ماتریسی استفاده شد که ردیف های آن ۱۵ ژنوتیپ لوبیا سفید و ستون های آن شاخص های محاسبه شده بود (جدول ۶). همان گونه که مشاهده می شود فقط دو مؤلفه اول دارای مقادیر

ویژه بزرگتر از یک می باشند و روی هم رفته ۹۹/۸۳ درصد تغییرات کل داده ها را شامل می شوند. مؤلفه اول همبستگی بالا و معنی داری با Y_P ، Y_S ، GMP و MP دارد و بیش از ۰/۶۱ درصد تغییرات کل داده ها را شامل می شود، بنابراین این مؤلفه را می توان تحمل به آبیاری محدود تلقی کرد. هر چه مقدار این مؤلفه بیشتر باشد، رقم مطلوب تر است. مؤلفه دوم که بیش از ۳۸ درصد واریانس کل را توجیه می کند، همبستگی منفی با STI ، GMP و Y_S دارد ولی با شاخص های SSI ، TOL و Y_P همبستگی مثبت دارد و شاخص حساسیت به آبیاری محدود منظور شد. هر چه مقدار این مؤلفه کمتر باشد مطلوب تر است. معادله رابطه بین مؤلفه های اول و دوم را می توان با شاخص ها بصورت زیر نشان داد:

$$\text{مؤلفه اول} = 0.410 Y_P + 0.353 Y_S + 0.152 TOL + 0.029 SSI + 0.482 MP + 0.475 STI + 0.474 GMP$$

$$\text{مؤلفه دوم} = 0.320 Y_P - 0.414 Y_S + 0.578 TOL + 0.607 SSI + 0.020 MP - 0.100 STI - 0.112 GMP$$

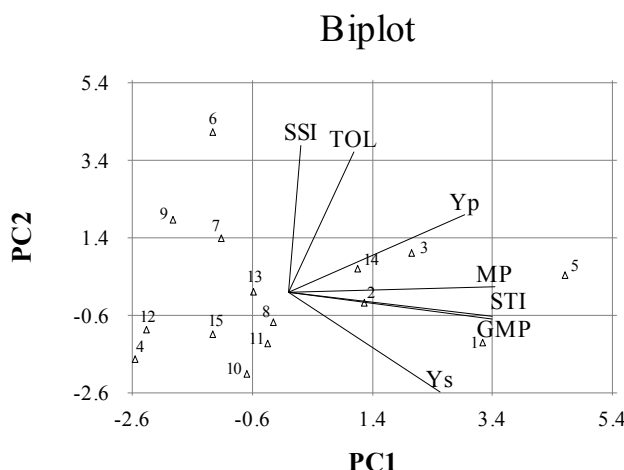
شکل ۱ شاخص های GMP ، STI و MP شاخص های مناسب تر و ژنوتیپ های ۱، ۲، ۳، ۵ و ۱۴ یا $KS41101$ ، $KS41102$ ، $KS41103$ ، $KS41105$ و $KS41157$ نیز ژنوتیپ های متحمل تر شناخته شدند.

با توجه به معادله های بالا مقادیر بالاتر از مؤلفه اول (سازگاری با آبیاری محدود) و مقادیر کمتر از مؤلفه دوم (حساسیت به آبیاری محدود) مدنظر می باشد. بر این اساس ناحیه چهارم در نمودار بای پلات شامل متحمل ترین ژنوتیپ ها می شود. همچنین با توجه به

جدول ۶- تجزیه به مؤلفه های اصلی برای شاخص های حساسیت به خشکی برای ژنوتیپ های لوبیا سفید

Table 7. Principle Component Analysis for drought stress indices for white bean genotypes.

مؤلفه	مقدار ویژه	نسبت واریانس	واریانس تجمعی
Component	Eigen value	Variance ratio	Cumulative variance
1	4.297	61.392	61.392
2	2.691	38.440	99.832
3	0.008	0.119	99.952
4	0.003	0.039	99.991
5	0.0006	0.009	100
6	4.667	0	100
7	0	0	100



شکل ۱- نمودار دو بعدی برای تعیین شاخص ها و ژنوتیپ های برتر در لوبیای سفید
Figure 1. Biplot for determination of the superior indices and genotypes in white bean.

References

منابع مورد استفاده

- Adiku, S. G. K., G. Renger, M. Facklam and C. Hecht-Bucholtz. 2001.** Simulation of the dry matter production and seed yield of common beans under varying soil water and salinity conditions. *Agricultural Water Management*. 47:55-68.
- Anonymous. 2003.** Agriculture Statistics in 2001-2002. Statistics and Information Technology Office. Ministry of Jihad-e-Agriculture. pp. 182.
- Fernandez, G. C. 1992.** Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In proceeding of a Sympo. Taiwan.13-16 Aug.1992. C.G. Kuo (Ed). AVRDC.
- Fisher, R. A., and R. Maurer. 1978.** Drought resistance in spring wheat cultivar. I. grain yield responses. *Aust. J. Agric. Res.* 29: 897-912.
- Fransisco, J., G. Ibrorra-Perez, B. Ehdaie and D. G. Waines. 1997.** Estimation of outcrossing rate in common bean. *Crop Sci.* 37: 60-65.
- Gabriel, K. R. 1971.** The biplot graphical display of matrices with applications to principal component analysis. *Biometrika*. 58: 453-467.
- Grezesai, S., W. Filek, G. Skrudlik and B. Nizoli. 1996.** Screening for drought tolerance: evaluation of seed germination and seedling growth for drought resistance in legume plants. *J. Agron and Crop Sci.* 177: 245-252.
- Ibrahimi, M., M. R. Ghannadha (Bihamta) and F. Khiyalparast. 2001.** Study of the response of some red and white varieties of common bean to limited irrigation. M.Sc. Thesis. The University of Tehran, Iran. pp. 112.
- Majnoon Hosseini, N. 1994.** Food legumes in Iran. pp. 240.

- Manly, B. F. J. (Ed.). 1994.** Multivariate statistical methods. Chapman & Hall. Moghaddam, M., S. A. Mohammadi, M. Aghaee Sarbarzeh (Translated into Persian). pp. 254.
- Mirzaie Nadooshan, H. 1997.** Study of genetic diversity and geo-morphological in collection of Iranian and foreign beans. M.Sc. Thesis. Tarbiat Moddares University, Iran. pp.112.
- Nielsen, D. C. and N. O. Nelson. 1998.** Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. Crop Sci. 38: 422-427.
- Raffi, S. A. M., A. Newas and N. Khan. 2004.** Stability analysis for pod and seed production in Dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant Sci. 3(2): 239-242.
- Richards, R. A. 1996.** Defining selection criteria to improve yield under drought. Plant Growth Regulation. 20:157-166
- Rosielle, A. A. and J. Hamblin. 1981.** The cortical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 943-946
- Schneider, K. A., R. Rosales-Serna, F. Ibarra-Perez, B. Cazares-Enriquez, J. A. Acosta-Gallegos, P. Ramirez-Vallejo, N. Wassimi, and J. D. Kelly. 2004.** Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37: 43-50
- Schneider, K. A., R. Rosales-Serna, J. A. Acosta-Gallegos P. Ramirez-Vallejo. 1997.** Improving pulse performance under drought stress. Crop Sci. 44 : 16-32.
- Singh, S. P. 2002.** Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. Crop Breeding Genetics and Cytology. Crop Sci. High-Bean research.
- Singh, A. K. and S. S. Saini. 1983.** Heterosis and combining ability studies in French bean. SABRAOJ. 15(1): 17-22.
- Turkan, I., M. Bor, O. Filiz, and H. Koca. 2005.** Differential responses of lipid per oxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought-sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. Plant Sci. 168. 223-231.
- Yordanov, I., V. Velikova, T. Tsonev. 2003.** Plant responses to drought and stress tolerance. Plant Physiol. 3:187-206.

Study of quantitative and qualitative traits and their relationships with grain yield in white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under optimum and limited irrigation conditions

Mohammadi, A.,¹ M. R. Bihamta², M. Soluoki³ and H. R. Dorri⁴

ABSTRACT

Mohammadi, A., M. R. Bihamta., M. Soluoki and H. R. Dorri. Study of quantitative and qualitative traits and their relationships with grain yield in white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under optimum and limited irrigation conditions. **Iranian Journal of Crop Sciences. 10(3): 231-243 (in Persian).**

Drought stress often is a limited factor in world that threatns crop yield. Application of breeding and selection of tolerant genotypes to abiotic stresses are logical approach for determination of tolerant genotypes that have a high performance under drought. In order to study quantitative and qualitative traits and their relationships with grain yield in white bean genotypes under optimum and limited irrigation conditions, 15 white bean genotypes were studied in two experiments using randomized complete block design with three replications in experimental field, Faculty of Agricultural, The University of Tehran in 2004 cropping season. Combined analysis of variance showed high genetic variation for most of the traits. Some traits had high genetic variation under both conditions. Stress Susceptibility Index (SSI), Geometric Mean Productivity (GMP) and Stress Tolerance Index (STI) had positive correlation with yield under optimum and limited irrigated conditions. Thus genotypes with greater GMP, STI and lower SSI were identified as the tolerant genotypes. For further evaluation, biplot was used. Four genotypes including No. 1, 2, 3, 5 and 14 were identified as tolerant genotypes and STI , GMP, MP indices were determined as suitable indicas in screening for drought tolerance.

Keywords: White bean, Quantitative traits, Qualitative traits, Drought tolerance indices, Biplot.

Received: August, 2006.

1- M.Sc. Graduate in plant breeding, Zabol University, Zabol, Iran.(Corresponding author)

2- Prof., The University of Tehran, Karaj, Iran.

3- Faculty member, Zabol University, Zabol, Iran.

4- Faculty member, Agriculture and Natural Resources Center of Markazi province, Khomein, Iran.