Archive of SID

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۷، شماره ۴، سال ۱۳۹۰

ارزیابی ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی به تنش خشکی بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش

Evaluation of Chitti Bean Genotypes to Drought Stress Using Stress Tolerance Indices

بهروز اسدی [۱]، حمیدرضا دری [۲] و عادل غدیری [۱]

۱ و ۲- به ترتیب کارشناس و مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، ایستگاه ملی تحقیقات لوبیا، خمین

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۴/۱۶

چکیده

اسدی، ب.، دری، ح. ر.، و غدیری، ع. ۱۳۹۰. ارزیابی ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی به تنش خشکی بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۷:** ۶۳۰ - ۶۱۵.

به منظور شناسائی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، آزمایشی در مزرعه ایستگاه ملی تحقیقات لوبیا خمین در سال ۱۳۸۶ اجرا شد. تعداد یک صد ژنوتیپ لوبیا چیتی به همراه سه شاهد در قالب طرح آگمنت در دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی کاشته شدند. آبیاری در شرایط مطلوب و تنش به ترتیب پس از ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A اعمال شد. در طول دوره رشد صفات زراعی، عملکرد و اجزاء عملکرد ژنوتیپ‌ها اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج به دست آمده، تنش خشکی به طور متوسط منجر به کاهش عملکرد به میزان ۴۱/۱۶ درصد شد. برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها از نظر تحمل به خشکی شاخص‌های میانگین حسابی (MP)، میانگین هندسی (GMP)، تحمل به تنش (STI)، حساسیت به تنش (SSI) و تحمل محاسبه شدند. با توجه به همبستگی شاخص‌ها با عملکرد در دو شرایط تنش و غیر تنش، دو شاخص STI و SSI به عنوان بهترین شاخص‌ها در شناسائی ژنوتیپ‌های متحمل انتخاب شدند. با استفاده از نمودار بای‌پلات و مقایسه مقادیر دو شاخص برتر STI و SSIبرای هر ژنوتیپ و مشاهده وضعیت قرار گرفتن ژنوتیپ‌ها در بای‌پلات شش ژنوتیپ KS21181، KS21247، KS21212، KS21216، KS21189 و KS21191 که STI بالا و SSI پائین داشتند به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی شناسائی شدند.

واژه‌های کلیدی: لوبیا چیتی، تنش خشکی، شاخص‌های تحمل به تنش.

نویسنده مسئول: b.assady@yahoo.com تلفن: ۰۸۶۶۲۶۱۵۶۹۸

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) گیاهی است دیپلوئید که دارای ۲۲ کروموزوم است. این گیاه از نواحی جنوبی و مرکزی قاره آمریکا منشا گرفته است. در بین حبوبات، لوبیا با تولید سالانه بیش از ۲۰ میلیون تن، مقام اول جهان را دارا است (Anonymous, 2008). سطح زیر کشت لوبیا در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در ایران ۱۰۵۵۷۴ هکتار با تولید ۲۱۷۹۸۸ تن بود که پس از نخود و عدس مقام سوم را دارا بوده است (Anonymous, 2009). دانه این گیاه با ۲۲-۱۸ درصد پروتئین از نظر خوراکی حائز اهمیت است (Majnon Hoseini, 2009). خشکی یکی از عوامل محدودکننده تولید این محصول در جهان است. گیاه لوبیا به شرایط آب و خاک و کیفیت آن خیلی حساس بوده و عملکرد آن حتی در دوره‌های کوتاه مدت تنش صدمه می‌بیند. کاهش آماس سلولی اولین اثر خشکی است که موجب می شود سرعت رشد محصول و اندازه نهایی آن کاهش یافته و به دنبال آن سرعت رشد و نمو، رشد ساقه و برگ در اثر کم شدن مقدار واحدهای فتوسنتزکننده، تولید مواد فتوسنتزی و انتقال آن به بخش‌های مختلف کم شده و در نهایت عملکرد کاهش یابد (Jolaei, 2005). تنش خشکی متوسط تا شدید می‌تواند بیوماس، تعداد دانه در بوته، دانه در غلاف، تعداد روز تا رسیدگی، شاخص برداشت، عملکرد دانه و وزن دانه لوبیا را کاهش دهد (Ramírez-Vallejo and Kelly, 1998؛ Acosta-Gallegos and Adams, 1991). پادیلا رامیرز و همکاران (Padilla-Ramirez *et al.*, 2005) گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، بیوماس و شاخص برداشت شده است. مونوز- پرآ و همکاران (Munoz-Perea *et al.*, 2005) گزارش کردند که تنش خشکی علاوه بر کاهش معنی‌دار عملکرد، باعث کاهش بازده مصرف آب نسبت به تیمار بدون تنش می‌شود و تنش خشکی شدید می‌تواند میزان کارائی مصرف آب و نیتروژن را در لوبیا کاهش دهد. صدها ژرم‌پلاسم ،لاین‌های اصلاحی و ارقام لوبیا از نواحی مختلف محل پیدایش و تکامل این محصول در آمریکای لاتین جهت مقاومت به خشکی غربال شده‌اند. گزارش‌های این بررسی‌ها نشان داده که سطوح بالای مقاومت به خشکی در ارقام نژاد دورانگو که از ارتفاعات مکزیک سرچشمه گرفته‌اند وجود دارد (Teram and Singh, 2002؛ Singh, 1995). شاخص‌های متعددی برای ارزیابی عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف و تعیین مقاومت و حساسیت آن‌ها ارائه شده است. روزیلی و هامبلین (Rosielle and Hamblin, 1981) شاخص‌های تحمل(Tolerance: Tol) و میانگین حسابی(Mean Productivity: MP) را معرفی کردند. مقدار بالای Tol نشانه حساسیت ژنوتیپ به تنش بوده و انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس مقادیر کمتر این

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص و مقادیر بالای MP انجام می شود. فیشر و مائورر (Fisher and Maurer, 1978) شاخص حساسیت به تنش (Stress Susceptibility Index: SSI) را پیشنهاد کردند. مقدار کمتر SSI نشان‌دهنده تغییرات کم عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش و در نتیجه پایداری بیشتر آن ژنوتیپ است. فرناندز (Fernandez, 1992) شاخص تحمل به تنش (Stress Tolerance Index: STI) را معرفی کرد. ژنوتیپ‌های پایدارتر بر اساس این شاخص دارای مقادیر بالاتر STI هستند.

آکوستا و همکاران(Acosta *et al*., 1999) نیز سطوح بالای مقاومت به تنش خشکی را در میان ارقام نژاد جالیسکو و نژادهای آمریکای مرکزی گزارش کردند. در اکثر پژوهش‌های انجام شده، موثرترین معیار انتخاب در میان صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، فنولوژیکی، عملکرد و صفات وابسته به عملکرد جهت تشخیص ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی را میانگین عملکرد دانه (میانگین حسابی و هندسی) گزارش کرده‌اند (Ramirez-Vallejo and Kelly, 1998؛ White *et al*., 1994؛ Abebe *et al*., 1998). رزالس سرنا و همکاران (Rosales-Serna *et al*., 2000) و اشنایدر و همکاران (Schneider *et al*., 2004) جهت بررسی مقاومت به خشکی در لاین‌های لوبیا، شاخص بهره‌وری متوسط (GMP) و مارکرهای RAPD را ملاک انتخاب قرار دادند. سینگ (Singh, 1995) میانگین حسابی عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش خشکی و درصد کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی را به عنوان معیارهای انتخاب قرار دادند. آبب و همکاران (Abebe *et al*., 1998) توانایی شاخص‌های مختلف در شناسایی لاین‌های مقاوم لوبیا نسبت به تنش خشکی را مطالعه و گزارش کردند که شاخص‌های میانگین هندسی تولید (GMP) و میانگین حسابی تولید (MP) تنها شاخص‌هایی بودند که با عملکرد در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی همبستگی مثبت داشتند، همچنین شاخص‌های حساسیت به تنش (SSI)، درصد کاهش عملکرد (PR) و شاخص پاسخ به خشکی (DRI) با عملکرد در شرایط تنش خشکی دارای همبستگی و با عملکرد در شرایط بدون تنش فاقد همبستگی بودند. خاقانی و همکاران (Khaghani *et al*., 2007) در ارزیابی ۳۰ ژنوتیپ لوبیا چیتی و قرمز در دو محیط آبیاری مطلوب و تنش خشکی، مناسب‌ترین شاخص‌های مقاومت به خشکی را MP، GMP و STI گزارش کردند و بر اساس آن‌ها تعداد سه ژنوتیپ لوبیا چیتی و دو ژنوتیپ لوبیا قرمز را به عنوان ژنوتیپ متحمل به خشکی شناسائی کردند. هدف از این بررسی شناسائی ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی متحمل به تنش خشکی و استفاده از آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی این محصول بود.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی و غربال ژنوتیپ‌های لوبیا

www.SID.ir

Archive of SID

چیتی از نظر واکنش به تنش خشکی، آزمایشی با ۱۰۳ ژنوتیپ در سال ۱۳۸۶ در مزرعه ایستگاه ملی تحقیقات لوبیا خمین به اجرا در آمد. این ایستگاه در ارتفاع ۱۹۳۰ متر از سطح دریا با طول جغرافیائی ۴۹ درجه و ۵۷ دقیقه و عرض جغرافیائی ۳۳ درجه و ۳۹ دقیقه واقع شده است. در این آزمایش تعداد یکصد ژنوتیپ لوبیا چیتی که به صورت تصادفی از کلکسیون ایستگاه لوبیا خمین انتخاب شده بودند، در قالب طرح آماری آگمنت با پنج بلوک و در دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای ارزیابی یکنواختی بلوک‌ها از سه لاین لوبیا چیتی به عنوان شاهد آزمایش استفاده شد. شاهدهای آزمایشی به صورت تصادفی در داخل هر بلوک قرار گرفتند. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم عمیق پائیزه، شخم سطحی بهاره، دیسک و لولر بود. عناصر غذائی ماکرو و میکرو بر اساس آزمون خاک مورد استفاده قرار گرفت. بذر هر یک از ژنوتیپ‌ها بر روی دو خط به طول یک متر کاشته شد. فواصل بوته‌ها بر روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در هر دو شرایط آزمایش، آبیاری تا استقرار کامل گیاهچه‌ها در مرحله ظهور سومین سه برگچه‌ای به صورت یکسان انجام شد. آبیاری در شرایط مطلوب بر اساس ۵۰ میلی‌متر تبخیر و در شرایط تنش خشکی بر اساس ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A انجام شد. اعمال تنش خشکی تا پایان مرحله رسیدگی ادامه داشت. در طول دوران رشد و نمو مراقبت‌های زراعی معمول شامل کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها برای کلیه ژنوتیپ‌ها به صورت یکسان انجام شد. صفات مورد بررسی شامل تعداد روز از کاشت تا گلدهی، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف عملکرد و وزن صددانه بود. به منظور بررسی میزان کاهش و یا افزایش صفات در دو شرایط بدون تنش و تنش درصد تغییرات صفات اندازه‌گیری شد. با توجه به عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش و تنش شاخص‌های زیر محاسبه شدند:

۱- شاخص بهره‌وری متوسط (Rosielle and Hamblin, 1981)

$$MP = (Y_P + Y_S)/2$$

۲- شاخص میانگین هندسی بهره‌وری متوسط (Fernandez, 1993)

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

۳- شاخص تحمل (Rosielle and Hamblin,1981)

$$TOL = Y_P - Y_S$$

٤- شاخص تحمل به تنش (Fernandez, 1993)

$$STI = (Y_P)(Y_S)/(\bar{Y}_P)^2$$

٥- شاخص حساسیت به تنش (Fisher and Maurer, 1978)

$$SSI = \frac{1-\frac{YS}{YP}}{1-\frac{\bar{Y}S}{\bar{Y}P}}$$

در این روابط Y_P عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط آبیاری مطلوب، Y_S عملکرد هر

www.SID.ir

Archive of SID

ژنوتیپ در شرایط تنش خشکی، $\overline{Y}_P$ میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری مطلوب و $\overline{Y}_S$ میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی است. به منظور تعیین یکنواختی ماده آزمایشی، با انتخاب شاهدها به عنوان تیمار تجزیه واریانس به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی در هر دو محیط انجام شد. همبستگی بین صفات مورد ارزیابی و همچنین تجزیه به عامل‌ها با استفاده از روش مولفه‌های اصلی بر اساس ماتریس همبستگی و چرخش وریماکس در هر دو شرایط تنش و بدون تنش انجام شد. پس از محاسبه شاخص‌ها، همبستگی بین آن‌ها و تجزیه به مولفه‌های اصلی بین آن‌ها انجام شد. از نرم‌افزار SAS برای انجام تجزیه واریانس و از نرم‌افزارSPSS برای انجام محاسبات آماری، ضرایب همبستگی، تجزیه به عامل‌ها و رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج و بحث

کد و شماره ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی مورد ارزیابی در جدول ۱ نشان داده شده است.

به منظور بررسی وضعیت یکنواختی ماده آزمایشی با در نظر گرفتن قطعات کشت به عنوان بلوک و شاهدها به عنوان تیمار تجزیه واریانس برای کلیه صفات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد.تجزیه واریانس نشان داد که واریانس مربوط به بلوک در کلیه صفات مورد بررسی غیرمعنی‌دار بود که نشان‌دهنده یکنواختی بلوک‌ها بوده و در نتیجه نیازی به تصحیح داده‌ها نبود. برای برآورد میزان کاهش یا افزایش صفات در ۱۰۳ ژنوتیپ درصد تغییرات صفات تحت تاثیر تنش خشکی، مورد بررسی قرار گرفت. به جز ارتفاع بوته تمامی صفات دچار کاهش ناشی از اعمال تنش خشکی شدند (جدول ۲). بیشترین تاثیر تنش خشکی مربوط به عملکرد و تعداد دانه در بوته بود. اجزاء دیگر عملکرد (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صددانه) نیز متاثر از تنش خشکی بودند . شن کات و بریک (Shenkut and Brick, 2003) و فرام و همکاران (Frahm *et al*., 2004) نیز گزارش کردند که تنش رطوبتی باعث کاهش عملکرد دانه لوبیا می‌شود، اما کاهش عملکرد بسته به زمان و شدت تنش و نیز ژنوتیپ مورد استفاده متفاوت است. تیران و سینگ (Teran and Singh, 2002) نیز در بررسی ۳۶ ژنوتیپ گزارش کردند که در اثر تنش خشکی عملکرد دانه ۵۳٪، وزن صددانه ۱۳٪ و روز تا رسیدگی ۳٪ کاهش یافت.

ضرایب همبستگی ساده صفات در شرایط بدون تنش (جدول ۳) نشان داد که عملکرد دانه با صفات روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، تیپ بوته، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و تعداد دانه در غلاف دارای همبستگی مثبت معنی‌دار و با وزن صددانه دارای همبستگی منفی معنی‌دار بود. حبیبی و همکاران (Habibi *et al*., 2008) بیشترین همبستگی عملکرد دانه را با ارتفاع بوته، دانه در بوته، وزن غلاف، تعداد غلاف، شاخص برداشت و وزن صددانه گزارش کردند. وزن

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی مورد ارزیابی در آزمایش
Table1. Chitti bean genotypes evaluation in the experiment

ردیف No.	کد ژنوتیپ Genotype code	ردیف No.	کد ژنوتیپ Genotype code	ردیف No.	کد ژنوتیپ Genotype code	ردیف No.	کد ژنوتیپ Genotype code
1	KS21188	27	KS21104	53	KS21252	79	KS21242
2	KS21212	28	KS21653	54	KS21209	80	KS21107
3	KS21246	29	KS21204	55	KS21244	81	KS21127
4	KS21245	30	KS21276	56	KS21201	82	KS21162
5	KS21238	31	KS21213	57	KS21189	83	KS21298
6	KS21183	32	KS21263	58	KS21215	84	KS21185
7	KS21193	33	KS21240	59	KS21210	85	KS21320
8	KS21221	34	KS21226	60	KS21194	86	KS21189
9	KS21406	35	KS21247	61	KS21259	87	KS21191
10	KS21187	36	KS21260	62	KS21220	88	KS21466
11	KS21216	37	KS21486	63	KS21182	89	KS21287
12	KS21200	38	KS21273	64	KS21190	90	KS21141
13	KS21205	39	KS21478	65	KS21186	91	KS21374
14	KS21456	40	KS21487	66	KS21191	92	KS21375
15	KS21373	41	KS21152	67	KS21399	93	KS21184
16	KS21218	42	KS21255	68	KS21192	94	KS21336
17	KS21197	43	KS21241	69	KS21208	95	KS21258
18	KS21391	44	KS21219	70	KS21233	96	KS21488
19	KS21206	45	KS21228	71	KS21321	97	KS21481
20	KS21195	46	KS21207	72	KS21199	98	KS21485
21	KS21251	47	KS21222	73	KS21193	99	KS21254
22	KS21330	48	KS21239	74	KS21101	100	KS21224
23	KS21180	49	KS21181	75	KS21365	101	KS21202
24	KS21318	50	KS21211	76	KS21151	102	KS21243
25	KS21203	51	KS21196	77	KS21397	103	KS21163
26	KS21306	52	KS21227	78	KS21248		

منشاء کلیه ژنوتیپ های مورد ارزیابی سیات (CIAT) است.

The origin of all genotypes CIAT.

صد دانه با تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته دارای همبستگی منفی معنی‌دار بود که نشان می‌دهد ژنوتیپ‌های با تعداد غلاف و دانه بیشتر دارای وزن صد دانه کمتری بودند. وان‌شون هون و ویست (Wan Schoonhoven and Voysest,1991) نیز گزارش کردند که وزن صد دانه با دو جزء تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته دارای همبستگی منفی بود. در بررسی ضرایب همبستگی صفات در شرایط تنش خشکی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین و درصد تغییرات ناشی از تنش خشکی در صفات مختلف ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی
Table 2. Mean and percentage changes due to drought stress in different triats of chitti bean genotypes

Traits	صفات	Mean میانگین		درصد کاهش
		آبیاری مطلوب Optimum irrigation	تنش خشکی Drought stress	Reduced percentage
Days to flowering	روز تا گلدهی	51.34	49.16	4.25
Days to maturity	روز تا رسیدگی	93.98	93.84	0.15
Plant height	ارتفاع بوته	62.81	67.26	-7.08
Pods / plant	تعداد غلاف در بوته	9.57	7.85	17.97
Seeds / plant	تعداد دانه در بوته	34.27	23.86	30.38
Seeds / pod	تعداد دانه در غلاف	3.53	3.03	14.16
100 seed weight (g)	وزن صددانه	41.83	35.67	14.73
Yield ($kgha^{-1}$)	عملکرد	2623.22	1554.58	41.16

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی در شرایط آبیاری مطلوب
Table 3. Correlation coefficient between traits of chitti bean genotypes in normal irrigation condition

Traits	صفات	روز تا گلدهی DF	روز تا رسیدگی DM	تیپ بوته PT	ارتفاع بوته PH	تعداد غلاف Pd/P	تعداد دانه در غلاف S/P	تعداد دانه در غلاف S/Pd	عملکرد Y
Days to flowering (DF)	روز تا گلدهی								
Days to maturity (DM)	روز تا رسیدگی	0.80^{**}							
Plant type (PT)	تیپ بوته	0.33^{**}	0.31^{**}						
Plant heigh (PH)	ارتفاع بوته	0.56^{**}	0.59^{**}	0.85^{**}					
Pods / plant (Pd/P)	تعداد غلاف در بوته	0.44^{**}	0.50^{**}	0.22^{*}	0.35^{**}				
Seeds / plan (S/P)	تعداد دانه در بوته	0.48^{**}	0.52^{**}	0.22^{*}	0.34^{**}	0.92^{**}			
Seeds / pod (S/Pd)	تعداد دانه در غلاف	0.27^{**}	0.26^{*}	0.17	0.18	0.10	0.45^{**}		
Yield (Y)	عملکرد	0.25^{*}	0.41^{**}	0.27^{**}	0.33^{**}	0.25^{*}	0.34^{**}	0.42^{**}	
100 seed weight (100SW)	وزن صد دانه	-0.39^{**}	-0.41^{**}	-0.02	-0.19	-0.48^{**}	-0.50^{**}	-0.18	-0.28^{**}

*و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد.

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

(جدول ۴) عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در بوته و تعداد دانه در غلاف دارای همبستگی مثبت معنی‌دار بود. وزن صددانه با اجزاء عملکرد دارای همبستگی منفی معنی‌دار بودند. همچنین وزن صددانه با تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی دارای همبستگی منفی معنی‌دار بود که نشان می‌دهد ژنوتیپ‌های زودرس تر به دلیل این که کمتر تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفته‌اند، از وزن صددانه بیشتری برخوردار بودند. نتایج تجزیه به عامل‌ها با استفاده از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس ماتریس همبستگی و چرخش وریماکس

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۴- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی در شرایط تنش خشکی
Table 4 . Correlation coefficients between traits of chitti bean genotypes in drought strees condition

Traits	صفات	روز تا گلدهی DF	روز تا رسیدگی DM	تیپ بوته PT	ارتفاع بوته PH	تعداد غلاف Pd/P	تعداد دانه در غلاف S/P	تعداد دانه در غلاف S/Pd	عملکرد Y
Days to flowering (DF)	روز تا گلدهی								
Days to maturity (DM)	روز تا رسیدگی	0.63**							
Plant type (PT)	تیپ بوته	0.29**	0.38**						
Plant heigh (PH)	ارتفاع بوته	0.48**	0.51**	0.87**					
Pods / plant (Pd/P)	تعداد غلاف در بوته	0.23*	0.31**	-0.07	0.002				
Seeds / plan (S/P)	تعداد دانه در بوته	0.32**	0.29**	-0.04	0.06	0.82**			
Seeds / pod (S/Pd)	تعداد دانه در غلاف	0.22**	0.07	0.06	0.12	0.01	0.54**		
Yield (Y)	عملکرد	0.09	0.07	-0.13	-0.06	0.15	0.36**	0.38**	
100 seed weight (100SW)	وزن صد دانه	-0.19*	-0.33**	-0.03	-0.10	-0.37**	-0.40**	-0.25**	-0.06

*و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد.

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

در شرایط بدون تنش و تنش خشکی در جدول‌های ۵ و ۶ ارائه شده است. در تجزیه عامل‌ها در شرایط بدون تنش سه عامل مجموعاً ۷۴/۰۳ درصد تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. عامل اول ۲۷/۲ درصد از تغییرات را توجیه کرد و در ترکیب خطی این عامل صفات غلاف در بوته، دانه در بوته و وزن صددانه دارای بزرگ‌ترین ضرایب عاملی بودند که می‌توان این عامل را عامل اجزا عملکرد نامید. عامل دوم ۲۶/۹ درصد از تغییرات را توجیه کرد و در این عامل صفات روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، تیپ بوته و ارتفاع بوته دارای بیشترین ضرایب عاملی بودند. این عامل با عنوان فنولوژی و ایدئوتایپ نامگذاری شد. در عامل سوم صفات دانه در غلاف و عملکرد دانه دارای بیشترین ضرایب عاملی بودند و ۱۹/۸۹ درصد تغییرات را توجیه کردند.عامل سوم با عنوان عامل عملکرد نامگذاری شد. با توجه به ویژگی‌های عامل اول و سوم استفاده همزمان از این دو عامل در جهت گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد و اجزاء عملکرد بالا می‌تواند موثر باشد. با توجه به نمودار دو طرفه این دو عامل ژنوتیپ‌های شماره ۳۲، ۷۶، ۲۳، ۳۵، ۴۹ و ۱۰ به عنوان ژنوتیپ‌های برتر در شرایط مطلوب انتخاب شدند (شکل ۱).در شرایط تنش خشکی سه عامل در مجموع ۷۶/۳۷ درصد از تغییرات کل را توجیه کردند. عامل اول به تنهایی ۳۱/۸۷ درصد از تغییرات را شامل می‌شد. در ترکیب خطی این عامل صفات روز تا گلدهی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه دارای بیشترین ضرایب بودند. این عامل را می‌توان عامل اجزاء عملکرد نامگذاری کرد. عامل دوم ۲۷/۱۵ درصد از تغییرات را توجیه کرد و در این عامل صفات تیپ و ارتفاع بوته دارای بزرگ‌ترین ضرایب عاملی بودند و لذا

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۵- تجزیه به عامل ها در شرایط آبیاری مطلوب
Table 5. Factor analysis in normal irrigation condition

Traits	صفات	عامل ۱ 1st factor	عامل ۲ 2nd factor	عامل ۳ 3rd factor
Pods / plant	تعداد غلاف در بوته	0.912	-0.058	-0.044
Seeds / plant	تعداد دانه در بوته	0.779	-0.039	0.512
100 seed weight	وزن صد دانه	-0.705	-0.108	-0.047
Days to flowering	روز تا گلدهی	0.485	0.531	0.153
Days to maturity	روز تا رسیدگی	0.487	0.654	0.031
Plant type	تیپ بوته	-0.142	0.887	-0.073
Plant height	ارتفاع بوته	-0.009	0.954	-0.012
Seeds / pod	تعداد دانه در غلاف	0.096	-0.001	0.891
Yield	عملکرد	0.107	0.003	0.837
Variance	واریانس	27.22	26.92	19.89
Cumulative variance	واریانس تجمعی	27.22	54.14	74.03

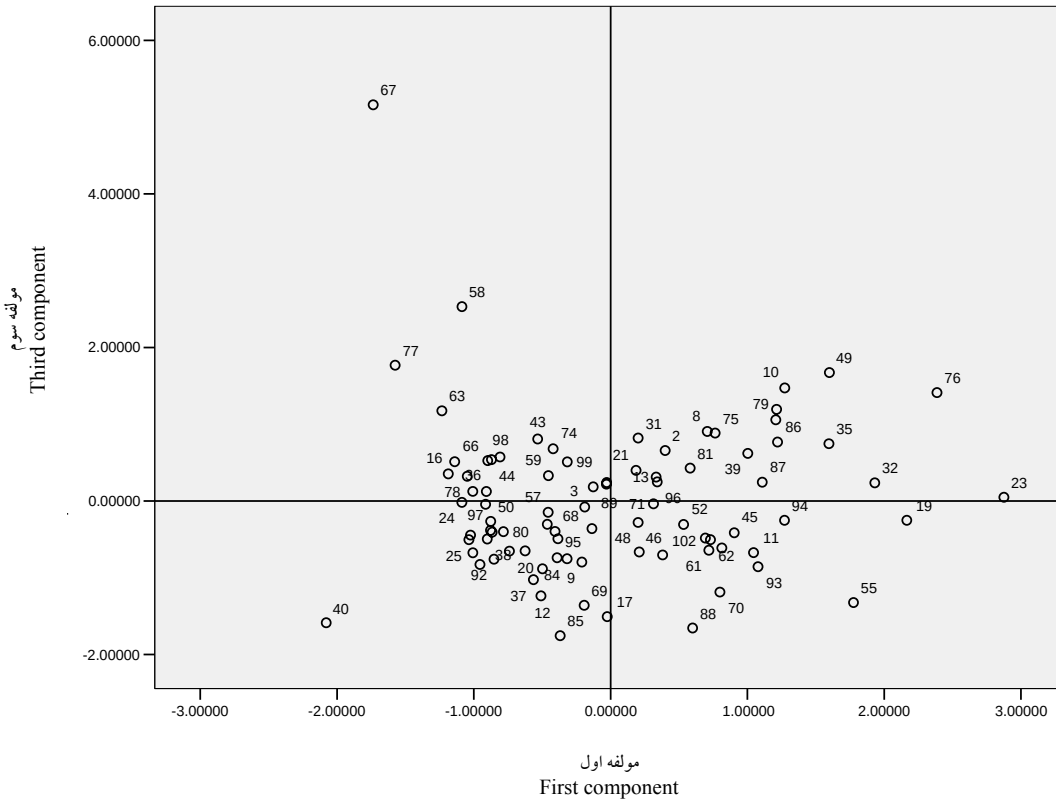
جدول۶- تجزیه به عامل ها در شرایط تنش خشکی
Table 6. Factor analysis in drought strees condition

Traits	صفات	عامل ۱ 1st factor	عامل ۲ 2nd factor	عامل ۳ 3rd factor
Days to maturity	روز تا رسیدگی	0.621	0.561	0.169
Pods / plant	تعداد غلاف در بوته	0.873	0.173	0.032
Seeds / plant	تعداد دانه در بوته	0.832	0.170	0.332
100 seed weight	وزن صد دانه	-0.776	0.047	-0.132
Days to flowering	روز تا گلدهی	0.565	0.573	0.172
Plant type	تیپ بوته	-0.038	0.900	0.174
Plant height	ارتفاع بوته	0.197	0.934	0.112
Seeds / pod	تعداد دانه در غلاف	0.102	0.091	0.893
Yield	عملکرد	0.239	0.224	0.731
Variance	واریانس	31.87	27.15	17.35
Cumulative variance	واریانس تجمعی	31.87	59.02	76.37

این عامل با عنوان عامل ایدئوتایپ نامگذاری شد. در عامل سوم که ۱۷/۳۵ درصد از تغییرات را توجیه کرد عملکرد دانه و تعداد دانه در غلاف دارای بزرگ‌ترین ضرایب عاملی بودند. در جهت انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد و اجزاء عملکرد، عامل‌های اول و سوم حائز اهمیت است، بنابراین با توجه به نمودار دو طرفه این دو عامل ژنوتیپ‌های شماره ۲۵، ۸، ۷۹، ۸۶،۳۲ و ۱۱ به عنوان ژنوتیپ‌هایی با عملکرد و اجزاء عملکرد بالا در شرایط تنش خشکی گزینش شدند (شکل ۲). حبیبی و همکاران

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱ – بای‌پلات ۱۰۳ ژنوتیپ لوبیا چیتی بر اساس مولفه‌های اول و سوم در شرایط آبیاری مطلوب

Fig. 1. Biplot for 103 genotypes of chitti bean based on the first and third components in normal irrigation

For genotypes name see Table 1. برای نام ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه شود.

(Habibi *et al.*, 2008) در بررسی ۴۵ لاین لوبیا سفید، قرمز و چیتی در دو محیط تنش و بدون تنش خشکی در مشهد گزارش کردند که بر اساس تجزیه به عامل‌ها در شرایط بدون تنش چهار عامل بیش از ۶۷ درصد تغییرات و در محیط تنش پنج عامل بیش از ۶۶ درصد تغییرات داده‌ها را توجیه کردند.

برای شناسائی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی از پنج شاخص تحمل و حساسیت به تنش استفاده شد. با توجه به همبستگی عملکرد در شرایط مطلوب و تنش خشکی ($r = 0.54^{**}$) معلوم شد که گزینش بر اساس عملکرد در هر دو شرایط می‌تواند ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و پایداری مطلوب را حاصل کند (جدول ۷). عملکرد در شرایط مطلوب با شاخص‌های میانگین حسابی، میانگین هندسی (GMP)، شاخص تحمل به تنش (STI)، شاخص حساسیت به تنش (SSI) و تحمل (TOL) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۷). همچنین عملکرد در شرایط تنش با شاخص‌های میانگین هندسی، میانگین حسابی و تحمل به تنش دارای همبستگی مثبت معنی‌دار و با شاخص حساسیت به تنش و تحمل دارای همبستگی منفی و معنی‌دار بود.

www.SID.ir

Archive of SID

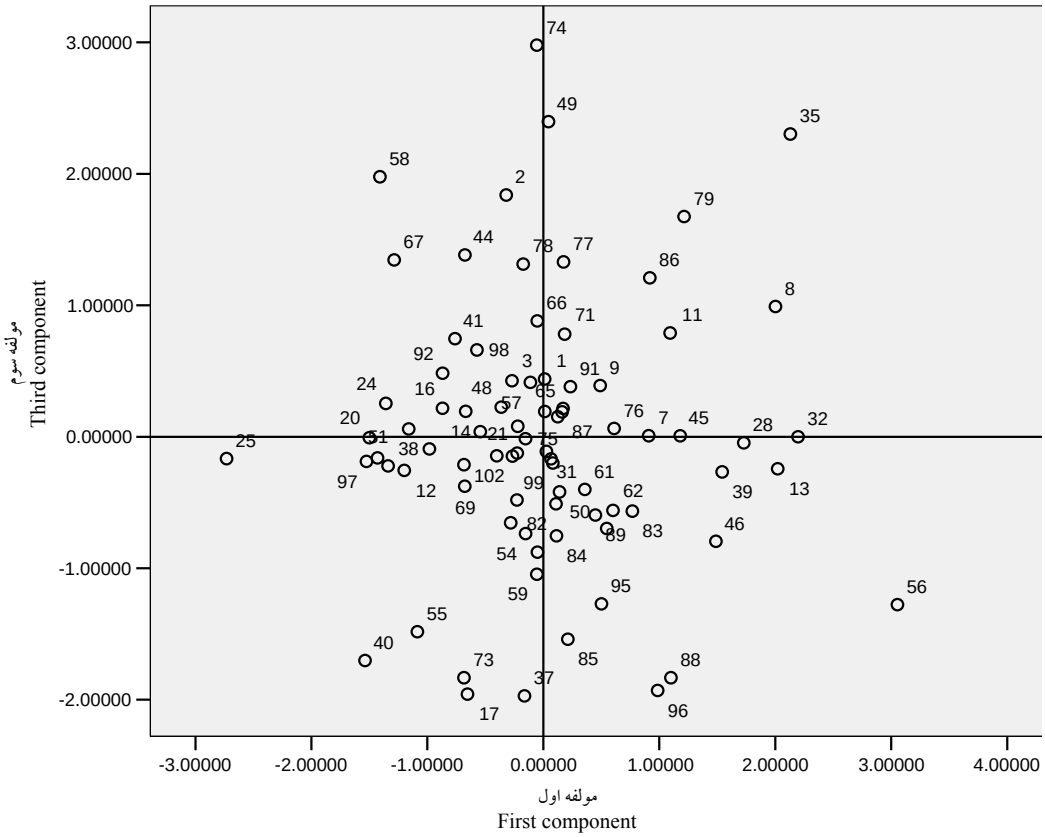
جدول۷ - ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل

Table 7. Correlation coefficients between drought tolerance indices

Indices	شاخص‌ها	YP	YS	MP	GMP	STI	SSI
YP	عملکرد در شرایط مطلوب						
YS	عملکرد در شرایط تنش	0.54**					
MP	میانگین تولید	0.90**	0.85**				
GMP	میانگین هندسی تولید	0.81**	0.93**	0.98**			
STI	شاخص تحمل به تنش	0.80*	0.90**	0.96**	0.97**		
SSO	شاخص حساسیت به تنش	0.18*	-0.69**	-0.25	-0.40**	-	
TOL	تحمل	0.61**	-0.33**	0.21*	0.04	0.05	0.85**

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد.

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



شکل ۲- بای‌پلات ۱۰۳ ژنوتیپ لوبیا چیتی بر اساس مولفه‌های اول و سوم در شرایط تنش خشکی

Fig. 2. Biplot for 103 genotypes of chitti bean based on the first and third components in drought stress condition

For genotypes name see Table 1. برای نام ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه شود.

این وضعیت نشان می دهد ژنوتیپ‌هایی که در شرایط مطلوب عملکرد بالائی دارند، نسبت به تنش خشکی حساسیت بیشتری دارند، اما در شرایط تنش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا نسبت

www.SID.ir

Archive of SID

به تنش حساسیت کمتری را دارند. محمدی و همکاران (Mohammadi *et al*., 2008) در ارزیابی ۱۵ ژنوتیپ لوبیا سفید در شرایط تنش خشکی گزارش کردند که وزن دانه در شرایط آبیاری بهینه و محدود دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. همچنین بین شاخص‌های GMP، STI و SSI با وزن دانه در شرایط آبیاری بهینه و محدود همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت. با توجه به این که بهترین شاخص‌ها جهت گزینش ژنوتیپ‌ها، شاخص‌هایی هستند که منجر به انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو شرایط و همچنین متحمل به تنش خشکی باشد، شاخص‌های GMP یا STIبه عنوان بهترین شاخص‌ها برای انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش و شاخص SSI برای انتخاب ژنوتیپ‌هایی با کمترین حساسیت به تنش خشکی مناسب است. بنابراین انتخاب بر اساس STI و علیه SSI بهترین ژنوتیپ‌ها را از نظر عملکرد و تحمل به خشکی نشان می‌دهد. گراسیاک و همکاران (Grezesaik *et al*. 1996) مقدار شاخص SSI در ارقام مقاوم را کمتر از ۰/۳۱ و در ارقام حساس بیشتر از ۰/۴۴ عنوان کردند. اشنایدر و همکاران (Schneider *et al*., 2004) نیز شاخص مناسب جهت انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش را GMP معرفی کردند. پورچ و همکاران (Porch *et al*., 2009)در بررسی ۲۹ ژنوتیپ لوبیا در شرایط تنش خشکی به مدت دو سال، با استفاده از شاخص GMP تعداد پنج ژنوتیپ برتر شناسائی کردند تا از آن‌ها به عنوان والدین در برنامه‌های اصلاحی و تجزیه‌های ژنتیکی استفاده شود.

بر اساس تجزیه به مولفه‌های اصلی بر روی پنج شاخص و YP و YS در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی، ملاحظه شد که دو مولفه اصلی ۹۸/۶۳ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۸).

جدول۸ – ضرایب ترکیب خطی مولفه‌های اصلی شاخص‌های تحمل به خشکی

Table 8. Linear combination principal components of drought tolerance indices

مولفه	مقادیر ویژه	واریانس تجمعی	شاخص های مورد مطالعه				Components			
Componenet	Eigenvalues	Variance cumulative (%)	YP	YS	MP	GMP	STI	SSI	TOL
1	4.5	65.92	0.81	0.93	0.98	0.99	0.98	0.04	0.04
2	2.3	32.71	0.58	-0.37	0.17	-0.004	0.03	0.98	0.99

مولفه اول ۶۵/۹۲ درصد از تغییرات کل داده‌ها را بیان کرد. بیشترین ضریب مثبت در ترکیب خطی مؤلفه اول مربوط به YP، YS، MP، GMP و STI بود. لذا این مولفه با عنوان مولفه عملکرد و تحمل به تنش نامگذاری شد. با توجه به این که مقادیر بالای

www.SID.ir

Archive of SID

این شاخص‌ها مطلوب هستند، اگر به مقادیر مثبت و بالای این مولفه توجه شود، می‌توان ژنوتیپ‌هائی را که دارای عملکرد بالائی در هر دو شرایط تنش و غیر تنش و دارای شاخص‌های بالای GMP و STI هستند را گزینش کرد. مولفه دوم ۳۲/۷۱ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد. بیشترین ترکیب خطی این مولفه مربوط به شاخص‌های TOL و SSI و تا حدودی YP بود و بیشترین ضریب منفی مربوط به YS بود. از این رو این مولفه با عنوان مولفه حساسیت به تنش خشکی نامگذاری شد. بنابراین ژنوتیپ‌هائی که مقادیر پائین مولفه دوم را داشته باشند، دارای کمترین حساسیت به تنش خشکی هستند. مولفه دوم ۳۲/۷۱ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کرد. بیشترین ترکیب خطی این مولفه مربوط به شاخص‌های TOL و SSI و تا حدودی YP بود و بیشترین ضریب منفی مربوط به YS بود. از این رو این مولفه با عنوان مولفه حساسیت به تنش خشکی نامگذاری شد. بنابراین ژنوتیپ‌هائی که مقادیر پائین مولفه دوم را داشته باشند، دارای کمترین حساسیت به تنش خشکی هستند. محمدی و همکاران (۲۰۰۸) بر اساس تجزیه به مولفه‌های اصلی شاخص‌های تحمل گزارش کردند که دو مولفه اصلی ۹۹ درصد از تغییرات را توجیه کرد و بر اساس این دو مولفه پنج ژنوتیپ متحمل به تنش خشکی را گزینش کردند. بر اساس بای پلات حاصل از دو مولفه اصلی، ژنوتیپ‌ها در چهار گروه قرار گرفتند (شکل ۳).

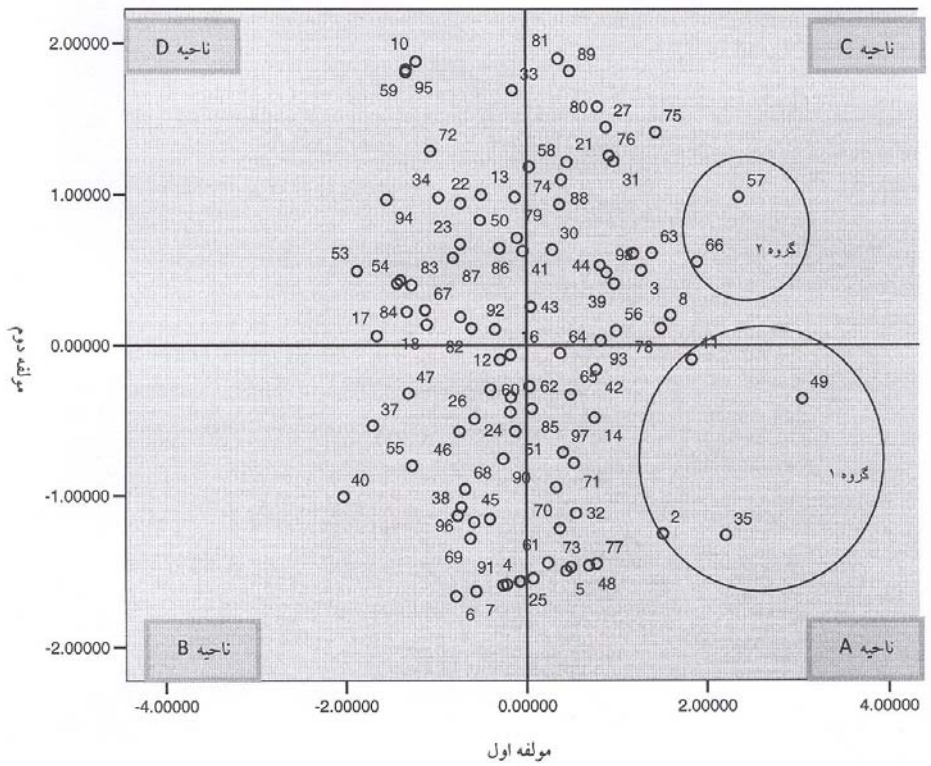
ژنوتیپ‌های ناحیه A از نظر شاخص‌های تحمل (MP، GMP و STI) دارای مقادیر بالاتر از میانگین و از نظر شاخص حساسیت (SSI) دارای مقدار کمتر از میانگین بودند، بنابراین مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها محسوب می‌شوند. با توجه به عملکرد و شاخص‌های تحمل تنش، ژنوتیپ‌های KS21181، KS21247 ، KS21212 و KS21216 (گروه ۱) به ترتیب بهترین ژنوتیپ‌ها از نظر تحمل به خشکی و عملکرد شناخته شدند. بعد از ژنوتیپ‌های گروه ۱، ژنوتیپ‌های KS21189 و KS21191 (گروه ۲) اگرچه از نظر شاخص حساسیت مقداری بیشتر از گروه ۱ دارند ، اما به دلیل بالا بودن شاخص‌های تحمل می‌توانند در اولویت دوم بعد از گروه ۱ انتخاب شوند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از کلیه همکاران ایستگاه تحقیقات لوبیا خمین به خاطر کمک در اجرای این آزمایش تشکر و قدردانی می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳- بای پلات شاخص های تحمل به خشکی در ۱۰۳ ژنوتیپ لوبیا چیتی بر اساس مولفه‌های اول و دوم

Fig. 3. Biplot indices of drought tolerance in 103 genotypes of chitti bean based on the first and second principal components

For genotypes name see Table 1. برای نام ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه شود.

References

Abebe, A., Brick, M. A., and Kirkby, R. 1998. Comparison of selection indices to identify productive dry bean lines under diverse environmental conditions. Field Crops Research 58: 15–23.

Acosta-Gallegos, J. A., and Adams, M. W. 1991. Plant traits and yield stability of dry bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars under drought stress. Journal of Agricultural Science, Cambridge 117: 213–219.

Acosta, J. A., Acosta, E., Padilla, S., Goytia, M. A., Rosales, R., and López, Y. E. 1999. Mejoramiento de la resistencia a la seqíua del frijol comun en Mexico. Agron.Mesoam. 10: 83–90.

Anonymous 2009. Statistics of Agricultural Crops. Center of Statistics and Information, Ministry of Jihad-e–Agriculture, Tehran, Iran (in Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Anonymous 2008. FAO. Statistics of Agriculture Crops in the World. http://www.fao.org.

Fernandez, G. C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. pp: 257-270. In: Kuo, C. G. (ed.) Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress. AVRDC, Shunhua, Taiwan.

Fischer, R. A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research 29: 897-912.

Frahm, M. A., Rosas, J. C., Mayek-Perez, N., Lopez-Salinas, E., Acosta-Gallegos, J. A., and Kelly, J. D. 2004. Breeding beans for resistance to terminal drought in the lowland tropics. Euphytica 136 (2). 223-232.

Grezesaik, S., Filek, W., Skrudlik, G., and Nizoli, B. 1996. Screening for drought tolerance: Evaluation of seed germination and seedling growth for drought resistance in legume plants. Journal of Agronomy and Crop Science 177: 245-252.

Habibi, G. R., Bihamta, M. R., Souhani, A. R., and Dorii, H.R. 2008. A study of some morphological characteristics affecting grain yield and yield components in bean under reduced irrigation. Iranian Journal of Agricultural Sciences 39 (1): 51-62 (in Persian).

Jolaei, M. 2005. The effect of mild water stress on some physiological characteristics and the level of enzyme activity of anti-oxidants of different cultivars of wheat. MSc. Thesis, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran (in Persian).

Khaghani, S., Ghannadha, M. R., Changhizi, M., Dorri, H. M., and Moshayedi, M. A. 2007. Evaluation and study of qualitative and quantitative traits in red bean and chitti bean. Proceedings of the 2nd National Pulse Crops Symposium of Iran. Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran (in Persian).

Majnon Hosein, N. 2009. Agronomy and Pulses Production, 4th edition. Tehran University Jihad Publications, Tehran, Iran (in Persian).

Mohammadi, A., Bihamta, M. R., Soluoki, M., and Dorii, H. R. 2008. 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).

Munoz-Perea, C.G., Wright, R.A.J., Westermann, D., Teran, H., Dennis, M., Hayes, R., and Singh, S. P. 2005. Drought resistance, water use efficiency and nutrient uptake by old and new dry bean cultivars. Bean Improvement Cooperative, New York 48: 144-145.

www.SID.ir

Archive of SID

Padilla-Ramirez, K. S., Acosta-Gallegos, K. A., Acosta- Diaz, E., Mayek-Perez, N., and Kelly, J. D. 2005. Partitioning and partitioning rate to seed yield in drought stressed and non stressed dry bean genotypes. Bean Improvement Cooperative. New York, 48: 153-153.

Porch, T. G., Ramirez, V. H., Santana, D., and Harmsen, E. W. 2009. Evaluation of common bean for drought tolerance in Juana Diaz, Puerto Rico. Journal of Agronomy and Crop Science 195: 328-334.

Ramírez-Vallejo, P., and Kelly, J. D. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica 99: 127–136.

Rosales-Serna, R., Ramírez-Vallejo, P., Acosta-Gallegos, J. A., Castillo-González, F., and Kelly, J. D. 2000. Grain yield and drought tolerance of common bean under field conditions. Agrociencia 34: 153–165.

Rosielle, A. A., and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science 21: 943-946.

Schneider, K. A., Rosales-Serna, R., Ibarra-Perez, R., Cazares-Enriquez, B., Acosta-Gallegos, J. A., Ramírez-Vallejo, P., Wassimi, N., and Kelly, J. D. 2004. Improving common bean performance under droughtstress. Crop Science 37: 43–50.

Van Schoonhoven, A., and Voysest, O. 1991. Common Beans Research for Crop Improvement. Published by C. A. B International in Association with CIAT.

Shenkut, A. A., and Brick, M. A. 2003. Traits associated with dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.) productivity under diverse soil moisture environments. Euphytica 133 (3): 339-347.

Singh, S.P. 1995. Selection for water stress tolerance in interracial populations of common bean. Crop Science 35: 118–124.

Teran, H., and Singh, P. S. 2002. Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. Crop Science 42: 64-70.

White, J. W., Castillo, J. A., Ehleringer, J. R., García-C., J. A., and Singh, S. P. 1994. Relations of carbon isotope discrimination and other physiological traits to yield in common bean (*Phaseolus vulgaris*) under rainfed conditions. Journal of Agricultural Science, Cambridge 122: 275–284.

www.SID.ir