نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۲، صفحهٔ ۱۰۸-۹۹، نیمهٔ دوم ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 99-108

بررسی تأثیر قطع آبیاری در مرحله گلدهی بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیاچشم‌بلبلی

سید حمزه حسینیان[1*] و ناصر مجنون حسینی[2]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲- استاد زراعت، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۰

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ۳۱ ژنوتیپ لوبیا چشم بلبلی، آزمایشی به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو شرایط آبیاری معمول (بدون تنش) و قطع آبیاری (تنش خشکی از مرحله گلدهی تا پایان دوره رشد) در مزرعه پژوهشی دانشگاه تهران واقع در کرج در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا گردید. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک تک‌بوته و عملکرد دانه تک‌بوته بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات نشان داد که در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای کلیه صفات در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار وجود داشت. نتایج حاصل از تجزیه مرکب دو محیط نیز نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها در مورد تمامی صفات اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. اثر محیط نیز برای تمامی صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بوده که بیانگر تأثیر منفی روی صفات در اثر اعمال تنش خشکی در مرحله گل‌دهی می‌باشد. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه معنی‌دار شد که بیانگر واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف است. میانگین مقایسه صفات نشان داد که در هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش بیشترین عملکرد مربوط به ژنوتیپ شماره ۶ بود. نتایج تجزیه همبستگی نشان از همبستگی بالا و معنی‌دار عملکرد بیولوژیک و تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه را در هر دو شرایط تنش و بدون تنش داشت، که می‌توان از آن‌ها در انتخاب مستقیم برای افزایش عملکرد استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه مرکب، تنش خشکی، ضریب همبستگی، عملکرد، لوبیا چشم بلبلی

مقدمه

در اکثر نقاط دنیا آب عامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی است. استفاده بهینه از آب به‌خصوص در مناطقی که شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک بر آن حاکم است دارای اهمیت به‌سزایی می‌باشد. براساس گزارش فائو حدود ۹۰ درصد از کشور ایران در نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد (FAO, 2010). اقتصاد و مدیریت منابع آب ایجاب می‌کند که از واحد حجم آب حداکثر بهره‌برداری صورت گیرد. در چنین شرایطی که کمبود آب آبیاری وجود دارد، اطلاع از واکنش گیاهان و میزان حساسیت به کم‌آبی از اهمیت به‌سزایی بر خوردار است. میزان افت پتانسیل آبی که منجر به اثرات نامطلوب می‌شود، به نوع گیاه، مرحله رشد و فرایندی که مورد نظر است بستگی دارد. طبق نظر Nielsen (1997) تنش خشکی در مراحل انتهایی رشد یکی از عوامل محدودکننده رشد گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد.

لوبیا چشم‌بلبلی محصول زراعی مهمی است که به‌طور وسیعی در مناطق گرم آفریقا، آسیا و آمریکا رشد می‌کند و اغلب به‌عنوان گیاهی با سازگاری زیاد به دماهای بالا و خشکی در مقایسه با گونه‌های دیگر حبوبات، مورد توجه است (Ehlers, 1997) و با دارا بودن پروتئین بالا می‌تواند جایگزین مناسبی برای گوشت برای اقشار کم‌درآمد باشد و به‌عنوان یکی از منابع مهم تغذیه‌ای به شمار می‌آید. طبق مطالعات انجام شده، اثبات شده است که لوبیا چشم‌بلبلی قادر به نگهداری پتانسیل آب برگی بالا یا محتوای رطوبت نسبی برگی بالا، طی تنش آبی است، بنابراین از پسابیدگی بافت جلوگیری می‌کند (Souza *et al.*, 2004).

با اندازه‌گیری عملکرد و اجزای آن می‌توان مشخص نمود که تنش در مراحل مختلف فنولوژیک از طریق تأثیر بر کدام‌یک از اجزای عملکرد، تولید در واحد سطح گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Boonjung & Fukai, 1996). Turk *et al.* (1980) نشان دادند که لوبیا چشم‌بلبلی در طی مراحل گلدهی

*نویسنده مسئول: کرج، دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات
همراه: ۰۲۶۳۲۲۲۷۴۱۳، s.h.hosseinian@ut.ac.ir

و پرشدن غلاف به تنش خشکی بسیار حساس است. Neinhus & Singh (1988) بیان داشتند که عملکرد لوبیا یک صفت کمّی پیچیده بوده و اجزای آن عبارت از تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه است. Fienebaum *et al.* (1991) با بررسی اثر تنش خشکی روی اجزای عملکرد سه رقم لوبیا نشان دادند تنش در مرحله گل‌دهی باعث کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در هر سه رقم شد. در آزمایشی با بررسی تنش خشکی در دو فصل زراعی بر روی سه ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی در مراحل رویشی و زایشی گزارش شد که حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی، مرحله گلدهی بود که باعث کاهش ۵۰ درصدی عملکرد دانه شد در حالی‌که تنش خشکی در مرحله رویشی، تفاوت معنی‌داری با شرایط نرمال نداشت و این نشان می‌دهد که گیاه در این مرحله می‌تواند تنش خشکی را تحمل کند و خود را بهبود دهد (Ahmad & Suliman, 2010). در آزمایشی دیگر اثر تنش خشکی روی ۲۰ ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی در مرحله زایشی نارزیابی شد که تنش خشکی باعث کاهش شاخص سطح برگ (۲۰٪)، میزان کلروفیل (۱۶٪)، تعداد غلاف در بوته (۱۷۵٪) و عملکرد دانه (۶۰٪) شده است (Bastos *et al.*, 2011).

این پژوهش به‌منظور مطالعه اثر تنش خشکی اواخر دوره رشد بر عملکرد دانه و اجزاء آن در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی و شناخت همبستگی‌های موجود بین عملکرد دانه با صفات مختلف مورفولوژیک و اجزای عملکرد اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایشی با ۳۱ ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی (جدول ۱) که از کلکسیون حبوبات بانک ژن گیاهی گروه زراعت و اصلاح‌نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انتخاب شده بودند، در شرایط آبیاری معمول (بدون تنش) و قطع آبیاری (تنش خشکی از مرحله گلدهی تا پایان دوره رشد) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج (۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه طول شرقی به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا با میانگین بارندگی چهل ساله حدود ۲۵۸ میلی‌متر) در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ انجام شد. هر کرت شامل دو ردیف به طول دو متر و فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خط ۵ سانتی‌متر و عمق کاشت در حدود ۵ سانتی‌متر بود. هر ژنوتیپ در دو خط دو متری به‌صورت دستی کشت گردید. در طول فصل رشد عملیات وجین علف‌های هرز با دست انجام گرفت. فواصل زمانی آبیاری به‌طور منظم هر هفت روز در نظر گرفته شد. در تیمار تنش آبی، از مرحله گلدهی به بعد تا پایان دوره رشد آبیاری متوقف گردید. در مرحله برداشت، صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک تک‌بوته و عملکرد دانه تک‌بوته اندازه‌گیری شد. همچنین برای محاسبه میزان اختلاف صفات بر حسب درصد در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط عدم تنش از فرمول زیر استفاده شد.

$$\frac{\text{(مقدار صفت در حالت تنش - مقدار صفت در حالت عدم تنش)}\times 100}{\text{مقدار صفت در حالت عدم تنش}}$$

برای تجزیه واریانس ساده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی و برای تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه دو آزمایش (شرایط تنش خشکی و شرایط بدون تنش) از تجزیه مرکب استفاده گردید. جهت تجزیه و تحلیل و محاسبات آماری داده‌های پژوهش از برنامه آماری SAS 9.2 و برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی اثر تنش خشکی بر صفات اندازه‌گیری شده

با توجه به جدول ۲ مشاهده می‌شود که بسیاری از صفات در اثر تنش خشکی کاهش نشان دادند. بیشترین آسیب ناشی از تنش خشکی مربوط به تعداد غلاف در بوته (۳۴/۲۷ درصد) بود که باعث کاهش شدید در عملکرد دانه (۳۲/۵ درصد) شد. Muuhouche *et al.* (1998) بیان کردند که در لوبیا صفت تعداد غلاف در بوته در مقایسه با تعداد دانه در غلاف حساسیت بیشتری نسبت به تنش خشکی دارد. Szilagyi (2003) نیز بیشترین تأثیر ناشی از تنش خشکی در لوبیا را روی صفت عملکرد دانه، برابر با ۸۰ درصد برآورد نمود. در آزمایشی دیگر بیان شد که در بین اجزای عملکرد تعداد غلاف در بوته بیشترین کاهش را در اثر تنش خشکی داشت (Ramires & Kelly, 1998). صفت تعداد غلاف در بوته (۳۴/۲۷) در مقایسه با تعداد دانه در غلاف (۱۵/۰۷) بیشتر تحت تأثیر تنش قرار گرفته است (جدول ۲). صفت تعداد غلاف در بوته در مقایسه با تعداد دانه در غلاف حساسیت بیشتری دارد (Ramires & Kelly, 1998).

نتایج تجزیه واریانس ساده صفات

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی مورد بررسی برای تمامی صفات در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی اختلاف معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) وجود دارد که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد (جدول ۳ و ۴).

جدول ۱- کد و منشأ ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی مورد آزمایش

Table 1. Code and origin of cowpea genotypes in the experiment

شماره ژنوتیپ	کد	مبدأ		شماره ژنوتیپ	کد	مبدأ	
Genotype No.	Code	Origin		Genotype No.	Code	Origin	
1	62-034-00007	Colombia	کلمبیا	17	62-069-00273	India	هند
2	62-153-00042	Turkey	ترکیه	18	62-157-00301	USA	آمریکا
3	62-153-00052	Turkey	ترکیه	19	62-157-00318	USA	آمریکا
4	62-069-00058	India	هند	20	62-157-00322	USA	آمریکا
5	62-069-00061	India	هند	21	62-157-00328	USA	آمریکا
6	62-153-00066	Turkey	ترکیه	22	62-157-00341	USA	آمریکا
7	62-000-00073	Africa	آفریقا	23	62-157-00351	USA	آمریکا
8	62-110-00091	Nigeria	نیجریه	24	62-157-00354	USA	آمریکا
9	62-110-00107	Nigeria	نیجریه	25	62-157-00355	USA	آمریکا
10	62-015-00110	Congo	کنگو	26	62-157-00372	USA	آمریکا
11	62-157-00118	USA	آمریکا	27	62-157-00374	USA	آمریکا
12	62-157-00122	USA	آمریکا	28	62-157-00377	USA	آمریکا
13	62-157-00137	USA	آمریکا	29	62-157-00380	USA	آمریکا
14	62-110-00240	Nigeria	نیجریه	30	62-157-00396	USA	آمریکا
15	62-110-00260	Nigeria	نیجریه	31	62-157-00347	USA	آمریکا
16	62-069-00270	India	هند				

جدول ۲- میانگین صفات و درصد تغییرات صفات ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی در شرایط بدون تنش و تنش

Table 2. Mean traits and percentage changes in traits in cowpea genotypes under non-stress and stress conditions

صفات	Traits	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	درصد تغییرات صفت Percentage change in trait
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	Plant height (cm)	138.85	106.48	23.31
تعداد شاخه در بوته	Branch. Plant^{-1}	12.71	9.06	28.72
تعداد غلاف در بوته	Pod.plant^{-1}	21.45	14.10	34.27
تعداد دانه در غلاف	Grain. Pod^{-1}	11.35	9.64	15.07
وزن صد دانه (گرم)	100 Grain weight	16.01	14.65	8.49
عملکرد بیولوژیک تک بوته (گرم)	Grain yield. Plant^{-1}	107.46	78.90	26.58
عملکرد دانه تک بوته (گرم)	Biological yield. Plant^{-1}	25.91	17.49	32.50

نتایج تجزیه مرکب صفات

نتایج تجزیه مرکب صفات نشان داد که اثر رژیم رطوبتی روی تمامی صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). همچنین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد بودند. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نیز برای صفات تعداد دانه در بوته و وزن صددانه در سطح احتمال ۵ درصد و برای صفت تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵) که نشانگر تفاوت در واکنش ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات مذکور در دو شرایط محیطی است.

مقایسه میانگین صفات

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد برای آزمایش بدون تنش و تنش خشکی در جدول ۶ آورده شده است.

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه نشان داد که دامنه تغییرات صفت ارتفاع بوته برای ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط آبیاری نرمال بین ۸۲/۳ تا ۱۹۷/۸ سانتی‌متر بود. ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۱۳ و ۲۱ بالاترین ارتفاع و ژنوتیپ‌های شماره ۳۰، ۱۹ و ۲۰ کمترین ارتفاع را به خود اختصاص دادند (جدول ۶).

در شرایط تنش خشکی نیز بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به‌ترتیب ۱۷۴/۱ و ۳۷/۶ سانتی‌متر بود که بیشترین آن مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۲۱، ۴ و ۱۰ و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۲۰، ۳۰، ۱۹ و ۲۴ بود (جدول ۶). ژنوتیپ‌های شماره ۴ و ۲۱ و ژنوتیپ‌های شماره ۲۰، ۳۰، ۱۹ در هر دو شرایط محیطی به‌ترتیب بیشترین ارتفاع و کمترین ارتفاع را داشتند.

جدول ۳- تجزیه واریانس ساده صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی در شرایط بدون تنش خشکی

Table 3. Simple analysis of variance for traits of cowpea genotypes in non-stress drought conditions

منابع تغییرات	S.O.V	میانگین مربعات (MS)							
		درجه آزادی d. f	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه در بوته Branch. Plant^{-1}	تعداد غلاف در بوته Pod.plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Grain. Pod^{-1}	وزن صد دانه 100 Grain weight	عملکرد دانه تک بوته Grain yield. Plant^{-1}	عملکرد بیولوژیک تک بوته Biological yield. Plant^{-1}
تکرار	Replication	2	4.16	2.33	4.43	0.20	0.29	20.97	1.12
ژنوتیپ	Genotype	30	3669.72**	8.10**	38.48**	2.76**	28.38**	42.72**	36.59**
خطا	Error	60	232.74	3.06	5.65	0.59	0.38	20.16	0.71
ضریب تغییرات	C.V. (%)	-	10.99	13.66	11.10	6.73	3.84	17.33	3.79

* و**: به‌ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and **: Significant at 5 and 1% level of probability, respectively

جدول ۴- تجزیه واریانس ساده صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی در شرایط تنش خشکی

Table 4. Simple analysis of variance for traits of cowpea genotypes in stress drought conditions

منابع تغییرات	S.O.V	میانگین مربعات (MS)							
		درجه آزادی d.f	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه در بوته Branch. Plant^{-1}	تعداد غلاف در بوته Pod.plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Grain. Pod^{-1}	وزن صد دانه 100 Grain weight	عملکرد دانه تک بوته Grain yield. Plant^{-1}	عملکرد بیولوژیک تک بوته Biological yield. Plant^{-1}
تکرار	Replication	2	136.12	15.32**	6.46	0.03	0.01	22.81	361.28
ژنوتیپ	Genotype	30	3201.11**	6.23**	22.55**	3.62**	29.76**	35.53**	605.26**
خطا	Error	60	308.65	2.62	2.27	0,43	0.32	12.63	199.17
ضریب تغییرات	C.V. (%)	-	16.50	17.93	10.63	6.86	3.88	20.32	17.89

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and **: Significant at 5 and 1% level of probability, respectively

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی در دو محیط تنش خشکی و بدون تنش

Table 5. Combined analysis of variance traits of cowpea genotypes in stress drought and non-stress drought conditions

منابع تغییرات	S.O.V	میانگین مربعات (MS)							
		درجه آزادی d.f	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه در بوته Branch. Plant^{-1}	تعداد غلاف در بوته Pod.plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Grain. Pod^{-1}	وزن صد دانه 100 Grain weight	عملکرد دانه تک بوته Grain yield. Plant^{-1}	عملکرد بیولوژیک تک بوته Biological yield. Plant^{-1}
مکان	Location	1	48734.82**	650.42**	2427.87**	157.02**	85.78**	3297.10**	37925.40**
خطا ۱	Error 1	4	70.14	8.41	5.45	0.13	0.15	21.89	362.97
ژنوتیپ	Genotype	30	6546.22**	12.28**	42.79**	5.31**	57.54**	58.41**	1135.47**
ژنوتیپ × مکان	G×L	30	324.61	1.87	18.25**	1.07*	0.60*	19.84	343.11
خطا ۲	Error 2	120	270.70	2.90	3.96	0.51	0.35	16.39	234.48
ضریب تغییرات	C.V. (%)	-	13.41	15.57	11.19	6.81	3.86	8.66	16.43

* و **: به‌ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and **: Significant at 5 and 1% level of probability, respectively

در شرایط آبیاری نرمال ژنوتیپ‌های شماره ۲۰ و ۲ و ژنوتیپ‌های شماره ۲۸ و ۲۷ به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد شاخه در بوته را داشتند (جدول ۶). در شرایط تنش خشکی نیز بیشترین تعداد شاخه در بوته مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۸ و ۱۱ و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۴، ۱۶، ۲۶، ۲۷ و ۲۸ بود. همان‌طور که ملاحظه می‌شود کمترین تعداد

شاخه در بوته در هر دو محیط مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۲۷ و ۲۸ بود.

براساس نتایج به‌دست آمده از نظر صفت تعداد غلاف در بوته، بین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط محیطی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی دار وجود داشت. همچنین تفاوت معنی‌داری بین شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی دیده شد. در شرایط آبیاری نرمال ژنوتیپ‌های شماره ۱۷، ۱۹ و ۱۲ بیشترین و ژنوتیپ‌های شماره ۲۸، ۹ و ۳ کمترین تعداد غلاف در بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). در شرایط تنش خشکی بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۲۴ و ۱۹ با ۲۰ عدد و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۲۸ و ۲۰ با ۹ عدد بود (جدول ۶). تنش خشکی تعداد غلاف در بوته کلیه ژنوتیپ‌ها را کاهش داد. بیشترین کاهش تعداد غلاف در بوته در اثر تنش خشکی مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۲۰ و ۱۷ و کمترین کاهش تعداد غلاف در بوته مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۹ و ۲۱ بود (جدول ۶).

Hunter *et al,* (2004) گزارش کردند که صفات مورفوفیزیولوژیکی که دارای توارث‌پذیری بالا هستند در افزایش عملکرد، مهم محسوب می‌شوند. مطالعه وزن صد دانه در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی نشان داد که تنوع برای این صفت در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی وجود داشت به‌طوری‌که اختلاف آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در شرایط آبیاری نرمال دامنه تغییرات وزن صد دانه ژنوتیپ‌ها از ۲۵/۴۳ تا ۱۲ گرم در نوسان بود به‌طوری‌که ژنوتیپ‌های شماره ۳۱ و ۱۳ دارای بیشترین وزن صد دانه و ژنوتیپ‌های شماره ۲۴ و ۲۲ دارای کمترین وزن صد دانه بودند (جدول ۶).

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه نشان داد که دامنه تغییرات عملکرد بیولوژیک برای ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط آبیاری نرمال بین ۱۳۷/۲۵ تا ۸۰/۸۳ گرم در بوته بود. ژنوتیپ‌های شماره ۴ و ۱۷ بیشترین و ژنوتیپ‌های شماره ۱۶، ۱۴، ۲۸ و ۷ کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). در شرایط تنش خشکی نیز بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک بوته به‌ترتیب ۱۰۵/۲۳ و ۵۲/۱۴ گرم در بوته بود که بیشترین آن مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۸، ۵ و ۲۵ و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۴ و ۲۸ بود (جدول ۶).

براساس نتایج به‌دست آمده از نظر عملکرد دانه، بین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط محیطی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. متوسط عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها از ۲۵/۹۱ در شرایط آبیاری نرمال به ۱۷/۴۹ گرم در بوته در شرایط تنش کاهش یافت (جدول ۲). اختلاف عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها هم در شرایط آبیاری نرمال و هم در شرایط تنش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). مقایسه ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری نرمال نشان داد ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۲۰ و ۱۷ دارای بیشترین و ژنوتیپ‌های شماره ۲۸، ۹ و ۳ دارای کمترین عملکرد دانه بودند. همچنین ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۲ و ۱۰ بالاترین و و ژنوتیپ‌های شماره ۲۸، ۳ و ۱۷ پایین‌ترین عملکرد دانه را در شرایط تنش داشتند.

تنش خشکی عملکرد دانه کلیه ژنوتیپ‌ها را کاهش داد. بیشترین کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۷ و ۲۰ و کمترین کاهش عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۲۵ و ۱ بود (جدول ۶). یافته‌های به‌دست آمده نشان داد تنش خشکی در مرحله گل‌دهی منجر به کاهش عملکرد دانه و کاهش تعداد غلاف شد. کاهش عملکرد دانه در مرحله گل‌دهی عمدتاً در اثر کاهش تعداد غلاف در بوته بود که با نتایج محققان دیگر هماهنگی دارد (Ahmad & Suliman, 2010; Bastos *et al.*, 2011). با توجه به اینکه حفظ پتانسیل عملکرد دانه در شرایط تنش را می‌توان به‌عنوان یک معیار فیزیولوژیک مقاومت به تنش خشکی در نظر گرفت (Ahmadi *et al.*, 2009)، لذا به نظر می‌رسد که ارقام با درصد کاهش بالا و پایین عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی به‌ترتیب به‌عنوان ارقام حساس و مقاوم به تنش مطرح شوند.

نتایج همبستگی ساده بین صفات

رابطه همبستگی عملکرد دانه در شرایط آبیاری نرمال نشان داد که این صفت با صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته و تعداد شاخه در بوته در سطح احتمال یک درصد همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت (جدول ۷). عملکرد دانه بیشترین همبستگی را با عملکرد بیولوژیک ($r=0/679^{**}$) و تعداد غلاف در بوته ($r=0/612^{**}$) داشت. Chalyk *et al.* (1984) نیز بیشترین همبستگی عملکرد دانه با تعداد غلاف را در لوبیا گزارش کردند. تعداد شاخه در بوته به‌عنوان یکی از صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه که دارای همبستگی مثبت متوسط و معنی‌داری ($r=0/485^{**}$) با صفت عملکرد دانه بود، بالاترین میزان همبستگی را با صفت عملکرد بیولوژیک ($r=0/578^{**}$) دارا بوده است. مقدار مثبت این همبستگی بیانگر اهمیت تعداد شاخه در بوته در افزایش عملکرد بیولوژیک بوده و در پی آن افزایش محصول را شامل خواهد شد.

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی در دو محیط تنش خشکی و بدون تنش

Table 6. Means of Traits of Cowpea genotypes in Stress drought and non-Stress drought conditions

شماره ژنوتیپ Genotype No.	ارتفاع بوته Plant height		تعداد شاخه در بوته Branch. plant^{-1}		تعداد غلاف در بوته Pod.plant^{-1}		تعداد دانه در غلاف Grain. pod^{-1}		وزن صد دانه 100 Grain weight		عملکرد دانه تک‌بوته Grain yield. plant^{-1}		عملکرد بیولوژیک تک بوته Biological yield. plant^{-1}	
	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress
1	139.6 efghi	98.83 fghij	11.66 def	8.66 cdef	23.66 abcdef	15 bcdefg	11 def	9.66 bcde	14.57 klmn	14.13 defg	22.98 abcde	20.46 abcd	87.37 ef	81.40 abcdefg
2	110.6 jklm	76.87 ijk	14 abcd	10.66 abcd	26 abcd	16 bcdef	12.33 abcd	10.33 bc	15.33 fghijkl	14.47 de	27.38 abcd	22.42 ab	111.7 abcdef	94.49 abcde
3	118.4 hijk	91.37 ghij	13.66 abcde	10.33 abcde	15 jkl	11.33jkl	10.66 ef	8.66 ef	17.30 cd	16.05 c	19.27 de	11.73 gh	101.57 bcdef	71.40 defgh
4	197.8 a	157.47 ab	13.66 abcde	8.66 cdef	19 fghij	10.33 jkl	10.66 ef	9 def	23.03 b	21.93 b	29.81abc	16.82 bcdefgh	137.25 a	87.06 abcdef
5	151.87 defg	124.1 bcdefg	11.33 def	7.66 def	22.33 bcdefghi	14.33 cdefgh	11.66 bcde	9.66 bcde	15.73 efghijk	14.83 d	25.48 abcde	19.96 abcde	112.33 abcdef	103.07 ab
6	137.53 fghij	124.53 bcdefg	13.33 abcde	9.66 bcdef	20.66 efghi	16.33 bcde	12.33 abcd	9.66 bcde	16.00 efghij	14.83 d	32.02 a	24.61 a	102.93 bcdef	82.43 abcdefg
7	139.6 efghi	128.53 bcdef	11.33 def	7.66 def	21.66 defghi	13.66 efghi	11.33 cdef	9.66 bcde	16.40 defg	14.67 d	27.46 abcd	18.54 abcdefg	83.4 f	63.81 fgh
8	152.73 cdefg	116.43 defg	15.33 abc	13 a	24 abcde	16.66 bcd	12.33 abcd	10.66 ab	17.63 c	16.73 c	26.72 abcd	17.73 abcdefgh	125.53 abc	105.23 a
9	140 efghi	112.27 defgh	11.33 def	8 cdef	14.33 kl	12.66 ghij	12.66 abc	10.66 ab	16.30 defg	14.30 def	19.22 de	12.98 efgh	89.7 def	70.12 efgh
10	168.7 bcd	153.7 abc	13.66 abcde	8.66 cdef	23 bcdefg	17 bc	12.33 abcd	10.66 ab	15.40 fghijkl	14.17 defg	30.24 abc	22.25 abc	129.6 abc	99.33 abcd
11	94.53 klm	77.27 ijk	15.33 abc	12 ab	24 abcde	14.33 cdefgh	13.33 a	11.66 a	16.07 efghi	14.63 d	29.44 abc	18.64 abcdefg	128.2 abc	99.17 abcd
12	98.17 klm	74.20 ijk	13 bcde	9.66 bcdef	27 abc	17.33 b	11.33 cdef	9.66 bcde	13.40 op	12.73 hij	28.01 abcd	16.5 bcdefgh	122.23 abcd	75.24 bcdefgh
13	193.93 ab	146.33 abcd	13 bcde	8.66 cdef	18.33 ghijk	12.33ghij	11.66 bcde	10 bcd	24.60 a	23.60 a	27.79 abcd	20.16 abcd	116.33 abcde	87.33 abcdef
14	144.93 defgh	132.47 bcdef	11.33 def	7 f	22.33 bcdefghi	11.33 ijkl	11.33 cdef	9.66 bcde	13.97 mno	12.00 jk	21.53 cde	12.69 fgh	82.09 f	52.14 h
15	97.03 klm	66.33 jkl	12.33 bcde	9 bcdef	22.33 bcdefgi	15 bcdefg	11.33 cdef	9.33 cde	16.80 cde	13.47 efgh	22.66 bcde	18.34 abcdefg	87.47 ef	75.30 bcdefgh
16	160.23 cdefg	126.07 bcdef	11.66 def	7.33 ef	22.66 bcdefgh	14 defgh	13 a	9 def	14.30 lmno	13.37 fgh	22.32 bcde	17.71 abcdefgh	80.83 f	67.33 efgh
17	134.47 ghij	112.07 defgh	12 cdef	8.33 cdef	28 a	11.66 hijk	11 def	9.33 cde	13.87 mno	12.73 hij	30.90 ab	12.12 gh	136.8 a	68.04 efgh
18	171.67 abcd	133.73 bcde	12.33 bcde	9 bcdef	22 cdefghi	14.33 cdefgh	11.33 cdef	9.33 cde	14.50 lmno	13.10 ghi	26.71 abcd	20.14 abcd	107.47 abcdef	83.87 abcdefg
19	85.07m	66.20 jkl	12.33 bcde	9 bcdef	27 ab	20 a	11 def	8 fg	14.07 mno	11.10 kl	28.86 abc	19.74 abcdef	90.53 def	68.77 efgh
20	87.30 lm	37.60 l	16.66 a	10.33 abcde	25 abcde	8.66 l	11.33 cdef	7 g	16.13 efgh	14.67 d	31.38 ab	13.98 defgh	132 ab	63.47 fgh
21	192.5 ab	174.07 a	13.33 abcde	9.33 bcdef	18 hkij	15.66 bcdef	12.33 abcd	10.66 ab	14.87 jklm	14.03 defg	25.96 abcd	19.58 abcdef	106.9 abcdef	83.67 abcdefg
22	166.47 bcdef	100 fghij	15.6 ab	8.66 cdef	22 cdefghi	13.33 fghi	11 def	9.33 cde	12.63 pq	11.80 jkl	25.43 abcde	15.27 cdefgh	117.57 abcde	76.79 bcdefgh
23	182.43 abc	111.67 efgh	14 abcd	10.33 abcde	22.33 bcdefghi	15 bcdefg	10.66 ef	10.33 bc	14.87 jklm	13.33 fgh	29.24 abc	20.66 abcd	110.73 abcdef	80.57 abcdefg
24	98.1 klm	69.13 jkl	13.66 abcde	11 abc	23.66 abcdef	20 a	13.66 a	11.66 a	12.00 q	10.93 l	25.02 abcde	16.87 bcdefgh	91.9 def	66.30 efgh
25	99.17 klm	72.47 ijk	11.66 def	9.33 bcdef	20 efghi	17 b	11.33 cdef	10.66 ab	13.57 nop	12.10 ijk	22.32 bcde	20.01 abcde	107.6 abcdef	100.53 ab
26	140.8 efgh	104.73 efghi	12.33 bcde	7 f	17.66 kij	14.33 cdefgh	10.33 ef	9 def	14.90 ijklm	12.57 hij	23.19 abcde	14.94defgh	98.37 cdef	69.47 efgh
27	171.3 abcd	127.2 bcdef	10.33 ef	7.33 ef	21 defghi	11.33 ijkl	10 f	8 fg	15.00 hijklm	14.20 def	26.38 abcd	15.43 bcdefgh	108.2 abcdef	66.87 efgh
28	152.83 defg	127.2 bcdef	8.66 f	7 f	12.66 l	9.33kl	10 f	7.33 g	16.50 def	15.00 d	16.93 e	11.12 h	82.5 f	58.47 gh
29	114.87 ijkl	80.67 hijk	11.66 def	8.66 cdef	20 efghi	14.33 cdefgh	10.33 ef	8.66 ef	15.30 ghijkl	13.93 defg	23.74 abcde	15.42 bcdefgh	105.83 abcdef	72.07 cdefgh
30	82.33 m	56.17 kl	13 bcde	8.66 cdef	20.33 efghi	12.66 ghij	10.33 ef	10.33 bc	15.77 efghij	14.63 d	26.50 abcd	14.50 defgh	110.7 abcdef	72.53 cdefgh
31	173.58 abcd	121.29 cdefg	13 bcde	9.66 bcdef	18.33 fghijk	14.33 cdefgh	10.66 ef	9.33 cde	25.43 a	24.10 a	27.48 abcd	20.73 abcd	125.62 abc	99.67 abc

Means with similar letters in each column are not significantly different

میانگین‌های دارای حروف مشابه در ستون تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

از طرفی، علت بالا بودن ضریب همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک، نشانگر آن است که با افزایش کل زیست توده، عملکرد دانه افزایش داشته است. با توجه به آن که دانه حاصل فعالیت فتوسنتزی اندام‌هایی چون شاخ و برگ می‌باشد لذا همبستگی بالای این دو صفت دور از انتظار نیست و بیانگر آن است که برای حصول عملکرد بالا به گیاهانی با رشد سبزینه‌ای خوب و قدرت رویشی مناسب احتیاج است.

جدول ۷- تجزیه همبستگی بین صفات ارزیابی شده در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط بدون تنش

Table 7. Correlation analysis in cowpea genotypes under non-stress conditions

	1	2	3	4	5	6	7
وزن صد دانه 100 seed-weight	1						
تعداد غلاف در بوته Pods no. per plant	-0.393*	1					
تعداد دانه در غلاف Seed no. per pod	-0.051	0.178	1				
ارتفاع بوته Plant height	0.420*	-0.350	0.007	1			
تعداد شاخه در بوته Branch no. per plant	-0.032	0.356*	0.257	-0.180	1		
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.327	0.278	-0.018	0.142	0.578**	1	
عملکرد دانه Grain yield	0.142	0.612**	0.098	0.052	0.485**	0.679**	1

* and **: Significant at 5 and 1% level of probability, respectively

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۸- تجزیه همبستگی بین صفات ارزیابی شده در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط تنش

Table 8. Correlation analysis in cowpea genotypes under stress conditions

	1	2	3	4	5	6	7
وزن صد دانه 100 seed-weight	1						
تعداد غلاف در بوته Pods no. per plant	-0.359*	1					
تعداد دانه در غلاف Seed no. per pod	-0.078	0.554**	1				
ارتفاع بوته Plant height	0.382*	-0.194	0.098	1			
تعداد شاخه در بوته Branch no. per plant	0.099	0.439*	0.442*	-0.365*	1		
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.395*	0.353	0.478**	0.161	0.537**	1	
عملکرد دانه Grain yield	0.168	0.598**	0.372*	0.183	0.339	0.662**	1

* and **: Significant at 5 and 1% level of probability, respectively

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

رابطه همبستگی عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی نشان داد که این صفت با صفات عملکرد بیولوژیک و تعداد غلاف در بوته در سطح ۱ درصد و با صفت تعداد دانه در غلاف در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۸). همانند شرایط بدون تنش در اینجا نیز عملکرد بیولوژیک بیشترین همبستگی مثبت را با عملکرد دانه داشت که با نتایج دیگر محققان مطابقت دارد (Weillenmann & Luguez, 2000; Kumar & Sharma, 2008). بین تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه یک همبستگی منفی در سطح ۵ درصد دیده شد، یعنی با افزایش تعداد غلاف در بوته در شرایط تنش خشکی، وزن صد دانه کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه هرگاه تعداد غلاف در گیاه زیاد شود، توان گیاه برای تولید دانه باید بین تعداد بیشتری دانه صرف شود که باعث کاهش وزن صد دانه می‌شود که همین عامل باعث به وجود آمدن همبستگی منفی بین این صفات شده است. Aggarwal & Singh (1973) با مطالعه لوبیا در چند منطقه بیان کردند که صفت عملکرد دانه با صفت تعداد غلاف در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار داشته اما صفت تعداد غلاف در بوته با وزن صد دانه همبستگی منفی داشته است.

سپاسگزاری

مؤلفان وظیفه خود می‌دانند از همکاری صمیمانه کارکنان مزرعه آزمایشی و بانک ژن گروه زراعت و اصلاح نباتات که در اجرای این تحقیق نهایت همکاری را داشتند تشکر و قدردانی

نمایند. همچنین، از قطب علمی حبوبات دانشگاه تهران به خاطر تأمین بخشی از هزینه‌های طرح سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1. Aggarwal, V.D., and Singh, T.D. 1973. Genetic variability and interrelation in agronomic. Abstracts on Field Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) 31: 609-618. (Abstract).
2. Ahmad, F.E., and Suliman, A.S.H. 2010. Effect of water stress applied at different stages of growth on seed yield and water-use efficiency of Cowpea. Agriculture and Biology Journal of North America 1(4): 534-540.
3. Ahmadi, A., Joudi, M., Tavakoli, A., and Ranjbar, M. 2009. Investigation of yield and its related morphological traits responses in wheat genotypes under drought stress and irrigation conditions. Journal Science and Technological, Agriculture and Natural Resources 12(46): 155-166. (In Persian).
4. Bastos, E.A., Nascimento, S.P., Silva, E.M., Filho, F.R.F., and Gomide, R.L. 2011. Identification of cowpea genotypes for drought tolerance. Revista Ciência Agronômica 42(1):100-107.
5. Boonjung, H., and Fukai, S. 1996. Effects of soil water deficit at different growth stages on rice growth and yield under upland conditions. 2. Phenology, biomass production and yield. Field Crops Research 48: 47-55.
6. Chalyk, L.V., Balashov, T.N., and Zuchenka, A.A. 1984. Relationship between yield in French bean varieties and its structural components. Biology Bulletin 29(1): 53-55.
7. Ehlers, J.D., and Hall, A.E. 1997. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). Field Crops Research 53: 187-204.
8. FAO. 2010. FAOSTAT. Available in http://faostat.fao.org/[28 May 2010].
9. Fienebaum, V., Santos, D. S., and Tillmann, M.A. 1991. Influence of water deficit on the yield components of three bean cultivars. Pesquisa-Agropecuaria Breasileria 26: 275-280.
10. Hunter, D.A., Ferrante, A., Vernieri, P., and Ried, M.S. 2004. Role of abscises acid in perianth senescence of daffodil (*Narcissus pseudonarcissus* Dutch Master). Physiologia Plantarum 121(2): 313-321.
11. Kumar, A., and Sharma, D.P. 2008. Traits for screening and selection of cowpea genotypes for drought tolerance at early stages of breeding. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics 109 (2): 191-199.
12. Neinhus, J., and Singh, S.D. 1988. Genetic of seed yield and its components in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Middle American origin. Plant Breeding 101: 143-163.
13. Nielsen, D.C. 1997. Water use and yield of canola under dry land conditions in the central Great Plains. Journal of Production Agriculture 10: 303-313.
14. Ramirez-Vallejo, P., and Kelly, J.D. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica 99: 127-136.
15. Souza, R.P., Machado, E.C., Silva, J.A.B., Lagˆoa, A.M.M.A., and Silveira, J.A.G. 2004. Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and some associated metabolic changes in cowpea (*Vigna unguiculata*) during water stress and recovery. Environmental and Experimental Botany. Bot. 51: 45-56.
16. Turk, K.J., Hall, A.E., and Asbell, C.W. 1980. Drought adaptation of cowpea. 1. Influence of drought on seed yield. Agronomy Journal 72: 413-420.
17. Weillenmann, M.E., and Luguez, J. 2000. Variation for biomass, economic yield and harvest index among Soybean cultivars of maturity Groups and in Argentina. Soybean Genetic Newsletter, 27. Online Journal (URL http//:www.Soybean.org articles/sgn 2000).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 2, 2015, p. 99-108

Evaluation of irrigation cut off effect at flowering stage on yield and yield components of cowpea genotypes

Hosseinian[1*], S.H. & Majnoon Hosseini[2], N.

1- Former MSc. Student of Agronomy, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran
2- Professor of Agronomy, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

Received: 3 July 2014
Accepted: 31 December 2014

Introduction

Water availability is an important factor affecting plant growth and yield, mainly in arid and semi-arid regions, where plants are often subjected to periods of drought. The occurrence of morphological and physiological responses, which can lead to some adaptation to drought stress, may vary considerably among species. In arid and semi-arid areas that are subjected to more irregular rainfall distribution and occurrence of long summer, the use of more rustic cultivars, tolerant to water stress and with greater ability to recover from drought, should be recommended. The plant tolerance to water deficit is an important defense to keep the production process in conditions of low water availability. Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] is an important crop largely grown in warm and hot regions of Africa, Asia and the Americas and is often regarded as being well-adapted to high temperatures and drought compared with other crop species (Ehlers and Hall,1997). Drought adaptation in cowpea has been related to the minimization of water losses by the control of stomatal aperture. Turk *et al*. (1980) showed that cowpea is highly sensitive to water stress during the flowering and pod-filling stages. Ahmed & Suliman (1980) showed that the reproductive stage of development is the most sensitive to water deficit in cowpea, causing a reduction in water-use efficiencies and seed yields of at least 50%. In contrast, the genotypes showed a better ability to recover from stress at vegetative stage. This research aims to study the effect of drought stress in the end of the growing season on grain yield and its components of cowpea genotypes and was conducted to identify correlations between grain yield, different morphological characteristics and yield components.

Materials and Methods

In order to evaluate the effect of terminal drought stress on yield and yield components of 31 cowpea genotypes an experiment was conducted in randomized complete block design (RCBD) with three replications in normal irrigation (non- stress) and drought stress (from flowering stage until the end of the growing season) at research field of Tehran University in Karaj during 2011-2012 growing season. Each plot consisted of two rows with two m length and 50 cm row spacing and 5 cm for plant spacing on lines with planting depth of approximately 5 cm. Each genotype in the two lines was planted manually. For the water stress from flowering stage until the end of the growing season, irrigation was terminated. In this experiment plant height, number of branches per plant, number of pods per plant, number of seeds per pod, seed 100 weight, biological yield per plant and grain yield per plant were measured., Randomized complete block design was performed for simple analysis of variance and the combined analysis was performed for analysis of variance in two experiments (under drought stress and non-stress conditions).

Results and Discussion

The results showed that values of many of the traits decreased under drought stress. The most damage due to drought stress related to the number pods per plant (34.27%), which was caused a sharp decline in the grain yield (32.5%). The analysis of simple variance examined the both situations (stress and non-stress), showed that in the study varieties, there was a significant difference for all the characteristics. The results of the compound analysis in the treatment indicated that there was a definite distinction in the genotypes and also environment of all traits. The counter effect of environment × genotype for the reaction of the number of pods per plant, number of seeds per pod and grain 100 weight traits was significant, which showed the different reactions of the genotypes in different environments. The comparison between the average traits proved that in both conditions, genotype number 6 showed the highest performance.

* **Corresponding Author:** s.h.hosseinian@ut.ac.ir; Mobile: 09161901895

Conclusions

The results showed that under both irrigation regimes the biological yield and pod number per plant were highly correlated with grain yield which can be used to improve the performance of their direct selection. Understanding the importance of direct selection of genotypes for biological yield and number of pods per plant is recommended.

Key words: Coefficient correlation, Combine analysis, Cowpea, Drought stress, Yield