

بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد دانه و برخی صفات ژنوتیپ‌های لوبیا (*Phaseolus vulgaris*)

سمانه سبزی^۱، زهرا طهماسبی^۲، مهرشاد براری^۲

۱. دانش‌آموخته ارشد اصلاح نباتات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام.

۲. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام.

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۴/۱۵

چکیده

پس از غلات، دومین منبع مهم غذایی بشر حبوبات است. لوبیا هفتمین محصول عمده غذایی جهان بوده که اغلب تحت تأثیر شرایط نامساعد محیطی چون خشکی قرار می‌گیرد. علی‌رغم اهمیت اقتصادی لوبیا، مطالعات محدودی بر روی ژنتیک و ارزیابی منابع ژنتیکی آن صورت گرفته است. با توجه به اهمیت مطالعه تنش خشکی در این تحقیق به منظور ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های لوبیا به سطوح مختلف آبیاری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه دانشگاه ایلام انجام گرفت. در این آزمایش ژنوتیپ‌های لوبیا از نظر مقاومت به سطوح مختلف تنش آبیاری در سه سطح شامل ۳۰، ۵۰ و ۷۰ درصد ظرفیت زراعی مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات اندازه‌گیری شده شامل وزن خشک، ارتفاع بوته، عملکرد دانه در بوته، طول غلاف، تعداد کل غلاف در هر بوته، تعداد کل دانه در بوته بودند. نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر اکثر صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود دارد که حاکی از وجود تنوع بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه می‌باشد. نتایج نشان‌دهنده کاهش میانگین صفات در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط نرمال آبیاری بود. با توجه به درصد تغییرات برای اکثر صفات اندازه‌گیری شده ژنوتیپ اختر کمترین درصد تغییرات را دارا بود که می‌توان از آن در برنامه‌های به‌نژادی باهدف ایجاد ارقام متحمل به خشکی استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، ظرفیت زراعی، درصد تغییرات.

مقدمه

پس از غلات، دومین منبع مهم غذایی بشر حبوبات است. حبوبات از جمله گیاهانی هستند که سرشار از پروتئین بوده و با داشتن ۱۸ تا ۳۲ درصد پروتئین نقش مهمی در تأمین مواد پروتئینی بشر دارند (Majnoni Hoseini, 2007). در بین حبوبات، لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) با تولید سالانه بیش از ۲۰ میلیون تن، مقام اول جهان را دارا است (Keshavarznia et al., 2013). دانه لوبیا دارای طیف وسیعی از ترکیبات شامل مواد معدنی، ویتامین‌ها، پروتئین‌ها و ترکیبات شیمیایی دیگر می‌باشد (Parsa and Baghri, 2007). علی‌رغم اهمیت اقتصادی لوبیا، مطالعات محدودی بر روی ژنتیک و ارزیابی منابع ژنتیکی آن صورت گرفته است.

بنابراین توسعه کشت ارقام مقاوم به تنش‌های زنده و غیرزنده از اهداف اولیه برنامه‌های اصلاح لوبیا در سراسر جهان می‌باشد (Sepahvand, 2004). خشکی و تنش حاصل از آن یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبه‌رو می‌سازد و بازده استفاده از مناطق خشک و دیم را کاهش می‌دهد (Eberhart and Russel, 1996). خطر جدی برای تولید موفقیت‌آمیز محصولات زراعی در سرتاسر جهان است. طبق آمار موجود، مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان تقریباً ۴۴/۷ میلیون کیلومتر مربع را شامل می‌شود که حدود ۳۹ درصد (۱۷/۴ میلیون کیلومتر مربع) آن به مناطق نیمه‌خشک اختصاص

(Broughton et al., 2003)، بنابراین با توجه به اهمیت مطالعه تنش خشکی و کمبود مطالعات موجود بر گیاه لوبیا، در مطالعه حاضر تأثیر سطوح مختلف آبیاری را بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا مورد مطالعه قراردادیم.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های لوبیا به سطوح مختلف آبیاری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار، طی پاییز ۱۳۹۲ در گلخانه گروه علوم باغبانی دانشگاه ایلام در دمای ۳۴-۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۰-۴۰ درصد انجام شد. در این آزمایش ژنوتیپ‌های لوبیا شامل ناز، اختر، KS41128 و G11867 که بذور آن‌ها از بانک ژن دانشگاه تهران دریافت شده بود، از نظر مقاومت به سطوح مختلف آبیاری در سه سطح شامل آبیاری نرمال (۷۰ درصد ظرفیت زراعی)، تنش ملایم (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) و تنش شدید (۳۰ درصد ظرفیت زراعی) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

خاک مورد نیاز به نسبت یک‌سوم خاک زراعی، یک‌سوم ماسه‌بادی و یک‌سوم کود حیوانی تهیه شد. برای تعیین ظرفیت زراعی خاک، در سه گلدان جداگانه، خاک ریخته و به آرامی و تا حد اشباع آب به آن اضافه شد و ۴۸ ساعت پس از خارج شدن کامل آب ثقیلی، از خاک درون گلدان‌ها نمونه‌گیری به عمل آمد. این نمونه‌ها وزن شده و برای مدت ۴۸ ساعت به آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند و وزن خشک آن‌ها گرفته شد. مقدار آب نگهداری شده در ظرفیت زراعی تعیین شده و مقدار آب مورد نیاز برای آبیاری و فواصل آبیاری گلدان‌های تیمارهای مختلف ذکر شده بر این اساس محاسبه شد.

برای کاشت از گلدان‌هایی پلاستیکی با قطر دهانه ۱۸ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۹ سانتی‌متر با گنجایش ۶ کیلوگرم خاک استفاده شد. پس از سبز شدن با تنک کردن، تنها یک بوته در هر گلدان باقی ماند. لازم به ذکر است که از هر رقم و از هر سطح تنش ۴ گلدان (۴ تکرار) داشتیم. آبیاری تا استقرار کامل گیاهچه‌ها به صورت یکسان انجام شد. اعمال تیمارهای تنش خشکی پس از استقرار بوته‌ها (حدود ۱۰ روز پس از کشت) انجام گرفت. به منظور جلوگیری از تبخیر آب، سطح هر گلدان با مقدار مساوی پرلیت پوشانده شد. در طول دوره رشد، هرروزه کلیه گلدان‌ها با ترازو توزین و وزن

دارد. تقریباً حدود ۹۰ درصد مناطق خشک جهان در ۲۷ کشور از جمله ایران قرار دارد (Mohammadi Dhabalai, 2013). مسئله کمبود آب در کشور ما یکی از مسائل و مشکلات کشاورزی بوده و هرگونه تحقیق در مورد رژیم آبیاری و بررسی مقاومت گیاهان به خشکی و کم‌آبی دارای اهمیت می‌باشد. گیاهان بر اساس این‌که در چه مرحله‌ای از رشد و نمو خود به چه میزانی در معرض دور آبیاری قرار گرفته باشند، به‌طور معنی‌داری از خشکی متأثر می‌شوند (Parsa and Baghri, 2007). لوبیا نیز از این شرایط مستثنا نبوده و بیش از ۶۰ درصد تولید آن در کشورهای در حال توسعه در شرایط تنش خشکی انجام می‌گیرد (Turkan et al., 2005)

لوبیا به‌ویژه در مرحله گلدهی به خشکی حساس است و تنش در این مرحله موجب ریزش قابل‌ملاحظه گل‌ها و غلاف‌ها خواهد شد (Magnon Hoseini, 2007).

تحقیقات مربوط به شناسایی ارقام متحمل به خشکی در لوبیا از دهه ۱۹۳۰ آغاز شد. در اولین گزارش‌های لاین‌های GLP1001 و GLP-X94 به‌عنوان لاین مقاوم شناسایی شدند. در سیات^۱ از سال ۱۹۸۵ چندین لاین متحمل به خشکی شناسایی شد که اغلب لاین‌های متحمل از نژاد Durango که از ارتفاعات مکزیکی سرچشمه گرفته‌اند، بودند (Acosta, 1999). صدها ژرم پلاسما، لاین‌های اصلاحی و ارقام لوبیا از نواحی مختلف محل پیدایش و تکامل این محصول در آمریکای لاتین جهت مقاومت به خشکی غربال گردیدند و گزارش‌ها یا بررسی‌ها نشان داد که سطوح بالای مقاومت به خشکی در ارقام نژاد Durango وجود دارد (Laing et al., 1983). نتایج تحقیق در مورد تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد سه رقم لوبیا نشان داد که دور آبیاری منجر به کاهش تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه در بوته و عملکرد دانه در واحد سطح گردید (Mardfar, 2006). تحقیقات گزارش شده (Acosta et al., 2002) نشان داد که افزایش دور آبیاری باعث کاهش طول دوره رشد زایشی لوبیا می‌شود. در این مطالعه ارقام برخوردار از بیشترین عملکرد در شرایط تنش، دارای بیشترین تعداد غلاف و دانه در بوته نیز بودند. در مطالعه اثر اعمال دور آبیاری در مرحله گلدهی دو رقم لوبیا تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته در هر دو رقم کاهش یافت

^۱. International Center for Tropical Agriculture (CIAT)

ژنوتیپ اختر با ارتفاع ۳۰/۸۳ سانتی‌متر و ژنوتیپ KS۴۱۱۲۸ با ارتفاع ۲۰/۶۶ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع را دارا بودند. ارتفاع بوته، در میان تمام ژنوتیپ‌ها به جز بین ژنوتیپ KS۴۱۱۲۸ و G۱۱۸۶۷ معنی-دار شد. به این معنی که این دو ژنوتیپ از نظر ارتفاع با هم تفاوتی نشان ندادند. همچنین نتایج مقایسه میانگین برای صفت عملکرد دانه نشان داد که ژنوتیپ اختر با میانگین عملکرد ۲/۳۳ گرم در بوته و ژنوتیپ ناز با میانگین عملکرد ۱/۴۶ گرم در بوته بیشترین و کمترین میانگین این صفت را به خود اختصاص دادند.

برای صفت عملکرد، تنها اختلاف بین ژنوتیپ‌های ناز و اختر معنی‌دار شده است. برای صفت وزن خشک بوته در بین کل ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ اختر با ۲/۶۵ گرم و ژنوتیپ ناز با ۱/۱۹ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین میانگین وزن خشک را دارا بودند که اختلاف بین ژنوتیپ‌های ناز و اختر، ناز و KS۴۱۱۲۸، اختر و G۱۱۸۶۷ و KS۴۱۱۲۸ و G۱۱۸۶۷ معنی‌دار بوده و اختلاف بین ژنوتیپ‌های ناز و G۱۱۸۶۷، اختر و KS۴۱۱۲۸ معنی‌دار نبود. از لحاظ صفت طول غلاف نیز ژنوتیپ‌های اختر و ناز با ۹/۷۵ و ۶/۳۴ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین میانگین طول غلاف را داشتند. اختلاف بین ژنوتیپ‌های ناز و اختر، ناز و KS۴۱۱۲۸، ناز و G۱۱۸۶۷، اختر و G۱۱۸۶۷ معنی‌دار بوده و اختلاف بین KS۴۱۱۲۸ و G۱۱۸۶۷ معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین برای صفت تعداد غلاف در بوته نشان داد که ژنوتیپ‌های G۱۱۸۶۷ و اختر به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غلاف را دارا بودند که تنها اختلاف بین ژنوتیپ G۱۱۸۶۷ با سایر ژنوتیپ‌ها معنی‌دار شد. سایر ژنوتیپ‌ها با یکدیگر از لحاظ صفت تعداد غلاف در بوته اختلاف معنی‌داری نداشتند.

از نظر صفت تعداد دانه در بوته نیز ژنوتیپ‌های G۱۱۸۶۷ با میانگین ۷/۹۱ عدد و ژنوتیپ اختر با میانگین ۵ عدد دانه در بوته به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه را داشتند. اختلاف ژنوتیپ اختر با ژنوتیپ‌های KS۴۱۱۲۸ و G۱۱۸۶۷ معنی‌دار بوده و اختلاف ژنوتیپ ناز با سایر ژنوتیپ‌ها و نیز ژنوتیپ KS۴۱۱۲۸ و G۱۱۸۶۷ معنی‌دار نبود.

نتایج حاصل از بررسی سطوح مختلف آبیاری بر مقایسه میانگین صفات ارتفاع بوته، عملکرد، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته برای سطوح مختلف آبیاری نشان داد که

هر گلدان در حد تیمار آبی مربوطه ثابت نگه‌داشته می‌شد. اعمال تنش خشکی تا پایان مرحله رسیدگی ادامه داشت. در پایان بوته‌ها برداشت و به آون منتقل شده و وزن خشک آن‌ها به وسیله ترازوی دقیق دیجیتال گرفته شد. سایر صفات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته، عملکرد دانه در بوته، طول غلاف (میانگین طول تمام غلاف‌های برداشت‌شده از هر بوته در گلدان)، تعداد کل غلاف در هر بوته، تعداد کل دانه در بوته بودند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش LSD با نرم‌افزار SAS انجام شد و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر اکثر صفات مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری وجود داشت که حاکی از وجود تنوع بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه می‌باشد. همچنین اثر تنش خشکی برای تمامی صفات به جز وزن خشک بوته معنی‌دار شد، اگرچه اثر تنش خشکی بر وزن خشک در جدول تجزیه واریانس معنی‌دار نبود اما مقایسه میانگین سطوح مختلف آبیاری برای صفت وزن خشک بوته (جدول ۳)، بیانگر تفاوت معنی‌داری بین آبیاری نرمال و تنش شدید بود. اثر متقابل ژنوتیپ در تنش خشکی نیز فقط برای صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه در بوته معنی‌دار شد که با نتایج تحقیقات زاده باقری و همکاران (Zadeh Bagheri et al., 2014) مطابقت داشت.

در مواردی ممکن است به دلیل پراکنش متقارن میانگین‌های تیمارها در اطراف میانگین کل در تجزیه واریانس تفاوت‌های معنی‌دار مشاهده نشده ولی در مقایسه میانگین‌ها به‌ویژه با روش دانکن، تفاوت معنی‌دار بین برخی تیمارها مشاهده شود (Yazdi Samadi et al., 2012). اثر متقابل ژنوتیپ در تنش خشکی نیز فقط برای صفات ارتفاع بوته و صفت تعداد دانه در بوته معنی‌دار شده است که با نتایج تحقیقات زاده باقری و همکاران (Zadeh Bagheri et al., 2014) مطابقت داشت.

نتایج مقایسه میانگین صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های لوبیا به روش دانکن (جدول ۲) آورده شده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های لوبیا برای صفت ارتفاع بوته نشان‌دهنده آن است که در میان ژنوتیپ‌ها،

میانگین این صفات در سطح آبیاری نرمال (۷۰ درصد ظرفیت زراعی) نسبت به سطوح تنش ملایم و شدید به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. نتایج تحقیقات امام و همکاران (Emam, et al., 2010) در بررسی تأثیر تنش خشکی بر دو رقم لوبیا نشان داد ارتفاع بوته، تعداد و سطح برگ، تعداد

غللاف و وزن خشک بوته پاسخ معنی‌داری به تنش خشکی دادند و صفاتی چون ارتفاع بوته، تعداد غلاف و سطح برگ در اثر تنش آبی کاهش یافت. همچنین برای صفات وزن خشک بوته و طول غلاف، اختلاف تنها میان سطح تنش شدید و نرمال معنی‌دار بود.

جدول ۱. تجزیه واریانس برای صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های لوبیا تحت سطوح مختلف آبیاری.

Table 1-Analysis of variance for measured traits of common bean genotypes under different levels of water stress.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	Mean square				میانگین مربعات	
		ارتفاع بوته Plant height	عملکرد دانه در بوته Seed yield per plant	وزن خشک بوته Plant dry weight	طول غلاف Pod length	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod
ژنوتیپ Genotype	3	274.52**	1.6*	5.10**	32.64**	2.02*	21.72**
تنش Stress	2	226.75**	12.35**	0.94 ^{ns}	2.74*	15.89**	118.08**
ژنوتیپ*تنش Genotype× Stress	6	64.36**	0.62 ^{ns}	0.66 ^{ns}	1.49 ^{ns}	0.47 ^{ns}	9.97*
خطا Error	36	21.50	0.88	0.32	0.68	0.72	4.02

*، **، و ^{ns} به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار.

*, **: Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively; ns: means non significant;

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های لوبیا تحت سطوح مختلف آبیاری.

Table 2. Mean comparison of measured traits in common bean genotypes under Different levels of water stress.

نام ژنوتیپ Genotype name	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	طول غلاف (سانتی‌متر) Pod length (cm)	وزن خشک بوته (گرم) Plant Dry weight (g)	عملکرد دانه در بوته (گرم) Seed yield per plant (g)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant Height (cm)	تعداد دانه در غلاف Seed number per pod
Naz	2.83 ^b	6.34 ^c	1.19 ^b	1.46 ^b	25.16 ^b	6.16 ^{ab}
Akhtar	2.66 ^b	9.75 ^a	2.65 ^a	2.33 ^a	30.83 ^a	5.00 ^b
KS41128	2.83 ^b	7.79 ^b	2.23 ^a	1.49 ^{ab}	20.66 ^c	7.58 ^a
G11867	3.58 ^a	7.71 ^b	1.58 ^b	2.07 ^{ab}	20.83 ^c	7.91 ^a

حروف یکسان در هر ستون نشانه عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۰/۰۵ در آزمون LSD است.

Means in each column followed by similar letters are not significantly different at 0.05 probability level, using LSD (Least Significant Difference).

کاهش تعداد دانه در بوته مشاهده می‌گردد (Mouhouche et al., 1988). کاهش در عملکرد زیست‌توده با تغییر شرایط از شرایط آبیاری نرمال به تنش رطوبتی مبین این نکته است که کاهش توانایی گیاه در جذب عناصر غذایی و ساخت و انتقال مواد پرورده در اثر کمبود آب سبب کاهش جمع ماده خشک می‌گردد و این کاهش اثر مستقیمی بر روی عملکرد دانه می‌گذارد (Amini et al., 2002). عقیقی شاهرودی (Aghighi Shahverdi, 2013) با بررسی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیا تحت شرایط تنش خشکی دریافتند ارقام در شرایط مختلف (وجود یا عدم وجود تنش) عملکرد اقتصادی متفاوتی از خود نشان می‌دهند، یعنی این‌که بعضی از ارقام با توجه به خصوصیات ژنتیکی و ذاتی خود در شرایط تنش عملکرد مناسبی نسبت به ارقام دیگر ایجاد می‌کنند و برعکس، همین رقم در شرایط عدم وجود تنش، عملکرد کمتری در مقایسه با همان ارقام از خود نشان می‌دهند. به نظر می‌رسد که چون این رقم تعداد دانه بیشتری در هر بوته تولید نموده است، بنابراین از عملکرد بالاتری برخوردار می‌باشد.

لیزانا و همکاران (Lizana et al., 2006) دلیل کاهش تعداد غلاف در بوته را افزایش قابل توجه ریزش گل‌ها و غلاف‌ها در اثر کمبود آبی گزارش کردند. در کل می‌توان نتیجه گرفت تغییر شرایط از آبیاری نرمال به تنش رطوبتی بر روی صفات تأثیر داشته و نیز نشان‌دهنده بروز پتانسیل ژنتیکی متفاوت میان ارقام در اثر تغییر شرایط می‌باشد. با تغییر شرایط، کاهش در میانگین صفات مشاهده می‌گردد، به‌گونه‌ای که شرایط آبیاری نرمال برای تمام صفات دارای بالاترین میانگین نسبت به شرایط تنش بود. به دلیل کاهش طول دوره پر شدن غلاف یا کاهش سرعت پر شدن غلاف، عملکرد کاهش می‌یابد که در واقع کاهش این صفت یکی از دلایل تسریع مراحل فنولوژی گیاه در شرایط تنش رطوبتی می‌باشد (Saxena et al., 1990). پتانسیل و توانایی حبوبات در تشکیل جوانه‌های گل، گل‌ها و غلاف‌ها بسیار بالاست، اما دستیابی به این پتانسیل مستلزم وجود شرایط محیطی مناسب است. در شرایط تنش رطوبتی به دلیل پسابیده شدن دانه‌های گرده و پژمردگی کلاله، رشد لوله‌های گرده متوقف می‌شود و چون تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد، در نتیجه آن

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف آبیاری.

Table 3. Mean comparison of measured traits in different water stress levels.

سطوح آبیاری Water stress levels	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	طول غلاف (سانتی‌متر) Pod length (cm)	وزن خشک بوته (گرم) Plant Dry weight (g)	عملکرد دانه در بوته (گرم) Seed yield per plant (g)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant Height (cm)	تعداد دانه در غلاف Seed number per pod
Severe stress	2.31 ^b	7.58 ^b	1.72 ^b	1.46 ^b	21.12 ^b	4.62 ^b
Mild stress	2.50 ^b	7.85 ^{ab}	1.83 ^{ab}	1.43 ^b	23.50 ^b	5.62 ^b
Control	4.12 ^a	8.40 ^a	2.19 ^a	2.97 ^a	28.5 ^a	9.75 ^a

حروف یکسان در هر ستون نشانه عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۰/۰۵ در آزمون LSD است.

Means in each column followed by similar letters are not significantly different at 0.05 probability level, using LSD (Least Significant Difference).

صفت ارتفاع بوته نشان داد که بیشترین میانگین ارتفاع بوته مربوط به ژنوتیپ ناز در سطح آبیاری نرمال و کمترین میانگین ارتفاع نیز مربوط به ژنوتیپ KS۴۱۱۲۸ در تنش شدید خشکی بوده است. همچنین در سطح

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ در سطوح مختلف آبیاری برای صفات مختلف ژنوتیپ‌های لوبیا در جدول (۴) آورده شده است. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ در سطوح مختلف آبیاری برای

سطح تنش شدید خشکی در ژنوتیپ‌های ناز و KS۴۱۱۲۸ دارای کاهش معنی‌دار بوده ولی برای سایر ژنوتیپ‌ها فاقد اختلاف معنی‌دار بوده است. این اختلاف میانگین در سطح آبیاری نرمال نسبت به تنش ملایم خشکی تنها برای ژنوتیپ اختر و در بین سطوح تنش ملایم و شدید خشکی برای تمام ژنوتیپ‌ها فاقد تغییر معنی‌داری بوده است. در ژنوتیپ‌های اختر و G۱۱۸۶۷ اختلاف بین هیچ‌کدام از سطوح تیمار معنی‌دار نشده است، که نشان می‌دهد وزن خشک این دو ژنوتیپ چندان تحت تأثیر شرایط مختلف آبیاری قرار نگرفته است.

از لحاظ صفت طول غلاف نیز ژنوتیپ اختر در سطح تنش شدید بیشترین میانگین و ژنوتیپ ناز در سطح تنش ملایم کمترین میانگین را داشته‌اند. ژنوتیپ ناز در سطح تنش شدید و ملایم خشکی و ژنوتیپ اختر در سطح آبیاری نرمال نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دارای میانگین بیشتری بوده‌اند. اختلاف بین سطوح آبیاری نرمال و تنش ملایم خشکی تنها برای ژنوتیپ KS۴۱۱۲۸ و این اختلاف در بین سطوح تنش ملایم و شدید خشکی تنها برای ژنوتیپ ناز دارای تغییر معنی‌دار بوده‌اند. طول غلاف در ژنوتیپ‌های ناز، اختر و G۱۱۸۶۷ در سطوح مختلف آبیاری دارای اختلاف معنی‌دار نبودند.

برای صفت تعداد غلاف در بوته، ژنوتیپ G۱۱۸۶۷ در سطح آبیاری نرمال بیشترین و ژنوتیپ اختر در سطح تنش شدید خشکی و همچنین ژنوتیپ KS۴۱۱۲۸ در سطوح تنش ملایم و شدید کمترین میانگین را داشته‌اند. همچنین در سطح آبیاری نرمال، ژنوتیپ اختر و KS۴۱۱۲۸، در سطح تنش ملایم خشکی، ژنوتیپ KS۴۱۱۲۸ و در سطح تنش شدید خشکی، ژنوتیپ اختر دارای بیشترین میانگین نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بوده‌اند. اختلاف بین سطوح آبیاری نرمال و تنش شدید برای تمامی ژنوتیپ‌ها معنی‌دار و در بین سطوح تنش ملایم و شدید خشکی برای هیچ‌کدام از ژنوتیپ‌ها دارای تغییرات معنی‌دار نبوده است. این اختلاف میان سطوح تنش ملایم خشکی و آبیاری نرمال هم برای تمام ژنوتیپ‌ها به‌جز ژنوتیپ اختر معنی‌دار نبوده است. تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه اجزای مهم عملکرد هستند. این صفات قویاً به‌طور ارثی کنترل می‌شوند. با این وجود، این صفات هر دو به‌وسیله شرایط محیطی تحت تأثیر واقع می‌شوند (Salehi, 2013).

آبیاری نرمال، ژنوتیپ ناز، در سطح تنش ملایم خشکی، ژنوتیپ اختر و در سطح تنش شدید خشکی و ژنوتیپ ناز دارای بیشترین میانگین نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بوده‌اند. میانگین اثر متقابل ژنوتیپ در تنش خشکی برای صفت ارتفاع در شرایط آبیاری نرمال نسبت به سطح تنش شدید خشکی در ژنوتیپ‌های ناز و KS۴۱۱۲۸ دارای کاهش معنی‌دار بوده ولی برای ژنوتیپ‌های اختر و G۱۱۸۶۷ این اختلاف معنی‌دار نبوده بود. این اختلاف میانگین در سطح آبیاری نرمال نسبت به تنش ملایم خشکی برای ژنوتیپ ناز معنی‌دار و برای سایر ژنوتیپ‌ها دارای تغییر معنی‌دار نداشت. اختلاف بین سطوح تنش ملایم و شدید خشکی برای هیچ‌کدام از ژنوتیپ‌ها دارای تغییر معنی‌داری نبود. در ژنوتیپ‌های اختر و G۱۱۸۶۷ اختلاف بین هیچ‌کدام از سطوح تیمارها معنی‌دار نبوده بود که نشان می‌دهد این دو ژنوتیپ از نظر صفت ارتفاع بوته دارای پایداری نسبی در شرایط مختلف آبیاری بوده‌اند.

برای صفت عملکرد، بیشترین میانگین مربوط به ژنوتیپ اختر در سطح آبیاری نرمال و کمترین میانگین مربوط به ژنوتیپ ناز در سطح تنش شدید خشکی بود. همچنین در سطح تنش ملایم خشکی، ژنوتیپ G۱۱۸۶۷ و در سطح تنش شدید خشکی، ژنوتیپ اختر دارای بیشترین میانگین نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها بوده‌اند. میانگین ژنوتیپ‌های ناز، KS۴۱۱۲۸ و G۱۱۸۶۷ برای صفت عملکرد در شرایط آبیاری نرمال نسبت به سطح تنش شدید خشکی دارای کاهش معنی‌دار بوده ولی برای ژنوتیپ اختر فاقد اختلاف معنی‌دار بود. این اختلاف میانگین در سطح آبیاری نرمال نسبت به تنش ملایم خشکی برای ژنوتیپ‌های اختر و KS۴۱۱۲۸ معنی‌دار و برای سایر ژنوتیپ‌ها دارای تغییر معنی‌دار نبود. اختلاف بین سطوح تنش ملایم و شدید خشکی برای تمام ژنوتیپ‌ها فاقد تغییر معنی‌داری بوده است.

برای صفت وزن خشک بوته، ژنوتیپ اختر در سطح آبیاری نرمال و ژنوتیپ ناز در سطح تنش ملایم خشکی به ترتیب بیشترین و کمترین میانگین را دارا بوده‌اند. همچنین در سطح آبیاری نرمال، ژنوتیپ اختر، در سطح تنش ملایم خشکی، ژنوتیپ KS۴۱۱۲۸ و در سطح تنش شدید خشکی، ژنوتیپ اختر دارای بیشترین میانگین نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بوده‌اند. میانگین ژنوتیپ‌ها برای صفت وزن خشک بوته در شرایط آبیاری نرمال نسبت به

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ‌های لوبیا در سطوح مختلف آبیاری برای صفات اندازه‌گیری شده.

Table 4. Mean comparisons of different measured traits interaction of the common bean genotypes under different water stress levels.

نام ژنوتیپ Genotype name	سطوح آبیاری Water stress levels	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	طول غلاف (سانتی‌متر) Pod length (cm)	وزن خشک بوته (گرم) Plant Dry weight (g)	عملکرد دانه در بوته (گرم) Seed yield per plant (g)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant Height (cm)	تعداد دانه در غلاف Seed number per pod
ناز Naz	Severe stress	2.25 ^e	6.27 ^{fg}	1.30 ^{de}	0.98 ^e	17.5 ^e	4.75 ^{de}
	Mild stress	2.50 ^{de}	6.02 ^g	0.93 ^e	1.03 ^{de}	22.75 ^{cde}	4.25 ^{de}
	Control	3.75 ^{abc}	6.72 ^{efg}	1.34 ^{de}	2.37 ^{abcd}	35.25 ^a	9.5 ^{bc}
اختر Akhtar	Severe stress	2.00 ^e	10.05 ^a	2.51 ^{bc}	2.30 ^{abcde}	28.75 ^{abc}	3.5 ^e
	Mild stress	2.50 ^{de}	9.35 ^{ab}	2.09 ^{bcd}	1.25 ^{de}	31 ^{ab}	5.5 ^{de}
	Control	3.50 ^{bcd}	9.87 ^a	3.35 ^a	3.46 ^a	32.75 ^a	6 ^{de}
KS۴۱۱۲۸ KS41128	Severe stress	2.00 ^e	6.67 ^{efg}	1.72 ^{cde}	1.06 ^{de}	17 ^e	4.25 ^{de}
	Mild stress	2.00 ^e	8.2 ^{bcd}	2.43 ^{bc}	1.59 ^{cde}	19.75 ^{de}	5.75 ^{de}
	Control	4.50 ^{ab}	9.05 ^{abc}	2.55 ^{ab}	3.18 ^{ab}	25.25 ^{bcd}	12.75 ^a
G۱۱۸۶۷ G11867	Severe stress	3.00 ^{cde}	7.35 ^{def}	1.38 ^{de}	1.50 ^{de}	21.25 ^{de}	6 ^{de}
	Mild stress	3.00 ^{cde}	7.85 ^{de}	1.86 ^{bcd}	1.86 ^{bcd}	20.5 ^{de}	7 ^{cd}
	Control	4.75 ^a	7.95 ^{cd}	۱/۵۰ ^{de}	2.86 ^{abc}	20.75 ^{de}	10.75 ^{ab}

حروف یکسان در هر ستون نشانه عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۰/۰۵ در آزمون LSD است.

Means in each column followed by similar letters are not significantly different at 0.05 probability level, using LSD (Least Significant Difference).

تعداد دانه در بوته در ژنوتیپ اختر تفاوت معنی‌داری را در بین سه سطح آبیاری نشان نداد. درصد تغییرات حاصل از تنش شدید خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان‌دهنده کاهش میانگین این صفات در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط نرمال آبیاری است. بیشترین درصد تغییرات برای صفت عملکرد در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط نرمال آبیاری مربوط به ژنوتیپ KS۴۱۱۲۸ با ۶۶/۶۷ درصد و کمترین درصد تغییرات مربوط به ژنوتیپ اختر با ۳۳/۵۳ درصد است. در نتیجه می‌توان گفت که ژنوتیپ KS۴۱۱۲۸ دارای نوسانات عملکردی بیشتری در شرایط تنش خشکی بوده و از لحاظ این صفت نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها پایداری کمتری داشته است.

گزارش شده است که بین اجزای عملکرد، اغلب تعداد غلاف در گیاه به‌عنوان یک معیار انتخاب غیرمستقیم برای افزایش عملکرد به دلیل ارتباط بیشتر و سازگارتر با عملکرد مدنظر بوده است. همین‌طور بیان شده است که عملکرد دانه با تعداد غلاف در لوبیا به‌شدت مرتبط است. غلاف‌ها در گیاه به‌صورت ژنتیکی کنترل می‌شوند و البته به‌وسیله عوامل محیطی تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Fageria and Santos, 2008).

برای صفت تعداد دانه در بوته نیز ژنوتیپ KS۴۱۱۲۸ در سطح آبیاری نرمال دارای بیشترین میانگین و ژنوتیپ اختر در سطح تنش شدید خشکی دارای کمترین میانگین بوده‌اند. در سطح تنش شدید و ملایم خشکی، ژنوتیپ G۱۱۸۶۷ و در سطح آبیاری نرمال، ژنوتیپ KS۴۱۱۲۸ دارای بیشترین میانگین نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بوده‌اند.

دارای بیشترین درصد تغییرات در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها بوده، بنابراین نوسان و حساسیت بیشتری نسبت به تغییر شرایط نرمال به تنش خشکی، در میان ژنوتیپ‌ها دارا می‌باشد.

نتیجه‌گیری

بنابراین با توجه به درصد تغییرات برای اکثر صفات اندازه‌گیری شده، ژنوتیپ اختر کمترین درصد تغییرات را دارا بود که می‌توان از آن در برنامه‌های به نژادی باهدف ایجاد ارقام متحمل به خشکی استفاده نمود. رقم اختر دارای منشأ کلمبیا و دارای رنگ قرمز روشن می‌باشد. نام پدیگری آن KID-31 و در ایران خالص‌سازی شده است. رقم بوته ایستاده و رشد محدود است. به دلیل فرم ایستاده این رقم، می‌توان از آن در برنامه‌های برداشت مکانیزه و کشت مخلوط استفاده نمود. به‌علاوه بازارپسندی و کیفیت این رقم مناسب است (ایستگاه ملی تحقیقات لوبیای خمین <http://markazi.areo.ir>).

بیشترین درصد تغییرات برای صفت تعداد غلاف در بوته در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط نرمال آبیاری مربوط به ژنوتیپ KS41128 و کمترین درصد تغییرات مربوط به ژنوتیپ G11867 است (جدول ۵). تعداد غلاف‌های ژنوتیپ KS41128 در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط نرمال نوسان کمتری در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها داشته است، ولی در ژنوتیپ G11867 این نوسان بیشتر از بقیه ژنوتیپ‌ها بوده است.

همچنین بیشترین درصد تغییرات برای صفت وزن خشک در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط نرمال آبیاری مربوط به ژنوتیپ KS41128 با ۳۲/۵۵ درصد و کمترین درصد تغییرات مربوط به ژنوتیپ G11867 با ۸ درصد است (جدول ۵).

با توجه به جدول ۵ بیشترین درصد تغییرات برای صفت تعداد دانه در بوته در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط نرمال آبیاری مربوط به ژنوتیپ KS41128 و کمترین درصد تغییرات مربوط به ژنوتیپ اختر است. می‌توان نتیجه گرفت که ژنوتیپ KS41128 در سایر صفات نظیر تعداد غلاف در بوته، وزن خشک و عملکرد

جدول ۵. اثرات تنش آبیاری بر درصد تغییرات عملکرد دانه، وزن خشک بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف ژنوتیپ‌های لوبیا.

Table 5. Effects of water stress on variation percentage of yield, plant dry weight, number of pods per plant and seeds per pod in common bean genotypes.

نام ژنوتیپ Genotype name	تعداد دانه در غلاف Seed number per pod			تعداد غلاف در بوته Pod number per plant		
	درصد تغییرات Percentage of variation	میانگین تنش Stress mean	میانگین نرمال Normal mean	درصد تغییرات Percentage of variation	میانگین تنش Stress mean	میانگین نرمال Normal mean
ناز Naz	50%	4.75	9.5	40	2.25	3.75
اختر Akhtar	41.67%	3.5	6	42.86	2	3.5
KS41128	66.67%	4.25	12.75	55.56	2	4.5
G11867	44.19%	6	10.75	36.85	3	4.75

جدول ۵. ادامه.

Table 5. Continued

نام ژنوتیپ Genotype name	وزن خشک بوته (گرم) Plant Dry weight (g)			عملکرد دانه در بوته (گرم) Seed yield per plant (g)		
	درصد تغییرات Percentage of variation	میانگین تنش Stress mean	میانگین نرمال Normal mean	درصد تغییرات Percentage of variation	میانگین تنش Stress mean	میانگین نرمال Normal mean
ناز Naz	2.99	1.30	1.34	58.65	0.98	2.37
اختر Akhtar	25.01	2.51	3.35	33.53	2.3	3.46
KS۴۱۱۲۸	32.55	1.72	2.55	66.67	1.06	3.18
KS41128						
G۱۱۸۶۷	8	1.38	1.50	47.56	1.5	2.86
G11867						

منابع

- Acosta, J.A., 1999. Improving Resistance to drought in Common Bean, in Mexico. *Agronomia Mesomericana*. 10(1), 83-90.
- Acosta, D.K., Shibata, J., Acosta, G., Alberto, J., 2002. Yield and its components in bean under drought conditions. *Agricultural-Technical-en Mexico*. 23 (2), 139-150.
- Aghighi Shahverdi, M., Habibi, A., Shekari, F., Hajikhani, S., 2013. Changes in yield and plant varieties under drought conditions. Fifth National Conference on cereals. [In Persian with English Summary].
- Amini, A., Ghanadha, M.R., Abd-mishani, C., 2002. Genetic diversity and correlation between different traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 33 (4), 605-615. [In Persian with English Summary].
- Broughton, W. J., Hernandez, G., Blair, M., Beebs, S., Gepts, P.; vanderlyden, J., 2003. Beans (*phaseolus* Spp.)-model food legumes. *Plant and Soil*. 252, 55-128.
- Eberhart, S.A., Russel, W.A., 1996. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 6, 36-40.
- Emam, Y., Shekoofa, A., Salehi, F., Jalali, A.H., 2010. Water stress effects on two common bean cultivars with contrasting growth habits. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 9(5), 495-499.
- Fageria, N.K., Santos, A.B., 2008. Yield physiology of dry bean. *Journal of Plant Nutrition*. 31 (6), 983-1004.
- Laing, D.R., Krechmer, P.J., Zuluaga, S., Jones, P.G., 1983. Symposium on potential productivity of field crops under different environments. International Rice Research Institute, Los Baños Laguna, Philippines, Field bean, 227-248 pp.
- Lizana, C., Wentworth, M., Martinez, J.P., Villegas, D., Meneses, R., Murchie, E.H., Pastenes, C., Lercari, B., Vernieri, P., Horton, P., Pinto, M., 2006. Differential adaptation of two varieties of common bean to abiotic stress. I. Effect of drought on yield and photosynthesis. *Journal of Experimental Botany* 57, 685-697.
- Keshavarznia, R., Varznia, E., Mohammadi Nargesi, B., Abasi, A., 2013. The study of genetic variation of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) based on morphological traits under normal and stress conditions. *Iranian Journal of Field Crop Research*, 44 (2), 305-315 [In Persian with English Summary].
- Majnon Hoseini, N., 2007. Common Bean Planting and Production. 4th edition, Tehran Jahad e Daneshgahi Press. 294 p. (In Persian)
- Mardfar, H., 2006. The effects of water restriction on growth, yield and grain filling in three varieties of beans. MSc dissertation, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. [In Persian with English Summary].
- Melotto, M., Monteiro-vitorello, C.B., Bruschi A.G., Camargo L.E.A., 2005. Comparative bioinformatics analysis of genes expressed in

- common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings. *Genome*. 48 (3), 562-570.
- Mohammadi Dhbalai, 2013. Antioxidant activity and morphometric black bean genotypes in normal conditions and water stress, MSc dissertation, Faculty of Agriculture, Ilam University, Iran. [In Persian with English Summary].
- Mouhouche, B., Ruget, F., Delecolle, R., 1998. Effects of water stress applied at different phenological phases on yield components of dwarf bean. *Agronomie*. 18, 197-207.
- Parsa, M., Baghri, A., 2007. Legumes. Mashhad Jahad-e Daneshgahi Press. 524 pp. (In Persian)
- Salehi, F., 2013. Comparing the new pinto bean genotypes in Chaharmahal and Bakhtiari Province. The fifth National Conference on Cereals. (In Persian with English summary).
- Saxena, C.M., Silim, S.N, Singh, B.K., 1990. Effect of supplementary irrigation during reproductive growth on winter and spring chickpea (*Cicer arietinum* L.) in a Mediterranean environment. *The Journal of Agricultural Science*. 114 (3), 285-293.
- Sepahvand N.A. 2004. Research and production program of irrigated pulses and the challenges, the First National Grain Conference, Ferdosi University, 193-195. [In Persian].
- Turkan, I., Bor, M., Ozdemir, F., Koca, H., 2005. Differential responses of lipid peroxidation 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 Science* 168 (1), 223-231.
- Zadeh Bagheri, M., Javanmardi, Sh., Alozadeh, O., Kamelmannesh, M.M., 2014. Effects of drought on grain yield and some physiological characteristics of red bean genotypes. *Journal of plant ecophysiology*. 6(18), 1-11. [In Persian with English Summary].
- Yazdi Samadi, B., Rezai, A., Valizadeh, M., 2012. Experimental Designs in agricultural Researches. University of Tehran press, 764 pp. [In Persian].