

ارزیابی واکنش عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) به تنش خشکی انتهایی دوره رشد

سیده حکیمه داودی^۱، علی راحمی کاریزکی^{۲*}، علی نخزری مقدم^۲، ابراهیم غلامعلی پور علمداری^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد کشاورزی اکولوژیک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران

۲- عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، ایران

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: airahemi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۲۰ اسفند ۱۳۹۵، تاریخ بازنگری: ۱۲ خرداد ۱۳۹۶، تاریخ پذیرش: ۱۵ شهریور ۱۳۹۶

چکیده

به منظور ارزیابی اثر تنش خشکی انتهایی فصل رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت ارقام لوبیا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل تنش خشکی انتهایی فصل رشد در مرحله غلافدهی در سه سطح شامل عدم تنش (شاهد)، تنش متوسط (آبیاری با تخلیه ۰۳ درصد رطوبت ظرفیت زراعی) و تنش شدید (آبیاری با تخلیه ۰۷ تخلیه رطوبت ظرفیت زراعی) و عامل دوم ۴ رقم مختلف لوبیا شامل لوبیا سفید (داران)، لوبیا قرمز (آزادشهر)، لوبیا سبز (سانری) و لوبیا چیتی (سامان) بودند. کاشت بذور در گلدان‌های ۲۱ کیلویی حاوی خاک انجام شد. در این آزمایش صفات تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن دانه، وزن دانه در بوته، وزن خشک کل بوته و شاخص برداشت اندازه‌گیری شدند. نتایج آزمایش نشان داد که تنش انتهایی فصل رشد بر تمام صفات اثر معنی داری داشت. اثر رقم بر تمامی صفات به جز شاخص برداشت و تعداد دانه در بوته مشابه تنش خشکی بود. اثر متقابل تنش خشکی × ارقام به جز تعداد نیام در بوته در مورد بقیه صفات معنی دار شد. کم‌ترین عملکرد دانه طی تنش شدید مربوط به لوبیا سفید با ۰/۶۹ گرم در بوته و بیش‌ترین این مقدار مربوط به لوبیا چیتی با ۱/۵۲ گرم در بوته بود. این مطالعه نشان داد که لوبیا چیتی و لوبیا سفید به ترتیب دارای کم‌ترین و بیش‌ترین حساسیت به تنش خشکی انتهایی فصل رشد بودند.

کلمات کلیدی: تنش شدید؛ نیام در بوته؛ وزن دانه

در بررسی عمادی و همکاران (Emadi et al., 2010)

بیشترین تعداد دانه در نیام لوبیا از تیمار آبیاری معمولی و کمترین تعداد دانه در نیام از تیمار تنش خشکی در مرحله زایشی به دست آمد. خاقانی و همکاران (Khaghani et al., 2010) با بررسی صفات کمی و کیفی لوبیا سفید و قرمز تحت تأثیر تنش خشکی بیان کردند که عملکرد تک بوته در لوبیا قرمز و وزن خشک برگ، وزن خشک بوته و وزن ۱۰۰ دانه در لوبیا سفید کاهش بیشتری نسبت به بقیه صفات داشتند. نتایج بررسی پاک مهر و همکاران (Pakmehr et al., 2011) نشان دادند که در شرایط تنش، ژنوتیپ‌های لوبیا از نظر تعداد نیام در بوته اختلاف معنی‌دار نداشتند اما از نظر عرض نیام و تعداد دانه در نیام در سطح پنج درصد و از نظر سایر صفات در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشتند. اردکانی و همکاران (Ardakani et al., 2012) گزارش کردند که اثر متقابل تنش خشکی × تراکم بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت در لوبیا چیتی معنی‌دار بود. دشتکی و همکاران (Dashtaki et al., 2016) در بررسی اثر تنش رطوبتی بر ۳۳ ژنوتیپ لوبیا بیان داشتند که ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد دانه در نیام، تعداد نیام در بوته، روز تا مرحله رسیدگی، اندازه بذر در شرایط تنش و بدون تنش تفاوت معنی‌داری با هم داشتند. در شرایط بدون تنش بیشترین عملکرد در ژنوتیپ ۲۸ با میزان ۲۴۵/۶ و کمترین در ژنوتیپ ۱۲ با ۶۰/۶۱ گرم در مترمربع بود. در تنش رطوبتی بیشترین عملکرد در ژنوتیپ ۱۴ با ۱۳۲/۷۷ و کمترین در ژنوتیپ ۲۵ با ۱/۴ گرم در مترمربع بود.

هدف از این آزمایش بررسی اثر تنش خشکی

حبوبات به‌عنوان دومین منبع غذایی بشر پس از غلات و عمده‌ترین منبع پروتئین گیاهی محسوب می‌شوند. در بین حبوبات از لحاظ سطح زیر کشت، مقام اول متعلق به لوبیا می‌باشد. لوبیا در پنج قاره دنیا کشت می‌شود. سطح زیر کشت جهانی آن حدود ۲۴ میلیون هکتار و متوسط عملکرد آن حدود ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار است. بر اساس آمار ۹۳-۱۳۹۲، سطح زیر کشت لوبیا در ایران ۱۱۶۲۳۲ هکتار و تولید آن ۲۲۶۳۶۹ تن بوده است (Ahmadi Mosavi et al., 2006). دانه لوبیا دارای ۲۵-۲۰ درصد پروتئین و ۶۰-۵۵ درصد کربوهیدرات می‌باشد (Kuchaki and Banayanaval, 2008).

ایران در ناحیه خشک جهانی قرار دارد و متوسط بارش آن ۲۵۰ میلی‌متر است این شرایط باعث می‌گردد که گیاهان اغلب در معرض تنش خشکی قرار گیرند (Salehi et al., 2005). وجود تنش‌های غیر زنده محیطی به‌ویژه تنش خشکی یکی از مهم‌ترین مشکلات مناطق خشک و نیمه خشک است که رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و از این طریق عملکرد گیاهان زراعی را محدود می‌کند (Aghcheli et al., 2016).

در بین عوامل مختلف ایجاد کننده تنش در نخود، تنش خشکی به تنهایی ۴۵ درصد کاهش عملکرد دانه را موجب می‌شود (Amiri et al., 2010). گلدانی و رضوانی (Goldani and Rezvani, 2006) بیان نمودند که در شرایط تنش خشکی و با کاهش پتانسیل آبی گیاه، سرعت رشد گیاه نخود به دلیل افزایش شدت تنفس و کاهش فتوسنتز کاهش می‌یابد. طبق بررسی ژو (Zhu, 2002) کمبود مواد قابل انتقال بر اثر تنش خشکی در مرحله رویشی و زایشی باعث سقط دانه در نیام می‌شود.

بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت ارقام لوبیا بود.

مواد و روش ها

این آزمایش در گلخانه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس اجرا گردید. شرایط گلخانه به گونه‌ای بود که رطوبت و گرمای درون گلخانه از طریق تهویه‌های نصب شده و در مواقع ضروری بالا دادن پلاستیک دو طرف گلخانه توسط همدل‌های تعبیه شده، تنظیم می‌شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در گلدان‌های ۱۲ کیلویی انجام شد. عملیات کاشت در اواسط اسفند ماه ۱۳۹۲ انجام شد. عامل اول تنش خشکی در سه سطح شامل عدم تنش (شاهد)، تنش متوسط (عدم آبیاری تا تخلیه ۳۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی) و تنش شدید (عدم آبیاری تا تخلیه ۷۰ تخلیه رطوبت ظرفیت زراعی) در مرحله نیم‌دهی انجام شد. آبیاری تا زمان قبل از نیم‌دهی به صورت کامل انجام گردید و از شروع نیم‌دهی اعمال تنش خشکی آغاز و تا زمان برداشت کامل کلیه نیم‌ها صورت گرفت. مجموع وزن خاک خشک، وزن گلدان خالی، پلاستیک و آب برای پتانسیل‌های مختلف به عنوان وزن مرجع در نظر گرفته شد. گلدان‌ها به طور مرتب وزن می‌شدند و در هنگام نیاز به اندازه اختلاف از وزن مرجع به آنها آب اضافه می‌شد.

عامل دوم ۴ رقم مختلف لوبیا شامل لوبیا سفید (داران)، لوبیا قرمز (آزادشهر)، لوبیا سبز (سان‌ری) و لوبیا چیتی (سامان) بودند. برای تهیه خاک، خاک آزمایش شده ابتدا از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند. پتانسیل‌های خشکی پس از تعیین درصد رس، سیلت، شن و وزن مخصوص ظاهری خاک با استفاده

از منحنی رطوبتی خاک مورد استفاده که رابطه بین پتانسیل آب خاک و رطوبت خاک را مشخص می‌کند، تعیین شد. این منحنی از طریق فرمول ساکستن و همکاران (Saxton *et al.*, 1986) محاسبه شد:

$$\psi_m = A \cdot \theta_v^b \quad (1)$$

در این رابطه ψ_m پتانسیل ماتریک بر حسب بار، θ_v نسبت رطوبت حجمی بر حسب سانتی مترمکعب آب در سانتی مترمکعب خاک است و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\theta = p^b \times \theta_m \quad (2)$$

در این رابطه θ_m نسبت رطوبت وزنی و p وزن مخصوص ظاهری خاک است. در رابطه (۱) A و B به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$A = \exp[-4.396 - 0.0715C - 4.88 \times 10^{-4} \times S^2 - 4.285 \times 10^{-5} S^2 C] 100 \quad (3)$$

$$B = -3140 - 0.00222c^2 - 3.48 \times 10^{-5} s^2 c \quad (4)$$

که در این روابط S درصد شن خاک و C درصد رس خاک است. در این آزمایش برای ترسیم منحنی رطوبتی خاک از برنامه 1 Psycalc استفاده شد. در این برنامه در بخش ورودی ابتدا ویژگی‌های خاک مورد نظر در بخش ورودی مدل وارد شد و خروجی مدل شامل مقدار آب خاک بر حسب گرم بر گرم و پتانسیل ماتریک گزارش شد، در نهایت با استفاده از خروجی مدل و وزن خاک گلدان مقدار آب بر حسب پتانسیل مورد نظر در هر گلدان محاسبه شد. داخل گلدان‌ها پلاستیک‌های بدون منفذ قرار داده شد، سپس تعداد ۴۰ گلدان آماده گردید و درون هر کدام ۱۲ کیلوگرم خاک آماده شده، ریخته شد. میزان مصرف کود شیمیایی بر اساس توصیه کودی برای لوبیا ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۱۰۰ کیلوگرم در

۱- این برنامه توسط دکتر افشین سلطانی عضو هیئت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان تهیه شده است.

جدول ۱- مشخصات نمونه خاک برداشت شده از مزرعه آموزشی از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متر

Table 1- Characteristics of harvest soil sample from 0-30 cm from experimental field

بافت خاک Soil texture	کربن آلی Organic carbon (%)	اسیدیته گل اشباع Acidity saturation	هدایت الکتریکی EC(ds/m)	گوگرد Sulfur (ppm)	فسفر قابل جذب Available phosphorus (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب Available potassium (mg/kg)	نیترژن کل Total nitrogen (%)
لومرسی سیلتی Silt-Clay- Loamy-	1.16	7.6	1.1	47.3	13.4	21.2	0.07

شاخص برداشت معنی دار بود. اثر رقم بر تمامی صفات بجز شاخص برداشت و تعداد دانه در بوته معنی دار بود. اثر متقابل خشکی \times رقم بر تمام صفات بجز تعداد نیام در بوته معنی دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین سطوح خشکی نشان داد که بیشترین تعداد نیام در بوته مربوط به تیمار عدم تنش خشکی بود در حالی که بین دو سطح خشکی متوسط و شدید تفاوت معنی داری مشاهده نشد (شکل ۱). از آنجایی که اعمال تنش خشکی در مرحله نیام‌دهی صورت گرفت، بیشتر بودن تعداد نیام در شاهد یا شرایط نرمال به این دلیل است که شرایط رطوبتی برای تشکیل نیام مناسب بوده و نیام‌دهی به‌طور طبیعی صورت گرفته است و هیچ گونه محدودیتی برای ارقام از نظر تشکیل نیام وجود نداشته است. این نتیجه با نتیجه حاصل از بررسی شکاری و همکاران (Shekari *et al.*, 2010) مطابقت دارد. از طرف دیگر، دلیل عدم وجود تفاوت معنی دار بین دو سطح تنش شدید و متوسط مربوط به زمان و نحوه اعمال تنش بود که ارقام در دو سطح خشکی متوسط و شدید فاصله زمانی کمی از نظر تخلیه رطوبتی برای تشکیل نیام با هم تفاوت داشتند و در این فاصله تفاوت نیام‌ها تشکیل شده کم بود و انتظار هم می‌رفت که از نظر تشکیل نیام بین سطوح خشکی تفاوتی مشاهده نشود. نتایج امینی و همکاران (Amini *et al.*, 2001) هم

هکتار سوپر فسفات تریپل استفاده شد که تمام کود فسفره و یک دوم کود اوره به صورت پایه مصرف شد و مابقی کود اوره در مرحله نیام‌دهی مصرف گردید. وقتی بوته‌ها به طور کامل زرد شدند برداشت انجام گرفت. در زمان برداشت وزن کل بوته، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن نیام در بوته و وزن دانه در بوته اندازه‌گیری شد و در نهایت اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت (حاصل تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک در صد) انجام شد (Goldani and Rezvani, 2006).

چون داده‌ها نیاز به برش‌دهی بعد از تجزیه واریانس داشتند بنابراین تجزیه واریانس داده‌ها از رویه Proc Glim و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD با نرم‌افزار آماری SAS با نسخه ۹/۳ انجام و نمودارها با نرم افزار Excel رسم شد. برای صفاتی که اثر متقابل آن‌ها معنی دار شد از روش برش‌دهی (مجموع مربعات سطوح یک عامل در هر سطح عامل دیگر) برای تجزیه واریانس استفاده شد. برای صفاتی که اثر متقابل بر روی آن‌ها معنی دار نبود تنها به مقایسه میانگین سطوح فاکتوری که معنی دار شده بود اکتفا شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر خشکی بر تمام صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد و

این مطلب را تأیید می‌کند.

۲). تفاوت ارقام از نظر تعداد نیام در بوته در شرایط نرمال معنی‌دار بود. جدول همبستگی صفات نشان داد که بین تعداد نیام در بوته و تعداد دانه در بوته رابطه مثبت و مستقیم وجود دارد (جدول ۴). ارقام از نظر تعداد دانه در بوته در دو سطح خشکی ملایم و شدید فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۲). تنش در مرحله نیام‌دهی معمولاً صفات نهایی مانند وزن خشک کل بوته و وزن دانه را بیش‌تر تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ لذا معنی‌دار نشدن تعداد نیام در بوته در شرایط تنش رطوبت قابل توجه می‌باشد. مقایسه

مقایسه میانگین ارقام نشان داد که رقم لوبیا سفید تفاوت قابل ملاحظه‌ای از نظر تعداد نیام در بوته با سایر ارقام داشت و دارای کم‌ترین تعداد نیام در بوته بود. این امر نشان‌دهنده حساسیت و عکس‌العمل بیش‌تر لوبیا سفید به تنش خشکی می‌باشد. بین سه رقم دیگر تفاوتی از نظر آماری مشاهده نشد (شکل ۲). برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد که ارقام از نظر تعداد دانه در بوته در شرایط نرمال در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول

جدول ۲- تجزیه واریانس و برش‌دهی اثر متقابل خشکی × رقم برای صفات مورد مطالعه

Table 2- Analysis of variance and slicing of interaction, Drought × Cultivar for study traits

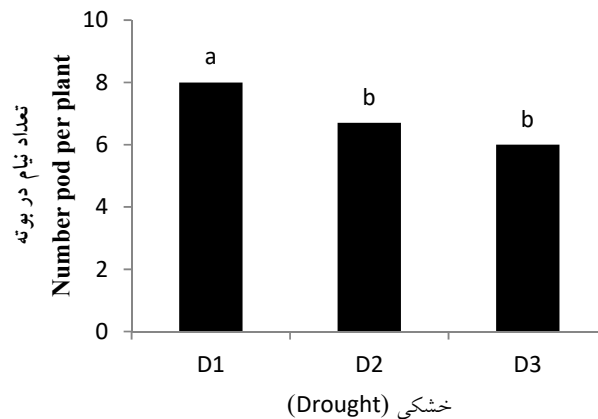
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی DF	مجموع مربعات (SS)					درجه آزادی DF
		شاخص برداشت HI	وزن خشک بوته TDW	وزن دانه در بوته SWP	وزن تک بوته SW	تعداد دانه در بوته NSPP	
رقم C	3	14.22	120.30**	26.77**	0.86**	59.42 ^{ns}	81.64**
خشکی D	2	5221.44**	138.11**	112.14**	0.29**	477.06**	25.39*
رقم × خشکی C×D	6	676.50*	15.66*	13.65**	0.39*	197.19*	9.28 ^{ns}
ضریب تغییرات CV%	-	13.30	13.20	23.15	14.85	11.77	12.48

برش‌دهی اثر متقابل مجموع مربعات سطوح ارقام در هر سطح تنش

Slicing interaction effect of sum square of cultivars levels per stress level.

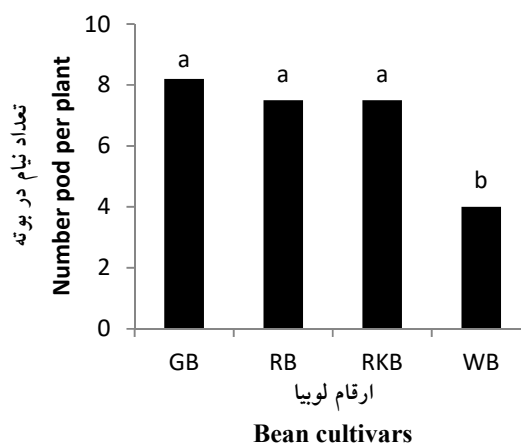
سطوح تنش Stress levels	درجه آزادی DF	مجموع مربعات (SS)				تعداد دانه در بوته NSPP
		شاخص برداشت HI	وزن خشک بوته TDW	وزن دانه در بوته SWP	وزن تک بوته SW	
D1	3	197.11 ^{ns}	44.39**	23.05**	0.78**	224.33**
D2	3	54.19 ^{ns}	68.51**	16.90**	0.42**	7.58 ^{ns}
D3	3	439.42*	25.06**	0.48 ^{ns}	0.05 ^{ns}	24.67 ^{ns}

*، ** و ^{ns}: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی‌دار، C= رقم؛ D= خشکی؛ NPP = تعداد نیام در بوته؛ NSPP = تعداد دانه در بوته؛ SW = وزن تک دانه؛ SWP = وزن دانه در بوته؛ TDW = وزن خشک بوته؛ HI = شاخص برداشت؛ D1 = شاهد (عدم تنش)؛ D2 = تنش متوسط؛ D3 = تنش شدید.
*، ** Probability level of significantly in 0.05 and 0.01 respectively; C, Cultivar; D, Drought; NPP, Number pod per plant; NSPP, Number seed per pod; SW, Seed Weight; SWP, Seed weight per plant; TDW; Total Dry weight; HI, Harvest index; D1= Control, D2= Slight water stress, D3= Intensive water stress.



شکل ۱- مقایسه میانگین سطوح مختلف خشکی از نظر تعداد نیام در بوته (D1= شاهد (عدم تنش) = D2= تنش متوسط = D3= تنش شدید)

Figure 1- Comparison mean of drought stress levels for number pod per plant (T1= Control, T2= Slight water stress, T3= Intensive water stress).



شکل ۲- مقایسه میانگین ارقام از نظر تعداد نیام در بوته طی تنش خشکی (WB = لوبیا سفید، RKB = لوبیا قرمز، RB = لوبیا چیتی، GB = لوبیا سبز).

Figure 2- Comparison mean of cultivars for number pod per plant during stress drought (WB= White bean, RKB= Red kidney bean, RB= Romano bean, GB=Green bean).

دارد می توان بیان کرد کم بودن تعداد دانه در بوته مرتبط با خصوصیات ژنتیکی آن می باشد (جدول ۳). این نتیجه با بیان کوچکی و بنیان اول (Koochaki and Banayanaval, 2008) مطابقت دارد. برش دهی اثرات متقابل سطوح ارقام در هر سطح خشکی نشان داد که در سطح بدون تنش خشکی و

میانگین ها نشان داد که در شرایط شاهد هم اختلاف معنی داری بین اکثر ارقام از نظر تعداد دانه در بوته وجود نداشت و تنها لوبیا چیتی از کم ترین تعداد دانه در بوته برخوردار بود که با توجه به این که در لوبیا چیتی نسبت به سایر ارقام اختلاف عددی کم تری از نظر تعداد دانه در شرایط نرمال و شرایط تنش وجود

دانه) بزرگ باشد اما به علت عدم وجود مواد فتوسنتزی برای انتقال، نقل و انتقال مواد کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، اگر تنش در زمان گرده افشانی یا نیام‌دهی اتفاق بیفتد این امر باعث کاهش تعداد دانه (اندازه مخزن) می‌شود. هنگامی که اندازه مخزن پایین باشد، مواد فتوسنتزی در عناصر آوندی تجمع می‌یابند و این امر سبب ایجاد یک بازخور منفی بر روی سیستم انتقال مواد آوندی می‌شود و در نهایت باعث کاهش نقل و انتقال مواد می‌شود که در این تحقیق احتمالاً هر دو دلیل ذکر شده باعث کاهش عملکرد دانه در بوته شد (Aghcheli *et al.*, 2016). نتایج این تحقیق با نتایج نیلسن و نیلسون (Nielsen and Nelson, 1988) و گلدانی و رضوانی (Goldani and Rezvani, 2006) مطابقت دارد. مقایسه میانگین نشان داد که رقم لوبیا چیتی نسبت به سایر ارقام در شرایط مطلوب از وزن

خشکی متوسط از نظر وزن دانه و وزن دانه در بوته بین ارقام تفاوت معنی‌دار وجود داشت در حالی که در تنش شدید از نظر این دو صفت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲) زیرا با توجه به شرایط گلخانه‌ای موجود تنها عامل رطوبت و بارندگی قابل کنترل بود در صورتی که دمای بالا در زمان رشد باعث تشدید تنش شده و موجب شد در این حالت زوال سطح برگ سریع‌تر اتفاق افتاده و در نتیجه فتوسنتز متوقف یا به شدت کاهش یابد در نتیجه در کلیه ارقام تقریباً تولید و انتقال مواد و پر شدن دانه به شدت کاهش یابد. با اعمال تنش و تخلیه ۳۰ درصدی رطوبت از حد ظرفیت زراعی عملکرد ممکن است به دو دلیل کاهش یابد یکی این که سطح برگ در گیاه کاهش یابد و این باعث کاهش فتوسنتز شده که نتیجه آن کاهش اندازه منبع می‌باشد و در این حالت هر چند اندازه مخزن

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد سطوح ارقام در هر سطح تنش

Table 3- Comparison of mean of yield and yield components of cultivars per stress level.

سطوح تنش Stress level	ارقام Cultivar	میانگین Mean			
		وزن خشک بوته TDW (gr)	وزن دانه در بوته SWP (gr)	وزن تک بوته SW (gr)	تعداد دانه در بوته NSPP
		D1	GB	7.5 ^b	4.67 ^b
	RB	12.45 ^a	7.92 ^a	0.90 ^a	9.33 ^b
	RKB	8.63 ^b	4.79 ^b	0.31 ^b	17 ^a
	WB	8.58 ^b	4.7 ^b	0.36 ^b	17 ^a
D2	GB	5.95 ^b	2.7 ^{bc}	0.43 ^{bc}	8.67 ^a
	RB	10.77 ^a	5 ^a	0.76 ^a	9 ^a
	RKB	6.95 ^b	3.13 ^b	0.50 ^b	10.67 ^a
	WB	4.25 ^c	1.74 ^c	0.24 ^c	10 ^a
D3	GB	3.92 ^{bc}	1.09 ^a	0.34 ^a	5.67 ^a
	RB	6.48 ^a	1.25 ^a	0.35 ^a	8.67 ^a
	RKB	5.04 ^{ab}	1.5 ^a	0.24 ^a	9.33 ^a
	WB	2.54 ^c	0.96 ^a	0.19 ^a	7 ^a

NSPP، تعداد دانه در بوته؛ SW، وزن دانه؛ SWP، وزن دانه در بوته؛ TDW، وزن خشک بوته؛ GB، لوبیا سبز؛ RB، لوبیا چیتی؛

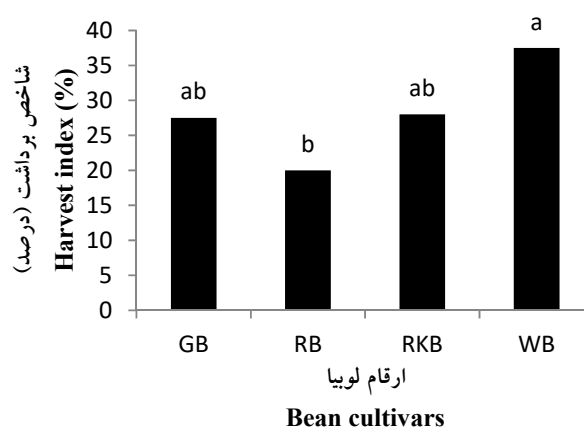
RKB، لوبیا قرمز؛ WB، لوبیا سفید؛ D1، شاهد (عدم تنش)؛ D2، تنش متوسط؛ D3، تنش شدید؛

NSPP, Number seed per pod; SW, Seed Weight; SWP; Seed weight per plant; TDW; Total Dry weight; WB= White bean, RKB= Red kidney bean, RB= Romano bean, GB =Green bean, D1= Control, D2= Slight water stress, D3= Intensive water stress.

و نیام‌دهی موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه و در نتیجه چروکیده شدن و کاهش وزن دانه نخود می‌شود.

ارقام در هر سه سطح تنش خشکی از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد داشتند (جدول ۲). میزان عددی عملکرد بیولوژیک برای لوبیا چیتی و لوبیا سفید در سه سطح خشکی نشان داد که لوبیا چیتی بیش‌ترین مقدار را در هر سه سطح خشکی و لوبیا سفید کم‌ترین مقدار را در سطوح خشکی شدید و متوسط دارا بودند (جدول ۳). همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار بین وزن خشک بوته و وزن دانه در بوته نشان داد که بالا بودن وزن خشک بوته در لوبیا چیتی و پائین بودن آن در لوبیا سفید با توجه به بیش‌تر بودن وزن دانه در لوبیا چیتی و کمتر بودن آن در لوبیا سفید قابل توجیه است (جدول ۴). بنابراین، یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده عملکرد دانه در لوبیا طی تنش خشکی، وزن دانه در بوته می‌باشد که با نتایج عمادی و همکاران (Emadi *et al.*, 2010) و

دانه‌ای بیش از سه برابر برخوردار بود در صورتی که لوبیا سبز از کم‌ترین وزن دانه برخوردار بود (جدول ۳). همچنین، در سطح خشکی متوسط رقم لوبیا چیتی نسبت به سایر ارقام از وزن دانه بیش‌تری برخوردار بود در حالی که لوبیا سفید نسبت به سایر ارقام از وزن دانه پائین‌تری برخوردار بود (جدول ۳). از آنجایی که لوبیا چیتی با داشتن تعداد دانه کم‌تر مواد حاصل از فتوسنتز خود را به دانه کم‌تری اختصاص می‌دهد در نتیجه از وزن دانه بیش‌تری برخوردار می‌باشد. لوبیا سبز با داشتن تعداد دانه بیش‌تر از وزن دانه کم‌تری برخوردار بود. در تنش خشکی متوسط مقدار عددی وزن دانه در لوبیا سبز بیش‌از شرایط نرمال بود که می‌تواند به دلیل کم‌تر بودن تعداد دانه و انتقال کمتر مواد فتوسنتزی به دانه در این رقم در شرایط تنش خشکی متوسط نسبت به شرایط نرمال باشد. کاهش وزن دانه هنگام تنش خشکی توسط خورگامی (Khorgami, 2000) نیز گزارش شده است. اولاه و همکاران (Ullah *et al.*, 2002) نشان دادند که محدودیت رطوبت در زمان گل‌دهی



شکل ۳- میانگین سطوح ارقام از نظر شاخص برداشت در تنش شدید خشکی (WB = لوبیا سفید، RKB = لوبیا قرمز، RB = لوبیا چیتی، GB = لوبیا سبز).

Figure 3- Comparison mean of cultivars for harvest index in intensive water stress (WB= White bean, RKB= Red kidney bean, RB= Romano bean, GB=Green bean).

جدول ۴- همبستگی صفات عملکرد و اجزای عملکرد

Table 4- Correlation yield and yield components

Traits	5	4	3	2	1
1- Total dry weight					1
2- Seed weight per plant				1	0.91**
3- Harvest index			1	0.86**	0.62**
4- Number pod per plant		1	0.31 ^{ns}	0.47**	0.54**
5- Number seed per plant	1	0.36*	0.59**	0.43**	0.31 ^{ns}
6- Seed weight	-0.30 ^{ns}	0.34*	0.33*	0.65**	0.74 ^{ns}

(۱) وزن خشک بوته (۲) وزن دانه در بوته (۳) شاخص برداشت (۴) تعداد نیام در بوته (۵) تعداد دانه در بوته (۶) وزن دانه
1- Total dry weight; 2- Seed weight per plant; 3- Harvest index; 4- Number pod per plant;
5- Number seed per plant; 6- Seed weight.

بودن تعداد نیام در شاهد یا شرایط نرمال به این دلیل است که شرایط رطوبتی برای تشکیل نیام مناسب بوده و نیام‌دهی به‌طور طبیعی صورت گرفته است و هیچ‌گونه محدودیتی برای ارقام از نظر تشکیل نیام وجود نداشته است. لوبیا سفید تفاوت قابل ملاحظه‌ای از نظر تعداد نیام در بوته با سایر ارقام نشان داد و دارای کم‌ترین تعداد نیام در بوته بود. بیش‌ترین کاهش وزن دانه طی تنش خشکی مربوط به لوبیا سفید بود که علت آن کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها و کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه بود. نتایج نشان داد که لوبیا چیتی مقاوم به خشکی بود زیرا اختلاف عملکرد بیولوژیک در رقم لوبیا چیتی در سطوح مختلف تنش خشکی و شاهد از نظر عددی زیاد نبود. به بیان دیگر، کاهش عملکرد طی تنش در این رقم نسبت به سایر ارقام بسیار کم بود. همچنین از نظر شاخص برداشت، بیش‌ترین این صفت در لوبیا چیتی و کم‌ترین آن در لوبیا سفید مشاهده شد. حساس‌ترین رقم در این آزمایش رقم لوبیا سفید بود که طبق نتایج آزمایش بیش‌ترین کاهش عملکرد را طی تنش خشکی نشان داد.

شرستا (Shrestha, 2005) هم مطابقت دارد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام از نظر شاخص برداشت تنها در شرایط خشکی شدید اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۲). بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص برداشت به ترتیب مربوط به لوبیا سفید و لوبیا چیتی بود (شکل ۳) از آنجایی که پارامتر شاخص برداشت نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک را نشان می‌دهد، بنابراین کاهش شاخص برداشت در لوبیا سفید بیشتر به دلیل کاهش وزن دانه است در حالی که لوبیا چیتی وزن دانه نسبت به سایر اندام‌ها کمتر تحت تاثیر تنش قرار گرفت. این نتیجه توسط پوراسماعیل و همکاران (Pooremael *et al.*, 2006) نیز گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

طبق آزمایش انجام شده بیش‌ترین تعداد نیام در بوته مربوط به تیمار عدم تنش خشکی بود در حالی که بین شرایط نرمال و تنش شدید تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. از آنجایی که اعمال تنش خشکی در مرحله نیام‌دهی صورت گرفت، بیش‌تر

REFERENCES

- Ardakani, L., Farahi, H. and Klidari, A.** 2012. The effect of drought stress and plant density on quantity and physiological traits in Romano bean. *Abstract of Third National Conference on cereals in Iran. Agricultural Jihad Organization of Kermanshah Province*. 17-1. (In Persian)
- Ahmadi Mousavi, E., Kalantari, M.Kh. and Torkzadeh, M.** 2006. Effects of 24-epibrassinolide on lipid peroxidation, proline, sugar and photosynthesis pigments content of colza (*Brassica napus* L.) under water stress. *Iranian Journal of Biology*, 18 (4): 295-306. (In Persian)
- Aghcheli, S., Rahemi Karizaki, A., Alamdari, G.A. and Gholizadeh, A.** 2016. The effect of drought stress on some morphological traits in winter cereals in green house condition. The Second Congress of Agricultural Sciences and Natural Resources on the development of agricultural science, Gorgan. (In Persian)
- Amini, A., Ghanadha, M.R. and Abdmishani, S.** 2001. Genetic variability and correlations between different traits in common bean. *Plant and Seeds*, 33 (4): 605-615. (In Persian)
- Amiri, M., Parsa, P. and Ganjali, A.** 2010. Effect of drought stress in various phenological stages on morphological characteristics and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under the greenhouse conditions. *Journal of Agricultural Research of Iran*. 8(1):157-166. (In Persian)
- Dashtaki, M., Ali pour yamchi, H.M. and Bihamta, M.R.** 2016. Evaluation of the effects of late season water stress on genotypes of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Pulses Research*, 6 (2): 109-123. (In Persian)
- Emadi, N., Jahanbin, SH. and Balochi, H.** 2010. Effect of drought stress and plant density on yield and physiological characteristics of pinto beans. Abstract of Third National Conference on cereals in Iran. *Agricultural Jihad Organization of Kermanshah Province*. 17-1. (In Persian)
- FAO.** 2008. <http://faostat.fao.org>.
- Goldani, M. and Rezvani, V.** 2006. Effects of different irrigation regimes and planting date on phenology index and growth of three varieties of peas in Mashhad. *Sciences and Agriculture*, 14: 229-224.
- Khaghani, SH., Bihamta, M.R., Changizi, M., Dari, H., Khaghani, Sh., Bakhtiari, A. and Safapour, M.** 2010. Compare quantitative and qualitative traits of white and kidney bean in normal irrigation and drought stress conditions. *Environmental Stress in Plant Sciences*, 1 (2): 182-169. (In Persian)
- Khorgami, A.** 2000. Evaluation of some physiological and agronomic parameters of cowpea in drought conditions. Master's Thesis. Islamic Azad University of Karaj. (In Persian)
- Koochaki, A. and Bnayanaval, M.** 2008. Cereals cultivation. *Publications of University of Mashhad*. Pp. 208-205. (In Persian)
- Nielsen, D.C. and Nelson, N.O.** 1998. Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. *Crop Science*, 38: 422-427.
- Pakmehr, A. Rastgu, M., Shekari, F., Saba, J.V. Azayefi, M. and Zangani, A.** 2011. Priming effect of salicylic acid on yield and yield components of cowpea under drought stress at the reproductive stage. *Research pulse Iran*, 2 (1): 53-64. (In Persian)
- Pooresmael, P., Habibi, D. and Mashhadi akbar bujar, M.** 2006. Investigating the use of water absorbent on the increased yield and activity of antioxidant enzymes in red bean varieties under drought stress. Master's Thesis. Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Karaj. (In Persian)
- Salehi, F., Molaee, A. and Mehnatkesh, A.** 2005. Investigating the status of bean cultivation in the province of Chaharmahal Bakhtiari. *First National Conference on Cereals. Research Institute of Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad*. 328-326. (In Persian)
- Saxton, K.E., Rawls, W.J., Romberger, J.S. and Papendick, R.I.** 1986. Estimation generalized soil water characteristics from texture. *Soil Science of Journal*, 50: 1031-1036.
- Shekari, F., Pakmehr, A., Rastgoo, M., Vazaefi, M. and Ghoreshi Nasab, M. Jalil.** 2010. The effect of seed priming with salicylic acid on some of physiological traits of *Vigna nuguiculata* L. under deficit water stress in podding stage. *Journal of Crop Ecophysiology (agricultural science)*, 4 (13): 1-17. (In Persian)
- Shrestha, R.** 2005. Adaptation of lentil (*Lens culinaris* Medikus) to rainfed environments response to water deficits. Ph.D. Thesis, University of Western Australia, Crawly, Australia.
- Ullah, A., Bakht, J., Shafi, M. and Islam, W.A.** 2002. Effect of various irrigations levels on different chickpea varieties. *Asian Journal of Plant Science*, 4: 355-357.
- Zhu, J.K.** 2002. Salt and drought stress transduction in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 53: 247-316.

Evaluation of response of yield, yield components and harvest index of bean (*Phaseolus vulgaris*) to terminal drought stress

Seyyed Hakimeh Davoodi¹, Ali Rahemi-Karizaki^{2*}, Ali Nakhzari-Moghadam²,
Ebrahim Gholamalipour Alamdari²

1- M.Sc. Student in Agroecology, Department of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavoos University, Iran

2- Assistant Professor, Department of Plant Production, Gonbad Kavoos University, Iran

*Corresponding Author Email: alirahemi@yahoo.com

Receive: March 10, 2017; Revise: June 02, 2017; Accept: September 06, 2017

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of terminal drought stress on yield and yield components and harvest index of bean cultivars, a factorial experiment based on completely randomized design with 3 replications was conducted in green house at faculty of agriculture, Gonbad Kavoos University. The treatments included terminal drought stress (Podding stage) in 3 levels i.e. full irrigation as the control, slight water stress (30% water depletion of field capacity) and intensive water stress (70% water depletion of field capacity); and the second factors were four bean cultivars including withe (Daran), red (Azadshahr), green (Sanrey) and pinto (Saman). The seeds were planted in 12 kg pots containing soil. In this study; traits such as number of pods per plant, number of seeds per pod, seed weight, seed weight per plant, total dry weight and harvest index were measured. Results showed that terminal drought stress had a significant effect on all of the studied traits. Effects of cultivar on all traits, except harvest index and number of seeds per plant, were similar to results of drought stress. It was also observed that interaction effect of drought stress and cultivar on all studied traits except the number of pods per plant, was significant. The lowest and the highest seed yields were obtained for withe and pinto beans during intensity with 0.96 and 1.25 gr/plant, respectively. Overall, results of this study revealed that pinto and withe beans had the lowest and the highest sensitivity to the terminal drought stress, respectively.

Keywords: Intensive drought stress; Number of pods per plant; Seed weight

How to cite this article

Davoodi SH, Rahemi-Karizaki A, Nakhzari-Moghadam A, Gholamalipour Alamdari E. Evaluation of Response of Yield, Yield Components and Harvest Index of Bean (*Phaseolus vulgaris*) to the Terminal Drought Stress. J Crop Sci Res Arid Reg. 2017; 1(2):155-165. DOI: 10.22034/csrar.01.02.03

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the CSRAR Journal. The content of this article is distributed under CSRAR open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0) License. For more information, please visit <http://cropscience.uoz.ac.ir/?lang=en>.