پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۸ شمارهٔ۱، نیمهٔ اول ۱۳۹۶، صفحهٔ ۱۲۶-۱۱۳

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 8, No. 1, 2017, p. 113-126
DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.49118

اثر کم‌آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی در شهرکرد

هدایت‌الله کریم‌زاده[۱]، احمد نظامی[۲]*، محمد کافی[۲]، محمودرضا تدیّن[۳]

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- اعضای هیئت علمی (استاد) دانشکدهٔ کشاورزی و پژوهشکدهٔ علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار گروه زراعت دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۲

چکیده

با توجه به محدودیت منابع آبی در کشور و همچنین جایگاه ویژه لوبیاچیتی در ایران، بررسی خصوصیات گیاه لوبیا تحت تأثیر کمبود آب از اهمیت خاصی برخوردار است. به‌همین دلیل آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی، جهت بررسی تأثیر کم‌آبیاری (سه رژیم آبیاری شامل تأمین ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰درصد نیاز آبی گیاه، به‌عنوان فاکتور اصلی) بر ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی (پنج ژنوتیپ لوبیاچیتی شامل تیلور، صدری، C.O.S.16، KS21193 (کو شا ۱۹۳)، KS21486، به‌عنوان فاکتور فرعی) در دانشگاه شهرکرد اجرا شد. نتایج نشان داد اثر کم‌آبیاری بر تعداد و وزن دانه، تعداد غلاف بارور، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰ و ۸۰درصد نیاز آبی، از ژنوتیپ C.O.S.16 به‌دست آمد (به‌ترتیب۵۹۴/۶ و ۲۸۹/۲گرم در مترمربع)، در حالی‌که این ژنوتیپ در شرایط تأمین ۶۰درصد نیاز آبی، موفق به تولید دانه نشد و در این سطح آبیاری ژنوتیپ KS21486 بیشترین عملکرد دانه (۱۰۹/۵گرم در مترمربع) را به‌خود اختصاص داد. همچنین نتایج نشان داد از دو جزء اصلی عملکرد دانه (تعداد دانه، وزن دانه) تعداد دانه حساسیت بالاتری به کمبود آب دارد و در اثر کاهش میزان آب آبیاری با شدت بیشتری نسبت به وزن دانه کاهش می‌یابد. در اثر کاهش میزان آب، عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک با شدت بیشتری کاهش یافت و به تبع آن شاخص برداشت ژنوتیپ‌های مورد بررسی نیز کمتر شد. آزمایش حاضر نشان داد در شرایط آبیاری بهینه و نسبتاً مناسب، ژنوتیپ C.O.S.16 و در شرایط کمبود آب شدید، ژنوتیپ KS21486 عملکرد بیشتری تولید کردند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، شاخص برداشت، غلاف، وزن دانه

مقدمه

میزان تولید لوبیا خشک در ایران ۲۵۳هزار تن با متوسط عملکرد ۲۳۰۰کیلوگرم در هکتار می‌باشد (FAO, 2015). همچنین ۱۴/۹درصد اراضی تحت کشت حبوبات و ۳۷/۶درصد تولید سالانه حبوبات کشور متعلق به لوبیا می‌باشد (Agricultural Statistics, 2013). در این بین، لوبیاچیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از مهم‌ترین انواع لوبیا است که در ایران جایگاه ویژه‌ای را به‌خود اختصاص داده است (Lak *et al*., 2009).

خشکی از مهم‌ترین عوامل تنش‌زای محیطی است که تولید محصولات کشاورزی را در مناطق خشک و نیمه‌خشک تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش می‌شود (Farshadfar *et al*., 2001; Andrew *et al*., 2000; Farshadfar *et al*., 2001; Ehdaie & Waines, 1993). از طرفی بر اساس گزارش فائو[۲] (۲۰۱۰)، ۹۰درصد از مساحت کشور ایران در نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد، در نتیجه کمبود آب باعث کاهش کمیت و تغییر در کیفیت اغلب محصولات زراعی می‌گردد. در دنیا حدود ۶۰درصد از اراضی تحت کشت لوبیا در مناطقی هستند که طی فصل رشد با تنش خشکی مواجه می‌شوند و این امر باعث شده است تا تنش خشکی پس از بیماری‌ها دومین عامل کاهنده عملکرد لوبیا باشد (Martinez *et al*., 2007).

تنش رطوبتی باعث کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در عملکرد لوبیا می‌شود، البته مقدار کاهش عملکرد بسته به زمان و شدت تنش و نیز ژنوتیپ مورد مطالعه، متفاوت است (Frahm *et al*., 2004؛ Shenkut & Brick *et al*., 2003). تنش خشکی در مرحله گلدهی و پُرشدن غلاف‌ها باعث کاهش شدید عملکرد

* **نویسنده مسئول:** تلفن همراه: ۰۹۱۵۳۱۶۳۳۴۸، nezamiahmad@yahoo.com

[۲] FAO

شده است که به‌دلیل کاهش اجزای عملکرد دانه از جمله وزن دانه، تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته بوده است (Boutraa & Sanders, 2001). همچنین کمبود میزان آب باعث کاهش کیفیت لوبیا نیز می‌شود (Ramirez-Vallejo & Kelly, 1998). کمبود آب طی دوره بعد از گلدهی باعث اختلال در نموّ دانه و در نهایت افزایش تعداد دانه‌های چروکیده و در نهایت کاهش وزن دانه می‌گردد (Isik *et al*., 2005؛ Nemeske´ri *et al*., 1994). تجمع ماده خشک به‌عنوان یک صفت مهم برای حصول عملکرد بالا در حبوبات موردتوجه است. گزارش شده است که تجمع ماده خشک ارقام لوبیایی که تحت تنش رطوبتی متوسط تا شدید قرار داشتند، به‌طور متفاوتی تحت تأثیر قرار گرفته است (Rosales-Serna *et al*., 2002). بررسی‌های دیگر نیز نشان داده‌اند که تنش خشکی باعث کاهش بیوماس گیاه، تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت، عملکرد دانه، وزن دانه، کیفیت دانه در لوبیا می‌گردد (Padilla-Frahm *et al*., 2004; Ramirez- Ramı´rez *et al*., 2005 Tera´n, H. & Singh, Vallejo P. & Kelly, 1998; 2002; Mun˜oz-Perea *et al*., 2007;).

پژوهشگران در بررسی ۱۵ژنوتیپ لوبیاچیتی تحت شرایط رطوبتی مطلوب و محدودیت آب مشاهده کردند از نظر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت و این امر بر وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها دلالت دارد (Habibi & Bihamta, 2005). بررسی ۱۰۰ژنوتیپ لوبیاچیتی تحت شرایط تنش خشکی مشخص کرد از نظر عملکرد و اجزای عملکرد بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌دار وجود دارد (Asadi *et al*., 2011). مطالعه چهار ژنوتیپ لوبیاچیتی در شرایط تنش آب و عدم تنش نشان داد ژنوتیپ C.O.S.16 بیشترین میزان فتوسنتز و محتوای نسبی آب برگ را در هر دو شرایط وجود و عدم وجود تنش خشکی به‌خود اختصاص داد. همچنین بیشترین عملکرد دانه در شرایط وجود تنش خشکی از ژنوتیپ C.O.S.16 به‌دست آمد (Nazari Nasi *et al*., 2012). محققان طی مطالعه ۹ژنوتیپ لوبیاچیتی در سه رژیم رطوبتی مشاهده کردند که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه واکنش متفاوتی نسبت به تنش کمبود آب داشتند، به‌نحوی‌که عملکرد ژنوتیپ های C.O.S.16 و Tylor در تیمارآبیاری پس از ۱۰۰میلی‌متر تبخیرحساسیت کمتری به تنش کمبود آب نشان داد. آن‌ها اظهار داشتند که به‌نظر می‌رسد که ژنوتیپ‌های مذکور را می‌توان به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش کمبود آب معرفی کرد؛ در صورتی که ژنوتیپKs21193 با کاهش عملکرد ۳۳ و ۶۹درصد به‌ترتیب در تیمارهایآبیاری پس از ۸۰ و ۱۰۰میلی‌متر تبخیر نسبت به تیمار ۶۰میلی‌متر تبخیر، حساس‌ترین ژنوتیپ به تنش کمبود آب شناخته شد (Bayat *et al*., 2010).

با توجه به محدودیت منابع آبی در کشور، ارزیابی ژنوتیپ‌های لوبیا تحت تأثیر تنش کم‌آبی از اهمیت خاصی برخوردار است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی تحت شرایط کم‌آبیاری اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر لوبیاچیتی آزمایشی به‌صورت کرت‌های خُردشده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد اجرا شد و طی آن سه رژیم آبیاری (تأمین۱۰۰، ۸۰ و ۶۰درصد نیاز آبی) بر روی پنج ژنوتیپ لوبیاچیتی تهیه شده از مرکز تحقیقات لوبیا خمین (صدری، C.O.S.16، KS21193 (کوشا ۱۹۳)، لاین تیلور و KS21486) اعمال شد. بعد از شخم زمین، به‌منظور خردکردن کلوخه‌ها دوبار دیسک به‌صورت عمود برهم زده شد و پس از آن پشته‌هایی به‌فاصله ۵۰ سانتی‌متر ایجاد شد. سپس کشت با تراکم ۳۰بوته در مترمربع در هفته اول خرداد و به‌صورت دستی انجام شد. بذرها قبل از کشت با قارچ‌کش بنومیل (دو در هزار) ضدعفونی شدند. اندازه هر کرت ۷/۵مترمربع (۲/۵×۳متر) بود. برخی ویژگی‌های خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس توصیه کودی مقدار ۱۰۰کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره در سه نوبت (۴۰کیلوگرم قبل از کاشت، ۳۰کیلوگرم در زمان بازشدن برگ‌های اولیه (V2) و ۳۰کیلوگرم در زمان بازشدن سومین برگ سه برگچه‌ای (V4)) در اختیار گیاه قرار گرفت.

پس از کشت، آبیاری برای کلیه تیمارها به‌صورت یکسان و بر مبنای نیاز آبی محاسبه‌شده به‌وسیله روش پنمن-مانتیس اصلاح‌شده توسط فائو (رابطه ۱) صورت گرفت و با ضرب‌کردن ضریب گیاهی (Kc) در مراحل مختلف رشد، میزان تبخیر و تعرق روزانه محاسبه شد. تیمارهای آبیاری همزمان با شروع مرحله V4 (بازشدن سومین برگ سه‌برگچه‌ای) اعمال شد و تا پایان فصل رشد ادامه داشت، بدین‌نحو که میزان آب مورد نیاز گیاه محاسبه شد و ۱۰۰درصد میزان محاسبه شده در اختیار تیمار تأمین ۱۰۰درصد نیاز آبی، ۸۰درصد میزان محاسبه شده در اختیار تیمار تأمین ۸۰درصد نیاز آبی و ۶۰درصد میزان محاسبه شده در اختیار تیمار آبی تأمین ۶۰درصد نیاز آبی قرار گرفت.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش
Table 1. Physical and chemical properties of soil

هدایت الکتریکی EC(dS m^{-1})	pH	کربن آلی Organic carbon	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	روی Zn	منگنز Mn	آهن Fe	مس Cu
		%		g kg^{-1}					
0.512	7.71	1.12	0.152	33.2	306	0.55	8.11	3.29	0.88

رطوبت خاک Soil moisture (%)		جرم مخصوص ظاهری Bulk density	شن Sand	سیلت Silt	ماسه Clay
ظرفیت زراعیFC	پژمردگی دائمPWP	g.cm^{-3}	%		
0.25	0.13	1.5	30.0	35.5	34.5

برای اعمال تیمار آبیاری ابتدا با نمونه‌برداری از خاک مزرعه (در ۱۰نقطه تصادفی در مزرعه) و محاسبه رطوبت وزنی خاک در نقطه ظرفیت زراعی ($\theta_{m_{FC}}$) و نقطه پژمردگی دائم ($\theta_{m_{PWP}}$) و اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک (ρ_b) و در نظر گرفتن عمق توسعه ریشه (Z) میزان آب قابل‌دسترس (AW) برای گیاه محاسبه شد (معادله‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶) (Alizadeh, 2008; Mun˜oz-Perea *et al*., 2007).

معادله ۱: $ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n-G)+\gamma\frac{900}{T+273}u_2(e_s-e_a)}{\Delta+\gamma(1+0.34u_2)}$

ET_o تبخیر و تعرق گیاه مرجع (mm day^{-1})
R_n تشعشع خالص در سطح گیاه(MJ m^{-2} day^{-1})
Δ شیب منحنی فشار بخار (KPa ℃$^{-1}$)
G جریان گرمای خاک (MJ m^{-2} day^{-1})
T متوسط درجه حرارت روزانه در ارتفاع دو متری (℃)
γ ثابت سایکرومتری (KPa ℃$^{-1}$)
u_2 سرعت باد در ارتفاع دو متری (m s^{-1})
e_s فشار بخار اشباع (KPa)
e_a فشار بخار واقعی (KPa)

معادله ۲ $\rho_b = \frac{M_s}{V_t}$

معادله ۳ $\theta_v = \frac{\rho_b \times \theta_m}{\rho_w}$

معادله ۴ $\theta_m = \frac{M_w}{M_s}$

معادله ۵ $WC = 10Z\theta_v$ و یا $WC = 10Z(\rho_b)(\theta_m)$

معادله ۶ $AW = WC_{FC} - WC_{PWP}$

θ_m رطوبت وزنی خاک
θ_v رطوبت حجمی خاک
ρ_b جرم مخصوص ظاهری خاک (g cm^{-3})
ρ_w وزن مخصوص آب
AW میزان آب قابل دسترس
$\theta_{m_{PWP}}$ رطوبت وزنی خاک در نقطه پژمردگی دائم
$\theta_{m_{FC}}$ رطوبت وزنی خاک در نقطه ظرفیت زراعی
WC ارتفاع آب خاک در عمق توسعه ریشه (mm)
WC_{PWP} ارتفاع آب خاک در نقطه پژمردگی دائم (mm)
M_s وزن خاک خشک
WC_{FC} ارتفاع آب خاک در نقطه ظرفیت زراعی (mm)
V_t حجم خاک

پس از رسیدگی و حذف اثرات حاشیه، جهت اندازه‌گیری اجزای عملکرد از هر کرت ۱۵بوته به‌صورت تصادفی انتخاب شد و تعداد غلاف بارور و نابارور در آن شمرده شد. سپس دانه‌ها از غلاف‌ها جدا شده، توزین و شمارش شدند. از تقسیم تعداد بذرها بر تعداد بوته، تعداد دانه در بوته و از تقسیم تعداد دانه‌ها بر تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف به‌دست آمد. همچنین از تقسیم وزن دانه‌ها بر تعداد دانه، متوسط وزن دانه به‌دست آمد. همچنین از هر کرت وزن خشک هفت بوته (پس از قرارگرفتن در آون به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۵درجه سانتی‌گراد) تعیین شد تا مقادیر محاسبه‌شده بر مبنای رطوبت یکسان بیان گردند. برای تعیین عملکرد از هر کرت گیاهان یک مترمربع برداشت شده و پس از جدا کردن دانه، عملکرد ثبت شد.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS(9.1) تجزیه شدند. پس از انجام تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که اثر متقابل رژیم‌آبیاری×ژنوتیپ در کلیه صفات مورد بررسی معنی‌دار شد، لذا جهت مقایسات میانگین برهم‌کنش اثر عوامل مورد بررسی از روش برش‌دهی اثرات متقابل (Slicing) استفاده شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

غلاف نابارور

اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری×ژنوتیپ بر تعداد و وزن غلاف نابارور در مترمربع معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد و وزن غلاف نابارور در واحد سطح (مترمربع) مربوط به ژنوتیپ KS21193 در رژیم آبیاری تأمین ۸۰درصد نیاز آبی بود و کمترین تعداد و وزن غلاف نابارور را ژنوتیپ‌های

C.O.S.16 و صدری در رژیم آبیاری تأمین ۶۰درصد نیاز آبی دا شتند (جدول ۳). هرچند تعداد و وزن غلاف نابارور کمتری از رژیم آبیاری تأمین ۶۰در صد نیاز آبی به‌د ست آمد، ولی ن سبت وزنی غلاف نابارور به بارور در واحد سطح (مترمربع) در اثر کاهش میزان آب آبیاری روند افزای شی ن شان داد (شکل ۱). در ژنوتیپ‌های صدری و KS21193 در رژیم آبیاری ۶۰درصد نیاز آبی نسبت به ۸۰درصد نیاز آبی نسبت وزنی غلاف نابارور به بارور در واحد سطح روند کاهشی داشت، زیرا در اثر کاهش میزان آب آبیاری از ۸۰در صد به ۶۰در صد نیاز آبی، وزن غلاف های نابارور با شدت بی شتری ن سبت به غلاف‌های بارور کاهش داشتند.

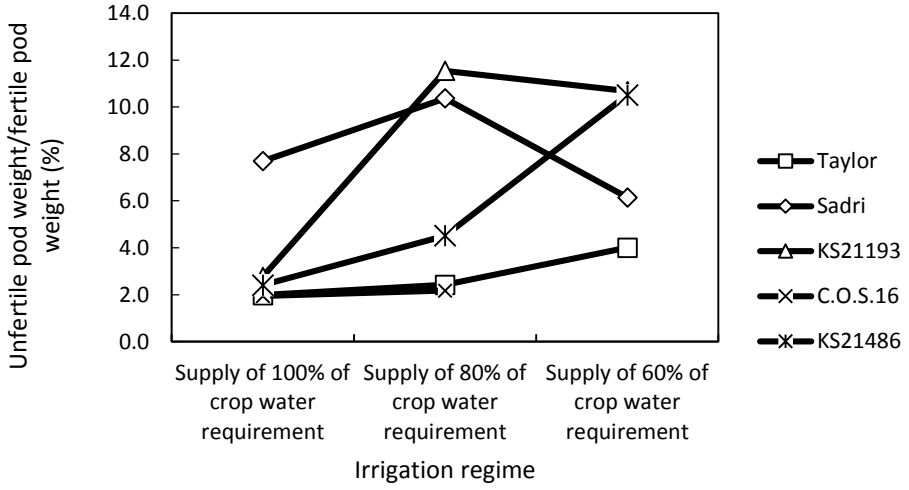
جدول ۲- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات تعداد و وزن غلاف در ژنوتیپ‌های لوبیا تحت تأثیر رژیم های ابیاری

Table 2. Source of variation, df and mean square of pod number and weight in bean genotypes affected by irrigation regimes

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات MS					
		تعداد غلاف نابارور	وزن غلاف نابارور	تعداد غلاف بارور	وزن غلاف بارور	تعداد کل غلاف در بوته	تعداد غلاف بارور در بوته
S.O.V	df	Unfertile pod number	Unfertile pod weight	Fertile pod number	Fertile pod weight	Total pod Number per Plant	Fertile pod per Plant
بلوک Block	2	562.7*	0.2ns	201ns	769ns	1.3ns	0.2ns
رژیم آبیاری Irrigation regime	2	12060**	262.1**	261311**	753976**	404.1**	290.5**
بلوک×رژیم آبیاری(خطا اول) Block*Irrigation(Ea)	4	46.2	0.8	480.8	1414	0.8	0.5
ژنوتیپ Genotype	4	13419**	192.8**	30373**	110716**	55.9**	33.4**
رژیم آبیاری×ژنوتیپ Irrigation*Genotype	8	749378.2**	160.3**	30424**	87655**	50.6**	33.7**
خطای دوم E(b)	24	78.2	0.4	164.1	542	0.15	0.18
ضریب تغییرات CV (%)		10.3	5.1	5.1	7.6	3.4	5.1

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns,* and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively



شکل ۱- تأثیر رژیم‌های آبیاری بر نسبت وزنی غلاف نابارور/غلاف بارور ژنوتیپ‌های لوبیا

Fig. 1. Effect of irrigation regimes on unfertile/fertile pod weight percentage of bean genotypes

جدول ۳- مقایسات میانگین تعداد و وزن غلاف در ژنوتیپ‌های لوبیا تحت تأثیر رژیم آبیاری

Table 3. Mean comparison of pod number and weight in bean genotypes affected by irrigation regimes

رژیم آبیاری Irrigation regime						ژنوتیپ Genotype	صفات Traits
تأمین ۶۰درصد نیاز آبی گیاه Supply of 60% of crop water requirement		تأمین ۸۰درصد نیاز آبی گیاه Supply of 80% of crop water requirement		تأمین ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه Supply of 100% of crop water requirement			
36.00	hi	36.00	hi	44.00	hi	Taylor	تعداد غلاف نابارور (مترمربع) Unfertile Pod Number (m^2)
30.00	i	74.00	fg	168.00	b	Sadri	
72.00	g	234.00	a	130.00	c	KS21193	
30.00	i	108.00	d	86.00	ef	C.O.S.16	
100.00	de	86.00	efg	50.00	h	KS21486	
6.79	g	5.54	h	7.34	g	Taylor	وزن غلاف نابارور (گرم در مترمربع) Unfertile Pod Weight (g/m^2)
5.20	h	12.92	e	21.70	b	Sadri	
5.64	h	31.53	a	20.59	c	KS21193	
4.00	i	10.06	f	17.78	d	C.O.S.16	
17.31	d	13.14	e	9.42	f	KS21486	
160.37	i	160.37	i	235.40	gh	Taylor	تعداد غلاف بارور (مترمربع) Fertile Pod Number/m^2
134.70	j	166.80	i	316.93	f	Sadri	
49.57	k	241.83	g	440.30	b	KS21193	
0.00	l	411.27	c	492.83	a	C.O.S.16	
214.60	h	355.40	e	386.33	d	KS21486	
169.35	g	228.81	f	369.03	d	Taylor	وزن غلاف بارور (گرم در مترمربع) Fertile Pod Weight (g/m^2)
84.64	i	124.62	h	281.99	e	Sadri	
52.88	i	273.22	e	744.55	b	KS21193	
0.00	j	461.50	c	914.61	a	C.O.S.16	
164.71	g	290.97	e	390.60	d	KS21486	
6.53	h	6.53	h	9.30	f	Taylor	تعداد غلاف در بوته Pod Number (Plant)
5.47	i	8.03	g	16.17	c	Sadri	
4.07	j	15.87	c	19.00	a	KS21193	
1.00	k	17.30	b	19.30	a	C.O.S.16	
10.50	e	14.70	d	14.53	d	KS21486	
5.37	h	5.37	h	7.87	g	Taylor	تعداد غلاف بارور در بوته Fertile Pod/Plant
4.47	i	5.53	h	10.57	f	Sadri	
1.67	j	8.07	g	14.67	b	KS21193	
0.00	k	13.70	c	16.43	a	C.O.S.16	
7.13	e	11.83	e	12.87	d	KS21486	

میانگین‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، با استفاده از روش برش‌دهی اثرات متقابل، ندارند.

Means with same letters don't have significant difference, using Slicing method, p=0.05

غلاف بارور

اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش ژنوتیپ×آبیاری بر تعداد و وزن غلاف در مترمربع معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد و وزن غلاف بارور در واحد سطح را ژنوتیپ C.O.S.16 در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰نیاز آبی داشت (جدول ۳) و بیشترین و کمترین درصد کاهش تعداد غلاف بارور در واحد سطح در رژیم آبیاری ۸۰درصد نیاز آبی را به‌ترتیب ژنوتیپ‌های صدری و KS21486 به خود اختصاص دادند. در رژیم آبیاری تأمین ۶۰درصد نیاز آبی نیز بیشترین و کمترین درصد کاهش این صفت به‌ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های C.O.S.16 و تیلور بود. همچنین بیشترین و کمترین درصد کاهش وزن غلاف بارور در واحد سطح در رژیم آبیاری تأمین ۸۰درصد نیاز آبی به‌ترتیب در ژنوتیپ‌هایKS21193 وKS21486 و در رژیم آبیاری تأمین ۶۰درصد نیاز آبی در ژنوتیپ‌هایC.O.S.16 و تیلور مشاهده شد. پژوهشگران گزارش کردند کاهش میزان آب آبیاری باعث کاهش تعداد غلاف بارور در لوبیا می‌گردد (Bayat *et al*., 2010; Habibi & Bihamta, 2007; Ramirez Builes *et al*., 2011). در شرایط کم‌آبی به‌دلیل آسیب‌دیدن فرایندهای فیزیولوژیک گیاه از جمله فتوسنتز، تولید گیاه کم شده و تعداد بیشتری از غلاف‌های تولید شده توسط گیاه به‌صورت نابارور می‌شوند.

تعداد کل غلاف در بوته

نتایج نشان داد اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری×ژنوتیپ بر تعداد کل غلاف در بوته معنی‌دار بود (جدول۲). هرچند با کاهش میزان آب آبیاری تعداد کل غلاف در بوتهٔ تمامی ارقام کاهش یافت، ولی در رقم تیلور کاهش آبیاری از ۱۰۰ به ۸۰ و ۶۰در صد نیاز آبی سبب ۳۰در صد کاهش تعداد غلاف در بوته شد، درصورتی‌که در ژنوتیپ C.O.S.16 کاهش آبیاری از ۱۰۰ به ۸۰ و ۶۰درصد تأمین نیاز آبی، به‌ترتیب کاهش ۱۰ و ۹۵در صدی تعداد غلاف را به‌دنبال دا شت (جدول ۳). در ژنوتیپ KS21486 نیز کاهش آبیاری به ۸۰درصد نیاز آبی تأثیری بر

تعداد غلاف نداشت، درصورتی‌که در ژنوتیپ صدری در این شرایط تعداد غلاف ۵۰درصد کاهش یافت.

در بررسی اثر تنش خشکی بر شش ژنوتیپ لوبیا مشخص شد که هرچند تعداد غلاف در بوته در اثر تنش خشکی در همه ژنوتیپ‌ها کاهش یافته است، ولی کاهش تعداد غلاف در بوته بسته به ژنوتیپ بین ۲۰ تا ۷۳درصد بود (Ter´an & Singh, 2002). نگهداری و عدم سقط غلاف عامل مهمی در تعیین عملکرد دانه و صفت مطلوبی جهت ارقام جدید لوبیا می‌باشد. در پژوهش روی ارقام لوبیا مشخص شد در رقم Arroz Tuscola که عملکرد گیاه کمتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفته بود، تعداد غلاف آن نیز تحت تأثیر تنش خشکی کاهش چندانی نداشت (Mart´ınez *et al*., 2007).

تعداد غلاف بارور در بوته

اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری×ژنوتیپ بر تعداد غلاف بارور در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). کم‌آبیاری باعث کاهش تعداد غلاف بارور در بوته در تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شد، البته شدت کاهش بسته به ژنوتیپ متفاوت بود، به‌طوری‌که بیشترین تعداد غلاف بارور در بوته از ژنوتیپ C.O.S.16 در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰در صد نیاز آبی به‌دست آمد، درحالی‌که ژنوتیپ مذکور در رژیم آبیاری تأمین ۶۰درصد نیاز آبی، نتوانست هیچ غلاف باروری تولید کند. کمترین درصد کاهش تعداد غلاف بارور در بوته در رژیم های آبیاری تأمین ۸۰درصد و ۶۰درصد نیاز آبی به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های KS21486 (هشت درصد) و تیلور (۳۱/۸درصد) بود. همچنین در رقم تیلور در اثر کاهش میزان آب آبیاری از ۱۰۰درصد به ۸۰ و ۶۰درصد نیاز آبی ۳۱/۸درصد کاهش غلاف بارور مشاهده شد. در بررسی اثر تنش آب طی دو دوره گلدهی و پُرشدن غلاف در دو ژنوتیپ لوبیا نیز مشخص شد اثر تنش آب بر وزن دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در گیاه بسیار معنی‌دار بود (Boutraa & Sanders, 2001).

تعداد دانه در مترمربع

اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری×ژنوتیپ بر تعداد دانه در مترمربع معنی‌دار بود (جدول ۴). هرچند با کاهش میزان آب آبیاری تعداد دانه در واحد سطح تمامی ژنوتیپ‌ها کاهش یافت، ولی شدت این کاهش یکسان نبود. در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰ و ۸۰درصد نیاز آبی بیشترین تعداد دانه در واحد سطح (مترمربع) را ژنوتیپ C.O.S.16 داشت، درصورتی‌که این ژنوتیپ در رژیم آبیاری تأمین ۶۰درصد نیاز آبی موفق به تولید دانه نشد (جدول ۵). بیشترین و کمترین درصد کاهش تعداد دانه در واحد سطح در رژیم آبیاری تأمین ۸۰درصد نیاز آبی به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های KS21193 (۶۲درصد) و C.O.S.16 (۷/۷در صد) و در رژیم آبیاری تأمین ۶۰در صد نیاز آبی در ژنوتیپ‌های C.O.S.16 (۱۰۰درصد) و KS21486 (۳۹/۵درصد) مشاهده شد. پیامد کاهش تعداد غلاف بارور و تعداد دانه در غلاف، کاهش تعداد دانه در واحد سطح است. در این پژوهش مشخص شد هم در رژیم آبیاری تأمین ۸۰در صد نیاز آبی و هم تأمین ۶۰در صد نیاز آبی، در بین صفات مورد بررسی، تعداد دانه در واحد سطح (و تعداد دانه در بوته) بیشترین درصد کاهش نسبت به تیمار آبیاری شاهد را به‌خود اختصاص دادند (۳۴/۵درصد و ۶۹/۵درصد به‌ترتیب برای تأمین ۸۰در صد و ۶۰در صد نیاز آبی) و این امر مبین آن است که این صفت به شرایط کم‌آبی حساسیت زیادی دارد. به‌نظر می‌رسد که کاهش حساسیت این صفت به شرایط کمبود آب می‌تواند به‌عنوان هدف در برنامه‌های اصلاح و دستورزی ژنتیکی گیاهان مورد توجه قرار گیرد.

تعداد دانه در غلاف

نتایج نشان داد اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری×ژنوتیپ بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود (جدول ۴). روند تغییرات تعداد دانه در غلاف ژنوتیپ های مورد بررسی در اثر کم‌آبیاری، متفاوت بود. به‌عنوان مثال تعداد دانه در غلاف ژنوتیپ‌های تیلور، صدری و KS21193 در اثر کاهش میزان آب آبیاری روند کاهشی نشان دادند و این در حالی است که تعداد دانه در غلاف ژنوتیپ های C.O.S.16 و KS21486 روند افزایشی داشت. پژوهشگران در بررسی ژنوتیپ‌های لوبیا در شرایط آبیاری بهینه و تنش خشکی اعلام کردند تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در غلاف می‌گردد، ولی شدت کاهش برای تمامی ژنوتیپ‌ها یکسان نیست (Martinez *et al*., 2007). با بروز تنش خشکی، ماده خشک تولیدشده در گیاه کاهش یافته و متعاقب آن تعدادی از دانه‌های تولید شده، سقط می‌گردند.

تعداد دانه در بوته

تأثیر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری×ژنوتیپ بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۴). در رژیم آبیاری تأمین ۸۰درصد نیاز آبی بیشترین درصد کاهش تعداد دانه در بوته در ژنوتیپ صدری (۳۱در صد) مشاهده شد، درصورتی‌که در رژیم آبیاری تأمین ۶۰درصد نیاز آبی بیشترین درصد کاهش تعداد دانه در بوته مربوط به ژنوتیپ‌های C.O.S.16 و صدری بود. کاهش میزان آب آبیاری باعث وقوع روند کاهشی در تعداد دانه در بوته تمامی ژنوتیپ‌های مورد بررسی شد، ولی شدت کاهش در ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشابه نبود (شکل ۲). علت این امر کاهش تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته در اثر کم‌آبیاری می باشد. در گزارشات ذکر شده است تأمین آب موردنیاز و دمای بهینه در حین دوره گلدهی باعث حصول عملکرد بالا در گیاه لوبیا می‌گردد، طی این دوره (گلدهی) تنش خشکی باعث کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف می‌شود (Lesznya´k *et al*., 2008; Bonfil *et al*., 2007; Boutraa & Sanders, 2001).

جدول ۴- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات تعداد و وزن دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در گیاه ژنوتیپ‌های لوبیا تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری

Table 4. Source of variation, df and mean square of grain number and weight traits, grain yield, biological yield and harvest index in bean genotypes affected by irrigation regimes

شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	وزن هزار دانه 1000 grain weight	تعداد دانه در غلاف Grain Pod^{-1}	تعداد دانه در بوته Grain $plant^{-1}$	تعداد دانه در مترمربع Grain m^{-2}	درجه آزادی Df	منابع تغییرات S.O.V
0.002ns	841ns	68ns	0.7ns	0.2ns	0.9ns	839ns	2	بلوک Block
0.18**	330482**	1457006**	77285**	3.9**	2780**	2503450**	2	رژیم آبیاری Irrigation regime
0.0002	421.6	2013	1972	0.08	0.02	25.8	4	بلوک×رژیم آبیاری(خطا اول) Block*Irrigation(Ea)
0.04**	45759**	279002**	32245**	1.1**	427.6**	385180**	4	ژنوتیپ Genotype
0.02*	34132**	224652**	16150**	2.1**	343.6**	308942**	8	رژیم آبیاری×ژنوتیپ Irrigation*Genotype
0.001	346	1438	1691	0.1	2.2	2029	24	خطا دوم E(b)
13.4	9.7	6.2	17.3	14.1	6.4	6.3		ضریب تغییرات CV (%)

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns,* and **: Non-significant, Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

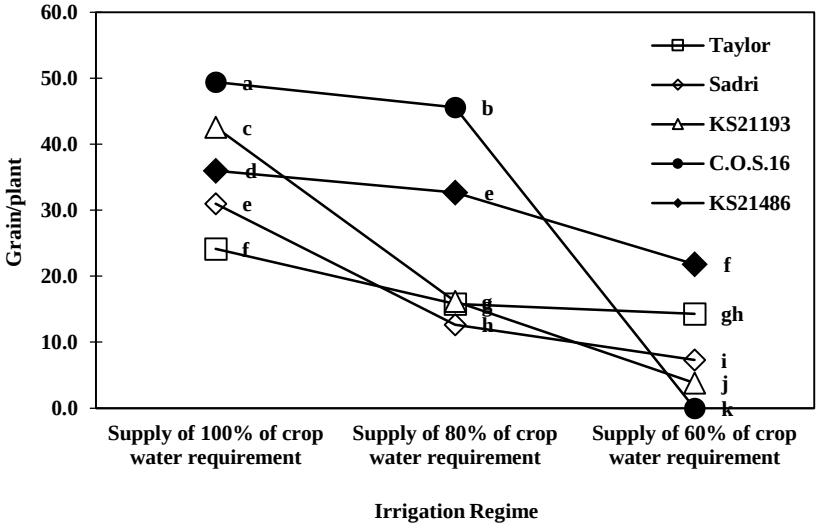
جدول ۵- مقایسات میانگین صفات مرتبط با تعداد و وزن دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های لوبیا تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری

Table 5. Mean comparison of grain number and weight traits, grain yield, biological yield and harvest index in bean genotypes affected by irrigation regimes

آبیاری Irrigation							
تأمین ۶۰درصد نیاز آبی گیاه Supply of 60% of crop water requirement		تأمین ۸۰درصد نیاز آبی گیاه Supply of 80% of crop water requirement		تأمین ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه Supply of 100% of crop water requirement		ژنوتیپ Genotype	صفات Traits
2.67	bcd	2.97	abc	3.10	ab	Taylor	تعداد دانه در غلاف Grain/pod
1.60	f	2.27	de	2.93	abc	Sadri	
2.43	cde	2.00	ef	2.90	abc	KS21193	
0.00	g	3.33	a	3.00	abc	C.O.S.16	
3.07	ab	2.77	abcd	2.80	abcd	KS21486	
428.50	gh	474.70	g	723.80	f	Taylor	تعداد دانه در مترمربع $Grain/m^2$
218.50	i	379.50	h	929.20	e	Sadri	
115.43	j	485.40	g	1276.70	c	KS21193	
0.00	k	1368.40	b	1482.60	a	C.O.S.16	
653.63	f	980.50	e	1080.10	d	KS21486	
223.63	ef	294.63	bcd	340.03	abc	Taylor	وزن هزار دانه (گرم) 1000grain weight (g)
154.03	g	168.50	fg	217.70	efg	Sadri	
283.43	cde	301.87	bc	359.77	ab	KS21193	
0.00	h	212.03	fg	401.00	a	C.O.S.16	
167.50	fg	198.50	fg	227.77	def	KS21486	
0.29	f	0.36	bcde	0.42	a	Taylor	شاخص برداشت (درصد) Harvest Index (%)
0.09	h	0.16	g	0.32	def	Sadri	
0.13	gh	0.14	gh	0.39	abc	KS21193	
0.00	i	0.35	cde	0.41	ab	C.O.S.16	
0.30	ef	0.33	def	0.36	abcd	KS21486	

میانگین‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، با استفاده از روش برش‌دهی اثرات متقابل، ندارند.

Means with same letters don't have significant difference, using Slicing method, p=0.05



شکل ۲-تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر تعداد دانه در بوته ژنوتیپ‌های لوبیا
Fig. 2. Effect of irrigation regime on grain number per plant of bean genotypes

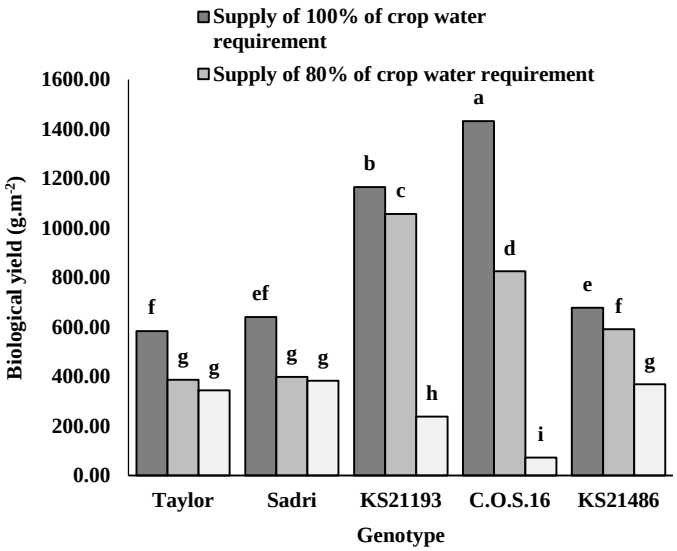
وزن هزار دانه

اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری×ژنوتیپ بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۴). با کاهش میزان آب آبیاری وزن هزار دانه در ژنوتیپ‌های لوبیا به‌طور متفاوتی کاهش یافت. ژنوتیپ KS21486 با کاهش میزان آب آبیاری به ۸۰ و ۶۰درصد نیاز آبی به‌ترتیب ۱۲/۸درصد و ۲۶/۵درصد کاهش در وزن هزار دانه داشت و این درحالی‌است که ژنوتیپ C.O.S.16 در اثر کاهش میزان آب آبیاری به ۸۰ و ۶۰درصد نیاز آبی به‌ترتیب ۴۷/۱درصد و ۱۰۰درصد کاهش در وزن هزار دانه نشان داد. قابل‌ذکر است کمترین نوسان کاهش وزن هزار دانه در اثر کاهش میزان آب آبیاری مربوط به ژنوتیپ KS21193 بود (۱۶/۱درصد کاهش در شرایط تأمین ۸۰در صد نیاز آبی و ۲۱/۲درصد کاهش در شرایط تأمین ۶۰درصد نیاز آبی). بیشترین وزن هزار دانه را ژنوتیپ C.O.S.16 در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰درصد نیاز آبی داشت (۴۰۱گرم) که در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ‌های KS21193 (۳۵۹/۸ گرم) و تیلور (۳۴۰) در همین رژیم آبیاری نداشت (جدول ۵).کمبود آب باعث اختلال در نمو دانه، افزایش تعداد دانه‌های چروکیده و در نهایت کاهش وزن دانه می‌گردد (Isik *et al*., 2005; Nemeske´ri, 1994). در پژوهش حاضر وزن دانه نسبت به تعداد دانه حساسیت پایین‌تری نسبت به کمبود آب نشان داد. متوسط کاهش وزن هزار دانه ارقام مورد بررسی در شرایط تأمین ۸۰درصد نیاز آبی ۲۲/۴درصد و در شرایط تأمین ۶۰درصد نیاز آبی ۴۴/۲درصد بود و این درحالی‌است که متوسط مقادیر کاهش تعداد دانه برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شریط تأمین ۸۰ و ۶۰درصد نیاز آبی به‌ترتیب ۳۲/۸درصد و ۷۴/۲درصد بود. این امر نشان از ثبات نسبی وزن دانه در شرایط آزمایش دارد. در واقع به‌نظر می‌رسد در شرایط کمبود آب ابتدا تعداد دانه در بوته کاهش یافته و وزن دانه در مرحله بعدی کاهش می‌یابد. در این بین ممکن است کاهش وزن دانه تا حدودی در اثر انتقال مجدد جبران شده باشد.

عملکرد بیولوژیک

نتایج نشان داد، اثر تیمار رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری×ژنوتیپ بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۴). با کاهش میزان آب آبیاری به ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی عملکرد بیولوژیک در ژنوتیپKS21193 به‌ترتیب ۹/۳ و ۷۹/۷درصد و در ژنوتیپ C.O.S.16 به‌ترتیب ۴۲/۴ و ۹۵درصد کاهش داشت. کمترین نوسان کاهش عملکرد بیولوژیک (۳۷/۸در صد کاهش در شرایط تأمین ۸۰در صد نیاز آبی و ۴۰/۳در صد کاهش در شرایط تأمین ۶۰در صد نیاز آبی) در اثر کاهش آب آبیاری نیز در ژنوتیپ صدری مشاهده شد (شکل۳). تفاوت در تجمع ماده خشک ارقام لوبیا که تحت تنش رطوبتی متوسط تا شدید قرار داشتند، در سایر پژوهش‌ها نیز گزارش شده است (Rosales-Serna *et al*., 2002). Ramirez Builes *et al*, (2011) در بررسی شش ژنوتیپ لوبیا در شرایط تنش خشکی گزارش کردند که کمبود آب باعث کاهش متفاوتی در زیست‌توده هر شش ژنوتیپ شد. در مطالعه ایشان میزان کاهش در اثر کمبود آب برای تمامی ژنوتیپ‌ها

یکسان نبود. همچنین در بررسی ژنوتیپ‌های مختلف لوبیاچیتی مشخص شد تنش آب باعث کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک در این ژنوتیپ‌ها (شدت کاهش یکسان نبود) می‌گردد (Bayat *et al.*, 2010)، به‌نحوی‌که در شرایط بدون تنش خشکی، وجود تنش خشکی ملایم و شدید بیشترین عملکرد بیولوژیک از ژنوتیپ KS21193 به‌دست آمد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین اجزای عملکرد دانه و عملکرد بیولوژ یک نشان‌دهنده تغییرات یک‌سویه این صفات است؛ بدان معنا که با کاهش ماده خشک تولیدی، اجزای عملکرد دانه (تعداد دانه، وزن دانه و غیره) کاهش می‌یابد. بنابراین تجمع ماده خشک به‌عنوان یک صفت مهم برای حصول عملکرد بالا در حبوبات مورد توجه است.



شکل ۳- تأثیر رژیم آبیاری بر عملکرد بیولوژیک ژنوتیپ‌های لوبیا

(میانگین های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، با استفاده از روش برش‌دهی اثرات متقابل ندارند.)

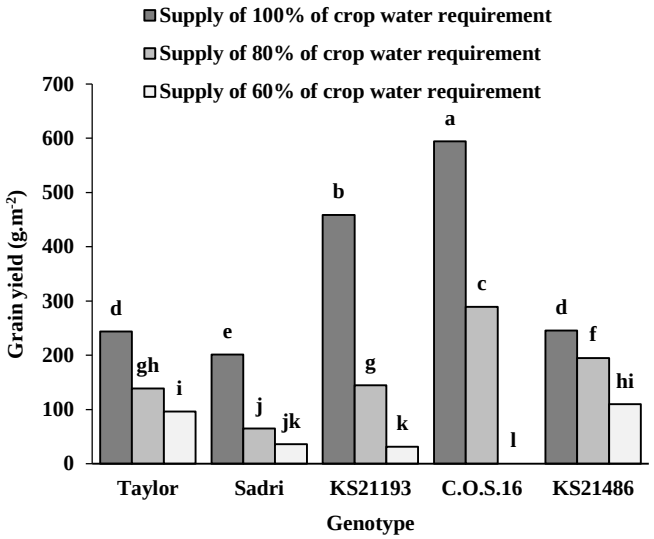
Fig. 3. Effect of irrigation regime on biological yield of bean genotypes

(Means with same letters don't have significant difference, using Slicing method, p=0.05)

عملکرد دانه

نتایج نشان داد اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری×ژنوتیپ بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). اثر کاهش میزان آب آبیاری از ۱۰۰ به ۸۰ و ۶۰درصد نیاز آبی، ژنوتیپ KS21486 به‌ترتیب ۲۰/۵ و ۵۵/۴درصد کاهش و ژنوتیپ KS21193 به‌ترتیب ۶۸/۵ و ۹۳/۲درصد کاهش در عملکرد دانه نشان دادند. همچنین بیشترین عملکرد دانه را ژنوتیپ C.O.S.16 در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰درصد نیاز آبی داشت. ژنوتیپ مذکور در رژیم آبیاری تأمین ۸۰درصد نیاز آبی نیز نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد، ولی در رژیم آبیاری تأمین ۶۰درصد نیاز آبی موفق به تولید دانه نشد (شکل ۴). این امر احتمالاً حاکی از حساسیت بالای این ژنوتیپ به کم‌آبیاری شدید می‌با شد، زیرا در این سطح آبیاری بیشترین عملکرد دانه را ژنوتیپ KS21486 داشت (شکل ۴). کاهش عملکرد دانه لوبیا در اثر کمبود آب در بسیاری از پژوهش های دیگر نیز گزارش شده است (Rosales-Serna *et al.*, 2004; Porch *et al.*, 2009; Tera´n & Singh, 2002). در بررسی ژنوتیپ‌های لوبیاقرمز و چیتی مشخص شد، عملکرد دانه در اثر تنش خشکی برای کلیه ژنوتیپ‌ها کاهش می‌یابد؛ درعین‌حال مقادیر کاهش در همه ژنوتیپ ها یکسان نبود، به‌نحوی که مقادیر کاهش عملکرد در ژنوتیپ های لوبیاچیتی بین ۳۴ تا ۷۶ درصد گزارش شد (Mun˜oz-Perea *et al.*, 2007). همبستگی بین وزن هزار دانه و عملکرد دانه مثبت (r=0.71**) بود، ولی با توجه به ضرایب همبستگی مشخص شد که تأثیر افزایش تعداد دانه در واحد سطح (مترمربع) بر افزایش عملکرد دانه، بیشتر از تأثیر وزن هزار دانه در افزایش عملکرد دانه می باشد (ضریب همبستگی بالاتر، r=0.90**). همچنین بررسی ضرایب همبستگی نشان‌دهنده وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (r=0.89**) بود. این بدان‌معنا است که با کاهش

زیست‌توده تولیدی در شرایط تنش، عملکرد دانه نیز کاهش خواهد یافت، از این‌رو برنامه‌های اصلاحی با هدف جلوگیری از کاهش زیست‌توده تولیدی در شرایط تنش، شاید به کاهش افت عملکرد دانه در این شرایط منجر شود. در شرایط تنش خشکی مخصوصاً در مراحل حساس دوره زندگی گیاه، از جمله گلدهی و تولید دانه، کمبود آب باعث کاهش سقط بسیاری از گل‌ها و بذرها، در نتیجه تولید غلاف‌های نابارور می‌گردد. از طرفی همان‌گونه که در بالا اشاره شد، کمبود آب علاوه‌بَر کاهش تعداد دانه (کاهش تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف) باعث کاهش وزن دانه نیز می‌گردد و نتیجه کاهش این دو جزء، کاهش عملکرد دانه خواهد بود.



شکل ۴- تأثیر رژیم آبیاری بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های لوبیا

(میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، با استفاده از روش برش‌دهی اثرات متقابل ندارند.)

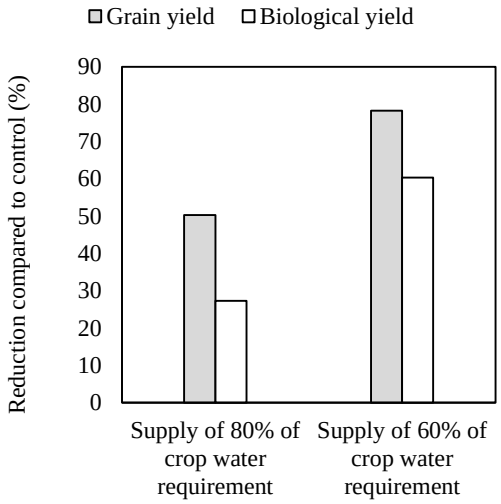
Fig. 4. Effect of irrigation regimes on grain yield of bean genotypes

(Means with same letters don't have significant difference, using Slicing method, p=0.05)

شاخص برداشت

کم‌آبیاری باعث کاهش معنی‌دار شاخص برداشت ژنوتیپ های مورد مطالعه شد (جدول ۵). در اثر کاهش میزان آب آبیاری به ۸۰ و ۶۰درصد، ژنوتیپ KS21486 به‌ترتیب ۹/۳ و ۱۷/۶درصد کاهش در شاخص برداشت داشت، درحالی‌که کاهش در شاخص برداشت در ژنوتیپ KS21193 در شرایط فوق به‌ترتیب ۶۵/۳ و ۶۶/۹درصد بود.

بررسی ضرایب همبستگی نشان داد بین شاخص برداشت و عملکرد دانه همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری (r=0.75**) وجود داشت. به‌عبارت دیگر یکی از عوامل کاهش عملکرد دانه در شرایط کمبود آب، کاهش شاخص برداشت می‌باشد. Ramirez Builes *et al*, (2011) با بررسی ژنوتیپ‌های لوبیا در سه رژیم رطوبتی اعلام کردند که تنش خشکی باعث کاهش شاخص برداشت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گردید. به‌نظر می‌رسد کاهش شاخص برداشت در شرایط کم‌آبیاری به‌دلیل این است که عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک با شدت بیشتری کاهش یافته است (شکل ۵).



شکل ۵- درصد کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک

Fig. 5. Reduction percentage of biological and grain yield

جدول ۶- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مورد بررسی در لوبیا

Table 6. Correlation coefficient of measured traits

FPPP	PPP	HI	BY	GW	GPPL	GPP	GN	GY	PW	PN	
1.0**	0.95**	0.77**	0.86**	0.56*	0.98**	0.65**	0.98**	0.89**	0.89**	1	PN
0.89**	0.82**	0.73**	0.91**	0.72**	0.89**	0.53*	0.89**	0.99**	1		PW
0.89**	0.82**	0.75**	0.89**	0.71**	0.90**	0.54*	0.90**	1			GY
0.98**	0.91**	0.81**	0.80**	0.53*	1.0**	0.68**	1				GN
0.65**	0.60*	0.87**	0.44	0.67**	0.68**	1					GPP
0.98**	0.91**	0.81**	0.80**	0.53*	1						GPPL
0.56*	0.56*	0.67**	0.72**	1							GW
0.86**	0.89**	0.55*	1								BY
0.77**	0.65**	1									HI
0.95**	1										PPP
1											FPPP

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

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

PN (Pod.m^{-2}: تعداد غلاف در مترمربع), PW (Pod weight: وزن غلاف), GY (Grain yield: عملکرد دانه), GN (Grain.m^{-2}: تعداد دانه در مترمربع), GPP (Grain.pod^{-1}: تعداد دانه در غلاف), GPPL (Grain.plant^{-1}: تعداد دانه در بوته), GW (1000 grain weight: وزن هزار دانه), BY (Biological yield: عملکرد بیولوژیک), HI (Harvest index: شاخص برداشت), PPP (Pod.plant^{-1}: تعداد غلاف در بوته), FPPP (Fertile pod.plant^{-1}: تعداد غلاف بارور در بوته)

نتیجه‌گیری

در اثر کاهش میزان آب، عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک با شدت بیشتری کاهش یافت و به‌دنبال آن، شاخص برداشت ژنوتیپ‌های مورد بررسی نیز کمتر شد. در شرایط رطوبتی مطلوب و کمبود آب خفیف، ژنوتیپ C.O.S.16 عملکرد بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها تولید کرد، در صورتی‌که در شرایط کمبود آب شدید ژنوتیپ KS21486 عملکرد بهتری داشت. تعداد دانه نسبت به وزن دانه حساسیت بالاتری به کمبود آب داشت و در اثر کمبود آب، تعداد دانه با شدت بیشتری نسبت به وزن دانه کاهش یافت.

سپاسگزاری

از مرکز تحقیقات لوبیای خمین جهت تأمین بذر، از اداره کل هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری جهت تأمین داده‌های هواشناسی، از گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد و همچنین معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و دانشکده کشاورزی شهرکرد جهت تأمین امکانات لازم برای انجام این آزمایش قدردانی می‌شود.

منابع

1. Agricultural Statistics. 2013. Ministry of Agriculture Press. 167 pages.
2. Alizadeh, A. 2008. Water, Soil and Plant Relationship. Imam Reza University Press. Eighth Edition. 484 pages. In Persian.
3. Andrew, K.B., Hammer, G.L., and Henzell, R.G. 2000. Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. Crop Science 40: 1037-1048.
4. Bayat, A., Sepehri, A., Ahmadvand, A.G., and Dorri, H. R.2010. Effect of water deficit stress on yield and yield components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences 12(1):42-54. (In Persian with English Summary).
5. Bonfil, D.J., Goren, O., Mufradi, I., Lichtenzveig, J. & Abbo, S. 2007. Development of early-flowering Kabuli chickpea with compound and simple leaves. Plant Breeding 126: 125-129.
6. Boutraa, T., and Sanders, F.E. 2001. Influence of water stress on grain yield and vegetative growth of two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agronomy and Crop Science 187(4): 251-257.
7. Ehdaie, B., and Waines, J.G. 1993. Water requirement and transpiration efficiency of primitive wheats: A model for their use. pp. 187-197. In: A.B. Damania (Ed.) Biodiversity and Wheat Improvement. John Wiley and Sons, New York, USA.
8. Farshadfar, E., Ghannadha, M., Zahravi, M., and Sutka, J. 2001. Genetic analysis of drought tolerance in wheat. Plant Breeding 114: 542-544.
9. Frahm, M.A., Rosas, J.C., Mayek-Perez, N., Lopez-Salinas, E.J., Acosta-Gallegos, A., and Kelly, J.D. 2004. Breeding beans for resistance to terminal drought in the lowland tropics. Euphytica 136(2): 223-232.
10. Habibi, Gh.R., and Bihamta, M.R. 2005. Study of seed yield and some associate characteristics in pinto bean under reduced irrigation. Pajouhesh and Sazandegi 74: 34-46. (In Persian).
11. Isik, M., O¨nceler, Z., Cakir, S., and Altay, F. 2005. Effect of different irrigation regimes on the yield and yield components of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Acta Agronomica Sinica 52(4): 381-389.
12. Lak, M.R., ghanbari, A.A., Dori, H.R., and Ghadiri, A. 2009. Effect of planting date on seed yield and fusarium root rot disease severity in Chitti bean in Khomein. Seed and Plant Production Journal 25(2): 275-286. (In Persian with English Summary).
13. Lesznya´k, M., Hunyadi-Borbe´ly, E., and Csajbo´k, J. 2008. The role of nutrient-water-supply and the cultivation in the yield of pea (*Pisum sativum* L.). Cereal Research Community 36: 1079-1082.
14. Mart´ınez, J.P., Silva, H., Ledent, J.F., and Pinto, M. 2007. Effect of drought stress on the osmotic adjustment, cell wall elasticity and cell volume of six cultivars of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). European Journal of Agronomy 26: 30-38.
15. Mun˜oz-Perea, C.G., Allen, R.G., Westermann, D.T., and Wright, J.L. 2007. Water use efficiency among dry bean landraces and cultivars in drought-stressed and non-stressed environments. Euphytica 155: 393-402.
16. Nemeske´ri, E. 1994. Investigation of the adaptability of legumes in the Hungarian climate. In: O.A. Rognli (Ed). Breeding Fodder Crops for Marginal Conditions. Kluwer, Dordrecht, pp 69-80.
17. Padilla-Ramı´rez, J.S., Acosta-Gallegos, J.A., Acosta-Dı´az, E., Mayek-Pe´rez, N., and Kelly, J.D. 2005. Partitioning and partitioning rate to seed yield in drought-stressed and non-stressed dry bean genotypes. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 48: 152-153.
18. Porch, T.G., Ramirez, V.H., Santana, D., and Harmsen, E.W. 2009. Evaluation of common bean for drought tolerance in Juana Diaz, Puerto Rico. Journal of Agronomy and Crop Science 195: 328-334.
19. Ramirez Builes, V.H., Porch, T.G., and Harmsen, E.W. 2011. Genotypic differences in water use efficiency of common bean under drought stress. Agronomy Journal 103: 1206-1215.
20. Ramirez-Vallejo, P., and Kelly, J.D. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica 99: 127-136.
21. Rosales-Serna, R., Kohashi-Shibata, J., Acosta-Gallegos, J.A., Trejo-Lo´pez, C., Ortiz-Cereceres, J., and Kelly, J.D. 2004. Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought-stressed common bean cultivars. Field Crops Research 85: 203-211.
22. Rosales-Serna, R., Kohashi-Shibata, J., Acosta-Gallegos, J.A., Trejo-Lo ´pez, C., Ortiz-Cereceres, J., and Kelly, J.D., 2002. Yield and phenological adjustment in four drought-stressed common bean cultivars. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 45: 198-199.
23. Shenkut, A.A., and Brick, M.A. 2003. Traits associated with dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.) productivity under diverse soil moisture environments. Euphytica 133(3): 339-347.
24. Tera´n, H., and Singh, S.P. 2002. Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. Crop Science 42: 64-70.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 8, No. 1, 2017, p. 113-126

Effects of deficit irrigation on yield and yield components of pinto bean genotypes in Shahrekord

Karimzadeh[1], H., Nezami[2*], A., Kafi[2], M. & Tadayon[3], M.R.

1- Crop physiology student, Ferdowsi University of Mashhad, karimzadeh.he@gmail.com
2- Professor of Crop physiology, College of Agriculture & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
3- Assistant Professor of Crop physiology, Shahrekord University

Received: 06 October 2015
Accepted: 07 December 2015

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.49118

Introduction

Pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the most important bean types in Iran. Cultivation area of pinto bean is about 50% of total bean cultivation area and more than half of grain bean production belongs to this type of bean. Drought is the most important environmental stresses that affects agricultural production in arid and semiarid areas and reduces crop productions. According to FAO reports, 90% of cultivation area in Iran is under arid and semi-arid conditions, so water deficit severely affects crop quantity and quality of most crop. About 60% of bean cultivation area in the world are faced with drought. Bean yield loss due to drought stress depends on severity and duration of stress and genetic variations of genotypes. Bean yield components such as grain weight, grain number per plant and pod number per plant decrease by drought stress. According to the 15 bean genotypes evaluation in favorable moisture conditions and water deficit, there were significantly differences between genotypes for most of yield related traits. Due to limited water resources in the Iran, evaluation of bean genotypes under water stress is important. So this study was conducted to evaluate the changes in yield and yield components of pinto bean genotypes under deficit irrigation conditions.

Material and Methods

An experiment as split plot in randomized complete block design base was conducted for evaluation of effect of deficit irrigation at three levels (supply of 100, 80 and 60 percent of crop water requirement as main plot) on pinto bean genotypes in five levels (Taylor, Sadri, C.O.S.16, KS21193(Koosha193) and KS21486 as sub plot) in Shahrekord university. Before planting, seeds were disinfected with Benomyl fungicide. Then planting was conducted in 30 plant m^{-2} density. Crop water requirements calculated by Penman-Monteith equation amended by FAO. Irrigation treatments was applied at beginning of V4 stage (unfolding of third trifoliate leaf) and continued in the growing season. At the end of experiment one square meter of each plot harvested and yield and yield components were measured. Data were analyzed in SAS software (version 9.1). Slicing method was used for interaction mean comparison.

Results & Discussion

The effects of irrigation regime, genotype and the interaction of irrigation regime and genotype on unfertile pod number, unfertile pod weight, Fertile pod number, fertile pod per plant, grain number, grain weight, biological yield, grain yield and harvest index were significant.

COS16 had the greatest fertile pod number and weight per unit area in supply of 100% of crop water requirement condition. Sadri and KS21486 had the highest and lowest percentage of reduction in the number of fertile pods per unit area in supply of 80% of crop water requirement condition respectively. Supply of 100 and 80 percent of water requirement conditions COS16 resulted in greatest grain number m^{-2}. But this genotype did not produce grain by supply of 60% of water requirement condition.

* **Corresponding Author:** nezamiahmad@yahoo.com; Mobile: 09153163348

Reducing the amount of irrigation water reduced grain weight differently. KS21486 showed 12.8% and 26.5% reduction in grain weight in supply of 80 and 60 percent of crop water requirement conditions, respectively. While COS16 showed 47.1% and 100% reduction in grain weight in supply of 80 and 60 percent of crop water requirement conditions, respectively. Reducing the amount of irrigation water reduced genotypes grain yield. Grain yield of KS21486 decreased by 20.5% and 55.4% in supply of 80% and 60% of crop water requirement conditions, respectively. While KS21193 showed 68.5% and 93.2% grain yield reduction in 80% and 60% of crop water requirement condition, respectively. The highest seed yield by supply of 100 and 80% of plant water requirement condition was observed in C.O.S.16 (594.6 and 289.2 $g.m^{-2}$ respectively), while C.O.S.16 in supply of 60% of plant water requirement did not produce seed. In supply of 60 percent of plant water requirement condition KS21486 had highest seed yield (109.5 $g.m^{-2}$).

Conclusion

Grain number is more sensitive than grain weight to water deficit condition. Grain number reduced with greater intensity rather than grain weight reduction. In optimum irrigation and moderate water deficit condition C.O.S16 and in severe water deficit condition KS21486 produced more grain than the other genotypes.

Key words: Drought stress, Harvest index, Pod, Seed weight