

## اثر کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی در شهر کرد

هدایت‌الله کریم‌زاده<sup>۱</sup>، احمد نظامی<sup>۲\*</sup>، محمد کافی<sup>۲</sup>، محمودرضا تدین<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد

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

۳- دانشیار گروه زراعت دانشگاه شهر کرد

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. به همین دلیل آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی، جهت بررسی تأثیر کم آبیاری (سه رژیم آبیاری شامل تأمین ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه، به عنوان فاکتور اصلی) بر ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی (پنج ژنوتیپ لوبیاچیتی شامل تیلور، صدری، C.O.S.16، KS21193 (کو شا ۱۹۳)، KS21486، به عنوان فاکتور فرعی) در دانشگاه شهر کرد اجرا شد. نتایج نشان داد اثر کم آبیاری بر تعداد و وزن دانه، تعداد غلاف بارور، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی دار بود. بیشترین عملکرد دانه در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی، از ژنوتیپ C.O.S.16 به دست آمد (به ترتیب ۵۹۴/۶ و ۲۸۹/۲ گرم در مترمربع)، در حالی که این ژنوتیپ در شرایط تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی، موفق به تولید دانه نشد و در این سطح آبیاری ژنوتیپ KS21486 بیشترین عملکرد دانه (۱۰۹/۵ گرم در مترمربع) را به خود 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 ۲۵۳ هزار تن با متوسط عملکرد ۲۳۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (FAO, 2015). همچنین ۱۴/۹ درصد اراضی تحت کشت حبوبات و ۳۷/۶ درصد 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 به خود 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 تولید می‌شود (Farshadfar et al., 2001; Andrew et al., 2000; Ehdai & Waines, 1993). تنش خشکی پس از بیماری‌ها دومین عامل کاهش عملکرد لوبیا (Martinez et al., 2007) است.

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

میزان تولید لوبیا خشک در ایران ۲۵۳ هزار تن با متوسط عملکرد ۲۳۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (FAO, 2015). همچنین ۱۴/۹ درصد اراضی تحت کشت حبوبات و ۳۷/۶ درصد 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 به خود اختصاص داده است (Lak et al., 2009).

\* FAO

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

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

به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر لوبیاچیتی آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده 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 (تأمین ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی) بر روی پنج ژنوتیپ لوبیاچیتی تهیه شده از مرکز تحقیقات لوبیا خمین (صدری، KS21193, C.O.S.16 (کوشا ۱۹۳)، لاین تیلور و KS21486) اعمال شد. بعد از شخم زمین، به منظور خرد کردن کلوخه‌ها دوبار دیسک به صورت عمود بر هم زده شد و پس از آن پشته‌هایی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر ایجاد شد. سپس کشت با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع در هفته اول خرداد و به صورت دستی انجام شد. بذرها قبل از کشت با قارچ کش بنومیل (دو در هزار) ضد عفونی شدند. اندازه هر کرت ۷/۵ مترمربع (۲/۵×۳ متر) بود. برخی ویژگی‌های خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس توصیه کودی مقدار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره در سه نوبت (۴۰ کیلوگرم قبل از کاشت، ۳۰ کیلوگرم در زمان باز شدن برگ‌های اولیه (V2) و ۳۰ کیلوگرم در زمان باز شدن سومین برگ سه برگچه‌ای (V4)) در اختیار گیاه قرار گرفت. پس از کشت، آبیاری برای کلیه تیمارها به صورت یکسان و بر مبنای نیاز آبی محاسبه شده به وسیله روش پنمن-مانتیس اصلاح شده توسط فائو (رابطه ۱) صورت گرفت و با ضرب کردن ضریب گیاهی (Kc) در مراحل مختلف رشد، میزان تبخیر و تعرق روزانه محاسبه شد. تیمارهای آبیاری هم‌زمان با شروع مرحله V4 (باز شدن سومین برگ سه برگچه‌ای) اعمال شد و تا پایان فصل رشد ادامه داشت، بدین نحو که میزان آب مورد نیاز گیاه محاسبه شد و ۱۰۰ درصد میزان محاسبه شده در اختیار تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی، ۸۰ درصد نیاز آبی و ۶۰ درصد نیاز آبی محاسبه شده در اختیار تیمار آبی تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی قرار گرفت.

شده است که به دلیل 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 نمو 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 به عنوان یک صفت مهم برای حصول عملکرد بالا در حبوبات مورد توجه است. گزارش شده است که تجمع ماده خشک ارقام لوبیایی که تحت تنش رطوبتی متوسط تا شدید قرار داشتند، به طور 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-Ramirez *et al.*, 2005; Tera'n, H. & Singh, Vallejo P. & Kelly, 1998; Mun'oz-Perea *et al.*, 2002).

پژوهشگران در بررسی ۱۵ ژنوتیپ 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 & Bihanta, 2005). بررسی ۱۰۰ ژنوتیپ 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 به خود اختصاص داد. همچنین بیشترین عملکرد دانه در شرایط وجود تنش خشکی از ژنوتیپ C.O.S.16 به دست آمد (Nazari Nasi *et al.*, 2012). محققان طی مطالعه ۹ ژنوتیپ لوبیاچیتی در سه رژیم رطوبتی مشاهده کردند که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه واکنش متفاوتی نسبت به تنش کمبود آب داشتند، به نحوی که عملکرد ژنوتیپ‌های C.O.S.16 و Tylor در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر حساسیت کمتری به تنش کمبود آب نشان داد. آن‌ها اظهار داشتند که به نظر می‌رسد که ژنوتیپ‌های مذکور را می‌توان به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش کمبود آب معرفی کرد؛ در صورتی که ژنوتیپ Ks21193 با کاهش عملکرد ۳۳ و ۶۹ درصد به ترتیب در تیمارهای آبیاری پس از ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر نسبت به تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر،

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of soil

Cu مس	Fe آهن	Mn منگنز	Zn روی	K پتاسیم	P فسفر	نیترژن N	کربن آلی Organic carbon %	pH	هدایت الکتریکی EC(dS m <sup>-1</sup> )
0.88	3.29	8.11	0.55	306	33.2	0.152	1.12	7.71	0.512
g kg <sup>-1</sup>						جرم مخصوص ظاهری		رطوبت خاک	
ماسه Clay						Bulk density		Soil moisture (%)	
سیلت Silt						g.cm <sup>-3</sup>		ظرفیت زراعی FC	
شن Sand						1.5		پژمردگی دائم PWP	
%								0.13	
34.5								0.25	

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 ۱۵ بوته به صورت 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 به دست آمد. همچنین از تقسیم وزن دانه‌ها بر تعداد دانه، متوسط وزن دانه به دست آمد. همچنین از هر کرت وزن خشک هفت بوته (پس از قرار گرفتن در آن به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد) تعیین شد تا مقادیر محاسبه شده 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 رژیم آبیاری × ژنوتیپ در کلیه صفات مورد بررسی معنی‌دار شد، لذا جهت مقایسه 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 ۸۰ درصد نیاز آبی بود و کمترین تعداد و وزن غلاف نابارور را ژنوتیپ‌های

برای اعمال تیمار آبیاری ابتدا با نمونه برداری از خاک مزرعه (در ۱۰ نقطه تصادفی در مزرعه) و محاسبه رطوبت وزنی خاک در نقطه ظرفیت زراعی ( $\theta_{mFC}$ ) و نقطه پژمردگی دائم ( $\theta_{mPWP}$ ) و اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک ( $\rho_b$ ) و در نظر گرفتن عمق توسعه ریشه ( $Z$ ) میزان آب قابل دسترس (AW) برای گیاه محاسبه شد (معادله‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶) (Alizadeh, 2008; Munoz-Perea et al., 2007).

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0.34u_2)} \quad \text{معادله ۱}$$

$ET_0$  تبخیر و تعرق گیاه مرجع (mm day<sup>-1</sup>)

$R_n$  تشعشع خالص در سطح گیاه (MJ m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>)

$\Delta$  شیب منحنی فشار بخار (KPa °C<sup>-1</sup>)

G جریان گرمای خاک (MJ m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>)

T متوسط درجه حرارت روزانه در ارتفاع دو متری (°C)

$\gamma$  ثابت سایکرومتری (KPa °C<sup>-1</sup>)

$u_2$  سرعت باد در ارتفاع دو متری (m s<sup>-1</sup>)

$e_s$  فشار بخار اشباع (KPa)

$e_a$  فشار بخار واقعی (KPa)

$$\rho_b = \frac{M_s}{V_t} \quad \text{معادله ۲}$$

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

$$\theta_m = \frac{M_w}{M_s} \quad \text{معادله ۴}$$

$$WC = 10Z(\rho_b)(\theta_m) \quad \text{یا} \quad WC = 10Z\theta_v \quad \text{معادله ۵}$$

$$AW = WC_{FC} - WC_{PWP} \quad \text{معادله ۶}$$

$\theta_m$  رطوبت وزنی خاک

$\theta_v$  رطوبت حجمی خاک

$\rho_b$  جرم مخصوص ظاهری خاک (g cm<sup>-3</sup>)

$\rho_w$  وزن مخصوص آب

AW میزان آب قابل دسترس

$\theta_{mPWP}$  رطوبت وزنی خاک در نقطه پژمردگی دائم

$\theta_{mFC}$  رطوبت وزنی خاک در نقطه ظرفیت زراعی

آبی نسبت به ۸۰ درصد نیاز آبی نسبت وزنی غلاف نابارور به بارور در واحد سطح روند کاهشی داشت، زیرا در اثر کاهش میزان آب آبیاری از ۸۰ درصد به ۶۰ درصد نیاز آبی، وزن غلاف های نابارور با شدت بیشتری نسبت به غلاف های بارور کاهش داشتند.

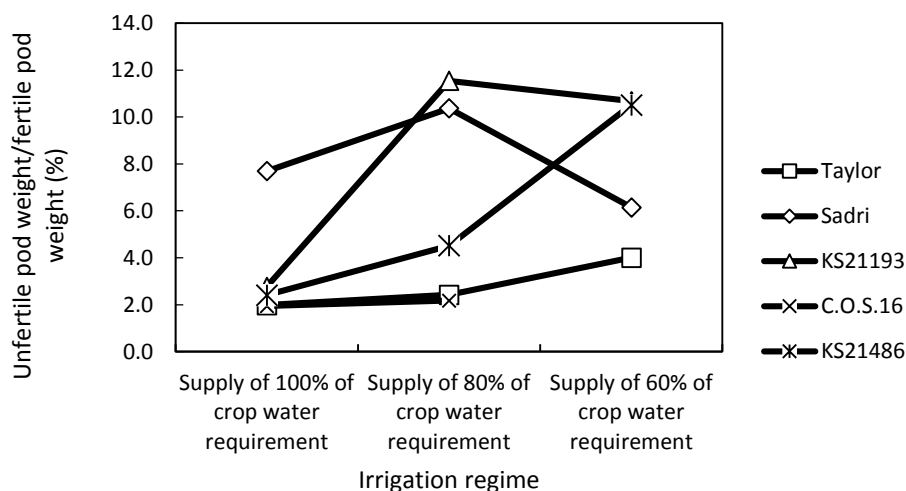
C.O.S.16 و صدی در رژیم آبیاری تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی داشتند (جدول ۳). هر چند تعداد و وزن غلاف نابارور کمتری از رژیم آبیاری تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی به دست آمد، ولی نسبت وزنی غلاف نابارور به بارور در واحد سطح (مترمربع) در اثر کاهش میزان آب آبیاری روند افزایشی نشان داد (شکل ۱). در ژنوتیپ های صدی و KS21193 در رژیم آبیاری ۶۰ درصد نیاز

جدول ۲- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات تعداد و وزن غلاف در ژنوتیپ های لوبیا تحت تأثیر رژیم های آبیاری  
Table 2. Source of variation, df and mean square of pod number and weight in bean genotypes affected by irrigation regimes

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

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

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



شکل ۱- تأثیر رژیم های آبیاری بر نسبت وزنی غلاف نابارور/غلاف بارور ژنوتیپ های 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 ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه Supply of 60% of crop water requirement		تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه Supply of 80% of crop water requirement		تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه Supply of 100% of crop water requirement			
36.00	hi	36.00	hi	44.00	hi	Taylor	تعداد غلاف نابارور
30.00	i	74.00	fg	168.00	b	Sadri	(مترمربع)
72.00	g	234.00	a	130.00	c	KS21193	Unfertile Pod
30.00	i	108.00	d	86.00	ef	C.O.S.16	Number (m <sup>2</sup> )
100.00	de	86.00	efg	50.00	h	KS21486	
6.79	g	5.54	h	7.34	g	Taylor	وزن غلاف نابارور
5.20	h	12.92	e	21.70	b	Sadri	(گرم در مترمربع)
5.64	h	31.53	a	20.59	c	KS21193	Unfertile Pod
4.00	i	10.06	f	17.78	d	C.O.S.16	Weight (g/m <sup>2</sup> )
17.31	d	13.14	e	9.42	f	KS21486	
160.37	i	160.37	i	235.40	gh	Taylor	تعداد غلاف بارور
134.70	j	166.80	i	316.93	f	Sadri	(مترمربع)
49.57	k	241.83	g	440.30	b	KS21193	Fertile Pod
0.00	l	411.27	c	492.83	a	C.O.S.16	Number/m <sup>2</sup>
214.60	h	355.40	e	386.33	d	KS21486	
169.35	g	228.81	f	369.03	d	Taylor	وزن غلاف بارور
84.64	i	124.62	h	281.99	e	Sadri	(گرم در مترمربع)
52.88	i	273.22	e	744.55	b	KS21193	Fertile Pod Weight
0.00	j	461.50	c	914.61	a	C.O.S.16	(g/m <sup>2</sup> )
164.71	g	290.97	e	390.60	d	KS21486	
6.53	h	6.53	h	9.30	f	Taylor	تعداد غلاف در بوته
5.47	i	8.03	g	16.17	c	Sadri	Pod Number
4.07	j	15.87	c	19.00	a	KS21193	(Plant)
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
4.47	i	5.53	h	10.57	f	Sadri	بوته
1.67	j	8.07	g	14.67	b	KS21193	Fertile Pod/Plant
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 ۳). بیشترین تعداد و وزن غلاف بارور در واحد سطح را ژنوتیپ C.O.S.16 در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰ نیاز آبی داشت (جدول ۳) و بیشترین و کمترین درصد کاهش تعداد غلاف بارور در واحد سطح در رژیم آبیاری ۸۰ درصد نیاز آبی را به ترتیب ژنوتیپ‌های صبری و KS21486 به خود اختصاص دادند. در رژیم آبیاری تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی نیز بیشترین و کمترین درصد کاهش این صفت به ترتیب 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 ۸۰ درصد نیاز آبی به ترتیب در ژنوتیپ‌های KS21193 و KS21486 و در رژیم آبیاری تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی در ژنوتیپ‌های C.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 به دلیل

آسیب دیدن فرایندهای فیزیولوژیک گیاه از جمله فتوسنتز، تولید گیاه کم شده و تعداد بیشتری از غلاف‌های تولید شده توسط گیاه به صورت 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 (جدول ۲). هرچند با کاهش میزان آب آبیاری تعداد کل غلاف در بوته تمامی ارقام کاهش یافت، ولی در رقم تیلور کاهش آبیاری از ۱۰۰ به ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی سبب ۳۰ درصد کاهش تعداد غلاف در بوته شد، در صورتی که در ژنوتیپ C.O.S.16 کاهش آبیاری از ۱۰۰ به ۸۰ و ۶۰ درصد تأمین نیاز آبی، به ترتیب کاهش ۱۰ و ۹۵ درصدی تعداد غلاف را به دنبال داشت (جدول ۳). در ژنوتیپ KS21486 نیز کاهش آبیاری به ۸۰ درصد نیاز آبی تأثیری بر

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 به خود اختصاص دادند (۳۴/۵درصد و ۶۹/۵درصد به ترتیب برای تأمین ۸۰در صد و ۶۰در صد نیاز آبی) و این امر مبین آن است که این صفت به شرایط کم‌آبی حساسیت زیادی دارد. به نظر 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 ژنوتیپ‌های مورد بررسی در اثر کم‌آبیاری، متفاوت بود. به‌عنوان مثال تعداد دانه در غلاف ژنوتیپ‌های تیلور، صدی و KS21193 در اثر کاهش میزان آب آبیاری روند کاهشی نشان دادند و این در حالی است که تعداد دانه در غلاف ژنوتیپ‌های 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 ۸۰در صد نیاز آبی بیشترین درصد کاهش تعداد دانه در بوته در ژنوتیپ صدی (۳۱در صد) مشاهده شد، در صورتی که در رژیم آبیاری تأمین ۶۰در صد نیاز آبی بیشترین درصد کاهش تعداد دانه در بوته مربوط به ژنوتیپ‌های C.O.S.16 و صدی 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 می‌باشد. 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).

تعداد غلاف نداشت، در صورتی که در ژنوتیپ صدی 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 (Martínez 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، به طوری که بیشترین تعداد غلاف بارور در بوته از ژنوتیپ C.O.S.16 در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰در صد نیاز آبی به دست آمد، در حالی که ژنوتیپ مذکور در رژیم آبیاری تأمین ۶۰درصد نیاز آبی، نتوانست هیچ غلاف باروری تولید کند. کمترین درصد کاهش تعداد غلاف بارور در بوته در رژیم‌های آبیاری تأمین ۸۰درصد و ۶۰درصد نیاز آبی به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های KS21486 (هشت در صد) و تیلور (۳۱/۸در صد) 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 پُرسیدن 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، در صورتی که 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 به ترتیب در ژنوتیپ‌های KS21193 (۲درصد) و

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

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

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد  
ns, \* and \*\*: Non-significant, Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

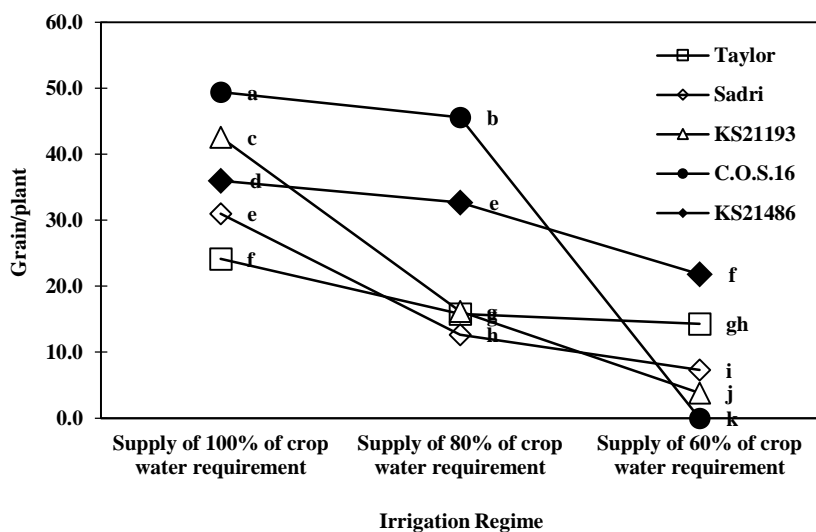
جدول ۵- مقایسات میانگین صفات مرتبط با تعداد و وزن دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های لوبیا تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری

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			ژنوتیپ	صفات
تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه	تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه	تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه		
Supply of 60% of crop water requirement	Supply of 80% of crop water requirement	Supply of 100% of crop water requirement	Genotype	Traits
2.67	2.97	3.10	Taylor	تعداد دانه در غلاف
1.60	2.27	2.93	Sadri	
2.43	2.00	2.90	KS21193	
0.00	3.33	3.00	C.O.S.16	Grain/pod
3.07	2.77	2.80	KS21486	
428.50	474.70	723.80	Taylor	تعداد دانه در مترمربع
218.50	379.50	929.20	Sadri	
115.43	485.40	1276.70	KS21193	
0.00	1368.40	1482.60	C.O.S.16	Grain/m <sup>2</sup>
653.63	980.50	1080.10	KS21486	
223.63	294.63	340.03	Taylor	وزن هزار دانه (گرم)
154.03	168.50	217.70	Sadri	
283.43	301.87	359.77	KS21193	
0.00	212.03	401.00	C.O.S.16	1000grain weight (g)
167.50	198.50	227.77	KS21486	
0.29	0.36	0.42	Taylor	شاخص برداشت (درصد)
0.09	0.16	0.32	Sadri	
0.13	0.14	0.39	KS21193	
0.00	0.35	0.41	C.O.S.16	Harvest Index (%)
0.30	0.33	0.36	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

متوسط مقادیر کاهش تعداد دانه برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط تأمین ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی به ترتیب ۳۲/۸ درصد و ۷۴/۲ درصد بود. این امر نشان از ثبات نسبی وزن دانه در شرایط آزمایش دارد. در واقع به نظر 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 ژنوتیپ KS21193 به ترتیب ۹/۳ و ۷۹/۷ درصد و در ژنوتیپ C.O.S.16 به ترتیب ۴۲/۴ و ۹۵ درصد کاهش داشت. کمترین نوسان کاهش عملکرد بیولوژیک (۳۷/۸) در صد کاهش در شرایط تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی و (۴۰/۳) در صد کاهش در شرایط تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی) در اثر کاهش آب آبیاری نیز در ژنوتیپ صدری مشاهده شد (شکل ۳). 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

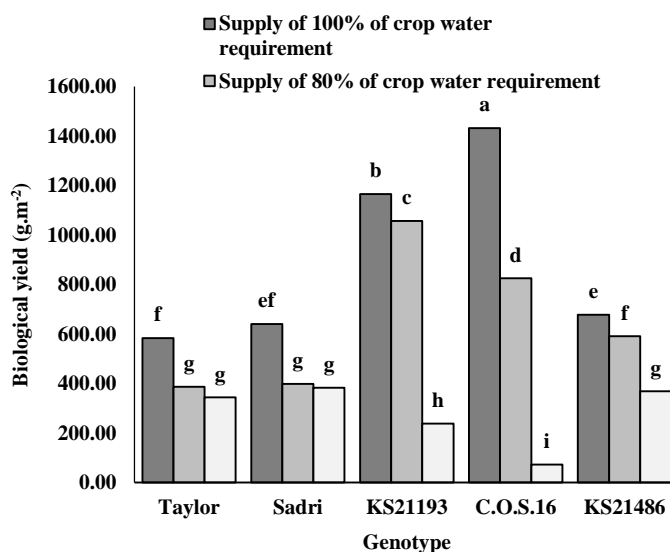
#### وزن هزار دانه

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 ۶۰ درصد نیاز آبی به ترتیب ۱۲/۸ درصد و ۲۶/۵ درصد کاهش در وزن هزار دانه داشت و این در حالی است که ژنوتیپ C.O.S.16 در اثر کاهش میزان آب آبیاری به ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی به ترتیب ۴۷/۱ درصد و ۱۰۰ درصد 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 (۱۶/۱) درصد کاهش در شرایط تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی و ۲۱/۲ درصد کاهش در شرایط تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی). بیشترین وزن هزار دانه را ژنوتیپ C.O.S.16 در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی داشت (۴۰۱ گرم) 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 مورد بررسی در شرایط تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی ۲۲/۴ درصد و در شرایط تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی ۴۴/۲ درصد بود و این در حالی است که



بین اجزای عملکرد دانه و عملکرد بیولوژی یک نشان دهنده تغییرات یک سو به 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.

یکسان نبود. همچنین در بررسی ژنوتیپ‌های مختلف لوبیاچیتی مشخص شد تنش آب باعث کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژی یک در این ژنوتیپ‌ها (شدت کاهش یکسان نبود) می‌گردد (Bayat *et al.*, 2010)، به‌نحوی که در شرایط بدون تنش خشکی، وجود تنش خشکی ملایم و شدید بیشترین عملکرد بیولوژی یک از ژنوتیپ KS21193 به‌دست آمد. همبستگی مثبت و معنی‌دار



شکل ۳- تأثیر رژیم آبیاری بر عملکرد بیولوژی یک 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,  $p=0.05$ )

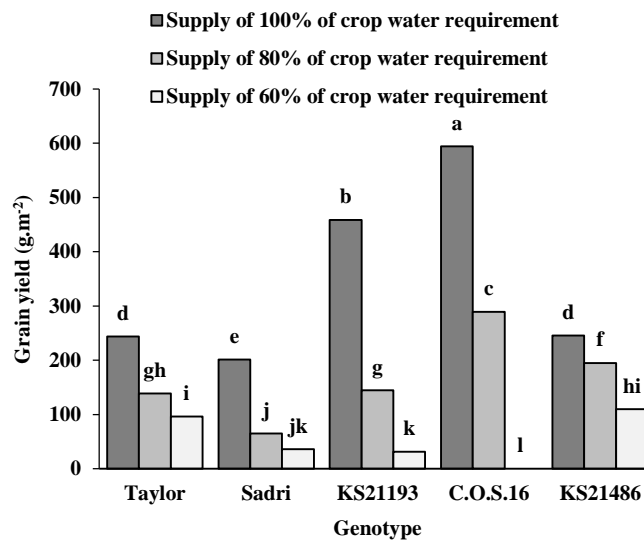
بسیاری از پژوهش‌های دیگر نیز گزارش شده است (Rosales-Serna *et al.*, 2004; Porch *et al.*, 2009; Tera'n & Singh, 2002). در بررسی ژنوتیپ‌های لوبیاقرمز و چیتی مشخص شد، عملکرد دانه در اثر تنش خشکی برای کلیه ژنوتیپ‌ها کاهش می‌یابد؛ درعین حال مقادیر کاهش در همه ژنوتیپ‌ها یکسان نبود، به‌نحوی که مقادیر کاهش عملکرد در ژنوتیپ‌های 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 می‌باشد (ضریب همبستگی بالاتر،  $r=0.90^{**}$ ). همچنین بررسی ضرایب همبستگی نشان‌دهنده وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژی یک ( $r=0.89^{**}$ ) بود. این بدان معنا است که با کاهش

#### عملکرد دانه

نتایج نشان داد اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهم‌کنش رژیم آبیاری × ژنوتیپ بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). اثر کاهش میزان آبیاری از ۱۰۰ به ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی، ژنوتیپ KS21486 به ترتیب ۲۰/۵ و ۵۵/۴ درصد کاهش و ژنوتیپ KS21193 به ترتیب ۶۸/۵ و ۹۳/۲ درصد کاهش در عملکرد دانه نشان دادند. همچنین بیشترین عملکرد دانه را ژنوتیپ C.O.S.16 در رژیم آبیاری تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی داشت. ژنوتیپ مذکور در رژیم آبیاری تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی نیز نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد، ولی در رژیم آبیاری تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی موفق به تولید دانه نشد (شکل ۴). این امر احتمالاً حاکی از حساسیت بالای این ژنوتیپ به کم‌آبیاری شدید می‌باشد، 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 گل‌ها و بذرها، در نتیجه تولید غلاف‌های نابارور می‌گردد. از طرفی همان‌گونه که در بالا اشاره شد، کمبود آب علاوه بر 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.

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



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).

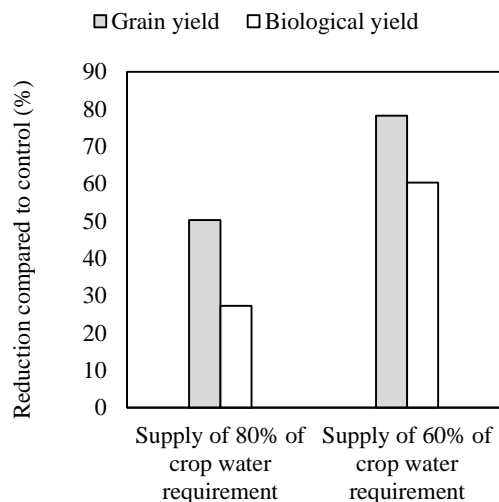
**Fig. 4. Effect of irrigation regimes on grain yield of bean genotypes**

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

شاخص برداشت ( $r=0.75^{**}$ ) وجود داشت. به عبارت دیگر یکی از عوامل کاهش عملکرد دانه در شرایط کمبود آب، کاهش شاخص برداشت می‌باشد. (Ramirez Builes *et al*, 2011) بررسی ژنوتیپ‌های لوبیا در سه رژیم رطوبتی اعلام کردند که تنش خشکی باعث کاهش شاخص برداشت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گردید. به نظر می‌رسد کاهش شاخص برداشت در شرایط کم آبیاری به دلیل این است که عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک با شدت بی‌شتری کاهش یافته است (شکل ۵).

#### شاخص برداشت

کم آبیاری باعث کاهش معنی‌دار شاخص برداشت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شد (جدول ۵). در اثر کاهش میزان آب آبیاری به ۸۰ و ۶۰ درصد، ژنوتیپ KS21486 به ترتیب ۹/۳ و ۱۷/۶ درصد کاهش در شاخص برداشت داشت، در حالی که کاهش در شاخص برداشت در ژنوتیپ KS21193 در شرایط فوق به ترتیب ۶۵/۳ و ۶۶/۹ درصد بود. بررسی ضرایب همبستگی نشان داد بین شاخص برداشت و عملکرد دانه همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری



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

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

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

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

### نتیجه‌گیری

در اثر کاهش میزان آب، عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک با شدت بیشتری کاهش یافت و به دنبال 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.

### سیاسگزاری

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. Lesznayk, 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'inez, 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-Ramirez, J.S., Acosta-Gallegos, J.A., Acosta-Diaz, E., Mayek-Perez, N., and Kelly, J.D. 2005. Partitioning and partitioning rate to seed yield in drought-stressed and non-stressed dry bean genotypes. *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.

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

Karimzadeh<sup>1</sup>, H., Nezami<sup>2\*</sup>, A., Kafi<sup>2</sup>, M. & Tadayon<sup>3</sup>, 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<sup>-2</sup> density. Crop water requirements calculated by Penman-Monteith equation amended by FAO. Irrigation treatments was applied at beginning of V4 stage (unfolding of third trifoliolate 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<sup>-2</sup>. 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<sup>-2</sup> 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<sup>-2</sup>).

**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