تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد چهاردهم، شماره اول، بهار ۱۴۰۰
۷۵-۸۳
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2019.2618.1683

مقاله پژوهشی

اثر کم‌آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب عدس (*Lens culinaris* Medik.)

سیدرضا امیری*، خالد سلیمی، سید مسعود ضیایی
استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، مجتمع آموزش عالی سراوان

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۴/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۷/۱۰

چکیده

کم‌آبیاری یکی از گزینه‌های ایده‌آل برای کاهش تلفات آب و به‌تبع آن بهینه‌سازی کارایی مصرف آب در مناطق خشک است. به همین منظور، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی سراوان انجام شد. فاکتور اصلی شامل چهار سطح آبیاری (شامل ۱۲۰، ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی) و فاکتور فرعی دو توده عدس (بلوچستان و کردستان) بود. در تیمار شاهد (۱۰۰ درصد) هر زمان که ۳۵ درصد رطوبت قابل‌دسترس خاک در عمق ۲۰ سانتیمتری تخلیه می‌شد، آبیاری صورت می‌گرفت. به‌طورکلی، نتایج نشان داد که اثر کم‌آبیاری بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و کارایی مصرف آب معنی‌دار بود. صرف‌نظر از توده عدس، با افزایش میزان مصرف آب، عملکرد ۱۰۷ درصد نسبت به تیمار ۶۰ درصد افزایش پیدا کرد اما این افزایش در سطح ۱۲۰ درصد نسبت به شاهد معنی‌دار نبود که این امر منجر به کاهش کارایی مصرف آب در تیمار ۱۲۰ درصد گردید. تیمار ۸۰ درصد با ۱۰ درصد کاهش عملکرد نسبت به تیمار شاهد (۱۰۰ درصد)، دارای بیشترین کارایی مصرف آب (۲/۹ کیلوگرم در هکتار بر میلی‌متر) بود. همچنین، بیشترین شاخص برداشت در تیمار ۸۰ درصد (۰/۲۴) و توده بلوچستان به دست آمد. عملکرد بیولوژیک توده بلوچستان در تیمار ۸۰ درصد نسبت به تیمار شاهد، ۲۷ درصد کاهش یافت که درنهایت منجر به افزایش ۲۰ درصدی شاخص برداشت شد؛ بنابراین، با توجه به اینکه منطقه موردنظر جزء اقلیم‌های خشک محسوب می‌شود می‌توان با ۲۰ درصد کاهش آب آبیاری از منابع محدود آب حفاظت کرد و در کشت گیاهان دیگر استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: **توده عدس، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، شاخص برداشت**

مقدمه

عدس (*Lens culinaris* Medik.) قدیمی‌ترین محصول خانواده حبوبات است که شواهد استفاده از آن توسط انسان به ۱۳ هزار سال قبل از میلاد برمی‌گردد (Sandhu and Singh, 2007). دانه این گیاه به‌عنوان منبع باارزش پروتئین (۲۰ الی ۳۶ درصد) نقش حیاتی در تغذیه مردم به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه و ازجمله ایران دارد. در ایران، این گیاه با سطح زیر کشت ۱۷۰ هزار هکتار و ۸۳ هزار تن تولید از جایگاه ویژه‌ای در بین حبوبات برخوردار است (Iranian Ministry of Agriculture-Jahad, 2015). کشت عدس در استان‌های غربی و شمال غربی کشور عمدتاً به‌صورت دیم و بهاره است اما در استان‌های گرم و خشک مثل سیستان و بلوچستان بیشتر به‌صورت آبی و زمستانه است که مستلزم مدیریت مناسب منابع محدود آب در این مناطق است.

آبیاری محصولات کشاورزی، عمده‌ترین مصرف‌کننده منابع آب در دسترس است. حدود ۶۰ تا ۸۰ درصد منابع آبی توسط کشاورزی مصرف می‌شود (Huffaker and Hamilton, 2007). این مسئله با روند روبه رشد نیاز جهانی برای غذا و کاهش منابع آب در تضاد است که باید حل شود. از طرفی دیگر با کشاورزی فاریاب می‌توان به امنیت غذایی دست یافت، چون نسبت به شرایط کشت مبتنی بر باران،

* نگارنده پاسخگو: سیدرضا امیری. پست الکترونیک: R.Amiri@Saravan.ac.ir

آبیاری عملکرد را به‌طور میانگین دو برابر می‌کند؛ بنابراین، منابع آب بایستی با بالاترین راندمان مصرف شوند. برای نیل به این هدف، بهینه‌سازی مدیریت آب در کشاورزی یک راه امیدبخش است (Fereres and Soriano, 2007). آبیاری کامل توسط کشاورزان در مناطق بدون محدودیت آبی و حتی با محدودیت آبی انجام می‌شود. در این روش، به‌منظور کسب حداکثر عملکرد، کل تبخیر و تعرق گیاه توسط آبیاری جبران می‌شود. امروزه، آبیاری کامل محصولات کشاورزی را می‌توان با روش‌های جایگزین با کاهش جزئی در عملکرد یا بدون تأثیر قابل‌توجهی بر عملکرد کاهش داد. کم‌آبیاری یکی از راه‌های صرفه‌جویی و استفاده بهینه از آب در آبیاری محصولات زراعی است. هدف اصلی در کم‌آبیاری افزایش کارایی مصرف آب با کاهش آبیاری گیاه و حذف آن قسمت از آب آبیاری است که تأثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد ندارد (Geerts and Raes, 2009).

نتایج مطالعه زنگ و همکاران (Zang et al., 2000) تائید کرد که تولید عدس با افزایش میزان آبیاری افزایش می‌یابد، اما در مواقع کم‌آبیاری، یک دور آبیاری در مرحله بحرانی گلدهی تولید را افزایش چشم‌گیری می‌دهد. حسینی و همکاران (Hosseini et al., 2011) با بررسی ارقام عدس نتیجه گرفتند که افزایش طول دوره پر شدن دانه موجب افزایش وزن صد دانه در سطوح مختلف آبیاری شد و عواملی مانند تنش رطوبتی باعث کاهش دوره پر شدن دانه و نهایتاً وزن صد دانه شد.

اسماعیلی و همکاران (Esmaeili et al., 2015) در مطالعه تأثیر کم‌آبیاری بر تولید سویا در منطقه کرمانشاه بیان کردند که تیمار ۴۰ درصد کم‌آبیاری در مقایسه با آبیاری کامل (۱۰۰٪) سبب کاهش ۳۶ درصدی تولید دانه شد اما کارایی مصرف آب در این تیمار افزایش یافت. در تحقیق دیگری که توسط صارمی و همکاران (Saremi et al., 2015) در رابطه با تأثیر کم‌آبیاری بر تولید و کارایی مصرف آب عدس در منطقه خرم‌آباد انجام شد، کارایی مصرف آب در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی افزایش یافت و از طرفی تفاوت جزئی با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی داشت که از آن به‌عنوان راهکاری در مدیریت منابع آب در شرایط محدودیت منابع آب در مناطق خشک یاد شد. در تحقیق دیگری در منطقه خرم‌آباد بر روی سویا و تأثیر سطوح مختلف کم‌آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب اثبات شد تیمار کم‌آبیاری ۸۰ درصد نسبت به شاهد باعث کاهش عملکرد به میزان ۸ درصد و همچنین افزایش ۱۲ درصدی کارایی مصرف آب شد (Haghiabi, 2007).

با توجه به محدودیت منابع آب و کاهش میزان بارندگی در سال‌های اخیر خصوصاً در مناطق خشک، همچنین ضرورت توجه به افزایش کارایی مصرف آب در گیاهان زراعی، تدوین برنامه آبیاری مناسب امری اجتناب‌ناپذیر است؛ بنابراین مطالعه حاضر در راستای بررسی سطوح مختلف کم-آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب توده بومی بلوچستان و کردستان در شرایط اقلیمی منطقه سراوان انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مجتمع آموزش عالی سراوان با عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۲۰ دقیقه و طول جغرافیایی ۶۲ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۱۹۵ متر از سطح دریا) و با میانگین سالانه بارش ۹۰ میلی‌متر در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. از طرف دیگر عدس ازجمله حبوبات فراموش‌شده در منطقه است که با توجه به اقلیم منطقه می‌توان آن را در پاییز کشت کرد و در اوایل بهار قبل از شروع گرما برداشت کرد. همچنین بافت خاک لومی شنی و رطوبت نسبی در ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم به ترتیب ۱۵/۵ و ۹ درصد بود. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار بود. فاکتور اصلی شامل چهار سطح‌آبیاری (شامل ۱۲۰، ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد) و فاکتور فرعی دو توده عدس (بلوچستان و کردستان) بود.

طول هر کرت فرعی ۳ متر و فاصله ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتیمتر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۴ سانتیمتر در نظر گرفته شد. همچنین در هر کرت ۴ ردیف بوته کشت شد. همچنین تراکم ۵۰ بوته در مترمربع (فواصل کاشت ۴*۵۰) بود؛ و در همه کرت‌ها یکسان بود. به‌منظور جلوگیری از نشت آب به کرت‌های مجاور، بین دو کرت مجاور دو پشته (۵۰ سانتی‌متر) به‌صورت کاشته نشده رها گردید. کود NPK بر اساس نتایج آزمون خاک در زمان خاک‌ورزی به خاک اضافه شد. عملیات کاشت در ۳۰ آبان انجام شد. پس از کاشت، آبیاری برای کلیه تیمارها به‌صورت یکسان صورت گرفت تا درصد جوانه‌زنی کاهش نیابد. علف‌های هرز مزرعه در طول فصل رشد دومرتبه و در زمان ۲۵ و ۵۰ روز بعد از کاشت با دست وجین شدند.

در تیمار شاهد (۱۰۰ درصد) هر زمان که ۳۵ درصد رطوبت قابل‌دسترس خاک در عمق ۲۰ سانتیمتر تخلیه می‌شد، آبیاری صورت می‌گرفت؛ بنابراین دور آبیاری با توجه به شرایط آب و هوایی از ۶ تا ۲۲ روز متغیر بود. در هر نوبت آبیاری در تیمار شاهد رطوبت خاک تا عمق ۵۰ سانتیمتری به نقطه ظرفیت مزرعه برگردانده شد. مقدار کمبود رطوبت خاک از معادله (۱) زیر محاسبه گردید:

$$SMD_{\text{شاهد}} = (\Theta_{FC} - \Theta_s) \times D_r \qquad [۱]$$

که در آن شاهد SMD[1] مقدار کمبود رطوبت بر اساس میلی‌متر، Θ_{FC} مقدار رطوبت حجمی خاک در ظرفیت مزرعه، (۱۵/۵) و Θ_s میزان رطوبت حجمی خاک در عمق ۲۰ سانتیمتر قبل از آبیاری و D_r عمق مؤثر ریشه عدس (۵۰ سانتیمتر) است.

از طرف دیگر، مقدار آب آبیاری برای هر کرت در تیمار شاهد از معادله (۲) زیر محاسبه شد:

$$I_{\text{شاهد}} = SMD_{\text{شاهد}} \times I \qquad [۲]$$

که در اینجا $I_{\text{شاهد}}$ مقدار آب آبیاری بر اساس میلی‌متر، $SMD_{\text{شاهد}}$ مقدار کمبود رطوبت (میلی‌متر) محاسبه‌شده در معادله و A سطح کرت (مترمربع) است. برای جبران هر میلی‌متر کمبود رطوبت در مترمربع، یک لیتر آب استفاده شد. با استفاده از کنتور میزان آب موردنیاز به‌صورت غرقابی به کرت‌ها داده شد.

آبیاری در تیمار کم‌آبیاری همزمان با شاهد صورت می‌گرفت اما در هر نوبت آبیاری با توجه به نوع تیمار، درصدی از آبیاری کامل (۶۰، ۸۰ و ۱۲۰ درصد) اعمال می‌شد.

در پایان فصل رشد در ۲۹ فروردین، برداشت با دست و در مرحله رسیدگی کامل صورت گرفت. صفات موردمطالعه شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن صد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و کارایی مصرف آب بود. کارایی مصرف آب آبیاری بر اساس آب استفاده‌شده در طول کل دوره محاسبه شد. کارایی مصرف آب آبیاری بر اساس کیلوگرم عملکرد دانه در هکتار بر میلی‌متر آب اعمال‌شده محاسبه شد. داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ (SAS Institute, 2001) مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفتند و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج نشان داد اثر سطح آبیاری، توده و اثر متقابل سطح آبیاری× توده بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه برای توده بلوچستان در تیمارهای ۱۲۰ و ۱۰۰ درصد به ترتیب با ۶۸۰ و ۶۴۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که ازلحاظ آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۱). کمترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری ۶۰ درصد نیاز آبی و توده کردستان با ۲۴۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (شکل ۱). همچنین با کاهش میزان آب آبیاری از ۱۰۰ به ۸۰ و ۶۰ درصد، توده بلوچستان به ترتیب ۱۰ و ۵۰ درصد کاهش و توده کردستان ۵ و ۴۶ درصد کاهش در عملکرد دانه نشان داد (شکل ۱). از طرف دیگر، در مقایسه با تیمار شاهد، افزایش ۲۰ درصدی آب آبیاری تنها منجر به افزایش ۵ درصدی عملکرد دانه شد.

به‌طورکلی نتایج نشان داد تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی نسبت به ۱۰۰ درصد نیاز آبی منجر به کاهش ۵۰ درصدی عملکرد شد درحالی‌که تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی نسبت به ۱۰۰ درصد نیاز آبی منجر به کاهش ۱۶ درصدی عملکرد دانه شد (Karimzadeh et al., 2015). در مطالعه تأثیر کم‌آبیاری بر تولید ژنوتیپ‌های لوبیاچیتی در شهرکرد اظهار داشتند که تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی نسبت به ۱۰۰ درصد نیاز آبی منجر به کاهش ۳۴ تا ۷۶ درصدی تولید دانه شد.

بررسی ضرایب همبستگی (جدول ۲) نشان‌دهنده وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با تعداد دانه در بوته (R=۰/۹۸**) تعداد غلاف در بوته (R= ۰/۹۶**) و عملکرد بیولوژیک (R=۰/۸۶**) بود. لذا تغییرات تعداد غلاف و دانه در بوته و زیست‌توده تولیدی در شرایط کم‌آبیاری با عملکرد دانه هم‌راستا است به‌طوری‌که با کاهش دو صفت فوق عملکرد نیز کاهش و با افزایش آن‌ها عملکرد افزایش می‌یابد. تنش رطوبتی و کم‌آبیاری در مراحل زایشی منجر به کاهش تعداد گل و غلاف در بوته و نهایتاً کاهش عملکرد دانه می‌شود.

در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی به علت فراهمی رطوبت رشد رویشی گیاه و تعداد غلاف افزایش می‌یابد که منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود.

[1]. Soil moisture deficit

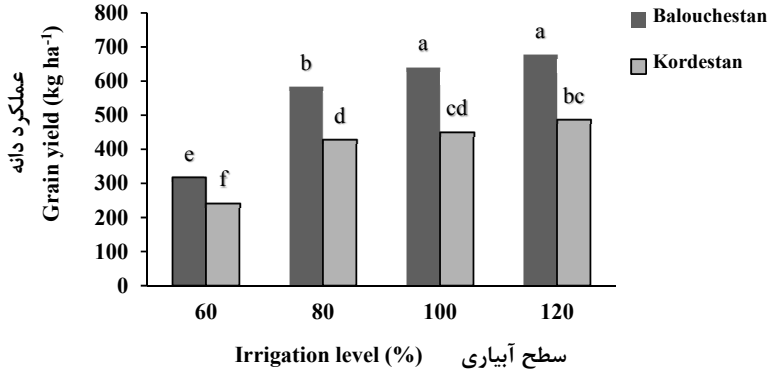
جدول ۱. تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب توده‌های مختلف عدس در سطوح مختلف آبیاری.

Table 1. Analysis of variance (MS) for yield and yield components of two lentil landraces at different levels of irrigation.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	کارایی مصرف آب Water use efficiency	تعداد غلاف در بوته Pods/plant	تعداد دانه در بوته Seeds/plant	وزن هزار دانه 1000- seed Weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest Index
تکرار Replication	3	0.0078^{ns}	2.5431^{ns}	3.0481^{ns}	1.4828^{ns}	177^{ns}	28794^{ns}	0.0150*
سطوح آبیاری Irrigation level(I)	3	0.6401**	926**	874**	1.4072^{ns}	111320**	2487946**	0.2541**
خطای ۱ Error (I)	9	0.0082	3.0456	3	1.2028	394	6693	0.0011
توده Landrace (L)	1	2.7203**	442**	1908**	19.6289**	138928**	349933**	1.025*
توده×سطوح آبیاری L × I	3	0.0324**	49**	88**	1.6358^{ns}	4499**	193394**	0.1145**
خطای ۲ Error (II)	12	0. 0292	8.3166	11.8543	0.4327	1184	19409	0.0084
ضریب تغییرات C.V%		*6.6611*	*5.8234*	*7.8126*	*3.9641*	*7.1553*	*5.2337*	*3.4211*

ns، * و**: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 0.05 =α و 0.01 =α

ns: Non-significant, *and **: Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively



شکل ۱. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد دانه در توده‌های بلوچستان و کردستان.

Fig. 1. The effect of irrigation levels on grain yield of Baluchestan and Kurdestan landrac

عملکرد بیولوژیک

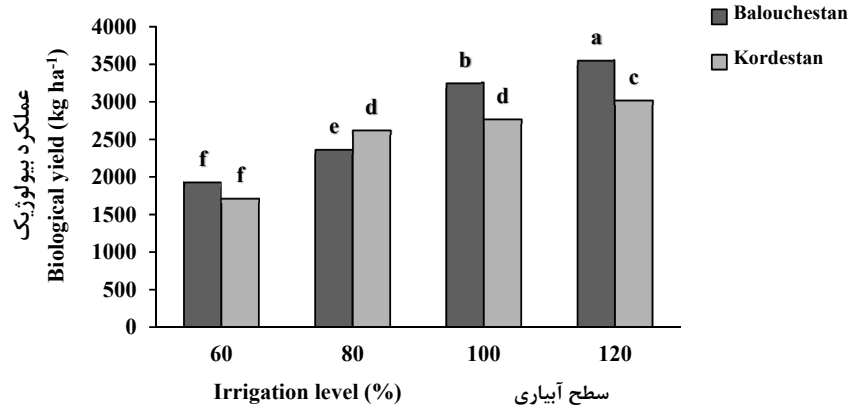
اثر سطح آبیاری، توده و اثر متقابل سطح آبیاری× توده بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار ۱۲۰ درصد نیاز آبی و توده بلوچستان با ۳۵۵۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (شکل ۲). کمترین میزان عملکرد بیولوژیک در تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی برای توده‌های بلوچستان و کردستان به ترتیب با ۱۹۳۳ و ۱۷۱۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که با یکدیگر تفاوت معنی-داری نداشتند. با کاهش میزان آبیاری از ۱۲۰ درصد به ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد برای توده بلوچستان ۶، ۳۳، ۴۵ درصد کاهش در عملکرد بیولوژیک مشاهده شد. در مقابل، روند کاهشی برای توده کردستان در تیمارهای نیاز آبی ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی نسبت به تیمار ۱۲۰ درصد نیاز آبی، ۹، ۱۳ و ۴۳ درصد کاهش عملکرد بیولوژیک بود.

از طرف دیگر، در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد و توده بلوچستان، عملکرد بیولوژیک ۶ درصد نسبت به تیمار آبیاری ۱۲۰ درصد کاهش یافت اما عملکرد دانه آن با تیمار نیاز آبی ۱۲۰ درصد تفاوت معنی‌داری نداشت؛ که نشان می‌دهد با عملکرد بیولوژیک کمتر منجر به افزایش عملکرد دانه در حد تیمار آبیاری ۱۲۰ درصد شده است. به‌طورکلی با کاهش آب مصرفی، عملکرد بیولوژیک کاهش یافت که با نتایج تحقیقات فاروق و همکاران (Farooq et al., 2009) و صارمی و همکاران (Saremi et al., 2015) همسو است. همچنین بین عملکرد بیولوژیک و تعداد غلاف در بوته (r=۰/۹۱**) و تعداد دانه در بوته (r=۰/۸۰**)= همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. این بدین معناست که با کاهش دو صفت فوق عملکرد بیولوژیک نیز کاهش و با افزایش آن‌ها عملکرد بیولوژیک افزایش می‌یابد. همچنین رامیرز و همکاران (Ramirez et al., 2011) در مطالعه شش ژنوتیپ لوبیا در شرایط تنش رطوبتی اعلام کردند که کمبود رطوبت باعث کاهش عملکرد بیولوژیک در هر شش ژنوتیپ شد. در تحقیق آن‌ها میزان کاهش در اثر کمبود رطوبت برای کلیه ژنوتیپ‌ها تفاوت داشت.

جدول ۲. ضرایب همبستگی میان عملکرد و اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب.

Table 2. Correlation coefficients between yield and yield components and water use efficiency

		1	2	3	4	5	6	7
1	عملکرد دانه Seed yield	1						
2	عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.86**	1					
3	شاخص برداشت Harvest index	0.68**	0.23 ns	1				
4	غلاف در بوته Pods/plant	0.96**	0.91**	0.56**	1			
5	تعداد دانه در بوته Seed/plant	0.98**	0.80**	0.71**	0.92**	1		
6	وزن هزار دانه 1000 seed weight	-0.17ns	0.09 ns	-0.40ns	-0.13ns	-0. 35ns	1	
7	کارایی مصرف آب Water use efficiency	0.78**	0.41 *	0.91**	0.70**	0.82**	-0.47ns	1

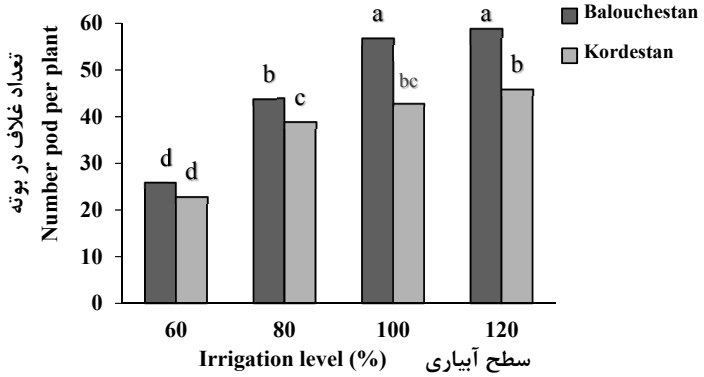


شکل ۲. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد بیولوژیک در توده‌های بلوچستان و کردستان.

Fig. 2. The effect of irrigation levels on biological yield of Baluchestan and Kurdestan landraces

تعداد غلاف در بوته

بیشترین تعداد غلاف در بوته در تیمار ۱۲۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی برای توده بلوچستان به ترتیب با ۵۹ و ۵۷ غلاف در بوته مشاهده شد که ازلحاظ آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۳). کمترین میزان تعداد غلاف در بوته در تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی و توده کردستان با ۲۳ غلاف در بوته به دست آمد (شکل ۳). با کاهش مقدار آب آبیاری از ۱۲۰ به ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی برای توده بلوچستان ۴، ۲۵، ۵۶ درصد کاهش در تعداد غلاف در بوته مشاهده شد. تیمار ۱۲۰ درصد نیاز آبی، بیشترین تعداد غلاف در بوته را دارا بود که همبستگی بالا و مثبتی (R=۰/۹۶**) با عملکرد دانه داشت (جدول ۲)؛ بنابراین سطح‌های کم‌آبیاری منجر به کاهش تعداد غلاف در بوته شد که در سایر تحقیقات نیز گزارش شده است (Karimzadeh et al., 2017; Amiri et al., 2015; Saremi et al., 2015)؛ بنابراین هر چه آب آبیاری بیشتر شود، گیاه دارای سایه‌انداز بزرگ‌تری می‌شود که قادر است غلاف‌های در حال نمو بیشتری را تغذیه کند، درنتیجه تعداد غلاف در بوته افزایش می‌یابد (Saremi et al., 2015). از طرف دیگر، یکی از دلایل کاهش تعداد غلاف در سطوح کم-آبیاری، کوتاه شده دوره گرده‌افشانی، ریزش گل‌ها و نهایتاً کاهش تعداد غلاف است (Amiri et al., 2010, 2015). درواقع تنش رطوبتی طی مراحل بحرانی گل‌دهی و غلاف-دهی، جوانه‌های مولد گل را متأثر کرده و منجر به ریزش گل‌ها و به دنبال آن کاهش تولید غلاف می‌شود (Amiri et al., 2010, 2015).



شکل ۳. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر تعداد غلاف در بوته در توده‌های بلوچستان و کردستان.

Fig. 3. The effect of irrigation levels on number pod per plant of Baluchestan and Kurdestan landraces

تعداد دانه در بوته

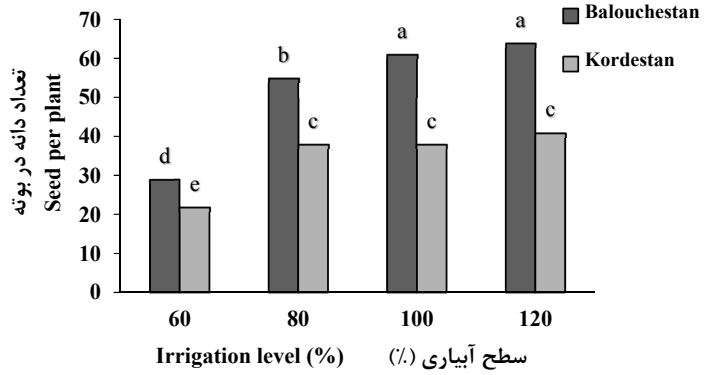
نتایج نشان داد بیشترین تعداد دانه در بوته در تیمارهای ۱۲۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی و برای توده بلوچستان به ترتیب با ۶۴ و ۶۱ دانه در بوته مشاهده شد که با یکدیگر ازلحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۴). همچنین کمترین تعداد دانه در بوته در تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی و توده بلوچستان با ۲۲ دانه در بوته به دست آمد. همچنین با کاهش میزان آب آبیاری از ۱۰۰ به ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی، توده بلوچستان به ترتیب ۱۰ و ۵۲ درصد کاهش در تعداد دانه در بوته نشان داد (شکل ۴). از طرف دیگر، بیشترین تعداد دانه در بوته نیز در تیمارهای ۱۲۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی و برای توده بلوچستان حاصل شد؛ بنابراین به نظر می‌رسد که تأمین آب موردنیاز در دوره گلدهی باعث حصول افزایش تعداد دانه و نهایتاً عملکرد دانه عدس می‌شود، بنابراین کم‌آبیاری منجر به کاهش تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته می‌گردد. نتایج اخیر با تحقیقات (Karimzadeh et al., 2017; Shrestha et al., 2006) منطبق است. آن‌ها اعلام کردند که در شرایط آبیاری کامل، دوران بحرانی گلدهی و غلاف‌دهی با تنش رطوبتی مواجه نمی‌شود که منجر به تشکیل غلاف‌های بارور و تولید دانه بیشتر می‌شود (Amiri et al., 2015).

شاخص برداشت (HI)

اثر سطح آبیاری، توده و اثر متقابل سطح آبیاری و توده بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین

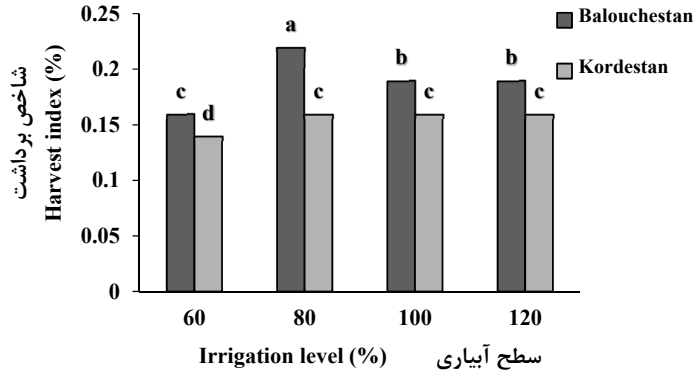
شاخص برداشت به ترتیب برای توده بلوچستان و تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی (۰/۲۴) و توده کردستان و تیمار آبیاری ۶۰ درصد نیاز آبی (۰/۱۴) به دست آمد (شکل ۵).

اگرچه توده بلوچستان در تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی با ۱۰ درصد کاهش عملکرد دانه نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی مواجه شد (شکل ۱)، عملکرد بیولوژیک آن نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی ۲۷ درصد کاهش نشان داد که درنهایت منجر به افزایش شاخص برداشت شد. همچنین توده بلوچستان در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی با کاهش ۲۰ درصدی شاخص برداشت روبه‌رو شد زیرا در تیمارهای مذکور بیشترین عملکردهای بیولوژیک نیز مشاهده شد (شکل ۲) که منجر به کاهش شاخص برداشت شد.



شکل ۴. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر تعداد دانه در بوته در توده‌های بلوچستان و کردستان.

Fig. 4. The effect of irrigation levels on number seed per plant of Baluchestan and Kurdestan landraces



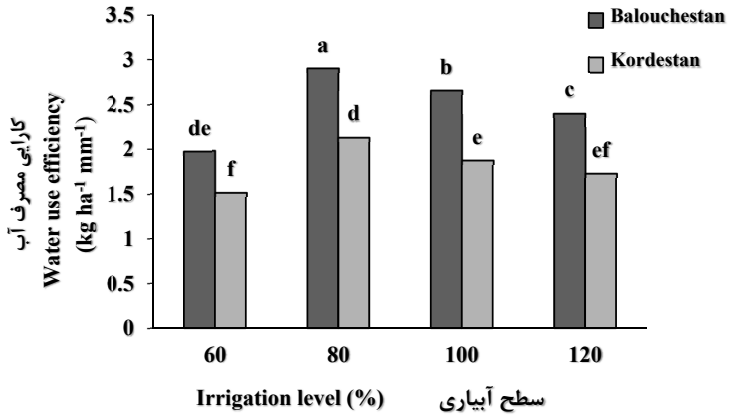
شکل ۵. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر شاخص برداشت در توده‌های بلوچستان و کردستان.

Fig. 5. The effect of irrigation levels on harvest index of Baluchestan and Kurdestan landraces.

کارایی مصرف آب (Water use efficiency)

اثر سطح آبیاری، توده و همچنین اثر متقابل سطح آبیاری و توده بر کارایی مصرف آب معنی‌دار بود (جدول ۱). میزان آب مصرفی در تیمارهای آبیاری ۱۲۰، ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد به ترتیب برابر با ۲۸۱، ۲۴۰، ۲۰۰ و ۱۶۰ میلی‌متر بود. بیشترین کارایی مصرف آب برای توده بلوچستان و تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی با ۲/۹ کیلوگرم در هکتار بر میلی‌متر به دست آمد (شکل ۶). همچنین کمترین کارایی مصرف آب در اثر متقابل توده کردستان و تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی با ۱/۵ کیلوگرم در هکتار بر میلی‌متر به دست آمد؛ بنابراین با کاهش میزان آب آبیاری تا حد ۸۰ درصد نیاز آبی می‌توان کارایی مصرف آب را افزایش داد. درواقع تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی نسبت به ۱۰۰ درصد نیاز آبی هرچند عملکرد آن ۵۸ کیلوگرم در هکتار کاهش نشان داد ولی کارایی مصرف آب آن ۰/۳ کیلوگرم در هکتار بر میلی‌متر بیشتر از تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی بود.

بررسی ضرایب همبستگی (جدول ۲) اثبات کرد که کارایی مصرف آب با شاخص برداشت (R=۰/۹۱**)، تعداد دانه در بوته (R=۰/۸۲**) و عملکرد دانه (R=۰/۷۸**) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت؛ بنابراین یکی از راه‌های افزایش کارایی مصرف آب در شرایط کم‌آبیاری افزایش شاخص برداشت است تا با اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به اندام-های زایشی خصوصاً غلاف‌های در حال پر شدن، هم عملکرد دانه و هم کارایی مصرف آب افزایش یابد؛ بنابراین، می‌توان با کاهش آب آبیاری و اختصاص آن به مراحل حساس گلدهی و غلاف‌دهی شاخص کارایی مصرف آب را بهبود داد. قربانی و هزارجریبی (Ghorbani and Hezarjaribi, 2010) نیز افزایش کارایی مصرف آب را به دلیل کاهش مصرف آب گزارش کرده‌اند. در تحقیق دیگری توسط کارو و اویس (Karrou and Oweis, 2012) بر روی نخود و عدس اثبات شد که بیشترین عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در سطح کم‌آبیاری به میزان یک‌سوم آبیاری کامل به دست آمد.



شکل ۶. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر کارایی مصرف آب در توده‌های بلوچستان و کردستان.

Fig. 6. The effect of irrigation levels on water use efficiency of Baluchestan and Kurdestan landraces

وزن هزار دانه

تنها اثر توده عدس بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). توده کردستان ۸ درصد وزن هزار دانه بیشتری نسبت به توده بلوچستان داشت. درواقع در پژوهش حاضر وزن دانه حساسیت پایینی به کمبود آب نشان داد. این امر نشان‌دهنده ثبات وزن دانه در شرایط تنش خشکی دارد. به نظر می‌رسد در شرایط کمبود آب، کاهش وزن دانه تا حدودی در اثر انتقال مجدد جبران شده باشد. نتایج به‌دست‌آمده با تحقیقات سایر محققین بر روی عدس (Shrestha et al., 2006) و خلر (Gusmao et al., 2012) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری نهایی

ازآنجاکه ۹۰ درصد آب مصرفی در بخش کشاورزی مصرف می‌شود بنابراین، آب یکی از عوامل مهم محدودکننده گسترش کشاورزی در ایران است. ازاین‌رو با اعمال روش‌های کم‌آبیاری می‌توان عملکرد و کارایی مصرف آب گیاهان زراعی را بهبود داد. در مطالعه حاضر، بیشترین کارایی مصرف آب برای توده بلوچستان و تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی با ۲/۹ کیلوگرم در هکتار بر میلی‌متر به دست آمد درحالی‌که این تیمار ازلحاظ عملکرد تفاوت جزئی با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی داشت که گزینه مناسبی برای مقابله با کمبود منابع آبی در منطقه سراوان است.

قدردانی

این تحقیق در قالب طرح پژوهشی مصوب مجتمع آموزش عالی سراوان با عنوان «اثر کم‌آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب عدس (*Lens culinaris* Med) در شرایط اقلیمی سراوان» انجام شده است. لذا از مدیریت پژوهشی مجتمع آموزش عالی سراوان کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

Amiri Deh-Ahmadi, S.R., Parsa, M., Bannayan, M., Nassiri Mahallati, M., Deihimfard, R., 2015. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer levels on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Mashhad climatic conditions. Iranian Journal of Pulses Research. 6, 66-77. [In Persian with English Summary].

Esmaeili, M., Farhadi Bansouleh, B., Ghobadi, M., 2015. Effects of deficit irrigation and quality of soybean crop yield in Kermanshah region. Journal of Water and Soil. 29, 551-559. [In Persian with English Summery].

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S.M.A., 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development. 29, 185-212.

Fereres, E., Soriano, M.A., 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. Journal of Experimental Botany. 58, 147-159.

Geerts, S., Raes, D., 2009. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. Agricultural Water Management. 96, 1275-1284.

Ghorbani-Nasrabadi, G.H., Hezarjaribi, A., 2010. Cotton response to deficit irrigation during different growth stages. Journal of Plant Production. 17, 129-142. [In Persian with English Summery].

Gusmao, M., Siddique, K.H.M., Flower, K., Nesbitt, H., Veneklaas, E.J., 2012. Water Deficit during the Reproductive Period of Grass Pea (*Lathyrus sativus* L.) Reduced Grain Yield but Maintained Seed Size. Journal of Agronomy and Crop Science. 198, 430-441.

Haghiabi, A., 2007. Effect of deficit irrigation on soybean yield in Khorramabad. Ninth National Seminar on Irrigation and Evapotranspiration. Kerman. [In Persian].

Hosseini, F., Nezami, A., Parsa, M., Haj Mohamadnia, K., 2011. Effects of supplementary irrigation on yield and yield components of lentil (*Lens culinaris* Medik.) landraces in Mashhad climate. Iranian Journal of Water and Soil. 25, 625-633. [In Persian with English Summary].

Huffaker, R., Hamilton, J., 2007. Conflict: Irrigation of Agricultural Crops. ASA-CSSA-SSSA publishing. Madison.

Iranian Ministry of Agriculture-Jahad, 2015. Agricultural Statistic. Volume 2: Crops. Ministry of Jahad-e-Agriculture. Planning and economic affairs, Office of Statistics and Information Technology. [In Persian].

Karimzadeh, H., Nezami, A., Kafi, M., Tadayon, M.R., 2017. Effect of deficit irrigation on yield and yield component of pinto bean genotypes in Shahrekord. Iranian Journal of Pulses Research. 8, 113-126.

Karrou, M., Oweis, T., 2012. Water and land productivities of wheat and food legumes with deficit supplemental irrigation in a Mediterranean environment. Journal of Agricultural Water Management. 107, 94–103.

Oweis T., Hachum A., Pala M., 2004. Lentil production under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. Agricultural Water Management. 68, 251-265.

Ramirez Builes, V. H., Porch, T. G., Harmsen, E.W., 2011. Genotypic differences in water use efficiency of common bean under drought stress. Agronomy Journal. 103, 1206-1215.

Sandhu, J.S., Singh, S., 2007. History and origin. In: Yadav S.S. (eds.), Lentil: An ancient crop for modern times. Springer Verlag Germany pp. 1-9.

Saremi, M., Farhadi, B., Maleki, A., Farasati, M., 2015. Effect of deficit irrigation on yield and yield component and water use efficiency of lentil in Khorramabad. Journal of plant production. 22, 337-342. [In Persian].

SAS Institute, 2001. SAS System, Eighth ed. SAS Inst., Cary, NC.

Shrestha, R., Turner, N.C., Siddique, K.H.M., Turner, D.W., Speijers, J., 2006. A water deficit during pod development in lentils reduces flower and pod numbers but not seed size. Australian Journal of Agricultural Research. 57, 427–438.

Zang, H., Pala, M., Oweis, Y., Harris, H., 2000. Water use and water use effieiency of chickpea and lentil in a Mediterranean environment. Australian Journal of Agricultural Research. 51, 295-304.