

اثر تاریخ‌های کاشت پاییزه و تنش رطوبتی انتهایی فصل بر عملکرد و اجزای عملکرد

عدس (*Lens culinaris Medik.*) در شرایط اقلیمی سراوان

سیدرضا امیری^۱، بهاره پارسامطلق^{۲*} و رستم یزدانی بیوکی^۳

۱- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی مجتمع آموزش عالی سراوان، ۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت، ۳- استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی یزد
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۲۹ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۳)

چکیده

به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت های پاییزه و تنش رطوبتی انتهایی فصل بر عملکرد و اجزای عملکرد عدس، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار، در مزرعه دانشکده کشاورزی مجتمع آموزش عالی سراوان، در سال زراعی ۹۵-۹۴ اجرا شد. فاکتورها شامل تاریخ‌های کاشت ۱۵ و ۳۰ آبان و ۱۵ آذر و تیمارهای تنش خشکی در سه سطح شاهد (آبیاری کامل)، تنش خشکی در مرحله گلدهی و تنش خشکی در مرحله غلاف‌دهی بودند. ژنوتیپ مورد استفاده، توده محلی سیستان بود. نتایج آزمایش نشان داد که سطوح مختلف تاریخ کاشت و تنش خشکی، تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه و تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت داشتند. اثر متقابل تاریخ کاشت و تنش خشکی در تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. تیمار آبیاری کامل و تاریخ کاشت ۱۵ آبان، باعث افزایش کلیه صفات شد. همچنین تنش خشکی در مرحله گلدهی به همراه تأخیر در کاشت، باعث کاهش معنی‌دار صفات مورد مطالعه شد. به علت برخورد با دماهای بالا، از تاریخ کاشت ۱۵ آذر، هیچ عملکردی به دست نیامد. بیشترین همبستگی عملکرد دانه با شاخص برداشت ($r=0.89^{**}$) و عملکرد زیست‌توده ($r=0.75^{**}$) و تعداد غلاف در بوته ($r=0.76^{**}$) مشاهده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از تاریخ کاشت زودتر (۱۵ آبان) و جلوگیری از تنش خشکی در مراحل بحرانی گلدهی و غلاف‌دهی، عامل مهمی در افزایش عملکرد عدس در شرایط آب و هوایی سراوان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شاخص برداشت، عملکرد زیست‌توده، غلاف‌دهی، گلدهی، وزن صد دانه.

Effects of fall sowing dates and end of season drought stress on yield and yield components of lentil (*Lens culinaris Medik.*) in Saravan climate conditions

Seyed Reza Amiri¹, Bahareh Parsa Motlagh^{2*} and Rostam Yazdani-Bioui³

1. Assistant Professor, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Higher Educational Complex of Saravan, 2. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, 3. Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Promotion Organization (AREEO), Yazd.

(Received: June 21, 2018; Accepted: February 12, 2019)

ABSTRACT

To study the effects of sowing date and end of season drought stress on yield and yield components of lentil, a field experiment was conducted as factorial based on a randomized complete block design with four replications in the Agricultural Research Station, Higher Educational Complex of Saravan during the growing season of 2015-2016. Experimental treatments were sowing date at three levels: November 5 and 20, and December 5, and drought stress at three levels: control (full irrigation), drought stress at flowering stage, and drought stress at podding stage. The cultivated genotype was the local mass of Sistan. Results showed that drought stress and sowing date levels had significant effects on seeds and pod per plant, 100- seed weight, grain and biological yield and harvest index. Interaction effect of drought stress and sowing date was significant on all studied traits. Full irrigation and November 5 sowing date increased all the studied traits. Moreover, drought stress during the flowering stage with delay in sowing date significantly decreased all studied traits. Due to high temperature, no yield was produced on December 5 sowing date. The most correlation was observed between seed yield and harvest index ($r=0.89^{**}$), biological yield ($r=0.75^{**}$) and number of pods per plant ($r=0.76^{**}$). It was concluded that early sowing date (November 5) and preventing drought stress during the critical stages of flowering and podding was important factors in increasing the yield of lentil in Saravan weather conditions.

Keywords: 100-Seed weight, Biological yield, flowering, harvest index, podding.

* Corresponding author E-mail: bparsam@yahoo.com

مقدمه

ماش (*Vigna radiata* L.) به تاریخ کاشت در دزفول نتیجه گرفتند که تاریخ کاشت مناسب کشت گیاه، سبب ایجاد تغییرات مثبت بر روی اجزای عملکرد و بالا رفتن عملکرد دانه می‌شود زیرا انتخاب تاریخ کاشت مطلوب، باعث عدم برخورد مرحله تشکیل دانه با شرایط نامساعد آخر فصل می‌شود و در نتیجه دانه‌بندی به خوبی صورت می‌گیرد و اثرات مثبت بر رشد رویشی، اجزای عملکرد و عملکرد نهایی دارد.

نتایج (Amiri & Deihimfard, 2018) در بررسی عملکرد عدس در غرب و شمال غرب ایران تحت تاریخ‌های مختلف کاشت پاییزه و بهاره با استفاده از ارقام زودرس و دیررس نشان داد که کشت انتظاری عدس (۱۵ آذر) نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت، منجر به برتری عملکرد می‌شود زیرا نه تنها ریسک خطر سرما برای ارقام مختلف کاهش می‌یابد، بلکه به علت فراهم آوردن شرایط بهینه رشد، استفاده بهتر از بارندگی و رطوبت ذخیره شده در خاک، خطر برخورد با تنش خشکی انتهای فصل نیز کاهش می‌یابد. (Barrios et al., 2016) اعلام کردند که تاریخ کاشت زمستانه عدس، راهکار مناسبی جهت افزایش و ثبات عملکرد می‌باشد، زیرا تاریخ‌های کاشت زمستانه، منجر به افزایش طول فصل رشد و بهره‌وری بیشتر از بارندگی‌ها می‌شود. همچنین تحقیقات نشان داد که تاریخ کاشت بر تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت گیاه نخود تأثیر معنی‌داری داشته است (Nezami & Bagheri, 2004a). گزارش شده است که با تأخیر در کاشت نخود و مصادف شدن مرحله پر شدن دانه با تنش خشکی و درجه حرارت‌های بالاتر از ۲۵ درجه سانتیگراد در انتهای فصل رشد، تولید زیست‌توده به ترتیب ۶۶ و ۸۹ درصد نسبت به تاریخ‌های کاشت زودتر کاهش یافت که این کاهش عملکرد، عمدتاً به دلیل کاهش تعداد غلاف در بوته و کاهش وزن صد دانه بود (Mousavi & Pezeshkpur, 2006). تنش خشکی، شایع‌ترین تنش محیطی است که وقوع آن در همه مراحل رشد گیاه، اعم از جوانه‌زنی، رشد رویشی و

عدس (*Lens culinaris* Medik.) از جمله گیاهانی است که بیشتر در اراضی حاشیه‌ای و در خاک‌هایی که حاصلخیزی قابل توجهی ندارند کشت می‌شود (Oweis et al., 2004). در بین حبوبات، این گیاه با سطح زیر کشت ۲۵۰ هزار هکتار، پس از نخود، از بالاترین سطح زیر کشت برخوردار است (Anonymous, 2013). متوسط عملکرد عدس در دنیا، ۸۷۰ کیلوگرم در هکتار است ولی در ایران ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (Anonymous, 2013). دانه این گیاه، به عنوان منبع با ارزش پروتئین (۲۰ الی ۳۶ درصد)، نقش حیاتی در تغذیه مردم، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران دارد (Singh & Saxena, 1993). همچنین این گیاه، به دلیل توانایی تثبیت نیتروژن، موجب بهبود حاصلخیزی خاک می‌شود و می‌تواند نقش مهمی در کاهش مصرف کودهای شیمیایی ایفا نماید (Ganjeali & Nezami, 2008).

تاریخ کاشت، اثرات قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد عدس دارد زیرا با تغییر تاریخ کاشت، گیاه در مراحل مختلف فنولوژی، با شرایط محیطی متفاوتی مواجه خواهد شد. با تأخیر در تاریخ کاشت، به علت این‌که گیاه به روزهای بلند و درجه حرارت‌های بالا، عکس‌العمل سریع نشان می‌دهد، طول دوره رویش کوتاه می‌شود. همچنین به علت افزایش سریع درجه حرارت در اواخر فصل، دوره رشد زایشی کوتاه می‌شود (Zyaie et al., 2012). در مناطق معتدل سرد، معتدل، نیمه گرمسیری و گرمسیری کشور که حداقل درجه حرارت در مرحله رویش گیاه عدس کمتر از ۱۲- درجه سانتیگراد نیست، می‌توان در اواخر آبان یا اوایل آذر، نسبت به کشت عدس اقدام کرد. با تغییر تاریخ کاشت از بهار به پاییز، به دلیل افزایش راندمان مصرف آب، افزایش طول دوره رشد رویشی و زایشی و مواجهه کمتر گیاه با تنش خشکی انتهای فصل در مقایسه با کشت‌های بهاره، عملکرد عدس ۶۹ درصد افزایش یافت (Ganjeali & Nezami, 2008). در بررسی عکس‌العمل

اصلی کشت عدس در منطقه به شمار می‌رود. همچنین بررسی اثرات متقابل تنش خشکی با تاریخ‌های کشت پاییزه بر عملکرد و اجزای عملکرد عدس، از دیگر اهداف این تحقیق بود تا با تعیین بهترین تاریخ کاشت، بتوان از روبه‌رو شدن با دماهای بالا در انتهای فصل نیز جلوگیری کرد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، به صورت فاکتوریل و در چهار تکرار، در مزرعه 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 متوسط بارندگی سالیانه حدود ۱۰۰ میلیمتر، در سال زراعی ۹۴-۹۵ اجرا شد. آمار هواشناسی منطقه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- دما و بارندگی در فصل رشد عدس در سال ۹۵-۱۳۹۴ و میانگین بلندمدت در سال‌های ۹۳-۱۳۸۳ در منطقه سراوان.

Table 1. Temperature and rainfall average during lentil growing season 2015-2016 and long term average from 2004-2014 at Saravan region.

Month	Temperature (°C)		Rainfall (mm)	
	2015-2016	2004-2014	2015-2016	2004-2014
October	18.6	19.2	0	6.2
November	14.4	14.2	30	10.0
December	12.0	11.8	5.5	11.2
January	13.4	13.0	13.1	19.8
February	19.8	17.2	4.5	17.6
March	23.5	21.5	0	11.1
April	27.4	27.3	1	6.3
May	31.3	31.5	0.5	7.6
June	34.8	34.4	0	7.2
July	33.6	33.5	0	5.3
August	39.8	30.2	0	1.4
September	27.6	28.4	0	2.8
Mean year		23.5		8.8

عملکرد در شرایط آب و هوایی این منطقه انتخاب شد (Ramroodi et al., 2008). به منظور جلوگیری از نشت آب به کرت‌های مجاور، بین دو کرت مجاور، دو پشته (۵۰ سانتی‌متر) به صورت کاشته نشده رها شد. آبیاری کامل طی فصل رشد، بعد از کاشت و به فواصل ۱۰ روز یک‌بار، در فصل پاییز انجام شد و از فروردین، آبیاری هر پنج روز یک‌بار انجام گرفت. تنش خشکی در مراحل گلدهی و غلافدهی، زمانی که ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت وارد مراحل فنولوژیک موردنظر شده

زایشی امکان‌پذیر است (Soltani et al., 2001; Serraj et al., 2004; Kashiwagi et al., 2006) بر اساس مطالعات انجام‌شده، از بین عوامل مختلف تنش‌زا مانند بیماری‌ها، آفات، علف‌های هرز، تنش‌های خشکی، غرقابی، شوری و سرما، تنش خشکی به تنهایی سبب ۴۵ درصد کاهش عملکرد بوده است (Malhotra & Saxena, 2002). تنش خشکی پی‌درپی، در اثر قطع متناوب بارندگی‌های پاییزه به وجود می‌آید و تنش خشکی انتهایی، به سبب توقف بارندگی‌های بهاره به وقوع می‌پیوندد. از آن‌جا که مدت و شدت تنش خشکی و همچنین زمان وقوع آن بسیار متغیر است، بنابراین بررسی‌های گسترده‌ای لازم است تا واکنش‌ها و رفتارهای گیاه در مواجهه با این تنش‌ها و نیز روند رشد و نمو گیاه پس از وقوع تنش مورد ارزیابی قرار گیرد. هدف اصلی از این تحقیق، بررسی تأثیر تنش خشکی انتهای فصل رشد بر مراحل گلدهی و غلافدهی عدس بود که به عنوان مشکل

فاکتورها شامل تاریخ‌های کاشت پاییزه ۱۵ و ۳۰ آبان و ۱۵ آذر و تیمارهای تنش خشکی در سه سطح شاهد (آبیاری کامل)، تنش خشکی در مرحله گلدهی و تنش خشکی در مرحله غلافدهی بودند. طول هر کرت سه متر و فاصله بین ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتیمتر بود و فاصله بوته‌ها روی ردیف، چهار سانتی‌متر در نظر گرفته شد. ژنوتیپ مورد استفاده در این تحقیق، توده محلی سیستان بود که به دلیل برخورداری از طول دوره رشد طولانی، خصوصیات مناسب مورفولوژیکی و

شاخص برداشت اندازه‌گیری شدند. همچنین به علت این‌که در تیمار تاریخ کاشت ۱۵ آذر، در اثر برخورد مرحله زایشی با دماهای بالا دانه‌ای تشکیل نشد، مقایسات میانگین بین تیمارهای باقیمانده در آزمایش صورت گرفت. داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ (SAS Institute, 2001) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات ساده و متقابل تاریخ کاشت و تنش خشکی بر کلیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار شدند (جدول ۲). با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل تیمارها (سطوح مختلف تاریخ کاشت و تنش خشکی) بر صفات مورد بررسی، در ادامه تنها به بررسی اثرات متقابل تیمارها بر صفات مورد مطالعه پرداخته شده است.

بودند اعمال شد. دوره تنش اعمال‌شده برای هر مرحله فنولوژی، با قطع آبیاری شروع شد و تا رسیدن آب خاک به ۲۰ درصد ظرفیت زراعی که مصادف با ظهور علائم تنش شامل بسته شدن برگچه‌ها و پژمرده شدن جوانه انتهایی بود، پایان یافت و پس از آن، کرت‌های تنش دیده آبیاری می‌شدند. به‌منظور تعیین ظرفیت زراعی، ابتدا خاک غرقاب شد و سپس بعد از ۲۴ ساعت، نمونه‌برداری از عمق ۲۰ سانتی‌متری صورت گرفت. نمونه خاک در داخل آون در درجه حرارت ۱۰۳ درجه سانتیگراد قرار داده شد و پس از ۴۸ ساعت، وزن خشک آن، اندازه‌گیری شد. سپس از طریق تفاضل وزن خشک و مرطوب خاک، ظرفیت زراعی تعیین شد. کود دهی بر اساس آزمون خاک صورت گرفت. علف‌های هرز مزرعه در طول فصل رشد، دو مرتبه و در فاصله ۲۵ و ۵۰ روز بعد از کاشت، با دست وجین شدند. در مرحله رسیدگی کامل در انتهای فصل رشد و زمانی که بوته‌ها زرد شده بودند، برداشت با دست، پس از حذف نیم متر حاشیه از دو طرف انجام شد و صفات تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و زیست‌توده و

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد عدس در سطوح مختلف تنش خشکی و تاریخ کاشت.

Table 2. Variance analysis of (MS) lentil yield and yield components at different levels of sowing date and drought stress.

S.O.V.	d.f	Seed/ plant	Pod/plant	100- seed Weight	Grain yield	Biological yield	Harvest Index
Replication	2	0.47 ^{ns}	1.2 ^{ns}	0.03 ^{ns}	6100 ^{ns}	211416 ^{ns}	2.6 ^{ns}
Sowing date***	2	1.48**	112.1**	0.77**	1024471**	1314778**	35.5*
Drought stress	2	0.63**	43.6**	0.79**	401093**	1147803**	124.6**
Sowing date×drought stress	4	0.56**	47.0**	0.18**	223904**	487812**	2.3**
(Error)	16	0.19	0.51	0.04	23445	133217	6.9
C.V		10.51	6.71	6.69	7.88	10.11	9.54

ns, * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

***در تاریخ کاشت ۱۵ آذر به دلیل برخورد با دماهای بالا در دوران گلدهی و تلقیح عملکرد دانه حاصل نشد.

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

***: Due to high temperature, no yield was produced on December 5 sowing date.

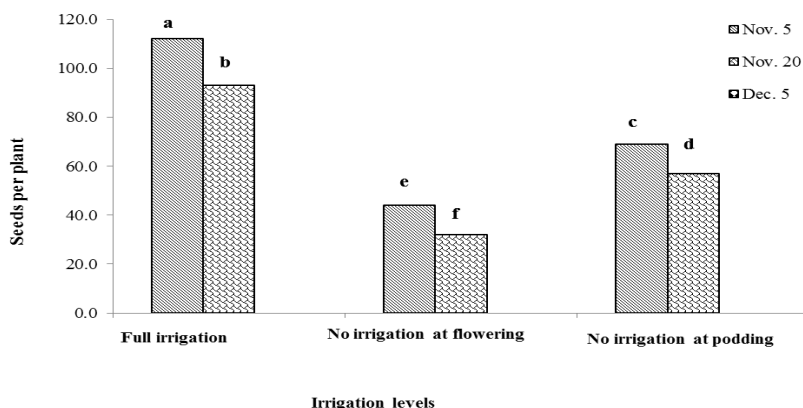
تاریخ کاشت ۱۵ آذر، به علت برخورد دوران حساس گلدهی و غلاف‌دهی با دماهای بالا (جدول ۱)، هیچ دانه‌ای تشکیل نشد. به نظر می‌رسد که فراهمی رطوبت طی دوره‌ی رشد گیاه و تاریخ کاشت زود هنگام، سبب افزایش رشد رویشی و به‌دنبال آن، افزایش تعداد دانه در بوته شده است و تنش خشکی در مرحله گلدهی و کشت دیر هنگام، باعث برخورد

تعداد دانه در بوته

بررسی اثر متقابل بین تنش خشکی و تاریخ کاشت مشخص نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته، از تیمار آبیاری کامل و تاریخ کاشت ۱۵ آبان (۱۱۲ دانه در بوته) به‌دست آمد و کمترین آن، در تیمار تنش خشکی و در مرحله گلدهی و تاریخ کاشت ۳۰ آبان (۳۲ دانه در بوته) مشاهده شد (شکل ۱). همچنین در

دیگر محققان نیز مطابقت دارد
(Nezami et al., 2009; Kashfi et al., 2010).

گیاه با درجه حرارت‌های بالای انتهای فصل و در نتیجه کاهش تعداد دانه در بوته شده است که با نتایج



شکل ۱- اثر متقابل تنش خشکی و تاریخ کاشت بر تعداد دانه در بوته (ستون‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح پنج درصد ندارند).

Figure 1. Interaction effects of drought stress and sowing date on seeds per plant (Columns with the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$).

تعداد غلاف در بوته

بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته، به ترتیب در تیمار آبیاری کامل و تاریخ کاشت ۱۵ آبان (۷۵ غلاف در بوته) و تیمار تنش خشکی در مرحله گلدهی و تاریخ کاشت ۱۵ آذر (۱۷ غلاف در بوته) مشاهده شد (شکل ۲). بنابراین آبیاری کامل به همراه تاریخ کاشت زود هنگام، سبب بزرگ‌تر شدن کانوپی گیاه می‌شود که قادر است مخزن زایشی بزرگتری را نیز تغذیه نماید و به میزان کافی ماده خشک به آن اختصاص دهد؛ در نتیجه تعداد غلاف در بوته افزایش می‌یابد (Goldani & Rezvani Moghaddam, 2007).

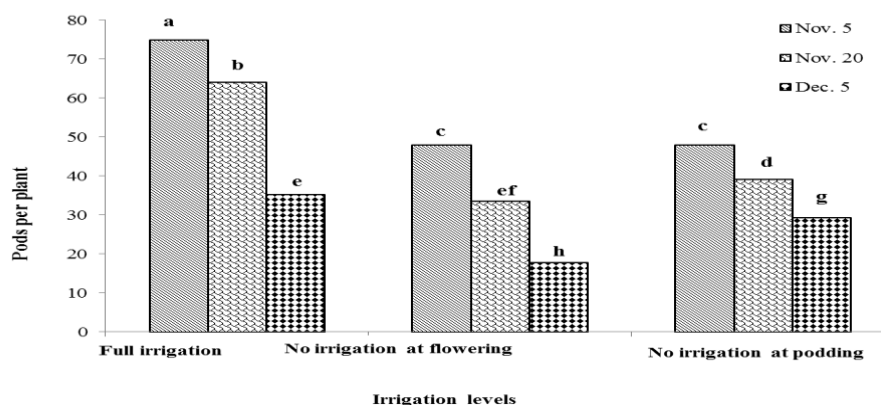
محققان در بررسی مقدماتی امکان کشت پاییزه عدس در شرایط آب و هوایی سراوان نتیجه گرفتند که تاریخ کاشت زود هنگام، منجر به افزایش تعداد غلاف در بوته و کشت‌های دیر هنگام، به دلیل برخورد با دماهای بالا و تنش خشکی انتهایی فصل، منجر به کاهش ۶۵ درصدی تعداد غلاف در بوته شد (Zyaie et al., 2012).

در نخود نیز گزارش شده است که کاشت زود هنگام، با توسعه زودتر سطح برگ، موجب افزایش جذب نور و فتوسنتز می‌شود و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری جهت تلقیح و تکامل غلاف‌ها فراهم می‌شود

با افزایش میزان آب آبیاری، رشد غلاف‌ها و بلوغ آن‌ها، در یک دوره طولانی‌تر انجام می‌شود و برگ‌ها با سرعتی آهسته‌تر پیر می‌شوند؛ در نتیجه تعداد دانه در بوته افزایش می‌یابد. در مقابل، کاهش میزان آب آبیاری در مراحل بحرانی رشد گیاه و همچنین افزایش ناگهانی درجه حرارت، سبب پیری زودرس گیاه می‌شود (Saxina & Singh, 1997). در حبوبات سردما دوست، با انتخاب تاریخ‌های کاشت مناسب و اجتناب از دماهای زیاد در اواخر فصل رشد می‌توان اثر درجه حرارت‌های بالا بر عملکرد گیاه را تعدیل نمود. در کاشت دیر هنگام، تنش خشکی انتهای فصل یا افزایش درجه حرارت در مرحله رسیدگی که اغلب به بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد می‌رسد، باعث تأثیر نامطلوب روی دوره پر شدن دانه نخود می‌شود (Singh & Saxena, 1993). Amiri et al. (2015) بیان داشتند که آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی نخود، باعث افزایش تعداد دانه در بوته می‌شود. علت این امر، کاهش تعداد دانه در شرایط تنش خشکی در مرحله گلدهی، کاهش تعداد غلاف در ساقه‌های اصلی و فرعی است.

تنش خشکی طی مراحل رشد زایشی، جوانه‌های مولد گل، تحت تأثیر خشکی قرار می‌گیرد و ریزش گل‌ها، باعث کاهش تولید غلاف می‌شود (Rezvani & Moghaddam & Sadeghi Samarjan, 2008).

(Nezami & Bagheri, 2004b). همچنین یکی از دلایل مؤثر در کاهش تعداد غلاف در رژیم‌های کم آبیاری، کاهش دوره گرده‌افشانی و در نتیجه کاهش تعداد غلاف می‌باشد. در واقع با کاهش رطوبت و بروز



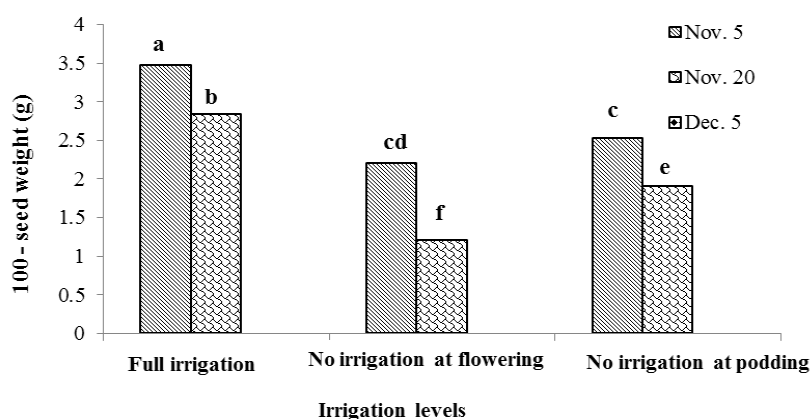
شکل ۲- اثر متقابل تنش خشکی و تاریخ کاشت بر تعداد غلاف در بوته (ستون‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح پنج درصد ندارند).

Figure 2. Interaction effects of drought stress and sowing date on pods per plant (Columns with the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$).

زایشی، خصوصاً غلاف‌های در حال پر شدن می‌شود و به‌دنبال آن، وزن دانه افزایش می‌یابد. برخی مطالعات نشان داده است که غلاف‌های در حال پر شدن نسبت به غلاف‌های جوان، از نظر دریافت مواد فتوسنتزی در اولویت هستند و مواد فتوسنتزی بیشتری به سمت آن‌ها اختصاص می‌یابد (Gangali & Nezami, 2008).

وزن صد دانه

تیمار آبیاری کامل و تاریخ کاشت ۱۵ آبان و تیمار تنش خشکی در مرحله گلدهی و تاریخ کاشت ۳۰ آبان، به ترتیب بیشترین (۳/۴۷ گرم) و کمترین (۱/۲ گرم) وزن صد دانه را به خود اختصاص دادند (شکل ۳). در واقع در شرایط آبیاری کامل و کشت زود هنگام، گیاه با رشد رویشی مناسبی وارد مرحله زایشی می‌شود که این امر، موجب حمایت مناسب اندام‌های



شکل ۳- اثر متقابل تنش خشکی و تاریخ کاشت بر وزن صد دانه (ستون‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح پنج درصد ندارند).

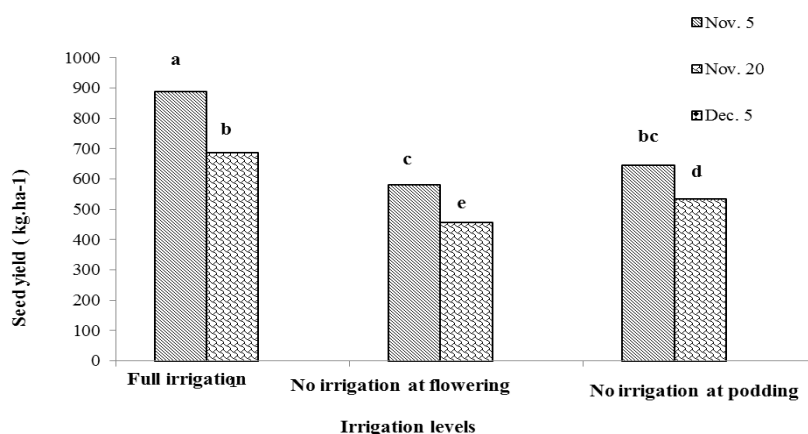
Figure 3. Interaction effects of drought stress and sowing date on 100-seed weight (Columns with the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$).

در (al., 2010 a, b; 2015). بیشترین عملکرد عدس، در شرایط آبیاری کامل به دست می‌آید و در این ارتباط، اجتناب از تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی، به‌ویژه در مرحله غلافدهی تا دانه‌بستن ضروری است (Nezami et al., 2011; Zyaie et al., 2012).

عملکرد دانه

بیشترین عملکرد دانه، به ترتیب به تیمار آبیاری کامل و تاریخ کاشت ۱۵ آبان (۸۹۰ کیلوگرم در هکتار) و تیمار آبیاری کامل و تاریخ کاشت ۳۰ آبان تعلق داشت و کمترین عملکرد دانه در تیمار تنش خشکی در مرحله گلدهی و تاریخ کاشت ۳۰ آبان (۴۵۰ کیلوگرم در هکتار) تولید شد (شکل ۴).

Hosseini et al (2011) با بررسی ارقام عدس در سطوح مختلف آبیاری تکمیلی گزارش کردند که افزایش طول مدت پر شدن دانه در عدس، سبب افزایش وزن صد دانه می‌شود و هر عاملی از قبیل تأخیر در کاشت و یا تنش رطوبت، سبب کاهش طول دوره پر شدن دانه می‌شود و وزن صد دانه را کاهش می‌دهد. محققان با بررسی گیاه نخود نشان دادند که محدودیت رطوبت در زمان گلدهی و غلافدهی، موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه چروک شدن دانه می‌شود (Ullah et al., 2002). تنش خشکی، مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد حبوبات است؛ این کاهش بیشتر به ریزش غلاف‌ها مربوط می‌شود. غلاف‌ها زمانی شروع به ریزش می‌کنند که پیری برگ‌ها به دلیل تنش خشکی آغاز شده باشد (Siddique et al., 2006; Amiri Dehahmadi et al., 2006).



شکل ۴- اثر متقابل تنش خشکی و تاریخ کاشت بر عملکرد دانه (ستون‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح پنج درصد ندارند).

Figure 4. Interaction effects of drought stress and sowing date on seed yield (Columns with the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$).

عملکرد عدس دارد. نتایج حاصل با گزارش‌های سایر محققان (Fallah et al., 2005; Goldani & Rezvani Moghaddam, 2007; Dehahmadi et al., 2010a) نیز مطابقت دارد.

Zang et al (2000) نتیجه گرفتند که عملکرد دانه عدس با افزایش تعداد دفعات آبیاری افزایش یافته است اما به هنگام محدودیت آب، یکبار آبیاری در مرحله گلدهی، تأثیر بسزایی در افزایش عملکرد داشته است. تنش خشکی قادر است میزان تثبیت نیتروژن،

همچنین در تاریخ کاشت ۱۵ آذر، به علت برخورد دوران رشد زایشی با تنش خشکی انتهای فصل و دماهای بالا (جدول ۲)، هیچ عملکردی تولید نشد. در این آزمایش، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته ($r=0.76^{**}$)، تعداد دانه در بوته ($r=0.46^{**}$) و وزن صد دانه ($r=0.48^{**}$) وجود داشت (جدول ۳). بر این اساس به نظر می‌رسد که تعداد غلاف در بوته، نقش مهم‌تری در بین اجزای

همچنین تنش خشکی اعمال شده در مراحل انتهایی پر شدن دانه نسبت به مراحل آغازین این دوره، تأثیر سوء کمتری بر عملکرد داشت زیرا غلاف در مراحل انتهایی تشکیل می‌شود و با پیر شدن برگ‌ها، مصرف آب کاهش می‌یابد (Boote et al., 1995).

تنفس گره‌ها و وزن خشک ساقه را کاهش دهد. یکی از دلایل کاهش عملکرد در شرایط خشکی، برهم زدن تعادل تغذیه‌ای گیاه در این شرایط است (Shaban et al., 2011). تنش خشکی در بادام‌زمینی از مرحله گلدهی تا شروع مرحله رشد غلاف، عملکرد را به‌طور معنی‌داری کاهش داد.

جدول ۳- ضرایب همبستگی میان عملکرد و اجزای عملکرد.

Table 3- Correlation coefficients between yield and yield components.

	seed yield	Biological yield	Harvest index	Pod/plant	Seed/ plant	100 seed Weight
seed yield	1					
Biological yield	0.75**	1				
Harvest index	0.89**	0.31*	1			
Pod/plant	0.76**	0.52**	0.68**	1		
Seed/plant	0.46**	0.25 ^{ns}	0.45**	0.15 ^{ns}	1	
100 seed weight	0.48**	0.57**	0.29**	0.54**	0.01 ^{ns}	1

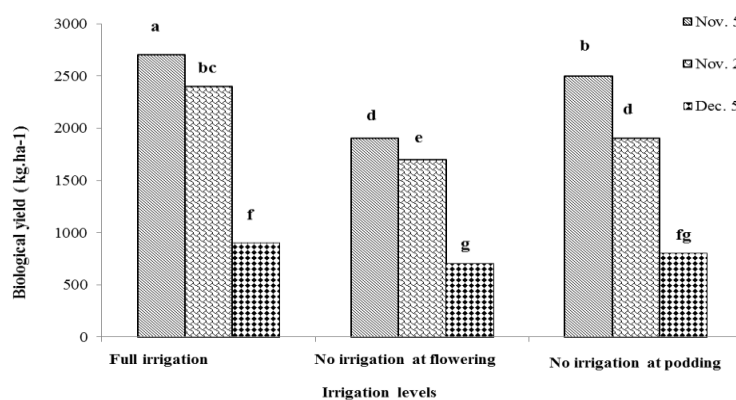
ns, * and ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

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

معنی‌دار عملکرد زیست‌توده شد، به‌طوری‌که تیمار تنش خشکی در مرحله گلدهی و تاریخ کاشت ۱۵ آذر (۷۰۰ کیلوگرم در هکتار)، کمترین عملکرد زیست‌توده را به خود اختصاص داد (شکل ۵).

عملکرد زیست‌توده

بیشترین عملکرد زیست‌توده از تیمار آبیاری کامل و تاریخ کاشت ۱۵ آبان (۲۷۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. تنش خشکی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی همراه با تأخیر در کاشت، منجر به کاهش



شکل ۵- اثر متقابل تنش خشکی و تاریخ کاشت بر عملکرد زیست‌توده (ستون‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح پنج درصد ندارند).

Figure 5. Interaction effects of drought stress and sowing date on biological yield (Columns with the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$).

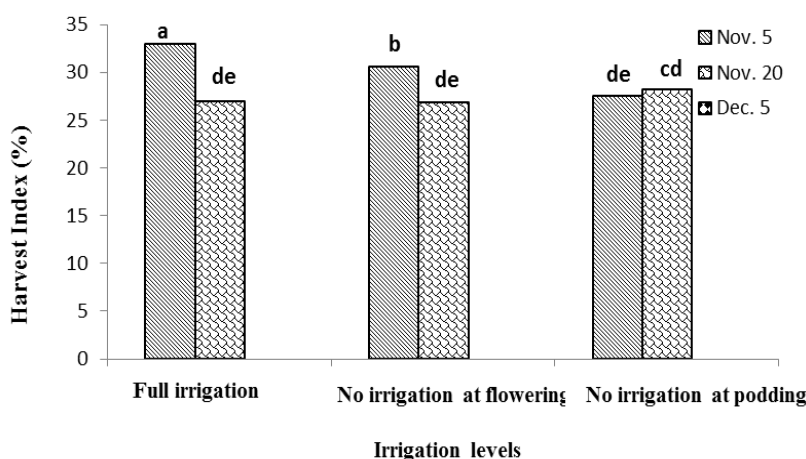
نتیجه گرفتند که عملکرد زیست‌توده عدس با افزایش تعداد دفعات آبیاری افزایش می‌یابد و تنش خشکی در مرحله گلدهی، منجر به کاهش چشمگیر عملکرد می‌شود. تنش خشکی در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی، باعث کاهش میزان ماده خشک می‌شود زیرا تنش، باعث ریزش گل‌ها، غلاف‌ها و عدم تشکیل دانه می‌شود

به‌نظر می‌رسد که فراهمی رطوبت همراه با کشت زود هنگام، با افزایش طول دوره رشد رویشی و افزایش کانوبی گیاه، جذب تشعشع فعال فتوسنتزی را افزایش می‌دهد که منجر به افزایش وزن خشک اندام هوایی می‌شود (Goldani & Rezvani Moghaddam, 2007; Zyaie et al., 2012; Zang et al., 2000).

(2009). بین عملکرد زیست توده با تعداد غلاف در بوته ($r=0.52^{**}$)، وزن صد دانه ($r=0.57^{**}$) و عملکرد دانه ($r=0.75^{**}$)، همبستگی مثبت و معنی داری مشاهده شد (جدول ۳). (Ramroodi et al., 2008) نیز در ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد برخی از ژنوتیپ‌های عدس در تاریخ‌های مختلف کاشت گزارش کردند که بالاترین همبستگی مثبت و معنی دار بین عملکرد دانه با عملکرد زیست توده وجود داشت.

شاخص برداشت

تیمار آبیاری کامل و تاریخ کاشت ۱۵ آبان (۳۲ درصد)، بیشترین شاخص برداشت را داشت؛ بالا بودن عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱۵ آبان، منجر به افزایش شاخص برداشت شد (شکل ۶).



شکل ۶- اثر متقابل تنش خشکی و تاریخ کاشت بر شاخص برداشت عدس (ستون‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، اختلاف معنی داری با یکدیگر در سطح پنج درصد ندارند).

Figure 6. Interaction effects of drought stress and sowing date on harvest index (Columns with the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$).

(Zyaie et al., 2012) اعلام کردند که بیشترین شاخص برداشت عدس، در شرایط آبیاری کامل و تاریخ کاشت زود هنگام به دست می‌آید. (Hosseini et al., 2011) در بررسی اثرات آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد عدس در شرایط آب و هوایی مشهد نتیجه گرفتند که آبیاری در مرحله گل‌دهی، بیشترین عملکرد دانه را در پی داشت و همچنین شاخص برداشت آن، مشابه شاخص برداشت آبیاری کامل بود که بیانگر اهمیت آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی

(Amiri Dehahmadi et al., 2010b). در گیاه عدس، فراهمی رطوبت در مرحله گلدهی از اهمیت بالایی برخوردار است زیرا در این زمان، گیاه دارای رشد رویشی فعال است؛ همچنین عدس گیاهی با عادت رشد نامحدود است و الگوی تجمع ماده خشک در عدس، دارای یک مرحله رشد رویشی سریع بعد از گلدهی و سپس کاهش در مرحله غلاف‌دهی است (Gangali & Nezami, 2008). نتایج بررسی‌ها در گیاه نخود نشان می‌دهد که در شرایط تنش خشکی، کاهش زیست توده گیاهی، به منزله کاهش تعرق گیاه است تا تعادل مناسبی بین تعرق و نگهداری سطح برگ بحرانی برای فتوسنتز وجود داشته باشد و در شرایط تنش، کاهش سطح برگ، یک روش سازگاری مهم است زیرا اولین راهکار گیاه به هنگام کمبود آب است (Parsa Karimi & Farneya, et al., 2012;).

تنش خشکی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی همراه با تأخیر در کاشت، منجر به کاهش معنی دار شاخص برداشت شد، به طوری که تیمارهای تنش خشکی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی در تاریخ کاشت ۳۰ آبان (پنج درصد)، کمترین شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند و با یکدیگر نیز اختلاف معنی داری نداشتند (شکل ۶). با توجه به این که کمبود رطوبت در مراحل تشکیل دانه‌ها، باعث کاهش فتوسنتز برای پر شدن دانه‌ها می‌شود، شاخص برداشت کاهش می‌یابد.

دانه عدس را به میزان ۳۵ درصد نسبت به شرایط آبیاری کامل کاهش داد. در بین اجزای عملکرد عدس، بیشترین همبستگی میان تعداد غلاف در بوته ($r=0/76^{**}$) و عملکرد دانه مشاهده شد. به‌طور کلی نتایج نشان داد که تاریخ کاشت زود هنگام ۱۵ آبان به همراه آبیاری کامل، منجر به افزایش عملکرد عدس (۸۹۰ کیلوگرم در هکتار) شد و تنش خشکی در مرحله گلدهی و تاریخ کاشت ۱۵ آبان، عملکرد دانه را ۴۸ درصد کاهش داد. همچنین در این مطالعه، اثر تنش خشکی در تاریخ کاشت دیر هنگام (۱۵ آذر) بیشتر بود زیرا در این تاریخ کاشت، به دلیل برخورد با دماهای بالا در دوران گلدهی و تلقیح، هیچ عملکردی حاصل نشد؛ از این رو به کشاورزان عدس‌کار در این منطقه توصیه می‌شود که تاریخ کاشت خود را در پاییز و قبل از ۱۵ آذر انتخاب نمایند.

است. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص برداشت با تعداد غلاف در بوته ($r=0/68^{**}$)، تعداد دانه در بوته ($r=0/45^{**}$)، وزن صد دانه ($r=0/29^{**}$)، عملکرد دانه ($r=0/89^{**}$) و عملکرد زیست‌توده ($r=0/31^{**}$) مشاهده شد (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های سایر محققان (Hosseini et al., 2011; Zyaie et al., 2012; Ramroodi et al., 2008) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

در کشت بهاره عدس در مناطق خشک و نیمه‌خشک، گیاهان در مرحله رشد زایشی با تنش خشکی مواجه می‌شوند، بنابراین استفاده از تاریخ‌های کشت پاییزه، یکی از راه‌کارهای جلوگیری از تنش خشکی انتهای فصل در مراحل بحرانی گلدهی و غلاف‌دهی است. در این آزمایش، تنش خشکی در مرحله گلدهی، عملکرد

REFERENCES

1. Amiri Dehahmadi, S. R., Parsa, M. & Gangeali, A. (2010a). The effects of water stress at different phenological stages on morphological traits and yield component of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(1), 157-166. [In Persian].
2. Amiri Dehahmadi, S. R., Parsa, M., Nezami, A. & Gangeali, A. (2010 b). The effects of water stress at different phenological stages on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse conditions. *Iranian Journal of Pulses Research*, 2(1), 69-84. [In Persian].
3. Amiri, S. R. & Deihimfard, R. (2018). Can the dormant seeding of rain-fed lentil improve productivity and water use efficiency in arid and semi-arid conditions? *Field Crops Research*, 227, 67-78.
4. Amiri, 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(1), 66-77.
5. Anonymous, K. (2013). *Agricultural Statistic. Volume 2: Crops*. Ministry of Jihad-e-Agriculture. Planning and economic affairs, Office of Statistics and Information Technology.
6. Aryan Nia, N., Gholizade, M. R. & Sharafi Zadeh, M. (2010). The study of planting date and genotype effects on yield and yield components of Mung bean (*Vigna radiata* L.) under Dezful climatic conditions. *Crop Physiology Journal*, 2(1), 3-17. [In Persian].
7. Barrios, A., Aparicio, T., Rodríguez, M. J., Pérez de la Vega, M. & Caminero, C. (2016). Winter sowing of adapted lines as a potential yield increase strategy in lentil (*Lens culinaris* Medik). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14(2), 702-708.
8. Boote, K. J., Schubert, A. A., Stansell, J. R. & Stone, J. F. (1995). Irrigation, water use and water relation. In: H.E. Patte and Young C.T. (Ed.). *Peanut Science and Technology*. American Peanut Research. Inc: Yoakum, Texas. PP: 164-205.
9. Fallah, S., Ehsanzadeh, P. & Daneshvar, M. (2005). Study of the effects of planting density and supplementary irrigation on yield and its components using three chickpea cultivars in KhoramAbad, Loretan. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 36, 719 - 731. [In Persian].
10. Ganjeali, A. & Nezami, A. (2008). *Ecophysiology and determinatives yield of pulses in pulses*.

- JDM Press. Iran. 500Pp. [In Persian].
11. Ghahghae, F., Galavi, M., Ramroodi, M. & Bagheri, A. (2010). Comparison of yield and yield components of lentil genotypes under limited irrigation in the province of Sistan. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(3), 431-437. [In Persian].
 12. Goldani, M. & Rezvani, P. (2007). The effects of different irrigation regimes and planting dates on phenology and growth indices of tree chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in Mashhad. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 14, 229-242. [In Persian].
 13. Hosseini, F., Nezami, A., Parsa, M. & Haj Mohamadnia, K. (2011). Effects of Supplementary Irrigation on Yield and Yield Components of Lentil (*Lens culinaris* Medik.) Cultivars in Mashhad Climate. *Journal of Water and Soil*, 25(3), 625-633. [In Persian].
 14. Karimi, B. & Farneya, A. (2009). Evaluation of cultural traits, yield and yield components of rainfed chickpea cultivars with supplemental irrigation. *Modern Agriculture Journal*, 17, 83-90. [In Persian].
 15. Kashfi, S. M. H., Majnoun Hosseini, N. & Zeinali Khaneghah, H. (2010). Effect of plant density and starter nitrogen fertilizer on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Kourosh) at Karaj conditions. *Iranian Journal of Pulses Research*, 1, 11-20. [In Persian].
 16. Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L. Crouch, J. H. & Serraj, R. (2006). Variability of root length density and its contributions to seed yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal water stress. *Field Crops Research*, 95, 171-181.
 17. Malhotra, R. S. & Sexana, M. C. (2002). Strategies for overcoming Water stress in chickpea. *International Center for Agriculture Research in the Dry Areas*, 17, 20 – 23.
 18. Mousavi, K. & Pezeshkpur, P. (2006). Evaluation of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars response to sowing date. *Journal of Iranian Field Crop Research*, 4, 141- 154. [In Persian].
 19. Nezami, A. & Bagheri, A. (2004a). Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: 2- yield and yield components. *Journal of Iranian Field Crop Research*, 3, 156-170. [In Persian].
 20. Nezami, A. & Bagheri, A. (2004b). Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: 1 –phenology and morphology characteristics. *Journal of Iranian Field Crop Research*, 3, 143-155. [In Persian].
 21. Nezami, A., Bagheri, A., Porsa, H., Zafaraneih, M. & Khamadi, N. (2011). Evaluation of cold tolerant lentil genotypes (*Lens culinaris* Medik.) in fall planting under supplementary irrigation. *Iranian Journal of Pulses Research*, 2(1), 49-58. [In Persian].
 22. Oweis, T., Hachum, A. & Pala, M. (2004). Lentil production under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. *Agricultural Water Management*, 68, 251-265.
 23. Parsa, M., Ganjeali, A., Rezaeyanzadeh, E. & Nezami, A. (2012). Effects of Supplemental Irrigation on Yield and Growth Indices of Three Chickpea Cultivars (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Iranian Field Crop Research*, 9, 1-14. [In Persian].
 24. Ramroodi, M., Galavi, M. & Nakhzari Moghaddam, A. (2008). Evaluation of Yield and Yield Components of Some Lentil Genotypes to Different Planting Dates. *Journal of Water Research in Agriculture*, 8(2), 69-77.
 25. Rezvani Moghaddam, P. & Sadeghi Samarjan, R. (2008). Effect of sowing dates and different irrigation regimes on morphological characteristics and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) (Cultivar 3279 ILC). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 6, 315-325. [In Persian].
 26. SAS Institute. 2001. SAS System, Eighth ed. *SAS Inst.*, Cary, NC.
 27. Serraj, R., Krishnamurthy, L., Kashiwagi, J., Kumar, J., Chandra, S. & Crouch, J. H. (2004). Variation in root traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.) grown under terminal water. *Field Crops Research*, 88, 115-127.
 28. Shaban, M., Mansoori Far, S., Ghobadi, M. & Ashrafi Parchin, R. (2011). Effect of drought stress and starter nitrogen fertilizer on root characteristics and seed yield of four chickpeas (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Seed and Plant journal*, 17, 451-470. [In Persian].
 29. Siddique, K. H. M., Sedegly, R. H. & Marshal, C. (2006). Effects of plant density on growth and harvest index of branches in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research*, 31: 193-203.

30. Singh, K. B. & Saxena, M. C. (1993). **Breeding for stress tolerance in cool-season food legumes.** The Hague. The Netherlands: Martinus Nijhoff/Junk.
31. Singh, K. S. Singh, A. & Singh, P. P. (1990). Effect of sowing date and row spacing on the yield of lentil varieties. *Lens Newsletter*, 17(1), 9-12.
32. Soltani, A., khoie, F. R., khassemi Golezani, K. & Moghaddam, M. (2001). A stimulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. *Agricultural Water Management*, 49, 225-237.
33. Ullah, A., Bakht, J., Shafi, M. & Islam, W. A. (2002). Effect of various irrigations levels on different chickpea varieties. *Asian journal of Plant Science*, 53: 355-357.
34. Zang, H., Pala, M., Oweis, Y. & Harris, H. (2000). Water use and water use efficiency of chickpea and lentil in a Mediterranean environment. *Australian Journal of Agricultural Research*, 51, 295-304.
35. Zyaie, S. M., Nezami, A., Valizadeh, J. & Jafari, M. (2012). Evaluation of possible autumn planting of lentil in Saravan condition. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 104, 55-62. [In Persian].