نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۵ شمارهٔ۱، صفحهٔ۹۰-۷۹، نیمهٔ اول ۱۳۹۳

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 5, No. 1, 2014, p. 79-90

تأثیر تنش خشکی و روش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود (*Cicer arietinum* L.)

لاله عباسلو[۱]، سید عبدالرضا کاظمینی[۲*] و محسن عدالت[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

۲ و ۳- به‌ترتیب، دانشیار و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۱۲

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی و روش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به‌صورت اسپلیت‌فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. فاکتور اصلی، قطع آبیاری بر اساس مراحل رشدی نخود (دو هفته پس از سبزشدن=I_1، گلدهی=I_2 و آبیاری نرمال=I_3) و فاکتور فرعی شامل ترکیبی از دو رقم نخود (آرمان و آزاد) و روش کاشت (کرتی، درون جوی و روی پشته) بود. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین میزان غلاف در بوته، دانه در بوته، درصد غلاف دودانه‌ای، وزن۱۰۰دانه، عملکرد دانه، و عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب در تیمار I_3 و I_1 به‌دست آمد و در مورد درصد غلاف پوک، روند برعکس بود. از نظر روش کاشت، بیشترین میزان غلاف در بوته، دانه در بوته، درصد غلاف دودانه‌ای، وزن۱۰۰دانه و عملکرد دانه، در روش کاشت روی پشته به‌دست آمد. به‌طور کلی رقم آزاد به‌طور معنی‌داری از عملکرد دانه بیشتری نسبت به رقم آرمان (۱۶۴ در مقابل۱۱۷گرم در مترمربع) برخوردار بود و رقم مناسب برای این منطقه می‌باشد. هرچند تحت شرایط تنش خشکی، عملکرد دانه در هر دو رقم نخود کاهش یافت، ولی تغییر در روش کاشت از کرتی به کشت روی پشته در تیمارهای قطع زودهنگام آبیاری(I_1) و یا در مرحله گلدهی(I_2)، به‌عنوان یک روش زراعی می‌تواند باعث کاهش خسارت ایجادشده به‌ترتیب تا میزان ۲۶ و ۳۲درصد شود.

کلمات کلیدی: تعداد دانه در غلاف، قطع آبیاری، کاشت روی پشته، گلدهی

مقدمه

در سطح جهانی، نخود با سطح زیرکشت بیش از ۱۲میلیون‌هکتار و متوسط تولید۹۳۰کیلوگرم در هکتار به‌عنوان سومین گیاه مهم از گروه حبوبات می‌باشد (FAO, 2012) که به‌دلیل دارابودن هزینه تولید کم، سازگاری وسیع آب و هوایی، استفاده در تناوب گیاهی و توانایی تثبیت نیتروژن اتمسفری، یکی از مهم‌ترین گیاهان لگوم در سیستم کشاورزی پایدار به‌شمار می‌رود (Anonymous, 2001). ایران با سطح زیرکشت حدود۷۰۰هزارهکتار، رتبه چهارم این محصول را در جهان پس از هندوستان، پاکستان و ترکیه به‌خود اختصاص داده است. ۹۵درصد کشت نخود در ایران در شرایط دیم صورت می‌گیرد. متوسط عملکرد در ایران ۵۵۸کیلوگرم در هکتار است که نسبت به میانگین جهانی آن بسیار پایین است (FAO, 2012; Sabaghpour, 2001). تنش خشکی مهم‌ترین تنش غیرزنده در نخود گزارش شده است و بسته به منطقه جغرافیایی و شرایط آب و هوایی در طول فصل رشد، ۳۰ تا ۶۰درصد عملکرد را کاهش می‌دهد (Kanouni *et al*., 2003). در اقلیم مدیترانه‌ای، نخود به‌طور سنتی در بهار کاشته می‌شود که این نواحی دارای بارندگی کم و با توزیع نامناسب می‌باشد. بنابراین، تولید نخود دیم به رطوبت ذخیره‌شده در خاک وابسته است که این شرایط به همراه دمای بالا سبب کاهش شدید عملکرد نخود می‌شود (Oweis *et al*., 2004). تنش خشکی علاوه بر این‌که بر صفات کمّی اثر می‌گذارد، بر صفات کیفی نیز تأثیر دارد، به‌صورتی‌که تحت تنش خشکی میزان پروتئین دانهٔ لوبیا افزایش یافت (Mohammadei *et al*., 2011). تنش خشکی در نخود معمولاً از اواخر مرحله رشد رویشی تا مرحله رسیدگی مشاهده می‌گردد (Soltani *et al*., 2001). تنش خشکی، رشد رویشی و عملکرد را از طریق اُفت سطح برگ و فتوسنتز کاهش می‌دهد و این امر منجر به کاهش فتوسنتز جامعه گیاهی می‌گردد و یک رابطه نزدیک بین رشد گیاه و فتوسنتز و وضعیت آب در برگ مشاهده شده است (Kumar, 2010). Jalilian *et al*, (2005) با بررسی اثر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم نخود دریافتند که آبیاری تکمیلی باعث افزایش تعداد شاخه فرعی،

* **نویسنده مسئول**: شیراز، دانشگاه شیراز، دانشکدهٔ کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح‌نباتات
kazemin@shirazu.ac.ir

تعداد غلاف در گیاه، وزن۱۰۰دانه و عملکرد دانه می‌شود. Leport *et al*, (2006) دریافتند که تولید غلاف در نخود، بیشتر توسط تنش آبی اوایل غلاف‌بندی نسبت به تنش آبی در اواخر غلاف‌بندی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. Liu *et al,* (2004) گزارش کردند تنش خشکی شدید در اوایل مرحله توسعه غلاف‌ها در سویا، رشد غلاف‌ها را کاهش می‌دهد و منجر به کاهش قابل‌ملاحظه در مجموع تعداد کل غلاف می‌شود. Pacucci *et al*, (2006) در آزمایشی نشان دادند که با افزایش دفعات آبیاری، وزن۱۰۰۰دانه افزایش پیدا می‌کند. Mohammadian *et al*, (2005) گزارش کردند که شاخص سطح برگ، وزن‌خشک برگ، وزن‌خشک شاخه و وزن‌خشک ریشه تحت تنش خشکی در مقایسه با شرایط بدون تنش کاهش یافت. Soltani *et al*, (2001) نشان دادند که خشکی انتهایی دوره رشد می‌تواند عملکرد دانه را در نخود به‌شدت و به‌میزان ۶۷درصد کاهش دهد. Nelson (2001) گزارش کرد که اِعمال تنش رطوبتی در مراحل پایانی رشد باعث کاهش عملکرد دانه و بیوماس نخود می‌شود.

روش کاشت مناسب، روشی است که بتوان با مصرف کمترین مقدار بذر و حداقل تردد ماشین‌آلات و همچنین با صرف کمترین انرژی و زمان، بذر را در فواصل و عمق مناسب خاک قرار دهد که به‌سرعت جوانه زده و در نهایت گیاهچه‌های پایداری ایجاد نماید (Khan, 2000).

Fahong *et al,* (2004) با مطالعه بر روی دو رقم گندم در خاک لومی دریافتند که سیستم کشت جوی و پشته‌ای در مقایسه با کشت مسطح موجب افزایش جذب نیتروژن همراه با افزایش۱۰درصدی در عملکرد گندم گردیده است. در آزمایشی با مقایسه روش کشت کرتی همراه با آبیاری غرقابی و روش کشت روی پشته همراه با آبیاری فارویی مشاهده شد که روش کشت کرتی به‌واسطه ایجاد سله، کاهش راندمان آبیاری، ناکارآمدی مصرف نیتروژن و تخریب برخی ویژگی‌های خاک قابل‌توصیه نمی‌باشد. در عوض استفاده از روش کشت روی پشته با آبیاری فارویی باعث کاهش مقدار مصرف و افزایش راندمان آبیاری، بهبود کارآیی مصرف نیتروژن، عدم ایجاد سله در سطح خاک و همچنین کاهش شیوع بیماری‌ها می‌شود. استفاده از روش کشت روی پشته باعث ایجاد امکان کنترل بهتر علف‌هرز، کاهش مقدار مصرف نهاده‌ها از جمله کود، بذر، سموم و آب آبیاری می‌شود (Fahong *et al*, 2004). هدف از انجام این تحقیق تعیین بهترین رقم و روش کاشت در کاهش خسارت ناشی از تنش خشکی است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۹۰ در مزرعۀ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، واقع در باجگاه (۱۴کیلومتری شمال‌شرقی شیراز) اجرا شد. بافت خاک مورد آزمایش از نوع لومی‌سیلت و در دو سال قبل از آن به‌صورت آیش بود. میانگین دما و بارندگی ماه‌های فروردین تا تیر، از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک باجگاه تهیه شد (جدول۱). عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح در اوایل فروردین بود و سپس با مرزبند، کرت‌هایی به ابعاد ۳×۲/۴متر ایجاد شد. کود نیتروژن مورد نیاز بر اساس ۱۵۰کیلوگرم اوره و ۵۰کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار به کرت‌ها داده شد که نصف کود نیتروژن و تمام کود فسفات در هنگام کاشت و مابقی کود نیتروژن دو هفته پس از سبزشدن به مزرعه داده شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت‌پلات‌فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد که فاکتور اصلی، دو رقم نخود (آرمان و آزاد)، فاکتور فرعی شامل ترکیبی از مراحل قطع آبیاری بر اساس مراحل رشدی نخود (دو هفته پس از سبزشدن=I_1 که معادل مرحله ۵ تا ۶برگی است، گلدهی=I_2، آبیاری در تمام مراحل رشد=I_3 (به‌عنوان شاهد) و سه روش کشت (کرتی، کشت درون جوی و کشت روی پشته) بود. فاصله پشته‌ها از یکدیگر۶۰سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها از یکدیگر حدود ۹سانتی‌متر بود. تراکم کاشت برای تمام تیمارها ۲۰بوته در مترمربع درنظر گرفته شد. به‌منظور جلوگیری از نشت آب به کرت‌های مجاور، بین هر کرت، پشته‌ای به عرض یک‌متر ایجاد شد. جهت مبارزه با علف‌های‌هرز از وجین دستی استفاده شد. برای اندازه‌گیری صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن۱۰۰دانه، درصد غلاف یک و دودانه‌ای و درصد غلاف پوک، در انتهای فصل رشد و پس از رسیدگی فیزیولوژیک نخود، چهار بوته از هر کرت به‌طور تصادفی برداشت شد. برای محاسبه عملکرد دانه، با رعایت حاشیه‌ها از سطح معادل دو مترمربع در انتهای فصل رشد، بوته‌ها را از نزدیک سطح زمین کف‌بُر نموده و پس از قراردادن در آون با دمای ۷۰°C به‌مدت ۴۸ساعت، دانه‌ها را از سایر قسمت‌ها جدا کرده و با توزین دانه‌ها، عملکرد دانه محاسبه شد. برای محاسبه عملکرد بیولوژیک، وزن‌خشک دانه‌ها با وزن‌خشک بقایای گیاه جمع شد. جهت محاسبه شاخص برداشت، از فرمول زیر استفاده شد که در آن GY عملکرد دانه وBY عملکرد بیولوژیک گیاه است:

$$HI= (GY/BY)*100$$

کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای EXCEL، MINITAB و SAS انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح ۵درصد استفاده شد.

جدول ۱- درجه‌حرارت میانگین، حداقل، حداکثر و روزانه و درجه‌حرارت مطلق حداقل و حداکثر بر حسب درجهٔ سانتی‌گراد و بارندگی حداکثر روزانه و جمع کل آن بر حسب میلی‌متر در سال زراعی۱۳۹۰ در منطقهٔ باجگاه

Table 1. Average minimum, maximum and daily temperature and absolute minimum and maximum temperature, and the maximum daily rainfall and in total in crop year 2011 in Bajgah region

ماه Month	درجه‌حرارت هوا (سانتی‌گراد) Temperatures (C)					بارندگی (میلی‌متر) Rainfall (mm)	
	متوسط Average		مطلق Absolute			حداکثر روزانه Maximum daily	جمع کل Total
	حداکثر Maximum	حداقل Minimum	روزانه Daily	حداکثر Maximum	حداقل Minimum		
April فروردین	20.31	3.32	11.81	24	-4	15.5	30.5
May اردیبهشت	27.5	7.83	17.66	34	2.6	-	-
June خرداد	34.10	12.39	23.25	37.5	6.8	-	-
July تیر	35.77	15.30	25.54	38	11	-	-
August مرداد	35.85	15.16	25.51	37.5	11.6	-	-

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف آبیاری و برهمکنش آن با رقم بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود (جدول۲). با اِعمال سطوح آبیاری در مراحل دو هفته پس از سبزشدن (I_1) و گلدهی (I_2) در مقایسه با تیمار آبیاری نرمال (I_3) تعداد غلاف در بوته به‌ترتیب به میزان ۶۸ و ۴۰درصد کاهش یافت. (جدول۳). در تحقیقات انجام شده توسط Leport (1999) و Soltani *et al*, (2000) در مورد اثرات تنش خشکی در نخود گزارش شده است که کمبود آب باعث کاهش تعداد غلاف می‌شود. Singh *et al*, (1987) گزارش کردند که تعداد غلاف در بوته در بین اجزای عملکرد به تنش خشکی حساس‌تر می‌باشد. Liu *et al*,(2004) گزارش کردند که تنش خشکی شدید در اوایل گسترش غلاف‌ها، رشد غلاف‌ها را کاهش می‌دهد و منجر به کاهش قابل‌ملاحظه در تعداد غلاف‌ها می‌شود. هرچه مقدار آب آبیاری بیشتر شود، سایه‌انداز گیاه افزایش می‌یابد 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 (Jalota *et al.*, 2006). وقوع خشکی در انتهای دوره رشد نخود، علاوه بر عدم تکامل غلاف و گل، بر مادگی بیشتر از دانه گرده تأثیرگذار بود (Fang *et al.*, 2010).

تعداد غلاف در رقم آزاد (۲۸/۲عدد) نسبت به رقم آرمان (۲۳/۳عدد) به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول۳). اثر روش کاشت بر تعداد غلاف، معنی‌دار بود. بیشترین تعداد غلاف در روش کاشت روی پشته (۲۷عدد) و کمترین در روش کاشت کرتی(۲۵عدد) به‌دست آمد (جدول۳). برهمکنش سطوح آبیاری و رقم نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته به‌ترتیب مربوط به تیمارI_3 و رقم آزاد (۴۴/۴) و تیمارI_1 و رقم آرمان(۱۲/۵) بود (جدول۴).

اثر برهمکنش رقم در روش کاشت بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته به‌ترتیب مربوط به رقم آزاد با روش کشت روی پشته (۳۰) و رقم آرمان با روش کشت کرتی (۲۲/۶) بود (جدول۵). همبستگی عملکرد دانه با تعداد غلاف دربوته (r=۰/۹۸**) مثبت و معنی‌دار بود (جدول۷) که با نتایج بسیاری از تحقیقات (Calcagno *et al.*, 1988؛ Geletu Bejiga *et al.*, 1991؛ Rezvani Moghaddam & Sadeghi Samarjan 2008). مطابقت دارد.

تعداد دانه در بوته

تعداد دانه در بوته ارتباط نزدیکی با تعداد غلاف در بوته دارد اثر سطوح مختلف آبیاری و برهمکنش آن با رقم بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول۲). بیشترین و کمترین تعداد دانه به‌ترتیب مربوط به تیمارI_3 (۴۵) و تیمارI_1 (۱۲) بود (جدول۳). رقم آزاد نسبت به رقم آرمان به‌طور معنی‌داری به‌میزان ۲۲درصد دارای تعداد دانه در بوته بیشتری بود (جدول۳). نتایج برهمکنش سطوح آبیاری و رقم نشان داد که بیشینه تعداد دانه در برهمکنش تیمار آبی نرمال و رقم آزاد (۵۱/۶) و کمینه آن در سطح آبیاریI_1 و رقم آرمان (۱۱) به‌دست آمد (جدول۴). به‌نظر می‌رسد در شرایط فراهم‌بودن رطوبت قابل‌دسترس، طول دوره زایشی و میزان فتوسنتز جاری افزایش می‌یابد که منجر به تشکیل گل‌های بیشتر در هر گل‌آذین می‌شود.

جدول۲- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد دانه نخود

Table 2. Analysis of variance for yield and yield components of chickpea

منابع تغییرات (S. O. V.)	درجه آزادی d.f	تعداد غلاف در بوته No. pod plant^{-1}	تعداد دانه در بوته No. seed plant^{-1}	درصد غلاف یک‌دانه‌ای One seeded pod percent	درصد غلاف دودانه‌ای Two seeded pod percent	درصد غلاف پوک Hollow pod percent plant^{-1}	وزن ۱۰۰دانه 100-Seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield
تکرار Replication	3	7.29^{ns}	11.96^{ns}	31.35^{ns}	11.62^{ns}	31.36^{ns}	0.84^{ns}	21652.62^{ns}	23493.27^{ns}
سطوح آبیاری Irrigation levels (A)	2	4441.79**	6885.67**	637.74**	540.68**	1140.54**	18.15**	20558182.91**	26279634.90**
خطای کرت اصلی Error (a)	6	3.61	4.39	25.95	7.02	12.39	0.66	9723.21	10135.41
رقم Cultivars (B)	1	441.29**	795.00**	62.79^{ns}	179.77**	30.07*	59.29**	3885301.13**	7045682.40**
روش کاشت Planting method (C)	2	21.10**	59.98**	17.58^{ns}	90.53**	61.34**	7.23**	313309.39**	331559.99**
A×B	2	89.04**	198.40**	116.93**	40.65**	53.13**	8.19**	1125691.13**	1922672.15**
A×C	4	1.94^{ns}	13.17*	42.98^{ns}	72.39**	19.55*	8.02**	146037/47**	145694.60**
B*C	2	20.89**	45.21**	14.39^{ns}	5.72^{ns}	32.57**	12.45**	101991.83**	108602.86**
(b) Error	45	4.82	4.58	18.42	7.91	6.77	0.36	11878.33	12293.97
CV (%) ضریب تغییرات(٪)		8.52	7.86	7.15	13.71	13.34	2.39	7.75	4.28

ns، * و **: به‌ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

ns, * and **: not significant, significant at 5% and 1%, respectively

جدول۳- اثر سطوح آبیاری، رقم و روش کاشت بر برخی از صفات نخود

Table 3. Effects of irrigation levels, cultivars and planting method on some traits of chickpea

تیمار Treatments		تعداد غلاف در بوته Pod no. per plant	تعداد دانه در بوته Seed no. per plant	غلاف یک‌دانه‌ای در بوته (درصد) One seeded pod per plant (%)	غلاف دودانه‌ای در بوته (درصد) Two seeded pod per plant (%)	غلاف پوک در بوته (درصد) Hollow pod per plant (%)	وزن۱۰۰دانه (گرم) 100 seed weight (g)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g.m^{-2})	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological yield (g.m^{-2})
سطوح آبیاری Irrigation levels	I_1	13.0c	12.0c	55.0c	18.0	27.2a	24.9b	59.2c	175.8c
	I_2	24.2b	24.4b	65.0a	17.6b	17.3b	24.8b	121.4b	223.9b
	I_3	40.0a	45.0a	60.0b	26.0a	13.9c	26.4a	241.3a	376.2a
رقم Cultivar	آرمان Arman	23.3b	23.9b	61.0a	19.0 b	20.1a	24.4b	1174b	227.4b
	آزاد Azad	28.2a	30.5a	59.0a	22.1a	18.8b	26.3a	163.9a	289.9a
روش کاشت Planting method	جوی Furrow	25.8ab	27.b	60.8a	20.4b	18.8b	24.9b	136.5b	254.7b
	پشته Ridge	27.0a	29.0a	60.0a	22.5a	18.4b	26.0a	153.5a	272.0a
	کرت Flat	25.0b	26.0c	60.0a	18.6c	21.3a	25.2b	132.0b	249.0b

I_1: قطع آبیاری دو هفته پس از سبز شدن؛ I_2: قطع آبیاری در مرحله گلدهی؛ I_3: آبیاری نرمال

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون برای هر پارامتر اختلاف معنی‌داری ندارند (LSD ۵درصد)

I_1: Stop irrigation two weeks after emergence; I_2: Stop irrigation at flowering stage; I_3 Normal irrigation

Means with similar letters in each column have no significant difference (LSD 5%)

با افزایش 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 و از طرفی کاهش میزان آب آبیاری و همچنین افزایش ناگهانی درجه‌حرارت سبب پیری زودرس گیاه می‌شود (Khanna-Chopra *et al.*, 1987). تعداد دانه در بوته متأثر از تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف و درصد پوکی ارقام است، لذا بدیهی است که بیشترین تعداد دانه در بوته را رقمی‌داشته باشد که از تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف بیشتر و میزان پوکی کمتری برخوردار باشد.

اثر روش کاشت و برهمکنش آن با رقم بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول۲). با تغییر روش کاشت، تعداد دانه در بوته به‌طور معنی‌داری تغییر یافت، به‌گونه‌ای که بیشترین تعداد دانه (۲۹) در روش کاشت روی پشته و کمترین (۲۶) در روش کاشت کرتی به‌دست آمد (جدول۳). نتایج برهمکنش رقم و روش کاشت نشان داد که بیشینه و کمینه تعداد دانه در بوته به‌ترتیب مربوط به رقم آزاد با روش کاشت روی پشته (۳۳) و رقم آرمان با روش کاشت کرتی (۲۲) بود (جدول۵). برهمکنش سطوح آبیاری و روش کاشت بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین تعداد دانه در بوته (۴۷/۴) در تیمار آبیاری نرمال و روش کاشت روی پشته و کمینه آن (۱۰) در سطح آبیاری I_1 و روش کاشت کرتی به‌دست آمد (جدول۶). همبستگی عملکرد دانه با تعداد دانه در بوته مثبت و معنی‌دار بود (r=۰/۹۹**) (جدول۷)، به‌طوری‌که هرچه تعداد دانه در گیاه افزایش یابد، عملکرد کل افزایش می‌یابد. صفت تعداد دانه در بوته به‌عنوان مهم‌ترین جزء در تعیین عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی در مرحله ۵ تا ۶برگی می‌باشد (Eivazi *et al.*, 2012).

درصد غلاف یک‌دانه‌ای

اثر سطوح آبیاری و برهمکنش آن با رقم بر درصد غلاف یک‌دانه‌ای معنی‌دار بود (جدول۲). بیشترین و کمترین درصد غلاف یک‌دانه‌ای به‌ترتیب مربوط به تیمار I_2 (۶۵) و I_1 (۵۵) بود (جدول۳). یکی از دلایل مؤثر بر کاهش تعداد غلاف‌های یک‌دانه‌ای در رژیم‌های کم‌آبیاری و یا دیم، کوتاه‌شدن دوره گرده‌افشانی و در نتیجه کاهش تعداد غلاف می‌باشد (Pala *et al.*, 1992). بین دو رقم از نظر درصد غلاف یک‌دانه‌ای اختلاف معنی‌داری دیده نشد، ولی رقم آرمان نسبت به رقم آزاد دارای‌درصد غلاف یک‌دانه‌ای بیشتری بود (جدول۳). نتایج برهمکنش سطوح آبیاری و رقم نشان داد که در تیمار I_2 و رقم آزاد بیشترین درصد غلاف یک‌دانه‌ای (۶۶/۷) و در تیمار I_1 و رقم آزاد کمترین میزان (۵۳) به‌دست آمد (جدول۴).

درصد غلاف دودانه‌ای در بوته

اثر سطوح مختلف آبیاری و رقم و برهمکنش آنها بر درصد غلاف دودانه‌ای معنی‌دار بود (جدول۲). بیشترین درصد غلاف دودانه‌ای مربوط به تیمار I_3 (۲۶) و کمترین مربوط به تیمار I_2 (۱۷/۶) بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار I_1 نشان نداد (جدول۳). به‌نظرمی‌رسد قابل‌دسترس‌بودن آب در پیش از گلدهی و دوره پُرشدن دانه ارتباط مثبتی با رشد و دودانه‌ای‌شدن غلاف‌ها دارد، درصورتی‌که تنش در دورهٔ پُرشدن دانه رخ دهد، رشد دانه متوقف می‌شود (Begum *et al.*, 1992). مواجه‌شدن گیاه با تنش رطوبتی در طول دوره گرده‌افشانی یا حتی قبل از گلدهی منجر به کاهش تعداد دانه‌ها در غلاف می‌شود و با تداوم تنش رطوبتی، چرخه زندگی گیاه کوتاه‌تر شده و گیاه فرصت کافی برای پُرشدن غلاف‌ها و تولید کافی مواد پرورده نخواهد داشت که ضمن تأثیر بر وزن دانه می‌تواند باعث کاهش تولید غلاف‌های دودانه‌ای شود، درحالی‌که تحت شرایط بدون تنش رطوبتی، ضمن افزایش درصد تولید تعداد غلاف‌های دودانه‌ای امکان و فرصت کافی برای تولید مواد فتوسنتزی فراهم شده وحتی وزن دانه هم افزایش می‌یابد که این نتایج با نتایج محققان دیگر مطابقت دارد (Rezvani Moghaddam & Sadeghi Samarjan, 2008).

رقم آزاد نسبت به رقم آرمان به‌طور معنی‌داری به‌میزان ۱۴/۵درصد دارای غلاف دودانه‌ای بیشتری بود (جدول۳). تغییر در روش کاشت به‌طور معنی‌داری تعداد غلاف دودانه‌ای را تحت تأثیر قرار داد، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب مربوط به روش کاشت روی پشته (۲۲/۵) و روش کاشت کرتی (۱۸/۶) بود (جدول۳). نتایج برهمکنش سطوح آبیاری و رقم نشان داد که در هر دو رقم با اِعمال تنش آبی، درصد غلاف دودانه‌ای به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین و کمترین درصد غلاف دودانه‌ای به‌ترتیب در سطح تنش I_3 و رقم آزاد (۲۹) و تنش I_1 و رقم آرمان(۱۷) دیده شد (جدول۴).

نتایج برهمکنش سطوح آبیاری و روش کاشت بر درصد غلاف یک‌دانه‌ای در بوته معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین درصد در تیمار I_3 و روش کاشت روی پشته (۲۸) و تیمار I_1 و روش کاشت کرتی (۱۳) به‌دست آمد (جدول۶). همبستگی عملکرد دانه با درصد غلاف دودانه‌ای در بوته، مثبت و معنی‌دار بود (r=۰/۷۳*) (جدول۷). هرچه تعداد غلاف‌های دودانه‌ای در گیاه بیشتر شود، عملکرد کل افزایش می‌یابد.

درصد غلاف پوک در بوته

اثر سطوح مختلف آبیاری و روش کاشت بر درصد غلاف پوک معنی‌دار بود (جدول۲). با اعمال تنش خشکی درصد غلاف پوک در بوته افزایش یافت و بیشترین درصد پوکی مربوط به اعمال تنش خشکی در مرحله دو هفته پس از سبزشدن (I_1) بود به‌گونه‌ای‌که در مقایسه با تیمار شاهد (I_3) به‌میزان ۴۸/۷درصد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول۳).

نتایج نشان داد که بین روش‌های کاشت، روش کاشت کرتی نسبت به دو روش کاشت دیگر دارای درصد تعداد غلاف پوک بیشتری در بوته بود (جدول۳). نتایج برهمکنش سطوح مختلف تنش و رقم نشان داد که در هر دو رقم با اعمال تنش آبی درصد غلاف پوک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و اعمال زودهنگام تنش آبی درصد پوکی را افزایش داد (جدول۴).

جدول۴- اثر برهمکنش سطوح آبیاری و رقم بر برخی از صفات مورد مطالعه در نخود

Table 4. Interaction effects of irrigation levels and cultivar on some traits of chickpea

سطوح آبیاری irrigation levels	رقم Cultivar	تعداد غلاف در بوته Pod no. per plant	تعداد دانه در بوته Seed no. per plant	غلاف یک‌دانه‌ای در بوته (درصد) One seeded pod per plant (%)	غلاف دودانه‌ای در بوته (درصد) Two seeded pod per plant (%)	غلاف پوک در بوته (درصد) Hollow pod per plant (%)	وزن۱۰۰دانه (گرم) 100 seed weight (g)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological yield ($g.m^{-2}$)
I_1	آرمان Arman	12.5e	11.0e	56.6c	17.0c	26.4a	24.0d	54.7f	170.0f
I_2		21.6d	21.0d	63.50b	17.0c	19.5b	24.5d	103.0d	198.0d
I_3		35.8b	39.2b	62.6b	23.0b	14.5c	24.8c	194.3b	314.0b
I_1	آزاد Azad	13.5e	12.3e	53.0d	19.0c	28.0a	25.8b	63.6e	181.0e
I_2		26.8c	27.7c	66.7a	18.2c	15.1c	25.2c	139.6c	249.6c
I_3		44.4a	51.6a	57.5c	29.0a	13.4c	27.9a	288.2a	438.0a

I_1: قطع آبیاری دو هفته پس از سبز شدن؛ I_2: قطع آبیاری در مرحله گلدهی؛ I_3: آبیاری نرمال

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون برای هر پارامتر اختلاف معنی‌داری ندارند (LSD ۵درصد)

I_1: Stop irrigation two weeks after emergence; I_2: Stop irrigation at flowering stage; I_3: Normal irrigation

Means with similar letters in each column have no significant difference (LSD 5%)

نتایج نشان داد که درصد پوکی در رقم آزاد به‌طور معنی‌داری کمتر از رقم آرمان بود و تغییر روش کاشت از روش کرتی به کشت روی پشته‌ای باعث کاهش درصد پوکی غلاف شد (جدول‌های ۳ و ۵). به‌عبارت دیگر هرچند رقم آرمان تعداد غلاف کمتری در بوته دارد، ولی درصد پوکی آن بیشتر است. نتایج برهمکنش سطوح آبیاری و روش کاشت بر درصد غلاف پوک در بوته معنی‌دار بود. به‌طور مشخص تغییر روش کاشت از کشت کرتی به سمت کشت روی پشته‌ای به‌عنوان یک راهکار زراعی مناسب جهت کاهش درصد غلاف پوک در بوته می‌باشد (جدول۶). همبستگی عملکرد دانه با درصد غلاف پوک در بوته منفی و معنی‌دار بود (r=-۰/۷۸**) (جدول۷).

وزن۱۰۰دانه

اثر سطوح مختلف آبیاری و روش کاشت و برهمکنش آنها با رقم بر وزن۱۰۰دانه معنی‌دار بود (جدول۲). با اعمال سطوح آبیاری وزن۱۰۰دانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌گونه‌ای که در مقایسه با تیمار آبیاری نرمال، وزن۱۰۰دانه به‌ترتیب به‌میزان ۵/۵ و ۵/۹درصد در تیمارهای آبیاری I_1 و I_2 کاهش یافت (جدول۳). محدودیت رطوبت در زمان غلاف‌بندی و پُرشدن دانه می‌تواند موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه چروک‌شدن دانه‌ها گردد. Pacucci *et al*, (2006) در آزمایشی نشان دادند که با افزایش دفعات آبیاری، وزن۱۰۰۰دانه افزایش پیدا می‌کند. همبستگی عملکرد دانه با وزن۱۰۰دانه (r=۰/۶۰**) مثبت و معنی‌دار بود (جدول۷). در شرایط کشت آبی، وجود همبستگی مثبت بین عملکرد و وزن دانه نخود بیانگر این واقعیت است که نخود در شرایط مساعد از نظر دما و رطوبت از طریق تشکیل دانه‌های بزرگ‌تر، عملکرد را بهبود می‌بخشد (Silim & Saxena, 1993). وزن۱۰۰دانهٔ رقم آزاد (۲۶/۳گرم) نسبت به رقم آرمان (۲۴/۴گرم) به‌طور معنی‌داری بیشتر بود و با کاشت بذر روی پشته (۲۶گرم) نسبت به دو روش دیگر کاشت، وزن۱۰۰دانه بیشتری داشت (جدول۳و ۵). با اعمال سطوح محتلف آبیاری، وزن۱۰۰دانه در دو رقم کاهش یافت به‌گونه‌ای‌که کمترین وزن۱۰۰دانه در برهمکنش رقم آرمان و سطح آبیاری I_1 به‌دست آمد (جدول۴). نتایج برهمکنش سطوح آبیاری و روش کاشت بر وزن۱۰۰دانه معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین وزن۱۰۰دانه در تیمار I_3 و روش کاشت روی پشته (۲۷/۳) و تیمار I_2 و روش کاشت کرتی (۲۳/۴) به‌دست آمد (جدول۶).

جدول ۵- اثر برهمکنش رقم و روش کاشت بر برخی از صفات نخود

Table 5. Interaction effect of cultivar and planting methods on some of traits chickpea

رقم Cultivar	روش کاشت Planting method	تعداد غلاف در بوته Pod no. plant^{-1}	تعداد دانه در بوته Seed no. plant^{-1}	غلاف پوک در بوته (درصد) Hollow pod plant^{-1} (%)	وزن۱۰۰دانه (گرم) 100- seed weight (g)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g.m^{-2})	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological yield (g.m^{-2})
آرمان Arman	جوی Furrow	24.1c	25.2c	18.3b	23.4d	117.7cd	227.7cd
	پشته Ridge	23.2	24.3c	19.0b	25.0c	122.8c	232.0c
	کرت Flat	22.6c	22.0d	23.1a	25.0c	111.7d	222.0d
آزاد Azad	جوی Furrow	27.5b	28.9b	19.3b	26.5b	155.0b	281.8b
	پشته Ridge	30.0a	33.0a	17.7b	27.0a	184.3a	311.0a
	کرت Flat	27.0b	29.2b	19.5b	25.3c	152.1b	277.0b

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون هستند، برای هر فاکتور مطابق آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

Means with similar letters in each column have no significant difference (LSD 5%)

جدول۶- اثر برهمکنش سطوح آبیاری و روش کاشت بر برخی از صفات نخود

Table6. Interaction effects of irrigation levels and planting methods on some traits of chickpea

سطوح آبیاری Irrigation levels	روش کاشت Planting method	تعداد دانه در بوته Seed no. plant^{-1}	غلاف دودانه‌ای در بوته (درصد) Two seeded pod Plant^{-1} (%)	غلاف پوک در بوته (درصد) Hollow pod plant^{-1} (%)	وزن۱۰۰دانه (گرم) 100- seed weight (g)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g.m^{-2})	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological yield (g.m^{-2})
I1	جویFurrow	12.6e	20.1bc	26.0b	24.4c	61.7fg	179.3f
	پشته Ridge	12.8e	20.6bc	26.1b	25.1b	64.0f	182.0f
	کرتیFlat	10.0f	13.0d	29.5a	25.2b	51.3g	166.0g
I2	جویFurrow	24.9c	18.5c	15.9d	25.4b	127.d	229.5d
	پشته Ridge	26.3c	18.5c	15.4d	25.6b	135.0d	237.6d
	کرتیFlat	21.9d	15.6d	20.6c	23.4d	102.0e	204.6e
I3	جویFurrow	43.7b	22.4b	14.5d	25.1b	220.5c	355.5c
	پشته Ridge	47.4a	28.0a	13.5d	27.3a	261.0a	396.0a
	کرتیFlat	45.0b	27.0a	13.8d	26.8a	242.2b	377.2b

I_1: قطع آبیاری دوهفته پس از سبزشدن؛ I_2: قطع آبیاری در مرحله گلدهی؛ I_3: آبیاری نرمال

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

I_1: Stop irrigation two weeks after emergence; I_2: Stop irrigation at flowering stage; I_3: Normal irrigation

Means with similar letters in each column have no significant difference (LSD 5%)

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که اثرات اصلی فاکتورها بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول۲). با اعمال تنش آبی از I_3 به I_2 و I_1 عملکرد دانه به‌میزان ۵۰ و ۷۵درصد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول۳) که این نتایج با یافته‌های Goldani & Rezvani Moghaddam (2004) و Jalilian *et al*, (2005) مشابه است. به‌عبارت دیگر به‌نظر می‌رسد عدم مواجه‌شدن دورهٔ پُرشدن غلاف‌ها با تنش خشکی، از طریق طولانی‌تر شدن دورهٔ پُرشدن دانه با تأثیر بر اندازه دانه‌ها بر عملکرد دانه موثر است. مطالعات نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد نخود تحت شرایط فاریاب حاصل می‌شود و در این ارتباط اجتناب از تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی به‌ویژه در مرحله غلاف-دهی تا دانه‌بستن، ضروری است (Jalota *et al*., 2006). Parsa *et al*, (2011) نشان دادند که مرحله گلدهی، حساس‌ترین مرحله فنولوژیکی به تنش خشکی است و انجام

یک‌بار آبیاری در این مرحله عملکرد ارقام نخود را افزایش داد.

رقم آزاد به‌طور معنی‌داری به‌میزان ۲۸درصد عملکرد دانه بیشتری نسبت به رقم آرمان نشان داد (جدول۳). کاشت روی پشته به‌طور معنی‌داری در مقایسه با دو روش کاشت دیگر عملکرد دانه را افزایش داد (جدول۳). به‌نظر می‌رسد که روش کاشت روی پشته به‌دلیل مناسب‌تربودن بستر و عدم ارتباط مستقیم آب با اندام‌های نخود و انجام تهویه بهتر برای ریشه‌های گیاه، عملکرد بهتری نسبت به دو روش دیگر داشت. اثر برهمکنش سطوح مختلف آبیاری در رقم نشان داد که در هر دو رقم، اِعمال سطوح آبیاری به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه را کاهش داد و درصد این کاهش در هر سطح از تیمار آبیاری در رقم آرمان بیشتر بود (جدول۴). به‌عبارت دیگر با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، انتخاب رقم آزاد در هر سطحی از تیمار آبیاری در مقایسه با رقم آرمان، دارای عملکرد بیشتری بود. انتخاب رقم و روش کاشت مناسب، هر دو عامل مهمی در افزایش عملکرد دانه است، به‌گونه‌ای‌که بیشترین عملکرد دانه در رقم آزاد و در روش کاشت روی پشته (۱۸۴/۳گرم در مترمربع) به‌دست آمد (جدول۵). Shaikh *et al*, (1994) گزارش کردند که بیشترین وزن۱۰۰۰دانه، ارتفاع گیاه و عملکرد دانه با کشت بر روی پشته به‌دست آمده است.

نتایج برهمکنش سطوح آبیاری و روش کاشت نشان داد که با تغییر روش کاشت، عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر قرار گرفت؛ به‌عبارت دیگر به‌نظر می‌رسد هرچند در تمام سطوح آبیاری، کاشت روی پشته در مقایسه با روش کاشت کرتی دارای عملکرد بیشتری می‌باشد، ولی درصد افزایش عملکرد در تیمارهای تنش آبی بیشتر بود، به‌گونه‌ای‌که در تیمار آبی I_1 و I_2 به‌ترتیب کاشت روی پشته در مقایسه با کاشت کرتی، ۲۵ و ۳۲درصد افزایش عملکرد نشان داد (جدول۶). Chaghamirza & Farshadfar (2005) روابط بین عملکرد و اجزای آن را روی ۱۰۳ژنوتیپ نخود کابلی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که صفاتی همچون تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن خشک بوته، ارتفاع بوته و وزن صددانه همبستگی بالا و معنی داری با عملکرد دانه داشتند.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر فاکتورهای سطوح آبیاری و روش کاشت قرار گرفت (جدول۲). اِعمال تنش آبی در سطح I_1 و I_2 عملکرد بیولوژیک را به‌طور معنی‌داری به‌میزان ۵۳ و ۴۰درصد در مقایسه با تیمار آبیاری نرمال کاهش داد (جدول۳). به‌نظر می‌رسد کمبود رطوبت ناشی از تنش آبی با کاهش طول دوره رشد و نیز اثر آن بر کاهش سرعت رشد محصول باعث کاهش مقدار بیوماس کل تولیدی می‌شود. کاهش وزن اندام‌های هوایی و تولید فراورده‌های فتوسنتزی در نتیجه کمبود آب توسط Anwar *et al*, (2003) و Leport *et al*, (2006) نیز گزارش شده است. بنا بر گزارش Farbodnia (1995) گیاه نخود در شرایط تنش خشکی برای کاهش سطح فتوسنتزی خود از گسترش اندام‌های رویشی کاسته و انرژی و مواد فتوسنتزی خود را جهت حفظ بقاء متوجه رشد زایشی می‌نماید. عملکرد بیولوژیک در رقم آزاد به‌طور معنی‌داری به‌میزان ۲۲درصد بیشتر از رقم آرمان بود (جدول۳).

بیشترین عملکرد بیولوژیک در روش کاشت روی پشته (۲۷۲گرم در مترمربع) و کمترین در روش کاشت کرتی(۲۴۹گرم در مترمربع) به‌دست آمد (جدول۳). عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر اثر برهمکنش تنش و رقم قرار گرفت و هرچند در هر دو رقم، اِعمال آبیاری به‌طور معنی‌داری عملکرد بیولوژیک را کاهش داد، لیکن کمترین عملکرد بیولوژیک در تیمار I_1 و رقم آرمان (۱۷۰گرم در مترمربع) به‌دست آمد (جدول۴). Keatinge & Cooper (1983) سه جزء اصلی عملکرد در نخود را تعداد غلاف در بوته، درصد غلاف پوک و وزن۱۰۰دانه معرفی و عنوان کردند که افزایش پوکی غلاف و کاهش وزن۱۰۰دانه در شرایط تنش می‌تواند ناشی از تأثیر سوء خشکی بر روی تولید بیوماس باشد.

نتایج برهمکنش رقم و روش کاشت نشان داد که در هر دو رقم، کاشت روی پشته به‌طور معنی‌داری عملکرد بیولوژیک را افزایش داد و بیشترین عملکرد بیولوژیک، با کاشت رقم آزاد روی پشته (۳۱۱گرم در مترمربع) به‌دست آمد و کمترین عملکرد بیولوژیک در رقم آرمان و با روش کاشت کرتی(۲۲۲گرم در مترمربع) به‌دست آمد (جدول۵). نتایج برهمکنش سطوح آبیاری و روش کاشت بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود؛ به‌عبارت دیگر با تغییر روش کاشت در تیمارهای سطوح آبیاری از حالت کرتی به روش کاشت روی پشته، عملکرد بیولوژیک افزایش یافت. بیشترین و کمترین مقدار در تیمار I_3 و روش کاشت روی پشته (۳۹۶گرم در مترمربع) و تیمار I_1 و روش کاشت کرتی (۱۶۶) به‌دست آمد (جدول۶). همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک (r=۰/۹۹**) مثبت و معنی‌دار بود (جدول۷) که با نتایج (Majnoun Hosseini & Hamzeii, 2011) مطابقت دارد.

جدول۷- ضریب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در نخود

Table 7. Coefficient Correlation some of Chickpea traits

صفات Traits	تعداد غلاف در بوته Pod no. plant^{-1}	تعداد دانه در بوته Seed no. plant^{-1}	درصد غلاف یک‌دانه‌ای در بوته (درصد) One seeded pod plant^{-1} (%)	درصد غلاف دودانه‌ای دربوته Two seeded pod plant^{-1} (%)	درصد غلاف پوک در بوته Hollow pod plant^{-1} (%)	وزن۱۰۰دانه 100- seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield
تعداد غلاف در بوته Pod no. plant^{-1}	1							
تعداد دانه در بوته Seed no. plant^{-1}	0.99**	1						
درصد غلاف یک‌دانه‌ای One seeded pod plant^{-1} (%)	0.29**	0.23*	1					
درصد غلاف دودانه‌ای Two seeded pod plant^{-1} (%)	0.64**	0.69**	-0.40**	1				
درصد غلاف پوک Hollow pod plant^{-1} (%)	-0.83**	-0.82**	-0.62**	-0.45**	1			
وزن۱۰۰دانه 100-seed weight	0.48**	0.51**	-0.22ns	0.57**	-0.26*	1		
عملکرد دانه Seed yield	0.98**	0.99**	0.17ns	0.73**	-0.78**	0.60**	1	
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.96**	0.97**	0.09ns	0.75**	-0.73**	0.63**	0.99**	1

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج نشان داد که اِعمال زودهنگام قطع آبیاری (I_1) در مقایسه با تیمار آبیاری نرمال (I_3) ۷۵درصد کاهش عملکرد دانه را به همراه داشت. کاهش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته تا ۶۷درصد، تعداد دانه در غلاف به‌میزان ۷۴درصد و همچنین وزن۱۰۰دانه از یک‌سو و افزایش درصد پوکی غلاف‌ها تا ۴۹درصد از عوامل اصلی کاهش‌دهندهٔ عملکرد دانه نخود در تحت شرایط تنش شدید بوده است. تغییر در روش کاشت (از کشت کرتی به سمت کاشت روی پشته) به‌تنهایی به‌میزان ۱۶درصد (۱۳۱/۹در مقابل ۱۵۳/۵گرم در مترمربع) و انتخاب رقم مناسب یعنی (رقم آزاد در مقابل آرمان) تا ۴۰درصد به‌عنوان راهکارهای زراعی می‌توانند باعث افزایش عملکرد دانه نخود شوند. در تیمار قطع زودهنگام آبیاری (I_1)، استفاده از رقم آزاد در مقایسه با آرمان و یا تغییر روش کاشت از کرتی به روی پشته به‌ترتیب تا حدود ۱۷ و ۲۶درصد عملکرد دانه را افزایش داد و در تیمار (I_2) نیز این افزایش عملکرد به‌ترتیب به‌میزان ۳۵ و ۳۲درصد بود. لذا انتخاب ارقام با پتانسیل عملکرد دانه بالاتر و یا متحمل به خشکی و تغییر روش کاشت، به‌عنوان روش‌های بِه‌زراعی و بِه‌نژادی می‌تواند تا حدودی جبران خسارت بنماید.

منابع

1. Anonymous. 2001. Nitrogen fixing organisms (Diazotrophs). http://www.asahi-et.or.ir./it61-wtnb/BNF.html.
2. Anwar, M.R., Mckenzie, B.A., and Hill, G.D. 2003. The effect of irrigation and sowing date on crop yield and yield component of Kabuli chickpea *(Cicer arietinum* L.*)* in a cool-temperate subhumid climate. Journal of Agriculture Science 141: 259-271.
3. Begum, N., Husain, M., and Chowdury, S.I. 1992. Effect of sowing date and plant density on pod borer incidence and grain yield of chickpea in Bangladesh. International Chickpea Newsletter 27: 19-21.
4. Calcagno, F., Gallo, G., Iaian, M., and Raimondo, I. 1988. Effects of plant density on seed yield and it's components for ten chickpea genotypes grown in Sicily, Italy. International Chickpea Newsletter 18: 29-31.
5. Chaghamirza, K., and Farshadfar, E.A. 2005. Study of relationships between yield and yield components in chickpea. Abstract of 9th Iranian Congress of Crop Science and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Tehran. Karaj, Iran.

6. Eivazi, A., Taghikhani, H., Shiralizadeh, Sh., Rezaei, M., and Mousavi Anzabi, S.H. 2012. Evaluation of response of chickpea genotypes to water deficit at different growth stages by using drought tolerance indices. Iranian Journal of Pulses Research 3(1): 81-92. (In Persian with English Summary).
7. Fahong, W., Xoging, W., and Sayre, K. 2004. Comparison of conventional, flood irrigated, flat planting with furrow irrigated, raised bed planting for winter wheat in China. Field Crop Research 87: 35-42.
8. Fang, X., Turner, N.C., Yan, G., Li, F., and Siddique, K.H.M. 2010. Flower numbers, pod production, pollen viability, and pistil function are reduced and flower and pod abortion increased in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought. Journal of Experimental Botany 61: 335-345.
9. FAO. 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.Faostate.fao.org.
10. Farbodnia, T. 1995. Effect of drought stress on germination, growth and some biochemical changes induced by stress in Iranian chickpea lines. MSc. Thesis in Biology, Plant Sciences. Tehran University of Teacher Education, p. 125.
11. Geletu Bejiga, H.A., Van Rheenen, C.A., Jagadish, C.A., and Singh, O. 1991. Correlation between yield and it's components in segregation population of different generations of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Legume Research 14: 87-91.
12. Goldani, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2004. Effect of planting date on yield and yield components of rainfed and irrigated chickpea cultivars in Mashhad. Journal of Agricultural Research 2: 229-239. (In Persian with English Summary).
13. Jalilian, J., Modares Sanavi, S.A.M., and Sabaghpour, S.H. 2005. Effect of plant density and irrigation on yield, yield components and protein content of four varieties of chickpea in rainfed conditions. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 12: 1-9.
14. Jalota, S.K., Sood, A., and Harman, W.L. 2006. Assessing the response of chickpea (*Cicer aeritinum* L.) yield to irrigation water on two soils in Punjab (India): A simulation analysis using the CROPMAN model. Agricultural Water Management 79: 312-320.
15. Kanouni, H., Ahmadi, M.K., Sabaghpour, S.H., Malhotra, R.S., and Ketata, H. 2003. Evaluation of spring sowed chickpea varieties for drought tolerance. International Chickpea Conference. Raipur, Chhattisgrah, India.
16. Keating, J.D.H., and Cooper, P.J.M. 1983. Kabuli chickpea as a winter-sown crop in northern Syria: moisture relations and crop productivity. Journal of Agricultural Science 100: 667-680.
17. Khan, M.J., and Khattak, R.A. 2000. Influence of sowing methods on the productivity of canola grown in saline soil. Pakistan Journal Biological Science 3: 687-691.
18. Khanna-Chopra, R., and Sinha, S.K. 1987. Chickpea: physiological aspects of growth and yield. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.). The Chickpea. p. 163-189. C.A.B. International, UK.
19. Kumar, A.M. 2010. Plant water relations and photosynthetic activity in three Tunisian chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotype subjected to drought. Turkish Journal Agriculture Forestry 34: 257-264.
20. Leport, L., Turner, N.C., Davies, S.L., and Siddique, K.H.M. 2006. Variation in pod production and abortion among chickpea cultivars under terminal drought. European Journal of Agronomy 24: 236-246.
21. Leport, L., Turner, N.C., French, R.J., Barr, M.D., Duda, R., Davies, S.L., Tennant, D., and Siddique, K.H.M. 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. European Journal of Agronomy 11: 279-291.
22. Liu, F., Jensen, C.R., and Andersen, M.N. 2004. Drought stress effect on carbohydrate concentration in soybean leaves and pods during early reproductive development: its implication in altering pod set. Field Crops Research 86: 1-13.
23. Majnoun Hosseini, N., and Hamzeii, R. 2011. Effect of winter and spring planting time on yield and yield components of chickpea at dry land conditions. Iranian Journal of Pulses Research 1(2): 59-68. (In Persian with English Summary).
24. Mohammadi, A., Bihamta, M.R., and Dorri, H. 2011. Effects of factors affecting cooking characteristics and protein content in 15 red bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) under normal irrigation and drought stress conditions. Iranian Journal of Pulses Research 1: 143-152. (In Persian with English Summary).
25. Mohammadian, R., Moghaddam, M., Rahimian, H., and Sadeghian, S.Y. 2005. Effect of early season drought stress on growth characteristics of sugar beet genotypes. Turkish Journal of Agriculture 29: 357-368.
26. Nelson, C. 2001. Untapped Potential: Irrigated Chickpea Production. p. 43-55. Proc. Southern Alberta Conserv. Assoc. Dryland and Irrigated Reduced Tillage Conf., 1-2 Dec. 2001, Lethbridge, Canada.
27. Oweis, T., Hachum, A., and Pala, M. 2004. Water use efficiency of winter sown chickpea under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. Agriculture Water Management 66: 163-179.
28. Pacucci, G., Troccoli, C., and Leoni, B. 2006**.** Effects of supplementary irrigation on yield of chickpea genotypes in a Mediterranean climate. Agricultural Engineering International; The CIGRE Journal 3: 1-9.

29. Pala, M., and Mazid, A. 1992. On farm assessment of improved crop production practices in North West Syria. I. Chickpea. Experimental of Agriculture 28: 175-184.
30. Parsa, M., Ganjali, A., Rezaeanzadeh, A., and Nezami, A. 2011. Effect of supplemental irrigation on yield and growth indices of chickpea *(Cicer arietinum* L.*)*. Iranian Journal of Field Crops Research 9(3): 310-321. (In Persian with English Summary).
31. Rezvani Moghaddam, P., and Sadeghi Samarjan, R. 2008. Effect of different planting dates and different irrigation regimes on morphological characteristics and yield of chickpea *(Cicer arietinum* L.*)* ILC3279 cultivars in the climatic conditions Neyshabur. Journal of Agricultural Research 2: 315-325.
32. Sabaghpour, S.H. 2001. Major diseases of chickpea in Iran. In Proceeding of Symposium on Grain Legumes in the Mediterranean. Agriculture, (LEGUMED), 25-27 October 2001. Rabat, Morocco.
33. Shaikh, A.A., Jadhav, B.D., and Wattam War, M.J. 1994. Effects of planting layouts, mulching and fertilizers on dry matter accumulation and energy relationship in rainfall pearl millet. Journal Maharashtra Agriculture University 19: 421-423.
34. Silim, S.N., Saxana, M.C., and Singh, K.B. 1993. Adaptation of spring-sown chickpea to the Mediterranean basin. II. Factors influencing yield under drought. Field Crops Research 34: 137-141.
35. Singh, D.P., Singh, P., Sharma, H.C., and Turner, N.C. 1987. Influence of water deficit on the water relations, canopy gas exchange and yield of chickpea *(Cicer arietinum)*. Field Crops Research 16: 231-241.
36. Soltani, A., Khooie, F.R., Ghassemi-Golezani, K., and Moghaddam, M. 2000. Thresholds for chickpea leaf expansion and transpiration response to soil water deficit. Field Crops Research 68: 205-210.
37. Soltani, A., Khooie, F.R., Ghassemi-Golezani, K., and Moghaddam, M. 2001. A simulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. Agriculture Water Management 49: 225-237.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 5, No. 1, 2014, p. 79-90

Effects of drought stress and planting methods on yield and yield components of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars

Abasluo[1], L., Kazemeini[2*], S.A. & Edalat[3], M.

1. MSc. Student of Crop Production and Plant Breeding, Shiraz University, College of Agriculture, Shiraz, Iran
2&3. Respectively, Associate Professor and Assistant Professor of Crop Production and Plant Breeding, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

Received: 2 February 2013
Accepted: 3 March 2014

Abstract

In order to evaluate the effects of drought stress and planting method on yield and yield components of two chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.), an experiment was carried out at the research field of Faculty of Agriculture; Shiraz University, using a split factorial randomized complete block design with four replications. The main factor was irrigation stop at different growth stages of chickpea (two weeks after emergence= I_1, flowering= I_2 and normal irrigation= I_3) and sub-factor involved a combination of two varieties of pea (Arman and Azad) and sowing methods (ridges, furrow and flat planting), respectively. Results showed that the highest and lowest pod number per plant, seeds per plant, two seeded pod percent, grain weight, grain yield and biological yield were obtained from I_3 and I_1 treatments, respectively, and the trend was contrary in the case of hollow pods. Most of pods per plant, seed per plant, two seeded pod percent, seed weight and seed yield were obtained from planting on ridges. Azad cultivar seed yield was more than (Arman 164 vs 117 $g.m^{-2}$) and could be recommended in the Bajgah region. Although under drought stress condition seed yield was reduced in both cultivars but, it modification by changing the planting method from flat to ridge in the I_1 and I_2 treatments, and it can be used as a way of reducing seed yield loss by 26 and 32 percent, respectively.

Key words: Flowering, Ridge planting, Seed number per plant, Stop irrigation

* **Corresponding Author:** kazemin@shirazu.ac.ir