نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۹۱-۷۸ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 78-91

تأثیر آبیاری تکمیلی و تراکم‌های مختلف گیاهی بر برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد و میزان پروتئین دانه نخود (*Cicer arietinum* L.) در منطقه سیروان در استان ایلام

رحیم ناصری[1*]، محمد جواد رحیمی[2]، سید عطاءاله سیادت[3] و امیر میرزایی[4]

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام
۲- مدرس گروه علمی کشاورزی، دانشگاه پیام نور تهران، ایران
۳- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی رامین، ایران
۴- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۲۲

چکیده

به‌منظور مطالعه اثر آبیاری تکمیلی و تراکم‌های مختلف گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود، رقم هاشم، در ایلام، آزمایشی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سیروان به‌صورت اسپیلت پلات در قالب بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در ۲۵ آبان ماه اجرا شد. تیمار آبیاری در سه سطح شامل بدون آبیاری (دیم)، یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله نیام‌بندی به‌عنوان عامل اصلی و تراکم‌های مختلف گیاهی در چهار سطح (۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع) به‌عنوان عامل فرعی قرار گرفتند. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد تأثیر آبیاری تکمیلی بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد نیام در بوته، وزن هزار دانه، میزان پروتئین دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولویک معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه (۱۵۰۴ کیلوگرم در هکتار) در شرایط آبیاری در مرحله گلدهی و کمترین عملکرد دانه (۶۱۲ کیلوگرم در هکتار) در تیمار دیم به‌دست آمد. تراکم‌های مختلف گیاهی نیز بر کلیه صفات به‌جز میزان پروتئین دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب در تراکم ۵۰ و ۲۰ بوته در متر مربع به‌دست آمد، اگرچه بین تراکم ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت. اثر برهمکنش آبیاری تکمیلی در تراکم گیاهی بر تعداد شاخه اصلی، تعداد نیام در بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد دانه (۲۰۰۶ کیلوگرم در هکتار) در آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع و کمترین عملکرد دانه (۴۸۸ کیلوگرم در هکتار) در تیمار بدون آبیاری و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع حاصل شد. به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان‌دهنده آن است که آبیاری تکمیلی بدون در نظر گرفتن مرحله کاربرد آن نسبت به عدم آبیاری عملکرد دانه نخود دیم را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تکمیلی، تراکم گیاهی، عملکرد دانه

مقدمه

به‌طور کلی حبوبات به‌دلیل برخورداری از پروتئین بالای دانه از اهمیت غذایی بالایی برخوردارند. این گیاهان به‌دلیل قابلیت همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده مولکولی، در تعادل عناصر معدنی خاک در اکوسیستم زراعی حائز اهمیت هستند. نخود (*Cicer arietinum* L.) یکی از گیاهان این خانواده است. سطح زیر کشت گیاه نخود در دنیا حدود ۱۱ میلیون هکتار بوده و ایران با سطح زیر کشت حدود ۷۰۰ هزار هکتار، چهارمین رتبه را در جهان پس از هندوستان، پاکستان و ترکیه داراست (Naseri *et al.*, 2011). نخود در بین حبوبات، مقاوم‌ترین محصول نسبت به خشکی و گرما است و همچنین قادر است تحت شرایط خاک‌های فقیر رشد کند، نخود همچنین به‌عنوان یک محصول کم‌هزینه در نظام‌های زراعی مناطق گرمسیری نیمه‌خشک مطرح است و به‌خاطر قابلیت سازگاری با طیف وسیعی از شرایط محیطی و خاک از قبیل اراضی حاشیه‌ای، برای کشت دیگر محصولات، حایز اهمیت می‌باشد، از آنجا که تولید نخود در بیشتر مناطق در اثر کمبود رطوبت به‌خصوص در طی دوره رشد زایشی، محدود می‌شود، لذا انجام آبیاری می‌تواند در بهبود عملکرد و نیز ثبات آن مؤثر

* **نویسنده مسئول:** ایلام، بلوار پژوهش، دانشگاه ایلام، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات
همراه: ۰۹۱۸۸۴۱۰۱۳۴؛ rahim.naseri@gmail.com

باشد از آنجا که تولید نخود در بیشتر مناطق در اثر کمبود رطوبت به‌خصوص در طی دوره رشد زایشی، محدود می‌شود، لذا انجام آبیاری می‌تواند در بهبود عملکرد و نیز ثبات آن مؤثر باشد (Zaferanieh *et al*., 2010). آبیاری تکمیلی به‌منظور رفع تنش در مراحل بحرانی رشد گیاه تأثیر جدی بر افزایش عملکرد نخود داشته است. وقوع تنش خشکی در برخی از مراحل رشد گیاهان می‌تواند خسارت جبران ناپذیری وارد نماید. از این رو شناخت مراحل حساس رشد گیاهان به تنش خشکی و تأمین به‌موقع نیاز آنها می‌تواند ما را در جهت حصول حداکثر عملکرد یاری نماید (Rezaeyan Zadeh *et al*., 2011). انتخاب تراکم بوته مناسب که براساس عوامل گیاهی و محیطی صورت می‌گیرد، روی عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد. حداکثر عملکرد زمانی به‌دست می‌آید که رقابت درون و برون بوته‌ای برای عوامل رشد به حداقل رسیده و گیاه بتواند از این عوامل حداکثر استفاده را بنماید (Fallah *et al*., 2005). کارایی جذب انرژی خورشیدی که بر سطح یک محصول می‌تابد، نیاز به سطح برگ کافی دارد که به‌طور یکنواخت توزیع شده باشد و سطح زمین را کاملاً بپوشاند، این هدف با تغییر تراکم بوته و توزیع بوته‌ها روی سطح خاک میسر است (Naseri *et al*., 2010). در فواصل ردیف زیاد به‌دلیل عدم پوشش کامل سطح خاک ممکن است کارایی استفاده از منابع طبیعی را نداشته باشد، درحالی‌که فواصل ردیف باریک ممکن است باعث رقابت شدید درون و بین بوته‌ها شود. استفاده از فواصل ردیف باریک باعث افزایش دریافت نور، کاهش تبخیر از سطح خاک، بهبود جذب عناصر غذایی از خاک و جلوگیری از رشد علف‌های هرز می‌شود (Mazaheri & Chghakhor, 2011). نشان داده شده است که در تراکم‌های بالاتر تعداد زیاد بوته سبب تعرق بیشتر و محدود شدن رطوبت خاک برای مراحل تشکیل دانه می‌شود و بنابراین مواد فتوسنتزی کمتری به پر کردن دانه‌ها اختصاص می‌یابد و به‌تبع آن شاخص برداشت کاهش می‌یابد (Mousavi *et al*., 2010). Beeh & Leach (1989) طی دو سال آزمایش بر نخود زراعی در شرایط دیم دریافتند که عملکرد دانه با افزایش تراکم از ۱۴ تا ۵۶ بوته در متر مربع به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و اعلام نمودند که تراکم حداقل ۴۰ بوته در متر مربع برای به‌دست آوردن حداکثر عملکرد دانه لازم است. در آزمایش‌های Gandjali *et al*., (2000) نشان داده شد که تراکم گیاهی بر عملکرد دانه معنی‌دار می‌باشد، به‌طوری‌که تراکم‌های ۷۰ و ۳۰ بوته در متر مربع به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را تولید کردند، آنها کم بودن عملکرد دانه در تراکم پایین را عدم وجود پوشش گیاهی کافی بیان داشتند، که این امر در مراحل اولیه رشد، سبب از دست دادن قسمت زیاد تابش نور و بنابراین موجب کاهش سرعت رشد محصول گردید.

در آزمایش‌های Mousavi *et al*., (2010) نشان داده شد که عملکرد دانه نخود در تراکم کاشت ۳۰ بوته در مترمربع به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر تراکم‌ها بود. با افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۴ بوته در متر مربع عملکرد دانه نخود در واحد سطح به‌طور تقریباً خطی افزایش یافت. Majnoon Hosseini *et al*, (2003) اظهار داشتند که افزایش تراکم کاشت وزن صد دانه نخود را کاهش می‌دهد، همچنین در بین تراکم‌های ۲۷، ۳۶، ۴۶ و ۵۷ بوته در مترمربع، بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۴۶ بوته در مترمربع مشاهده گردید. Kobota *et al*, (1992) در آزمایش خود بر گندم تحت تنش رطوبتی نشان دادند، تنش‌های شدید کمبود آب در مقایسه تنش‌های خفیف به‌طور معنی‌داری اندازه و وزن دانه‌ها را به‌علت تقلیل انتقال مجدد آسمیلات‌ها کاهش می‌دهد و کاهش وزن هزار دانه و تعداد دانه باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. در یک بررسی دیده شد که تنش خشکی شامل آبیاری کامل و آبیاری محدود (یک نوبت آبیاری در مراحل فنولوژیک، شاخه‌دهی، گلدهی یا تشکیل نیام) مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد در نخود است که این کاهش از ریزش نیام‌ها ناشی می‌شود، در این مورد نیام‌ها زمانی شروع به ریزش کردند که پیری برگ‌ها بر اثر تنش کمبود آب آغاز شده بود (Mohamadi *et al*., 2006). Tomar *et al*, (1999) نشان دادند که مرحله پر شدن دانه در گیاه نخود بیشترین حساسیت را به تنش خشکی داشته و آبیاری در این مرحله بسیار ضروری است. Malhorta *et al*, (1997) نیز هر دو مرحله گلدهی و پر شدن دانه را به‌عنوان مرحله رشدی حساس گیاه نخود معرفی نمودند. در مناطق دیم و به‌خصوص در نیمه غربی ایران، نخود به‌دلیل قرار گرفتن در تناوب با گندم و جو دیم نقش بسیار مهمی در حفظ و بقای کشاورزی ایفا می‌کند. نشان داده شده است که بیشترین عملکرد دانه با آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی به‌دست آمد. در نتیجه آن دسته از عملیات زراعی که سرعت رشد گیاه را در مرحله پر شدن دانه افزایش دهد و دوام بافت‌های سبز گیاه را طی این مرحله طولانی‌تر نماید، می‌تواند میزان رشد و اندازه دانه را در حبوبات بهبود بخشد (Rezaeyan Zadeh *et al*., 2011). در آزمایش Fallah *et al*, (2005) نشان داده شد که افزایش تراکم با تسریع و تشدید تخلیه رطوبت خاک سبب محدودیت بیش از پیش رطوبت خاک در مرحله دانه‌بندی شده که در نهایت کاهش عملکرد دانه و شاخص برداشت را به‌دنبال داشته است. با توجه به این‌که یکی از اصول مهم مدیریت کشاورزی در این مناطق، حفظ رطوبت و استفاده مطلوب از آن می‌باشد

بایستی توجه داشت که تراکم نامناسب گیاهی می‌تواند رطوبت خاک را در اوایل فصل رشد تخلیه و باعث مواجه شدن گیاه با تنش خشکی در دوران رشد زایشی شود، به‌همین دلیل استفاده از گونه گیاهی مناسب و شناخت مطلوب گیاهان و ارقام سازگار با این مناطق از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار می‌باشند (Jalilian *et al.*, 2005). با توجه به این‌که کشت نخود در سطح استان ایلام رایج و کشت غالب مزارع دیم را تشکیل می‌دهد بنابراین این پژوهش به‌منظور بررسی آبیاری تکمیلی و تراکم گیاهی نخود در شرایط دیم استان ایلام در منطقه سیروان به‌اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سرابله، شهرستان سیروان واقع در ۳۰ کیلومتری شرق ایلام اجرا شد. محل آزمایش در عرض جغرافیایی حداقل ۳۳ درجه و ۴۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۹۷۵ متر اجرا گردید. نتایج مربوط به بارندگی و دمای ماهانه در جدول ۱ ارائه شده است. آزمایش به‌صورت اسپیلت پلات در قالب بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در ۲۵ آبان ماه اجرا شد. تیمار آبیاری در سه سطح شامل بدون آبیاری (دیم)، یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله نیام‌بندی به‌عنوان عامل اصلی، تراکم گیاهی گیاه نخود رقم هاشم در چهار سطح (۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع) به‌عنوان عامل فرعی قرار گرفتند. بذر مورد استفاده در این آزمایش دارای قوه نامیه ۹۸-۹۶ در هزار و درجه خلوص آن ۱۰۰ در هزار بود. رقم مورد آزمایش در این پژوهش رقم هاشم بود که از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام تهیه گردید. زمین مورد آزمایش در سال زراعی قبل به‌صورت آیش قرارداده شد و جهت ذخیره و حفظ نزولات آسمانی در پاییز سال قبل با استفاده از گاوآهن قلمی شخم زده شد و سپس مراحل آماده‌سازی انجام شد. هر کرت شامل ۶ خط کاشت به طول ۶ متری و فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. ابعاد کرت‌ها در این پژوهش ۱/۸×۶ متر بین هر تکرار نیز دو متر فاصله در نظر گرفته شد. برای اطمینان از دست‌یابی به تراکم بوته مورد نظر در موقع کاشت بیش از میزان لازم بذر مصرف شد و بعد از استقرار بوته‌ها، در موقع تنک کردن فاصله بوته‌ها در هر ردیف تنظیم شد. برای صاف و هموار کردن زمین، توسط ماله زمین را صاف کرده و سپس مبادرت به کشت گردید. بذور به‌صورت خطی و به‌وسیله دست روی یک خط در خاک قرار داده شدند. عمق کاشت حدود ۳ سانتی‌متر بود. بذور قبل از کاشت با استفاده از سم بنومیل به‌میزان دو در هزار جهت کاهش شدت بیماری فوزاریوم ضدعفونی گردیدند. همزمان با تنک کردن، وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام گرفت. جهت تأمین نیتروژن مورد نیاز، کود اوره به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. با توجه به آزمون خاک (جدول ۲) نیازی به استفاده از کود فسفر و پتاسیم در این پژوهش نبود. آبیاری توسط کنترل حجمی و به‌صورت مساوی و یکسان در بین تیمارها استفاده گردید.

جدول ۱- مجموع بارندگی ماه‌های سال و میانگین روزانه درجه حرارت ماهانه در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در منطقه سیروان

Table 1. The average of monthly precipitation and daily temperature during 2008-2009 at Sirvan region

ماه Month	آبان Nov.	آذر Dec.	دی Jan.	بهمن Feb.	اسفند March	فروردین April	اردیبهشت May	خرداد Jun	تیر July	مرداد Aug.	شهریور Sept.	مهر Oct.
بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)	27	62.3	45.8	50.4	6.3	67.7	14.6	0	0	0	0	2.8
حرارت (سانتی‌گراد) Temperature (ºC)	15.9	10.8	5.1	7.7	8.3	12.6	20	27	28.5	29.7	21	22

جدول ۲- خصوصیات خاک محل آزمایش

Table 2. Soil properties of experimental location

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	نیتروژن (درصد)	پتاسیم قابل جذب (پی پی ام)	فسفر قابل جذب (پی پی ام)	کربن آلی (درصد)	اسیدتیه	بافت خاک Soil texture		
EC $ds.m^{-1}$	Nitrogen (%)	Available K (ppm)	Available P (ppm)	O.M (%)	Ph	سیلت Silt	رس Clay	شن Sand
0.5	0.152	310	15.25	1.25	7.5	51.6	23.4	25

جهت مبارزه با بیماری برق‌زدگی نخود به‌میزان دو در هزار از سم کاپتان به‌صورت سمپاشی استفاده گردید، که توانست بیماری را کنترل کند. جهت اندازه‌گیری، تعداد نیام در بوته، تعداد شاخه اصلی، فرعی و ارتفاع بوته در زمان رسیدگی وزنی، ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. جهت تعیین عملکرد دانه و بیولوژیک برداشت پس از حذف خطوط حاشیه و کلیه خطوط مربوط به نمونه‌برداری از دو خط میانی با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط از سطحی معادل ۶ متر مربع انجام گرفت. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک به‌دست آمد. همچنین بعد از پاک کردن دانه‌ها، هزار دانه به‌صورت تصادفی از هر تیمار شمارش و پس از توزین وزن دانه بر حسب گرم به‌دست آمد. به‌منظور تعیین میزان پروتئین دانه به روش کجلدال از محصول به‌دست آمده از هر کرت آزمایش میزان ۱۰۰ گرم جدا و با استفاده از آسیاب‌کن آنها را آسیاب کرده و نمونه‌ها را جهت اندازه‌گیری به آزمایشگاه تحقیقات استاندارد استان ایلام منتقل و به روش کجلدال میزان پروتئین محاسبه شد (Naseri *et al.*, 2011). برای تجزیه آماری از نرم افزار MSTAT-C استفاده شد. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آبیاری در سطح احتمال ۱٪ بر ارتفاع بوته است (جدول۳). آبیاری در مرحله گلدهی باعث افزایش ارتفاع بوته گردید، تیمار شاهد با میانگین ارتفاع ۲۴/۹ سانتی‌متر دارای کمترین ارتفاع بوته و تیمار آبیاری در مرحله گلدهی با میانگین ۳۷/۷ سانتی‌متر دارای بیشترین میزان ارتفاع بوته بود (جدول ۴). ارتفاع بوته حاصل‌ضرب تعداد گره‌ها در فاصله میان‌گره‌ها است که بررسی‌ها نشان داده است که مواد غذایی و حلالیت و جذب و فراهمی مناسب عناصر غذایی تعداد گره‌های گیاه را افزایش می‌دهد و آب می‌تواند فاصله میان‌گره‌ها را طولانی‌تر کند. همچنین Doss & Thulow (1974) بیان داشتند که تنش آب در مراحل اولیه نمو می‌تواند بر کاهش ارتفاع بوته اثر زیادی داشته باشد، تحقیقات متعدد نشان داده که ارتفاع گیاه در اثر کمبود آب قابل استفاده کاهش می‌یابد (Rezaeyan Zadeh *et al.*, 2011).

مطالعات نشان داده است که کاهش میزان آب قابل دسترس به‌خصوص در ابتدای دوره گلدهی ضمن کاهش سرعت رشد رویشی و کوتاه کردن رشد زایشی به‌طور غیر مستقیم روی ارتفاع بوته نیز تأثیر منفی دارد. ارتفاع بیشتر گیاه در شرایط آبیاری تکمیلی نسبت به تیمار دیم را احتمالاً می‌توان به رشد نامحدود گیاه نخود نسبت داد چرا که عدم محدودیت رطوبت موجب تداوم رشد رویشی و نتیجه آن افزایش ارتفاع گیاه می‌باشد (Rezaeyan Zadeh1 *et al.*, 2011). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر ارتفاع بوته است (جدول ۲). استفاده از تراکم ۵۰ بوته در متر مربع دارای بیشترین ارتفاع بوته و تراکم۲۰ بوته در متر مربع کمترین ارتفاع بوته را دارا بودند (جدول ۳). ارتفاع بوته تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد البته در تراکم‌های بالا به‌دلیل رقابت برای نور ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد افزایش سرعت نمو و کاهش دوره رشد به‌دلیل محدودیت رطوبت سبب کاهش ارتفاع گیاه می‌شود. مطالعات نشان داده است که کاهش میزان آب قابل دسترس به‌خصوص در ابتدای دوره گلدهی ضمن کاهش سرعت رشد رویشی و کوتاه کردن رشد زایشی به‌طور غیرمستقیم روی ارتفاع بوته نیز تأثیر منفی دارد (Rezaeyan Zadeh *et al.*, 2011).

تعداد شاخه اصلی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد که بین تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و نیام‌دهی و تیمار دیم از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳) تیمار دیم دارای کمترین تعداد شاخه اصلی و تیمار آبیاری در مرحله گلدهی دارای بیشترین تعداد شاخه اصلی بود، اما از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۲). به‌طور کلی تعداد شاخه در گیاهان صفتی ژنتیکی است که تا حدودی هم تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (Jalilian *et al.*, 2005). مقایسه میانگین‌های تعداد شاخه اصلی در سطوح مختلف آبیاری نشان‌دهنده این واقعیت است که تنش خشکی در دوره رشد زایشی تأثیری بر این صفت نداشت و کاهش معنی‌داری نداشت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد شاخه اصلی بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که تراکم ۲۰ بوته در متر مربع دارای بیشترین شاخه اصلی با میانگین ۶/۵۸ و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین ۴/۷۵ شاخه دارای کمترین شاخه اصلی بود (جدول ۴).

اثر متقابل آبیاری و تراکم بر روی تعداد شاخه‌های اصلی در سطح احتمال یک در هزار معنی‌دار گردید (جدول ۳). تیمار

آبیاری در مرحله گلدهی و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع دارای بیشترین تعداد شاخه اصلی بود (جدول ۵). گیاه در تراکم مناسب هم از مواد غذایی به‌خوبی استفاده می‌کند و هم در رقابت با علف‌های هرز موفق است و در تراکم نامناسب گیاه رطوبت خاک را در اوایل فصل رشد تخلیه کرده و با تنش خشکی در مواقع ضروری به‌خصوص دوران رشد زایشی مواجه می‌شود. Mohamad Negad & Soltani (2003) بیان کردند که با افزایش تراکم نخود رقم هاشم در منطقه گنبد، تعداد شاخه‌های اصلی کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار اثر متقابل آبیاری و تراکم بر تعداد شاخه‌های اصلی در سطح احتمال ۱٪ است (جدول ۱). به‌طوری‌که بیشترین تعداد شاخه اصلی به تعداد ۳/۷۱ شاخه در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع و کمترین تعداد شاخه اصلی به تعداد ۱/۶۷ شاخه در تیمار دیم و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع مشاهده شد (جدول ۵).

تعداد شاخه‌های فرعی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آبیاری در سطح احتمال یک در هزار بر تعداد شاخه‌های فرعی بود (جدول ۳). تیمار دیم و تیمار آبیاری در مرحله گلدهی به‌ترتیب دارای کمترین و بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی بودند (جدول۴). Jalilian *et al*, (2005) مشاهده کردند که آبیاری تکمیلی موجب افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در چهار رقم نخود دیم در اسلام‌آباد غرب شد. در تحقیقات دیگری نیز که در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آباد غرب صورت گرفت آبیاری تکمیلی باعث افزایش تعداد شاخه فرعی و درنهایت عملکرد دانه نخود شد (Pezeshkpour *et al*., 2005). در آزمایشات Gholdani & Rezvani Moghadam (2007) نیز نشان داده شد که آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی دارای اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه‌های تولیدی و موجب افزایش این صفت می‌گردد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تراکم در سطح احتمال ۵ در هزار بر تعداد شاخه‌های فرعی می‌باشد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد تراکم مناسب به‌دلیل نفوذ نور کافی و همچنین رقابت کمتر بر سر عوامل غذایی و فراهم و در دسترس بودن آب و عناصر غذایی باعث افزایش تعداد شاخه‌های فرعی گردید.

Siddigue & Sedgley (1985) گزارش دادند که در نخود تعداد شاخه‌های فرعی تحت تأثیر تراکم قرار دارد و با افزایش تراکم تعداد آنها کاهش می‌یابد بنابراین احتمال دارد که در اثر تنظیم تراکم به‌نحوی که تعداد ساقه اصلی در واحد سطح افزایش و تعداد شاخه‌های فرعی کاهش داشته باشد عملکرد افزایش یابد. به‌طورکلی تعداد شاخه اصلی و فرعی در گیاهان صفتی ژنتیکی بوده که تا حدودی هم تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. در واقع تیپ رشد گیاه مشخص‌کننده تعداد شاخه‌های جانبی در آن می‌باشد، در ارقام دارای تیپ گسترده تعداد شاخه‌های جانبی بیشتر از ارقام با تیپ ایستاده است (Jalilian *et al*., 2005).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آبیاری در سطح احتمال یک در هزار بر تعداد نیام در بوته بود (جدول ۳). تیمار آبیاری در مرحله نیام‌دهی بیشترین و تیمار دیم کمترین تعداد نیام در بوته را داشتند البته بین تیمار آبیاری در مرحله نیام‌دهی و آبیاری در مرحله گلدهی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و نیام‌دهی و فراهم شدن شرایط رطوبتی سبب بهتر شدن وضعیت باروری نخود شده است. پتانسیل حبوبات در تشکیل جوانه‌های گل، گل‌ها و نیام‌ها بسیار بالاست اما دستیابی به این پتانسیل به شرایط محیطی بستگی دارد.

آنچه مشخص است تنش رطوبت باعث می‌شود گل‌ها ریزش کند یا نسبت گل‌های بارور در روی ساقه اصلی کاهش یابد که بدین ترتیب تعداد غلاف روی ساقه کم شود (Rezaeyan Zadeh *et al*., 2011). Pezeshkpour *et al*, (2005) در آزمایشی که در ایستگاه تحقیقاتی ساب چنگایی خرم‌آباد به‌منظور مطالعه اثرات آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم نخود انجام دادند مشاهده کردند که تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله ۵۰ در هزار گلدهی دارای بیشترین تعداد نیام در بوته نسبت به سایر تیمارهای آبیاری تکمیلی بود. Saxena *et al*, (1993) بیان داشتند که آبیاری در طول دوره گلدهی تعداد نیام‌های موجود در گیاه را افزایش می‌دهد. Shbiri *et al*, (2005) گزارش دادند که میانگین تعداد نیام در بوته با کاهش تعداد آبیاری کاهش یافت، گیاهان تحت شرایط آبیاری کامل در مقایسه با سایر تیمارها تعداد نیام بیشتری تولید کرده و تفاوت معنی‌داری با بقیه تیمارها داشتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد نیام در بوته است (جدول ۳). تراکم ۲۰ بوته در متر مربع دارای بیشترین تعداد نیام در بوته و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع دارای کمترین نیام در بوته بود. بین تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در متر مربع هم از لحاظ آماری اختلاف آماری مشاهده نشد (جدول ۴). افزایش تراکم گیاهی سبب تشدید رقابت گیاهان برای تصاحب عوامل رشد می‌شود.

جدول ۳- درجه آزادی و میانگین مربعات تیمار آبیاری، تراکم گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود در شرایط آب و هوایی سیروان

Table 3. Analysis of variance and mean square for irrigation treatment, plant density on yield and its components of chickpea in Sirvan climate

منابع تغییرات S.O.V		درجه آزادی d.f	ارتفاع بوته Plant Height	تعداد شاخه اصلی The number of main branch	تعداد شاخه فرعی The number of sub branch	تعداد نیام در بوته The number of pod per plant	تعداد دانه در نیام The number of grain per pod	وزن هزار دانه 1000-grain weight	میزان پروتئین دانه Protein content	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم درهکتار) Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار	Replication	2	52.52	0.93	23	22.52	0.07	186.77	2.1	29926.78	375594	6.61
آبیاری	Irrigation (I)	2	517.44**	3.67ns	30.1**	215.1**	0.36ns	32293.02*	73.2*	2712935.4*	7240172*	488.36*
خطا۱	Error 1	4	48.77	0.87	1.7	11.6	0.05	3981.06	8.48	182340.5	81253	32.95
تراکم	Plant density (PD)	3	204.32**	1.79**	7.2*	46.92**	1.25**	2487.8*	0.52ns	632861.9**	2314149.4**	21.43ns
آبیاری*تراکم	IxPD	6	7.4ns	1.33**	1.4ns	14.65**	0.104ns	574.8ns	1.49**	947018.1**	411156.96**	21.43ns
خطا۲	Error 2	18	5.7	0.14	1.02	2.14	0.025	522.3	0.29	17075.97	69516.2	11.56
ضریب تغییرات	C.V (%)	-	7.4	17.6	18.2	18.8	20.29	11.9	4.3	11.3	10.9	7.9

ns ، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns: non-significant, * and **: significant at 5% and 1%, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر آبیاری تکمیلی و تراکم گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود

Table 4. Comparison of effects of supplementary irrigation and plant density on yield and its components of chickpea

آبیاری Irrigation	تیمار	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant Height (cm)	تعداد شاخه اصلی The number of main branch	تعداد شاخه فرعی The number of sub branch	تعداد نیام در بوته The number of pod per plant	تعداد دانه در نیام The number of grain per pod	وزن هزاردانه (گرم) 1000-grain weight(g)	میزان پروتئین دانه (درصد) Protein content (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم درهکتار) Grain yield (kg.ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم درهکتار) Biological yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
دیم Check		24.9b	1.54a	3.85b	8.83b	1.18a	142.7b	24.4a	613b	1728b	35.88b
آبیاری در مرحله گلدهی Irrigation at flowering stage		37.7a	2.59a	6.99a	16.16a	1.46a	240.8a	19.57b	1504a	3178a	46.96a
آبیاری در مرحله نیام‌دهی Irrigation at podding stage		33.7ab	2.38a	5.77ab	16.18a	2.50a	221.08a	21.1b	1346ab	2936a	45.91a
تراکم بوته (بوته در متر مربع) Plant density (plant.m^{-2})											
	20	26.5c	2.78a	6.58a	16.1a	1.02c	223.3a	21.67a	872b	2067b	41.37a
	30	30.6b	2.15ab	5.98ab	15.01ab	1.17c	202.8ab	21.87a	1002b	2336b	41.81a
	40	33.4b	2.04b	4.82b	12.7ab	1.51b	196.5ab	21.77a	1292ab	2860ab	44.33a
	50	37.8a	1.71b	4.75b	11.01b	1.84a	183.4b	21.45a	1453a	3193a	45.21a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵ در هزار اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at α= 0.05.

از این رو در تراکم‌های پایین، معمولاً منابع بیشتری نسبت به تراکم‌های بالا در اختیار گیاه قرار دارد و گیاه می‌تواند تعداد گل بارور و در نتیجه تعداد نیام بیشتری تولید نماید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار اثر متقابل آبیاری و تراکم بر تعداد نیام در بوته در سطح احتمال ۱٪ بود (جدول ۳). آبیاری در مرحله نیام‌دهی و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع با متوسط ۱۹/۳ نیام در بوته بیشترین مقدار نیام در بوته را دارا بود (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و فراهم شدن شرایط رطوبتی سبب بهتر شدن وضعیت باروری نخود شده است. افزایش تعداد نیام در بوته تحت شرایط آبیاری تکمیلی از جمله دلایل افزایش عملکرد نخود در مقایسه با شاهد می‌باشد. پتانسیل حبوبات در تشکیل جوانه‌های گل، گل‌ها و نیام‌ها بسیار بالاست اما دستیابی به این پتانسیل به شرایط محیطی بستگی دارد (Mousavi *et al*., 2009). Dahiya *et al*, (1993) گزارش کردند که یک نوبت آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی باعث تشکیل نیام‌های بیشتر و در نهایت محصول دانه بالاتر در گیاه نخود شد.

تعداد دانه در نیام

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده عدم معنی‌دار شدن آبیاری بر تعداد دانه در نیام بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تیمار دیم، آبیاری در مرحله گلدهی و نیام‌دهی وجود ندارد (جدول ۴). تعداد دانه در نیام باثبات‌ترین جزء عملکرد در حبوبات است (Mousavi *et al*., 2009). این صفت متأثر از خصوصیات ژنتیکی گیاه است و در این آزمایش هم تحت تأثیر آبیاری قرار نگرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد دانه در نیام بود (جدول ۳). تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین ۱/۸۴ و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع با میانگین ۱/۰۲ دانه در نیام به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد دانه در نیام بودند. اما از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تراکم ۲۰ و ۳۰ بوته در متر مربع مشاهده نشد (جدول ۴).

وزن هزار دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آبیاری در سطح احتمال ۱٪ بر وزن هزار دانه بود (جدول ۳). آبیاری باعث افزایش وزن هزار دانه گردید به‌گونه‌ای که تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و تیمار دیم به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را داشتند. البته از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و آبیاری در مرحله نیام‌دهی مشاهده نشد (جدول ۲). محدودیت رطوبت در زمان گلدهی و نیام‌بندی و پر شدن دانه موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه چروک شدن دانه‌ها می‌شود. آبیاری تکمیلی محدودیت رطوبتی را تا حدودی مرتفع نمود و در نتیجه گلدهی بهبود یافت و دوره پر شدن دانه تا حدودی طولانی شد و مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه‌ها اختصاص یافت به‌گونه‌ای که آبیاری در مرحله گلدهی و نیام‌دهی باعث افزایش وزن هزار دانه شد. که با نتایج Fallah *et al,* (2005) مطابقت دارند، آنها در مطالعات خود روی گیاه نخود نشان دادند که وجود رطوبت در محیط باعث می‌شود که ریشه‌ها بتوانند آب و عناصر غذایی بیشتری را جذب کرده و به تجمع ماده خشک بیشتر به‌ویژه در دانه‌ها ادامه دهند. Talei & Sayadian (2000) نشان دادند که آبیاری تکمیلی بر وزن هزار دانه اثرات معنی‌داری داشته است و هر چه آبیاری در مراحل آخر رشد انجام گرفته است موجب افزایش بیشتر عملکرد دانه و وزن هزار دانه شده است. با توجه به اینکه آبیاری در زمان گلدهی و نیام‌بندی صورت گرفت. به‌عبارت دیگر وجود رطوبت در محیط باعث می‌شود که ریشه‌ها بتوانند آب و عناصر غذایی بیشتری را جذب کرده و به تجمع ماده خشک بیشتر به‌ویژه در دانه‌ها ادامه دهند (Fallah *et al*., 2005). محققان معتقدند که گیاه نخود در مرحله گلدهی و اوایل تشکیل غلاف نسبت به تنش رطوبت بسیار حساس است و هر گونه تنش رطوبت در این مرحله سبب عقیم شدن گل‌ها و عدم تکامل بذرها می‌شود که نهایتاً وزن هزار دانه، شاخص برداشت و در نتیجه عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Rezaeyan Zadeh *et al*., 2011).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تراکم در سطح احتمال ۵٪ بر وزن هزاردانه می‌باشد (جدول ۳). تراکم ۲۰ بوته در متر مربع با میانگین وزن هزار دانه ۲۲۳/۳ گرم و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین وزن هزار دانه ۱۸۳/۴ گرم به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد که تراکم کمتر از طریق کاهش رقابت بر آب و عناصر غذایی و فراهم بودن آنها و همچنین وجود نور کافی و تأثیر بر روی فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی منجر به افزایش وزن هزار دانه شده به‌گونه‌ای که دانه‌ها در تراکم ۲۰بوته در متر مربع بزرگتر و وزن بیشتری نسبت به تراکم ۵۰ بوته در متر مربع داشتند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری تکمیلی و تراکم گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود

Table 5. Interaction effect between supplementary irrigation and plant on yield and its components of chickpea

اثر متقابل Interaction effect		ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant Height (cm)	تعداد شاخه اصلی The number of main branch	تعداد شاخه فرعی The number of sub branch	تعداد نیام در بوته The number of pod per plant	تعداد دانه در نیام The number of grain per pod	وزن هزار دانه (گرم) 1000-grain weight	میزان پروتئین دانه (درصد) Poreitin content (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم درهکتار) Grain yield (kg.ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم درهکتار) Biological yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
دیم Check	20	20.3e	1.67def	4.23c	10.3defg	1.13c	152.3f	24.3ab	488f	1346g	36.59c
	30	22.3d	1.56ef	3.93cd	9.6efg	1.3bc	139.6fg	24.16b	589ef	1711fg	34.41cd
	40	28cd	1.77def	3.76d	8.3fg	1.65b	152f	25.43a	639ef	1701g	38.32bc
	50	29cd	1.17f	3.46de	7g	1.93a	127g	23.73b	736e	2154ef	34.21cd
آبیاری در مرحله گلدهی Irrigation at flowering stage	20	32c	3.71a	7.83a	18.6a	1.03d	258.6a	20.23def	1022d	2309d	43.81ab
	30	36b	2.56bc	8.13a	17.6ab	1.19c	240.3c	19.76efg	1247d	2538de	48.56a
	40	38b	2.19bcde	6.13ab	14.6abcd	1.7a	232.2b	18.9g	1739b	3647b	47.87a
	50	45a	1.88cde	5.86b	13.6bcde	1.89a	232b	19.4fg	2006a	4217a	47.59a
آبیاری در مرحله نیام‌دهی Irrigation at podding stage	20	27cd	2.85b	7.7a	19.3a	0.83e	259a	20.5cdef	1107d	2547de	43.72ab
	30	23d	2.34bcd	5.9b	17.6ab	1.02d	228bc	21.7c	1170d	2759cd	42.45b
	40	34bc	2.27bcde	4.56bc	15.3abc	1.17c	205d	21cde	1498c	3232b	46.79a
	50	39b	2.08cde	4.93bc	13.3cdef	1.7b	191e	21.23cd	1617bc	3207bc	50.67a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵ در هزار اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within each column with a letter in common are not significantly different at α= 0.05.

معمولاً افزایش تراکم باعث افزایش عملکرد کل دانه می‌شود ولی بر روی تک بوته نتیجه عکس می‌دهد یعنی میزان نیام در بوته، اندازه بذر، وزن دانه و شاخص برداشت کاهش پیدا می‌کند (Silim & Saxena, 1993).

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آبیاری در سطح احتمال ۵٪ بر عملکرد دانه بود (جدول ۳). تیمار آبیاری در مرحله گلدهی با میانگین ۱۵۰۴ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین میزان عملکرد دانه و تیمار دیم با میانگین ۶۱۳ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین میزان عملکرد دانه بود. تیمار آبیاری در مرحله نیام‌دهی از نظر عملکرد حد واسط تیمار دیم و آبیاری در مرحله گلدهی بود (جدول ۴). بالا بودن عملکرد دانه در تیمار آبیاری در مرحله گلدهی نخود گویای نیاز رطوبتی این گیاه زراعی برای دستیابی به پتانسیل تولید است. Gupta & Agrawal (1977) مشاهده کردند در هندوستان آبیاری تکمیلی در اوایل دوره رشد رویشی در خاک سبک با ظرفیت کم نگهداری آب، یا در اواخر رشد رویشی و اوایل مرحله پر شدن نیام‌ها در خاک عمیق، عملکرد نخود را افزایش داده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد دانه بود (جدول ۳). تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین ۱۴۵۳ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع با میانگین ۸۷۲ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه بودند. البته از نظر آماری بین تیمارهای ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین تیمارهای ۲۰ و ۳۰ بوته در متر مربع هم از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد که در تراکم‌های بالاتر به‌دلیل افزایش تعداد دانه در بوته به‌خاطر افزایش تعداد دانه در نیام میزان عملکرد دانه افزایش یافته است. افزایش تراکم کاشت از ۲۰ بوته در مترمربع به ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع به‌ترتیب سبب افزایش ۱۴/۵ درصدی عملکرد دانه نخود در واحد سطح شد. افزایش تراکم کاشت از ۴۰ به ۵۰ بوته در مترمربع افزایش معنی‌دار عملکرد دانه نخود را در پی نداشت؛ چنین افزایش تراکمی فقط موجب افزایش ۱۲ درصدی عملکرد دانه نخود شد (جدول ۴). از این رو به‌نظر می‌رسد افزایش تراکم کاشت نخود فراتر از ۵۰ بوته در مترمربع صرفه اقتصادی چندانی در پی نداشته باشد. در این ارتباط Mousavi *et al*, (2009) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند، آنها نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۶۶ بوته در متر مربع به‌دست آمد، اما با تراکم ۵۴ بوته در مترمربع تفاوت معنی‌داری نداشت.

Lopez-Billido *et al*, (2008). طی آزمایشی گزارش کردند افزایش تراکم گیاهی از طریق کاهش فاصله ردیف‌ها عملکرد نخود زمستانه را افزایش داده است. Yadav & Singh (1989) طی آزمایشی بر روی نخود زراعی با فاصله ردیف ثابت ۵۰ سانتی‌متر و تراکم‌های ۲۵، ۳۵، ۴۵، ۵۵ بوته در متر مربع، روی خطوط اعمال نمودند و بالاترین عملکرد را از تراکم ۵۵ بوته در متر مربع به‌دست آوردند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار اثر متقابل آبیاری و تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد دانه بود، به‌گونه‌ای که تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با عملکرد ۲۰۰۶ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین میزان عملکرد دانه بود (جدول ۵).

به‌طورکلی آبیاری تکمیلی و افزایش تراکم بوته بر عملکرد دانه افزود. در محیط دیم میزان اختلاف بین تراکم‌های مختلف کاشت بیشتر از محیط دیم با آبیاری تکمیلی بود و همین امر سبب پیدایش اثر متقابل بین تیمارهای آبیاری و تراکم‌های مختلف گیاهی شد. در محیط دیم میزان تنش رطوبتی بیشتر بوده و با افزایش تراکم حجم رویشی زیاد در واحد سطح باعث تلفات آب و درنتیجه کاهش عملکرد دانه به‌واسطه محدودیت رطوبتی می‌شود. اگرچه با افزایش تراکم بوته تعداد بوته در واحد سطح افزایش یافت اما در اثر تشدید رقابت عملکرد تک بوته‌ها با شدت بیشتری کاهش یافت، به‌طوری‌که مجموع کاهش عملکرد تک بوته‌ها بیشتر از افزایش عملکرد حاصل از زیاد شدن تعداد بوته در واحد سطح بود (Fallah *et al*., 2005). در آزمایش‌های Mousavi *et al*, (2009) آبیاری تکمیلی نسبت به تیمار دیم موجب افزایش عملکرد دانه به‌طور قابل توجهی شد.

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آبیاری در سطح احتمال ۵٪ بر عملکرد بیولوژیک می‌باشد (جدول ۳). آبیاری باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شد. تیمار آبیاری در مرحله گلدهی با میانگین عملکرد بیولوژیک ۳۱۷۸ کیلوگرم در هکتار و تیمار دیم با میانگین عملکرد بیولوژیک ۱۷۲۸ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک بودند، اما از نظر آماری بین تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و تیمار آبیاری در مرحله نیام‌دهی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). آبیاری

تکمیلی در زمان گلدهی و نیام‌دهی به‌دلیل تأثیر مثبت بر توسعه تعداد شاخه‌های فرعی و ارتفاع بوته در افزایش عملکرد بیولوژیک مؤثر بود. Pezeshkpour *et al,* (2005) در آزمایشی که در ایستگاه تحقیقاتی ساب چنگایی خرم‌آباد به‌منظور مطالعه اثرات آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم نخود انجام دادند مشاهده کردند که تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله ۵۰ در هزار گلدهی دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک نسبت به سایر تیمارهای آبیاری تکمیلی بود. Singh & Saxena (1990) تعداد ۲۵ ژنوتیپ نخود را در سوریه در دو شرایط آبی و دیم مورد آزمایش قرار دادند و نتیجه گرفتند که با انجام آبیاری عملکرد بیولوژیک افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد بیولوژیک بود (جدول ۳). تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین عملکرد بیولوژیک ۳۱۹۳ کیلوگرم در هکتار و تراکم ۲۰ بوته در متر مربع با میانگین عملکرد بیولوژیک ۲۰۶۷ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک بودند. از نظر آماری بین تراکم‌های ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بین تراکم‌های ۲۰ و ۳۰ بوته در متر مربع هم از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴) اثر متقابل آبیاری و تراکم بر عملکرد بیولوژیک هم در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین عملکرد بیولوژیک ۴۲۱۷ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵). سایر محققان نشان دادند که با افزایش تراکم بوته میزان شاخ و برگ در واحد سطح زیاد می‌شود که سطح تعرق‌کننده زیاد شده و با مصرف رطوبت خاک، تنش رطوبتی زودتر رخ می‌دهد که این امر باعث کاهش عملکرد بیولوژیک می‌گردد (Fallah *et al.*, 2005). آنچه مشخص است آبیاری تکمیلی در زمان گلدهی و پر شدن غلاف‌های نخود به‌دلیل تأثیر مثبت بر توسعه تعداد شاخه‌های فرعی و ارتفاع بوته در افزایش عملکرد بیولوژیک مؤثر است.

شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آبیاری در سطح احتمال ۵٪ بر شاخص برداشت بود (جدول ۱). تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و تیمار دیم به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین شاخص برداشت بودند اما از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و تیمار آبیاری در مرحله نیام‌دهی مشاهده نشد (جدول ۲). Singh & Saxena (1990) تعداد ۲۵ ژنوتیپ نخود را در سوریه در دو شرایط آبی و دیم مورد آزمایش قرار دادند و نتیجه گرفتند که با انجام آبیاری شاخص برداشت افزایش می‌یابد. در این پژوهش اثر تراکم بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۳).

میزان پروتئین دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آبیاری در سطح احتمال ۵٪ بر میزان پروتئین دانه بود (جدول ۳). تیمار دیم و تیمار آبیاری در مرحله گلدهی به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان پروتئین دانه بودند، ولی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تیمار آبیاری در مرحله گلدهی و تیمار آبیاری در مرحله نیام‌دهی مشاهده نشد (جدول ۴). میزان پروتئین گیاه صفتی است که تحت تأثیر ژنوتیپ رقم، غذاسازی گیاه، فراهمی عناصر غذایی و شرایط اقلیمی قرار می‌گیرد. هر عامل غذایی و اقلیمی که سبب شود دوره‌ی رشد گیاه و خصوصاً دوره‌ی پر شدن دانه‌ها کاهش یابد میزان پروتئین را افزایش می‌دهد. به‌طورکلی در شرایط تنش مانند گرما و خشکی برای افزایش مقاومت پروتئین و اسیدهای آمینه گیاه افزایش می‌یابد که پرولین معروف‌ترین اسید آمینه و پروتئین‌های Hsps (پروتئین‌های شوک گرمایی) می‌باشند و خنک شدن هوا و وفور آب با افزایش دوره‌ی دانه‌بندی نسبت تولید نشاسته به پروتئین را افزایش می‌دهد. اما خشکی و گرما نسبت پروتئین به نشاسته را افزایش می‌دهد. تأثیر تراکم بر میزان پروتئین دانه معنی‌دار نبود. نتایج همچنین نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار اثر متقابل آبیاری و تراکم در سطح احتمال ۱٪ بر میزان پروتئین دانه بود (جدول ۳) به‌گونه‌ای که تیمار دیم و تراکم ۴۰ بوته در متر مربع دارای بیشترین میزان پروتئین بود (جدول ۵). بالاتر بودن میزان پروتئین دانه در شرایط دیم نسبت به شرایط آبیاری تکمیلی می‌تواند مرتبط با کاهش دوره رشد و نمو در پلات‌های دیم باشد که موجب کاهش نسبت کربوهیدارت به پروتئین و در نتیجه افزایش میزان پروتئین در این پلات‌ها شده است، که با نتایج Jalilian *et al,* (2005) همخوانی دارد، آنها نیز بیان داشتند که کاهش طول دوره رشد و نمو در کرت‌های دیم موجب کاهش نسبت کربوهیدرات به پروتئین می‌گردد.

نتیجه‌گیری

درمجموع، نتایج این آزمایش نشان‌دهنده آن است که آبیاری تکمیلی بدون در نظر گرفتن مرحله کاربرد آن نسبت به عدم مصرف آبیاری تکمیلی، عملکرد دانه نخود را افزایش داد.

هرکدام از مراحل رشد از نظر واکنش به آب، از حساسیت زیادی برخوردار می‌باشد و می‌تواند به‌طور مؤثر بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه تأثیرگذار باشد. آبیاری تکمیلی موجب افزایش تعداد نیام در بوته گردید زیرا از عقیمی گل‌ها جلوگیری کرد. افزایش تراکم بوته نیز موجب افزایش عملکرد و تعداد دانه در نیام گردید، اما همان‌طوری که مشاهده گردید بین تراکم‌های ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

منابع

1. Beeh, D.F., and Leach, G.Y. 1989. Effect of plant density and raw spacing on the yield of chickpea grown on the daily downs. J. Agric. 29(2): 241-246.
2. Dahiya, S., Singh, M., and Singh, R.B. 1993. Economic and water use efficiency of chickpea as effected by genotypes, irrigation and fertilizer application. Crop Reasearch. Hisar 6: 532-534.
3. Doss, B.D., and Thulow, D.L. 1974. Irrigation, row width and plant population in relation to growth characteristics of tow soybean cultivars, Agron, J. 66: 620-623.
4. Fallah, S., Ehsanzadeh, P., and Daneshvar, M. 2005. Grain yield and yield components in three chickpea genotypes under dryland conditions with and without supplementary irrigation at different plant densities in Khorram-Abad, Lorestan. Iranain. J. Agric. Sci. 36(3): 719-731. (In Persian with English Summary).
5. Gandjali, A., Malekzadeh, S., and Bagheri, A.R. 2000. Effect of plant population density and planting pattern on trend of groth indices of vhicpea (*Cicer arientium* L.) in Neishabour region. Agric. Sci. Tech. 14(2): 33-41. (In Persian with English Summary).
6. Gholdani, M., and Rezvani Moghadam, P. 2007. Effect of different regime of moisture and sowing date on phonological taits and growth indices of three rainfed and irrigated chickpea cultivars. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14(1): 229-242. (In Persian with English Summary).
7. Gupta, P.K., and Agrawal, G.G. 1977. Consumptive use of water by gram and limsed. India. Agric. Sci. 47: 22-26.
8. Jalilian, J., Modarres Sanavy, S.A.M., and Sabaghpour, S.H. 2005. Effect of plant density and supplementary irrigation on yield, yield components and protein content of four chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under dry land condition. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 12(5): 1-9. (In Persian with English Summary).
9. Kobota, T.J., Palta, A., and Turner, N.C. 1992. Rate of development of postanthesis water deficits and grain filling of spring wheat. Crop. Sci. 32: 1238-1242.
10. Lopez-Billido F.J., Lopez- Billido, R.J., Khalil, S.K., and Lopez-Billido, L. 2008. Effect of planting date on winter Kabuli Chickpea growth and yield under rainfed Mediterranean condition. Agron. J. 100: 957-967.
11. Majnoon Hosseini, N., Mohammadi, H., Poustini, K., and Zeinaly Kh. 2003. Effect of plant density on agronomic characteristics, chlorophyll content and stem remobilization percentage in chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). Iranian, J. Agric. Sci. 34(4): 1011-1019. (In Persian with English Summary).
12. Malhorta, R.S., Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1997. Effect of irrigation on winter-sown chickpea in a Mediterranean environment. J. Agron. Crop Sci. 178: 237-243.
13. Mazaheri, M., and Chghakhor, A. 2011. Effect of plant density and row spacing on some morphological characteristics, yield and protein content of two chickpea (*Cicer arietinum* L.). Agron. Sci. 6: 97-107. (In Persian with English Summary).
14. Mohamad Negad, Y., and Soltani, A. 2003. The proportion of main stem and branches on yield of chickpea at various planting dates and densities. The first Congress on Pulses. Research Center for Plant Science Ferdowsi University of Mashhad. 257-259. (In Persian).
15. Mohamadi, Gh. Ghasem Ghozeani, K., Javanshir, K., and Moghadam, M. 2006. Effect of water limitation on grain yield of three chickpea cultivar. J. Sci. Tech. Agric. Natur. Resource. 10(2): 109-119. (In Persian with English Summary).
16. Mousavi, S.K., Pezeshkpoor, P., Khorgami, A., and Noori, M.N. 2009. Effects of supplemental irrigation and crop density on yield, and yield components of Kabuli chickpea cultivars. J Agron. Res. 7(2): 657-672. (In Persian with English Summary).
17. Mousavi, S.K., Pezeshkpoor, P., Khorgami, A., and Noori, M.N. 2010. Effects of supplemental irrigation and crop density on yield, and yield components of Kabuli chickpea cultivars. Iranian J. Agron Res. 7 (2): 657-672. (In Persian with English Summary).
18. Naseri, R., Fasihi, Kh., Hatami, A., and Nad. Poursiahbidi M.M. 2010. Effect of planting pattern on yield, yield components, oil and protein contents in winter safflower *cv.* Sina under rainfed conditions. Iranian J. Crop Sci. 12(3): 227-238. (In Persian with English Summary).

19. Naseri, R., Siyadat, S.A., Soleymanifard, A., Soleymani, R., and Khosh Khabar, H. 2011. Effect of planting date and density on yield, yield components and protein content of three chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under rainfed conditions in Ilam province. Iranian J of Pulses Res. 2(2): 7-18. (In Persian with English Summary).
20. Pezeshkpour, P., Daneshvar, M., and Ahmadi, A.R. 2005. Effect of plant density on Agronomic characteristics, SPAD reading as indicator and light influence bottom of the canopy in chickpea cultivers. The first Congress on Pulses. Research Center for Plant Science Ferdowsi University of Mashhad. 202-204. (In Persian).
21. Rezaeyan Zadeh, E., Parsa, M., Ganjali, A., and Nezami, A. 2011. Responses of yield and yield components of chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) to supplementary irrigation in different phenology stages. Journal of Water and Soil 25: 1080-1095. (In Persian with English Summary).
22. Saxena, M.C. 1993. The challenge of developing biotic and abiotic stress resistance in cool season food legumes. In: Breeding for Stress toleramce in Cool-Season Food Legumes. (Eds. Singh, K.B., and M.C. Saxena) John wiley & sons, New York, NY. PP. 3-14.
23. Saxena, N.P., Tohansen, C., Saxena, M.C., and Silim, S.N. 1993. Selection for drought and salinity tolerance in cool-season food legumes. In and M. C. saxena (eds). Breeding for stress tolerance in cool-season food legumes. Johan Wiley and sons, chichestar, u.k.pp. 245-270.
24. Shbiri, S., Ghasem Ghozeani, K., Golchin, A., and Sabah, V. 2005. The effect f the rate of irrigation on morphology and grin yield of three chickpea cultivar. Agri. Sci. 16(2): 137-147. (In Persian with English Summary).
25. Siddigue, K.H.M., and Sedgley, R.H. 1985. The Effect of reduced branching on yield and water use of chickpea *(Cicer areitinum.* L*)* in the Mediterranean type of environment. Field.Crop Res. 12: 251-259.
26. Silim S.V., and Saxena, M.C. 1993. Adaptation of spring- sown the Mediterranean- earn basin. II. Factors in fluencing yield under drought. Field.Crop Res. 34: 137-146.
27. Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1990. Studies on drought tolerance annual report. ICARDA. Aleppo, Syria. Accomplishments and future challenges in dry land soil fertility research in the Mediterranean area, ICARDA, Aleppo, Syria.
28. Talei, A., and Sayadian, K. 2000. Effect of supplementary irrigation and nutrition requirement of chichpea in dryland conditions Iranian J. Crop Sci. 2(3): 63-72. (In Persian with English Summary).
29. Tomar, R.K.S., Sharma, P. Yadav, L.N., and Sharma, P. 1999. Comparison of yield and economics of irrigated chickpea under improved and local management practices. International Chickpea and Pigeonpea Newsletter. 6: 22-23.
30. Yadav, D.S., and Singh V.K. 1989. Effect of sowing dates and plant densities on the performance of kabali chiclpea genotypes. J. pulses Res. 2: 192-194.
31. Zaferanieh, M., Nezami, A., Parsa, M., Porsa, H., and Bagheri A. 2010. Evaluation of fall sowing of cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasms under complementary irrigation in Mashhad condition: 2- Yield and yield components. Iranian J. Field Crop Res. 7(2): 483-492. (In Persian with English Summary).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 78-91

The effects of supplementary irrigation and different plant densities on morphological traits, yield and its components and protein content of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Sirvan region in Ilam province

Naseri[1*], R., Rahimi[2], M.J., Siyadat[3], S.A., & Mirzaei[4], A.

1. PhD. Student of Crop Physiology, Faculty of Agriculture. Ilam University, Iran
2. Department of Agriculture, Pyame Noor University, Tehran, Iran
3. Professor, Agriculture and Natural Resources, The University of Ramin, Ahvaz, Iran
4. Center of Agricultural Research and Natural Resources of Ilam, Iran

Received: 28 July 2013
Accepted: 13 July 2014

Abstract

In order to study the effect of supplementary irrigation and different plant densities on grain yield and yield components of chickpea *cv Hashem*, an experiment was conducted as split plot arrangement in a randomized complete block design with three replications in Sirvan, Ilam during 2008-2009 cropping season. Main plot included supplementary irrigation (check as non-irrigation, supplementary irrigation at flowering and podding stages) and subplot included plant density (20, 30, 40, 50 plant.m^{-2}). The results showed that supplementary irrigation had significant effect on plant height, number of sub branch, number of pod per plant, 1000-grain weight, protein content, grain yield and biological yield. The highest grain yield (1504 kg.ha^{-1}) was obtained from supplementary irrigation at flowering and the lowest grain yield (613 kg.ha^{-1}) Observed from check treatment respectively. Plant density had significant effect on studied traits expect protein content and harvest index. The highest grain yield was obtained from 50 plant.m^{-2} and the lowest obtained from 20 plant.m^{-2} respectively; but there was not significant difference between 40 and 50 plant.m^{-2}. Interaction effect of supplementary irrigation and plant density was significant on number of main branch, number of pod per plant, grain yield and biological yield. The highest grain yield (2006 kg.ha^{-1}) was obtained from supplementary irrigation at flowering stage and 50 plant.m^{-2} and the lowest grain yield (488 kg.ha^{-1}) observed from check treatment and 20 plant.m^{-2}, respectively.

Key words: Grain yield, Plant density, Supplementary irrigation

* **Corresponding Author:** rahim.naseri@gmail.com, Mobile: 09188410134