

بررسی اثرات آبیاری تکمیلی و تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود کابلی (*Cicer arietinum* L.)

سیدکریم موسوی^۱، پیام پزشکیپور^۱، علی خورگامی^۲ و میرزا حسین نوری^۱

چکیده

به منظور بررسی تأثیر آبیاری تکمیلی و تراکم کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان عبور نور از تاج پوشش گیاهی سه رقم نخود کابلی، آزمایشی به صورت اسپلیت-فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سراب چنگایی خرم‌آباد اجراء شد. رژیم آبی در سه سطح (دیم، آبیاری در مرحله گلدهی و آبیاری در مرحله پر شدن غلافها) فاکتور اصلی آزمایش بود. فاکتوریل رقم نخود (شامل سه رقم آزاد، آرمان و توده محلی گریت) و تراکم کاشت (در چهار سطح ۳۰، ۴۲، ۵۴ و ۶۶ بوته در مترمربع) کرت‌های فرعی آزمایش را تشکیل داد. آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی در مقایسه با شرایط دیم موجب افزایش عملکرد بیولوژیک (۴۹ درصد)، عملکرد دانه (۵۴ درصد)، تعداد غلاف در بوته (۴۳ درصد) و کاهش میزان نفوذ نور از تاج پوشش گیاهی (۵۵ درصد) شد. در بین ارقام مورد آزمایش بیشترین عملکرد دانه (۱۳۷۶ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۴۵ درصد) به رقم آزاد اختصاص داشت. بیشترین عملکرد دانه (۱۳۸۸ کیلوگرم در هکتار) و بالاترین عملکرد بیولوژیک (۳۸۲۳ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۶۶ بوته در مترمربع به دست آمد. با افزایش تراکم کاشت میزان نور رسیده به کف تاج‌پوشه گیاهی کاهش یافت و کمترین میزان نفوذ نور در تراکم‌های ۵۴ و ۶۶ بوته در مترمربع حاصل شد. نتایج آزمایش گویای اهمیت آبیاری تکمیلی و تراکم کاشت مناسب در دستیابی به پتانسیل تولید کشت نخود است.

واژه‌های کلیدی: نخود، آبیاری تکمیلی، تراکم کاشت، رقم، جذب نور.

مقدمه

حبوبات پس از غلات، دومین منبع غذایی مهم بشر است (۷). دانه حبوبات با برخورداری از ۱۸ تا ۳۲ درصد پروتئین مکمل دانه غلات محسوب می‌شود. نخود با داشتن ۱۵ تا ۲۵ درصد پروتئین غنی از اسیدهای آمینه ضروری نظیر لایسین است (۲۵). بعلاوه قابلیت همزیستی بسیاری از گیاهان این تیره با باکتری‌های مختلفی از جنس ریزوبیوم سبب تثبیت نیتروژن ملکولی هوا و باروری خاک می‌شود (۱۹ و ۲۶). استان لرستان با برخورداری از ۱۳۲۸۲۷ هکتار سطح زیر کشت با متوسط عملکرد ۵۵۲ کیلوگرم در هکتار سهم عمده‌ای در تولید نخود کشور دارد. البته پژوهش‌های به‌زراعی گویای این است که پتانسیل تولید منطقه به مراتب بیشتر از این مقدار است.

تنش خشکی در مناطق غرب آسیا و شمال آفریقا از جمله عوامل کاهش عملکرد نخود است. میزان کاهش عملکرد بر اثر تنش خشکی به زمان وقوع تنش، شدت تنش و میزان تحمل رقم زراعی بستگی دارد (۹). وقوع تنش خشکی در برخی مراحل رشد گیاهان می‌تواند خسارت جبران‌ناپذیری بر عملکرد آنها وارد سازد. از این رو شناخت مراحل حساس به خشکی در گیاهان و تأمین به موقع نیاز آنها می‌تواند ما را در جهت حصول حداکثر عملکرد یاری رساند. حساس‌ترین مرحله تنش رطوبت در نخود مراحل گلدهی و پر شدن غلاف‌هاست. آبیاری تکمیلی در مراحل بحرانی رشد گیاه می‌تواند از شدت خسارت تنش بکاهد و عملکرد را افزایش دهد (۲). آبیاری تکمیلی به منظور رفع تنش در مراحل بحرانی رشد

گیاه تأثیر جدی بر افزایش عملکرد نخود داشته است (۳۰). داهیا و همکاران (۱۸) اظهار داشتند که دو نوبت آبیاری در مرحله شاخه‌دهی و شروع تشکیل غلاف‌ها بیشترین عملکرد دانه را در پی داشت. مالهوترا و همکاران (۲۳)، سلیم و سکسینا (۳۳)، توباسیر و همکاران (۳۴)، زنگ و همکاران (۳۷)، اولاه و همکاران (۳۵)، طلیعی و صیادیان (۶)، فلاح و همکاران (۷) و عسگر و همکاران (۱۶) بیان داشتند که بیشترین عملکرد دانه با آبیاری در مرحله گلدهی حاصل شد.

تراکم گیاهی عامل مهمی در دستیابی به پتانسیل عملکرد گیاهان زراعی است. نامناسب بودن تراکم کاشت از جمله مهمترین مشکلات زراعت نخود به شمار می‌آید (۲۹ و ۳۱). از این رو شناخت تراکم کاشت مطلوب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یدو و سینگ (۳۶) بالاترین عملکرد دانه نخود را برای تراکم ۵۵ بوته در مترمربع گزارش کردند.

بسیاری از زارعین با آن که به آب آبیاری به ویژه در اواخر دوره رشد غلات پاییزه دسترسی دارند ولی نسبت به آبیاری تکمیلی اهتمام نمی‌ورزند. این پژوهش به منظور بررسی اثرات آبیاری تکمیلی و تراکم کاشت بر تولید سه رقم نخود دیم در شرایط آب و هوایی استان لرستان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

اثرات آبیاری تکمیلی، تراکم کاشت و رقم بر تولید نخود در سال زراعی ۱۳۸۳-۸۴ به صورت اسپلنت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. فاکتورهای مورد مطالعه شامل رژیم آبی در سه سطح شاهد دیم بدون آبیاری، آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و در مرحله غلاف‌دهی نخود؛ رقم نخود در سه سطح آزاد (فیلیپ ۹۳-۹۳)، آرمان و توده محلی گریب و تراکم کاشت در چهار سطح ۳۰، ۴۲، ۵۴ و ۶۶ مترمربع بود. فاکتور آبیاری به کرت اصلی و فاکتوریل سطوح رقم و تراکم کاشت به کرت‌های فرعی اختصاص داده شد.

ایستگاه تحقیقات کشاورزی سراب چنگایی با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۱۷۵ متر از سطح دریا در

جنوب غربی خرم‌آباد واقع است. این منطقه براساس طبقه‌بندی کوپن دارای اقلیم نیمه گرمسیری با تابستانهای گرم و خشک است. متوسط بارندگی سالیانه در خرم‌آباد ۵۲۰ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد است. مقدار بارندگی و دمای حداقل و دمای حداکثر مطلق طی ماههای سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ در شهرستان خرم‌آباد در شکل ۱ نشان داده شده است. خاک محل آزمایش دارای بافت سیلت‌رسی با pH برابر ۷/۷۵ بود.

هر کرت آزمایشی دارای ۵ ردیف کاشت ۴ متری بود. فاصله بین ردیف‌های کاشت به طور ثابت برای تمامی واحدهای آزمایشی ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و فواصل بین بوته‌ها روی ردیف‌های کاشت با توجه به تراکم مربوط تنظیم گردید. فاصله بین بلوک‌ها ۲/۵ متر در نظر گرفته شد. کاشت نخود در دوم اسفند ۱۳۸۳ صورت گرفت. قبل از کاشت، بذور با سم کاربوکسی‌تیرام به میزان دو در هزار ضدعفونی شدند. برای کاشت با فوکا شیارهایی به عمق تقریبی ۷ سانتی‌متر ایجاد شد و بذور نخود در داخل شیارها با فواصل معین برای حصول تراکم‌های مورد نظر کاشته شد. به منظور برآورد دقیق مقدار آب مورد نیاز برای آبیاری تکمیلی، میزان رطوبت خاک در عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متر قبل از آبیاری در مرحله ۵۰ درصد گلدهی و مرحله پر شدن غلافها اندازه‌گیری شد و برای برآورد ضریب رطوبتی (FC) و وزن مخصوص ظاهری (BD) مؤلفه‌هایی نظیر بافت و مقدار مواد آلی خاک لحاظ شد. با استفاده از رابطه کسر رطوبتی $IN=(FC-M) \times BD \times D$ که در آن BD وزن مخصوص ظاهری (بر حسب گرم بر سانتی‌مترمربع)، D عمق توسعه ریشه (۶۰ سانتی‌متر)، M رطوبت وزنی قبل از آبیاری و IN عمق کسر آب آبیاری خالص، میزان آب آبیاری خالص به ترتیب به میزان ۴۸۰ و ۴۹۱ لیتر در مراحل گلدهی و پر شدن غلافها برآورد گردید. آبیاری با آبپاش ۲۰ لیتری به طور یکنواخت در سطح هر کرت صورت گرفت.

در مرحله گلدهی کامل نخود میزان نور رسیده به سطح زمین در زیر تاج پوشش گیاهی به هنگام ظهر با استفاده از دستگاه نورسنج مزرعه‌ای مدل LX-5201 با دقت یک لوکس (یک‌صدم وات بر مترمربع) اندازه‌گیری شد. محصول هر کرت پس از حذف دو ردیف کناری بعلاوه ۵۰ سانتی‌متر ابتدا و انتهای سه ردیف باقی‌مانده در هفته دوم

میلی‌متر آبیاری در مرحله پر شدن دانه‌ها در نخود، حدود ۵/۹ کیلوگرم در هکتار به عملکرد دانه اضافه شد. در این ارتباط رامتکه و همکاران (۲۸)، داهیا و همکاران (۱۸) توبا بسیر و همکاران (۳۴)، مالهوترا و همکاران (۲۳)، زنگ و همکاران (۳۷)، اولاه و همکاران (۳۵) و فلاح (۷) نیز افزایش عملکرد دانه در پی آبیاری تکمیلی را گزارش داده‌اند.

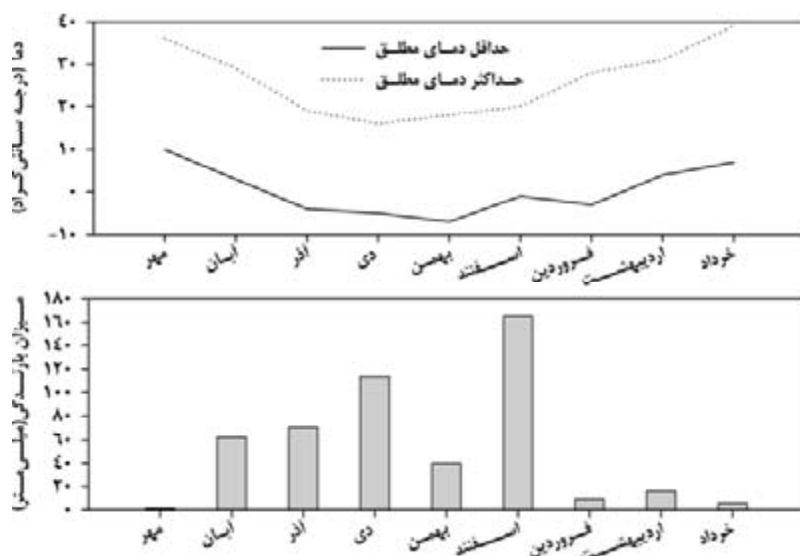
رقم تأثیر کاملاً معنی‌داری بر عملکرد دانه در واحد سطح داشت (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه (۱۳۷۶ کیلوگرم در هکتار) به رقم آزاد تعلق داشت و کمترین آن (۱۱۰۴ کیلوگرم در هکتار) به توده محلی گریت مربوط بود (جدول ۲). عملکرد دانه رقم آرمان (۱۳۶۱ کیلوگرم در هکتار) نیز به طور معنی‌داری بیشتر از توده محلی گریت بود. عملکرد بالای رقم آزاد و رقم آرمان ممکن است به تیپ رشدی و زودرسی آنها مربوط بوده باشد. صفت زودرسی در مناطق دیم باعث می‌شود که گلدهی و غلاف‌بندی زمانی صورت گیرد که تنش رطوبتی و حرارتی کمتری وجود داشته باشد.

تراکم کاشت نیز به طور کاملاً معنی‌داری تولید دانه نخود در واحد سطح را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه به بالاترین تراکم کاشت (۶۶ بوته در مترمربع) تعلق داشت که البته با تراکم ۵۴ بوته در مترمربع

تیرماه برداشت شد و برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس ۱۰ بوته انتخابی به طور تصادفی از هر کرت اجزای عملکرد نخود شمارش و اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه: آبیاری تکمیلی به طور معنی‌داری عملکرد دانه در واحد سطح را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه به میزان ۱۵۸۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی نخود حاصل گشت که با تولید در شرایط دیم (۱۰۳۱ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری داشت. آبیاری در مرحله پر شدن غلافها در مقایسه با شاهد بدون آبیاری عملکرد دانه را به میزان ۱۸/۷ درصد افزایش داد؛ البته تیمار آبیاری در مرحله پر شدن غلافها از نظر عملکرد دانه، حد واسط شاهد دیم و تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی بود و با هیچ کدام تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). بالا بودن عملکرد دانه در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی نخود گویای نیاز رطوبتی این گیاه‌زراعی برای دستیابی به پتانسیل تولید است. طبیعی و صیادیان (۶) گزارش دادند که به ازای هر



شکل ۱: مقدار بارندگی و درجه حرارت حداقل و حداکثر مطلق ماههای سال زراعی ۸۴ - ۱۳۸۳ در شهرستان خرم آباد

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، تعداد غلاف دو بذری و نسبت غلاف‌های پوک نخود

منابع تغییرات	میانگین مربعات				
	عملکرد دانه	تعداد غلاف در بوته ^۱	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه	تعداد غلاف دو بذری ^۱
آبیاری	۳۸۱۷۱۳۱/۵*	۱/۳۸**	۰/۰۰۴**	۱۵۰/۶**	۰/۱۴**
رقم	۱۱۱۸۹۱۳/۳**	۲/۷۰**	۰/۰۱۶*	۱۱۲۱/۴**	۱/۳۹**
رقم در آبیاری	۱۱۰۱۱۲/۹**	۰/۱۶۰**	۰/۰۰۳**	۵۶/۹**	۰/۱۰**
تراکم	۴۵۲۰۸۹/۹**	۱/۰۸**	۰/۰۰۳**	۲۳۴/۸**	۰/۴۱**
تراکم × آبیاری	۱۲۸۳۵۷/۱*	۰/۰۷**	۰/۰۰۵**	۱۱/۴**	۰/۱۸**
تراکم × رقم	۱۶۸۶۸۱/۴**	۰/۲۹**	۰/۰۰۲**	۱۷۸/۵**	۰/۰۹**
تراکم × رقم × آبیاری	۴۵۱۶۸/۰**	۲۱/۲**	۰/۰۰۳**	۸/۲**	۰/۰۸**
ضرب تجمیعیات	۱۸/۱	۲۱/۲	۵/۴	۱۰/۶	۳۰/۲۲

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داده‌ها پس از تبدیل معکوس آرک سینوس آنالیز شدند.^۱

جدول ۲: اثرات ساده فاکتورهای آزمایش برای عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، تعداد غلاف دو بذری و نسبت غلاف‌های پوک نخود

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	آبیاری			تراکم (تعداد بوته در مترمربع)					
	شاهد (دیم)	مرحله گلدهی	آبیاری در مرحله پر شدن غلاف‌ها	آزاد	آرمان	گریت	۳۰	۴۲	۵۴
۱۰۴۱ b	۱۵۸۶ a	۱۲۲۴ ab	۱۳۷۶ a	۱۳۶۱ a	۱۱۰۴ b	۱۱۲۸ c	۱۲۴۷ b	۱۳۴۸ ab	۱۳۸۸ a
۱۵/۱۸ a	۲۱/۷۷ b	۱۶/۵۷ b	۱۸/۷۹ a	۲۱/۱۵ a	۱۳/۵۸ b	۲۱/۳۷ a	۱۶/۹۴ bc	۱۸/۵۷ ab	۱۴/۴۸ c
۱/۱۰ a	۱/۰۹ a	۱/۰۹ a	۱/۰۹ ab	۱/۱۱ a	۱/۰۷ b	۱/۰۹ a	۱/۱۰ a	۱/۱۰ a	۱/۰۸ a
۳۴/۶۷ a	۳۴/۴۶ a	۳۷/۶۳ a	۳۳/۱۷ b	۳۲/۴۳ b	۴۱/۱۵ a	۳۷/۵۷ a	۳۷/۸۰ a	۳۲/۵۱ c	۳۴/۴۶ b
۱/۶۵ a	۲/۱۵ a	۱/۶۲ a	۱/۹۱ b	۲/۴۵ a	۱/۰۶ c	۲/۲۳ a	۱/۸۴ a	۱/۸۴ a	۱/۲۸ b
۷/۷۱۰ b	۱۱/۲۷ a	۵/۷۱ b	۱۰/۸۶ a	۶/۸۸ b	۶/۹۵ b	۷/۰۱ a	۸/۰ a	۸/۴۰ a	۹/۵۲ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف براساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

تکمیلی در مرحله گلدهی تعلق داشت. کمترین عملکرد دانه به میزان ۹۲۶/۱ کیلوگرم در هکتار برای توده محلی گریت در شرایط دیم تحقق یافت (جدول ۳). اثر متقابل رژیم آبیاری و تراکم کاشت نخود معنی‌دار بود (جدول ۱) که گویای تفاوت روند پاسخ عملکرد دانه به تراکم کاشت در رژیم‌های مختلف آبیاری است. بیشترین عملکرد دانه نخود به تیمارهای با تراکم کاشت ۶۶، ۵۴ و ۴۲ بوته در مترمربع تحت آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی تعلق داشت. کمترین عملکرد دانه نیز به تیمارهای با تراکم کاشت ۳۰ بوته در مترمربع در شرایط دیم مربوط بود (جدول ۴). اثر متقابل رقم و تراکم کاشت نیز معنی‌دار بود (جدول ۱).

تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). عملکرد دانه نخود در تراکم کاشت ۳۰ بوته در مترمربع به طور معنی‌داری کمتر از سایر تراکم‌ها بود. با افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۴ بوته در مترمربع عملکرد دانه نخود در واحد سطح به طور تقریباً خطی افزایش یافت. در این ارتباط لنگری (۱۲) و مجنون حسینی و همکاران (۱۳) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. اثر متقابل رژیم آبیاری و رقم نخود از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱) که به معنای پاسخ مشابه ارقام مختلف نخود نسبت به تیمارهای آبیاری است. بیشترین عملکرد دانه به رقم آزاد (۱۷۲۳ کیلوگرم در هکتار) و رقم آرمان (۱۶۴۵ کیلوگرم در هکتار) تحت رژیم آبیاری

جدول ۳: اثر متقابل آبیاری و رقم زراعی برای عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، تعداد غلاف دو بذری و نسبت غلافهای پوک نخود

آبیاری	رقم	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه (گرم)	تعداد غلاف دوبذری	نسبت غلافهای پوک
شاهد (دیم)	آزاد	۱۱۳۰ cd	۱۷/۱۳ bc	۱/۱۰ ab	۳۲/۹۶ cd	۱/۸۴ bc	۹/۸۳ ab
	آرمان	۱۰۳۶ de	۱۶/۹۵ bc	۱/۱۲ a	۳۱/۵۱ de	۱/۹۹ ab	۴/۸۴ d
	گریت	۹۲۶/۱ e	۱۱/۴۵ d	۱/۰۹ ab	۳۹/۵۳ a	۱/۱۴ c	۸/۴۶ bc
آبیاری در مرحله گلدهی	آزاد	۱۷۲۳ a	۲۳/۹۸ a	۱/۱۰ ab	۳۲/۰۹ cde	۲/۳۶ ab	۱۵/۳۵ a
	آرمان	۱۶۴۵ a	۲۶/۶۹ a	۱/۱۰ ab	۲۹/۳۶ e	۳/۱۵ a	۱۰/۱۸ ab
	گریت	۱۳۹۱ b	۱۴/۶۶ cd	۱/۰۶ b	۴۱/۹۳ a	۰/۹۳ c	۸/۳۰ ab
آبیاری در مرحله پر شدن غلافها	آزاد	۱۲۷۴ bc	۱۵/۲۵ bc	۱/۱۰ ab	۳۴/۴۷ bc	۱/۵۳ bc	۷/۴۱ bcd
	آرمان	۱۴۰۲ b	۱۹/۸۱ ab	۱/۱۰ ab	۳۶/۴۲ b	۲/۲۲ ab	۵/۶۲ cd
	گریت	۹۹۵/۹ de	۱۴/۶۴ cd	۱/۰۷ ab	۴۱/۹۹ a	۱/۱۲ c	۴/۱۰ d

میانگینهای دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی دار هستند.

مترمربع با آبیاری در مرحله گلدهی اختصاص داشت. کمترین عملکرد دانه (۷۸۴/۵ کیلوگرم در هکتار) نیز به کشت توده محلی گریت با تراکم ۴۲ بوته در مترمربع در شرایط بدون آبیاری مربوط بود (جدول ۶).

تعداد غلاف در بوته: تاثیر آبیاری تکمیلی بر تعداد غلاف در هر بوته نخود معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگینها نشان داد که تیمارهای آبیاری شده در مرحله گلدهی در مقایسه با شرایط دیم از تعداد غلاف در بوته بیشتری

بیشترین عملکرد دانه نخود به میزان ۱۵۳۳ کیلوگرم در هکتار برای بالاترین تراکم کاشت رقم آزاد محقق گشت، در حالی که کمترین عملکرد دانه (۸۷۲ کیلوگرم در هکتار) به کمترین تراکم کاشت توده محلی گریت مربوط بود (جدول ۵).

اثر متقابل سه گانه آبیاری، رقم و تراکم برای عملکرد نخود معنی دار نبود (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه (۲۰۶۰ کیلوگرم در هکتار) به کشت رقم آزاد با تراکم ۶۶ بوته در

جدول ۴: اثر متقابل آبیاری و تراکم کاشت برای عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، تعداد غلاف دو بذری و نسبت غلافهای پوک نخود

آبیاری	تراکم (تعداد بوته در مترمربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه (گرم)	تعداد غلاف دوبذری	نسبت غلافهای پوک
شاهد (دیم)	۳۰	۹۲۱/۸ e	۱۹/۵۸ abc	۱/۱۲ a	۳۶/۹۷ ab	۲/۵۲ ab	۷/۷۲ bcde
	۴۲	۹۹۰/۷ c	۱۳/۸۶ de	۱/۱۲ a	۳۶/۹۶ ab	۱/۷۷ bcd	۸/۳۳ abcd
	۵۴	۱۰۹۱ bc	۱۵/۳۰ bcde	۱/۱۰ a	۳۱/۴۸ de	۱/۴۸ bcd	۸/۲۵ abcde
	۶۶	۱۱۱۹ bc	۱۱/۹۷ e	۱/۰۸ a	۳۲/۲۵ cde	۰/۸۵ d	۶/۵۶ def
آبیاری در مرحله گلدهی	۳۰	۱۲۸۳ b	۲۶/۹۰ a	۱/۱۰ a	۳۷/۰۱ ab	۳/۰۳ a	۸/۹۶ abc
	۴۲	۱۶۳۱ a	۲۰/۱۸ abcd	۱/۰۸ a	۳۷/۱۲ ab	۱/۸۷ abc	۱۰/۸۸ abc
	۵۴	۱۶۶۱ a	۲۲/۵۸ ab	۱/۰۹ a	۳۰/۰۷ e	۲/۱۸ abc	۱۱/۲۳ ab
	۶۶	۱۷۷۱ a	۱۷/۴۳ bcde	۱/۰۷ a	۳۳/۶۶ bcd	۱/۵۰ cd	۱۴/۰۴ a
آبیاری در مرحله پر شدن غلافها	۳۰	۱۲۱۰ b	۱۷/۶۳ bcd	۱/۰۶ a	۳۸/۷۳ a	۱/۱۵ bcd	۴/۳۶ cd
	۴۲	۱۱۱۹ bc	۱۶/۷۷ bcde	۱/۱۲ a	۳۹/۳۳ a	۱/۸۹ abcd	۴/۸۱ f
	۵۴	۱۲۹۲ b	۱۷/۸۲ bcde	۱/۱۰ a	۳۵/۹۹ abc	۱/۹۵ bcd	۵/۷۱ cdef
	۶۶	۱۲۷۵ b	۱۴/۰۴ ede	۱/۱۰ a	۳۶/۴۶ abc	۱/۵۰ bcd	۷/۹۶ bcde

میانگینهای دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی دار هستند.

جدول ۵: اثر متقابل رقم زراعی و تراکم کاشت برای عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، تعداد غلاف دو بذری و نسبت غلاف‌های پوک نخود

رقم نخود	تراکم (تعداد بوته در مترمربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه (گرم)	تعداد غلاف دو بذری	نسبت غلاف‌های پوک
آزاد	۳۰	۱۱۵۱ cd	۲۲/۷۳ ab	۱/۰۹ ab	۳۲/۳۳ c	۲/۲۱ ab	۷/۶۳ abc
	۴۲	۱۳۸۶ ab	۱۹/۴۸ abc	۱/۱۳ a	۳۵/۱۷ bc	۲/۳۳ ab	۱۱/۱۹ ab
	۵۴	۱۴۴۳ ab	۱۷/۱۸ bc	۱/۰۹ ab	۳۲/۳۲ c	۱/۵۵ bc	۱۰/۲۶ abc
	۶۶	۱۵۳۳ a	۱۵/۷۵ cd	۱/۰۹ ab	۳۲/۸۸ c	۱/۵۵ bcd	۱۴/۳۸ a
آرمان	۳۰	۱۳۹۱ ab	۲۶/۳۵ a	۱/۱۱ ab	۳۳/۰۳ c	۳/۱۸ a	۷/۰۸ abc
	۴۲	۱۳۳۹ abc	۲۰/۲۶ abc	۱/۱۱ ab	۳۱/۹۱ c	۲/۳۱ ab	۵/۶۵ c
	۵۴	۱۳۲۳ abc	۲۱/۳۳ abc	۱/۱۱ ab	۳۲/۱۸ c	۲/۷۵ ab	۶/۳۸ abc
	۶۶	۱۳۸۹ ab	۱۶/۶۵ cd	۱/۰۹ ab	۳۲/۶۰ c	۱/۵۷ bc	۸/۴۲ abc
گریت	۳۰	۸۷۲/۱ e	۱۵/۰۳ cd	۱/۰۹ ab	۴۷/۳۶ a	۱/۳۱ bcd	۶/۳۳ abc
	۴۲	۱۰۱۴ de	۱۱/۰۸ e	۱/۰۷ ab	۴۶/۳۲ a	۰/۸۸ cd	۷/۱۷ bc
	۵۴	۱۲۸۸ bc	۱۷/۱۸ bc	۱/۰۸ ab	۳۳/۰۴ c	۱/۳۲ bcd	۸/۵۵ abc
	۶۶	۱۲۴۳ bc	۱۱/۰۵ de	۱/۰۷ b	۳۷/۸۸ b	۰/۷۳ d	۵/۷۷ bc

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

(جدول ۲). افزایش تراکم گیاهی سبب تشدید رقابت گیاهان برای تصاحب عوامل رشد می‌شود. 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. قاسمی گل‌عدزانی و همکاران (۸)، نظامی و همکاران (۱۴)، احمدی و کانونی (۱)، باقری و همکاران (۳)، فلاح (۷) و مجنون حسینی و همکاران (۱۳) نیز نتایج مشابهی در مورد نخود گزارش کردند.

در رابطه با صفت تعداد غلاف در بوته هیچ یک از اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی معنی‌دار نبود (جدول ۱). همانند عملکرد دانه در واحد سطح حداکثر تعداد غلاف در بوته متعلق به رقم آرمان و رقم آزاد در شرایط آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی بود. کمترین تعداد غلاف در بوته نیز برای توده محلی گریت در شرایط بدون آبیاری تحقق یافت (جدول ۳). در مورد اثر متقابل رژیم آبیاری و تراکم کاشت، بیشترین تعداد غلاف در بوته برای پایین‌ترین تراکم تحت آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و کمترین تعداد غلاف در بوته برای بالاترین تراکم در شرایط بدون آبیاری حاصل گشت (جدول ۴).

تعداد دانه در غلاف: تاثیر عوامل آزمایشی و اثرات متقابل

برخوردار بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و فراهم شدن شرایط رطوبتی سبب بهتر شدن وضعیت باروری نخود شده است. نتایج اولاه و همکاران (۳۵) نائیک و همکاران (۲۷)، هرناوندز و بارالز (۲۰) و توبابیسیر و همکاران (۳۴) مؤید این موضوع است. افزایش تعداد غلاف در بوته تحت شرایط آبیاری تکمیلی از جمله دلایل افزایش عملکرد نخود در مقایسه با شاهد بودن آبیاری است. پتانسیل حیوانات در تشکیل جوانه‌های گل، گله‌ها و غلافها بسیار بالاست اما دستیابی به این پتانسیل به شرایط محیطی بستگی دارد.

ارقام نخود از نظر تعداد نیام در بوته تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۱). در بین ارقام نخود بیشترین تعداد غلاف در بوته به رقم آرمان (۲۱ غلاف در بوته) تعلق داشت که با توده محلی گریت (۱۴ غلاف در بوته) تفاوت معنی‌داری داشت. رقم آزاد از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری با رقم آرمان نداشت (جدول ۲).

تأثیر تراکم کاشت بر تعداد غلاف در بوته کاملاً معنی‌دار نبود (جدول ۱). با افزایش تراکم کاشت تعداد غلاف در بوته کاهش یافت به طوری که بیشترین (۲۱ غلاف) و کمترین (۱۵ غلاف) تعداد غلاف در بوته به ترتیب در تراکم‌های ۳۰ و ۶۶ بوته در مترمربع به دست آمد

جدول ۶: اثر متقابل سه گانه آبیاری، رقم زراعی و تراکم کاشت برای عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، تعداد غلاف دو بذری و نسبت غلاف‌های پوک نخود

آبیاری	رقم نخود	تراکم در مترمربع	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه (گرم)	تعداد غلاف دوبذری	نسبت غلاف‌های پوک
شاهد (دیم)	آزاد	۳۰	۹۲۲/۵ klmn	۲۲/۷۰ abcdef	۱/۱۲ a	۳۲/۲۲ defghi	۲/۹۰ abcd	۸/۳۵ abcdefgh
		۴۲	۱۱۴۱ hijklmn	۱۷/۵۲ bcdefg	۱/۱۳ a	۳۶/۲۸ cdefgh	۲/۴۰ abcde	۷/۸۵ abcdefgh
		۵۴	۱۲۴۳ efghijkl	۱۳/۱۰ defghi	۱/۰۹ a	۳۱/۳۵ efghi	۱/۰ efgh	۱۰/۴۰ abcdefgh
		۶۶	۱۲۱۵ fghijklm	۱۵/۲۰ cdefghi	۱/۰۶ a	۳۲/۰ defghi	۱/۰۵ defg	۱۲/۷۳ abcdef
	آرمان	۳۰	۹۹۷/۳ hijklmn	۲۲/۰۵ abcdef	۱/۱۴ a	۳۲/۰۸ defghi	۳/۲۰ abc	۶/۲۳ cdefghi
		۴۲	۱۰۴۶ hijklmn	۱۶/۶۰ bcdefgh	۱/۱۵ a	۳۱/۵۵ efghi	۲/۳۵ abcde	۴/۰۵ bcdefghi
		۵۴	۹۹۰/۲ ijklmn	۱۷/۲۰ bcdefgh	۱/۰۹ a	۳۰/۷۵ fghi	۱/۴۵ abcdefg	۴/۸۸ abcdefgh
		۶۶	۱۱۰۹ hijklmn	۱۱/۹۵ defghi	۱/۱۲ a	۳۱/۶۵ efghi	-/۹۵ bcdefg	۴/۲۳ hi
	گریت	۳۰	۸۲۵/۶ mn	۱۴/۰ defghi	۱/۱۰ a	۴۶/۶۳ a	۱/۴۵ bcdefg	۸/۵۸ abcdefgh
		۴۲	۷۸۴/۵ n	۷/۴۵ i	۱/۰۷ a	۴۳/۰۵ ab	۰/۵۵ g	۱۳/۰۷ abcd
		۵۴	۱۰۴۰ hijklmn	۱۵/۶۰ cdefgh	۱/۱۳ a	۳۲/۳۵ defghi	۲/۰ abcdef	۹/۴۸ abcdefgh
		۶۶	۱۰۳۴ hijklmn	۸/۷۶ hi	۱/۰۶ a	۳۶/۱۰ cdefgh	-/۵۵ g	۲/۷۳ hi
آبیاری در مرحله گلدهی	آزاد	۳۰	۱۲۵۴ efghijkl	۲۰/۹۰ ab	۱/۰۹ a	۳۲/۴۵ defghi	۳/۰۵ abcd	۹/۸۵ abcdefg
		۴۲	۱۸۷۵ ab	۲۴/۶۵ abcde	۱/۱۱ a	۳۲/۵۵ defghi	۲/۵۵ abcde	۱۷/۲۷ ab
		۵۴	۱۷۰۳ bc	۲۱/۷۵ abcdef	۱/۱۱ a	۳۰/۴۸ ghi	۲/۱۵ abcdef	۱۴/۳۸ abc
		۶۶	۲۰۶۰ a	۱۸/۶۰ bcdefgh	۱/۱۰ a	۳۲/۹۰ defghi	۱/۷۰ abcdefg	۱۹/۹۰ a
	آرمان	۳۰	۱۶۳۴ bcde	۲۳/۵۰ a	۱/۱۲ a	۲۹/۸۸ hi	۴/۵۰ a	۱۰/۲۳ abcdefgh
		۴۲	۱۶۶۴ bed	۲۶/۱۰ abc	۱/۰۹ a	۳۰/۱۰ hi	۲/۵۵ abcde	۷/۶۵ abcdefgh
		۵۴	۱۶۱۸ bede	۲۶/۱۰ abc	۱/۱۳ a	۲۸/۷۰ i	۳/۲۵ ab	۱۰/۰۲ abcdefgh
		۶۶	۱۶۶۵ bed	۲۱/۰۵ abcdefg	۱/۰۶ a	۲۸/۷۷ i	۲/۲۰ abcdefg	۱۲/۸۰ abcde
	گریت	۳۰	۹۶۰/۹ jklmn	۱۶/۳۰ bcdefgh	۱/۱۰ a	۲۸/۷۰ a	۱/۵۵ abcdefg	۶/۸۰ abcdefgh
		۴۲	۱۳۵۳ cdefghij	۹/۸۰ ghi	۱/۰۵ a	۴۸/۷۰ a	۰/۵۰ fg	۷/۷۰ abcdefgh
		۵۴	۱۶۶۳ bed	۱۹/۹۰ abcdefg	۱/۰۵ a	۳۱/۰۲ efghi	۱/۱۵ bcdefg	۹/۲۸ abcdefgh
		۶۶	۱۵۸۷ bedef	۱۲/۶۵ efghi	۱/۰۵ a	۳۹/۳۰ bc	-/۵۰ g	۹/۴۳ abcdefgh
آبیاری در مرحله پر شدن غلاف‌ها	آزاد	۳۰	۱۲۷۶ defghijkl	۱۴/۶۰ cdefgh	۱/۰۵ a	۳۲/۳۰ defghi	-/۶۸ defg	۴/۶۸ defghi
		۴۲	۱۱۴۳ hijklmn	۱۶/۲۵ bcdefgh	۱/۱۵ a	۳۶/۷۰ cdefg	۲/۰۵ abcdefg	۸/۴۵ abcdefgh
		۵۴	۱۳۵۵ cdefghij	۱۶/۷۰ cdefgh	۱/۰۹ a	۳۵/۱۳ cdefghi	۱/۵۰ abcdefg	۶/۰ abcdefgh
		۶۶	۱۳۲۴ cdefghij	۱۳/۴۵ defghi	۱/۱۱ a	۳۳/۷۵ cdefghi	۱/۹۰ abcdefg	۱۰/۴۵۰ abcdefgh
	آرمان	۳۰	۱۵۴۳ bcdefg	۲۳/۵۰ abcde	۱/۰۷ a	۳۷/۱۵ cdef	۱/۸۵ abcdef	۴/۷۸ abcdefgh
		۴۲	۱۳۰۸ defghijk	۱۸/۰۸ abcdefg	۱/۱۱ a	۳۴/۰۸ cdefghi	۲/۰۳ abcdef	۵/۲۵ ghi
		۵۴	۱۳۶۲ cdefghi	۲۰/۷۰ abcdefg	۱/۱۵ a	۳۷/۱۰ cdef	۳/۵۵ abcde	۴/۲۳ efghi
		۶۶	۱۳۹۳ cdefgh	۱۶/۹۵ cdefgh	۱/۰۹ a	۳۷/۲۸ bcde	۱/۴۵ abcdefg	۸/۲۳ abcdefgh
	گریت	۳۰	۸۰۹/۸ n	۱۴/۷۸ cdefghi	۱/۰۶ a	۴۶/۷۵ a	۰/۹۳ bcdefg	۳/۶۳ fghi
		۴۲	۹۰۵/۱ lmn	۱۶/۰ efghi	۱/۰۹ a	۴۷/۲۰ a	۱/۶۰ bcdefg	-/۷۳ i
		۵۴	۱۱۶۰ ghijklmn	۱۶/۰۵ cdefgh	۱/۰۶ a	۳۵/۷۵ cdefgh	-/۸۰ cdefg	۶/۹۰ abcdefgh
		۶۶	۱۱۰۹ hijklmn	۱۱/۷۳ fghi	۱/۰۹ a	۳۸/۲۵ bcd	۱/۱۵ bcdefg	۵/۱۵ abcdefgh

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

بود (جدول ۱). بیشترین وزن صد دانه به مقدار ۳۷ گرم در دو تراکم پایین تر حاصل شد (جدول ۲). کولاز و سیفت‌سی (۲۱) و مجنون حسینی و همکاران (۱۳) اظهار داشته‌اند که با افزایش تراکم کاشت وزن صد دانه نخود کاهش یافت. اثر متقابل تراکم کاشت و رقم از نظر این صفت نیز کاملاً معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین مقدار وزن صد دانه حاصل شد (جدول ۲).

تعداد غلاف دو بذری: تأثیر آبیاری تکمیلی بر تعداد غلاف دو بذری معنی‌دار نبود (جدول ۱). تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر تعداد غلاف‌های دو بذری معنی‌دار بود (جدول ۱). ۱۲ درصد کل غلاف‌ها در ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نوع دو بذری و مابقی تک بذری بود. نتایج نسبتاً مشابهی را مانارا و مانارا (۲۴) گزارش داده‌اند. در بررسی نامبردگان نسبت غلاف‌های دو بذری و تک بذری از کل غلاف‌ها به ترتیب ۱۰/۸ و ۸۹/۲ درصد بود. رقم آرمان دارای بیشترین و توده محلی گریت دارای کمترین تعداد غلاف دو بذری بود (جدول ۲). تراکم گیاهی بر تعداد غلاف دو بذری تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۱). با افزایش تراکم گیاهی تعداد غلاف‌های دو بذری کاهش یافت. بیشترین و کمترین تعداد غلاف دو بذری به ترتیب در تراکم‌های ۳۰ و ۶۶ بوته در مترمربع حاصل شد (جدول ۲). در تراکم پایین محدودیت‌های محیطی چندانی برای گیاه وجود ندارد و گیاه نور، آب و مواد غذایی نسبتاً کافی در دسترس دارد و شرایط باروری مناسب‌تری فراهم می‌گردد. در تراکم‌های کم به دلیل فراهمی بیشتر منابع رشد (نور، آب و مواد غذایی) ریزش گل کمتر است، برعکس با زیاد شدن تراکم گیاهی رقابت بخش‌های رویشی با بخش‌های زایشی در هر بوته تشدید می‌شود و گلدهی و نیام‌بندی کمتری صورت می‌گیرد. بعلاوه در تراکم‌های بالا تنش رطوبتی در مراحل گلدهی و پر شدن غلاف‌ها شدت می‌گیرد و تأثیر آن بر تعداد غلاف دو بذری در هر بوته تشدید می‌شود. نتایج این بررسی با نتایج ایاز و همکاران (۱۷) مطابقت دارد.

اثرات متقابل عوامل آزمایشی بر تعداد غلاف دو بذری معنی‌دار نبود (جدول ۱). البته بیشترین تعداد غلاف دو بذری در هر بوته برای رقم آرمان در شرایط آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی حاصل شد (جدول ۳).

آنها به استثنای تأثیر رقم بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار نبود (جدول ۱). تعداد دانه در غلاف با ثبات‌ترین جزء عملکرد در حبوبات است (۱۱). این صفات متأثر از خصوصیات ژنتیکی گیاه است. تعداد دانه در نیم برای رقم آرمان به طور معنی‌داری بیشتر از دو رقم دیگر بود (جدول ۲).

وزن صد دانه: تأثیر آبیاری تکمیلی بر وزن صد دانه نخود معنی‌دار بود (جدول ۱). وزن صد دانه در تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن غلاف‌ها ۳۷/۶۳ گرم در حالی که در شرایط بدون آبیاری ۳۴/۶۶ گرم بود (جدول ۲). اولاه و همکاران (۳۵) و کومار و همکاران (۲۲) نیز بیشتر بودن وزن دانه در شرایط آبیاری در مقایسه با شرایط بدون آبیاری را گزارش داده‌اند. محدودیت رطوبت در زمان غلاف‌بندی 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 دوره پر شدن دانه تا حدودی طولانی شد و مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه‌ها اختصاص یافت به طوری که آبیاری تکمیلی سبب افزایش ۳ گرمی وزن صد دانه نسبت به شرایط دیم شد. وجود رطوبت باعث می‌شود که ریشه‌ها به طور مؤثرتری عناصر غذایی را جذب کنند و همچنین احتمالاً میزان تنفس نیز بر اثر تخفیف تنش حرارتی و رطوبتی کاهش می‌یابد.

تأثیر رقم نخود بر وزن صد دانه کاملاً معنی‌دار بود (جدول ۱). توده محلی گریت با ۴۱/۱۵ گرم و رقم آرمان با ۳۲/۴۳ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین وزن صد دانه را دارا بودند (جدول ۲). وزن صد دانه شدیداً تحت تأثیر عوامل ژنتیکی قرار دارد؛ و مقدار آن متأثر از شرایط دوره رسیدگی نیز هست. این شرایط ممکن است موجب تغییراتی بین ۲۰ تا ۳۰ درصد در وزن صد دانه شود (۱۰). اثر متقابل رژیم آبیاری و رقم از نظر وزن صد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). توده محلی گریت در سه رژیم آبیاری بیشترین وزن صد دانه را به خود اختصاص داد. وزن صد دانه توده محلی گریت حتی در شرایط بدون آبیاری نیز از وزن صد دانه رقم آزاد و رقم آرمان در شرایط آبیاری بیشتر بود (جدول ۳). این موضوع گویای نقش تعیین‌کننده تعامل ویژگی‌های ژنتیکی ارقام با شرایط محیطی است.

تأثیر تراکم کاشت بر وزن صد دانه نخود کاملاً معنی‌دار

آبیاری برابر ۹۵۱ کیلوگرم در هکتار و معادل ۲۹ درصد بود (جدول ۸). آبیاری تکمیلی در زمان گلدهی و پر شدن غلافهای نخود به دلیل تأثیر مثبت بر توسعه تعداد شاخه‌های فرعی و ارتفاع بوته در افزایش عملکرد بیولوژیک مؤثر است. کومار و همکاران (۲۲)، اولاه و همکاران (۳۵) و توبا بسیر (۳۴) نیز نتایج مشابهی را گزارش دادند.

ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ عملکرد بیولوژیک اختلاف کاملاً معنی‌داری داشتند. رقم آرمان با ۳۶۶۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین و توده محلی گریت با ۲۹۳۵ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد بیولوژیک را دارا بودند (جدول ۸). در مطالعه یوسفی و همکاران (۱۵) و کولاز و سیفت‌سی (۲۱) ارقام نخود از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری داشتند.

تأثیر تراکم کاشت بر عملکرد بیولوژیک کاملاً معنی‌دار بود (جدول ۷). بیشترین عملکرد بیولوژیک (۳۸۲۲ کیلوگرم در هکتار) برای تراکم ۶۶ بوته در مترمربع تحقق یافت. کمترین عملکرد بیولوژیک نیز به پایین‌ترین تراکم کاشت تعلق داشت (جدول ۸). نتایج آزمایش‌های ایاز و همکاران (۱۷) و کولاز و سیفت‌سی (۲۱) نیز مؤید تأثیر تراکم کاشت در افزایش عملکرد بیولوژیک نخود است. از نظر عملکرد بیولوژیک نخود اثر متقابل هیچ کدام از تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۷). بر اساس اثر متقابل آبیاری و رقم زراعی بیشترین عملکرد بیولوژیک (۴۲۶۳ کیلوگرم در هکتار) به کشت

نسبت غلاف پوک در هر بوته: تأثیر آبیاری تکمیلی بر نسبت غلاف پوک در هر بوته (درصد غلاف‌های پوک از کل غلاف‌ها) معنی‌دار بود (جدول ۱). بوته‌های نخود در تیمار آبیاری در مرحله گلدهی نسبت به دو تیمار دیگر درصد غلاف پوک بیشتری داشتند (جدول ۲). هرچند آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی سبب افزایش تعداد کل غلاف‌ها شد اما ظاهراً به دلیل عدم تداوم شرایط مناسب محیطی بخشی از آنها به بذر نشسته است. تأثیر رقم بر درصد غلاف پوک در هر بوته نیز معنی‌دار بود (جدول ۱). رقم آزاد با ۱۰/۸۶ درصد دارای بیشترین درصد غلاف پوک بود (جدول ۲). احتمالاً رقم آرمان و توده محلی گریت به دلیل سازگاری بیشتر با شرایط محیطی نسبت به غلاف پوک کمتری داشته‌اند. این موضوع با نتایج ساکی‌نژاد و همکاران (۵) مطابقت دارد. تأثیر تراکم کاشت و اثرات متقابل تیمارها از نظر درصد غلاف پوک معنی‌دار نبود (جدول ۱).

عملکرد بیولوژیک: تأثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد بیولوژیک نخود معنی‌دار بود (جدول ۷). آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی سبب حصول عملکرد بیولوژیک به میزان ۳۸۹۱ کیلوگرم در هکتار شد. میزان عملکرد بیولوژیک نخود در شرایط دیم (شاهد بدون آبیاری) برابر ۲۶۰۸ کیلوگرم در هکتار بود. متوسط افزایش عملکرد بیولوژیک در شرایط آبیاری تکمیلی نسبت به تیمار بدون

جدول ۷: نتایج تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، تعداد شاخه اولیه و ثانویه و میزان نور رسیده به کف تاج پوشش گیاهی نخود

منابع تغییرات	میانگین مربعات				
	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	ارتفاع بوته	تعداد شاخه اولیه	تعداد شاخه ثانویه ^۱
آبیاری	۱۹۷۶۶۰۱۶/۸*	۲۰۲/۶۰*	۹/۸۷**	۰/۹۸۹**	۳/۸۷**
رقم	۶۷۷۱۹۷۱/۱**	۷۶۱/۷۳**	۴۰۴/۹**	۰/۷۷**	۲/۷۳**
رقم در آبیاری	۴۹۲۲۶۱/۹**	۲۹/۹۷**	۱۷/۶**	۰/۷**	۰/۱۳**
تراکم	۷۷۸۴۳۰۰/۰**	۱۶۰/۸۹*	۵/۱**	۰/۱۶**	۰/۲۷*
تراکم×آبیاری	۲۱۴۹۴۲/۳**	۶۴/۶۷**	۸/۸**	۰/۴۴**	۰/۰۰۸**
تراکم×رقم	۱۹۱۳۸۳/۷**	۵۴/۶۱**	۱۰/۲**	۰/۱۵**	۰/۱۴**
تراکم×رقم×آبیاری	۳۴۸۱۱۳/۹**	۵۲/۹۲**	۱۸/۹**	۰/۵۷**	۰/۱۳**
ضریب تغییرات	۱۷/۶	۱۸/۱	۱۰/۳	۲۱/۴	۱۵/۱

^۱، ^{*} و ^{**} به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داده‌ها پس از تبدیل معکوس آرک سینوس آنالیز شدند.

مترمربع حاصل شد (جدول ۱۱). بر اساس اثر متقابل سه گانه آبیاری، رقم زراعی و تراکم کاشت بیشترین عملکرد بیولوژیک (۴۹۰۵ کیلوگرم در هکتار) برای کشت رقم آرمان با تراکم ۶۶ بوته در مترمربع و آبیاری در مرحله گلدهی و کمترین آن (۱۸۴۲ کیلوگرم در هکتار) برای کشت رقم آزاد با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع در شرایط بدون آبیاری حاصل شد (جدول ۱۲).

شاخص برداشت: تأثیر آبیاری تکمیلی بر شاخص برداشت نخود معنی دار بود (جدول ۷). بیشترین مقدار شاخص برداشت (۴۱/۵) به تیمار آبیاری در مرحله گلدهی مربوط بود. کمترین میزان شاخص برداشت (۳۷/۶ درصد) مربوط به تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن غلافها بود

رقم آرمان با آبیاری در مرحله گلدهی و کمترین آن (۲۴۲۵ کیلوگرم در هکتار) به کشت رقم آزاد در شرایط بدون آبیاری اختصاص داشت (جدول ۹). بر اساس اثر متقابل آبیاری و تراکم کاشت بیشترین عملکرد بیولوژیک (۴۵۳۵ کیلوگرم در هکتار) به تراکم کاشت ۶۶ بوته در مترمربع با آبیاری در مرحله گلدهی و کمترین آن (۲۰۸۱ کیلوگرم در هکتار) به تراکم کاشت ۳۰ بوته در مترمربع در شرایط بدون آبیاری مربوط بود (جدول ۱۰). بر مبنای اثر متقابل رقم زراعی و تراکم کاشت بیشترین عملکرد بیولوژیک (۴۲۲۸ کیلوگرم در هکتار) به کشت رقم آزاد با تراکم کاشت ۶۶ بوته در مترمربع و کمترین آن (۲۴۵۳ کیلوگرم در هکتار) برای کشت توده محلی گریت با تراکم کاشت ۳۰ بوته در

جدول ۸: اثرات ساده فاکتورهای آزمایش برای عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، تعداد شاخه اولیه و ثانویه و میزان نور رسیده به کف تاج پوشش گیاهی نخود

تراکم (تعداد بوته در مترمربع)	رقم			آبیاری			شاخص برداشت (درصد)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد شاخه اولیه	تعداد شاخه ثانویه	نفوذ نور (لوکس)
	۳۰	۴۴	۵۴	گریت	آرمان	آزاد					
۳۸۲۳ a	۳۳۲۰ b	۳۱۰۹ b	۲۷۰۷ c	۲۹۲۵ b	۳۶۶۱ a	۳۱۳۱ b	۳۲۲۷ ab	۳۸۹۱ a	۲۶۰۸ b	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	
۳۶/۸۵ b	۴۱/۴۲ a	۴۰/۴۰ ab	۴۱/۱۵ a	۳۷/۵۷ b	۳۷/۷۴ b	۴۴/۵۵ a	۳۷/۶۳ b	۴۱/۵۳ a	۴۰/۷۰ a	شاخص برداشت (درصد)	
۲۲/۹۰ a	۲۲/۹۹ a	۲۲/۵۵ a	۲۲/۲۸ a	۲۰/۱۰ b	۲۵/۱۳ a	۲۵/۱۴ a	۲۲/۹۲ a	۲۲/۴۲ a	۲۲/۰۲ a	ارتفاع بوته (سانتی متر)	
۲/۷۸ a	۲/۷۱ a	۲/۶۹ a	۲/۸۴ a	۲/۶۱ a	۲/۸۵ a	۲/۸۰ a	۲/۵۹ a	۲/۸۴ a	۲/۸۳ a	تعداد شاخه اولیه	
۷/۷۷ b	۷/۱۹ ab	۷/۸۲ ab	۸/۸۹ a	۶/۲۶ b	۱۰/۲۳ a	۷/۰۶ b	۸/۶۴ a	۷/۵۷ a	۷/۵۳ a	تعداد شاخه ثانویه	
۱۲۴۷۰ b	۱۵۱۵۰ b	۱۵۷۱۰ b	۱۸۲۷۰ a	۱۷۷۲۰ a	۱۳۶۹۰ b	۱۵۹۷۰ a	۱۷۶۶۰ a	۱۱۹۵۰ b	۱۸۰۸۰ a	نفوذ نور (لوکس)	

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف براساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ هستند.

جدول ۹: اثر متقابل آبیاری و رقم زراعی برای عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، تعداد شاخه اولیه و ثانویه و میزان نور رسیده به کف تاج پوشش گیاهی نخود

آبیاری	رقم	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد شاخه اولیه	تعداد شاخه ثانویه	میزان نور (لوکس)
شاهد (دیم)	آزاد	۲۵۴۳ d	۴۵/۷۷ a	۳۴/۵۵ a	۲/۹۱ a	۷/۰۴ bcd	۱۷۶۴۰ ab
	آرمان	۲۸۵۶ cd	۳۷/۳۳ cde	۳۲/۸۹ a	۲/۸۵ ab	۸/۵۰ abc	۱۶۹۹۰ ab
	گریت	۲۴۲۵ d	۳۹/۰۱ bcde	۳۰/۶۲ b	۲/۷۴ ab	۷/۰۶ bcd	۱۹۶۲۰ a
آبیاری در مرحله گلدهی	آزاد	۳۸۳۵ b	۴۴/۷۱ ab	۳۴/۵۱ a	۲/۸۵ ab	۶/۸۱ ed	۱۱۴۶۰ d
	آرمان	۴۲۶۳ a	۴۰/۷۰ abcd	۳۶/۲۴ a	۲/۹۸ a	۹/۸۴ ab	۹۶۷۱ e
آبیاری در مرحله پر شدن غلافها	گریت	۳۵۷۶ b	۳۹/۱۹ bcde	۲۹/۵۴ b	۲/۷۰ ab	۶/۰۷ d	۱۴۷۲۰ c
	آزاد	۳۰۱۵ c	۴۳/۱۹ abc	۳۶/۳۷ a	۲/۶۴ ab	۷/۳۳ bcd	۱۸۸۲۰ a
	آرمان	۳۸۶۳ ab	۳۵/۲۰ de	۳۵/۲۵ a	۲/۷۲ ab	۱۲/۹۵ a	۱۵۳۰۰ bc
گریت	۲۸۰۴ cd	۳۴/۵۱ e	۳۰/۱۵ b	۲/۴۰ b	۵/۶۵ d	۱۸۸۵۰ a	

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف براساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ هستند.

با عنایت به این که در تراکم‌های پایین تعرق کمتری صورت می‌گیرد، بنابراین در مراحل تشکیل دانه گیاهان با کمبود رطوبت نسبتاً کمتری مواجه می‌شوند و فتوسنتز به منظور پر شدن دانه‌ها صورت می‌گیرد و شاخص برداشت افزایش می‌یابد. 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 به تبع آن شاخص برداشت کاهش می‌یابد.

ارتفاع بوته: تأثیر آبیاری تکمیلی بر ارتفاع بوته نخود معنی‌دار نبود (جدول ۷) زیرا آبیاری تکمیلی زمانی صورت گرفت که بوته‌ها بخش اعظم رشد رویشی خود را انجام داده بودند. این موضوع با نتایج فلاح (۷) مطابقت دارد. ارتفاع بوته نخود به طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم زراعی قرار گرفت (جدول ۷). رقم آزاد و رقم آرمان دارای بیشترین ارتفاع و توده محلی گریت دارای کمترین ارتفاع بوته بود (جدول ۸). ارتفاع بوته بیشتر وابسته به ژنتیک گیاه است و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. هر چند انتظار می‌رود در تراکم‌های بالا به دلیل رقابت برای نور ارتفاع گیاه افزایش یابد اما ظاهراً در این آزمایش رقابت

(جدول ۸). تأثیر رقم بر شاخص برداشت کاملاً معنی‌دار بود (جدول ۷). رقم آزاد با دارا بودن شاخص برداشت معادل ۴۴/۶ درصد و توده محلی گریت با ۳۷/۶ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشت را دارا بودند (جدول ۸). در بین تراکم‌های مختلف از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۷). تراکم ۶۶ بوته در هکتار دارای کمترین شاخص برداشت (۳۶/۸۵ درصد) بود و بین تراکم‌های ۳۰، ۴۲ و ۵۴ بوته در مترمربع از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۸). صدیقی و همکاران (۳۲) و اولاز و سیفت‌سی (۲۱) نیز گزارش داده‌اند که با افزایش تراکم بوته شاخص برداشت نخود کاهش یافت. به نظر می‌رسد یکی از دلایل شاخص برداشت بالاتر در تراکم‌های پایین، رقابت کمتر گیاهان برای کسب عوامل رشدی به ویژه جذب تشعشع در طول فصل رشد است. در این شرایط انتقال مواد فتوسنتزی به اندامهای زایشی نسبت به مواد فتوسنتزی ساختمانی که در برگها و ساقه باقی می‌ماند بیشتر است (۱۳). حالت عکس آن در تراکم‌های بالا وجود رقابت شدید بین گیاهان است که در چنین شرایطی سهم هر دانه از تولید مواد فتوسنتزی (منبع) کاهش می‌یابد و به دنبال آن شاخص برداشت پایین می‌آید.

جدول ۱۰: اثر متقابل آبیاری و تراکم کاشت برای عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، تعداد شاخه اولیه و ثانویه و میزان نور رسیده به کف تاج پوشش گیاهی نخود

آبیاری	تراکم (تعداد بوته در مترمربع)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه اولیه	تعداد شاخه ثانویه	میزان نور (لوکس)
شاهد (دیم)	۳۰	۲۰۸۱۲	۴۴/۷۸ a	۳۳/۱۴ a	۳/۲۰۰ a	۹/۶۸۳ a	۲۰۲۲۰ a
	۴۲	۲۴۴۱ ef	۴۱/۷۲ ab	۳۲/۹۳ a	۲/۵۴۲ b	۷/۱۸۳ ab	۱۸۲۹۰ a
	۵۴	۲۸۱۷ de	۳۹/۰۷ abc	۳۳/۴۶ a	۲/۷۶۷ ab	۶/۸۱۷ ab	۱۷۵۹۰ a
	۶۶	۳۰۹۴ cd	۳۷/۲۴ bc	۳۲/۵۴ a	۲/۸۱۷ ab	۶/۴۵۰ b	۱۶۲۳۰ a
آبیاری در مرحله گلدهی	۳۰	۳۳۷۴ bc	۴۰/۰۹ abc	۳۳/۷۱ a	۲/۸۱۷ ab	۸/۷۶۷ ab	۱۴۷۳۰ b
	۴۲	۳۸۸۶ b	۴۱/۶۵ ab	۳۳/۹۷ a	۲/۸۳۳ ab	۷/۴۱۷ ab	۱۰۹۲۰ b
	۵۴	۳۷۷۰ b	۴۴/۸۵ a	۳۱/۷۶ a	۲/۷۹۲ ab	۷/۲۰۴ ab	۱۱۴۳۰ b
	۶۶	۴۵۳۵ a	۳۹/۵۴ abc	۳۴/۲۷ a	۲/۹۳۳ ab	۶/۹۰۰ b	۱۰۷۳۰ b
آبیاری در مرحله پرشدن غلاف‌ها	۳۰	۲۶۶۷ de	۳۸/۵۸ abc	۳۳/۳۰ a	۲/۵۰۰ b	۸/۲۱۷ ab	۱۹۸۵۰ a
	۴۲	۳۰۰۰ cd	۳۷/۸۲ abc	۳۳/۷۵ a	۲/۷۰۸ ab	۸/۸۵۰ ab	۱۷۹۱۰ a
	۵۴	۳۴۰۲ bc	۴۰/۲۴ abc	۳۳/۷۵ a	۲/۵۶۷ b	۷/۵۵۰ ab	۱۶۴۳۰ a
	۶۶	۳۸۳۹ b	۳۳/۷۸ c	۳۴/۷۹ a	۲/۵۸۳ b	۹/۹۵۰ ab	۱۶۴۳۰ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

یک از عوامل آزمایش بر تعداد شاخه نخود معنی دار نبود (جدول ۷).

نفوذ نور در تاج پوشش گیاهی: آبیاری تکمیلی بر میزان نفوذ نور از تاج پوشش گیاهی نخود تأثیر کاملاً معنی داری داشت (جدول ۷). تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی دارای حداقل میزان نور رسیده به کف تاج پوشه گیاهی به مقدار ۱۱۶۰ لوکس بود. بیشترین مقدار نفوذ نور نیز به مقدار ۱۸۱۳۰ لوکس متعلق به شرایط بدون آبیاری بود (جدول ۸). از این رو آبیاری تکمیلی با افزایش رشد رویشی باعث افزایش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی و به تبع آن افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه شد. ارقام مختلف نخود با توجه به تیپ رشد ایستاده و چتر مانند از نظر میزان نفوذ نور در کف سایه انداز گیاهی متفاوت بودند (جدول ۷). نفوذ نور از تاج پوشش گیاهی با افزایش تراکم کاشت، کاهش یافت به طوری که کمترین میزان نفوذ نور در کف سایه انداز گیاهی در تراکم های ۵۴ و ۶۶ بوته در مترمربع به دست آمد (جدول ۸). مکینزی و هیل (۲۵) نیز بیان کردند که با افزایش تراکم کاشت میزان عبور نور از تاج پوشش گیاهی نخود کاهش یافت.

شدیدی برای نور وجود نداشته است. این موضوع با نتایج جلالیان و همکاران (۴)، اولاه و همکاران (۳۵) و توبا بسیر و همکاران (۳۴) مطابقت دارد. هیچ یک از اثرات متقابل عوامل آزمایشی بر ارتفاع بوته تأثیر معنی داری نداشت (جدول ۷).

تعداد شاخه های جانبی: تعداد شاخه های جانبی نخود به طور معنی داری تحت تأثیر رژیم آبیاری قرار نگیرد (جدول ۷). با توجه به زمان آبیاری که تقریباً بعد از تشکیل اکثر انشعابات گیاه صورت گرفت، چنین نتیجه ای دور از انتظار نیست. تأثیر رقم بر تعداد شاخه های فرعی معنی دار بود (جدول ۷). رقم آرمان با ۱۰/۴ عدد و توده محلی گریت با ۶/۳ عدد به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد شاخه فرعی را دارا بودند. به طور کلی تعداد شاخه در گیاهان صفتی ژنتیکی است که تا حدودی هم تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می گیرد. لنگری (۱۲) نیز گزارش داده است که تعداد شاخه های فرعی نخود، تحت تأثیر رقم قرار گرفت. تأثیر تراکم کاشت بر تعداد شاخه نخود معنی دار نبود. البته باقری و همکاران (۲) گزارش داده اند که با افزایش تراکم تعداد شاخه های جانبی در نخود کاهش یافت. اثرات متقابل هیچ

جدول ۱۱: اثر متقابل رقم زراعی و تراکم کاشت برای عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، تعداد شاخه اولیه و ثانویه و میزان نور رسیده به کف تاج پوشش گیاهی نخود

رقم نخود	تراکم (تعداد بوته در مترمربع)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد شاخه اولیه	تعداد شاخه ثانویه	میزان نور (لوکس)
آزاد	۳۰	۲۴۶۴ f	۴۵/۷۲ ab	۳۴/۴۱ a	۲/۸۲ a	۸/۸۲ abcd	۱۸۹۸۰ ab
	۴۲	۳۰۲۴ de	۴۶/۳۱ a	۳۶/۴۹ a	۲/۷۶ a	۷/۲۳ bcd	۱۶۱۷۰ bcd
	۵۴	۲۲۸۰ bcd	۴۵/۴۳ ab	۳۳/۸۲ a	۲/۶۷ a	۶/۳۷ de	۱۵۴۴۰ bcd
	۶۶	۳۷۵۵ b	۴۰/۷۶ abc	۳۵/۸۲ a	۲/۹۵ a	۵/۸۲ e	۱۳۳۰۰ d
آرمان	۳۰	۳۲۰۵ cd	۴۱/۸۲ abc	۳۴/۸۴ a	۲/۸۸ a	۱۰/۸۵ a	۱۴۶۴۰ d
	۴۲	۳۶۲۵ bc	۳۶/۶۳ cd	۳۴/۸۶ a	۲/۸۶ a	۱۰/۳۳ ab	۱۳۵۳۰ d
	۵۴	۳۵۸۶ bc	۳۹/۱۵ bcd	۳۵/۴۰ a	۲/۸۳ a	۹/۱۲ abc	۱۳۴۱۰ d
	۶۶	۴۲۲۸ a	۳۳/۳۸ d	۳۵/۳۹ a	۲/۸۵ a	۱۱/۴۲ abcd	۱۴۳۸۰ cd
گریت	۳۰	۲۴۵۳ f	۳۵/۹۲ cd	۳۰/۸۹ b	۲/۸۲ a	۷/۰ cde	۲۱۱۸۰ a
	۴۲	۲۶۷۷ ef	۳۸/۲۵ cd	۲۹/۲۹ b	۲/۴۷ a	۵/۸۸ c	۱۷۴۲۰ abc
	۵۴	۳۱۲۴ cde	۳۹/۶۹ abcd	۲۹/۷۴ b	۲/۶۳ a	۶/۰۹ de	۱۶۶۰۰ bcd
	۶۶	۳۴۸۵ bcd	۳۶/۴۲ cd	۳۰/۴۹ b	۲/۵۳ a	۶/۰۷ de	۱۵۷۲۰ bcd

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی دار هستند.

جدول ۱۲: اثر متقابل سه گانه آبیاری، رقم زراعی و تراکم کاشت برای عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، تعداد شاخه اولیه و ثانویه و میزان نور

آبیاری	رقم نخود	تراکم در مترمربع	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه اولیه	تعداد شاخه ثانویه	میزان نور (لوکس)	
شاهد (دیم)	آزاد	۳۰	۱۸۴۲ k	۵۰/۵۳ a	۳۴/۰۴ abcdefghi	۸/۳۰ ab	۹/۲۰ abcd	۲۰۶۳۰ ab	
		۴۲	۲۳۹۵ ijk	۴۸/۴۸ ab	۳۵/۷۲ abcdefg	۲/۴۸ abc	۸/۲۰ abcd	۱۸۰۰۰ abc	
		۵۴	۲۸۲۲ fghij	۴۳/۸۶ abcdef	۳۵/۰۳ abcdefgh	۲/۸۵ abc	۵/۷۰ bcd	۱۶۴۸۰ abc	
		۶۶	۳۱۱۱ defghij	۴۰/۲۲ abcdef	۳۳/۴۰ abcdefghi	۳/۰ abc	۵/۰۵ d	۱۵۴۵۰ abcd	
		۳۰	۲۱۹۸ jk	۴۵/۳۹ abcde	۳۲/۹۰ abcdefghi	۳/۰۵ ab	۹/۴۵ abcd	۱۹۷۵۰ ab	
		۴۲	۳۰۷۶ defghij	۳۴/۲۸ cdef	۳۵/۰ abcdefgh	۲/۷ abc	۸/۱۰ abcd	۱۶۶۸۰ abc	
	آرمان	۵۴	۲۹۲۱ efghij	۳۴/۶۱ cdef	۳۵/۴۰ abcdefgh	۲/۹۵ abc	۸/۸۵ abcd	۱۶۸۰۰ abc	
		۶۶	۳۲۲۹ defghi	۳۵/۰۴ cdef	۳۲/۲۶ bcdefghi	۲/۷ abc	۷/۶۰ abcd	۱۴۷۵۰ abcde	
		۳۰	۲۲۰۱ jk	۳۸/۴۳ abcdef	۳۲/۴۹ abcdefghi	۳/۲۵ ab	۱۰/۴۰ abc	۲۰۲۸۰ ab	
		۴۲	۱۸۵۱ k	۴۲/۴۱ abcdef	۲۸/۰۶ i	۲/۴۵ abc	۵/۲۵ bcd	۲۰۲۰۰ ab	
		۵۴	۲۷۰۸ ghijk	۳۸/۷۵ abcdef	۲۹/۹۶ fghi	۲/۵۰ abc	۵/۹۰ abcd	۱۹۵۰۰ ab	
		۶۶	۲۹۴۰ efghij	۳۶/۴۶ bcdef	۳۱/۹۶ cdefghi	۲/۷۵ abc	۶/۷۰ abcd	۱۸۵۰۰ ab	
آزاد	آزاد	۳۰	۳۱۳۹ defghij	۳۹/۳۰ abcdef	۳۲/۸۵ abcdefghi	۲/۶۰ abc	۸/۸۰ abcd	۱۴۴۱۰ bedef	
		۴۲	۴۰۵۲ abcd	۴۶/۳۰ abcde	۳۸/۴۱ a	۳/۴۰ a	۶/۷۵ abcd	۱۱۰۸۰ defg	
		۵۴	۳۶۵۲ bcdefg	۴۷/۰۱ abcd	۳۰/۵۴ cefghi	۲/۴۵ abc	۵/۴۵ bcd	۱۲۹۱۰ bcdef	
		۶۶	۴۴۹۳ ab	۴۶/۲۳ abcde	۳۶/۲۲ abcde	۲/۹۵ abc	۶/۲۵ bcd	۷۴۴۰ gh	
		۳۰	۴۲۴۶ abc	۴۴/۹۶ abcde	۳۸/۲۶ ab	۳/۲۰ ab	۱۲/۱۵ ab	۶۷۸۸ h	
		۴۲	۴۰۱۸ abcd	۴۱/۶۹ abcdef	۳۳/۳۹ abcdefghi	۲/۵۵ abc	۱۰/۰۵ abcd	۸۲۲۸ gh	
	آرمان	۵۴	۳۸۸۵ bcde	۴۲/۱۴ abcdef	۳۶/۶۵ abcd	۳/۶۵ abcd	۳/۱۸ ab	۹/۶۰ abcd	۹۰۰۰ fgh
		۶۶	۴۹۰۵ a	۳۴/۰۱ cdef	۳۶/۶۵ abcd	۳/۰ abc	۷/۵۵ abcd	۱۴۶۷۰ bedef	
		۳۰	۲۷۳۸ ghijk	۳۶/۰۲ bcdef	۳۰/۰۲ fghi	۲/۶۵ abc	۵/۳۵ cd	۲۳۰۰۰ a	
		۴۲	۳۵۸۶ bcdefgh	۳۶/۹۵ bcdef	۳۰/۱۰ fghi	۲/۵۵ abc	۵/۴۵ bcd	۱۳۴۵۰ bedef	
		۵۴	۳۷۷۰ bcdef	۴۵/۴۱ abcde	۲۸/۱۱ i	۲/۷۵ abc	۶/۵۷ abcd	۱۳۳۷۰ cdefg	
		۶۶	۴۲۰۸ abc	۳۸/۳۷ abcdef	۲۹/۹۲ fghi	۲/۸۵ abc	۶/۹۰ abcd	۱۰۰۸۰ efg	
آبیاری در مرحله آبیاری در مرحله پر شدن غلاف‌ها	آزاد	۳۰	۲۴۱۰ ijk	۴۷/۳۴ abc	۳۶/۳۵ abcd	۲/۵۵ abc	۸/۴۵ abcd	۲۱۹۰۰ a	
		۴۲	۲۶۲۴ hijk	۴۴/۱۷ abcdef	۳۵/۳۴ abcdefgh	۲/۴۰ abc	۶/۷۵ abcd	۱۹۴۴۰ ab	
		۵۴	۳۳۶۵ cdefghi	۴۵/۴۲ abcde	۳۵/۹۵ abcdef	۲/۷۰ abc	۷/۹۵ abcd	۱۶۹۲۰ ab	
		۶۶	۳۶۶۲ bcdefg	۳۵/۸۲ bcdef	۳۷/۸۴ abc	۲/۹۰ abc	۶/۱۵ bcd	۱۷۰۰۰ abc	
		۳۰	۳۱۷۰ defghij	۳۵/۱۰ cdef	۳۳/۳۷ abcdefghi	۲/۴۰ abc	۱۰/۹۵ ab	۱۷۳۸۰ abc	
		۴۲	۳۷۸۲ bcdef	۳۳/۹۱ def	۳۶/۲۰ abcde	۳/۲۳ ab	۱۲/۸۵ a	۱۵۶۸۰ abcde	
	آرمان	۵۴	۳۹۵۲ bcd	۴۰/۷۰ abcdef	۳۴/۱۵ abcdefgh	۲/۳۵ bc	۸/۹۰ abcd	۱۴۴۴۰ abcde	
		۶۶	۴۵۴۹ ab	۳۱/۰۸ f	۳۷/۲۸ abc	۲/۸۵ abc	۱۹/۱۰ a	۱۳۷۳۰ bcdef	
		۳۰	۲۴۲۱ ijk	۳۳/۳۱ ef	۳۰/۱۷ fghi	۲/۵۵ abc	۵/۲۵ cd	۲۰۲۸۰ ab	
		۴۲	۲۵۹۴ ijk	۳۵/۳۸ bcdef	۲۹/۷۰ ghi	۲/۴۰ abc	۶/۹۵ bcd	۱۸۶۳۰ ab	
		۵۴	۲۸۹۲ fghij	۳۴/۹۱ cdef	۳۱/۱۶ defghi	۲/۶۵ abc	۵/۸ bed	۱۷۹۲۰ ab	
		۶۶	۳۳۰۸ cdefghi	۳۴/۴۴ cdef	۲۹/۵۶ hi	۲/۰ c	۴/۶ d	۱۸۵۸۰ ab	

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

منابع

- ۱- احمدی، م. خ. و ه. کانونی. ۱۳۷۳. بررسی اثرات تراکم بذر بر روی عملکرد ارقام نخود سفید و سیاه در کردستان. مجله نهال و بذر. ج. ۱. ص. ۳۲-۳۹.
- ۲- باقری، ع. ا. نظامی، ع. گنجعلی و م. پارس. ۱۳۷۶. زراعت و اصلاح نخود (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۴۴ ص.
- ۳- باقری، ع. ا. نظامی، ع. محمدآبادی و ج. شباهنگ. ۱۳۷۹. مطالعه اثرات کنترل علف‌های هرز و تراکم بوته نخود (*Cicer arietinum*) بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزاء عملکرد آن در شرایط دیم شمال خراسان. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ج. ۱۴. ش. ۲، ص. ۱۴۵-۱۵۳.
- ۴- جلالیان، ج. س. ع. م. مدرس ثانوی، س. ح. صباغ‌پور. ۱۳۸۴. واکنش کمی و کیفی چهار رقم نخود دیم به تراکم بوته و آبیاری تکمیلی، اولین همایش ملی حبوبات، دانشگاه فردوسی مشهد. ص. ۴۷.
- ۵- ساکی‌نژاد، ط. ۱۳۷۶. مطالعه اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد روند رشد ارقام نخود زراعی در شرایط دیم در منطقه گریت لرستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.
- ۶- طلیعی، ع. ا. و ک. صیادیان. ۱۳۷۹. تأثیر آبیاری تکمیلی و تعیین نیاز غذایی در زراعت نخود دیم. مجله علوم زراعی ایران. ج. ۲، ش. ۳.
- ۷- فلاح، سیف‌الله. ۱۳۸۱. مطالعه رشد، عملکرد و اجزاء عملکرد سه رقم نخود زراعی در تراکم‌های مختلف و تحت دو سطح رطوبتی در خرم‌آباد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۸- قاسمی گلغذانی، ک. س. محمدی، ف. رحیم‌زاده خوبی و م. مقدم. ۱۳۷۶. روابط کمی بین تراکم بوته و عملکرد دانه سه رقم نخود در تاریخ‌های مختلف کاشت. مجله دانش کشاورزی، ج. ۷، ص. ۵۹-۷۳.
- ۹- کانونی، ه. ۱۳۷۷. بررسی و تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد دانه در ارقام نخود تحت شرایط دیم استان کردستان. چکیده مقالات کنگره زراعت و اصلاح نباتات. ص. ۳۲۹. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج.
- ۱۰- کوچکی، ع. و م. بنایان اول. ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۱۱- کوچکی، ع. و م. بنایان اول. ۱۳۷۶. زراعت حبوبات (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳۶ ص.
- ۱۲- لنگری، م. ۱۳۷۵. مطالعه اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد در سه ژنوتیپ مختلف نخود در شرایط دیم شمال خراسان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۲۸ ص.
- ۱۳- مجنون حسینی، ن. ه. محمدی، ک. پوسنی، ح. زینالی خانقاه. ۱۳۸۲. تأثیر تراکم بوته بر صفات زراعی، میزان کلروفیل و درصد انتقال مجدد ساقه در ارقام نخود سفید، مجله علوم کشاورزی ایران، ج. ۳۴، ش. ۴، ص. ۱-۱۱.
- ۱۴- نظامی، ا. باقری، ع. محمدآبادی، ع. ا. و م. لنگری. ۱۳۷۶. بررسی اثرات وجین علف‌های هرز و تراکم بر عملکرد و اجزاء عملکرد نخود، مجله علوم و صنایع کشاورزی. ج. ۱، ش. ۲، ص. ۵۳-۶۴.
- ۱۵- یوسفی، ب. ح. کاظمی اربط، ف. رحیم‌زاده خوبی و م. مقدم. ۱۳۷۶. تجزیه علیت و بررسی تنوع ژنتیکی ارقام نخود زراعی تحت دو سطح رطوبت، مجله علوم کشاورزی ایران، ج. ۲۸، ش. ۴، ص. ۱۴۷-۱۶۱.
- 16-Asghar, M., and M. J. Tahir. 1997. Effect of irrigation scheduling on Chickpea seed yield. *J. Agril. Res.* 35: 309-34.
- 17-Ayaz, S., D. L. McNeil, B. A. Mckenzie, and G.D. Hill. 1999. Population and sowing depth effects on yield components of grain legumes. *Proc. Agron. Soc*, Vol 29: 9-15.
- 18-Dahiya, S., M. Singh, and R.B. Singh. 1993. Economics and water use efficiency of chickpea as effected by genotypes, irrigation and fertilizer application crop. *Research-Hisar.* 6 (3): 532-534.
- 19-Jensen, E. S. 1987. Seasonal pattern of growth and nitrogen fixation in field growth pea. *Plant and Soil*, 101:29-37.
- 20-Hernandez, T. A., and S. Barrales. 1992. Sowing dates and number of irrigations for chickpea in the chapingo region. *Mexico Revista Chpingo*, 16: 39-43.
- 21-Kulaz, H., and V. Ciftci. 1999. The effects of chickpea of plant density on the yield and yield components of chickpea. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, Vol. 23: 599-601.
- 22-Kumer, J. N. Dhiman, S.S. Yadav, Jens Berger, Neil C. Turner, and C. Singh. 2004. Moisture stress studies in different chickpea types. WWW.cropsince.org.
- 23-Malhotra, R. S., K. B. Singh, and M. C. Saxena. 1997. Effect of irrigation on Winter-sown chickpea in a Mediterranean environment. *J. Agron. Crop Sci.* 178: 237-243.
- 24-Manara, N. T. F., and W. Manara. 1988. Morphological and development trait association in lentils. *Lens*

- Newsletter, 15: 34-36.
- 25-Mckenzie, B. A., and G.D. Hill. 1995. Growth and yield of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) Varieties in Canterbury, New Zealand, Newziland journal of crop and Horticultural science, Vol. 23: 467-474.
- 26-Miller, R. W., and R.L. Donahue. 1990. Soils-An Introduction to soil and plant growth (6 Th ED). Prentice-Hall International, Inc., Englewood Cliffs, NJ, USA.
- 27-Naik, N. M., G. C. Malvi, V. L. Turankar, and G. N. Bobde. 1993. Effect of irrigation and foliar nutrition on yield attributing characters and yield of late sown chicpea. J. Soils and Crops, 3: 138-140.
- 28-Ramteke, S. D., M. B. Chetti, and M. Salimath. 1998. Seasonal variation in yield and yield components in gram. Indian Journal of Agricultural Science, Vol. 68: 251-254.
- 29-Saraf, C. S., B. Baldev, M. Ali, and S. N. Silim. 1990. Chickpea in the Nineties; "Improved Cropping Systems and Alternative Cropping Practices"; ICRISAT, India, 105-110.
- 30-Saxena, N. P., and A. R. Sheldrake. 1980. Physiology of growth, development and yield of chickpea in India. In "proc. International Workshop on Chickpea Improvement" pp. 106-120. ICRISAT, Hyderabad India.
- 31-Saxena, M. C., and K. B. Singh. 1987. The chick-pea C. A. B. International (ICARDA), 409 pp.
- 32-Siddique, K. H. M, R. H. M, R. H. Sedegley, and C. Marshal. 1984. Effects of plant density on growth and harvest index of branches in Chickpea, Field Crop Research, Vol. 9: 193-203.
- 33-Silim, S. N., and M. C. Saxena. 1986. Response to supplementary Irrigation. In annual Report, Food Legume improvement Program. ICARDA. Aleppo, Syria.
- 34-Tuba Bicer, B., A. Narin kalender, and Do. An. Akar. 2004. The effect of irrigation on spring-sown chickpea. Journal of Agronomy Asian Network for Scientific Information. 3: 154-158.
- 35-Ullah, A., J. Bakht, M. Shafi, W. Alishahandz. 2002. Effect of various irrigations levels on different chickpea varieties, Asian Journal of Plant Sciences, Vol. 1 (4): 355-357.
- 36-Yadav, D. S., and V. K. Singh. 1989. Effect of sowing dates and plant densities on the performance of Kabuli chickpea genotypes. J. of Pulses Res. 2 (2): 192-194.
- 37-Zang, H., M. Pala, Y. Oweis, and H. Harris. 2000. Water use and water use efficiency of chickpea and lentil in a Mediterranean environment. Australian J. Agric. Res. 51: 295-304.

Effects of supplemental irrigation and crop density on yield, and yield components of Kabuli chickpea cultivars

S. K. Mousavi, P. Pezeshkpoor, A. Khorgami, M. N. Noori¹

Abstract

In order to study the effect of plant density and supplemental irrigation on yield, yield components, and light interception canopy of three chickpea varieties in dry farming condition, an experiment was conducted in Khoramabad Agricultural Research Station during 2005. The experimental design was split split plot laid out RCBD with four replications. Three dry farming levels (rainfed, dry farming supplemental irrigation at 50% flowering stage and dry farming supplemental irrigation at during filling pods period), three varieties (Azad, Arman and Greet) and four plant density (30, 42, 54, 66 plants/m²) were randomized to the main plot, sub plot and sub-sub plot units respectively. The results showed that supplemental irrigation lead to increased biological yield (49%), grain yield (54%), plant pod number (43%), and canopy light interception (55%) in comparison to rainfed condition. The most grain yield (1388 kg/ha) and biological yield (3823 kg/ha) were obtained from crop density of 66 plants/m². Chickpea canopy light interception increased as crop density increased; lowest light transition was related to crop densities of 54 and 66 plants/m².

Key words: Density, supplemental irrigation, chickpea, dryland, light interception.