مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد۱۶ ، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳

مجله پژوهش‌های به زراعی

پاسخ ارقام مختلف نخود دیم به تغییرات تراکم بوته در شهرستان خرم‌آباد

زینب بیرانوند[۱]، سجاد رحیمی‌مقدم[۲*]، خسرو عزیزی[۳]، عبدالمجید سهیل نژاد[۴]

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
۲- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
۳- استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
۴- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران

تاریخ دریافت:۱۴۰۳/۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۱۷

چکیده

حبوبات یکی از مهمترین منابع تأمین کننده پروتئین، مواد معدنی و کالری در رژیم غذایی مردم کشورهای در حال توسعه می‌باشند. نخود به عنوان یکی از مهم‌ترین حبوبات شناخته می‌شود که عملکرد آن تحت تاثیر عوامل مدیریتی و ژنتیکی قرار دارد. بر این اساس، این پژوهش به منظور بررسی تاثیر تراکم بوته بر بهبود عملکرد اقتصادی و اجزای عملکرد ارقام نخود دیم در شهرستان خرم‌آباد در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. فاکتورها شامل تراکم در پنج سطح (۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ بوته در مترمربع) و ارقام مختلف نخود در سه سطح (عادل، سعید و منصور) بودند. براساس نتایج بدست آمده اثر متقابل تراکم و رقم بر فاصله اولین شاخه فرعی از سطح خاک، فاصله اولین غلاف از سطح خاک، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن کل دانه در بوته و تعداد دانه در بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود اما بر عملکرد اقتصادی، زیستی و وزن صد معنی‌دار نبود. اثر ساده تراکم در سطح پنج درصد بر عملکرد اقتصادی و زیستی و اثر ساده رقم بر وزن صد دانه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تحت تاثیر تراکم نشان داد، بیشترین عملکرد اقتصادی (۳۳۹۰/۵ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع و کمترین آن (۲۶۷۸/۳ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع بدست آمد که ۲۶/۶ درصد برتری نشان داد. با مقایسه رگرسیون بین عملکرد و تراکم‌های مختلف برای ارقام، بهترین عملکرد رقم عادل در تراکم ۴۴/۹۸ (تقریبا ۴۵) بوته در متر مربع (۳۳۹۴ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. همچنین بر اساس این رابطه رگرسیونی بیشینه عملکرد برای رقم سعید در تراکم ۵۹/۸۳ (تقریبا ۶۰) بوته در متر مربع (۳۲۶۴ کیلوگرم در هکتار) بود و برای رقم منصور در تراکم ۳۷/۸۵ (تقریبا ۳۸) بوته در متر مربع (۳۴۳۰ کیلوگرم در هکتار) است. با توجه به نتایج بدست آمده برای کشاورزان منطقه رقم منصور با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تراکم بهینه، رگرسیون، حبوبات، وزن صد دانه

* نگارنده مسئول (rahimi.s@lu.ac.ir)

مقدمه

حبوبات یکی از مهمترین منابع تأمین کننده پروتئین، مواد معدنی و کالری در رژیم غذایی مردم کشورهای درحال توسعه می‌باشند. مصرف حبوبات همراه با غلات یک رژیم غذایی کامل را تشکیل می‌دهد. از طرف دیگر با توجه به توانایی تثبیت نیتروژن (باکتری ریزوبیوم) در این گیاهان، قراردادن آن‌ها در تناوب، به پایداری سیستم‌های زراعی کمک می‌کند (Torabi Jafrudi *et al.*, 2007). نخود از محصولات غذایی بسیار با ارزش است که بین ۱۴/۹تا ۲۸/۹ درصد پروتئین دارد (Huls., 1991). نخود حاوی عناصر غذایی مانند کلسیم، منیزیوم، فسفر و بویژه پتاسیم است. نخود منبع غذایی خوبی از نظر ویتامین‌های مهم مانند ریبوفلاوین، نیاسین، تیامین، فولات و بتاکاروتن (پیش نیاز ویتامین آ) می‌باشد (Jukanti *et al.*, 2012). میزان پروتئین موجود در دانه‌های خشک نخود تقریباً دو برابر غلات و بیشتر از گوشت، ماهی و تخم مرغ است (Khan *et al.*, 1995). تعیین تراکم مناسب گیاهی برای استفاده حداکثر از عوامل محیطی در کلیه محصولات زراعی مدنظر کشاورزان بوده است. در شرایط دیم، تعیین تراکم مناسب همواره یکی از دغدغه‌های اصلی زارعین است. افزایش تراکم گیاهی در این شرایط به دلیل تسریع در تخلیه آب ذخیره شده در زمستان، سبب کاهش عملکرد در اثر مواجه شدن گیاه با تنش خشکی و حرارتی در اواخر فصل رشد می‌شود و از طرف دیگر، کم بودن تراکم مناسب نیز به دلیل عدم بهره برداری از عوامل محیطی و کم بودن تعداد گیاه در واحد سطح، عملکرد اقتصادی مناسبی نخواهد داشت. در این شرایط، انتخاب تراکم مناسب باید به دقت و بر اساس استفاده حداکثر از عوامل محیطی و حداقل تلفات آب ذخیره شده زمستانی انجام شود (Frade & Valenciano, 2005). انتخاب تراکم بوته مناسب که بر اساس عوامل گیاهی و محیطی صورت می‌گیرد، روی شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه تاثیر می‌گذارد. تراکم مناسب

می‌تواند با توجه به نوع رقم گیاه زراعی متفاوت باشد و باعث کارکرد متفاوت با توجه به طول دوره رسیدگی زراعی می‌شود. تراکم روی ذخیره رطوبت و مواد غذایی تاثیر دارد در نتیجه روی شاخص‌های فیزیولوژیک و فنولوژیک تاثیر دارد. گزارش شده است که تعداد شاخه، ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد اقتصادی، عملکرد زیستی و شاخص برداشت به صورت معنی‌داری تحت تاثیر اثر متقابل رقم و تراکم بوته قرار می‌گیرند (Eskandari & Aalizadeh Amraee., 2017). در تحقیقی سیدشریفی و همکاران (۱۳۹۲) مشخص کردند که تراکم بوته اثر معنی‌داری بر وزن صد دانه، تعداد دانه در نیام، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد اقتصادی داشت. بیشترین عملکرد اقتصادی در رقم کاکا با تراکم ۴۵ بوته در مترمربع و کمترین آن در رقم جم در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع تولید شد. در پژوهشی دیگر در کرمانشاه گزارش گردید که اثر متقابل رقم و تراکم کاشت بر تعداد غلاف و دانه در بوته در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و حداکثر عملکرد اقتصادی مربوط به تراکم ۲۸ بوته در مترمربع بود (Shamsi *et al.*, 2011). در مطالعه‌ای دیگر در کرج مشخص شد که افزایش تراکم تا ۴۰ بوته در متر مربع، باعث افزایش مقدار ماده خشک تولیدی در واحد سطح و در نهایت بهبود اجزاء عملکرد و عملکرد دانه نخود می‌شود (مجنون حسینی و همکاران، ۱۴۰۱). با توجه تاثیرگذاری عوامل مدیریتی و ژنتیکی بر عملکرد نخود و همچنین با توجه به اهمیت و جایگاه استان لرستان در زمینه تولید حبوبات (به ویژه نخود) در کشور، این تحقیق در راستای بررسی پاسخ فنولوژیک و فیزیولوژیک ارقام مختلف نخود نسبت به تراکم کشت تحت شرایط آب و هوایی منطقه خرم آباد انجام شد.

مواد و روش

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان اجرا شد. خرم‌آباد در منطقه معتدل و نیمه مرطوب قرار دارد و میانگین بارندگی سالانه ۵۰۹ میلیمتر که در

سال‌های کم بارش و خشکسالی نظیر سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ (۳۲۱ میلی‌متر) از این مقدار خیلی کمتر می‌شود، اما در سال زراعی اجرای طرح مجموع بارندگی ۴۵۹/۱ میلی‌متر بود. آماده‌سازی زمین شامل شخم پائیزه با گاوآهن چیزل و شخم دوم در اوایل بهمن عمود برشخم اولیه انجام شد سپس طی دو مرحله دیسک عمود برهم، جهت خرد کردن کلوخه‌ها و تسطیح با لولر صورت گرفت و افزودن کودهای شیمیایی طبق آزمون خاک (جدول ۱) استفاده گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل کشت

عمق	بافت	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	کربن آلی (درصد)	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر کعب)	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	رس (درصد)	شن (درصد)	سیلت (درصد)
۰-۳۰	رسی	۷/۸۱	۰/۳۹۶	۰/۸۵۸	۱/۶۵	۰/۰۷۹۵	۷/۲۳	۳۴۲	۴۲	۲۴	۳۴
۳۰-۶۰	رسی	۷/۸۱۹	۰/۲۹۴	۰/۶۲۴	۱/۷۹	۰/۰۷۱۴	۶/۵	۳۵۲	۴۹/۲	۱۵/۷	۳۵/۱
۶۰-۹۰	رسی	۷/۷۷۱	۰/۲۷۲	۰/۲۷۲	۱/۸۲	۰/۰۶۹۲	۷/۰۱۲	۳۶۱	۵۱/۶	۱۵/۴	۳۳

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ مورد بررسی قرار گرفت. فاکتورها شامل تراکم در پنج سطح (۲۰،۳۰،۴۰،۵۰،۶۰ بوته در متر مربع) و ارقام نخود (جزء تیپ کابلی) در سه سطح (عادل، سعید و منصور) بودند. کشت به صورت بهاره در بیست و دوم بهمن ماه اجرا شد. هر تکرار شامل ۱۵کرت آزمایشی که هر کرت شامل ۶ ردیف با فواصل ۲۵ سانتی متر از یکدیگر و تراکم‌های ذکر شده در عمق ۵ سانتیمتری کشت شدند. قبل از کاشت بذور با قارچ کش کاپتان مهان ۵۰ درصد به نسبت دو در هزار آغشته سپس کشت انجام شد. برای محاسبه

عملکرد اقتصادی و زیستی و اجزای عملکرد در آخر فصل رشد دو خط کاشت با رعایت حاشیه در نظر گرفته شد. در نهایت با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز داده‌ها صورت گرفت. برای مقایسات میانگین از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) استفاده شد. رسم محنی‌ها و بررسی روابط مختلف نیز با استفاده از نرم افزار OriginPro انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تراکم و رقم در سطح یک درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین در سطح هر رقم نشان داد که بالاترین ارتفاع در سطح رقم منصور مربوط به تراکم ۲۰ با ارتفاع ۴۸/۴۰ سانتی‌متر بود. همچنین بیشترین ارتفاع برای رقم سعید (۴۷/۳۵ سانتی‌متر) و عادل (۴۴/۱۵ سانتی‌متر) به ترتیب در تراکم‌های ۴۰ و ۶۰ به دست آمد. در زمینه کمینه میزان ارتفاع نیز کمترین ارتفاع برای رقم منصور (۴۱/۷۰سانتی‌متر)، رقم سعید (۴۱/۴۰ سانتی‌متر) و عادل (۳۹/۳۵ سانتی‌متر) به ترتیب در تراکم‌های ۶۰، ۶۰ و ۵۰ بوته در مترمربع به دست آمدند (جدول ۳). معمولاً در کشت متراکم فاریاب به دلیل رقابت بین بوته‌ها، ارتفاع بوته افزایش می‌یابد، ولی در شرایط دیم در صورتی که تراکم بالا باشد در اثر کمبود آب و عناصر غذایی از رشد بوته‌ها تا حد زیادی کاسته می‌شود (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۸۰). افزایش ارتفاع در تراکم‌های بالا به دلیل افزایش رقابت برای به دست آوردن نور و همچنین تغییر کیفیت نور دریافتی توسط کانوپی گیاه می‌باشد. در تراکم‌های بالا علاوه بر اختصاص مواد فتوسنتزی به رشد ساقه، مواد ذخیره شده نیز به ساقه‌ها انتقال پیدا کرده که این امر سبب افزایش ارتفاع گیاه می‌شود (واعظی و آرمین، ۱۳۹۴).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده تحت تاثیر فاکتورهای تراکم و رقم

منابع تغیر	درجه آزادی	عملکرد اقتصادی	عملکرد زیستی	ارتفاع بوته	فاصله اولین شاخه فرعی ازسطح خاک	فاصله اولین غلاف ازسطح خاک	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعدادغلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در بوته	وزن کل دانه در بوته	وزن صد دانه	شاخص برداشت
بلوک	۱	ns۰۸/۶۷۹۵	ns۸۳/۲۴۰	ns۴۱/۰	ns۴۴/۰	ns۰۶/۰	ns۱۶/۲	ns۰۷/۰	ns۰۰/۰	ns۲۶/۱	ns۰۰/۰	ns۰۸/۹	ns۸۴/۰
رقم	۲	ns۲۰/۱۶۶۴۴۴	ns۶۵/۲۳۸۳۰۴۷	**۶۲/۴۰	*۴۶/۱۰	**۳۸/۲۰	*۸۸/۳۳	**۸۶/۵۲	*۰۲/۰	**۰۴/۷۹	ns۸۰/۱	*۹۱/۱۰۴	**۵۱/۴۸
تراکم	۴	*۲۰/۷۶۷۶۳۲	*۶۸/۳۵۳۱۹۱۶	**۹۲/۲۷	**۶۴/۱۷	**۷۰/۱۵	**۱۷/۱۳۶	**۵۳/۵۷۵	**۰۴/۰	**۰۹/۶۹۸	**۵۲/۷۰	ns۱۷/۱۸	ns۹۲/۹
اثر متقابل تراکم × رقم	۸	ns۹۵/۲۴۵۰۳۲	ns۵۹/۶۹۵۹۲۵	**۴۸/۱۰	**۳۰/۱۹	**۳۵/۲۵	**۴۵/۶۸	**۸۶/۳۰۸	**۰۲/۰	**۳۵/۳۳۴	**۸۹/۳۳	ns۸۲/۲۱	*۱۸/۱۶
خطا	۲۹	۶۰/۳۰۶۹۱۷	۷۶/۱۰۰۳۳۴۴	۷۱/۱	۳۲/۲	۵۰/۱	۸۸/۶	۶۶/۹	۰۱/۰	۸۸/۱۲	۸۴/۱	۶۵/۱۹	۸۹/۵
ضریب تغیرات (درصد)		۱۷/۸۰	۱۶/۱۱	۲/۹۴	۶/۵۶	۴/۷۰	۱۸/۸۰	۱۲/۰۸	۷/۴۷	۱۳/۵۵	۱۵/۲۲	۱۲/۸۵	۴/۸۴

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌داری، معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

جدول ۳- اثر متقابل تراکم و رقم بر صفات مورد آزمون

ارقام	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	فاصله اولین شاخه فرعی از سطح خاک (سانتی‌متر)	فاصله اولین غلاف از سطح خاک (سانتی‌متر)	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در بوته	وزن کل دانه در بوته (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
V_1D_1	۴۲/۸۵ b	۲۳/۳۰ b	۲۷/۱۰ a	۱۵/۸۵ bc	۲۲/۸۵ c	۱/۰۹ a	۲۴/۷۵ bc	۷/۵۵ bc	۵۱/۱۸ ab
V_1D_2	۴۳/۴۰ ab	۱۹/۸۵ c	۲۱/۲۵ c	۲۴/۳۰ a	۴۸/۱۵ a	۱/۱۳ a	۵۴/۷۰ a	۱۴/۸۵ a	۵۳/۹۳ a
V_1D_3	۴۳/۲۵ b	۲۰/۸۰ bc	۲۳/۵۵ b	۱۷/۱۰ ab	۲۸/۷۵ b	۱/۰۴ a	۲۹/۹۰ b	۸/۸۵ b	۵۳/۶۸ a
V_1D_4	۳۹/۳۵ c	۲۰/۵۰ c	۲۳/۶۵ b	۱۱/۱۰ bc	۱۹/۶۵ c	۰/۸۰ b	۱۵/۵۰ b	۵/۲۰ c	۴۵/۴۲ b
V_1D_5	۴۴/۱۵ a	۲۷/۰۰ a	۲۸/۷۵ a	۹/۲۰ c	۱۹/۳۰ c	۱/۰۶ a	۲۰/۴۰ cd	۶/۱۵ c	۵۲/۹۹ a
V_2D_1	۴۷/۰۵ a	۲۴/۸۰ ab	۲۸/۵۰ a	۱۳/۲۵ b	۲۴/۷۵ b	۱/۰۴ ab	۲۵/۸۰ b	۹/۳۰ b	۴۸/۳۱ a
V_2D_2	۴۶/۱۰ ab	۲۶/۵۵ a	۲۹/۷۰ a	۱۱/۷۵ bc	۲۰/۷۰ bc	۱/۰۲ ab	۲۱/۱۵ bc	۷/۷۹ bc	۴۶/۸۸ a
V_2D_3	۴۷/۳۵ a	۲۱/۰۵ c	۲۳/۶۰ b	۲۲/۹۰ a	۴۷/۲۵ a	۰/۸۷ c	۴۱/۰۵ a	۱۵/۷۲ a	۴۷/۶۰ a
V_2D_4	۴۴/۶۰ b	۲۴/۵۵ ab	۲۸/۸۵ a	۹/۰۵ c	۱۶/۸۰ c	۰/۹۷ b	۱۶/۱۵ c	۶/۰۹ c	۴۸/۶۶ a
V_2D_5	۴۱/۴۰ c	۲۲/۱۰ bc	۲۵/۲۵ b	۱۲/۳۰ b	۱۷/۷۰ c	۱/۰۹ a	۱۹/۰۵ c	۶/۵۳ c	۴۸/۹۳ a
V_3D_1	۴۸/۴۰ a	۲۲/۰۵ b	۲۳/۷۵ b	۲۰/۴۵ a	۳۶/۶۰ a	۱/۱۱ a	۴۰/۸۵ a	۱۴/۹۲ a	۵۰/۰۷ a
V_3D_2	۴۶/۰۵ ab	۲۳/۵۰ b	۲۵/۶۵ b	۱۴/۴۰ b	۳۰/۱۵ b	۱/۰۷ a	۳۲/۱۰ b	۱۱/۱۱ b	۵۲/۳۸ a
V_3D_3	۴۷/۳۰ ab	۲۳/۹۵ b	۲۶/۴۵ b	۱۱/۰۵ c	۲۳/۰۰ c	۱/۰۶ a	۲۴/۳۰ c	۸/۵۰ bc	۵۰/۴۶ a
V_3D_4	۴۴/۴۵ bc	۲۱/۴۵ b	۲۴/۹۵ b	۱۰/۴۵ c	۱۸/۸۰ c	۱/۰۴ a	۱۹/۵۵ c	۶/۸۰ dc	۵۱/۱۸ a
V_3D_5	۴۱/۷۰ c	۲۷/۳۰ a	۳۰/۳۰ a	۶/۲۰ d	۱۱/۵۵ d	۱/۰۳ a	۱۱/۹۰ d	۴/۴۲ d	۵۰/۲۲ a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مورد مطالعه می‌باشند.

V_1: عادل؛ V_2: سعید؛ V_3: منصور؛ D_1: تراکم۲۰ بوته؛ D_2: تراکم۳۰ بوته؛ D_3: تراکم۴۰ بوته؛ D_4: تراکم۵۰ بوته؛ D_5: تراکم۶۰ بوته

فاصله اولین شاخه فرعی از سطح خاک

بر اساس نتایج تحزیه واریانس مشخص شد که برهمکنش بین تراکم و رقم در سطح یک درصد بر صفت فاصله اولین شاخه فرعی از سطح خاک معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲). صفت مذکور برای رقم منصور از ۲۱/۴۵ سانتی‌متر (تراکم۵۰) تا ۲۷/۳۰ سانتی‌متر (تراکم ۶۰) تغییرات داشت. همچنین رقم سعید اولین شاخه فرعی خود را در ۲۱/۰۵ (در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع) تا ۲۶/۵۵ (در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع) سانتی‌متری از خاک تشکیل داد و رقم عادل نشان داد که اولین شاخه فرعی خود را در ۱۹/۸۵ تا ۲۷ سانتی‌متری از سطح خاک به ترتیب در تیمارهای ۳۰ و۶۰ بوته در مربع تشکیل می-دهد (جدول ۳). تشکیل اولین شاخهٔ فرعی از سطح خاک از این جهت اهمیت دارد که می تواند بر چگونگی و کاهش خسارت حاصل از برداشت مؤثر باشد. هرچقدر فاصله تشکیل اولین شاخهٔ فرعی یا به عبارت بهتر فاصله تشکیل اولین غلاف‌ها از سطح خاک بیشتر باشد، برداشت راحت‌تر و خسارت کمتری صورت می گردد (وقار و همکاران، ۱۳۸۸).

فاصله اولین غلاف از سطح خاک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تراکم و رقم در سطح یک درصد بر فاصله اولین غلاف از سطح خاک معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین برای هر رقم مشخص شد که پایین‌ترین فاصله اولین غلاف از سطح خاک مربوط به رقم عادل (۲۱/۲۵ سانتی‌متر) در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع و در ارقام منصور (۲۳/۷۵ سانتی‌متر) و سعید (۲۳/۶ سانتی‌متر) به ترتیب در تراکم‌های ۲۰ و ۴۰ بوته در مترمربع حاصل گردید. بالاترین مقدار این صفت مربوط به رقم منصور (۳۰/۳ سانتی‌متر) در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع و در رقم‌های عادل (۲۸/۷۵ سانتی‌متر) در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع و سعید (۲۹/۷ سانتی‌متر) در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع خود اختصاص دادند (جدول ۳). فاصله اولین غلاف از سطح خاک وابسته به رشد رویشی

گیاه و افزایش ارتفاع بوته می‌باشد و هر عاملی که سبب افزایش رشد و ارتفاع بوته گردد فاصله اولین غلاف از سطح خاک را نیز افزایش می‌دهد. در تراکم‌های بالا محدودیت در توزیع آسیمیلات یا مواد معدنی و آب کاهش می‌یابد و در نتیجه با توزیع بیشتر این آسیمیلات‌ها در گیاه سبب افزایش ارتفاع و در نتیجه افزایش فاصله اولین غلاف از سطح خاک می‌گردد (راعی و همکاران، ۱۳۸۶). فاصله اولین غلاف از سطح خاک یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های گیاه می‌باشد که در فرایند برداشت محصول نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند، کاهش ارتفاع گیاه منجر به کاهش فاصله اولین غلاف از سطح خاک شد، که این کاهش در بین ارقام مختلف متفاوت بود. به عبارتی دیگر هر چه فاصله اولین غلاف از سطح خاک بیشتر باشد برداشت دستی و مکانیزه در زراعت نخود با سهولت بیشتر و تلفات کمتر انجام می‌شود. بالاتر بودن ارتفاع اولین غلاف نسبت به سطح خاک به لحاظ برداشت مکانیزه محصول نخود صفتی مطلوب به شمار می‌آید (مندنی و جلیلیان، ۱۳۹۸).

تعداد شاخه فرعی در بوته

در این آزمایش تجزیه واریانس مشخص کرد که اثر متقابل تراکم و رقم در سطح یک درصد بر تعداد شاخه فرعی در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). در این صفت رقم منصور، سعید و عادل در تراکم‌های ۲۰، ۴۰ و ۳۰ بوته در مترمربع به ترتیب با ۲۰/۴۵، ۲۲/۹ و ۲۴/۳ بیشترین شاخه فرعی در بوته را داشتند. همچنین کمترین شاخه فرعی در بوته برای ارقام منصور، سعید و عادل با ۶/۲، ۹/۰۵ و ۹/۲ شاخه فرعی در بوته به ترتیب در تراکم‌های ۶۰، ۵۰ و ۶۰ بوته در مترمربع به دست آمد (جدول ۳). در مطالعه‌ای مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تراکم بوته و رقم حاکی از این بود که ارقام نخود در تراکم‌های مختلف بوته دارای رفتارهای متفاوتی از لحاظ تعداد شاخه در بوته بودند (پیرظهیری وهمکاران، ۱۳۹۹). نشان داده شده است که افزایش تراکم گیاهی به صورت خطی سبب کاهش تعداد شاخه جانبی در گیاه می‌شود و

تراکم ۱۰ بوته در مترمربع بالاترین و تراکم ۳۰ بوته در مترمربع پایین‌ترین تعداد شاخه جانبی را تولید کرد، بیش‌تر بودن تعداد غلاف در بوته در تراکم ۱۰ بوته در مترمربع به کم تر بودن رقابت بین گیاهان و تولید بیش تر شاخه‌های جانبی ارتباط دارد و علت اصلی کاهش تعداد غلاف در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع، افزایش رقابت بین بوته‌ها برای منابع محدود می‌باشد و همچنین به علت تراکم بالا، رطوبت خاک در اوایل فصل رشد تخلیه و باعث مواجه شدن گیاه با تنش و خشکی در دوران رشد زایشی می‌شود که این امر باعث کاهش تعداد غلاف در گیاه خواهد شد (واعظی و آرمین، ۱۳۹۴).

تعداد غلاف در بوته

اثر متقابل تراکم و رقم در سطح یک درصد بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین بین ارقام مشخص کرد که بیشینه تعداد غلاف در بوته برای ارقام عادل (۴۸/۱۵)، سعید (۴۷/۲۵) منصور (۳۶/۶) به ترتیب در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع بدست آمد و کمینه این مقدار در برای ارقام منصور (۱۱/۵) سعید (۱۶/۸) و عادل (۱۹/۳) به ترتیب در تراکم‌های ۶۰، ۵۰ و ۶۰ بوته در مترمربع ثبت شد (جدول ۳). به اعتقاد سینگ (Singh, 1997) مهمترین جزء مؤثر بر عملکرد نخود، تعداد نیام در بوته است که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، تعداد نیام به ازای تک بوته کاهش و در واحد سطح افزایش می‌یابد. وی معتقد است در تراکم‌های پایین به دلیل کم بودن رقابت، بوته‌ها از منابع موجود بیشترین استفاده را نموده و ساقه‌های فرعی بیشتری تولید می-نماید که در نهایت به افزایش تولید نیام در این شاخه‌ها منجر می‌شود.

تعداد دانه در غلاف

برهمکنش تراکم و رقم در سطح یک درصد بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین در سطح هر رقم نشان

داد که بالاترین تعداد دانه در غلاف در سطح رقم عادل (۱/۱۳) در تراکم ۳۰ بود. همچنین بیشترین مقدار مقدار صفت مذکور در رقم سعید (۱/۰۹) و منصور (۱/۱۱) در تراکم‌های ۶۰ و ۲۰ بود. کمترین میزان تعداد دانه در غلاف رقم عادل (۰/۸)، سعید (۰/۸۷) و منصور (۱/۰۳) در تراکم‌های ۵۰، ۴۰ و ۶۰ بدست آمد (جدول ۳). در راستای نتایج بدست آمد، در تحقیقی اثر تراکم و رقم بر تعداد دانه در غلاف نخود در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و مشخص شد که افزایش تراکم بوته در واحد سطح، تعداد دانه در نیام کاهش یافت به طوری‌که بیشترین و کمترین تعداد دانه در نیام به ترتیب از تراکم ۲۵ و ۴۵ بوته در مترمربع حاصل شد (سید شریفی و همکاران، ۱۳۹۲).

تعداد دانه در بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس برهمکنش تراکم و رقم در سطح یک درصد بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). در مقایسه میانگین ارقام و تراکم بوته، بیشترین تعداد دانه در بوته (۵۴/۷) در تراکم ۳۰ متعلق به رقم عادل بود. همچنین کمترین تعداد دانه در بوته در رقم منصور (۱۱/۹) در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع بدست آمد (جدول ۳). در پژوهشی مشخص شد تمامی ارقام مورد بررسی با افزایش تراکم، تعداد دانه در بوته کاهش یافت، ولی در بین ارقام تفاوت‌هایی وجود داشت، به طوری‌که بیشترین تعداد دانه در بوته مربوط به رقم کاکا در تراکم ۲۵ بوته در مترمربع و کمترین آن به رقم جم در تراکم ۴۵ بوته در واحد سطح تعلق داشت (سیدشریفی همکاران، ۱۳۹۲). در واقع با افزایش تراکم، تعداد شاخه‌های تولید کننده نیام کاهش می‌یابد و ضمن افزایش رقابت بین بوته‌های نخود از تعداد دانه‌های هر بوته نیز کاسته می‌شود (برزعلی، ۱۳۹۷).

وزن کل دانه در بوته

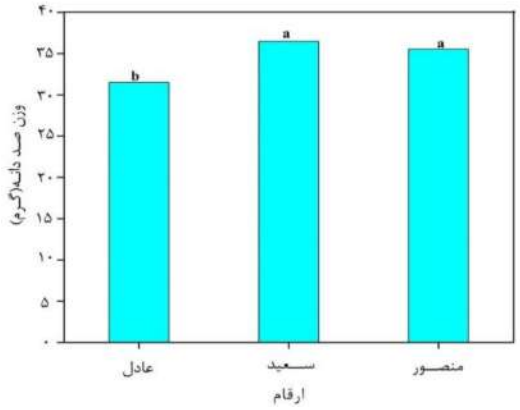
تجزیه واریانس مشخص کرد که اثر متقابل تراکم و رقم در سطح یک درصد بر وزن کل

دانه در بوته معنی‌دار است (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که رقم سعید (۱۵/۷۲ گرم) در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع بیشترین وزن کل دانه در بوته را داشت. همچنین کمترین میزان وزن کل دانه در بوته متعلق به رقم منصور (۴/۴۲ گرم) در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع بود (جدول ۳). نتایج پژوهشگران نشان می‌دهد با افزایش تراکم از میزان وزن کل دانه در بوته به سبب افزایش رقابت بین بوته‌ها و کاهش تولید غلاف و دانه در بوته، کم شده است. در شرایط نرمال رطوبتی، گیاه با تولید سطح برگ مطلوب می‌تواند تعداد مخزن‌های فعال بیشتری تولید کند و از این طریق موجب افزایش وزن کل دانه در بوته‌ها شود. نتایج این آزمایش با یافته‌های محققین در مورد کاهش وزن کل دانه در بوته نخود (عملکرد تک بوته) با افزایش تراکم همخوانی دارد (راعی و همکاران، ۱۳۸۶؛ Naim *et al.*, 2017).

وزن صد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تراکم و رقم و اثر ساده تراکم بر وزن صد دانه معنی‌دار نبود، با این وجود اثر ساده رقم در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تحت تاثیر تیمار رقم، بیشترین وزن صد دانه (۳۶/۴۷ گرم) رقم سعید و کمترین آن (۳۱/۴۹ گرم) در رقم عادل بدست آمد که ۱۵/۸ درصد برتری نشان می‌دهد (شکل ۱). وزن دانه از صفاتی است که معمولاً تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است با این وجود، شرایط محیطی از جمله آب قابل دسترس آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند (نخ زری مقدم و همکاران، ۱۳۹۶). در تحقیقی بیشترین و کمترین وزن صد دانه متعلق به رقم جم و کاکا بود. به نظر می‌رسد که به لحاظ یکسان بودن شرایط برای ارقام، اختلاف موجود در وزن صد دانه ارقام بیشتر جنبه ژنتیکی داشته باشد. هر چه رقمی زودرس‌تر باشد طول دوره پر شدن دانه در آن کم شده و در نتیجه وزن هر دانه کاهش می‌یابد. کم

بودن وزن صد دانه در رقم کاکا احتمالاً با زودرسی این رقم ارتباط دارد، زیاد بودن وزن صد دانه در رقم جم را نیز می‌توان با دلیل مشابهی توجیه نمود (سیدشریفی وهمکاران، ۱۳۹۲). در بررسی که توسط کانونی و نعمتی فرد (۱۳۹۲) انجام شد وزن صد دانه تحت تأثیر تراکم‌های مختلف قرار نگرفت. در آزمایش دیگری تراکم‌های مختلف کاشت تأثیر معنی‌داری بر وزن صد دانه نشان ندادند (مجنون حسینی و همکاران، ۱۳۸۲).

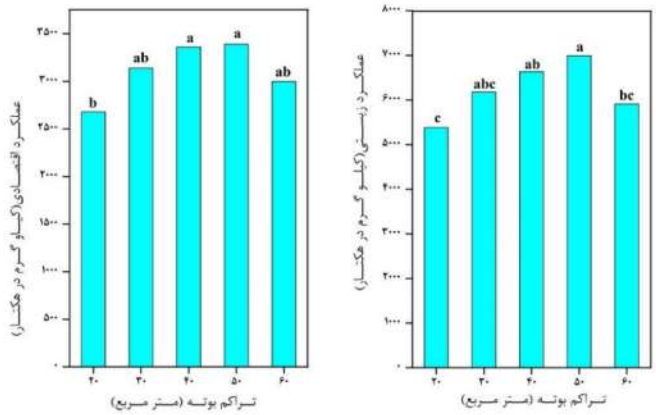


شکل ۱- مقایسه میانگین ارقام نخود برای وزن صد دانه. حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مورد مطالعه می‌باشند.

عملکرد زیستی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تراکم و رقم، اثر ساده رقم بر عملکرد زیستی معنی‌دار نبود، ولی اثر ساده تراکم در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تحت تاثیر تیمار تراکم، بیشترین عملکرد زیستی (۶۹۹۳ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع و کمترین آن (۵۳۸۰/۲ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع بدست آمد که ۳۰ درصد برتری نشان می‌دهد (شکل ۱). در مطالعه‌ای بالاترین عملکرد زیستی در سطوح مختلف فاکتور تراکم بوته در سطح ۷۰ بوته در متر مربع با مقدار ۳۸۶۱ و کمترین آن در سطح ۲۰ بوته در مترمربع با مقدار ۲۷۳۴ بدست آمد. همچنین تفاوت معنی‌داری بین

سطوح ۳۰ و ۵۰ بوته در متر مربع (به ترتیب با مقادیر ۳۱۴۰ و ۳۲۶۲ کیلوگرم در هکتار) مشاهده نشد (برزعلی، ۱۳۹۷).



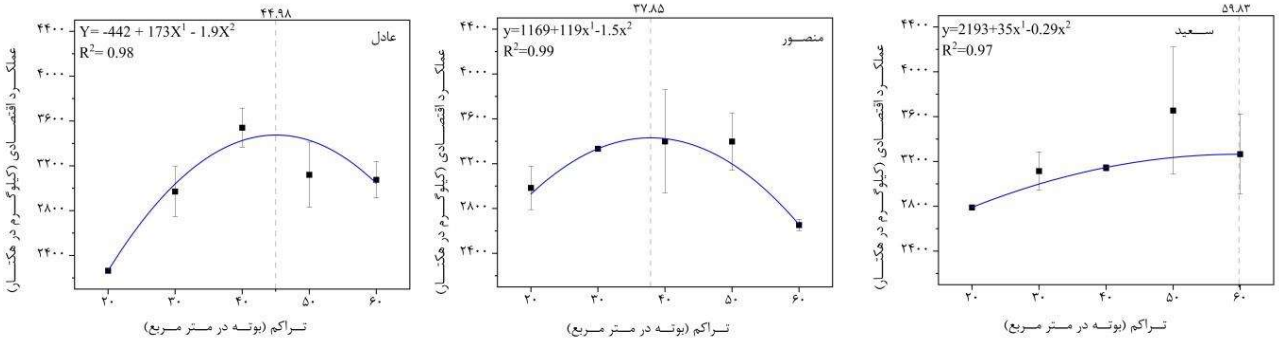
شکل ۲- مقایسه میانگین تراکم برای عملکرد اقتصادی و عملکرد زیستی. حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مورد مطالعه می‌باشند.

عملکرد اقتصادی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تراکم و رقم و اثر ساده رقم بر عملکرد اقتصادی معنی‌دار نبود، اما اثر ساده تراکم در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تحت تأثیر تیمار تراکم، بیشترین عملکرد اقتصادی (۳۳۹۰/۵ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع و کمترین آن (۲۶۷۸/۳ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع بدست آمد که ۲۶/۶ درصد برتری نشان می‌دهد (شکل ۲). افزایش عملکرد اقتصادی در تراکم بالا به نظر می‌رسد با استفاده‌ی بیشتر از نور و سایر منابع قابل دسترس طی فصل رشد مرتبط باشد (سیدشریفی و همکاران، ۱۳۹۲). کمترین و بیشترین عملکرد اقتصادی به ترتیب درکمترین و بیشترین تراکم بوته یا

میزان بذرِکشت شده در واحد سطح حاصل شد (کانونی و نعمتی فرد، ۱۳۹۲).

همانطور که در رابطه رگرسیون بین عملکرد و تراکم‌های مختلف برای ارقام مختلف در شکل ۳ مشاهده می‌شود، بهترین عملکرد رقم عادل در تراکم ۴۴/۹۸ (تقریبا ۴۵) بوته به میزان (۳۳۹۴ کیلوگرم در هکتار)، بیشینه عملکرد برای رقم سعید در تراکم ۵۹/۸۳ (تقریبا ۶۰) بوته برابر (۳۲۶۴ کیلوگرم در هکتار) و برای رقم منصور در تراکم ۳۷/۸۵ (تقریبا ۳۸) بوته این میزان (۳۴۳۰ کیلوگرم در هکتار) بود.



شکل ۳- رگرسیون بین عملکرد اقتصادی و تراکم‌های مختلف (۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ بوته در مترمربع) برای ارقام مختلف (عادل، سعید و منصور)

نتیجه گیری

با توجه به اینکه یکی از اصول مهم مدیریت کشاورزی در مناطق نیمه خشک و خشک، 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. به همین دلیل استفاده از گونه گیاهی مناسب و شناخت ارقام سازگار با منطقه از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار است. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین عملکرد اقتصادی در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع به میزان (۳۳۹۰/۵ کیلوگرم در هکتار) و

کمترین آن (۲۶۷۸/۳ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع بدست آمد که ۲۶/۶ درصد برتری نشان می‌دهد. بهترین عملکرد رقم عادل در تراکم ۴۴/۹۸ (تقریبا ۴۵) بوته به میزان (۳۳۹۴ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. همچنین بیشینه عملکرد برای رقم سعید در تراکم ۵۹/۸۳ (تقریبا ۶۰) بوته برابر (۳۲۶۴ کیلوگرم در هکتار) است. و برای رقم منصور در تراکم ۳۷/۸۵ (تقریبا ۳۸) بوته این میزان (۳۴۳۰ کیلوگرم در هکتار) بود. با توجه به نتایج بدست آمده برای کشاورزان منطقه خرم‌آباد و مناطق با اقلیم مشابه، رقم منصور با تراکم ۴۰ بوته توصیه می‌گردد.

منابع

برزعلی، م. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر تراکم بوته و آبیاری تکمیلی بر عملکرد نخود در شرایط دیم شرق استان گلستان. حبوبات، ۱(۱): ۲۸-۱۶.

پیرظهیری، ک.، ه. کانونی، و ا. رخزادی. ۱۳۹۹. بررسی پاسخ برخی از ارقام نخود (*Cicer arietinum L.*) به تغییرات تراکم بوته. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی،۱۴(۲): ۳۱۰-۲۹۳.

راعی، ی.، ن. دمقصی، و ر. سید شریفی. ۱۳۸۶. اثر سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد دانه و اجزای آن در نخود (*Cicer arietinum L.*) نوع دسی رقم کاکا. نشریه علوم زراعی ایران. ۹(۴): ۳۸۱-۳۷۱.

سیدشریفی، ر.، پ. محمدی خانقاه، و ی. راعی. ۱۳۹۲. اثر تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی شاخص‌های فیزیولوژیک سه رقم نخود. فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۵ (۲۰): ۳۸-۲۵.

سرمدنیا، گ. و ع. کوچکی. ۱۳۸۰. فیزیولوژی گیاهان زراعی. چاپ نهم. جهاد دانشگاهی مشهد. مشهد، ایران، ۴۰۰ ص.

کانونی، ه. و م. نعمتی فرد. ۱۳۹۲. اثر زمان کاشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه و برخی

صفات زراعی دو ژنوتیپ نخود کابلی در کشت پائیزه در شرایط دیم استان کردستان. مجله به زراعی نهال و بذر. ۲۹(۲): ۲۰۰-۱۸۵ .

مجنون حسینی، ن.، م.ب. غلامی، ا. افشون، م.ر. جهانسوز، و ا. ربیعیان. ۱۴۰۱. تأثیر رژیم آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.). تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۱۵(۱): ۷۸-۶۷.

مجنون حسینی، ن.، ه. محمدی، ک. پوستینی، و ح. زینالی خانقاه. ۱۳۸۲.تاثیر تراکم بوته بر صفات زراعی، میزان کلروفیل و درصد انتقال مجدد ساقه در ارقام نخود سفید (*Cicer arietinum* L.). مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۴(۴): ۱۰۱۹-۱۰۱۱.

مندنی، ف. و ا. جلیلیان. ۱۳۹۸. ارزیابی برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم بر صفات مختلف نخود (*Cicer arietinum* L) در شرایط آب و هوایی کرمانشاه. دوفصلنامه فن‌آوری تولیدات گیاهی،۱۱(۱): ۵۱-۳۷.

واعظی، ع. م. آرمین. ۱۳۹۴. اثر زمان محلول‌پاشی کود سولوپتاس و تراکم‌های کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی، ۲ (۱): ۱۰۴-۹۱.

وقار، م،س.، ق. نورمحمدی، ک. شمس، ع. پازکی، و س. کبرایی. ۱۳۸۸. بررسی عملکرد و اجزا عملکرد سه رقم نخود دیم (*Cicer arietinum* L.) در تاریخ‌های مختلف کاشت در کرمانشاه. زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۵ (۱): ۱۷-۱.

نخ زری مقدم، ع.، ن. پارسا، ح. صبوری، و س. بختیاری. ۱۳۹۶. تاثیر اسید هیومیک, تراکم و آبیاری تکمیلی بر صفات کمی و کیفی نخود (*Cicer arietinum L.*) محلی نیشابور. تنش‌های محیطی در علوم زراعی،۱۰(۲): ۱۹۲-۱۸۳.

Eskandari, H. and A. Aalizadeh Amraee. 2017. Growth and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars as affected by plant densities under the fall dry land

of irrigation regime and plant density on chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield in the semi-arid environment of Sudan. Asian Journal of Plant Science and Research, 7(6): 142-151.

Shamsi, K., S. Kobraee, and B. Rasekhi. 2011. The effects of different planting densities on seed yield and quantitative traits of rainfed chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties. African Journal of Agricultural Research, 6(3): 655-659.

Singh, K.B., R.S. Malhotra, M.C. Saxena, M.C, and G. Bejiga. 1994. Superiority of winter sowin over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. Agronomy Journal, 89: 112-118.

Torabi Jafrudi, A., A. Hasanzadeh, and A. Fayaz Moghadam. 2007. Effects of planting density on some morphological characteristics in two red bean cultivars. Agriculture and Horticulture Journal, 74: 64-71.

farming. Iranian Journal of Field Crop Science, 48: 21-33.

Frade, M.M. and J. Valenciano. 2005. Effect of sowing density on the yield and yield components of spring sown irrigated chickpea (*Cicer arietinum* L.) grown in Spain. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 33: 367-371.

Hulse, J.H. 1991. Nature, composition and utilization of grain legumes. p. 11-27. In: Uses of tropical Legumes: Proceedings of a Consultants' Meeting, 27-30 March 1989, ICRISAT Center. ICRISAT, Patancheru, A.P. 502 324, India.

Jukanti, A.K., P.M. Gaur, C.L.L. Gowda, and R.N. Chibbar. 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.). A review. British Journal of Nutrition, 108: 11-26.

Khan, M.A., N. Akhtar, I. Ullah, and S. Jaffery. 1995. Nutritional evaluation of Desi and Kabuli chickpeas and their products commonly consumed in Pakistan. International Journal of Food Science and Nutrition, 46: 215-223.

Naim, A.H., A.H. Awadelkaraim, F.E. Sershen, F. Ahmed. 2017. Effect

The response of different rainfed Chickpea cultivars to changes in plant density in Khorramabad County

Z. Biranvand[1], S. Rahimi-Moghadam [2*], K. Azizi[3], A. Sohailnejad[4]

1. M.SC. Graduate in Ecology, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
3. Professor, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Agriculture, Payam-e Noor University, Iran.

Abstract

Legumes are one of the most important sources of protein, minerals, and calories in the diet of people in developing countries. Chickpea is known as one of the most important legumes influenced by management and genetic factors. Accordingly, the current research aimed to assess the effect of planting density on improving economic yield and yield components of rainfed chickpea cultivars in Khorramabad County at the research farm of Lorestan University in 2023. Factorial arrangement of the treatments was set up as a randomized complete block design with three replications. Factors included plant density in five levels (20, 30, 40, 50, and 60 plants per square meter) and cultivars in three levels (Adel, Saeed, and Mansour). Based on the obtained results, the interaction effect of density and cultivar on the distance of the first secondary branch from the ground, the distance of the first pod from the ground, the number of secondary branches, the number of pods per plant, the number of seeds in a pod, and the number of seeds per plant was significant at the level of 1% and was not on economic and biological yields and 100-seed weight. However, the simple effect of density was significant on economic and biological yields at the level of 5%. Also, the simple effect of cultivar was significant on economic and biological yields at the level of 5%. Based on the mean comparison, the highest economic yield (3390.5 kg/ha) was obtained at a density of 50 plants per square meter and the lowest (2678.3 kg/ha) at a density of 20 plants per square meter showing 26.6% superiority. By comparing the regression between economic yield and different densities for various cultivars, the best economic yield of Adel cultivar (3394 kg/ha) was obtained at a density of 44.98 plants per square meter (approximately 45). Also, the maximum economic yield for the Saeed cultivar (3264 kg/ha) was at a density of 59.83 plants per square meter (approximately 60), and for the Mansour cultivar (3430 kg/ha) at a density of 37.85 plants per square meter (approximately 38). Accordingly, the Mansour cultivar with a density of 40 plants per square meter is recommended for the growers in Khorramabad.

Keywords: 100-seed weight, Legumes, Optimal density, Regression

*Corresponding author (rahimi.s@lu.ac.ir)