مناسب ترین تراکم بوته نخود در کشت بهاره مناطق سردسیر تحت شرایط دیم

یداله فرایدی*

* مربی پژوهشی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، مراغه، ایران

چکیــده

به منظور بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام و لاینهای نخود، این تحقیق به مدت سه سال زراعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه اجرا گردید. در این بررسی ارقام نخود در ۴ سطح(جم، ۳۱-۶۰-۱۲، پیروز و کاکا) به عنوان فاکتور اصلی و تراکم بوته در چهار سطح(۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته درمترمربع) به عنوان فاکتور فرعی درنظر گرفته شد. صفات تاریخ ۵۰ درصد گلدهی، ۹۰درصد رسیدگی فیزیولوژیکی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن صددانه و عملکرد دانه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج نشان داد، اختلاف بسیار معنی‌داری بین سال در تمام صفات وجود داشت. بین ارقام نخود و نیز اثر متقابل سال در رقم، به غیر از عملکرد دانه در سایر صفات اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین عملکرد دانه مربوط به نخود رقم جم با متوسط ۱۱۵۳ کیلوگرم درهکتار بود. همچنین تأثیر تراکم بر عملکرد و تعداد غلاف در بوته بسیار معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با متوسط ۱۱۵۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. بین ارقام نخود از نظر تراکم بوته اختلاف وجود داشت. نتایج بررسی نشان داد که در نخود سفید جم، تراکم ۲۰ بوته درمترمربع(۶۴ کیلوگرم در هکتار) و در نخودهای ۳۱-۶۰-۱۲، پیروز و کاکا، تراکم ۳۰ بوته درمترمربع(به ترتیب ۹۷، ۵۸ و۴۱ کیلوگرم درهکتار)، مناسب‌ترین و اقتصادی‌ترین تراکم را ایجاد کرده و قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: میزان بذر، نخود، کشت بهاره، دیم، عملکرد و اجزای عملکرد

بیان مسئله

نخود از نظر سطح زیر کشت در دنیا، رتبه سوم و در منطقه غرب آسیا و شمال آفریقا، رتبه اول را در بین حبوبات داراست. نخود در مناطق سردسیر عموماً در بهار کشت شده و از رطوبت ذخیره شده درخاک استفاده می‌کند (Malhotra and Saxena, 2002). این گیاه همچنین به عنوان یک محصول کم هزینه و به عنوان یک گیاه تناوبی در سیستمی زراعی مناطق گرمسیری نیمه خشک کشت شده و به خاطر قابلیت سازگاری با طیف وسیعی از شرایط محیطی و خاک، برای کشت دیگر محصولات حائز اهمیت می‌باشد(Singh and Saxena, 1999؛ Saxena and Singh,1997). همچنین حبوبات به خاطرتثبیت ازت اتمسفری درخاک، حاصلخیزی خاک را برای زراعت بعد، تأمین می‌نماید(Choudhary et al., 2012). دانه نخود با دارا بودن ۱۷ تا ۲۳ درصد پروتئین خام (Singh, 1997 ؛ Malhotra, 1998 ؛Saxena and Singh,1997) که دو تا سه برابر پروتئین موجود در غلات می‌باشد، از منابع مهم پروتئین گیاهی بوده و می‌تواند بخشی از پروتئین مورد نیاز کشور را تأمین کند.

براساس آمار منتشرشده از سوی فائو، سطح زیر کشت نخود در دنیا ۱۴/۵۶ میلیون هکتار، میزان تولید آن ۱۴/۷۹ میلیون تن با متوسط عملکرد ۱۰۱۵ کیلوگرم درهکتار است وسطح زیر کشت آن در ایران ۵۶۵۶۰۰ هکتار،کل میزان تولید آن،۲۷۱ هزار تن، با متوسط عملکرد ۴۸۰ کیلوگرم درهکتار در سال ۱۳۹۶ بود(FAO, 2017). قاره آسیا با ۱۷ کشور تولید کننده نخود، از نظر سطح زیرکشت، ۸۰ درصد و از نظرتولید، حدود ۷۳ درصد ازتولید نخود در جهان را به خود اختصاص می‌دهد. ایران پس از هندوستان، استرالیا و پاکستان، رتبهٔ چهارم را از نظرسطح زیرکشت نخود به خود اختصاص داده است (FAO, 2017).

این درحالی است که در سال‌های اخیر، سطح زیرکشت نخود در ایران، بین ۴۲۰ تا ۷۱۰ هزار هکتار در نوسان بوده، به طوری‌که بر اساس آخرین آمار منتشر شده در ایران، سطح زیر کشت این محصول در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵درکشور، ۵۰۲۰۰۱ هکتار بود که از این میزان ۴۹۶۰۹۹ هکتارآن (حدود ۹۹ درصد) بصورت دیم کشت گردیده و متوسط عملکرد آن در شرایط دیم و آبی به ترتیب برابر ۵۴۰ و ۱۷۱۷ کیلوگرم درهکتار بود(احمدی و همکاران،۱۳۹۷). استانی کردستان، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی و همدان، به ترتیب با حدود ۹۶ هزار، ۸۰ هزار،۳۲/۲ هزار و ۱۳/۳ هزار هکتار سطح زیر کشت، به عنوان مهم‌ترین استان‌های سردسیری کشور در زمینه کشت بهاره نخود دیم می‌باشند(احمدی و همکاران، ۱۳۹۷). بررسیی متعدد نشان داده است که بین تعداد شاخه‌های فرعی و عملکرد گیاه رابطه مستقیم وجود دارد (بنائی، ۱۳۶۸؛ کوچکی و بنایان اول،۱۳۷۲). تراکم بوته در واحد سطح ، تعداد شاخه‌های فرعی گیاه، تعداد غلاف (کوچکی و بنایان اول ،۱۳۷۲) تعداد دانه و وزن صد دانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد(Khana and Sinla,1988). با افزایش تراکم بذر، تعداد شاخه‌های فرعی گیاه و در نتیجه تعداد غلافی آن کاهش می‌یابد(کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۲ ؛ کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۳). میزان تراکم بذر با ارتفاع محصول نیز رابطه دارد، به نحوی که افزایش تراکم باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شود(Singh et al., 1988). در صورت کم کردن میزان تراکم بذر از حد مناسب، علیرغم افزایش تعداد شاخه‌های فرعی، گیاه قادر به جبران کاهش عملکرد نمی باشد(Bahl, 1988 ؛ رحیم زاده خوئی وکاظمی، ۱۳۶۲؛ کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۲). کاهش تراکم بذر یا کاهش تعداد بوته در واحد سطح ، سبب افزایش تعداد شاخه و تعداد غلاف در هر بوته و وزن صد دانه می‌شود(Singh et al., 1988). سیدیک و همکاران(Siddique et al., 1985) اعلام داشتند تعداد شاخه در بوته

در تراکم پایین، بیشتر از تراکم بالاست اما تعداد شاخهی فرعی تولید شده در تراکم‌های بالا در واحد سطح بیشتر است. ساینی و فارودا(Saini and Faroda, 1997) با بررسی بر روی نخود H 68-143 گزارش نمودند که مقادیر ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار با دارا بودن عملکرد مشابه نسبت به تراکم بذر ۵۰ کیلوگرم، عملکرد بیشتری داشتند. خانا و سینلا(Khana and Sinla,1988) نیز مناسب‌ترین میزان بذر نخود رقم NIFA-88 را با چهار میزان تراکم بذر(۴۰ ،۶۰ ،۸۰ و۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) مورد مطالعه قرار دادند و گزارش نمودند که طی دو سال آزمایش، بالاترین میزان عملکرد بذر به تراکم بوته ۱۰۰ کیلوگرم درهکتار مربوط بود. طی تحقیقی در مرکز بین المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ایکاردا) گزارش شد که در مناطق با بارندگی کمتر از ۳۵۰ میلی متر در سال، بالاترین عملکرد از تراکم ۳۰ بوته در مترمربع و فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر بدست می‌آید اما در مناطق با بارندگی بیشتر از ۳۵۰ میلی متر، بالاترین عملکرد از تراکم ۴۵ بوته درمترمربع و فاصله ردیف ۳۰ سانتی متر حاصل شد(Anonymous,1990). اصغری(۱۳۸۲) سه تراکم ۲۰، ۲۵ و۳۰ بوته در مترمربع را در نخود رقم ILC 482 به مدت سه سال مورد مطالعه قرار داد و نشان داد که تراکم ۲۵ بوته درمترمربع با متوسط ۷۱۱ کیلوگرم درهکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید نمود. خالد احمدی و کانونی (۱۳۷۳) ، ۵ تراکم بذر (۲۰ ، ۲۵ ، ۳۰ ، ۳۵ و ۴۰ بوته درمترمربع) نخود سفید جم و محلی و ۴ تراکم (۲۵ ،۳۵ ،۴۵ و ۵۵ بوته در مترمربع) نخود سیاه کاکا و محلی را مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که اختلاف بین سطوح تراکم بذر در ارقام نخود سفید، تأثیر زیادی روی عملکرد دانه داشت و نخود رقم جم با تراکم بذر ۲۵ بوته در مترمربع بیشترین عملکرد را داشته است، علیرغم اینکه بین رقم اختلافی مشاهده نشد، نخود رقم کاکا با تراکم ۳۵ بوته در مترمربع، بیشترین عملکرد نسبی را تولید کرد. رابطه بین تراکم بذر(۳۲ ، ۶۴ ،۹۶ و۱۲۸ بذر درمترمربع) در سه تاریخ کاشت بهاره، بر روی سه رقم نخود جم، پیروز وکاکا توسط قاسمی گلعذانی و همکاران(۱۳۷۶) مورد بررسی قرار گرفت و گزارش نمودند که با افزایش تراکم بذر در واحد سطح، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه در واحد سطح بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. عملکرد نخود جم و کاکا با سطوح مختلف تراکم بوته(۳۰ ، ۶۰ و۹۰ بوته درمترمربع) توسط موحدی (۱۳۷۵) مورد مطالعه قرار گرفت و نشان داد که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، شاخص برداشت و وزن هزار دانه کاهش ولی عملکرد دانه در واحد سطح افزایش یافت ولی از نظر عملکرد دانه در واحد سطح، بین تراکمی ۳۰ و۶۰ و نیز ۶۰ و۹۰ تفاوت محسوسی وجود نداشت.

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه و به مدت سه سال زراعی(۷۷-۱۳۷۴) به ترتیب با میزان بارندگی ۵۲۴/۵، ۳۱۶/۱ و ۲۷۶/۶ میلی متر اجرا گردید(جدول۷). ایستگاه مراغه با طول جغرافیایی ۴۶/۱۵ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷/۱۵ درجه شمالی در ارتفاع ۱۷۳۰ متری از سطح دریا قرار دارد که از یک اقلیم نیمه خشک سرد برخوردار است. بافت خاک اراضی از نوع لومی‌رسی با قابلیت نفوذ ۰/۵ – ۰/۱ سانتیمتر درساعت می‌باشد. بر اساس آمار هواشناسی در یک دوره ۲۵ ساله، حداکثر درجه حرارت منطقه ۳۷ درجه سانتی‌گراد، حداقل ۲۵- درجه و متوسط سالیانه آن ۵/۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بیشترین میزان بارندگی ۵۲۴/۵ میلی‌متر(سال زراعی ۷۴-۷۳)، کمترین آن ۱۳۷/۶ میلی‌متر(سال زراعی ۸۷-۸۶)، متوسط بارندگی بلندمدت آن ۳۴۱ میلی‌متر و تعداد روزهای یخبندان ۱۲۴ روز گزارش شده است.

آزمایش درکشت بهاره و به صورت اسپلیت پلات (کرتی یک بار خرد شده) در قالب طرح آماری بلوکی کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. رقم نخود به عنوان فاکتور اصلی در چهار سطح(جم، ۳۱-۶۰-۱۲، پیروز و کاکا) و تراکم بوته به عنوان فاکتور فرعی در چهار سطح(۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بذر در مترمربع) در نظر گرفته شد. هر کرت شامل ۸ خط به طول ۶ متر و با

فاصله خطوط ۲۵ سانتی‌متر از همدیگر و با مساحت ۱۲ مترمربع بود که کاشت بصورت ردیفی و دستی و در عمق حدود ۵-۶ سانتی‌متری خاک انجام گرفت. فاصله بذور برروی خطوط کشت با توجه به میزانی مختلف بذر در تراکمی‌مورد مطالعه از ۸ تا ۲۰ سانتی‌متر متغیر بود. به منظور جلوگیری از آلودگی قارچی، بذور قبل از کاشت با استفاده از یک قارچ‌کش مناسب (کاربوکسین تیرام) ضد عفونی گردیده و سپس مورد کشت قرار گرفتند. عملیات آماده سازی مزرعه آزمایش شامل شخم پاییزه و تسطیح بود که همراه با آن نیاز غذایی با توجه به فرمول کودی N20P40 و بر اساس تجزیه خاک به مزرعه داده شد که در آن تمامی‌مقدار کود فسفر مصرفی در پاییز و به هنگام تهیه زمین و مقادیر کود ازته در بهار و در ابتدای رشد بوته‌ها به عنوان آغازگر تا شروع فعالیت باکتری‌های تثبیت کننده ازت به مزرعه داده شد. این آزمایش در هر سه سال، در اولین فرصت ممکن بعد از گاورو شدن مزرعه در ابتدای بهار کشت گردید. در طول دوره رشد، وجین علف‌های هرز در دو مرحله و بصورت دستی انجام گرفت. همچنین بر علیه آفات طوقه خوار(آگروتیس) در ابتدای رشد و بعد از خروج گیاهچه‌ها از خاک با پخش طعمه مسموم در مزرعه و آفات غلاف خوار(هلیوتیس) در مرحله گلدهی و غلاف بندی محلول پاشی بعمل آمد. صفات مورد اندازه‌گیری در این بررسی عبارت بودند از: تعداد روز تا گلدهی(DF)، تعداد روز تا رسیدگی(DM)، ارتفاع بوته(PH) و تعداد غلاف دربوته(P/P). همچنین پس از برداشت و بوجاری، وزن صد دانه(100SW) و عملکرد دانه (GY)توزین و ثبت گردید. قبل از برداشت محصول به منظور از بین بردن اثرات حاشیه‌ای دو ردیف کناری از هرکرت و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای خطوط کاشت حذف و بقیه محصول پلات به مساحت ۷/۵ مترمربع برداشت گردید. در نهایت تجزیه واریانس مرکب در پایان سه سال و با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C به عمل آمد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و راهکارهای حل مسئله

در سال اول به دلیل وقوع بارندگی بیشتر، همچنین توزیع مناسب آن در مقایسه با سال‌های دوم و سوم، وجود شرایط رطوبتی مناسب و عدم وقوع تنش خشکی، طول دوره رشد رویشی بیشتر بوده و بوته‌ها دیرتر وارد فاز گلدهی (۶۴/۴ روز) شدند. این امر با تأثیر مستقیم بر عملکرد دانه سبب افزایش عملکرد در سال اول (۱۴۶۶ کیلوگرم درهکتار) در مقایسه با سال‌های دوم و سوم شد(جدول۱). بررسی روابط همبستگی صفات نیز نشان داد که بین تعداد روز تا گلدهی و عملکرد دانه نخود همبستگی مثبت و معنی‌دار($r = ۰/۶۷۹^{**}$)وجود دارد(جدول ۶). بین رقم‌های مورد بررسی، نخودهای تیپ دسی(پیروز و کاکا)، زودتر از نخودهای تیپ کابلی(جم و ۳۱-۶۰-۱۲) وارد مرحله گلدهی شدند(جدول۲). جدول مقایسه میانگین اثر تراکم بر زمان گلدهی بوته‌ها نشان داد که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، بوته‌ها زودتر وارد فاز گلدهی می‌شوند. همان طور که جدول ۴ نشان می‌دهد بوته‌های نخود درتراکم ۵۰ بوته در مترمربع زودتر(۵۹/۹ روز) از تراکم ۲۰ بوته در مترمربع (۶۰/۸ روز) وارد دوره گلدهی گردیدند. این نتیجه را می‌توان چنین توجیه نمود که با افزایش تراکم در واحد سطح، بوته‌های نخود به دلیل رقابت درجذب رطوبت خاک که بویژه در شرایط دیم از جمله فاکتورهای محدود کننده می‌باشد، سعی در کوتاه نمودن سیکل زندگی خود دارند. در بین رقم‌های نخود مورد مطالعه، نخودهای تیپ دسی(پیروز وکاکا)، زودرس تر از نخودهای تیپ کابلی(جم و ۳۱-۶۰-۱۲) بودند(جدول۲). مقایسه میانگین تراکم‌های بذر روی صفت تعداد روز تا رسیدگی نشان داد، به دلیل رقابت بوته‌ها در جذب آب و مواد غذایی و محدودیت این منابع، با افزایش تراکم کاشت در واحد سطح، بوته‌های با تراکم کاشت ۵۰ بوته درمترمربع زودتر(۹۶/۳ روز) از تراکم‌های کمتر، سیکل زندگی خود تکمیل نمودند(جدول۳). بیشترین طول دوره رسیدگی بوته‌ها مربوط به تراکم ۲۰ بوته درمترمربع و با ۹۸ روز بود که با

نتایج موحدی(۱۳۷۵) مطابقت دارد. بیچ و لیچ (Beech and Leach, 1989) گزارش نمودند در تراکم‌های پایین به دلیل وجود فضای خالی در سطح مزرعه، قسمتی از زمین بدون استفاده باقی می‌ماند و همچنین فاصله زیاد بین بوته‌ها باعث می‌شود که بوته‌ها با کمترین میزان رقابت رشد کنند که احتمالاً باعث تأخیر در رسیدگی و برخورد با دماهای بالای آخر فصل و در نتیجه کاهش عملکرد خواهد شد.

متوسط ارتفاع بوته در سال اول ۳۰/۴ سانتی‌متر بود که در مقایسه با سال‌های دوم و سوم(به ترتیب ۲۳ و ۲۳/۵ سانتی‌متر) افزایش قابل ملاحظه نشان داد(جدول۱) که این نتیجه را می‌توان به بارندگی و شرایط رطوبتی بهتر در سال اول مرتبط دانست. افزایش ارتفاع بوته در سال اول بر روی عملکرد دانه نیز تأثیر مستقیم داشته، به طوری که مطالعه روابط همبستگی صفات نشان داد که بین ارتفاع بوته و عملکرد دانه در نخود همبستگی مثبت و معنی‌دار($r = ۰/۶۵۸^{**}$)وجود داشت (جدول ۶). بین رقم‌های مورد مطالعه، نخود رقم محلی جم با ۲۷/۳ سانتی‌متر و نخود رقم پیروز با ۲۱/۸ سانتی‌متر به ترتیب دارای بیشترین و کمترین ارتفاع بودند(جدول ۳). از آنجا که ارتفاع بوته متأثر از وجود اختلاف ژنتیکی در بین ارقام مختلف می‌باشد، بیشتر بودن ارتفاع بوته درنخود رقم جم و ۳۱-۱۲-۶۰ (۲۷ سانتی‌متر) را با توجه به شرایط محیطی یکسان، می‌توان به پتانسیل ژنتیکی آنها نسبت داد که با نتایج بدست آمده توسط اولاه و همکاران(Ullah et al., 2002) و توبابیسر و همکاران (Tuba Bicer et al., 2004) مطابقت دارد. نتایج مقایسه میانگین تراکم بوته بر ارتفاع بوته نشان داد، با افزایش تراکم، افزایش جزئی در ارتفاع بوته مشاهده شد که می‌توان آن را به رقابت بوته‌ها برای بهره‌مندی و رسیدن به نور بیشتر مرتبط دانست. بیشترین ارتفاع بوته در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع(۲۵/۷ سانتی‌متر) مشاهده شد که البته اختلاف معنی‌داری با سایر تراکم‌ها نشان نداد(جدول ۴).

ارتفاع بوته به خصوصیات ژنتیکی رقم و شرایط محیطی بستگی دارد. افزایش ارتفاع بوته گاهی از نظر رقابت با سایر گیاهان در یک جامعه گیاهی یک مزیت محسوب می‌شود. زیرا به دلیل تشکیل برگ‌های جدید در بالای تاج پوشش، برگ‌ها در مناسب‌ترین موقعیت برای فتوسنتز قرار می‌گیرند(براری، ۱۳۷۵). با این که استراتژی گیاه در تراکم‌های بالا کاهش شاخه‌های فرعی و افزایش ارتفاع بوته است، با وجود این در برخی از آزمایش‌ها ارتفاع بوته در تراکم‌های بالا کاهش یافته که علت آن رقابت شدید بوته‌ها در این تراکم‌ها ذکر شده است(Ayaz et al., 1999).

مقایسه میانگین سال‌های مختلف اجرا نشان داد که به دلیل بارندگی بیشتر و توزیع مناسب آن در سال اول اجرا، بیشترین تعداد غلاف در بوته با میانگین ۲۳ غلاف در هر بوته در این سال بدست آمد. کمترین تعداد غلاف در بوته نیز مربوط به سال دوم با متوسط ۱۵/۶ غلاف در هر بوته بود(جدول۱). افزایش تعداد غلاف در بوته در سال اول، منجر به افزایش عملکرد دانه در سال اول در مقایسه با سال‌های دوم و سوم شد. مطالعه روابط همبستگی بین صفات نشان داد که بین تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار($r = ۰/۲۵۱^{**}$)وجود دارد(جدول ۶). در بین رقم‌های نخود، بیشترین تعداد غلاف مربوط به نخود پیروز با میانگین ۲۴/۷ غلاف و کمترین تعداد مربوط به نخود ۳۱-۶۰-۱۲ با میانگین ۱۶/۵ غلاف بود(جدول۲). مقایسه میانگین تراکم‌های بذر روی صفت تعداد غلاف در بوته نشان داد، با افزایش تعداد بوته از۲۰ به ۵۰ بوته در مترمربع، تعداد غلاف از ۲۴/۱ به ۱۶/۷ کاهش پیدا کرد(جدول۳) که نشان می‌دهد با افزایش تعداد بوته در واحد سطح، به علت رقابت زیاد بین بوته‌ها، تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد. چنین به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، بخش زیادی از قسمت‌های زایشی عقیم می‌شوند و با افزایش رقابت بین غلاف‌ها بر سر جذب مواد فتوسنتزی ظرفیت تولید غلاف پایین آمده و عملکرد دانه کم می‌شود. موحدی(۱۳۷۵) اعلام نمود که با افزایش تراکم در واحد سطح، تعداد روز

تا گلدهی و رسیدگی و تعداد غلاف در بوته، کاهش می‌یابد که نتایج این بررسی را تأیید می‌نماید. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم درتراکم بر میانگین تعداد غلاف بوته نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته در نخود رقم پیروز و در تراکم‌های ۲۰ و۳۰ بوته در مترمربع به ترتیب با متوسط ۳۰/۷ و ۲۵/۹ غلاف بدست آمد و کمترین میانگین در نخود ۳۱-۱۲-۶۰ درتراکم ۴۰ بوته در مترمربع و با متوسط تعداد ۱۳ غلاف در بوته بود(جدول ۵). تراکم بوته در واحد سطح تعداد شاخه‌های فرعی و غلاف‌های آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با افزایش تراکم و دور شدن از تراکم مطلوب، تعداد شاخه‌های فرعی و در نتیجه غلاف‌های گیاه کاهش می‌یابد. از طرف دیگر با کم شدن تراکم و دور شدن از تراکم مناسب نیز، گیاه قادر به جبران کاهش محصول حتی با افزایش تولید بیشتر شاخه‌های فرعی نمی‌باشد(کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۲). تغییر تراکم گیاهی با توجه به موضوع رقابت گیاهان برای تصاحب عوامل موثر در رشد و نمو می‌تواند موجب افزایش یا کاهش تأثیر شرایط نامساعد گردد، به طوری که در تراکم‌های پایین، معمولاً منابع بیشتری نسبت به تراکم‌های بالا در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و گیاه می‌تواند تعداد گل بارور و در نتیجه تعداد غلاف بیشتری تولید نماید. به علاوه وقوع تنش رطوبتی در تراکم‌های بالا در زمان گلدهی تشدید شده و بدین لحاظ می‌تواند موجب کاهش چشمگیر تعداد گل و در نتیجه تعداد غلاف در بوته گردد. این نتایج با یافته‌های وات و سینگ (Watt and Singh, 1992) و میرزایی حیدری و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت دارد.

متوسط وزن صد دانه در سال‌های اول، دوم و سوم به ترتیب برابر با ۲۳/۱، ۲۶/۶ و ۲۳ گرم بود(جدول۱). بیشتر بودن وزن صد دانه در سال دوم در مقایسه با دو سال دیگر را می‌توان به پایین بودن تعداد غلاف در بوته در سال دوم(۱۵/۶ عدد) در مقایسه با سال‌های اول(۲۳ عدد) و سوم(۲۱/۶ عدد) نسبت داد. به طوریکه با افزایش تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه کاهش می‌یابد. مطالعه روابط همبستگی بین صفات وزن صد دانه و تعداد غلاف در بوته این موضوع را تأیید می‌نماید. همان طور که جدول ۶ نشان می‌دهد بین وزن صد دانه و تعداد غلاف در بوته، همبستگی منفی و معنی‌دار($r = -0/520^{**}$)وجود داشت. وزن صد دانه یکی از اجزای عملکرد و نشان دهنده ریزی و درشتی، کیفیت و وزن مخصوص دانه می‌باشد. این صفت یک خصوصیت ژنتیکی تقریباً کمی است که می‌تواند تحت تأثیر محیط نیز واقع شود. بنابه نظر برخی محققین، وزن صد دانه، پایدارترین جزء عملکرد در تراکم‌های مختلف است. در این مطالعه بین رقم‌های نخود تیپ کابلی و دسی اختلاف بسیار معنی‌دار در وزن صد دانه مشاهده شد. بطوری که بیشترین وزن صد دانه مربوط به تیپ‌های کابلی ۳۱-۶۰-۱۲ و جم، به ترتیب با ۳۲/۳ و ۳۲/۱ گرم و کمترین وزن صد دانه مربوط به تیپ‌های دسی پیروز و کاکا به ترتیب با ۱۸/۹ و ۱۳/۷ گرم بود(جدول۲). وزن صد دانه یک خصوصیت رقم‌ای است و شدیداً تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است اما مقدار آن متأثر از شرایط دوره رسیدگی نیز می‌باشد. این شرایط ممکن است موجب تغییراتی بین ۲۰ تا ۳۰ درصد در وزن صد دانه شوند(کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۲). با توجه به عدم معنی‌دار بودن اثر تراکم بوته بر وزن صددانه، تراکم ۵۰ بوته در مترمربع با میانگین ۲۴/۴ گرم از وزن صد دانه بیشتری در مقایسه با سایر تراکم‌های کاشت برخوردار بود و تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته با میانگین ۲۴/۲ گرم، دارای کمترین وزن صد دانه بودند(جدول۳). در این مطالعه همبستگی مثبت ضعیف وغیر معنی‌دار بین وزن صد دانه و عملکرد دانه ($r = 0/056^{ns}$) مشاهده شد(جدول ۶). نتایج مربوط به اثر متقابل سال رقم بر روی وزن صد دانه نشان داد که بیشترین وزن صد دانه در سال دوم و در رقم‌های نخود ۳۱-۶۰-۱۲ و جم، به ترتیب با ۳۵/۳ و ۳۵/۱ گرم بدست آمد. کمترین وزن صد دانه نیز مربوط به نخود رقم کاکا در سال سوم با میانگین ۱۲/۹ گرم بود(جدول ارائه نشده است). نتایج اثر متقابل رقم درتراکم بر میانگین وزن صد دانه نشان داد، بیشترین وزن صد دانه در نخود ۳۱-۶۰-۱۲ با تراکم ۲۰ بوته در

مترمربع(با متوسط وزن ۳۲/۷ گرم) و کمترین وزن صد دانه در نخود کاکا با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع(با میانگین ۱۳/۵ گرم) بدست آمد(جدول۴). با این توصیف که در داخل هر رقم بین تراکم‌های کاشت اختلاف معنی‌داری از نظر وزن صد دانه مشاهده نشد.

مقایسه میانگین سال‌های اجرای تحقیق نشان داد که به دلیل بارندگی بیشتر و وجود شرایط رشد و نمو بهتر در سال اول، بیشترین عملکرد دانه با ۱۴۶۶ کیلوگرم در هکتار در این سال بدست آمد و کمترین عملکرد با ۹۱۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به سال دوم بود(جدول۱). در بین رقم‌های مورد مطالعه، نخود جم و پیروز به ترتیب با متوسط ۱۱۵۳ و ۱۱۴۱ کیلوگرم در هکتار، دارای بیشترین عملکرد دانه بودند ولی اختلاف معنی‌داری با دو رقم نخود ۳۱-۶۰-۱۲ (۱۱۳۰ کیلوگرم درهکتار) و کاکا (۱۰۰۷ کیلوگرم درهکتار) نشان ندادند(جدول۲). با توجه به نتایج بدست آمده در خصوص رقابت نخودهای تیپ دسی با تیپ کابلی و عدم معنی‌دار بودن آنها از نظر عملکرد و با توجه به بیشتر بودن وزن صد دانه نخودهای تیپ کابلی در مقایسه با تیپ‌های دسی، می‌توان چنین اظهار داشت که به علت برتری رقم‌های نخود تیپ دسی (پیروز و کاکا) از نظر تعداد غلاف در بوته (به ترتیب ۲۴/۷ و ۲۲ عدد) در مقایسه با نخودهای تیپ کابلی جم (۱۷/۲ عدد) و ۳۱-۶۰-۱۲(۱۶/۵ عدد)، توانسته‌اند علیرغم پایین بودن وزن صد دانه، کاهش عملکرد خود را از طریق افزایش تعداد غلاف در بوته جبران نمایند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین تراکم بوته در سه سال اجرای آزمایش نشان داد که اختلاف بین تراکم‌های مورد بررسی بر روی عملکرد دانه بسیار معنی‌دار بود. به عبارت دیگر تراکم بوته روی محصول تأثیر فراوانی داشت. با افزایش تراکم بوته، عملکرد تا حدی افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد. بیشترین میزان عملکرد دانه در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با میانگین ۱۱۵۸ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع با میانگین ۱۰۳۶ کیلوگرم در هکتار بدست آمد ولی اختلاف بین تراکم‌های ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع معنی‌دار نبود(جدول۳). با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان چنین اظهار داشت که مناسب‌ترین تراکم مورد مطالعه، ۳۰ بوته در مترمربع می‌باشد. علت افزایش عملکرد در اثر افزایش تراکم، به دلیل کاهش فاصله بین بوته‌ها و داشتن تراکم مطلوب در واحد سطح و استفاده بهینه از رطوبت، مواد غذایی و نور می‌باشد. به عبارتی در تراکم‌های زیاد به علت ایجاد رقابت در مصرف مواد غذایی و آب، بخصوص در سال‌های کم باران و در تراکم‌های کم به علت وجود مکان‌های خالی از پوشش گیاهی و انجام تبخیر و تعرق زیاد، از میزان محصول در واحد سطح کاسته می‌شود. در این خصوص ساکسنا و شلدراک (Saxena and Sheldrake, 1980) و سینگ (Singh, 1987) نیز نتایج مشابهی گزارش نمودند. مقایسه میانگین اثر متقابل سال در تراکم نشان داد که تراکم ۵۰ و ۴۰ بوته در مترمربع در سال اول، به ترتیب با میانگین ۱۵۲۸ و ۱۵۲۱ کیلوگرم در هکتار، دارای بیشترین عملکرد دانه بودند ولی اختلاف معنی‌داری با هم نشان ندادند. کمترین عملکر دانه در سال سوم با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع و با متوسط ۸۵۷ کیلوگرم درهکتار بدست آمد(جدول ارائه نشده است). در سال اول به دلیل بارندگی بیشتر و شرایط مطلوب رشد و نمو بوته‌ها، عملکرد دانه در تراکم‌های ۳۰ بوته در مترمربع(۱۴۴۱ کیلوگرم در هکتار) و۲۰ بوته در مترمربع(۱۳۷۶ کیلوگرم در هکتار) به مراتب از عملکرد دانه در تراکم‌های ۴۰ و ۵۰ بوته در سال‌های دوم(به ترتیب ۹۷۲ و ۸۸۰ کیلوگرم در هکتار) و سوم(به ترتیب ۹۸۲ و ۹۸۰ کیلوگرم در هکتار) بالاتر بود و این نشان می‌دهد که در تراکم‌های پایین، بوته‌های نخود در شرایط مطلوب رشدی و در سال‌های بدون تنش رطوبتی، از طریق افزایش تعداد غلاف در بوته(جدول ۲)، به افزایش عملکرد دانه، عکس العمل مثبت نشان می‌دهند. مقایسه میانگین اثر متقابل سال در رقم نشان داد که این اثر متقابل معنی‌دار نیست، یعنی سال‌ها بر روی عملکرد ارقام مورد بررسی تأثیری نداشتند، به عبارت دیگر ارقام پر محصول هم در سال‌های پرباران و

هم در سال‌های کم باران، پایداری عملکرد خود را حفظ کرده‌اند و به عبارتی از پایداری عملکرد برخوردار می‌باشند. بیشترین میزان عملکرد دانه به رقم پیروز با میانگین ۱۵۲۶ کیلوگرم در هکتار در سال اول مربوط بود(جدول ارائه نشده است). با توجه به اینکه در سال اول اجرای آزمایش، میزان و توزیع بارندگی مطلوب تر از سال‌های دوم و سوم بود، لذا می‌توان اظهار داشت که درسال‌های پر باران، رقم پیروز پتانسیل تولید محصول بالایی را دارد، به عبارت دیگر می‌توان توصیه نمود که این رقم در نقاط پرباران نیز کشت گردد.

مهمترین نتیجه در این بررسی اثر متقابل رقم درتراکم بوته می‌باشد. نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب نشان داد که این اثر متقابل معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در تراکم بوته بر عملکرد دانه نشان داد، نخود رقم پیروز و ۳۱-۱۲-۶۰ با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع و با متوسط ۱۲۱۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند. برای رقم جم بیشترین میزان عملکرد دانه به تراکم ۵۰ بوته ۱۱۹۲ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان عملکرد به تراکم ۲۰ بوته در مترمربع(۱۱۰۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط بود ولی بین تراکم‌های مورد مطالعه اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده نگردید(جدول۴). لذا می‌توان تراکم ۲۰ بوته در مترمربع را برای این رقم توصیه نمود. در مورد ارقام ۳۱-۱۲-۶۰ ، پیروز و کاکا، بالاترین میزان عملکرد دانه به تراکم ۴۰ بوته در مترمربع و کمترین میزان عملکرد به تراکم ۲۰ بوته در مترمربع تعلق داشت ولی اختلاف معنی‌داری بین تراکم‌های ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع در سه رقم فوق مشاهده نشد. بنابر این می‌توان چنین استنباط نمود که برای سه رقم اخیر نیر مناسب‌ترین تراکم بوته در واحد سطح، تراکم ۳۰ بوته در مترمربع میباشد(جدول۴). نتایج این بررسی با یافته‌های اصغری(۱۳۸۲) و خالد احمدی و کانونی(۱۳۷۳) مطابقت داشته و آن را تأیید می‌نماید.

توصیه ترویجی

با در نظر گرفتن عوامل اقتصادی در تولید محصول(جلوگیری از مصرف بذر بیشتر، به طوری که با کمترین میزان بذر در موقع کاشت، بیشترین میزان عملکرد در واحد سطح حاصل آید) مشاهده می‌شود که در نخود رقم جم هر چند بیشترین عملکرد دانه با تراکم ۵۰ بوته در مترمربع(۱۱۹۲ کیلوگرم در هکتار) به دست آمده است، ولی بین تراکم‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد دانه مشاهده نمی‌شود و در این رقم کمترین عملکرد مربوط به تراکم ۲۰ بوته در مترمربع(۱۱۰۷ کیلوگرم در هکتار) بود که اختلاف عملکردی در حدود ۸۵ کیلوگرم در هکتار را نشان می‌دهد و اگر میزان مصرف بذر به هنگام کاشت در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع (۶۴/۲ کیلوگرم در هکتار) و ۵۰ بوته در مترمربع(۱۶۰/۵ کیلوگرم در هکتار) را در نظر بگیریم، ملاحظه می‌شود که افزایش مصرف بذری در حدود ۹۶ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع به هنگام کاشت وجود دارد. این واقعیت نشان می‌دهد که علیرغم تولید بذر بیشتر در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع، هیچ اختلاف واقعی در تولید عملکرد دانه این دو تراکم وجود ندارد. بنابراین بهترین و اقتصادی‌ترین تراکم بوته در نخود رقم جم، ۲۰ بوته در مترمربع می‌باشد. در نخود لاین ۳۱-۶۰-۱۲ ، پیروز و کاکا، بین تراکم‌های ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع نیز اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه محصول وجود نداشت و به همان دلایل ذکر شده در مورد نخود رقم جم، مناسب‌ترین تراکم بوته در مورد این سه رقم، تراکم ۳۰ بوته در مترمربع می‌باشد. بنابر این با توجه به وزن صد دانه ارقام نخود جم، ۳۱-۱۲-۶۰، پیروز و کاکا می‌توان به ترتیب میزان بذر ۶۴/۲، ۹۶/۹، ۵۷/۷ و ۴۱/۱ کیلوگرم در هکتار را برای آنها توصیه نمود. قابل ذکر است که در تراکم‌های پیشنهادی برای ارقام فوق به ترتیب متوسط ۱۱۰۷، ۱۱۵۶، ۱۱۱۷ و ۱۰۰۲ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه بدست آمده است.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سال‌های اجرای پروژه

Table 2.Mean comparison of measured traits in different years

سال زراعی Crop season	تعداد روز تا گلدهی Days to Flowering	تعداد روز تا رسیدگی Days to Maturity	ارتفاع بوته (سانتیمتر) Plant Height (cm)	تعداد غلاف در بوته Pod per Plant	وزن صد دانه (گرم) 100SW (gr)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain Yield ($t.ha^{-1}$)
1373-74	64.4_{b*}	102.4_{c}	30.4_{a}	23_{a}	23.1_{b}	1.466_{a}
1374-75	58.2_{a}	93.2_{a}	23_{b}	15.6_{b}	26.6_{a}	0.912_{b}
1375-76	58.5_{a}	95.5_{b}	23.5_{b}	21.6_{a}	23_{b}	0.944_{b}
DMRT 5%	0.456	0.334	0.573	1.596	0.373	0.117

*= در هر ستون میانگینها با حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌دار ندارند.

* = Means in each column followed by similar letter(s) have not significant difference at 5% probability level, using Duncan's Multiple Rang Test

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ارقام نخود دیم

Table 3.Mean comparison of measured traits in chickpea varieties

رقم Variety	تعداد روز تا گلدهی Days to Flowering	تعداد روز تا رسیدگی Days to Maturity	ارتفاع بوته (سانتیمتر) Plant Height (cm)	تعداد غلاف در بوته Pod per Plant	وزن صد دانه (گرم) 100SW (gr)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain Yield ($t.ha^{-1}$)
Jam	62.1_{b*}	98.3_{b}	27.3_{a}	17.2_{b}	32.1_{a}	1.153_{a}
12-60-31	62.2_{b}	98.2_{b}	27_{a}	16.5_{b}	32.3_{a}	1.130_{a}
Pirouz	58.4_{a}	95.4_{a}	21.8_{b}	24.7_{a}	18.9_{b}	1.141_{a}
Kaka	58.8_{a}	96.1_{ab}	26.5_{a}	22_{a}	13.7_{c}	1.007_{a}
DMRT 5%	2.3	2.232	3.171	4.745	1.517	0.184

*= در هر ستون میانگینها با حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌دار ندارند.

* = Means in each column followed by similar letter(s) have not significant difference at 5% probability level, using Duncan's Multiple Rang Test

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در تراکم‌های مختلف کاشت

Table 4.Mean comparison of measured traits in different planting densities

تراکم Density	تعداد روز تا گلدهی Days to Flowering	تعداد روز تا رسیدگی Days to Maturity	ارتفاع بوته (سانتیمتر) Plant Height (cm)	تعداد غلاف در بوته Pod per Plant	وزن صد دانه (گرم) 100SW (gr)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain Yield (t ha-1)
20	60.8_{b*}	98_{d}	25.4_{a}	24.1_{a}	24.3_{a}	1.036_{c}
30	60.5_{ab}	97.1_{c}	25.8_{a}	21.6_{a}	24.2_{a}	1.107_{b}
40	60.4_{ab}	96.7_{b}	25.6_{a}	17.9_{b}	24.2_{a}	1.158_{a}
50	59.9_{a}	96.3_{a}	25.7_{a}	16.7_{b}	24.4_{a}	1.129_{ab}
DMRT 5%	0.798	0.239	0.859	3.537	0.373	0.044

*= در هر ستون میانگینها با حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌دار ندارند.

* = Means in each column followed by similar letter(s) have not significant difference at 5% probability level, using Duncan's Multiple Rang Test

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی برای اثرات متقابل رقم در تراکم کاشت

Table 5.Mean comparison of measured traits for interaction effects of variety in planting density

رقم Variety	تراکم Density	تعداد روز تا گلدهی Days to Flowering	تعداد روز تا رسیدگی Days to Maturity	ارتفاع بوته (سانتیمتر) Plant Height (cm)	تعداد غلاف در بوته Pod per Plant	وزن صد دانه (گرم) 100SW (gr)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain Yield (t ha-1)
جم Jam	20	62.4_{gh*}	99.2_{g}	27.8_{a}	22.8_{bc}	32_{a}	1.107_{bc}
	30	62.2_{fg}	98.3_{f}	27.7_{a}	17.3_{cde}	32_{a}	1.152_{ab}
	40	62.2_{fg}	98.3_{f}	26.8_{a}	15.3_{de}	32.1_{a}	1.159_{ab}
	50	61.6_{d}	97.3_{e}	26.9_{a}	13.3_{e}	32.1_{a}	1.192_{ab}
12-60-31	20	62.8_{h}	99.2_{g}	27.1_{a}	19.7_{bcd}	32.7_{a}	1.008_{de}
	30	62.2_{fg}	98.3_{f}	27.8_{a}	20.1_{bcd}	31.8_{a}	1.156_{ab}
	40	62_{ef}	97.8_{ef}	25.9_{a}	13_{e}	32.1_{a}	1.214_{a}
	50	61.2_{de}	97.7_{ef}	27.3_{a}	13.1_{e}	32.5_{a}	1.144_{abc}
پیروز Pirouz	20	58.8_{bc}	96.2_{d}	20.8_{c}	30.7_{a}	19_{b}	1.098_{bcd}
	30	58.4_{b}	95.6_{bcd}	21.3_{bc}	25.9_{ab}	19.2_{b}	1.117_{abc}
	40	58.4_{b}	95.2_{ab}	22.6_{b}	22.4_{bc}	18.6_{b}	1.214_{a}
	50	58_{a}	94.7_{a}	22.4_{bc}	19.8_{bcd}	19_{b}	1.134_{abc}
کاکا Kaka	20	59.1_{c}	97.3_{e}	26_{a}	23.2_{bc}	13.5_{c}	0.932_{e}
	30	59_{c}	96.1_{cd}	26.6_{a}	23.2_{bc}	13.7_{c}	1.002_{de}
	40	58.8_{bc}	95.7_{bcd}	27.2_{a}	21_{bcd}	13.9_{c}	1.048_{cd}
	50	58.4_{b}	95.4_{bc}	26.3_{a}	20.4_{bcd}	13.8_{c}	1.046_{cd}
	DMRT 5%	0.392	0.700	1.641	6.03	0.746	0.089

*= در هر ستون میانگینها با حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌دار ندارند.

* = Means in each column followed by similar letter(s) have not significant difference at 5% probability level, using Duncan's Multiple Rang Test

منابع مورد استفاده

- احمدی ،ک.، عبادزاده، ح.ر.، عبدشاه، ه .، کاظمیان، آ.، و رفیعی، م. ۱۳۹۷. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، جلد اول: محصولات زراعی. تهران. وزارت جهادکشاورزی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی, مرکزفناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۱۴صفحه.

- اصغری، ج. ۱۳۸۲. گزارش نهایی " بررسی اثرات فاصله خطوط کشت و تراکم بذر بر روی عملکرد نخود رقم ILC 482 در شرایط دیم. موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور. شماره ۱۳۱/۸۲.

- براری،م. ۱۳۷۵. اثر فاصله بین بوته‌ها و ردیف روی عملکرد و اجزاء عملکرد نخود سفید. پایان نامه کارشناسی ارشد . دانشگاه تربیت مدرس. ۸۹ صفحه.

- بنائی، ت. ۱۳۶۸. منشأ و مورفولوژی نخود(ترجمه). موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۱۹ صفحه.

- خالد احمدی، م.و ه. کانونی. ۱۳۷۳. بررسی اثرات تراکم بذر بر روی عملکرد دانه ارقام نخود سفید و سیاه در کردستان. مجله نهال و بذر. ۱۰(۱و۲): ۳۲-۳۹.

- رحیمزاده خوئی، ف. و ح. کاظمی. ۱۳۶۲. شناخت نخود. انتشارات دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

- قاسمی گلعذانی، ک.، س. محمدی، ف. رحیمزاده خوئی و م. مقدم. ۱۳۷۶. روابط کمی بین تراکم بوته و عملکرد دانه سه رقم نخود در تاریخ‌های کشت مختلف. مجله دانش کشاورزی. ۱۰(۱و۲): ۵۹-۷۵.

-کانونی، ه.، خ. احمدی، و ن. اکبری. ۱۳۷۹. مطالعه پایداری عملکرد تحت شرایط کلیمایی کردستان. خلاصه مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه مازندران. ۴۳۳ صفحه.

-کوچکی، ع. و م. بنایان اول. ۱۳۷۲. زراعت حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. شماره ۸۰.

-کوچکی، ع. و م. بنایان اول. ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی(ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

- مجنون حسینی، ن. ۱۳۷۳. زراعت حبوبات در ایران. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۷۵ صفحه.

- موحدی، م. ۱۳۷۵. بررسی روند رشد و عملکرد دو رقم نخود در تراکم‌های مختلف تحت شرایط آبی و تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. ۹۹ صفحه.

- میرزائی حیدری، م.، ع. ملکی، ا. طهماسبی و ش. فاضل. ۱۳۹۰. تأثیر تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود دیم تحت شرایط کاشت بهاره و پاییزه در منطقه ایلام. مجله پژوهش در علوم زراعی. ۳(۱۲): ۴۱-۵۶.

- Anonymous. 1990. Food legume improvement program. India. ICARDA.

- Ayaz, S., D.L. Mc Neil, B.A. Mc kenzie, and G.D.Hill. 1999. Effect of plant population and sowing depth on yield components of grain legumes. Proc. Agron. Soc. 29: 9-15.

- Bahl, P. N. 1988. Chickpea. Pp.95-131.In: B. Baldev, S. Ramanujam, H. K. Jain(eds.), Pulse. Oxford and IBH.

- Beech , D.F., and G.Y. Leach. 1989. Effect of plant density and row spacing on the yield of chickpea grown on the darling downs. Journal of Agriculture. 29:241-246

- Choudhary, P., S.M. Khanna., P.K. Jain., C. Bharadwaj., J. Kumar., P.C. Lakhera., and R. Srinivasan. 2012. Genetic structure and diversity analysis of the primary gene pool of chickpea using SSR markers. Genetic and Molecular Research 11: 891-905.

- FAOSTAT., 2017. Crops. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/Accessed 28 September, 2018.

-Khana- Chopra, R. and S. K. Sinla. 1988. Physiology aspects of growth and yield in the chickpea. Pp.163-169. In: M. C. Saxena and K. B. Singh(eds.), Chickpea. CAB International, Oxon, U.K.

-Malhotra, R.S. 1998. Breeding chickpea for cold tolerance . 3rd European Conference on Grain Legumes, pp.152.
- Malhotra, R.S., and M.C. Saxena. 2002. Strategies for overcoming drought stress in chickpea. Caravan 17.
-Saini, S. and A. Faroda. 1997. Effect of sowing time, its pattern and seed rate on growth and yield of "H 86-143" chickpea(Cicer arietinum). Indian Journal of Agronomy. 42(4): 645-649.
- Saxena, N.P., and A.R. Sheldrake. 1980. Physiologh of growth, development and yield of chickpea in India. In: Proc. Int. Workshop Chickpea Improvement. Pp: 106-120.ICRISAT, Heydarabad India.
- Saxena, K. B., and E. Singh. 1984. Ascochyta blight and winter sowing of chickpea. The Hague Publication.17-34.
- Saxena, M. C., and K.B. Singh. 1997. The Chickpea. Jihad of Mashhad university. PP.444. (In Persian)
- Saxena, M.C., K. K. Subramniyam and D. S. Yadav. 1976. Chemical and Mechanical control of weeds in gram. Pantnagar. Journal of Research. 1: 112-116.
-Siddique, K. H. M., R. H. Sedgley, and C. Marshall. 1985. The effect of plant density on growth and harvest index of branches in chickpea. Field Crope Res.90: 193-203.
- Singh, K.B. 1987. Chickpea breeding. Pages: 127-162. In: M.C. Saxena and K.B. singh(eds.), The Chickpea. CAB International. UK.
- Singh, K.B. 1997.Chickpea (Cicer arietinum L.).Field Crops Research. 53 :161-170.
- Singh, K.B, and M.C. Saxena. 1999. Chickpea (The Tropical Agriculturalist). Macmillan Education LTD, London and Bisingtone.
-Singh, A., R. Parsad, and R. K. Sharma. 1988. Effects of plant type and population density on growth and yield of chickpea. Journal of Agriculture Science. Camb. 110:1-3.
- Tuba Bicer, B., A. Narin Kalender, and D.A. Akbar. 2004. The effect of irrigation on spring - sowing chickpea. Journal of agronomy Asian network for scientific Information. 3: 154-158.
- Ullah, A., J. Bakht., M. Shafi, and W.A. Islam. 2002. Effect of various irrigations levels on different chickpea varieties. Asian Journal of Plant Sci: 355-357.
- Watt, J., and K.B. Singh. 1992. Research of late sowing lentil(Lens culinaris) to seed rate,row spacing and phosphorus levels. Indian Journal of Agronomy. 37 :592-593