



دانشگاه گیلان، دانشکده کشاورزی

مجله پژوهش‌های تولید گیاهی  
جلد هجدهم، شماره اول، ۱۳۹۰  
www.gau.ac.ir/journals

## تأثیر سطوح مختلف تراکم بر سرعت و روند پر شدن دانه، عملکرد و اجزاء عملکرد در ارقام لوبیا چیتی

سیمین پرویزی<sup>۱</sup>، رضا امیرنیا<sup>۲</sup>، ایرج برنوسی<sup>۲</sup>، بهمن پاسبان‌اسلام<sup>۲</sup>،  
عبدالله حسن‌زاده‌قورت‌تپه<sup>۳</sup> و یعقوب راعی<sup>۲</sup>\*

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه ارومیه، <sup>۲</sup> استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه ارومیه،  
<sup>۳</sup> استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، <sup>۴</sup> استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه تبریز  
تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۶

### چکیده

به منظور بررسی اثرات رقم و تراکم بوته بر سرعت و روند پر شدن دانه، عملکرد و اجزاء عملکرد لوبیا چیتی یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۸۶ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی (تبریز) به اجرا درآمد. سه رقم خمین، G-14088 و ۱۱۸۱۶ (امیدبخش) در چهار تراکم ۱۴، ۲۰، ۳۰ و ۶۰ بوته در مترمربع در مزرعه کشت شدند. در این بررسی با استفاده از یک مدل خطی دو تکه‌ای، پارامترهای مربوط به پر شدن دانه ارزیابی گردید. چهار پارامتر سرعت پر شدن دانه، زمان رسیدگی وزنی، حداکثر وزن دانه و دوره مؤثر پر شدن دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل رقم و تراکم قرار گرفتند، به طوری که بیش‌ترین مقادیر این چهار پارامتر از رقم خمین در کم‌ترین تراکم (۱۴ بوته در مترمربع) به دست آمد. این پارامترها در ارقام خمین و G-14088 با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، کاهش معنی‌داری یافتند. بین ارقام لوبیا و نیز بین تراکم‌های مختلف از نظر همه صفات مربوط به عملکرد و اجزاء عملکرد اختلاف معنی‌داری وجود داشت اما اثر متقابل رقم و تراکم فقط در مورد صفات تعداد روز تا رسیدگی، تعداد نیام در بوته، وزن صدانه، عملکرد دانه در هکتار و درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود، به طوری که همه این صفات (به جز عملکرد دانه) با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، کاهش یافتند اما زیاده تراکم و افزایش تعداد

\* مسئول مکاتبه: a.g.hassanzadeh@gmail.com

غلاف در مترمربع، همه آن‌ها را جبران نموده و در نهایت عملکرد دانه در هکتار که مهم‌ترین و تعیین‌کننده‌ترین پارامتر محسوب می‌شود با افزایش تراکم افزایش یافت و بیش‌ترین عملکرد دانه نیز از رقم خمین در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع به دست آمد. رقم خمین به دلیل برخورداری از بیش‌ترین سرعت پر شدن دانه، دوره مؤثر پر شدن دانه، حداکثر وزن دانه، تعداد دانه در بوته، وزن صدانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه، مناسب‌ترین رقم در منطقه و تراکم ۳۰ بوته در مترمربع به‌عنوان تراکم مطلوب شناخته شد.

**واژه‌های کلیدی:** لوبیا، رقم، تراکم، سرعت و طول پر شدن دانه

#### مقدمه

لوبیا (*Phaseolus spp. L.*) از قدیمی‌ترین محصولات دنیای جدید می‌باشند که حدود نصف لگوم‌های دانه‌ای مصرف شده در سرتاسر جهان را تشکیل می‌دهند (برآگتون و همکاران، ۲۰۰۳؛ مک‌کلین و همکاران، ۲۰۰۴). طبق آمار موجود، سطح زیرکشت حبوبات در ایران ۱۱۸۵۰۰۰ هکتار و تولید آن‌ها ۶۹۵۰۰۰ تن است. در بین حبوبات در کشور، لوبیا با میانگین عملکرد ۱۶۰۹ کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر حبوبات دارای بالاترین متوسط عملکرد می‌باشد. در ایران این گیاه در سطحی حدود ۱۱۵ هزار هکتار کشت می‌گردد و لوبیای استحصالی از آن ۱۸۵ هزار تن می‌باشد. سطح زیر کشت لوبیا در استان آذربایجان شرقی، ۷۹۱۷ هکتار با متوسط عملکرد آبی ۱۰۸۹ کیلوگرم در هکتار است. در این استان، لوبیا چیتی در سطحی حدود ۳۸۱۱ هکتار با تولید ۶۵۴۳ تن کشت می‌شود که بیش‌ترین سطح زیر کشت از شهرستان‌های سراب و اهر گزارش شده است (افکاری، ۲۰۰۳). تراکم بوته یکی از فاکتورهای زراعی بسیار مؤثر در تعیین عملکرد بوده و در شرایط آب و هوایی مختلف برای یک رقم ثابت نمی‌باشد. تراکم مطلوب، تراکمی است که در نتیجه آن رقابت‌های بین و درون بوته‌ای حداقل گشته و ترکیب متناسبی از عوامل محیطی، برای به‌دست آوردن حداکثر عملکرد ممکن با کیفیت مطلوب، تأمین گردد و در عین حال فضای کافی برای انجام عملیات داشت وجود داشته باشد (خواججه‌پور، ۱۹۹۶). تراکم بوته اثرات زیادی روی عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین پارامترهای مربوط به پر شدن دانه داشته و پژوهش‌های بسیار زیادی در این زمینه صورت پذیرفته است از جمله در آزمایشی معلوم شد که بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته در تراکم گیاهی پایین‌تر (۲۸ غلاف در بوته)

به دست می آید برعکس، تراکم بالا باعث تعداد کم تر غلاف در بوته می گردد (بیس واس و همکاران، ۲۰۰۲). جتنر و همکاران (۱۹۹۹) نیز دریافتند که تعداد غلاف در بوته در تراکم های بالای گیاهی کاهش می یابد. وبر و همکاران (۱۹۶۶) و همچنین هیث و ویلی (۱۹۶۹) طی پژوهش های انجام یافته خود مبنی بر تأثیر تراکم روی اجزاء عملکرد در گیاهان ملاحظه کردند که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، تعداد دانه در بوته کاهش می یابد. وزن صد دانه با افزایش تراکم بوته لوبیا در واحد سطح کاهش می یابد به طوری که محمودی و همکاران (۲۰۰۵) در لوبیا ملاحظه کردند که بیشترین وزن صد دانه (۴۱/۱۳ گرم) در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع و کمترین آن (۳۷/۵۹ گرم) متعلق به تراکم ۵۰ بوته در مترمربع می باشد. مجنون حسینی و همکاران (۲۰۰۳) در آزمایشی از افزایش معنی دار شاخص برداشت در تراکم های پایین بوته نسبت به تراکم های بالا خبر دادند. علت کاهش شاخص برداشت با افزایش تراکم می تواند افزایش عملکرد بیولوژیک باشد. محمودی و همکاران (۲۰۰۵) اعلام کردند که با افزایش تراکم گیاه لوبیا از ۳۰ به ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع، عملکرد دانه از ۲۳۲۸ به ۲۷۸۵ و ۳۰۸۸ کیلوگرم در هکتار افزایش می یابد. در آزمایشی که توسط لیو و همکاران (۲۰۰۳) ویژگی های مورفولوژیکی نخود در چهار تراکم گیاهی مورد مطالعه قرار گرفت، افزایش تراکم گیاهی از ۲۰ به ۵۰ بوته در مترمربع باعث افزایش عملکرد در هر سه رقم نخود به مقادیر متفاوت گردید. بادشاه و همکاران (۲۰۰۳) در آزمایشی بر روی نخود بیان کردند که مقدار پروتئین بذر رابطه منفی با تراکم کاشت داشته است یعنی هرچه تراکم بوته بالا می رود، درصد پروتئین دانه کم تر می شود. خان و همکاران (۲۰۰۳) در سویا نشان دادند که تراکم پایین بوته حداکثر روز تا رسیدگی را باعث شده است. به طوری که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح تعداد روز تا گلدهی کاهش یافت و رسیدگی در تراکم های بالا زودتر از تراکم های پایین اتفاق افتاد، که این امر را می توان به تسریع در نمو و آغاز زود هنگام مرحله رشد زایشی گیاه در اثر افزایش رقابت نسبت داد (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۹۹۵). سرعت و دوام پر شدن دانه نیز از صفات مهم مؤثر بر عملکرد هستند. در گیاهان زراعی، پر شدن دانه از مرحله باروری تا دانه رسیده را می توان به سه مرحله تقسیم نمود: در مرحله اول، وزن خشک دانه به آرامی و در طی یک مرحله تأخیری افزایش می یابد. متعاقب آن مرحله دوم، مرحله خطی پر شدن دانه ظاهر می شود، که افزایش نزدیک به ۹۰ درصد از وزن خشک دانه در طی این مرحله صورت می گیرد. این مرحله را دوره مؤثر پر شدن دانه نیز می گویند. در مرحله سوم، که دوره رسیدگی نامیده می شود، ماده خشک دانه افزایش قابل ملاحظه ای پیدا نمی کند و در پایان این مرحله

ارتباط گیاه مادر با دانه قطع می‌گردد (کافی و همکاران، ۲۰۰۱؛ بیب و همکاران، ۲۰۰۱؛ داروچ و بکر، ۱۹۹۰). نمو بذری که برای عملکرد اقتصادی در یک محصول دانه‌ای برداشت می‌شود دو جزء دارد: یک جزء سرعت پر شدن بذر و دیگری دوره پر شدن بذر. سرعت پر شدن بذر، بیانگر تجمع ماده خشک در زمان و طی مرحله خطی نمو بذر است و تجمع ماده خشک طی مراحل تأخیری را در آغاز و پایان نمو بذر نشان نمی‌دهد (کافی و همکاران، ۲۰۰۱). سرعت پر شدن بذر معمولاً با رگرسیون خطی از مقادیر وزن خشک بذر که در زمان‌های مختلف طی نمو بذر به‌دست آمده‌اند و پس از حذف داده‌های غیرخطی که معرف مراحل تأخیری می‌باشند، برآورد می‌شود (کافی و همکاران، ۲۰۰۱). تعیین دوره نمو بذر بسیار دشوار است. زیرا برآورد دقیق زمان آغاز و توقف تجمع ماده خشک در بذر دشوار است. می‌توان از شکستگی برای برآورد آغاز نمو بذر و از رسیدگی فیزیولوژیک برای پایان نمو آن استفاده نمود (کافی و همکاران، ۲۰۰۱). دوره مؤثر پر شدن، نیز اکثراً به‌عنوان ارزیابی نسبی طول دوره پر شدن بذر استفاده می‌شود. دوره مؤثر پر شدن نخستین بار توسط دینارد، دانکن و تانر تعریف شد (۱۹۷۱) که بر مبنای یک جامعه بوده و به‌صورت عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) تقسیم بر سرعت کل تجمع ماده خشک در بذر (کیلوگرم در هکتار در روز) طی مرحله خطی نمو بذر به‌دست می‌آید. همچنین دوره مؤثر پر شدن را می‌توان برای تک بذر با تقسیم وزن بذر رسیده به سرعت پر شدن بذر محاسبه نمود (دینارد و همکاران، ۱۹۷۱؛ براگتون و همکاران، ۲۰۰۳). آریان‌نیا و همکاران (۱۹۹۵) در بررسی اثرات تراکم بر وزن دانه و سرعت پر شدن دانه چنین بیان کردند که وزن نهایی دانه (حداکثر وزن دانه) و سرعت پر شدن دانه با افزایش تراکم، کاهش معنی‌داری از خود نشان دادند. مهقانی (۲۰۰۳) طی پژوهشی اعلام کرد که افزایش تراکم بوته در واحد سطح باعث کاهش سرعت پر شدن دانه، دوره مؤثر پر شدن دانه، حداکثر وزن دانه و زمان رسیدگی فیزیولوژیک در دو رقم سویا با رشد نامحدود و باعث افزایش سرعت پر شدن دانه و کاهش صفات یاد شده در یک رقم سویا با رشد نامحدود گردید. از اهداف این آزمایش بررسی اثرات تراکم‌های مختلف بوته بر سرعت و دوام پر شدن دانه، تعیین اثرات سرعت و دوام پر شدن دانه بر وزن دانه در تراکم‌های مختلف، مقایسه روند پر شدن دانه ارقام مختلف در تراکم‌های مختلف، بررسی اثرات تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد، معرفی صفات مهم و مؤثر بر عملکرد برای به‌کارگیری در برنامه‌های به‌نژادی و به‌زرایی و شناسایی و تعیین بهترین و مناسب‌ترین تراکم کاشت برای ارقام مختلف در منطقه، جهت صرفه‌جویی اقتصادی برای زارعان می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۶ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی واقع در ۲ کیلومتری پلیس راه تبریز- آذرشهر انجام گرفت. عرض جغرافیایی این منطقه ۳۷ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳ دقیقه شرقی بوده و ارتفاع از سطح دریا نیز ۱۴۰۰ متر می‌باشد. اقلیم این منطقه از نوع استپی و نیمه‌خشک و میانگین دما و بارندگی طی دوره ۳۰ ساله به ترتیب ۱۷/۹ درجه سانتی‌گراد و ۳۱۳ میلی‌متر می‌باشد. طبق آزمایش انجام یافته روی خاک نمونه‌برداری شده از مزرعه، بافت خاک مزرعه از نوع لوم-رسی و میزان مواد آلی به‌طور متوسط ۰/۸۶ درصد، با اسیدیته ۷/۸ (قلیایی) به‌دست آمد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. در این طرح ۳ رقم لوییا چیتی به نام‌های خمین، G-14088 و ۱۱۸۱۶ (امیدبخش) در تراکم‌های ۱۴، ۲۰، ۳۰ و ۶۰ بوته در مترمربع کاشته شدند. در فصل بهار مراحل آماده‌سازی زمین که در سال قبل به آیش گذاشته شده بود، انجام گرفت و بذور ارقام مورد مطالعه که از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شده بود در واحدهای آزمایشی به ابعاد ۲×۴ متر در تاریخ دهم اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۶ کشت گردید. در هر واحد آزمایشی ۵ ردیف به فاصله ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و فاصله واحدهای آزمایشی در هر بلوک یک متر و فاصله بین دو بلوک ۲ متر بود. در مرحله V<sub>۲</sub> (تشکیل اولین گره در بالای گره اولیه برگ‌گی، دارای دو گره در ساقه اصلی) جهت دستیابی به تراکم‌های ۱۴، ۲۰، ۳۰ و ۶۰ بوته در هر مترمربع، بوته‌های اضافی تنک شدند. در طول مرحله داشت از سموم ضدآفات و بیماری‌ها و همچنین کودهای مناسب استفاده گردید. بعد از کاشت، کلیه کرت‌ها برای جوانه‌زنی یکنواخت، یک‌بار آبیاری شدند. آبیاری‌های بعدی به فواصل ۱۰ روز یکبار انجام شد. همچنین برای اطمینان از تأمین مقدار کافی نیتروژن خاک، مقداری کود اوره به‌عنوان کود سرک در مرحله R<sub>۲</sub> (طول نیام‌ها حدود ۱/۲۵ سانتی‌متر در اولین محل شکوفه) به زمین داده شد و در طول دوره رشد، جهت مبارزه با علف‌های هرز، چندین بار وجین دستی انجام گرفت. به‌منظور ارزیابی روند افزایش وزن خشک دانه در طول دوره پر شدن آن، پس از پایان گلدهی و تشکیل دانه‌ها نمونه‌برداری در ۹ نوبت و به فاصله زمانی ۶ روز یکبار صورت گرفت. در هر نوبت نمونه‌برداری پس از حذف حاشیه، از هر واحد آزمایشی ۳ بوته به‌صورت تصادفی برداشت شده و پس از انتقال به آزمایشگاه، ابتدا نیام‌ها از بوته‌ها و سپس دانه‌ها از نیام‌ها جدا گشته و وزن تر آن‌ها تعیین و تعداد آن‌ها شمارش گردید. دانه‌های خرد شده به‌مدت ۲ ساعت در دمای ۱±۱۳۰ درجه سانتی‌گراد در

آون قرار گرفتند، دانه‌های خشک شده توزین و و میانگین وزن خشک دانه برای هر تیمار در هر تکرار به دست آمد. به منظور برآورد، تجزیه و تحلیل و تفسیر پارامترهای مربوط به پر شدن دانه از یک مدل رگرسیون خطی (دوتکه‌ای) استفاده شد. این مدل را می‌توان به صورت این رابطه نوشت:

$$GW = \begin{cases} a + bt & t < t_{\max} \\ a + bt_{\max} & t \geq t_{\max} \end{cases} \quad (1)$$

که در آن،  $GW$ : وزن دانه،  $a$ : عرض از مبدأ خط،  $b$ : سرعت پر شدن دانه،  $t$ : درجه روزهای رشد پس از تشکیل نیام و  $t_{\max}$ : نیز زمان رسیدگی وزنی است. این مدل، تغییرات وزن دانه نسبت به زمان را به دو مرحله تفکیک می‌کند: در مرحله اول که در حقیقت مرحله خطی پر شدن دانه است، وزن دانه تا رسیدن به حداکثر مقدار خود در زمان  $t_{\max}$  که در حقیقت زمان رسیدگی وزنی است به صورت خطی افزایش پیدا می‌کند. شیب خط رگرسیون در این مرحله ( $t < t_{\max}$ ) سرعت پر شدن دانه را نشان می‌دهد. با برازش این مدل بر همه داده‌ها، ابتدا دو پارامتر مهم پر شدن دانه یعنی سرعت پر شدن دانه و زمان رسیدگی وزنی به دست آمد. سپس مقدار عددی  $t_{\max}$  در قسمت دوم معادله ۱ قرار داده شده و حداکثر وزن دانه محاسبه گردید. برای تعیین دوره مؤثر پر شدن دانه از این رابطه استفاده شد:

$$EFP = \frac{MGW}{GFR} \quad (2)$$

در این رابطه،  $EFP$ : دوره مؤثر پر شدن دانه،  $MGW$ : حداکثر وزن دانه و  $GFR$ : سرعت پر شدن دانه می‌باشد.

پس از محاسبه پارامترهای مربوط به پر شدن دانه با استفاده از رویه  $DUD$  و دستور  $Proc NLIN$  نرم‌افزار  $SAS$ ، داده‌های به دست آمده مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند تا اثرات رقم و تراکم بر این پارامترها مشخص گردد. تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه براساس آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت و از روش توکی برای مقایسه میانگین داده‌ها در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید. همه محاسبات آماری، شامل تجزیه واریانس داده‌ها، مقایسه میانگین‌ها و تجزیه غیرخطی با استفاده از نرم‌افزارهای آماری  $MSTATC$  و  $SAS$  صورت گرفت و برای رسم نمودارها و منحنی‌های رگرسیونی از نرم‌افزار  $EXCEL$  استفاده شد.

## نتایج و بحث

برازش مدل ۱ بر داده‌های مربوط به تغییرات وزن خشک دانه لوبیا در مراحل مختلف نمو نشان داد که الگوی رشد و نمو بذر در همه تراکم‌ها مشابه است. ابتدا وزن دانه ارقام در تراکم‌های مختلف به صورت خطی افزایش یافت تا به حداکثر خود رسید (رسیدگی وزنی). پس از این مرحله، وزن دانه تغییری نداشته و به صورت یک خط افقی در آمد (شکل ۱). تجزیه واریانس پارامترهای محاسبه شده نشان داد که اثر ترکیب تیماری ارقام در تراکم‌های مختلف بر صفات سرعت پر شدن دانه، حداکثر وزن دانه، دوره مؤثر پر شدن دانه و زمان رسیدگی وزنی معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین ترکیب‌های تیماری ارقام در تراکم‌های مختلف نشان داد که ارقام در تراکم‌های مختلف، سرعت پر شدن دانه متفاوتی دارند (جدول ۲)، به طوری که بیش‌ترین سرعت پر شدن دانه از رقم خمین در تراکم ۱۴ بوته در مترمربع (پایین‌ترین تراکم) با مقدار ۶/۶۹۴ میلی‌گرم در روز به دست آمد که از این نظر با تراکم‌های ۲۰ و ۳۰ بوته در مترمربع از همین رقم تفاوت معنی‌داری نداشت اما با تراکم ۶۰ بوته در مترمربع تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۲). در رقم G-14088 نیز مانند رقم خمین با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، سرعت پر شدن دانه کم‌تر شد. از آنجایی که این ارقام دارای رشد نامحدود بودند، تعداد زیادی شاخه فرعی تولید کردند، در نتیجه در تراکم‌های بالاتر، بیش‌تر مواد جذبی و فتوسنتزی آن‌ها، صرف رشد رویشی گیاه خواهد شد و دانه‌ها از این حیث سهم کم‌تری می‌برند. کم‌ترین سرعت پر شدن دانه مربوط به رقم ۱۱۸۱۶ بود که در تراکم ۱۴ بوته در مترمربع با مقدار ۲/۴۷۳ میلی‌گرم در روز به دست آمد که از نظر آماری تفاوتی با تراکم‌های دیگر نداشت (جدول ۲). از آنجایی که رقم ۱۱۸۱۶ جزء ارقام رشد محدود می‌باشد در نتیجه در تراکم‌های بالاتر از تعداد شاخه‌های فرعی کاسته می‌شود و بیش‌تر غلاف‌ها در گره‌های روی ساقه اصلی تشکیل می‌شوند. بنابراین در رقم ۱۱۸۱۶ سرعت پر شدن دانه در تراکم بالاتر، بیش‌تر بود. رسیدگی وزنی، یعنی زمانی که دانه‌ها به حداکثر وزن خشک خود بر روی گیاه مادری رسیدند، برای ارقام مورد آزمایش در تراکم‌های مختلف، متفاوت بود، به طوری که زمان رسیدگی وزنی در ارقام از ۴۹/۰۷ تا ۶۴/۶۳ روز متفاوت بود و در پایین‌ترین تراکم ارقام خمین و G-14088 به ترتیب حدود ۱۰ و ۴ روز دیرتر از تراکم‌های بالاتر رخ داد. در رقم ۱۱۸۱۶ تفاوت معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد (جدول ۲). دستفال و همکاران (۱۹۹۵) در ذرت و مهقانی (۲۰۰۳) در سویا به نتایج مشابهی در این زمینه دست یافتند. بیش‌ترین دوره مؤثر پر شدن دانه مربوط به رقم خمین و تراکم ۱۴ بوته در مترمربع با مقدار ۴۴/۷۲ روز بود که با تراکم ۶۰ بوته در مترمربع اختلاف معنی‌داری داشت. در ارقام G-14088 و ۱۱۸۱۶ بین تراکم‌ها از نظر دوره مؤثر پر

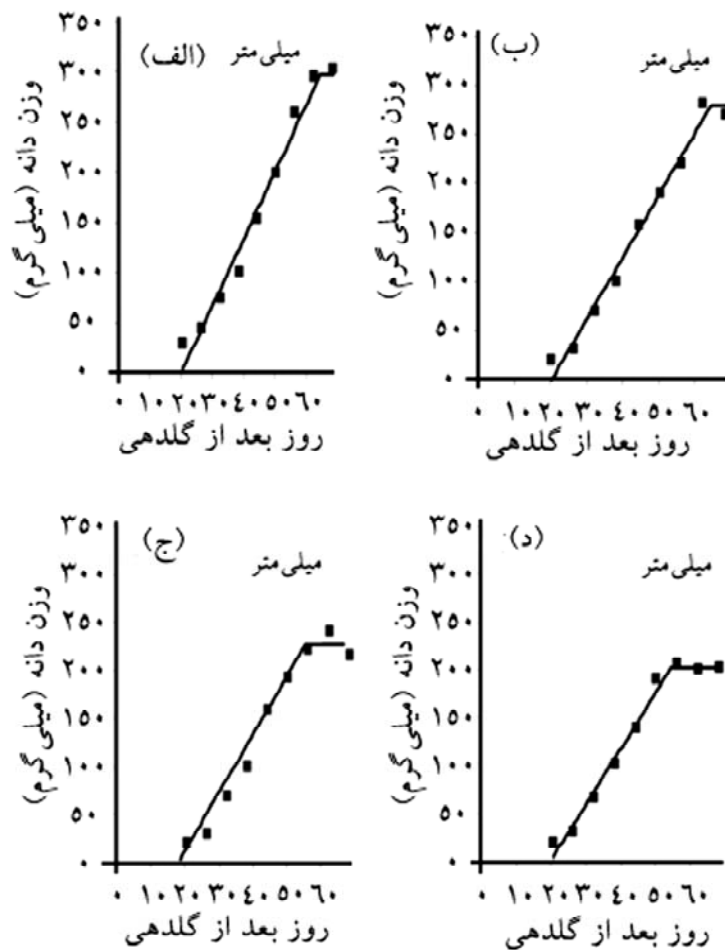
شدن دانه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). با توجه به این‌که در تراکم‌های پایین بیش‌تر گل‌ها در قسمت پایین گیاه تشکیل می‌شوند و گلدهی در چنین تراکم‌هایی زودتر صورت می‌گیرد، در نتیجه دوره پر شدن طولانی‌تر می‌شود. در آزمایشی که توسط اگلی و همکاران (۱۹۷۸) انجام گرفت نتیجه گرفته شد که دوره پر شدن بذرها متعلق به گل‌هایی که در ابتدا گرده‌افشانی کرده بودند، بیش‌تر بود. بیش‌ترین مقدار حداکثر وزن دانه در دو رقم خمین و G-14088 در تراکم ۱۴ بوته در مترمربع به ترتیب با مقادیر ۲۹۷/۶ و ۱۶۷/۷ میلی‌گرم به‌دست آمد که با تراکم‌های دیگر اختلاف معنی‌داری داشت اما در رقم ۱۱۸۱۶ بیش‌ترین مقدار حداکثر وزن دانه در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع با مقدار ۱۰۰/۳ میلی‌گرم به‌دست آمد و با تراکم‌های دیگر اختلاف معنی‌داری داشت اما بین تراکم‌های ۱۴ (دارای کم‌ترین مقدار حداکثر وزن دانه) و ۲۰ بوته در مترمربع از این نظر اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۲). با توجه به این‌که تراکم پایین‌تر در دو رقم خمین و G-14088 با تیپ رشدی نامحدود از سرعت پر شدن دانه و دوره پر شدن دانه بیش‌تری برخوردار بود و حداکثر وزن دانه، حاصل برآیند این دو پارامتر است، در نتیجه حداکثر وزن دانه بیش‌تری برای تراکم پایین بوته به‌دست آمد اما در رقم ۱۱۸۱۶ با تیپ رشدی محدود چون بیش‌ترین مقدار سرعت پر شدن دانه و دوره پر شدن دانه در تراکم بالا به‌دست آمد پس تراکم بالا دارای حداکثر وزن دانه بیش‌تری نیز گردید. این امر توسط آریان‌نیا و همکاران (۱۹۹۵) تأیید شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس پارامترهای مربوط به پر شدن دانه لوبیا.

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییر
دوره مؤثر پر شدن دانه (EFP)	حداکثر وزن دانه (MGW)	رسیدگی وزنی (MM)	سرعت پر شدن دانه (GFR)		
۱۰/۳۰۸	۰/۴۸۴	۰/۲۰۶	۰/۰۳۸	۲	تکرار
۱۰۲/۹۵۴**	۷۷۲۴۸/۸۴۳**	۲۷۴/۹۱۸**	۴۱/۶۶۵**	۲	رقم
۵۳/۴۹۱**	۵۱۰۷/۴۷۰**	۳۲/۰۴۴**	۰/۸۶**	۳	تراکم
۱۸/۰۲۷*	۱۶۶۵/۹۳۸**	۳۲/۴۱۳**	۰/۲۷۵*	۶	رقم × تراکم
۶/۱۶۴	۰/۱۴	۰/۲۴۴	۰/۰۷۹	۲۲	اشتباه آزمایشی
۶/۵۶	۰/۲۳	۰/۹۰	۶/۷۱		ضریب تغییرات (درصد)

<sup>ns</sup> غیرمعنی‌دار بودن اختلاف، \* معنی‌دار بودن اختلاف در سطح احتمال ۵ درصد و \*\* معنی‌دار بودن اختلاف در سطح احتمال ۱ درصد.





شکل ۱- خطوط رگرسیونی مربوط به تغییرات وزن دانه رقم خمین در مراحل مختلف نمو و رسیدگی. MM، مرحله رسیدگی وزنی را نشان می‌دهد.  $D_1$ ،  $D_2$ ،  $D_3$  و  $D_4$  به ترتیب تراکم‌های ۱۴، ۲۰، ۳۰ و ۶۰ بوته در مترمربع را نشان می‌دهند.

تجزیه واریانس صفات مربوط به عملکرد و اجزاء عملکرد نشان داد که بین ارقام لوبیا و نیز بین تراکم‌های مختلف از لحاظ همه صفات اختلاف معنی‌داری وجود دارد. اثر متقابل رقم و تراکم بوته نیز در مورد تعداد روز تا رسیدگی، تعداد نیام در بوته، وزن صددانه، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۲- میانگین ترکیبات تیماری رقم × تراکم در مورد پارامترهای مربوط به پر شدن دانه لوبیا.

ترکیب تیماری	سرعت پر شدن دانه (میلی‌گرم در روز)	زمان رسیدگی وزنی (روز)	دوره مؤثر پر شدن دانه (روز)	حداکثر وزن دانه (میلی‌گرم)
خمین × ۱۴ بوته در مترمربع (A <sub>1</sub> D <sub>1</sub> )	۶/۶۹۴ <sup>a</sup>	۶۴/۶۳ <sup>a</sup>	۴۴/۷۲ <sup>a</sup>	۲۹۷/۶ <sup>a</sup>
خمین × ۲۰ بوته در مترمربع (A <sub>1</sub> D <sub>۲</sub> )	۶/۳۴۶ <sup>ab</sup>	۶۴/۱۱ <sup>a</sup>	۴۴/۰۳ <sup>a</sup>	۲۷۹/۳ <sup>b</sup>
خمین × ۳۰ بوته در مترمربع (A <sub>1</sub> D <sub>۳</sub> )	۶/۰۲۹ <sup>ab</sup>	۵۷/۱۵ <sup>b</sup>	۳۷/۶۴ <sup>abc</sup>	۲۲۶/۹ <sup>c</sup>
خمین × ۶۰ بوته در مترمربع (A <sub>1</sub> D <sub>۴</sub> )	۵/۸۱۵ <sup>b</sup>	۵۴/۲۴ <sup>c</sup>	۳۴/۶۴ <sup>bc</sup>	۲۰۱ <sup>d</sup>
۱۴×G-14088 بوته در مترمربع (A <sub>۲</sub> D <sub>1</sub> )	۴/۵۴۱ <sup>c</sup>	۵۳/۴۶ <sup>c</sup>	۳۷/۳۲ <sup>abc</sup>	۱۶۷/۷ <sup>e</sup>
۲۰×G-14088 بوته در مترمربع (A <sub>۲</sub> D <sub>۲</sub> )	۳/۹۲ <sup>cd</sup>	۵۱/۳ <sup>d</sup>	۳۵/۴۳ <sup>bc</sup>	۱۳۸/۵ <sup>f</sup>
۳۰×G-14088 بوته در مترمربع (A <sub>۲</sub> D <sub>۳</sub> )	۳/۶۱۲ <sup>d</sup>	۵۰/۲۴ <sup>de</sup>	۳۳/۴۷ <sup>bc</sup>	۱۱۹/۸ <sup>g</sup>
۶۰×G-14088 بوته در مترمربع (A <sub>۲</sub> D <sub>۴</sub> )	۳/۱۹۸ <sup>de</sup>	۴۹/۰۷ <sup>e</sup>	۳۲/۰۸ <sup>c</sup>	۱۰۱/۹ <sup>h</sup>
۱۴×۱۱۸۱۶ بوته در مترمربع (A <sub>۳</sub> D <sub>1</sub> )	۲/۴۷۳ <sup>e</sup>	۵۰/۵۶ <sup>d</sup>	۳۸/۰۸ <sup>abc</sup>	۹۷/۵۵ <sup>k</sup>
۲۰×۱۱۸۱۶ بوته در مترمربع (A <sub>۳</sub> D <sub>۲</sub> )	۲/۵۶۲ <sup>e</sup>	۵۳/۰۱ <sup>c</sup>	۳۹/۵ <sup>bc</sup>	۹۷/۶۴ <sup>k</sup>
۳۰×۱۱۸۱۶ بوته در مترمربع (A <sub>۳</sub> D <sub>۳</sub> )	۲/۵۸ <sup>e</sup>	۵۳/۳۲ <sup>c</sup>	۳۸/۸۷ <sup>abc</sup>	۹۸/۹۷ <sup>l</sup>
۶۰×۱۱۸۱۶ بوته در مترمربع (A <sub>۳</sub> D <sub>۴</sub> )	۲/۵۹۵ <sup>e</sup>	۵۴/۰۲ <sup>c</sup>	۳۸/۱۴ <sup>abc</sup>	۱۰۰/۳ <sup>l</sup>

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۳- خلاصه تجزیه واریانس اثرات رقم و تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد لوبیا.

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد روز تا گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی	میانگین مربعات				تکرار	
				تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن صدانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
۲	۱۹۹/۶۴۹ <sup>**</sup>	۱۲/۲۰۷	۰/۰۴۵	۰/۶۵۳	۱۳/۶۶۵	۰/۱۷۳	۰/۵۰۳	۹۱۷۹/۷۰۱	۰/۶۵۸
۲	۱۹۹/۶۴۹ <sup>**</sup>	۱۹۹/۶۴۹ <sup>**</sup>	۴۲/۶۹۲ <sup>**</sup>	۳۹/۰۳۴ <sup>**</sup>	۲۷۷/۹۱۴ <sup>**</sup>	۳۷/۹۳۴ <sup>**</sup>	۱۹/۶۱۳ <sup>**</sup>	۴۸۵۶۶/۸۷۹ <sup>**</sup>	۵۰/۵۴ <sup>**</sup>
۳	۴/۴۹۱ <sup>**</sup>	۸۶/۲۶۸ <sup>**</sup>	۴۱/۶۶۳ <sup>**</sup>	۱۲۰/۱۸۴ <sup>**</sup>	۸۰/۱۰۰ <sup>**</sup>	۸۰/۱۰۰ <sup>**</sup>	۵۰/۵۱۲ <sup>**</sup>	۴۸۵۴۸۲/۳۱۱ <sup>**</sup>	۲۱۰/۶ <sup>**</sup>
رقم × تراکم	۶	۰/۱۲۲ <sup>NS</sup>	۹/۷۴۵ <sup>**</sup>	۱/۳۶۶ <sup>**</sup>	۴/۳۳۴ <sup>NS</sup>	۲/۵۳۷ <sup>**</sup>	۰/۸۷۶ <sup>NS</sup>	۲۴۸۰۰/۳۲۰ <sup>**</sup>	۴/۲۷۹ <sup>*</sup>
CV (درصد)		۱/۵۳	۰/۹۳	۳/۰۳	۳/۱۰	۲/۱۶	۳/۰۳	۳/۵۴	۵

<sup>NS</sup> غیرمعنی‌دار بودن اختلاف، \* معنی‌دار بودن اختلاف در سطح احتمال ۵ درصد و \*\* معنی‌دار بودن اختلاف در سطح احتمال ۱ درصد.

میانگین تعداد روز تا گلدهی برای رقم خمین، ۷ روز بیش‌تر از ارقام G-14088 و ۱۱۸۱۶ بود (جدول ۴). این نتایج بیانگر آن است که طول دوره رویش رقم خمین بیش از دو رقم دیگر می‌باشد. تعداد روز تا گلدهی برای تراکم‌های مختلف نیز متفاوت بود، به طوری که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، تعداد روز تا گلدهی به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۵). از آنجایی که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، رقابت بین بوته‌ای نیز افزایش یافته، تعداد شاخه‌های فرعی کاهش می‌یابد و نمو زودتر ساقه‌های اصلی رخ می‌دهد، نتایج به دست آمده در این مورد دور از انتظار نمی‌باشد. بیش‌ترین تعداد روز تا رسیدگی مربوط به رقم خمین در تراکم ۱۴ بوته در مترمربع بود که مقدار آن ۹۹/۳۷ روز می‌باشد. کم‌ترین تعداد روز تا رسیدگی باز هم از رقم خمین در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع با مقدار ۸۷/۴۳ روز به دست آمد که با سه تراکم دیگر اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۶). به نظر می‌رسد که در تراکم‌های بالا تولید شاخه‌های کم و اختصاص یافتن مواد فتوسنتزی به ساقه اصلی، نمو گیاه را در مراحل مختلف زندگی نسبت به تراکم‌های پایین تسریع می‌کند و به این دلیل در تراکم‌های بالاتر، روز تا رسیدگی کاهش می‌یابد. امروزه زودرس بودن محصول به دلیل وجود شرایط خاص (از جمله وجود تنش‌های محیطی مثل تنش خشکی و غیره) از محاسن گیاه محسوب می‌شود، بنابراین می‌توان گفت ارقام G-14088 و ۱۱۸۱۶ از این نظر بر رقم خمین برتری دارند. استرینگ و همکاران (۱۹۸۶) در گیاه باقلا چنین بیان کردند که با افزایش تراکم، تعداد روزهای پس از کاشت کاهش می‌یابد. بیش‌ترین تعداد نیام در بوته مربوط به رقم G-14088 بود که در تراکم ۱۴ بوته در مترمربع به دست آمد و مقدار آن ۲۱/۲۱ نیام در بوته بوده و از این نظر با سه تراکم دیگر اختلاف معنی‌داری داشت. کم‌ترین تعداد نیام در بوته نیز متعلق به رقم ۱۱۸۱۶ در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع با مقدار ۱۳ نیام در بوته به دست آمد و از نظر آماری با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع یکسان بود اما با دیگر تراکم‌ها از این نظر اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۶). به نظر می‌رسد که علت زیاد بودن تعداد نیام در بوته در رقم G-14088 کوچک بودن اندازه نیام در مقایسه با دو رقم دیگر باشد. مهقانی (۲۰۰۳) نیز گزارش کرد ارقامی که نیام درشت دارند تعداد نیام کم‌تری نسبت به ارقامی که دارای نیام کوچک هستند، تولید می‌کنند. در هر سه رقم با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، تعداد نیام در بوته نیز کاهش یافت (جدول ۶). زیرا با افزایش تراکم بوته، رقابت بین بوته‌ها برای استفاده از منابع موجود افزایش یافته و چون منابع موجود برای آن‌ها محدود است در نتیجه تولید شاخه‌های فرعی کم‌تر شده و بر روی هر شاخه فرعی نیز تعداد نیام کاهش یافته است. اما در مقابل در تراکم‌های پایین‌تر، رقابت بین بوته‌ای

برای کسب نور، رطوبت و مواد غذایی کاهش یافته و در نتیجه، هر بوته شاخه فرعی بیش‌تری تولید کرده است. از این جهت روی این شاخه‌ها جوانه‌های مولد گل بیش‌تری تولید گردیده که سبب افزایش تعداد نیام در بوته شده است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۹۸۹). ولی محمدی (۲۰۰۷) طبق آزمایشی اعلام کرد که بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته از بین چهار تراکم ۴۵، ۳۴، ۲۳ و ۱۷ بوته در مترمربع در تراکم ۲۳ بوته در مترمربع به‌دست آمد، یعنی با افزایش تراکم بوته، تعداد غلاف در بوته کاهش یافت و در بین آن‌ها تراکم سوم (۲۳ بوته در مترمربع) بیش‌ترین و تراکم اول (۴۵ بوته در مترمربع) کم‌ترین تعداد غلاف در بوته را داشتند. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که ارقام خمین و ۱۱۸۱۶ به‌ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در بوته می‌باشند و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد با هم دارند (جدول ۴). از آنجایی‌که رقم خمین نسبت به ارقام G-14088 و ۱۱۸۱۶ دوره رشد (روز تا رسیدگی) بیش‌تری داشته بنابراین نتایج به‌دست آمده در مورد تعداد دانه در بوته منطقی به‌نظر می‌رسد. افزایش تراکم بوته در واحد سطح موجب کاهش معنی‌دار تعداد دانه در بوته گردید، به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد دانه در بوته در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع (تراکم مطلوب) به‌دست آمد که از نظر آماری اختلافی با تراکم ۱۴ بوته در مترمربع نداشت و کم‌ترین آن در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۵). از آنجایی‌که تعداد دانه در نیام تا حدود زیادی یک صفت ژنتیکی است بنابراین کاهش تعداد دانه در بوته در تراکم‌های بالا به‌دلیل کاهش تعداد نیام در ساقه‌های فرعی یا شاخه‌های انشعابی می‌باشد که در تراکم بالا سهم شاخه‌های فرعی در تولید دانه برای یک بوته کاهش می‌یابد. نتایج به‌دست آمده در مورد کاهش تعداد دانه در بوته با افزایش تراکم با نتایج سایر پژوهش‌گران مطابقت دارد (ارجمند، ۲۰۰۵؛ مهقانی، ۲۰۰۳). بیش‌ترین وزن صددانه مربوط به رقم خمین بود که در تراکم ۱۴ بوته در مترمربع به‌دست آمد که مقدار آن حدود ۴۲/۵۵ گرم بود و از این نظر با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع اختلاف معنی‌داری نداشت ولی وزن صددانه به‌دست آمده از این دو تراکم به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از وزن صددانه در تراکم‌های ۳۰ و ۶۰ بوته در مترمربع بود. کم‌ترین وزن صددانه متعلق به رقم G-14088 در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع با مقدار ۳۲/۳۱ گرم بود که از نظر آماری با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع یکی می‌باشد اما اختلاف معنی‌داری با دو تراکم دیگر، که آن‌ها نیز از نظر آماری یکی هستند، دارد (شکل ۲). در هر سه رقم با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، وزن صددانه کاهش یافته است. با عنایت به افزایش رقابت بین بوته‌ها برای دست‌یابی به منابع موجود و کاهش وزن نهایی دانه در اثر کند شدن سرعت پر شدن دانه و دوره مؤثر پر شدن دانه در تراکم‌های

بالا نتیجه‌ای جز این انتظار نمی‌رفت (سرمدنیا و کوچکی، ۱۹۸۹). مطابق با پژوهش‌های راعی و همکاران (۲۰۰۶) وزن صددانه در تراکم‌های ۱۶ و ۳۲ بوته در مترمربع در مقایسه با تراکم ۶۴ بوته در مترمربع بیش‌تر بود. بیش‌ترین شاخص برداشت مربوط به رقم خمین بود و در بین ارقام G-14088 و ۱۱۸۱۶ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). مقایسه میانگین شاخص برداشت در تراکم‌های مختلف نشان می‌دهد که با افزایش تراکم بوته، شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است (جدول ۵). علت این امر می‌تواند افزایش عملکرد بیولوژیک با افزایش تراکم باشد. چنین به‌نظر می‌رسد که در تراکم‌های پایین اکثر شاخه‌های فرعی در تولید دانه نقش دارند ولی در تراکم‌های بالا به‌دلیل این‌که شاخه‌های فرعی در قسمت پایین گیاه قرار می‌گیرند مشارکت چندانی در عملکرد دانه نداشته و به‌طور عمده عملکرد بیولوژیک را افزایش می‌دهند (سکستون و همکاران، ۱۹۹۴). طبق پژوهش محمودی و همکاران (۲۰۰۵) نیز روی لوبیا نیز مشاهده شد با افزایش تراکم گیاهی از ۳۰ به ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع، شاخص برداشت به‌ترتیب از ۳۹ به ۳۸/۶۶ و ۳۶/۲۳ درصد کاهش یافت. با توجه به شکل ۳ بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به رقم خمین در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد که مقدار آن حدود ۱۸۸۷ کیلوگرم دانه در هکتار بود و با تراکم‌های دیگر اختلاف معنی‌داری داشت. کم‌ترین عملکرد دانه در بین سه رقم نیز مربوط به رقم G-14088 در کم‌ترین تراکم (۱۴ بوته در مترمربع) با مقدار ۱۱۳۸ کیلوگرم دانه در هکتار بود که از نظر آماری با دو تراکم ۲۰ و ۶۰ بوته در مترمربع یکسان بود، اما تفاوت معنی‌داری با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع که دارای بیش‌ترین مقدار عملکرد در این رقم بود، داشت. در هر سه رقم با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، عملکرد افزایش یافت اما این افزایش تا تراکم مطلوب (۳۰ بوته در مترمربع) ادامه داشته و بعد از آن با افزایش تعداد بوته در واحد سطح (۶۰ بوته در مترمربع) عملکرد دانه کاهش یافت. علت افزایش عملکرد دانه با بالا رفتن تراکم در هر سه رقم را می‌توان به افزایش تعداد نیام در مترمربع و همچنین افزایش تعداد دانه در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع (جدول ۵) ربط داد، همچنین رقم خمین به‌علت داشتن دوره رشد بیش‌تر، میانگین سرعت پر شدن دانه و وزن نهایی دانه در تمامی سطوح تراکم نسبت به ارقام دیگر دارای عملکرد دانه بیش‌تری می‌باشد. آزمایشی در سال ۲۰۰۵ در لئون اسپانیا توسط میگولزفرا و والنسیانو به‌منظور بررسی اثر تراکم کاشت بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد نخود تحت شرایط آبیاری شده انجام گرفت و نتایج به‌دست آمده نشان داد که به تبع از افزایش تراکم گیاهی، مقدار عملکرد دانه نیز افزایش معنی‌داری می‌یابد. در بین ارقام خمین، G-14088 و ۱۱۸۱۶ بیش‌ترین درصد پروتئین دانه

مربوط به رقم G-14088 بود که در تراکم ۱۴ بوته در مترمربع به دست آمد و با تراکم‌های ۲۰، ۳۰ و ۶۰ بوته در مترمربع اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشت و نیز بین سه تراکم دیگر از این نظر اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۶). با توجه به جدول ۶ کم‌ترین درصد پروتئین دانه نیز در بین سه رقم مربوط به رقم ۱۱۸۱۶ در بالاترین تراکم (۶۰ بوته در مترمربع) بود که با سه تراکم دیگر اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. در حالت کلی می‌توان گفت در هر سه رقم کم‌ترین درصد پروتئین دانه در بالاترین تراکم و بیش‌ترین درصد پروتئین دانه نیز در پایین‌ترین تراکم به دست آمد. در واقع با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، پروتئین دانه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. دلیل این امر می‌تواند این باشد که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح رقابت بین بوته‌ها در جذب مواد غذایی از جمله نیتروژن که برای ساخته شدن پروتئین در دانه لازم است، افزایش یافته و سهم هر بوته و در نهایت هر دانه در جذب نیتروژن و سایر عناصر غذایی کاهش یافته و درصد پروتئین دانه نیز با افزایش تراکم بوته در واحد سطح کم‌تر می‌شود. کاهش درصد پروتئین دانه ارقام خمین، G-14088 و ۱۱۸۱۶ در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع نسبت به ۱۴ بوته در مترمربع به ترتیب ۳۲/۲۱، ۳۸/۶۱ و ۴۲/۳۲ درصد بود. در نتیجه بیش‌ترین کاهش مربوط به رقم ۱۱۸۱۶ و کم‌ترین کاهش مربوط به رقم خمین بود (جدول ۶). بنابراین رقم خمین نسبت به سایر ارقام از نظر صفت درصد پروتئین دانه متحمل‌تر به افزایش تراکم می‌باشد. خان و همکاران (۲۰۰۱) در آزمایشی اثرات تاریخ کاشت و تراکم گیاهی را بر روی محتوای پروتئین دانه سویا در شرایط محیطی پیشاور پاکستان مورد بررسی قرار دادند و نتایج این بررسی نشان داد که در تراکم پایین ۲۰۰ هزار بوته در هکتار نسبت به تراکم‌های بالای گیاهی ۴۰۰ و ۶۰۰ هزار بوته در هکتار، محتوای پروتئین بیش‌تری به دست آمد.

جدول ۴- میانگین صفات مربوط به عملکرد و اجزاء عملکرد در سه رقم لوبیا.

رقم	صفات	
	G-14088	خمین
۱۱۸۱۶		
۲۷/۰۹ <sup>b</sup>	۲۷/۱۶ <sup>b</sup>	۳۴/۱۹ <sup>a</sup>
۵۸/۱۸ <sup>c</sup>	۶۲/۴۵ <sup>b</sup>	۶۷/۷۹ <sup>a</sup>
۲۱/۲۸ <sup>b</sup>	۲۱/۹۸ <sup>b</sup>	۲۳/۷۶ <sup>a</sup>

حروف غیرمشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

### سیمین پرویزی و همکاران

جدول ۵- میانگین صفات مربوط به عملکرد و اجزاء عملکرد لویا در تراکم‌های مختلف.

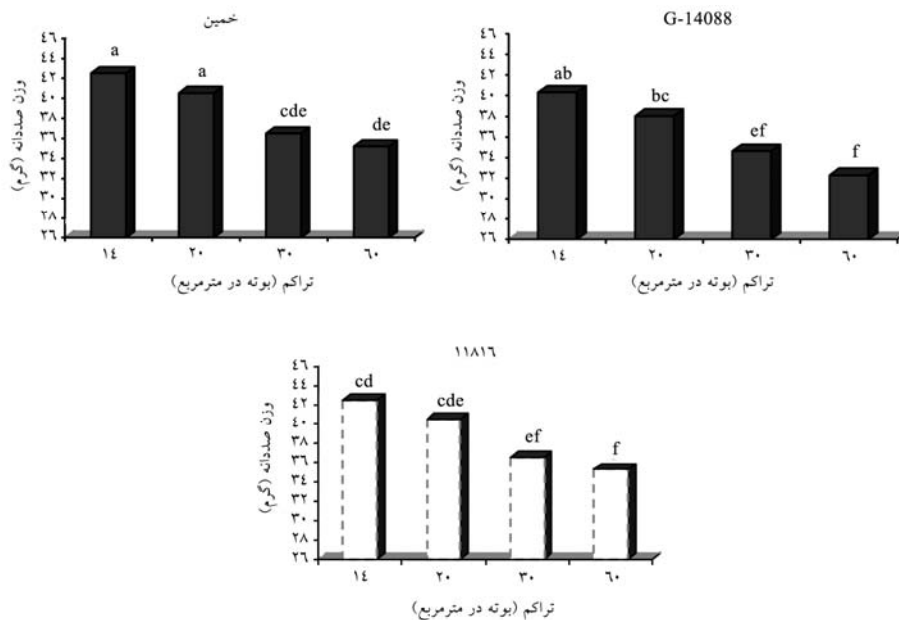
تراکم				صفات
۶۰ بوته	۳۰ بوته	۲۰ بوته	۱۴ بوته	
در مترمربع	در مترمربع	در مترمربع	در مترمربع	
۲۸/۶۲ <sup>c</sup>	۲۹/۲۲ <sup>b</sup>	۲۹/۸۶ <sup>a</sup>	۳۰/۲۲ <sup>a</sup>	تعداد روز تا گلدهی
۵۷/۹۶ <sup>c</sup>	۶۶/۱۱ <sup>a</sup>	۶۲/۰۹ <sup>b</sup>	۶۵/۰۷ <sup>a</sup>	تعداد دانه در بوته
۱۹/۶۹ <sup>d</sup>	۲۱/۳۷ <sup>c</sup>	۲۵/۲۴ <sup>a</sup>	۲۳/۰۵ <sup>b</sup>	شاخص برداشت (درصد)

حروف غیرمشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

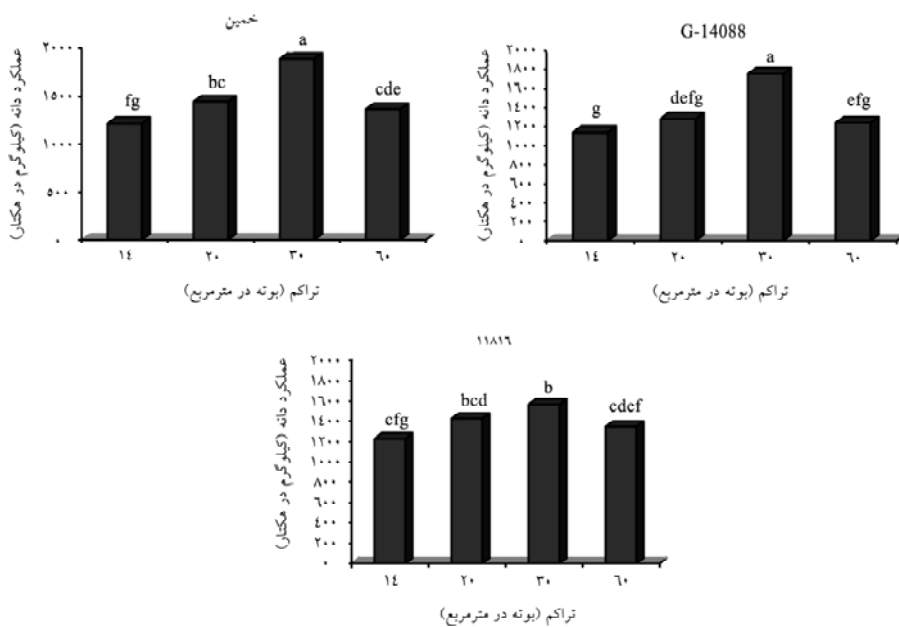
جدول ۶- میانگین ترکیبات تیماری رقم × تراکم در مورد پارامترهای مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد.

ترکیب تیماری	تعداد روز تا رسیدگی	تعداد نیام در بوته	درصد پروتئین دانه
خمین × ۱۴ بوته در مترمربع (A <sub>1</sub> D <sub>1</sub> )	۹۹/۳۷ <sup>a</sup>	۱۹/۴۶ <sup>b</sup>	۲۷/۲۹ <sup>bc</sup>
خمین × ۲۰ بوته در مترمربع (A <sub>1</sub> D <sub>۲</sub> )	۹۵/۵۶ <sup>b</sup>	۱۵/۱۲ <sup>ef</sup>	۲۴/۲۹ <sup>c</sup>
خمین × ۳۰ بوته در مترمربع (A <sub>1</sub> D <sub>۳</sub> )	۹۵/۱ <sup>b</sup>	۱۴/۵۳ <sup>ef</sup>	۲۰/۴۹ <sup>cd</sup>
خمین × ۶۰ بوته در مترمربع (A <sub>1</sub> D <sub>۴</sub> )	۸۷/۴۳ <sup>e</sup>	۱۳/۹۹ <sup>efg</sup>	۱۸/۵ <sup>e</sup>
۱۴×G-14088 بوته در مترمربع (A <sub>۲</sub> D <sub>۱</sub> )	۹۳/۶ <sup>bc</sup>	۲۱/۲۱ <sup>a</sup>	۳۲/۹۹ <sup>a</sup>
۲۰×G-14088 بوته در مترمربع (A <sub>۲</sub> D <sub>۲</sub> )	۹۱/۷۴ <sup>cd</sup>	۱۸/۱ <sup>bc</sup>	۲۸/۸۸ <sup>b</sup>
۳۰×G-14088 بوته در مترمربع (A <sub>۲</sub> D <sub>۳</sub> )	۹۰/۵۱ <sup>d</sup>	۱۷/۷۲ <sup>c</sup>	۲۴/۶۸ <sup>c</sup>
۶۰×G-14088 بوته در مترمربع (A <sub>۲</sub> D <sub>۴</sub> )	۸۷/۸۷ <sup>e</sup>	۱۵/۳۱ <sup>de</sup>	۲۰/۲۵ <sup>de</sup>
۱۴×۱۱۸۱۶ بوته در مترمربع (A <sub>۲</sub> D <sub>۱</sub> )	۹۴/۰۳ <sup>bc</sup>	۱۶/۷۶ <sup>cd</sup>	۲۹/۵۶ <sup>ab</sup>
۲۰×۱۱۸۱۶ بوته در مترمربع (A <sub>۲</sub> D <sub>۲</sub> )	۹۱/۸۶ <sup>cd</sup>	۱۴/۷۱ <sup>ef</sup>	۲۶ <sup>bc</sup>
۳۰×۱۱۸۱۶ بوته در مترمربع (A <sub>۲</sub> D <sub>۳</sub> )	۸۹/۹۹ <sup>de</sup>	۱۳/۶۶ <sup>fg</sup>	۲۳/۸۹ <sup>cd</sup>
۶۰×۱۱۸۱۶ بوته در مترمربع (A <sub>۲</sub> D <sub>۴</sub> )	۸۹/۳۴ <sup>de</sup>	۱۳ <sup>g</sup>	۱۷/۰۵ <sup>e</sup>

حروف غیرمشابه در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.



شکل ۲- میانگین وزن صددانه ارقام لوبیا در تراکم‌های مختلف.



شکل ۳- میانگین عملکرد دانه ارقام لوبیا در تراکم‌های مختلف.



## منابع

1. Afkari, A. 2003. Pulse (Volume 3-bean). Publication of East Azarbaijan Agriculture Crusade organization.
2. Arianian, N., Hashemi Dezfuli, S.H., Siadat, S.A. and Alemi Said, KH. 1998. Circumstance of competition effect on changes of grain weight, grain filling rate and duration in corn. Abstracts Proceeding of 5th Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding, Aug. 31-Sep. 4. Karaj-S.P.I.I.
3. Arjomand, A. 2005. Study of different plant densities effects on yield and yield components of second planting of mung bean cultivars in urmia. M.Sc. Thesis of Agriculture Science, Urmia University.
4. Badshah, A., Khan, M., Bibi, N., Khan, M., Ali, S., Chaudry, M.A. and Khattak, M.S. 2003. Quality studies of newly evolved chickpea cultivars. Advances in Food Sciences, 25: 3. 96-99.
5. Beebe, S., Rengifo, J., Gaitan, E., Duque, M.C. and Tohme, J. 2001. Diversity and origin of Andean landraces of common bean. Crop Sci. 41: 854-862.
6. Biswas, D.K., Haque, M.M., Hamid, A., Ahmad, J.U. and Rahman, M.A. 2002. Influence of plant population density on growth and yield of tow blackgram varieties. Pakistan J. Agron. 1: 2-3. 83-85.
7. Broughton, W.J., Hernandez, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P. and Vanderleyden, J. 2003. Beans (*Phaseolus spp*)-model food legumes. Plant and Soil, 252: 55-128.
8. Darroch, B.A. and Baker, R.J. 1990. Grain filling in three spring wheat genotypes: Statistical analysis. Crop Sci. 30: 525-529.
9. Dastfal, M., Emam, Y. and Asad, M.T. 1998. Study on effect of grain filling rate and duration on maize hybrids yield in second planting. Abstracts Proceeding of 5th Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding, Aug. 31-Sep. 4. Karaj-S.P.I.I.
10. Daynard, T.B., Tanner, J.W. and Duncan, W.G. 1971. Duration of the grain filling period and its relation to grain yield in corn. Crop Sci. 11: 45-48.
11. Egli, D.B., Leggett, J.E. and Wood, J.M. 1978. Influence of soybean seed size and position on the rate and duration of filling. Agron. J. 70: 127-130.
12. Hashemi Dezfuli, A., Kuchaki, A. and banayan Aval, M. 1995. Increasing of crop yield (translation). Primary edition. Mashhad University Publication.
13. Heath, S.B. and Willey, R.W. 1969. The quantitative relationships between plant population and crop yield. Adv. Agron. J. 21: 281-321.
14. Jettner, R.J., Siddique, K.H.M., Loss, S.P. and French, R.J. 1999. Optimum plant density of desi chickpea (*Cicer arietinum*) increasing yield potential in south-western Australia. Aust. J. Agric. Res. 50: 1017-1025.
15. Kafi, M., Kamkar, B. and Mahdavi Damghani, A.M. 2001. Biology of grain and grain crop yield (translation). Mashhad Ferdosi University Publication.
16. Khajepur, M. 1996. Production of industrial plants. Isfahan Industrial University Publication.

17. Khan, A.Z., Akhtar, M., Ahmad, R., Ahmad, N. and Shah, P. 2001. Planting date and plant density effects on protein and oil contents of soybean in environmental condition of Peshawar. Pakistan, J. Biol. Sci. 1: 3. 126-128.
18. Khan, A.Z., Shah, P., Khalil, S.K. and Taj, F.H. 2003. Influence of planting date and plant density on morphological traits of determinate and indeterminate soybean cultivars under temperate environment. Pakistan J. Agron. 2: 3. 146-152.
19. Liu, P.H., Gan, Y., Warkentin, T. and McDonald, C. 2003. Morphological plasticity of chickpea in a semiarid environment. Crop Sci. 43: 426-429.
20. Mahaghani, R. 2003. Evaluation of grain yield, grain filling rate and duration in three soybean varieties at different plant densities. M.Sc. Thesis of Agriculture Science, Tabriz University.
21. Mahmudi, M., Azizi, Kh., Ghalavand, A., Ghanbari, A.A., Dori, H.R., Mahmudi, A.A., Soltani, A. and Tashakori, M. 2005. Effect of plant density and sow arrangement on grain yield and its components, biological yield and harvest index of Akhtar cultivar in Kidney-bean. Abstracts Proceeding of First National Congress of Pulse, 19-20 nova. Mashhad Ferdosi University.
22. Majnun Hoseini, N., Mohamadi, H., Pustini, K. and Zeinali Khangah, H. 2003. Effect of plant density on agricultural parameters, chlorophyll amount and percentage of stem retranspiration in white chickpea (*Cicer arietinum* L.). Iran Agron Sci. J. 34: 43. 1011-1019.
23. McClean, P., Kami, J. and Gepts, P. 2004. Genomics and genetic diversity in common bean. In Legume Crop Genomics, Pp: 60-82.
24. Miguelezfrade, M.M. and Valenciano, J.B. 2005. Effect of sowing density on the yield and yield components of spring-sown irrigated chickpea (*Cicer arietinum* L.) grown in Spain. New Zealand J. crop and Hort. Sci. 33: 367-371.
25. Raii, Y., Demoghsi, N. and Seyed Sharifi, R. 2006. Evaluation of water shortage and density effects on yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum*) Kaka cultivar. Abstracts Proceeding of 10th Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding, 18-20 Aug. Karaj-S.P.I.I.
26. Sarmadnia, A. and Kuchaki, A. 1989. Crop physiology (translation). Primary edition. Mashhad University Publication.
27. Sexton, P.J., White, J.W. and Boote, K.J. 1994. Yield determining processes in relation to cultivar seed size of common bean. Crop Sci. 34: 84-91.
28. Stringi, L., Riccardo, S., Amato, G. and Gristina, L. 1986. Effects of plant density on *Vicia faba* L. Equina and *Vicia faba* L. Minor in a semi-arid environment in southern Italy. Fabis Newsletter, 15: 42-44.
29. Valimohamadi, F. 2007. Comparison of waiting planting with spring planting and effect of different plant densities on yield, yield components and some of quality and morphological parameters in chickpea (*Cicer arietinum*).
30. Weber, C.R. 1966. Effect of plant population and row spacing on development. Agron. J. 58: 99-102.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Plant Production*, Vol. 18(1), 2011  
[www.gau.ac.ir/journals](http://www.gau.ac.ir/journals)

## **Evaluation of different plant densities effects on rate and process of grain filling, yield and yield components in varieties of dry bean**

**S. Parvizi<sup>1</sup>, R. Amirnia<sup>2</sup>, I. Bernosy<sup>2</sup>, B. Paseban Islam<sup>3</sup>,  
\*A. Hassanzadeh Gorttapeh<sup>3</sup> and Y. Raeii<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Student, Dept. of Agronomy, Urmia University, <sup>2</sup>Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Urmia University, <sup>3</sup>Assistant Prof., Agricultural and Natural Resources Research Center of West Azerbaijan, Urmia, <sup>4</sup>Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz University

Received: 2009/01/19; Accepted: 2011/03/07

### **Abstract**

In order to evaluate plant density and cultivar effects on rate and process of grain filling, yield and yield components of three dry bean cultivars a factorial experiment (using R.C.B. design) was conducted in 1386 at agricultural and natural research center of East Azarbaijan (Tabriz). Three cultivars (Khomeyn, G-14088 and 11816) were planted at four densities (14, 20, 30 and 60 plants/m<sup>2</sup>) in three replications. A two-part linear model was used to quantifying the grain filling parameters. Interaction effect of cultivar and plant density affected grain filling rate (GFR), mass maturity (MM), maximum grain weight (MGW) and effective filling period (EFP) significantly. Highest amount of GFR, MM, MGW and EFP observed at Khomeyn cultivar in lowest density (14 plants/m<sup>2</sup>). These four parameters decreased in Khomeyn and G-14088 cultivars with increasing in plant density significantly. Between cultivars and plant densities treatments of dry bean was significant difference in all of yield and yield components. But interaction effect of cultivar and plant density affected only number of day to maturity, number of pod in plant, 100 kernel weight, grain yield and percent of grain protein parameters. All of these parameters (except grain yield) decreased with increasing in plant density. But increasing of plant density and number of pod in square meter compensated it and increased grain yield with increasing all of parameters in square meter. Grain yield is important than other parameters. Khomeyn cultivar had maximum amount GFR, MGW, EFP, number of grain, 100 K.W, HI and grain yield. Therefore Khomeyn cultivar and 30 plants/m<sup>2</sup> are best cultivar and plant density in region respectively.

**Keywords:** Dry bean, Cultivar, Plant density, GFR, EFP

---

\* Corresponding Author; Email: [a.g.hassanzadeh@gmail.com](mailto:a.g.hassanzadeh@gmail.com)

