نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ - کرج

# بررسی اثر الگوی کاشت (فاصله بین ردیف‌ها و بذرها) بر برخی خواص فیزیکی دانه‌های باقلا رقم برکت

**عماد امیری[1*]، فرهاد عبدی‌گول[1]، حسینعلی تاش‌شمس‌آبادی[2]**

۱ و ۲ – به ترتیب فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مکانیک بیوسیستم و استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

ایمیل مکاتبه کننده: amiriemad68@yahoo.com

## چکیده

در این تحقیق اثر الگوی کاشت، شامل فاصله بین بوته‌ها روی ردیف (۱۵، ۲۵ و ۳۵ سانتی‌متر) و فاصله بین ردیف‌ها (٤۰، ۵۰ و ٦۰ سانتی‌متر)، بر خواص فیزیکی دانه‌های باقلا رقم برکت مورد بررسی قرار گرفت. متغیرهای وابسته خواص هندسی، خواص ثقلی و خواص اصطکاکی دانه می‌باشند. نتایج نشان داد محدوده‌ی تغییرات میانگین طول، عرض و ضخامت به ترتیب ۲٦/٤۲-۲۱/۲٤، ۱۸/٦۹-۱۱/۸۳، ۱۲/۸۸-۸/٦۵ میلی‌متر و محدوده‌ی تغییرات حجم جابجایی توده، حجم جابجایی واقعی و جرم واحد به ترتیب $mm^3$ ۹٤۸٦٦/٦۷-٤۳۰٦٦/٦۷، $mm^3$ ۷۰۰۳۳/۳۳-۳٦۹۳۳/۳۳، g٤۰/٦٤-۵٦ و ۳۸/٦٤ و هم‌چنین محدوده‌ی تغییرات میانگین ضریب اصطکاک استاتیکی روی سطوح آهن، گالوانیزه، تخته و لاستیک به ترتیب ۰/۲۸۱-۰/۲٦٦، ۰/۳٤۷-۰/۳۳٦ و ۰/٤۸۰-۰/٤۷۳ بدست آمد. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که بیش‌ترین مقدار میانگین قطر هندسی، قطر حسابی، تخلخل، زاویه ریپوز تخلیه و سطح جانبی دانه‌ها برای فاصله بین ردیف ٦۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۳۵ سانتی‌متر می‌باشد. و بیشترین میانگین دانسیته توده و دانسیته واقعی برای فاصله بین ردیف ٤۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: باقلا، الگوی کشت، خواص هندسی، خواص ثقلی، خواص اصطکاکی

**مقدمه**

باقلا (*Vicia faba L.*) با سطح زیر کشت ۲/۹ میلیون هکتار از مهمترین بقولات دانه‌ای دنیا به شمار می‌رود. این گیاه در خاورمیانه، چین و حتی نقاطی از اروپا و استرالیا به عنوان منبع پروتئینی در تغذیه انسان و دام توجه زیادی می‌شود (تورپین و همکاران، ۲۰۰۲).

سطح زیر کشت باقلا در ایران حدود ۳۰۰۰۰ هکتار است (فائو، ۲۰۰۵). که عمده‌ترین مناطق تولید آن استان‌های گلستان، خوزستان، مازندران و گیلان می‌باشد (مجنون حسینی، ۱۳۷۷).

گیاه باقلا یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است که کشت آن به دلیل غنای پروتئینی، ایجاد تنوع در سیستم زراعی و افزایش قیمت خوراک دام مورد توجه می‌باشد (صباغ پور، ۱۳۷۷).

لوس و همکاران (۱۹۹۸) با بررسی اثر تراکم بر روی باقلا بیان داشتند که تراکم گیاهی روی محل تشکیل اولین غلاف از زمین موثر است.

الرفیعی و همکاران (۲۰۰٤) با بررسی نتایج تراکم بوته (۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ گیاه در متر مربع) بر گیاه باقلا گزارش کردند که با افزایش میزان تراکم بر ارتفاع بوته افزوده شد و در هر دو سال بالاترین ارتفاع بوته در بیش‌ترین میزان تراکم به دست آمد، وی خاطر نشان کرد که ارتفاع بوته در سال اول به دلیل در دسترس بودن آب کافی و رشد بهتر بوته بیشتر از سال دوم بود.

افزایش تراکم بوته تا حد رسیدن به حداکثر عملکرد در واحد سطح سبب افزایش تعداد شاخه و برگ در واحد سطح می‌شود و کانوپی گیاه زودتر بسته می‌شود (بنت، ۱۹۹۷).

نتایج نشان داد که با افزایش میزان بذر از ۱۵۰ به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایشی در عملکرد دانه حاصل نگردید. از طرفی تراکم بوته خیلی زیاد نیز سبب کاهش میزان $CO_2$ افزایش رطوبت در اطراف بوته‌ها شده و شرایط مناسب را برای ابتلا به بیماری قارچ سفید (اسکلروتینا) فراهم می‌نماید. فاصله کشت از جمله عواملی است که به طور مستقیم عملکرد محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهد. فاصله کشت بوته‌ها بستگی به هدف کشت دارد، اگر هدف تولید بذر باشد باید فواصل کشت افزایش داده شود تا کمیت و کیفیت محصول افزایش یابد، اما اگر هدف تولید کود سبز و علوفه دامی می‌باشد، تراکم بیشتر در نظر گرفته می‌شود. اگر فاصله کشت بیش از حد معمول باشد مسلما تعداد بوته در واحد سطح کاهش یافته و عملکرد با نقصان مواجه می‌شود، اگر فاصله کشت خیلی کم بوده و تراکم کشت بالا باشد، رقابت درون گونه‌ای پیش می‌آید که این امر نیز خود موجب کاهش عملکرد خواهد بود (مظاهری، ۱۳۷۷).

تعداد دانه در غلاف یکی از مهم‌ترین عواملی است که می‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه شود، تعداد دانه در غلاف به شدت تحت تاثیر میزان مواد پرورده حاصل از فتوسنتز قرار می‌گیرد (ربیعی، ۱۳۹۰).

ترابی جفرودی و همکاران در بررسی سه فاصله کشت (۳۰، ٤٥ و ٦۰ سانتی‌متر) بر روی دو رقم لوبیا (ناز و درخشان) گزارش کردند که تیمار فاصله بین ردیف تاثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف نداشت و بالاترین تعداد دانه در فاصله بین ردیف ٦۰ سانتی‌متر به دست آمد (ترابی جفرودی و همکاران، ۱۳۸٦).

ایاز و همکاران بیان کردند که تعداد دانه در غلاف با تغییر تراکم کشت تغییر کرده و افزایش تراکم سبب کاهش تعداد دانه در هر غلاف می‌شود (ایاز و همکاران، ۲۰۰٤).

ربیعی و همکاران در طی نتایج آزمایش خود بیان کردند که کشت باقلا در تاریخ کاشت زودتر (مهر ماه)، فواصل کشت باریک‌تر (۳۰ و ٤۰ سانتی‌متر) و تراکم کاشت بیشتر (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) به دلیل افزایش عملکرد غلاف و دانه قابل توصیه در شالیزارهای استان گیلان می‌باشد (ربیعی، ۱۳۹۰).

نتایج بین اجزای عملکرد و عملکرد دانه و روغن بیانگر آن بود که بین تعداد میوه و عملکرد دانه و روغن و هم‌چنین بین عملکرد دانه و روغن کدو پوست کاغذی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بدین ترتیب چنین به نظر می‌رسد که تنظیم فاصله روی ردیف و آرایش کاشت، بدلیل کاهش رشد رویشی کدو پوست کاغذی باعث افزایش تولید میوه و در نتیجه افزایش عملکرد دانه و روغن این گیاه شد (شباهنگ و همکاران، ۱۳۸۹).

دسترسی به اطلاعات علمی در رابطه با ویژگی‌های فیزیکی جهت طراحی بهینه‌ی تجهیزات انبار داری، حمل و نقل، بوجاری، فرآوری و بسته‌بندی ضروری به نظر می‌رسد. شکل، اندازه، حجم، سطح رویه، چگالی، تخلخل، رنگ و ظاهر از جمله مشخصه‌های فیزیکی هستند که در بسیاری از مسائل مربوط به طراحی ماشین‌های فرآوری یا تحلیل رفتار محصول در جریان انتقال دارای اهمیت است، اهمیت میزان تخلخل دانه‌ها در بحث ذخیره‌سازی، بسته‌بندی و تعیین پایداری توده دانه‌ها در برابر جریان هوا نمود پیدا می‌کند. شکل و ابعاد فیزیکی دانه برای اندازه‌گیری، طبقه‌بندی، غربال کردن و سایر فرآیندهای جداسازی مهم است (محسنین، ۱۹۸٦).

اگر چه بررسی منابع نشان می‌دهد که تحقیقات قابل توجهی درباره خواص فیزیکی محصولات کشاورزی و غذایی به انجام رسیده است، ولی تاکنون هیچ گزارشی از اندازه‌گیری اثر الگوی کاشت بر خواص فیزیکی دانه‌های باقلا گزارش نشده است. یکی از مشکلات مهم در برداشت باقلا وارد آمدن آسیب مکانیکی به آن است. در این تحقیق جهت کاهش آسیب‌های مکانیکی، تحقیقاتی در زمینه اثر الگوی کاشت بر روی خواص فیزیکی باقلا در جهت تجهیزکردن ماشین‌های برداشت و فرآوری انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

### الگوی کاشت

در این تحقیق باقلا رقم برکت را در مزرعه‌ی نمونه‌ی شماره یک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اوایل آبان ماه طبق نقشه با فاصله‌ی بوته‌های ۱۵، ۲۵ و ۳۵ سانتی‌متر و فاصله‌ی ردیف‌های ٤۰، ۵۰ و ٦۰ سانتی‌متر در سه تکرار کشت شد که رطوبت خاک در زمان کاشت ۳۲ درصد، و خاک مزرعه از نوع سیلت رسی می‌باشد.

### آماده‌سازی نمونه

بعد از اینکه غلاف‌های باقلا سبز و روشن و دارای دانه‌های نرم و تازه پر شده بودند با حذف ردیف‌های کناری چهار غلاف تصادفی با دست برداشت شد و از هر تیمار تعداد ۱۸ دانه به طور تصادفی از چهار غلاف در سه تکرار انتخاب شدند. و برای بدست آوردن رطوبت اولیه‌ی دانه‌ها ۱۸ دانه‌ی انتخابی از میان دانه‌های دیگر غلاف‌ها انتخاب شد و به مدت ۲٤ ساعت با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد در دستگاه آون قرار داده شد و طبق استاندارد ASAE رطوبت دانه‌ها از روش درصد وزنی (۱) اندازه‌گیری شد که رطوبت اولیه بر پایه تر برابر با ۷۹ درصد به دست آمد. که در آن $m_1$ وزن اولیه دانه، $m_2$ وزن دانه‌ها بعد از خشک شدن با آون، W درصد وزنی رطوبت دانه‌ها بر پایه تر می‌باشد.

$$W = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \times 100 \qquad (۱)$$

### اندازه‌گیری ابعاد و جرم

برای هر دانه اندازه‌ی سه بعد اصلی (طول، عرض و ضخامت) توسط کولیس (با دقت اندازه‌گیری ۰/۰۲ mm) اندازه‌گیری شد، برای اندازه‌گیری جرم دانه‌ها نیز از ترازوی دیجیتالی استفاده گردید.

### بررسی ابعاد دانه

ابعاد محوری دانه با تعریف سه بعد اصلی عمود بر هم طول (L)، عرض (W) و ضخامت (T) مورد بررسی قرار گرفتند، با استفاده از داده‌های مربوط به اندازه‌ی ابعاد دانه‌ی باقلا، قطر میانگین حسابی (۲)، قطر میانگین هندسی (۳)، سطح جانبی (٤) و ضریب کرویت (۵) توسط روابط زیر در یک سطح رطوبتی محاسبه شد (محسنین، ۱۹۸٦).

$$D_a = {(L + W + T)}/{3} \qquad (۲)$$

$$D_g = \sqrt[3]{(LWT)} \qquad (۳)$$

$$S = \pi D_g^2 \quad (٤)$$

$$\emptyset = \frac{\sqrt[3]{LWT}}{L} \times 100 \quad (٥)$$

## چگالی حقیقی و ظاهری

برای هر تیمار وزن ۱۸ دانه‌ی باقلا با ترازو بدست آمد. و برای اندازه‌گیری حجم، از روش جابجایی مایع (آب) با استفاده از بورت مدرج بر حسب میلی‌لیتر استفاده شد. ابتدا ۱۸ دانه توسط یک قیف مخروطی داخل آب استوانه‌ی مدرج (با حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر به قطر ۸ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر) قرار داده شد و حجم توده با مقدار جابجایی آب در سه تکرار برای هر تیمار بدست آمد. سپس ۱۸ دانه داخل آب استوانه‌ی مدرج (با حجم ۵۰ میلی‌لیتر و به قطر ۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر) ریخته شد و حجم واقعی با مقدار جابجایی آب در سه تکرار برای هر تیمار بدست آمد.

چگالی توده (٦) و چگالی واقعی (۷) دانه‌های باقلا با تقسیم وزن دانه‌ها به حجم توده و حجم واقعی دانه‌ها بدست آمد. که در آن M جرم دانه ها، $V_t$ حجم توده و $V_b$ حجم واقعی دانه‌ها می‌باشد.

$$\rho_t = \frac{M}{V_t} \quad (٦)$$

$$\rho_b = \frac{M}{V_b} \quad (۷)$$

تخلخل را به عنوان درصد فضای اشغال شده توسط ذرات هوا بین دانه‌ها تعریف می‌شود که از رابطه‌ی (۸) محاسبه می‌گردد (محسنین، ۱۹۸٦).

$$\varepsilon = \left[1 - \frac{\rho_b}{\rho_t}\right] \times 100 \quad (۸)$$

## اندازه‌گیری ویژگی‌های اصطکاکی

ضرایب اصطکاک ایستایی

ضرایب اصطکاک ایستایی دانه‌ها روی سطوح مختلف شامل آهن گالوانیزه، تخته و لاستیک برای هر ۹ تیمار در سه تکرار تعیین گردید. بدین منظور از استوانه‌ای به قطر ٦۰ میلی‌متر و ارتفاع ۵۰ میلی‌متر (بدون سر و کف) استفاده شد. استوانه روی صفحات مورد نظر قرار گرفت و با دانه‌های باقلا پر می‌شد سپس زاویه‌ای که استوانه شروع به سر خوردن می‌کرد، اندازه‌گیری شد. و ضریب اصطکاک ایستایی با رابطه‌ی (۹) بدست آمد. که در آن $\alpha$ زاویه در لحظه سر خوردن می‌باشد.

$$\mu = tan\alpha \quad (۹)$$

زاویه‌ی ریپوز

برای اندازه‌گیری زاویه‌ی ریپوز پر شدن یا زاویه‌ی پایداری پر شدن از یک لوله‌ی استوانه‌ای شکل به قطر ۱۰۰ میلی‌متر و ارتفاع ۱۵۰ میلی‌متر و یک صفحه‌ی چوبی به ابعاد ۲۰*۲۰ سانتی‌متر استفاده شد. لوله‌ی استوانه‌ای در مرکز صفحه قرار داده شد و از نمونه پر گردید . ارتفاع کپه‌ی تشکیل شده اندازه‌گیری و طبق رابطه‌ی (۱۰) زاویه‌ی پایداری پر شدن محاسبه شد. که در آن h ارتفاع کپه یا توده‌ی تشکیل شده از دانه‌ها به سانتی‌متر می‌باشد.

$$\theta_f = tan^{-1}\left[\frac{h}{10}\right] \quad (۱۰)$$

به منظور تعیین زاویه‌ی ریپوز تخلیه یا زاویه‌ی پایداری تخلیه از یک جعبه‌ی چوبی به ابعاد ۱۲*۱۲*۱۲ سانتی‌متر مجهز به درب کشویی استفاده شد. ابتدا جعبه با نمونه پر و سپس درب کشویی به سرعت به طرف بالا کشیده شد. پس از تخلیه، نمونه به صورت سطح شیب‌دار قرار گرفت و با استفاده از رابطه‌ی (۱۱) زاویه‌ی پایداری تخلیه، محاسبه شد. که در این رابطه a برابر با ۱۲ سانتی‌متر و h ارتفاع کپه یا توده‌ی تشکیل شده از دانه‌ها به سانتی‌متر می‌باشد.

$$\theta_e = tan^{-1}\left[\frac{h}{a}\right] \quad (۱۱)$$

برای بررسی اثر الگوی کشت بر خواص هندسی، خواص ثقلی و خواص اصطکاکی دانه‌های باقلا رقم برکت، آزمایش‌ها در سه سطح فاصله ردیف کشت (٤۰، ۵۰ و ٦۰ سانتی‌متر) و سه فاصله بوته روی ردیف (۱۵، ۲۵، و ۳۵ سانتی‌متر) و سه تکرار در قالب آزمایش فاکتوریل دو فاکتوره ۳ × ۳ انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌های خواص هندسی، خواص ثقلی و خواص اصطکاکی در قالب طرح کاملاً تصادفی و تجزیه واریانس دو طرفه با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام گرفت و نمودارها و جداول به وسیله نرم‌افزار Microsoft office Excel 2010 رسم شد.

## نتیجه‌گیری

### اثر الگوی کشت بر خواص هندسی دانه‌های باقلا

جدول ۱ میانگین مقادیر ابعاد (طول، عرض و ضخامت) را برای دانه‌های باقلا رقم برکت در الگوی کشت‌های مختلف نشان می‌دهد. محدوده‌ی تغییرات ابعاد یعنی طول، عرض و ضخامت به ترتیب ۲٦/٤۲-۲۱/۲٤، ۱۸/٦۹-۱۱/۸۳، ۱۲/۸۸-۸/٦۵ میلی-متر بدست آمد. با افزایش فاصله بین ردیف‌ها و فاصله بوته‌ها روی ردیف ابعاد دانه نیز افزایش یافته اما طول دانه‌ها در فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر بیشتر از فاصله ٦۰ سانتی‌متر بوده است به طوری که بیش‌ترین طول دانه برای فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر بوده است.

جدول ۱: میانگین مقادیر برخی خواص هندسی دانه‌های باقلا در الگوی کشت‌های مختلف

| فاصله ردیف‌ها cm | فاصله بوته ها روی ردیف cm | طول mm | عرض mm | ضخامت mm |
|---|---|---|---|---|
| ٤٠ | ١٥ | ٢١/٢٤ | ١١/٨٣ | ٨/٦٥ |
| | ٢٥ | ٢٥/٧٢ | ١٣/٥٤ | ٩/٣٠ |
| | ٣٥ | ٢٤/١٩ | ١٥/٣١ | ١٠/٣٦ |
| ٥٠ | ١٥ | ٢٢/٢٦ | ١٦/٠٨ | ٩/٩٨ |
| | ٢٥ | ٢٦/٤٢ | ١٦/٣٥ | ١١/٤٧ |
| | ٣٥ | ٢٣/٦٨ | ١٧/٥٣ | ١١/٩٤ |
| ٦٠ | ١٥ | ٢٤/٣٧ | ١٧/٠٩ | ١١/٢٥ |
| | ٢٥ | ٢٦/١٠ | ١٧/٤٠ | ١٢/٢٩ |
| | ٣٥ | ٢٥/١٥ | ١٨/٦٩ | ١٢/٨٨ |

در جدول ۲ نتایج آنالیز واریانس اثر الگوی کشت بر پارامترهای خواص هندسی که وابسته به ابعاد دانه می‌باشند ارائه شده است. اثر متقابل فاصله بین ردیف‌ها و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف کشت اثر معنی‌داری بر روی ضریب کرویت دانه‌ها نداشته و اثر فاصله بین ردیف‌ها و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف‌ها و هم‌چنین اثر متقابل آنها بر قطر هندسی و قطر حسابی دانه‌ها در سطح خطای یک درصد و برای سطح جانبی دانه‌ها در سطح خطای پنج درصد اثر معنی‌داری دارد. مقایسه میانگین-های حاصل از اثر متقابل فاصله بین ردیف‌ها و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف با استفاده از آزمون دانکن برای قطر حسابی، قطر هندسی و سطح جانبی دانه‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲: نتایج آنالیز واریانس مربوط به اثر الگوی کشت بر خواص هندسی دانه‌های باقلا (بر اساس مقدار F)

| پارامترها | قطر هندسی | قطر حسابی | ضریب کرویت | سطح جانبی |
|---|---|---|---|---|
| A | ۳۰۷/۹۰** | ۲٥٤/٥٥** | ۱٥۷/۷٤** | ۲۹٤/٦۲** |
| B | ۱۳۰/٦۷** | ۱۳٥/٦۳** | ۷۷/٤٤** | ۱۲۲/۰۹** |
| A*B | ٥/٥۹** | ۸/۲۳** | ۲/۱۰ns | ۳/۲۳* |

** تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد ($p<0.01$)، * تفاوت معنی‌داری در سطح ٥ درصد ($p<0.05$)، ns عدم معنی‌داری

با توجه به جدول ۳ محدوده‌ی تغییرات قطر حسابی، قطر هندسی و سطح جانبی به ترتیب ۱۸/۹۱-۱۳/۹۰، ۱۸/۲۲-۱۲/۹٤، ۱۰٤۳/۸۰-٥۲٦/۷٤ بدست آمد. با افزایش فاصله بین ردیف‌ها و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف قطر حسابی، قطر هندسی و سطح جانبی که محاسبه شده از میانگین مقادیر ابعاد دانه‌ها می‌باشند، افزایش یافت به طوری که بیش‌ترین میانگین قطر هندسی، قطر حسابی و سطح جانبی برای فاصله بین ردیف ٦۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته روی ردیف ۳٥ سانتی‌متر می‌باشد.

جدول ۳: نتایج آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌های خواص هندسی متأثر از فاصله ردیف‌ها و فاصله بوته‌ها روی ردیف

| اثرات متقابل | | | | |
|---|---|---|---|---|
| فاصله ردیف‌ها | فاصله بوته‌ها روی ردیف | قطر هندسی | قطر حسابی | سطح جانبی |
| ٤۰ | ۱٥ | ۱۲/۹٤$^{f}$ | ۱۳/۹۰$^{e}$ | ٥۲٦/۷۳$^{f}$ |
| | ۲٥ | ۱٤/۷۹$^{e}$ | ۱٦/۱۸$^{d}$ | ٦۸۷/۸٦$^{e}$ |
| | ۳٥ | ۱٥/٦٥$^{d}$ | ۱٦/٦۲$^{d}$ | ۷۷۰/٦۷$^{d}$ |
| ٥۰ | ۱٥ | ۱٥/۳۷$^{d}$ | ۱٦/۲٤$^{d}$ | ۷٤۲/۸۹$^{d}$ |
| | ۲٥ | ۱۷/۰٤$^{c}$ | ۱۸/۰۸$^{b}$ | ۹۱۲/۸۷$^{c}$ |
| | ۳٥ | ۱۷/۰٥$^{c}$ | ۱۷/۷۲$^{bc}$ | ۹۱۳/٤۲$^{c}$ |
| ٦۰ | ۱٥ | ۱٦/۷۳$^{c}$ | ۱۷/٥۱$^{c}$ | ۸۸۰/۱۷$^{c}$ |
| | ۲٥ | ۱۷/۷۳$^{b}$ | ۱۸/٥۹$^{a}$ | ۹۸۸/۷۸$^{b}$ |
| | ۳٥ | ۱۸/۲۲$^{a}$ | ۱۸/۹۱$^{a}$ | ۱۰٤۳/۸٤$^{a}$ |

a, b, c,... حروف متفاوت در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد است.

**اثر الگوی کشت بر خواص ثقلی دانه‌های باقلا**

جدول ٤ میانگین داده‌های حجم جابجایی توده، حجم جابجایی واقعی و جرم واحد را برای دانه‌های باقالا در الگوی کشت-های مختلف نشان می‌دهد. محدوده‌ی تغییرات حجم جابجایی توده، حجم جابجایی واقعی و جرم واحد به ترتیب $mm^3$ ٤۳۰٦٦/٦۷–۹٤۸٦٦/٦۷، $mm^3$ ۳٦۹۳۳/۳۳–۷۰۰۳۳/۳۳، ۳۸/٦٤–٥٦/٤۰g بدست آمد. با افزایش فاصله بین ردیف‌ها و فاصله بوته‌ها روی ردیف که باعث افزایش ابعاد دانه‌ها شده بود (جدول ۱)، حجم جابجایی توده، حجم جابجایی واقعی و جرم واحد دانه‌ها نیز افزایش یافت.

جدول ٤: میانگین مقادیر برخی خواص ثقلی دانه‌های باقلا در الگوی کشت‌های مختلف

| فاصله ردیف ها cm | فاصله بوته‌ها روی ردیف cm | حجم جابجایی توده $mm^3$ | حجم جابجایی واقعی $mm^3$ | جرم واحد g |
|---|---|---|---|---|
| ٤۰ | ۱٥ | ٤۳۰٦٦/٦۷ | ۳٦۹۳۳/۳۳ | ۳۸/٦٤ |
| | ۲٥ | ٥۲۲۰۰/۰۰ | ٤٦۰٦٦/٦۷ | ٤٦/۰٥ |
| | ۳٥ | ۷۱۹٦٦/٦۷ | ٥۷۰۳۳/۳۳ | ۳٥/٥۱ |
| ٥۰ | ۱٥ | ٦۲۱٦٦/٦۷ | ٤٤۲۰۰/۰۰ | ٤٤/۹۲ |
| | ۲٥ | ٦۷۰۳۳/۳۳ | ٥٥۹۳۳/۳۳ | ٤۹/۰۳ |
| | ۳٥ | ۸٤۹۳۳/۳۳ | ٦٤۷۳۳/۳۳ | ٥٤/۸۱ |
| ٦۰ | ۱٥ | ۷۰۰٦٦/٦۷ | ٥۹۰۳۳/۳۳ | ٥۰/۳۷ |
| | ۲٥ | ۸٦۹٦٦/٦۷ | ٦۲۱۳۳/۳۳ | ٥۳/۳۰ |
| | ۳٥ | ۹٤۸٦٦/٦۷ | ۷۰۰۳۳/۳۳ | ٥٦/٤۰ |

نتایج آنالیز واریانس اثر الگوی کشت بر پارامترهای خواص ثقلی در جدول ۵ ارائه شده است. اثرات اصلی فاصله بین ردیف-ها و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف کشت و هم‌چنین اثر متقابل آنها بر دانسیته توده و تخلخل دانه‌ها در سطح خطای یک درصد و برای دانسیته واقعی دانه‌ها در سطح خطای پنج درصد اثر معنی‌داری دارد.

مقایسه میانگین‌های حاصل از اثر متقابل فاصله بین ردیف‌ها و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف کشت با استفاده از آزمون دانکن برای دانسیته توده، دانسیته واقعی و تخلخل دانه‌ها در جدول ٦ نشان داده شده است.

جدول ۵: نتایج آنالیز واریانس مربوط به اثر الگوی کشت بر خواص ثقلی دانه‌های باقلا (بر اساس مقدار F)

| پارامترها | دانسیته توده | دانسیته واقعی | تخلخل |
|---|---|---|---|
| A | ۱۵۰/۵۰** | ۳۰/۳۳** | ۵۳۸/٦۵** |
| B | ۳۹/۵۰** | ۳۲/۳۳** | ۱٦۸/٦۹** |
| A*B | ۸/۷۵** | ۳/۳۳* | ۳۹۷/۱۹** |

** تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد ($p<0.01$)، * تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد ($p<0.05$)

محدوده‌ی تغییرات میانگین دانسیته توده، دانسیته واقعی و تخلخل دانه‌های باقلا در الگوی کشت‌های مختلف با توجه به جدول ٦ به ترتیب ۰/۰۰۰۸۹-۰/۰۰۰۵۹، ۰/۰۰۱۰٤-۰/۰۰۰۸۰، ۱۰٤۳/۸٤-۵۲٦/۷۳ بدست آمد. با افزایش فاصله بین ردیف‌ها و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف میانگین دانسیته توده و دانسیته واقعی کاهش یافت به طوری که بیش‌ترین میانگین دانسیته توده و دانسیته واقعی برای فاصله بین ردیف ٤۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد اما برخلاف دانسیته توده و دانسیته واقعی با افزایش فاصله بین ردیف‌های کشت و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف میزان تخلخل دانه‌ها نیز افزایش یافت که بیش‌ترین میانگین تخلخل دانه‌ها برای فاصله بین ردیف ٦۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته روی ردیف ۳۵ سانتی‌متر می‌باشد.

جدول ٦: نتایج آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌های خواص ثقلی دانه‌های باقلا متأثر از فاصله ردیف‌ها و فاصله بوته‌ها رو ردیف

| اثرات متقابل | | | | |
|---|---|---|---|---|
| فاصله ردیف‌ها | فاصله بوته‌ها روی ردیف | دانسیته توده | دانسیته واقعی | تخلخل |
| ٤٠ | ١٥ | ٠/٠٠٠٨٩$^{a}$ | ٠/٠٠١٠٤$^{a}$ | ٥٢٦/٧٣$^{f}$ |
| | ٢٥ | ٠/٠٠٠٨٨$^{b}$ | ٠/٠٠١٠$^{c}$ | ٦٨٧/٨٦$^{e}$ |
| | ٣٥ | ٠/٠٠٠٧٤$^{c}$ | ٠/٠٠٠٩٣$^{d}$ | ٧٧٠/٦٧$^{d}$ |
| ٥٠ | ١٥ | ٠/٠٠٠٧٢$^{d}$ | ٠/٠٠١٠١$^{b}$ | ٧٤٢/٨٩$^{d}$ |
| | ٢٥ | ٠/٠٠٠٧٣$^{cd}$ | ٠/٠٠٠٨٧$^{e}$ | ٩١٢/٨٧$^{c}$ |
| | ٣٥ | ٠/٠٠٠٦٤$^{e}$ | ٠/٠٠٠٨٤$^{f}$ | ٩١٣/٤٢$^{c}$ |
| ٦٠ | ١٥ | ٠/٠٠٠٧١$^{d}$ | ٠/٠٠٠٨٥$^{f}$ | ٨٨٠/١٧$^{c}$ |
| | ٢٥ | ٠/٠٠٠٦١$^{f}$ | ٠/٠٠٠٨٥$^{f}$ | ٩٨٨/٧٨$^{b}$ |
| | ٣٥ | ٠/٠٠٠٥٩$^{g}$ | ٠/٠٠٠٨٠$^{g}$ | ١٠٤٣/٨٤$^{a}$ |

a, b, c,... حروف متفاوت در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد است.

### اثر الگوی کشت بر خواص اصطکاکی دانه‌های باقلا

نتایج ضریب اصطکاک استاتیکی روی سطوح آهن گالوانیزه، تخته و لاستیک برای دانه‌های باقلا در الگوی کشت‌های مختلف در جدول ۷ آورده شده است. با توجه به جدول ۷ محدوده‌ی تغییرات میانگین ضریب اصطکاک استاتیکی روی سطوح آهن گالوانیزه، تخته و لاستیک به ترتیب ۰/۲۸۱-۰/۲٦٦، ۰/۳٤۷-۰/۳۳٦، ۰/٤۸۰-۰/٤۷۳ بدست آمد. که بیش‌ترین ضریب اصطکاک استاتیکی روی سطوح آهن گالوانیزه، تخته و لاستیک برای فاصله بین ردیف ٦۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته روی ردیف ۳۵ سانتی‌متر می‌باشد. که دلیل آن افزایش ابعاد دانه‌ها و افزایش سطح تماس و در نهایت اصطکاک بیشتر با صفحه زیر دانه‌ها می‌باشد.

جدول ۷: میانگین مقادیر برخی خواص اصطکاکی دانه‌های باقلا در الگوی کشت‌های مختلف

| فاصله ردیف‌ها cm | فاصله بوته‌ها روی ردیف cm | ضریب اصطکاک استاتیکی | | |
|---|---|---|---|---|
| | | آهن گالوانیزه | تخته | لاستیک |
| ٤٠ | ۱۵ | ۰/۲٦٦ | ۰/۳۳۹ | ۰/٤۷۲ |
| | ۲۵ | ۰/۲٦۹ | ۰/۳٤۲ | ۰/٤۷۳ |
| | ۳۵ | ۰/۲٦٦ | ۰/۳۳٦ | ۰/٤۷۵ |
| ۵۰ | ۱۵ | ۰/۲٦۹ | ۰/۳۳۸ | ۰/٤۷۳ |
| | ۲۵ | ۰/۲٦۸ | ۰/۳٤٤ | ۰/٤۷۵ |
| | ۳۵ | ۰/۲۷۱ | ۰/۳٤٦ | ۰/٤۷۵ |
| ٦۰ | ۱۵ | ۰/۲٦۸ | ۰/۳٤۵ | ۰/٤۷۸ |
| | ۲۵ | ۰/۲٦۸ | ۰/۳٤۷ | ۰/٤۷۹ |
| | ۳۵ | ۰/۲۸۱ | ۰/۳٤۷ | ۰/٤۸۰ |

نتایج آنالیز واریانس اثر الگوی کشت بر خواص اصطکاکی زاویه ریپوز پر شدن و زاویه ریپوز تخلیه در جدول ۸ ارائه شده است. فاصله بین ردیف‌ها بر روی زاویه ریپوز پرشدن و زاویه ریپوز تخلیه دانه‌های باقلا در سطح خطای یک درصد اثر معنی‌داری دارد و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف کشت بر روی زاویه پر شدن دانه‌ها اثر معنی‌داری نداشته اما بر روی زاویه تخلیه در سطح خطای پنج درصد اثر معنی‌داری داشته است. و هم‌چنین اثر متقابل آن‌ها بر زاویه ریپوز تخلیه و پرشدن دانه‌ها اثر معنی‌داری ندارد.

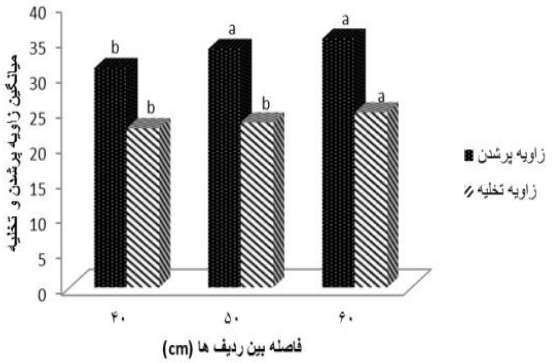
جدول ۸: نتایج آنالیز واریانس مربوط به اثر الگوی کشت بر خواص اصطکاکی دانه‌های باقلا (بر اساس مقدار F)

| پارامترها | زاویه ریپوز پرشدن | زاویه ریپوز تخلیه |
|---|---|---|
| A | ۳۲/۷۳** | ۲۸/۳۰** |
| B | ۰/۱۹۸ns | ۵/۳۲* |
| A*B | ۸/۳۷٦ns | ۰/۹۲٦ns |

** تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد ($p<0.01$)، * تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد ($p<0.05$)، ns عدم معنی‌داری

در شکل ۱ تاثیر فاصله بین ردیف‌های کشت برای زاویه ریپوز تخلیه و زاویه ریپوز پرشدن دانه‌های باقلا نشان داده شده است. با توجه به شکل ۱ با افزایش فاصله بین ردیف‌ها زاویه تخلیه و پر شدن افزایش می‌یابد به طوری که برای زاویه ریپوز

پر شدن بین فاصله ردیف ۵۰ و ٦۰ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و هم‌چنین برای زاویه ریپوز تخلیه نیز بین فاصله ردیف‌های ٤۰ و ۵۰ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. خواص فیزیکی برای دانه‌های متعددی نظیر بادام زمینی، نخود سبز، سویا، گیلاس، پسته، باقلا و دانه فندق توسط محققین متعددی اندازه‌گیری شده است ولی تاکنون هیچ گزارشی از اندازه‌گیری اثر الگوی کشت بر خواص فیزیکی دانه‌ها منتشر نشده است. (باریه، ۲۰۰۱. نیمکار و چاتوپادیا، ۲۰۰۱. دشباند و همکاران، ۱۹۹۳. کالیسیر و ایدین، ۲۰۰٤. ایدین، ۲۰۰۳. آلتانتس و پالدیز، ۲۰۰۷ وکاشانی نژاد، ۲۰۰٦).




شکل ۱: اثر فاصله بین ردیف‌های کشت برای زاویه ریپوز تخلیه و زاویه ریپوز پرشدن دانه‌های باقلا

## مراجع


۱. ترابی جفرودی، آ. فیاض مقدم، ا. و حسن زاده قورتپه، ع. ۱۳۸٤. بررسی اثرات کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد برخی خصوصیات رویشی در ارقام لوبیا قرمز. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳٦، شماره۳، ص ٦٤٦-٦۳۹.

۲. ربیعی. م. ۱۳۹۰. طرح تعیین بهترین تاریخ کاشت،میزان بذر و فاصله خطوط کشت گیاه باقالا واریته برکت به عنوان کشت دوم در گیلان.

۳. شباهنگ، ج. ۱۳۸۹. اثر فاصله روی ردیف و بین ردیف و ارایش کاشت بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن کدو پوست کاغذی. نشریه بوم شناسی کشاورزی. جلد۲، شماره ۳، ص ٤۲۷-٤۱۷.

٤. صباغ پور، س. ح. ۱۳۷۳. گزارش پژوهشی حبوبات سال زراعی ۷۳-۷۲. مرکز تحقیقات کشاورزی گرگان و گنبد ٤۱.

۵. مجنون حسینی، ن. ۱۳۷۷. حبوبات در ایران. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران. ۲٤۰ ص.

٦. مظاهری، د. ۱۳۷۷. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ۲٦۵ص.

7. Al-Rifaee, M., Turk M. A. and A. M. Tawaha. 2004. Effect of Seed Size and Plant Population Density on Yield and Yield Components of Local Faba bean (Vicia faba L.Major). International Journal of Agriculture and Biology. 6 (2): 294–299.
8. Altuntas, E., & Yildiz, M. 2007. Effect of moisture content on some physical & mechanical properties of faba bean (Vicar faba L.) grains. Journal of Food Engineering, 78(1), 174–183.
9. Ayaz, S., Mc Kenzie B. A., Hill G. D. and Mcneil, D. L. 2004. Variability in yield of four grain legume species in a subhumid temperate environment. II. Yield components. Journal of Agricultural Science. 142: 21-28.
10. Aydin, C. 2003. Physical properties of almond nut and kernel. Journal of Food Engineering, 60, 315–320.
11. Baryeh, E. A. 2001. Physical properties for Bambara groundnuts. Journal of Food Engineering, 47, 321–326.
12. Beent, J. Adams P. and Burga, M. W. C. 1977. Pod yield component variation and intercorrelation in Phaseolus vulgaris L. as effected by planting density. Journal of Crop Science. 17: 73-75.
13. Calisir, S., & Aydin, C. 2004. Some physico-mechanic properties of cherry laurel (Prunus lauracerasus L.) fruits. Journal of Food Engineering, 65, 145–150.
14. Deshpande, S. D., Bal, S., & Ojha, T. P. 1993. Physical properties of soybean. Journal of Agricultural Engineering Research, 56, 89–98.
15. FAO. 2005. Production Year Book, 2004. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy. http://apps. Fao. Org.
16. Kashaninejad, M. 2006. Some physical properties of Pistachio (Pistacia vera L.) nut and its kernel, Journal of Food Engineering, 72, 30–38.
17. Loss, S. P., Siddique K. H. M., Martin, L. D., and Crombie, A. 1998. Response of Fababean (Vicia faba L.) to sowing rate in south-western Australia II. Canopy development, radiationabsorption and dry matter partitioning. Australian Journal of Agricultural Research. 49: 999-1008.
18. Mohsenin, N. N. 1986. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach science publishers, New York.
19. Nimkar, P. M., & Chattopadhyay, P. K. 2001. Some physical properties of green gram. Journal Agricultural Engineering Research, 80(2), 183–189.
20. Turpin, J.E., Robertson, M.J., Hillcoat, N.S., and Herridage, D.E. 2002. Fababean (Vicia faba L.) in Australia, s northern grains belt: canopy development, biomass and nitrogen accumulation and partitioning. AUH. J. Agric.53: 227-237.

# Effect of planting pattern (row spacing and seed spacing in row) on some bean physical properties (Broad bean var. Barakat)

## Abstract

The effects of pattern, including the distance between plants in the row (15, 25 and 35 cm) and spacing between rows (40, 50 and 60 cm), the physical properties of the bean seeds were studied. Dependent variables are geometry, gravity and friction properties of seeds. The results indicated the range of change in the mean length, width and thickness of 21.24-26. 42, 11.83-18.69, 8.65-12.88 mm and the mass displacement volume changes, the actual displacement volume and the mass of the order of 94866.67-43066.67 $mm^3$, 36933.33-70033.33 $mm^3$, 38.64-56.40 g and the scope of the change in the mean coefficient of static friction on the surfaces of iron, zinc, timber and rubber the 0.266-0.281, 0.336-0.347 and 0.473-0.480 respectively. Variance analysis indicated that most of the geometric mean diameter, the diameter of the account, porosity, and surface discharge angle of repose ranged lateral distance between the rows of seeds to plant spacing of 60 cm and 35 cm. The maximum mean bulk density and true density of 40 cm between rows and 15 cm between plants in the row.

**Key words:** Bean, Planting pattern, geometric properties, gravity properties, friction properties.