

بررسی برخی خواص فیزیکی بذر و لپه نخود دسی و ااریته کاکا

سید محمدعلی رضوی^{۱*}، الهام زایرزاده^۲، نشاط خفاجی^۲ و ماندانا پهلوانی^۲

۱- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۰۹/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۰۳/۱۰

چکیده

در این پژوهش، برخی خواص فیزیکی مانند خواص هندسی، ثقلی، اصطکاکی و آئروپنایمیکی مربوط به بذر و لپه نخود دسی و ااریته کاکا به ترتیب با میانگین رطوبتی ۸/۲ و ۹/۰ درصد (بر اساس وزن مرطوب) مورد بررسی قرار گرفت. خواص هندسی و ثقلی شامل طول، عرض و ضخامت، میانگین هندسی قطر، ضریب کرویت، وزن واحد نمونه، وزن ۱۰۰۰ دانه، حجم، دانسیته جامد، دانسیته توده و تخلخل بودند. نتایج نشان داد که داده‌های مربوط به دانسیته جامد، دانسیته توده و تخلخل در مورد بذر، بیشتر از لپه بودند. همچنین در این پژوهش، خواص اصطکاکی بذر و لپه نخود دسی و ااریته کاکا شامل زاویه‌های ریپوز پرکردن و تخلیه و ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی پنج سطح اصطکاکی (شامل آهن گالوانیزه، شیشه، فایبرگلاس، تخته سه‌لا و لاستیک) اندازه‌گیری شدند. شیشه در هر دو نمونه، کمترین ضریب اصطکاکی را به خود اختصاص داد. در مورد نمونه بذر، تخته سه‌لا بیشترین ضریب اصطکاکی را داشت در حالی که در نمونه لپه، بیشترین ضریب اصطکاکی مربوط به فایبرگلاس بود. سرعت حد اندازه‌گیری شده برای نمونه لپه، بالاتر از میزان سرعت اندازه‌گیری شده برای بذر بود.

واژه‌های کلیدی: آئروپنایمیکی، اصطکاکی، ثقلی، خواص هندسی

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.)، عضو گیاهان خانواده بقولات حبوبات است (USDA, 2005). مطابق یافته‌ها، این گیاه یکی از قدیمی‌ترین منابع غذایی مورد استفاده بشر می‌باشد به طوری که قدمت گونه‌های وحشی یافت شده از آن در غاری در جنوب فرانسه در حدود 6790 ± 90 سال قبل از میلاد تخمین زده می‌شود و قدمت گونه‌های اهلی یافت شده در ترکیه به ۳۵۰۰ سال قبل از میلاد برمی‌گردد (Zohary et al., 2000). در حال حاضر این محصول در ترکیه به عنوان یکی از محصولات زراعی مطرحی کشت می‌گردد (Konak et al., 2002).

نخود، منبع بسیار مناسبی برای روی، آهن و پروتئین است. همچنین به لحاظ میزان فیبرهای رژیمی، بسیار غنی بوده و میزان چربی اندکی دارد که عمدتاً اسیدهای چرب آن از نوع چند غیراشباعی هستند. انواع نخود به طور متوسط دارای ۱۹ درصد پروتئین، ۱۳ درصد چربی و ۶۸ درصد

کربوهیدرات می‌باشند. همچنین به لحاظ تأمین میزان کلسیم مورد نیاز نیز حایز اهمیت است (USDA, 2005).

طبق آمارهای انتشار یافته از سوی سازمان خوار و بار جهانی در سال ۲۰۰۵، به لحاظ میزان تولید، کشور هندوستان رتبه اول را به خود اختصاص داده است و پس از آن به ترتیب کشورهای پاکستان، ترکیه، ایران و مکزیک در مقام‌های بعدی قرار دارند (FAO, 2006). مطابق آمار ارائه شده، تولید جهانی این محصول در سال ۲۰۰۷ بیش از ۹/۳ میلیون تن بوده است که سهم ایران از آن در حدود ۳/۳ درصد بود.

این محصول دارای دو تیپ برجسته دسی^۲ و کابلی^۳ می‌باشد. تیپ دسی دارای بذور کوچک با رنگ تیره‌تر و پوشش سفت و خشنی است و عموماً در شبه قاره هند، ایتوپی، مکزیک و ایران کشت می‌گردد. نوع کابلی دارای بذور بزرگ‌تر با رنگ روشن‌تر و پوشش نرم‌تر می‌باشد. این تیپ به‌طور عمده در اروپای جنوبی، آفریقای شمالی، افغانستان و شیلی پرورش داده می‌شود و در طی قرن هجدهم وارد شبه قاره هند گردید. تیپ دسی در مقایسه با کابلی میزان فیبر

* نویسنده مسئول: دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی، صندوق پستی: ۹۱۷۷۵-۱۱۶۳، پست الکترونیک: s.razavi@um.ac.ir

² Desi
³ Kabuli

تعیین خصوصیات فیزیکی

به منظور تعیین وزن ۱۰۰۰ دانه (بذر و لپه) و نیز تعیین وزن واحد نمونه، از یک شمارنده‌ی عددی (Elehemel model, Hemstend Company) و یک ترازوی الکترونیک با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم استفاده گردید. جهت اندازه‌گیری میانگین ابعاد بذر و لپه، ۲۵ عدد نمونه به طور تصادفی انتخاب شد و سپس طول (L)، عرض (W) و ضخامت (T) آنها با استفاده از یک کولیس با دقت ۰/۰۱ تعیین شد. میانگین هندسی قطر (Dg) و ضریب کرویت (Φ) با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

$$D_g = (LWT)^{0.333}$$

$$\Phi = \frac{(LWT)^{0.333}}{L}$$

دانسیتته جامد نمونه‌ها به صورت نسبت جرم یک بذر و لپه به حجم واقعی آن تعریف می‌شود. حجم واقعی نمونه‌ها و دانسیته حقیقی آنها با استفاده از اصل جابجایی مایع به دست آمد. برای این منظور، به جای آب از تولون^۱ استفاده شد زیرا این ماده به میزان خیلی کمتری توسط نمونه‌ها جذب می‌شود و کشش سطحی آن کمتر است. تولون همچنین قدرت انحلال کمی دارد و منافذ سطحی نمونه‌ها را پُر می‌کند (Ogut, 1998). یکی از روش‌های جابجایی مایع جهت تعیین حجم واقعی هر نمونه، روش استاندارد پیکنومتری است (Mohsenin, 1970). در این روش، حجم بر حسب متر مکعب (m^3) بر اساس معادله زیر محاسبه شد:

$$V = \frac{M_{td}}{\rho_t} = \frac{(M_t - M_p) - (M_{pts} - M_{ps})}{\rho_t}$$

در این معادله M_t وزن پیکنومتر حاوی تولون، M_p وزن پیکنومتر، V_p حجم پیکنومتر، M_{pts} وزن پیکنومتر حاوی تولون و نمونه و M_{ps} وزن پیکنومتر و نمونه است. سپس دانسیته جامد بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب ($kg.m^{-3}$) و با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید:

$$\rho_t = \frac{M_{ps} - M_p}{V_p}$$

بالتری را دارا می‌باشد. تیپ دسی در ایران در نواحی شمالی غربی، در پخت برخی غذاها مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما استفاده‌ی عمده‌ی آن به صورت محصول لپه شده می‌باشد. با توجه به مطرح بودن ایران به عنوان یکی از تولیدکننده‌های اصلی نخود و عدم وجود اطلاعات علمی مناسب در ارتباط با خصوصیات فیزیکی بذر نخود و لپه آن، استفاده از تجهیزات پس از برداشت و فرآوری نامناسب، منجر به کاهش کارایی و افزایش ضایعات تولید می‌گردد. لذا دستیابی به اطلاعات علمی پایه در رابطه با خصوصیات فیزیکی که نقش اساسی در طراحی تجهیزات مورد نیاز کشت، برداشت، انتقال، انبارداری و فرآوری محصول ایفا می‌نمایند، ضروری به نظر می‌رسد. تاکنون مقالات متعددی درباره خواص فیزیکی بسیاری از محصولات کشاورزی از جمله سویا (Deshpande, 1993)، عدس (Carman, 1996)، لوبیای چشم‌بلیلی (Ige, 1977)، نخودفرنگی (Yalcin et al., 2007)، لوبیای افاقیا (Olajide et al., 1999)، لوبیای سودانی (Baryeh et al., 2002) و باقلا (Fraser et al., 1978) انتشار یافته است.

برخی خصوصیات فیزیکی بذر نخود مانند دانسیته، سرعت حد و ضریب درگ (Kural & Carman, 1997) و نیز ارتباط این خصوصیات فیزیکی با میزان رطوبت (Konak et al., 2002)، همچنین خصوصیات فیزیکوشیمیایی، جذب آب، خواص خیساندن و پخت برخی گونه‌های نخود سیلیسی از نوع کابلی (Patane et al., 2004)، مورد مطالعه قرار گرفته است. با این حال، تاکنون تحقیقی در خصوص ویژگی‌های فیزیکی نخود دسی (واریته کاکا) صورت نپذیرفته است. لذا در این پژوهش، برخی خواص فیزیکی مربوط به بذر و لپه‌ی این واریته از نخود، مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه

نمونه‌های مورد نیاز در این طرح پژوهشی از بازار محلی استان‌های شمال غربی کشور تهیه شدند. در ابتدا، بذر جهت زدودن مواد خارجی مانند گرد و غبار و سنگ و کاه، به شیوه دستی بوجاری و سپس پوست‌گیری شدند. به منظور تعیین محتوای رطوبت نمونه‌ی بذر و لپه، از یک آون دارای سیستم تبادل هوای گرم با دمای 3 ± 105 درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت استفاده گردید (USDA, 1997) که بر اساس آن، میانگین محتوای رطوبت نمونه بذر و لپه، به ترتیب ۸/۲ و ۹/۰ درصد (بر اساس وزن مرطوب) اندازه‌گیری شد.

^۱ C₇H₈

ریپوز پُر کردن (θ_f) به دست می‌آید (Kaleemullah *et al.*, 2002; Aydin, 2002):

$$\theta_f = \tan^{-1} \left(\frac{2H}{D} \right)$$

در این معادله، H بلندترین ارتفاع مخروط و D قطر مخروط است. ضریب اصطکاک استاتیکی بذور نخود و لپه آن بر روی پنج سطح اصطکاکی شامل شیشه، فایبرگلاس، لاستیک، تخته سه‌لا و ورق آهن گالوانیزه مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، یک مکعب فایبرگلاسی فاقد سرپوش و کف‌پوش به طول ۱۵، عرض ۱۰ و ارتفاع ۴ سانتی‌متر بر روی ساختاری با قابلیت شیب‌دار شدن که سطوح مورد نظر نیز بر روی آن قرار می‌گرفتند، گذاشته شده و از نمونه پُر می‌شد. مکعب فایبرگلاس حاوی نمونه به اندازه کمی (۵ تا ۱۰ میلی‌متر) بلند می‌شد تا فایبرگلاس مستقیماً با سطح استاتیکی تماس نداشته باشد. ساختار مزبور به همراه مکعب فایبرگلاسی مستقر بر روی آن به تدریج به شکل شیب‌دار در می‌آمد تا این‌که مکعب فایبرگلاس حاوی نمونه بر روی سطح استاتیکی به سمت پایین حرکت کند. سپس زاویه حاصل (α) با استفاده از یک مقیاس مدرج، خوانده شده و ضریب اصطکاک استاتیکی (μ_s) توسط معادله زیر به دست آمد:

$$\mu_s = \tan \alpha$$

سرعت حد (V_t) بذور و لپه با استفاده از یک ستون هوا اندازه‌گیری گردید. برای هر آزمون، نمونه از بالا در درون ستون هوایی به قطر ۷۵ میلی‌متر رها گردید. سرعت هوای درون ستون در لحظه معلق ماندن نمونه توسط آنومتر^۱ (AM4205, Lutron company, Taiwan) با دقت ۰/۱ متر بر ثانیه ($m.s^{-1}$) اندازه‌گیری شد (Razavi *et al.*, 2007).

نتایج و بحث

نتایج خواص هندسی

داده‌های میانگین و انحراف معیار مربوط به طول، عرض، ضخامت، میانگین هندسی و ضریب کرویت نمونه بذور و لپه در جدول ۱ نشان داده شده است. ضریب کرویت برای نمونه‌ی بذور ۷۸/۹۹ و برای لپه آن ۶۸/۱۰ به دست آمد. نتایج انتشار یافته توسط (Konak *et al.*, 2002) نشان داده است که مقادیر طول، عرض، ضخامت، میانگین هندسی و ضریب

برای اندازه‌گیری دانسیته توده، از ظرفی با وزن و حجم مشخص که از بالا با استفاده از نمونه‌ها پُر می‌شد، استفاده گردید. نمونه‌ها با سرعت یکنواخت از ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری به درون ظرف ریخته می‌شدند (Singh *et al.*, 1996). پس از پُر شدن ظرف، دانه‌های اضافی با دو حرکت زیگزاگی یک تخته مسطح روی سطح فوقانی ظرف، تخلیه شده به طوری که دانه‌ها فشرده نشوند. سپس ظرف حاوی نمونه‌ها با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم (Model GT 2100)، توزین و نسبت وزن نمونه موجود در ظرف به حجم ظرف به عنوان دانسیته توده هر نمونه در نظر گرفته شد. تخلخل نمونه‌ها نیز با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (Mohsenin, 1970; Singh *et al.*, 1996):

$$\varepsilon = \left\{ 1 - \frac{\rho_b}{\rho_t} \right\} \times 100$$

در این معادله، ε میزان تخلخل بر حسب درصد، ρ_b دانسیته توده و ρ_t دانسیته جامد (بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب) است. جهت تعیین زاویه ریپوز تخلیه از جعبه‌ای مکعبی شکل از جنس فایبرگلاس، مستقر شده بر روی یک سطح افقی فایبرگلاس، فاقد سرپوش به ابعاد $20 \times 20 \times 20$ سانتی‌متر و دارای درب کشویی استفاده گردید. این جعبه توسط نمونه‌های بذور و لپه، کاملاً پُر شده و پس از هموار کردن سطح فوقانی آن، با برداشتن سریع درب کشویی به دانه‌ها اجازه داده می‌شد جریان یافته و با شیب طبیعی خود تشکیل کپه دهند. سپس زاویه ریپوز تخلیه (θ_e) با اندازه‌گیری ارتفاع دو سطح آزاد نمونه‌ها (h_1 و h_2) در دو فاصله افقی معین از یک انتهای جعبه (x_1 و x_2) و جاگذاری داده‌ها در معادله زیر به دست آمد (Joshi *et al.*, 1993; Fraser *et al.*, 1978):

$$\theta_e = \tan^{-1} \left(\frac{h_2 - h_1}{x_2 - x_1} \right)$$

برای اندازه‌گیری زاویه ریپوز پُر کردن، از یک استوانه فلزی فاقد درب و کف به قطر ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر استفاده شد که در مرکز یک ظرف فلزی دایره‌ای شکل به قطر ۳۵ سانتی‌متر قرار می‌گرفت و توسط نمونه همانند روش قبل کاملاً پُر می‌گردید. استوانه فلزی به آرامی به طرف بالا کشیده شد تا یک توده مخروطی شکل از بذور روی سطح ظرف دایره‌ای ایجاد شود. بلندترین ارتفاع این مخروط، اندازه گرفته شده و با استفاده از معادله زیر، زاویه

^۱ Anemometer

خواص آنرویدینامیکی

نتایج سرعت حد برای نمونه بذر و لپه در جدول ۵ نشان داده شده است. مطابق نتایج انتشار یافته توسط Konak *et al.*, (2002)، سرعت حد نخود در دامنه رطوبتی ۵/۲ تا ۱۶/۵ درصد، در محدوده ۸-۹/۵ متر بر ثانیه ($m.s^{-1}$) افزایش یافت. نتایج مشابهی نیز توسط Kural & Carman (1997) به دست آمد. سرعت حد برای بذر کدو و برخی غلات نیز اندازه‌گیری شده است (Gorial *et al.*, 1990; Joshi *et al.*, 1993).

نتیجه‌گیری

اهمیت در اختیار داشتن اطلاعات و داده‌های دقیق علمی در زمینه خصوصیات فیزیکی محصولات کشاورزی با کاربرد صنعتی، امری کاملاً بدیهی می‌باشد. نیاز روزافزون بخش کشاورزی در جهت طراحی و ساخت تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز در این زمینه از یک سو و کمبود داده‌های خواص فیزیکی مورد نیاز در طراحی فرایندها در صنایع تبدیلی از سوی دیگر، تأکیدی بر ضرورت پژوهش در زمینه مذکور است. خصوصیات فیزیکی همچون خواص هندسی، ثقلی و اصطکاکی بذر نخود و لپه آن، در ارتباط با ساخت تجهیزات مورد استفاده طی کاشت بذر، نگهداری نمونه، حمل و نقل و در نهایت فراوری محصول در کارخانجات صنایع غذایی، حایز اهمیت می‌باشد. ویژگی‌های آنرویدینامیکی محصول نیز در خصوص کاربرد روش‌های مختلف طی مراحل متعدد پس از برداشت مانند جداسازی محصول لپه‌شده یا خشک کردن در بستر سیال و ... مورد توجه می‌باشد. از این رو، نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند گامی در جهت پیش‌برد صنایع مذکور محسوب گردد.

سپاس‌گزاری

با تشکر و سپاس فراوان از آقای مهندس یونس زاهدی، که در امر تهیه نمونه‌ی مورد پژوهش، کمک‌های شایانی نمودند.

کرویت نمونه نخود در سطح رطوبت ۵/۲ درصد به ترتیب ۹/۳۴۲، ۷/۷۲۲، ۷/۷۵۲، ۸/۳۵۸، و ۸۷ درصد بوده است. در تحقیق دیگری نیز ضریب کرویت معادل ۸۳ درصد برای نخود گزارش شده است (Kural & Carman, 1997). محققین دیگر نیز خواص هندسی بذر انواع گیاهان از جمله سویا (Deshpande *et al.*, 1993)، عدس (Carman, 1996) و لوبیای چشم‌بلبلی (Ige, 1977) را مورد بررسی قرار داده‌اند.

خواص ثقلی

میانگین و انحراف معیار داده‌های وزن واحد نمونه، وزن ۱۰۰۰ دانه، دانسیته جامد، دانسیته توده و تخلخل نمونه بذر و لپه مورد بررسی در جدول ۲ آمده است. دانسیته جامد، دانسیته توده و میزان تخلخل مربوط به بذر نخود، بیشتر از لپه آن بود. خواص ثقلی برای بذر متعددی مانند عدس (Amin *et al.*, 2004)، نخودفرنگی (Yalcin *et al.*, 2007)، لوبیای افاقی (Olajide *et al.*, 1999)، لوبیای سودانی (Baryeh *et al.*, 2002) و باقلا (Fraser *et al.*, 1978) مورد بررسی قرار گرفته است. مطابق نتایج انتشار یافته توسط Konak *et al.*, (2002)، دانسیته جامد و دانسیته توده نخود با افزایش رطوبت از ۵/۲ تا ۱۶/۵ درصد، به ترتیب در محدوده‌ی ۱۴۲۸-۱۳۶۸ و ۷۴۱/۱-۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب کاهش نشان داد.

خواص اصطکاکی

نتایج زاویه‌های ریپوز (پُر کردن و تخلیه) در جدول ۳ و ضریب اصطکاک استاتیکی روی سطوح شیشه، فایبرگلاس، آهن گالوانیزه، لاستیک و تخته سه‌لا برای نمونه بذر و لپه در جدول ۴ آمده است. در مورد هر دو نمونه، کمترین ضریب اصطکاکی مربوط به شیشه بود. در مورد نمونه بذر، تخته سه‌لا بیشترین ضریب اصطکاکی را به خود اختصاص داد در حالی که در نمونه لپه، فایبرگلاس بیشترین ضریب اصطکاکی را داشت. زاویه ریپوز پُر کردن، برای لپه بیشتر از بذر بود. نتایج انتشار یافته توسط Konak *et al.*, (2002) نشان داده است که مقادیر زاویه ریپوز برای نخود، با افزایش رطوبت از ۵/۲ تا ۱۶/۵ درصد، از ۲۴/۵ به ۲۷/۹ می‌رسد. با این حال، تاکنون هیچ گزارشی از اندازه‌گیری ضریب اصطکاک استاتیکی برای بذر و لپه‌ی نخود دسی واریته کاکا منتشر نشده است.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار داده‌های خواص هندسی بذر و لپه نخود دسی واریته کاکا

Table 1. Average and standard deviation of geometrical properties for Desi chickpea (Kaka var.) seed and its split

نمونه Sample	درصد رطوبت Moisture (%)	ضریب کروییت (درصد) Sphericity (%)	میانگین هندسی قطر (میلی‌متر) Geometric mean of diameter (mm)	ضخامت (میلی‌متر) Thickness (mm)	عرض (میلی‌متر) Width (mm)	طول (میلی‌متر) Length (mm)
بذر (Seed)	8.2	78.99±3.1	6.04±0.31	5.31±0.36	5.43±0.22	7.65±0.63
لپه (Split)	9.0	68.10±3.9	4.54±0.22	2.80±0.18	5.01±0.37	6.67±0.57

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار داده‌های خواص ثقلی بذر و لپه نخود دسی واریته کاکا*

Table 2. Average and standard deviation of gravimetric properties for Desi chickpea (Kaka var.) seed and its split*

نمونه Sample	درصد تخلخل Porosity (%)	دانسیتته توده (کیلوگرم بر متر مکعب) Bulk density (Kg.m ⁻³)	دانسیتته جامد (کیلوگرم بر متر مکعب) True density (Kg.m ⁻³)	حجم (میلی‌متر مکعب) Volume (mm ³)	وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	وزن واحد نمونه (گرم) Unit weight (g)
بذر (Seed)	41	860.83±4.22	1495.32±15.77	90.74±2.25	134.54±1.11	0.1322±0.0266
لپه (Split)	39	820.67±3.27	1349.75±6.73	40.31±1.34	54.18±4.72	0.0635±0.0102

* هر داده، میانگین حداقل پنج تکرار می باشد (Each data is the mean of 5 replications).

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار زاویه‌های ریپوز تخلیه و پُر کردن بذر و لپه نخود دسی واریته کاکا*

Table 3. Average and standard deviation of angles of repose for Desi chickpea (Kaka var.) seed and its split*

نمونه Sample	درصد رطوبت Moisture (%)	زاویه ریپوز (Angles of repose)	
		تخلیه (Emptying)	پُر کردن (Filling)
بذر (Seed)	8.2	27.103±1.171	31.442±0.602
لپه (Split)	9.0	-	37.258±1.032

* هر داده، میانگین حداقل پنج تکرار می باشد (Each data is the mean of 5 replications).

جدول ۴- میانگین ضریب اصطکاک استاتیکی بذر و لپه نخود دسی واریته کاکا

Table 4. Average static coefficient of friction for Desi chickpea (Kaka var.) seed and its split

نمونه Sample	درصد رطوبت Moisture (%)	ضریب اصطکاک استاتیکی (Static coefficient of friction)				
		شیشه Glass	فایبرگلاس Fiberglass	آهن گالوانیزه Galvanized iron	لاستیک Rubber	تخته سه‌لا Polywood
بذر (Seed)	8.2	0.317	0.368	0.352	0.549	0.601
لپه (Split)	9.0	0.384	0.596	0.462	0.545	0.496

جدول ۵- میانگین و انحراف معیار داده‌های سرعت حد بذر و لپه نخود دسی واریته کاکا

Table 5. Average and standard deviation of terminal velocity for Desi chickpea (Kaka var.) seed and its split

نمونه Sample	درصد رطوبت Moisture (%)	سرعت حد (متر بر ثانیه) Terminal velocity (m.s ⁻¹)
بذر (Seed)	8.2	6.64±0.055
لپه (Split)	9.0	6.65±0.131

منابع

1. Amin, M.N., Hossain, M.A., and Roy, K.C. 2004. Effects of moisture content on some physical properties of lentil seeds. *Journal of Food Engineering* 65: 83-87.
2. Aydin, C. 2002. Physical properties of Hazel nuts. *Biosystem Engineering* 82: 297-303.
3. Baryeh, E.A., and Mangope, B.K. 2002. Some physical properties of QP-38 variety pigeon pea. *Journal of Food Engineering* 56: 59-65.
4. Carman, K. 1996. Some physical properties of lentil seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research* 63: 87-92.
5. Dehspande, S.D., *et al.* 1993. Physical properties of soya bean. *Journal of Agricultural Engineering Research* 56: 89-98.
6. Food and Agriculture Organization (FAO). 2006. <http://faostat.fao.org/>
7. Fraser, B.M., *et al.* 1978. Some physical properties of fababeans. *Journal of Agricultural Engineering Research* 23: 53-57.
8. Gorial, *et al.* 1990. Aerodynamic properties of grain/straw materials. *Journal of Agricultural Engineering Research* 46: 275-290.
9. Ige, M.T. 1977. Measurement of some parameters affecting the handling losses of some varieties of cowpea. *Journal of Agricultural Engineering Research* 22: 127-133.
10. Joshi, D.C., *et al.* 1993. Physical properties of pumpkin seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research* 54: 219-229.
11. Kaleemullah, S., and Gunasekar, J.J. 2002. Moisture-dependent physical properties of areca nut kernels. *Biosystem Engineering* 82: 331-338.
12. Konak, M., Carman, K. and Aydin, C. 2002. Physical properties of chickpea seeds. *Biosystems Engineering* 82: 73-78.
13. Kural, H., and Carman, K. 1997. Aerodynamic properties of seed crops. *National Symposium on Mechanisation in Agriculture, Tokat, Turkey*, p. 615-623.
14. Mohsenin, N.N. 1970. *Physical properties of plant and animal material*. New York, Gordon and Breach Science Publishers.
15. Ogut, H. 1998. Some physical properties of White lupin. *Journal of Agricultural Engineering Research* 56: 273-277.
16. Olajide, J.O., Ade-Omowaye, B. 1999. Some physical properties of Locust Bean seed. *Journal of Agricultural Engineering Research* 74: 213-215.
17. Patanè, C., Iacoponi, E., and Raccuia, S.A. 2004. Physico-chemical characteristics, water absorption, soaking and cooking properties of some Sicilian populations of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 55: 547-554.
18. Razavi, S.M.A., *et al.* 2007. Terminal velocity of pistachio nut and its kernel as affected by moisture content and variety. *African Journal of Agricultural Research* 2: 663-666.
19. Singh, K.K., and Goswami, T.K. 1996. Physical properties of cumin seed. *Journal of Agricultural Engineering Research* 64: 93-98.
20. United States Department of Agriculture. 2005. Nutrient Data Laboratory, Legumes and Legume Products, <http://usda.gov/>
21. USDA. 1970. *Official Grain Standards of the United States*. US Department of Agricultural Consumer and Marketing Service Grain Division, Revised.
22. Yalcin, I., Zarslan, C.O., and Akbas, T. 2007. Physical properties of pea (*Pisum sativum*) seed. *Journal of Food Engineering* 79: 731-735.
23. Zohary, D., and Hopf, M. 2000. *Domestication of Plants in the Old World* (third edition). Oxford University Press, 2000, p. 110.

Some physical properties of seeds and splits of Desi chickpea (Kaka var.)

Razavi^{1*}, S.M.A., Zaerzadeh², E., Khafaji², N. & Pahlevani², M.

1- Faculty of Department of Food Science and Technology, Agricultural College,
Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Mashhad, P.O. Box: 91775-1163, Iran

2- Former MSc. Student of Department of Food Science and Technology, Agricultural College,
Ferdowsi University of Mashhad

Received: 2 December 2008

Accepted: 31 May 2009

Abstract

Some physical properties such as geometrical, gravimetric, frictional and aerodynamic features of seeds of Desi chickpea and its splits were studied at a moisture content of 8.2 and 9.0% w., respectively from north-western of Iran. Geometrical and gravimetric properties including the average length, width, thickness, the geometric mean of diameter, sphericity, 1000-seed weight, unit weight, bulk density, true density, porosity and volume of samples were measured. Results showed that amounts of bulk density, true density and porosity calculated for seeds of desi chickpea were higher than those obtained for its splits. Furthermore, frictional properties of samples such as emptying and filling angles of repose and static coefficient of friction with respect to five surfaces (glass, fiberglass, rubber, galvanized iron and polywood) were determined. The least static coefficient of friction for both samples was allocated to glass surface. In the case of seeds of Desi chickpea, polywood had the greatest static coefficient of friction, while for its splits, fiberglass was the highest. Terminal velocity for splits was greater than those measured for seeds of chickpea.

Key words: aerodynamic propertie, frictional, geometrical, gravimetric

* Corresponding Author: E-mail: s.razavi@um.ac.ir, Tel.: 0511-8795616