

## بررسی خواص فیزیکی سه واریته دانه کدو

سیدمحمدعلی رضوی<sup>۱</sup>، آرش کوچکی\*<sup>۲</sup>، الناز میلانی، وجیهه نیک زاده، نفیسه واحدی، مرضیه معین فر و علی غلامحسین پور<sup>۳</sup>

### چکیده

در این پژوهش، برخی از خواص فیزیکی سه واریته دانه کدو (ریز با سطح رطوبتی ۵/۴۹ درصد، چینی ۵/۱۸ درصد و گوشتی ۷ درصد) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که واریته چینی بیشترین طول (۲۱/۷۶۷ mm)، عرض (۱۲/۹۲۸ mm)، ضخامت (۳/۶۶۹ mm)، قطر حسابی (۱۲/۷۸۸ mm)، قطر هندسی (۱۰/۰۸ mm)، ضریب کرویت به روش جین (۲/۲۵۹)، ضریب کرویت به روش محسنین (۰/۴۶۴)، سطح به روش مک کیب (۳۲۰/۶۷ mm<sup>2</sup>) و سطح به روش جین (۲۷۹/۸۳ m<sup>2</sup>) را در بین واریته ها به خود اختصاص داد. نتایج آزمون های ثقلی بر روی واریته های مذکور حاکی از این است که دانه واریته چینی دارای بیشترین حجم (۴۲۳/۲۵۵ mm<sup>3</sup>) و درصد تخلخل (۵۲/۱۴) بود. در حالی که واریته ریز بیشترین دانسیته توده (۵۴۹/۴۶۹ kg/m<sup>3</sup>) و دانسیته ذره (۸۶۷/۰۸۶ kg/m<sup>3</sup>) را به خود اختصاص داد. بررسی ضریب اصطکاک استاتیکی بر سطوح مختلف از جنس تخته سه لا، فلز، شیشه، فایبر گلاس و لاستیک نشان داد که ضریب اصطکاک واریته نوع چینی در محدوده ۰/۳۲-۰/۵۲۴ و نوع گوشتی ۰/۳۵۲-۰/۵۹۸ و ریز ۰/۳۱۵-۰/۵۶۵ بود. زاویه ریپوز پر کردن برای واریته گوشتی معادل ۳۰/۸۵۸، واریته چینی ۲۴/۲۹۵ و ریز ۲۷/۲۱۵ اندازه گیری شد. زاویه ریپوز تخلیه برای واریته های گوشتی، چینی و ریز به ترتیب ۲۲/۵۱، ۱۳/۰۱ و ۱۸/۲۳ محاسبه شد.

**کلمات کلیدی:** دانه کدو، خواص فیزیکی، خواص ثقلی، خواص هندسی و خواص اصطکاک

### مقدمه

کدو از جمله صیفی جاتی است که در کشورهای نظیر ترکیه و ایران در سطح وسیعی کشت می شود. تحقیقات باستان شناسی نشان می دهد که کشت صیفی جات قدمتی ۴۴۰۰ ساله دارد، علاوه بر مصرف گوشت آن، دانه کدو نیز پس از برشته کردن و نمک زدن به صورت آجیل توسط ساکنین مناطق خاور میانه مورد استفاده قرار می گیرد (کاراکایا و همکاران، ۱۹۹۵؛ الخلیفه، ۱۹۹۶). دانه کدو دارای خواص دارویی زیادی می باشد (بلاخدار و همکاران، ۱۹۹۱). این دانه حاوی مقادیر بالای روغن (۴۵/۴-۳۷/۸ درصد) و پروتئین (۳۷-۲۵/۲ درصد) است (لازوس، ۱۹۸۶)، که می توان از آن به عنوان منبع مهم غذایی استفاده نمود (کاراکایا و همکاران، ۱۹۹۵).

اندازه گیری برخی از خواص فیزیکی این دانه ها و مقایسه آن با سایر دانه های خوراکی جهت طراحی مناسب تجهیزات مورد نیاز برای جا به جایی، حمل و نقل، جداسازی، پوست گیری، خشک کردن، جداسازی مکانیکی روغن و سایر فرآیندها

۱. استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، صندوق پستی ۹۱۷۷۵-۱۱۶۳، پست الکترونیکی: [s.razavi@um.ac.ir](mailto:s.razavi@um.ac.ir)

۲. دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد- گروه علوم و صنایع غذایی

۳. دانشجویان کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد- گروه علوم و صنایع غذایی

ضروری به نظر می‌رسد. جوشی، داس و موخرجی (۱۹۹۳) در تحقیق خود ارتباط بین ابعاد دانه گونه‌های مختلف کدو تنبل را مورد بررسی قرار دادند. آنها نتیجه‌گیری نمودند که پهنای دانه کاملاً وابسته به طول آن است، در حالی که ضخامت و توده ارتباط کمتری با طول دانه داشتند. غلتاندن و لغزاندن دانه‌ها روی سطوح مختلف به ضریب کرویست بستگی دارد و این فاکتور باید در طراحی تجهیزات مورد نیاز جهت حمل و نقل و پوست‌گیری مورد توجه قرار گیرد (اوجی و اوگبور، ۱۹۹۱). جوشی، داس و موخرجی (۱۹۹۳) چنین نتیجه‌گیری کردند که ضریب کرویست دانه کدو تنبل با مقدار رطوبت آن ارتباط مستقیم دارد.

گاپتا و داس (۱۹۹۷) برخی از خصوصیات فیزیکی دانه آفتابگردان مانند اندازه و شکل، دانسیته، سرعت حد، زاویه ریپوز و ضرایب اصطکاک را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق بیانگر این مسئله بود که تمامی خصوصیات فیزیکی دانه آفتابگردان ارتباط مستقیم با میزان رطوبت دانه‌ها داشتند. با افزایش رطوبت دانسیته توده دانه آفتابگردان کاهش یافت، ولی دانسیته توده مغز آن افزایش نشان داد. با افزایش رطوبت دانه آفتابگردان، دانسیته ذره و نسبت حجم به جرم نیز افزایش یافت. جهت بهینه‌سازی فاکتورهای مختلف مورد نیاز برای انتقال پنوماتیکی و انبار کردن دانه‌های کدو مسماً، خصوصیات فیزیکی این دانه‌ها مورد بررسی قرار گرفت (پاکسوی و آیدین، ۲۰۰۴). نتایج این تحقیق نشان داد که امکان جداسازی دانه از پوسته یا از هر چیزی به غیر از آن، به کمک تجهیزات مناسب با استفاده از اختلاف در خصوصیات مانند زبری سطح، دانسیته یا سرعت حد امکان‌پذیر است.

هدف از انجام این تحقیق، بررسی برخی از خصوصیات فیزیکی دانه‌های خشک شده سه واریته متداول کدو (ریز با سطح رطوبتی ۵/۴۹ درصد، چینی ۵/۱۸ درصد و گوشتی ۷ درصد) شامل ابعاد (طول، عرض و ضخامت)؛ میانگین‌های هندسی و حسابی قطر؛ ضریب کرویست به روش جین و محسنین؛ سطح به روش مک کیب و جین؛ جرم دانه؛ حجم واقعی دانه؛ دانسیته‌های توده و ذره؛ تخلخل؛ ضریب اصطکاک بر سطوح اصطکاکی (تخته سه‌لا، آهن گالوانیزه، شیشه، لاستیک و فایبرگلاس) و زاویه‌های ریپوز پرکردن و تخلیه بوده است.

## ۲. مواد و روش‌ها

در این پروژه، سه واریته کدو با نام‌های ریز، گوشتی و چینی خریداری گردید. ابتدا این دانه‌ها جهت خارج ساختن مواد خارجی، خار و خاشاک و دانه‌های شکسته تمیز شدند. رطوبت متوسط نمونه‌ها در حالت کاملاً خشک شده به ترتیب ۵/۴۹، ۵/۱۸ و ۷ درصد برای واریته‌های ریز، چینی و گوشتی بود.

### ۲.۱. ابعاد، میانگین قطر، ضریب کرویست و سطح

جهت اندازه‌گیری ابعاد، تعداد ۱۰۰ دانه به صورت تصادفی انتخاب شدند. طول، عرض و ضخامت دانه‌ها با استفاده از میکرومتر با دقت ۰/۰۰۱ mm تعیین گردید. جهت محاسبه میانگین هندسی و حسابی قطر به ترتیب از روابط ذیل استفاده شد (محسنین، ۱۹۷۰):

$$D_a = \frac{L+W+T}{3} \quad (1)$$

$$D_g = (LWT)^{1/3} \quad (2)$$

در معادلات فوق؛ L طول، W عرض و T ضخامت برحسب میلی‌متر می‌باشد. ضریب کرویست دانه‌ها ( $\Phi$ ) با استفاده از دو روش محسنین (۱۹۷۰) و جین و بال (۱۹۹۷) از طریق روابط ذیل به دست آمد:

$$\phi_m = \frac{(LWT)^{1/3}}{L} \quad (۳) \text{ روش محسنین:}$$

$$\phi_J = \left[ \frac{B(2L-B)}{L} \right]^{1/3} \quad (۴) \text{ روش جین و بال:}$$

$$B = (WT)^{0.5} \text{ که؛}$$

جهت تعیین سطح دانه ها (S) نیز از دو روش جین و بال (۱۹۹۷) و مک کیب، اسمیت و هریونت (۱۹۸۷) به شرح ذیل استفاده شد:

$$S_J = \frac{\pi BL^2}{2L-B} \quad (۵) \text{ روش جین و بال:}$$

$$S_M = \pi D_g^2 \quad (۶) \text{ روش مک کیب:}$$

### ۲.۲. جرم، حجم و دانسیته ذره

برای اندازه گیری جرم از دانه هایی که پیش تر ابعاد آن ها اندازه گیری شده بود، استفاده شد. از بین این دانه ها به صورت تصادفی ۱۰ گروه ۵ تایی از وارسته های مورد نظر انتخاب و متوسط جرم آنها ( $M_1$ ) توسط ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۱ گرم به دست آمد. برای اندازه گیری حجم واقعی نمونه ها، ابتدا حجم مشخصی از تولوئن را داخل یک بشر ریخته و جرم تولوئن + بشر ( $M_2$ ) توزین شد. سپس ۵ دانه وزن شده از مرحله قبل را داخل محلول تولوئن ریخته و جرم تولوئن + بشر + دانه ( $M_3$ ) اندازه گیری شد. از تفاضل دو جرم قرائت شده، جرم ۵ دانه در تولوئن (یا جرم تولوئن جابجا شده) به دست آمد. در نهایت بر اساس روابط ذیل حجم واقعی یک دانه و دانسیته واقعی آن محاسبه گردید (محسنین، ۱۹۷۰):

$$V_t = \frac{(M_3 - M_2)}{5 \times \rho_T} \quad (۷)$$

$$\rho_t = \frac{M_1}{V} \quad (۸)$$

که در معادله (۷)،  $\rho_T$  دانسیته تولوئن می باشد.

### ۳.۲. دانسیته توده و تخلخل

دانسیته توده طبق تعریف نسبت جرم توده نمونه به حجم کل ظرف است. برای این منظور ابتدا مقداری نمونه به صورت تصادفی انتخاب گردید. سپس یک قوطی فلزی با حجم  $V_b$  و جرم  $M_1$  از نمونه های مورد نظر کاملاً پر می شد. سطح قوطی پر شده را با استفاده از یک شی صاف مانند خط کش کاملاً صاف نموده تا دانه هایی که در خارج از محدوده حجم قوطی هستند، بدون اعمال هیچ فشار خارجی، از روی آن برداشته شوند. در این مرحله قوطی محتوی نمونه توزین شده و جرم ظرف + دانه ها ( $M_2$ ) بدست می آمد. در انتها دانسیته توده هر وارسته با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شد (سینگ و گوسوامی، ۱۹۹۶):

$$\rho_b = \frac{M_2 - M_1}{V_b} \quad (۹)$$

تخلخل ( $\varepsilon$ ) طبق تعریف نسبت فضای خالی توده نمونه به حجم کل ظرف است، بنابر این درصد تخلخل با جاگذاری مقادیر دانسیته ذره و دانسیته توده در رابطه زیر قابل محاسبه است (محسنین، ۱۹۷۰):

$$\varepsilon = \left( 1 - \frac{\rho_b}{\rho_t} \right) \times 100 \quad (۱۰)$$

## ۲.۴. ضریب اصطکاک استاتیکی

برای اندازه گیری ضریب اصطکاک استاتیکی ( $\mu_s$ )، ابتدا نمونه ها درون جعبه ای فاقد کف و سر به ابعاد  $150 \times 100 \times 40$  mm که روی سطح اصطکاکی مورد نظر (نخته سه لا، آهن گالوانیزه، شیشه، لاستیک و فایبر گلاس) قرار دارد، ریخته می شود. با بلند کردن سطح اصطکاکی، زاویه ای که جعبه شروع به حرکت می کند، از طریق نقاله مدرج دستگاه قرائت شده ( $\alpha$ ) و با جاگذاری آن در فرمول (۱۱)، ضریب اصطکاک استاتیکی محاسبه می شود (سینگ و گوسوامی، ۱۹۹۶؛ سوتار و داس، ۱۹۹۶):

$$\mu_s = \tan \alpha \quad (11)$$

## ۲.۵. زاویه های ریپوز

جهت تعیین زاویه ریپوز تخلیه ( $\theta_e$ )، از یک جعبه فایبر گلاس به ابعاد  $20 \times 20 \times 20$  mm که دارای یک پانل کشویی بود، استفاده شد. جعبه را با نمونه پر نموده، سپس پانل کشویی را به سرعت برداشته شده تا دانه ها با شیب طبیعی خود جریان پیدا کنند. زاویه ریپوز تخلیه از طریق اندازه گیری ارتفاع ( $h$ ) و طول افقی ( $x$ ) کپه تشکیل شده و جاگذاری مقادیر حاصل در فرمول زیر به دست آمده است (جوشی، داس و موخرجی، ۱۹۹۳):

$$\theta_e = \tan^{-1} (h/x) \quad (12)$$

برای اندازه گیری زاویه ریپوز پرکردن ( $\theta_f$ )، از یک استوانه فلزی فاقد سر و کف به ابعاد  $15 \times 25$  cm استفاده شد که در مرکز یک ظرف فلزی دایره ای شکل به قطر ۳۵ سانتیمتر قرار می گرفت. در ابتدا، استوانه از دانه های کانولا کاملاً پر گردیده و استوانه فلزی به آرامی به طرف بالا کشیده تا یک کپه مخروطی شکل از دانه ها روی سطح صفحه دایره ای ایجاد شود. ارتفاع ( $H$ ) و شعاع ( $R$ ) کپه حاصل اندازه گیری شده و با استفاده از معادله ذیل، زاویه ریپوز پرکردن ( $\theta_f$ ) بدست می آمد (کالیمولا و گاناسکار، ۲۰۰۲):

$$\theta_f = \tan^{-1} (2H/R) \quad (13)$$

## ۳. نتایج و بحث

### ۳.۱. خواص هندسی

ابعاد (طول، عرض و ضخامت)؛ میانگین حسابی و هندسی؛ ضریب کرویت به دو روش جین و محسنین؛ و سطح به دو روش مک کیب و جین مربوط به سه واریته دانه کدو در جدول (۱) آورده شده است. نتایج نشان می دهد که واریته چینی بیشترین طول، عرض، ضخامت، میانگین حسابی و هندسی قطر، ضریب کرویت به روش جین، ضریب کرویت به روش محسنین، سطح به روش مک کیب و سطح به روش جین را در بین واریته ها به خود اختصاص داد. عرض دانه واریته گوشتی نسبت به واریته ریز بیشتر بود، در حالی که طول و ضخامت این واریته کمتر بود. نتایج نشان داد که سطح و ضریب کرویت واریته گوشتی نسبت به واریته ریز کمتر می باشد.

بررسی منابع نشان می دهد که طول و عرض دو واریته گوشتی و ریز در مقایسه با واریته کدو مسماً کمتر است، ولی ضخامت این دو واریته بیشتر می باشد (پاکسوی و آیدین، ۲۰۰۴). هم چنین طول و ضخامت این نمونه ها در مقایسه با دانه کدو تنبل نیز بیشتر است (جوشی، داس و موخرجی، ۱۹۹۳). نتایج آزمایش پاکسوی و آیدین (۲۰۰۴) نشان داد که کلیه فاکتورهای

هندسی دانه واریته چینی بیشتر از دانه کدو مسماً بود. این مسئله در مورد دانه کدو تنبل نیز صدق می کند (جوشی، داس و موخرجی، ۱۹۹۳).

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار خواص هندسی دانه های سه واریته متداول کدو

واریته	چینی	گوشتی	ریز
درصد رطوبت	۵/۱۸	۷/۰۰	۵/۴۹
طول (mm)	۲۱/۷۶۷±۱/۸۵	۱۶/۷۶۱±۱/۳۴	۱۷/۸۲۳±۱/۴۷
عرض (mm)	۱۲/۹۲۸±۰/۸۳	۹/۱۸۷±۰/۸۳	۶/۵۹۱±۰/۶۶
ضخامت (mm)	۳/۶۶۹±۰/۵۳	۲/۷۹۴±۰/۴۵	۳/۱۴۶±۰/۳۵
میانگین هندسی قطر	۱۰/۰۸±۰/۷۲	۷/۵۱۹±۰/۵۸	۷/۱۶۳±۰/۵۵
میانگین حسابی قطر	۱۲/۷۸۸±۰/۸۲	۹/۵۸±۰/۶۸	۹/۱۸۶±۰/۶۹
ضریب کرویت (محسنین)	۰/۴۶۵±۰/۰۳	۰/۴۴۹±۰/۰۲	۰/۴۰۲±۰/۰۲
ضریب کرویت (جین و بال)	۲/۲۵۹±۰/۰۵	۲/۰۴۳±۰/۰۵۷	۱/۹۹±۰/۰۵
سطح (مک کیب) - (mm <sup>2</sup> )	۳۲۰/۶۷±۴۶/۸۶	۱۷۸/۶±۲۷/۳۷	۱۶۲/۰۴±۲۵/۳۴
سطح (جین و بال) - (mm <sup>2</sup> )	۲۷۹/۸۳±۳۹/۸۵	۱۵۶/۹۲±۲۳/۲۵	۱۴۶/۴۶±۲۲/۳۹

### ۲.۳. خواص ثقلی

جدول (۲) خواص ثقلی سه واریته چینی، گوشتی و ریز را نشان می دهد. بر اساس نتایج به دست آمده می توان دریافت که جرم، حجم و تخلخل واریته گوشتی بیشتر از دو واریته دیگر است، در حالی که بیشترین دانسیته توده و دانسیته ذره را واریته ریز به خود اختصاص داد. دانسیته توده و ذره تمام واریته های مورد نظر از واریته کدو مسماً اندازه گیری شده توسط پاکسوی و آیدین (۲۰۰۴) بیشتر بود. دانسیته توده واریته های مورد بررسی نسبت به واریته کدو تنبل بیشتر است، در حالی که دانسیته ذره این دانه کمتر از دانه کدو تنبل است (جوشی، داس و موخرجی، ۱۹۹۳).

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار خواص ثقلی دانه های سه واریته متداول کدو

واریته	درصد رطوبت	جرم (gr)	حجم (mm <sup>3</sup> )	دانسیته توده (kg/m <sup>3</sup> )	دانسیته ذره (kg/m <sup>3</sup> )	تخلخل
واریته چینی	۵/۱۸	۰/۳۷۹±۰/۰۲	۴۴۰/۶۹±۳۷/۵۷	۴۰۹/۰۳±۴/۵۴	۸۶۲/۰۲±۴/۷۶	۰/۵۲۵±۰/۰۰۵
واریته گوشتی	۷/۰۰	۰/۱۷۴±۰/۰۱	۲۱۱/۳۹۵±۱۸/۰۹	۴۹۹/۳۳±۴/۵۵	۸۲۷/۷۶۸±۷۴/۲۴	۰/۳۹±۰/۰۶۵
واریته ریز	۵/۴۹	۰/۱۵۱±۰/۰۰۹	۱۷۴/۱۸۶±۱۱/۳۶	۵۵۲/۰۴±۲/۵۲	۸۶۶/۰۸۶±۲۰/۶۸	۰/۳۶۲±۰/۰۱

### ۳.۳. خواص اصطکاکی

نتایج ضریب اصطکاک استاتیکی سه واریته کدو بر روی سطوح مختلف اصطکاکی در جدول (۳) نشان می دهد که واریته گوشتی بیشترین ضریب اصطکاکی را بر تمامی سطوح بکار گرفته شده دارا می باشد. در ضمن، سطح لاستیکی بیشترین ضریب اصطکاکی را در بین تمام واریته ها داشت. با توجه به نتایج ذکر شده، می توان چنین نتیجه گیری کرد که برای انتقال دانه های کدو سطوح شیشه ای یا فایبر گلاس سطوح مناسبی می باشند، زیرا کمترین ضریب اصطکاکی را دارند. با توجه به جدول (۳)، واریته گوشتی دارای بیشترین زاویه ریپوز پر کردن و تخلیه بوده است و واریته ریز در مرتبه بعدی قرار داشت. همچنین نتایج نشان می دهد که زاویه ریپوز برای تمامی واریته های دانه کدو بالاتر از زاویه ریپوز دانه کدو مسماً

است (پاکسوی و آیدین، ۲۰۰۴)، در حالی که مقادیر مربوط نسبت به دانه کدو تنبل کمتر می باشد (جوشی، داس و موخرجی، ۱۹۹۳).

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار خواص اصطکاکی دانه های سه واریته متداول کدو

واریته	ضریب اصطکاک استاتیکی بر سطوح مختلف					زاویه ریپوز
	تخته سه لا	فایبرگلاس	لاستیک	شیشه	آهن گالوانیزه	
چینی	۰/۴۲۶±۰/۰۰۴	۰/۳۹۳±۰/۰۰۱	۰/۵۲۴±۰/۰۰۶	۰/۳۲۰±۰/۰۰۴	۰/۳۹۹±۰/۰۰۶	۱۳/۰۱۶±۰/۰۵۸۰
گوشتی	۰/۴۸۲±۰/۰۰۶	۰/۴۲۲±۰/۰۱۰	۰/۵۹۸±۰/۰۰۹	۰/۳۵۲±۰/۰۰۴	۰/۴۲۲±۰/۰۰۴	۲۲/۰۱۶±۰/۰۷۲۲
ریز	۰/۴۷۶±۰/۰۰۱	۰/۳۸۵±۰/۰۰۴	۰/۵۶۵±۰/۰۰۱	۰/۳۱۵±۰/۰۰۱	۰/۳۹۳±۰/۰۰۱	۱۸/۰۲۳۹±۰/۰۴۷۰

#### ۴. نتیجه گیری

نتایج این پروژه نشان داد که از نظر ابعاد، حجم و درصد تخلخل؛ دانه کدو واریته چینی بیشترین مقدار را دارا بوده است. در حالی که واریته ریز بیشترین دانسیته توده و دانسیته ذره را به خود اختصاص داده است. بررسی ضرایب اصطکاکی نشان داد که سطح شیشه ای بهترین سطحی است که دارای کمترین ضریب اصطکاک استاتیکی برای همه واریته ها می باشد. هم چنین ضریب اصطکاک استاتیکی واریته نوع گوشتی بر تمامی سطوح در مقایسه با سایر واریته ها بزرگتر بود. زاویه های ریپوز پر کردن و تخلیه واریته گوشتی نسبت به دو واریته ریز و چینی بالاتر به دست آمد.

#### منابع مورد استفاده:

- Al-khalifa, S. S. (1996). Physicochemical characteristics, fatty acid composition and lipoxigenase activity of crude pumpkin and melon seed oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 964-966.
- Bellakhdar, J., Claisse, R., Fleurentin, J., and Younus, C. (1991). Repertory of standard herbal drugs in the Moroccan Pharmacopeia. *Journal of Ethnopharmacology*, 35, 123-143.
- Gupta, R. K., Das, S. K. (1997). Physical properties of sunflower seeds. *Journal of Agricultural Engineering and Research*, 66, 1-8.
- Jain, R. K. and Bal, S. (1997). Physical properties of pearl millet. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 66, 85-91.
- Joshi, D. C., Das, S. K., and Mukherjee. (1993). Physical properties of pumpkin. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 54, 219-229.
- Kaleemullah, S., and John Gunasekar, J. (2002). PH—Postharvest Technology: Moisture-dependent Physical Properties of Arecanut Kernels. *Biosystems Engineering*, 82, 331-338.
- Karakaya, S., Kavas, A., Nehir El, S., Guduc, N., and Akdogan, L. (1995). Nutritive value of a melon seed beverage. *Food chemistry*, 52, 139- 141.
- Lazos, S. E. (1986). Nutritional, fatty acid and oil characteristics of pumpkin and melon seeds. *Journal of Food Science*, 51, 1382-1383.
- McCabe, W. L, Smith, J. C., and Harriott, P. (1986). Unit operations of chemical engineering, McGraw-Hill Publisher, New York.
- Mohsenin, N. N. (1978). Physical properties of plant and animal material. Gordon and Breach Science publication, New York.
- Oje K., and Ugbor EC (1991). Some physical properties of oilbean seed. *Journal of Agricultural Engineering Research* 50, 305-313.
- Paksoy, M., and Aydin, C. (2004). Some physical properties of edible squash (*Cucurbita pepo* L.) seeds. *Journal of Food Engineering*, 65, 225-231.
- Singh, K. K., and Goswami, T. K. (1996). Physical properties of cumin seed. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 64(2), 93-98.
- Suthar, S. H., and Das, S. K. (1996). Some physical properties of karingda [*Citrullus lanatus* (thumb) mansf] seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 65, 15-22.