بررسی خواص فیزیکی دانه های بالنگو و شاهی(۵۱۴)

تکتم محمدی مقدم[۱] ، سید محمد علی رضوی[۲] ، سمیه نیک نیا[۱]

چکیده

بررسی خصوصیات فیزیکی محصولات کشاورزی جهت طراحی تجهیزات کاشت، انتقال، فرآیند و ذخیره سازی آنها ضروری است. در این پژوهش خصوصیات فیزیکی دانه های بالنگو و شاهی در رطوبت پس از برداشت مورد بررسی قرار گرفت. میانگین طول، قطر، میانگین هندسی قطر برای دانه بالنگو به ترتیب میلی متر ۳/۱۴۸، میلی متر ۰/۷۲۰، میلی متر ۱/۱۷۶ و برای دانه شاهی به ترتیب میلی متر ۲/۶۹۲، میلی متر ۱/۲۴۳، میلی متر ۰/۹۴۷ و میلی متر ۱/۴۶۷ بدست آمد. میانگین جرم واحد، جرم هزار دانه، ضریب کرویت، سطح جانبی، حجم های واقعی و ظاهری، دانسیته های واقعی و توده، تخلخل، سرعت حد و زاویه های ریپوز پر کردن و تخلیه برای دانه بالنگو به ترتیب گرم ۰/۰۰۱۶، گرم ۱/۶۶۷، ۳۷/۴٪ ، میلی متر مربع ۴/۳۶۲، میلی مترمکعب ۱/۵۱، میلی مترمکعب ۲/۴۶۷،کیلوگرم برمترمکعب ۱۰۴۶/۶۸، کیلوگرم برمترمکعب ۷۳۹/۵۰، ۲۹/۱۹٪ و متربرثانیه ۴/۰۵، ۲۷/۲۴ و ۱۷/۲۳ و برای دانه شاهی به ترتیب گرم ۰/۰۰۱۹۶، گرم ۱/۹۵۸، ۵۴/۶٪، میلی متر مربع ۶/۷۶۹ ، میلی مترمکعب ۱/۸۳، میلی مترمکعب ۱/۰۴، کیلوگرم برمترمکعب ۱۰۷۰/۷۵، کیلوگرم برمترمکعب ۷۴۳، ۳۰/۶۴٪، متربرثانیه ۴/۰۲، ۱۲/۳۲۶° و ۳۷/۲۳۳° اندازه گیری شدند.

کلیدواژه: دانه موسیلاژی، خواص فیزیکی، بالنگو، شاهی

۱ – دانشجویان کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
۲ – عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فدوسی مشهد، پست الکترونیک: s.razavi@um.ac.ir

مقدمه

بالنگو[1] گیاهی از تیره نعناعیان[2] است و به طور وسیعی در ایران، ترکیه، هند و شمال اروپا رشد می کند. دانه های بالنگو تیره رنگ و بیضی کشیده هستند که تمام سطح آن را تعداد زیادی حفره های کوچک می پوشاند و دارای دو سطح کاملا متمایز پشتی و داخلی می باشند . سطح پشتی محدب و دارای چهار یا پنج خط طولی نامحسوس و سطح داخلی یک برجستگی طولی کاملا مشخص در وسط دارد. دانه بالنگو دارای خواص دارویی زیادی است، بطوری که دانه آن مقوی قلب بوده و برای رفع وحشت، خفقان، دل پیچه و اسهال خ نی مفید است. دانه بالنگو اگر در آب خیس شود مایع چسبناک، در و بی مزه ای ایجاد می کند. بالنگو به علت دارا بودن موسیلاژ (صمغ محلول در آب)، در رفع سرفه های ناشی از سرماخوردگی و به عنوان تقویت کننده به کار می رود. از نظر خواص تغذیه ای ۱۸ درصد وزنی آن را پروتئین تشکیل می دهد . همچنین ۲۰ درصد وزنی آن حاوی چربی و اسیدهای چرب مختلف است. در ایران عموماً از آن به عنوان تخم شربتی استفاده می شود [۱۹].

شاهی[3] گیاهی از تیره شب بوئیان[4] است و منشا آن به منطقه وسیعی از مصر تا تبت نسبت داده می شود [۲]. دانه شاهی یا ترتیزک دانه های کشیده و کوچک به رنگ قهوه ای روشن یا متمایل به قرمز دارای موسیلاژ است و در یک طرف آن نقطه ای سفید رنگ و در قسمت داخلی آن یک گودی مشاهده می گردد [۱]. از لحاظ تر کیب شیمیایی دانه شاهی دارای یک الکالوئید (۰/۱۹ درصد) سیناپیک اسید، کولین اتر و یک اسانس روغنی می باشد و در حدود ۲۵/۵ درصد روغن نیمه خشک دارد . لعاب این دانه از نظر خواص جانشین صمغ عربی و کتیرا است [۳]. مصرف دانه شاهی به عنوان مقوی معده , خلط آور و قاعده آور توصیه شده است. برقراری جریان خون را در شرائین به علت اثر باز کننده مجاری عروق همواره تامین می نماید . اثر ضد اسکوربت قوی دارد. اشتها آور مدر و تصفیه کننده خون است و همچنین دانه اش در فرمول بعضی گرده های حشره کش وارد می شود [۲].

دسترسی به اطلاعات علمی در رابطه با ویژگی های فیزیکی دانه بالنگو و شاهی جهت طراحی بهینه ی تجهیزات انبارداری، حمل و نقل، بوجاری، فرآوری و بسته بندی ضروری به نظر می رسد. اهمیت میزان تخلخل دانه ها در بحث ذخیره سازی، بسته بندی و تعیین پایداری توده دانه ها در برابر جریان هوا نمود پیدا می کند. زاویه ریپوز جهت تعیین ساختار انبارها ضروری است و ضریب اصطکاک استاتیکی نیز پارامتر مهمی برای طراحی تجهیزات انتقال و انبار داری دانه ها می باشد. تاکنون مطالعات گسترده ای در خصوص اندازه گیری خواص فیزیکی مواد کشاورزی و غذایی صورت گرفته است که از جمله آن می توان به نتایج انتشار یافته در خصوص زیره سبز [۲۳] ، دانه ارزن [۷]، شاهدانه [۲۲]، بذر تاج خروس [۴]، شلغم روغنی [۹]، ماشک [۲۸]، کنجد [۲۶]، شنبلیله [۵]، کتان [۱۱]، دانه کپر [۱۲]، دانه خشک انار [۱۵] و سورگوم [۱۸] اشاره کرد.

اگر چه بررسی منابع نشان می دهد که تحقیقات قابل توجهی درباره خواص فیزیکی محصولات کشاورزی و غذایی به انجام رسیده است، اما تاکنون تحقیقی درباره خواص فیزیکی دانه های بالنگو و شاهی انجام نشده است. در این پژوهش خصوصیات فیزیکی این دانه ها شامل وزن واحد، وزن هزار دانه، اندازه (ابعاد محوری)، قطر میانگین هندسی، سطح جانبی، ضریب کرویت، حجم واقعی، دانسیته واقعی، دانسیته ظاهری، تخلخل، زاویه ریپوز تخلیه، زاویه ریپوز پر کردن، ضریب اصطکاک استاتیکی (بر پنج سطح اصطکاکی) و سرعت حد مورد بررسی قرار گرفت.

1. Lallemantia royleana (wall) Beth
2. Labiatae
3. Lepidum sativum L.
4. Cruciferae

مواد و روشها

مواد اولیه مورد استفاده عبارت بودند از دانه بالنگو و دانه شاهی که به مقدار لازم از یک عطاری در سطح شهر مشهد خریداری شدند. دانه ها تمیز شده و مواد خارجی و دانه های شکسته به روش دستی حذف شدند و برای اندازه گیری خصوصیات فیزیکی مورد استفاده قرار گرفتند.

برای اندازه گیری ابعاد، ۵۰ دانه به طور تصادفی انتخاب گردیدند و ابعاد آنها شامل طول (**L**) و قطر (**D**) با استفاده از میکرومتر دیجیتال[1] دارای دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه گیری شدند. برای محاسبه میانگین هندسی قطر و ضریب کرویت دانه ها از فرمول های ارائه شده توسط محسنین (۱۹۷۸) به صورت ذیل استفاده شد **[۱۷]**:

$$D_g = (LD^2)^{0.333} \quad (۱)$$

$$\phi = \frac{(LD^2)^{0.333}}{L} \quad (۲)$$

سطح دانه ها با استفاده از فرمول ارائه شده توسط مک کیب (۱۹۸۶)[2] به دست آمد **[۱۶]**:

$$S = \pi D_g^2 \quad (۳)$$

برای اندازه گیری وزن واحد از ترازوی دیجیتال[3] با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم استفاده شد. برای جدا کردن هزار دانه، از دستگاه شمارنده ۱۰۰۰ دانه[4] استفاده گردید. سپس دانه ها توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شدند.

به طور معمول از اصل جابجایی مایع برگرفته از قانون شناوری ارشمیدس برای اندازه گیری دانسیته واقعی و چگالی دانه ها استفاده می شود . روش ترازوی کفه ای روش ساده ای است که بر مبنای اصل جابجایی آب برای اندازه گیری حجم اکثر اجسام غوطه ور در آب به کار می رود. جسم ابتدا روی ترازو وزن شده (**M_1**)، سپس یک بشر متناسب با نمونه مورد نظر را انتخاب کرده و با آب یا یک حلال مناسب مانند تولوئن پر می شود (البته در این تحقیق از تولوئن استفاده شد). جسم را درون ظرف محتوی تولوئن که قبلا توزین شده است (**M_2**) غوطه ور نموده، به طوری که با کناره ها یا ته بشر در تماس نباشد و مجدداً آن را وزن می نماییم (**M_3**). در این حالت اختلاف وزن ها معادل نیروی شناوری اعمالی توسط سیال بر جسم خواهد بود و حجم از تقسیم نیروی شناوری بر دانسیته تولوئن بدست می آید. یعنی:

$$V = \frac{M_3 - M_2}{\rho_T} \quad (۴)$$

M_3، **M_2**: جرم تولوئن جابجا شده

ρ_T: دانسیته تولوئن

حجم ظاهری دانه ها هم بر اساس رابطه جین و بال[5] به دست آمد **[۱۴]**:

$$V_a = \frac{\pi B^2 L^2}{6(2L - B)} \quad (۵)$$

که در آن:

$$B = (LD)^{0.5}$$

بدیهی است پس از محاسبه حجم، دانسیته واقعی ماده غذایی برابر خواهد بود با نسبت جرم به حجم واقعی آن، یعنی:

$$\rho_t = \frac{M_1}{V} \quad (۶)$$

1. Model QLR digit-IP54, Chin
2 . McCabbe (1986)
3. AS120, OHAUS, USA
4. Elehemel model, Hemstend company
5. Jain and Ball (1997)

دانسیته توده (ρ_b) از طریق پر کردن یک ظرف استوانه ای فلزی به ارتفاع ۳۰ سانتی متر و قطر ۲۰ سانتی متر (حجم تقریبی نیم لیتر، V_b) با دانه از ارتفاع تقریبا ۱۵ سانتی متری بالای استوانه و سپس توزین ظرف به منظور تعیین جرم توده دانه (M_b) و جاگذاری آن در رابطه ذیل به دست آمد:

$$\rho_b = \frac{M_b}{V_b} \quad (۷)$$

تخلخل توده (ε) طبق تعریف نسبت فضای خالی بین دانه ها به حجم توده آن می باشد و بر اساس فرمول زیر محاسبه شد [۱۷]:

$$\varepsilon = \frac{[\rho_t - \rho_b]}{\rho_t} \cdot 100 \quad (۸)$$

جهت اندازه گیری ضریب اصطکاک استاتیکی، از سطوح اصطکاکی شیبدار متفاوتی از جنس چوب، فلز، شیشه، فابرگلاس و لاستیک متصل به یک نقاله مدرج استفاده شده است. روی سطح شیب دار، ابتدا مکعب مستطیلی بدون سر و کف از جنس فایبر گلاس با حجم مشخص قرار داده، نمونه مورد نظر درون آن پرشده و بدون آن که مکعب با سطح شیب دار درحین بالا بردن دستی سطح اصطکاکی تماس داشته باشد، در زاویه معینی شروع به حرکت به سمت پایین سطح می کند. با جاگذاری زاویه به دست آمده (α) در رابطه زیر، ضریب اصطکاک استاتیکی (μ_s) محاسبه می شود [۱۷]:

$$\mu_s = \tan\alpha \quad (۹)$$

به منظور تعیین زاویه ریپوز پرکردن (θ_f) از یک سینی لبه دار به شعاع ۳۵ سانتی متر و یک استوانه فلزی بدون کف و سر به ابعاد ۲۵ ۱۵۰ سانتی متر استفاده گردید، ابتدا استوانه روی سینی لبه دار قرار می گیرد، پس از پرشدن مخزن استوانه ای توسط نمونه، آن را به آهستگی بالا آورده تا استوانه بدون کف از نمونه خالی شود و روی سینی کپه ای تشکیل دهد. ارتفاع بلندترین نقطه کوپه (H) و شعاع کوپه مورد نظر (R) را اندازه گرفته و با توجه به رابطه زیر زاویه ریپوز پرکردن به دست می آید [۱۲]:

$$\theta_f = Arc\tan(2H/R) \quad (۱۰)$$

هم چنین برای اندازه گیری زاویه ریپوز تخلیه (θ_e)، از یک مخزن مکعبی با درب کشویی از جنس فایبر گلاس و به ابعاد ۲۰×۲۰×۲۰ سانتی متر استفاده شد. پس از پرکردن مخزن از نمونه مورد نظر، درب مخزن را باز کرده و پس از سرازیر شدن دانه ها و تشکیل کپه، زاویه ریپوز تخلیه با اندازه گیری بلندترین ارتفاع و طول کپه (H & X) و جاگذاری مقادیر به دست آمده در رابطه زیر محاسبه شد [۷]:

$$\theta_e = Arc\tan(H/X) \quad (۱۱)$$

نتایج و بحث

نتایج مربوط به خصوصیات فیزیکی دانه بالنگو و شاهی در جداول ۱و ۲ آورده شده است. همانطور که مشاهده می شود طول دانه بالنگو در محدوده mm ۳/۴۷۶ – ۲/۷۶۹ قرار دارد و میانگین آن mm ۰/۱۵۷ ±۳/۱۴۸ می باشد. قطر دانه بالنگو mm ۰/۸۷۲–۰/۵۸۰ با میانگین mm ۰/۰۶±۰/۷۲۰ است (جدول ۱). این مقدار کمتر از مقادیر گزارش شده برای دانه کلزا [۹] می باشد. در دانه شاهی طول در محدوده mm ۲/۴۷۲– ۲/۹۸۱ با میانگین mm ۰/۱۰۲ ±۲/۶۹۲ و عرض در محدوده mm ۱/۰۹۵ – ۱/۴۵۹ با میانگین mm ۰/۰۶۶± ۱/۲۴۳ و ضخامت آن در محدده mm ۰/۸۱۷ – ۱/۰۹۲ با میانگین mm ۰/۶ ±۰/۹۴۷ می باشد (جدول ۱). نتایج مشابهی در مورد دانه کنجد در رطوبت ۳/۴ ٪ به دست آمده است [۲۶]. میانگین هندسی قطر دانه های بالنگو در محدوده mm ۱/۳۴۳–۱/۰۳۴ قرار دارد که میانگین آن mm ۰/۰۷۲±۱/۱۷۶ است و در دانه شاهی در محدوده ۱/۳۴۸ – ۱/۵۶۶ با میانگین ۰/۰۵± ۱/۴۶۷ می باشد[جدول ۱].این مقادیر متناسب با مقادیر گزارش شده در مورد دانه تاج خروس در رطوبت ۴۳/۹–۷/۷٪ می باشد [۱۴]. ضریب کرویت دانه بالنگو در محدوده ۰/۳۱۵–۰/۴۳ قرار دارد و میانگین آن ۰/۰۲۲±۰/۳۷۴ می باشد ودر دانه شاهی ۰/۵۱ – ۰/۵۸۲ با میانگین ۰/۰۱۹ ±۰/۵۴۶ می باشد. این مقادیر کمتر از مقادیر گزارش شده مربوط به دانه کاپر و شاهدانه [۱۲و۲۲]. می باشد. با بررسی ضریب کرویت دانه ها مشاهده می شود که مقدار آن پایین است. بنابراین حرکت کردن آن بر روی صفحه به راحتی امکان پذیر نمی باشد. سطح دانه بالنگو در محدوده mm^2 ۰/۶۶۳–

۳/۳۵۷ با میانگین mm^2 ۰/۵۳۴±۴/۳۶۲ و در دانه شاهی در محدوده ۵/۷۰۷ – ۷/۷۰۴ با میانگین ۰/۴۶۱± ۶/۷۶۹ قرار دارد. این مقدار کمتر از مقادیر گزارش شده برای دانه نجد و شنبلیه [۲۶و۵] می باشد.

وزن واحد حجم دانه های بالنگو در محدوده g ۰/۰۰۱۷– ۰/۰۰۱۴ قرار دارد و میانگین آن g ۰۰۰۰۹۸ ±۰/۰۰۱۶ است ودر دانه شاهی در محدوده ۰/۰۰۲۰۲– ۰/۰۰۱۸۲ با میانگین ۰/۰۰۰۰۹ ± ۰/۰۰۱۹۶ می باشد (جدول ۱) . این مقادیر کمتر از مقادیر گزارش شده در مورد دانه شنبلیله و دانه خشک انار [۱۵و۵]. می باشد. وزن هزار دانه بالنگو در محدوده g ۱/۷۳–۱/۶ واقع شده است و میانگین آن g ۰/۰۴۱ ±۱/۶۶۷ می باشدو در دانه شاهی در محدوده ۱/۸۲۰– ۲/۰۲ با میانگین ۰/۰۸۵ ±۱/۹۵۸ قرار دارد. این مقادیر کمتر از مقادیر گزارش شده در مورد دانه کاپر و شاهدانه می باشد. حجم واقعی دانه های بالنگو در محدوده mm^3 ۱/۶۳–۱/۴ قرار دارد، در حالیکه حجم ظاهری آن mm^3 ۳/۱۴–۱/۷۶ می باشد.

ملاحظه می گردد که حجم محاسبه شده بر اساس رابطه جین و بال [رابطه ۵] ۹۲/۶۴–۲۵/۷۱ درصد بیش تر از حجم واقعی آن است. دانسیته ذره و دانسیته توده دانه بالنگو وشاهی به ترتیب در محدوده kg/m^3 ۱۱۴۶/۶۷– ۹۹۲/۳۱ , ۷۴۳/۸۴۷–۷۳۴/۸۱۰ و ۱۰۶۷/۱۸۶ – ۱۰۷۳/۴۷۹ ,۷۴۱– ۷۴۴ قرار داشتند. این مقادیر بیشتر از مقادیر گزارش شده برای دانه زیره [۲۳] می باشد.

تخلخل دانه های بالنگو و شاهی به تر تیب در محدوده ۳۵/۸۴– ۲۵/۰۵ ٪ با میانگین ۳/۴۸ ± ۲۹/۱۹ ٪ و۳۰/۲۸– ۳۰/۸۶ ٪ با میانگین ۰/۰۰۲۵ ± ۳۰/۶۴٪ می باشد (جدول ۱). این مقادیر کمتر از مقادیر گزارش شده برای دانه تاج خروس، شنبلیله، زیره، کاپر و شلغم روغنی بود [۹،۱۲،۲۳،۵،۴].

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می گردد بیشترین ضریب اصطکاک استاتیکی مربوط به صفحه لاستیکی (بالنگو ۰/۴۵۶– ۰/۴۱۴ با میانگین ۰/۰۱۳±۰/۴۳۲ و شاهی ۰/۴۶۶ – ۰/۴۲۲ با میانگین ۰/۰۲۳ ± ۰/۴۴۶) می باشد. پس از آن تخته سه لا (بالنگو ۰/۴۴۵– ۰/۴۱۴ با میانگین ۰/۰۰۹ ± ۰/۴۳۱ و شاهی ۰/۴۲۹– ۰/۴۶ با میانگین ۰/۰۱۳ ± ۰/۴۴۴)، فایبرگلاس (بالنگو ۰/۳۸۴–۰/۳۴۳ با میانگین ۰/۰۱۷ ± ۰/۳۶۲ و شاهی ۰/۳۶۰– ۰/۳۶۸ با میانگین ۰/۰۰۴ ± ۰/۳۶۲)، آهن گالوانیزه (بالنگو ۰/۳۳۵–۰/۳۰۶ با میانگین ۰/۰۰۸ ± ۰/۳۲۱ و شاهی ۰/۳۱۱ – ۰/۳۲۳ با میانگین ۰/۰۰۵ ± ۰/۳۱۷) قرار داشتند. کمترین مقدار هم مربوط به شیشه (بالنگو ۰/۲۴–۰/۱۹۴ با میانگین ۰/۰۱۶±۰/۲۲۱ و شاهی ۰/۲۲۹–۰/۲۵۱ با میانگین ۰/۰۱±۰/۲۴) می باشد. این نتایج کمتر از مقادیر ارائه شده برای دانه شاهدانه [۲۲] و کپر [۱۲] می باشد.

زاویه ریپوز تخلیه دانه های بالنگو° ۱۸/۲۷۷–۱۶/۴۳۰ با میانگین° ۰/۶۵۴±۱۷/۲۳۲ می باشد (جدول ۲). این مقدارکمتر از مقادیر گزارش شده برای ارزن، کلزا و شاهدانه می باشد. و برای دانه شاهی° ۳۶/۶۸۶ –۳۷/۷۷۶ با میانگین° ۰/۳۸۵ ±۳۷/۲۳ می باشد که این مقدار کمتر از مقادیر گزارش شده برای ارزن و بیشتر از شاهدانه است. زاویه ریپوز پر کردن بالنگو °۲۷/۹۸۷–۲۶/۶۹۶ با میانگین° ۰/۴۹۴±۲۷/۲۴۰ می باشد. این مقادیر بزرگتر از مقادیر گزارش شده برای دانه شنبلیله می باشد. و برای دانه شاهی این فاکتور° ۱۲/۲۲۶ –۱۲/۴۷۶ با میانگین° ۰/۱۱۸± ۱۲/۳۲۶می باشد که کمتر از مقادیر گزارش شده برای شنبلیله است (جدول ۲).

سرعت حد دانه های بالنگو وشاهی به ترتیب در محدوده m/s ۳/۷–۴/۴ با میانگین ۰/۲۴۲±۴/۰۵ و ۳/۹–۴/۱ با میانگین ۰/۰۸۴± ۴/۰۲ بدست آمدند (جدول ۲). نتایج مشابهی در ارتباط با دانه زیره [۲۳] و ارزن [۷] گزارش شده است.

فهرست منابع

۱. امین – غلامرضا, ۱۳۸۴ , متداولترین گیاهان داروئی سنتی ایران ,چاپ اول, تهران, دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، معاونت پژوهشی، مرکز تحقیقات اخلاق و تاریخ پزشکی, صفحه ۱۰۴.
۲. زرگری – علی ,۱۳۶۰ , گیاهان داروئی ,چاپ سوم, تهران, موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران , جلد اول , صفحه ۱۲۷-۱۲۸.
۳. میر حیدر – حسین ,۱۳۷۲ , معارف گیاهی ,چاپ اول, چاپخانه دفتر نشر فرهنگ اسلامی , دفتر نشر فرهنگ اسلامی , جلد اول , صفحه ۵۵-۵۲ .

4. Abalone. R., Cassinera, A., Gasto, N. A. & Lara, M. A. 2004. Some Physical Properties of Amaranth Seeds, *Biosystems Engineering*, 89 (1), 109–117.

5. Altuntas, E., Ozgoz, E. & Faruk Taser, O. 2005. Some physical properties of fenugreek seeds, Journal of Food Engineering, 71, 37–43

6. Bart-Plange, A. & Baryeh, E.A. 2003. The physical properties of Category B cocoa beans, *Journal of Food Engineering,* 60, 219-227.

7. Baryeh. E.A. 2002. Physical Properties of millet, *Journal of Food Engineering*, 51, 39-46.

8. Brummer, Y.; Cui, W. & Wang, Q. 2003. Extraction, purification and physicochemical characterization of fenugreek gum, *Food Hydrocolloids*, 17, 229-236.

9. Calısır. S., Marakoglu. T., Ogut, H. & Ozturk, O. 2005. Physical properties of rapeseed, *Journal of Food Engineering*, 69, 61–66.

10. Correˆa, P.C., Schwanz da Silva, F,, Jaren, C., Afonso Ju´nior, P. C., Arana, I. 2007. Physical and mechanical properties in rice processing, *Journal of Food Engineering*, 79, 137–142.

11. Coskuner, Y. & Karababa, E. 2007. Some physical properties of flaxseed, *Journal of Food Engineering*, 78, 1067–1073.

12. Dursun, E. & Dursun, I. 2005. Some Physical Properties of Caper Seed, *Biosystems Engineering*, 92 (2), 237–245.

13. Gezer, I., Haciseferogullari, H. & Demir, F. 2002. Some physical properties of Hacihaliloglu apricot pit and its kernel, *Journal of Food Engineering*. 56, 49-57.

14. Jain, R.K. & Bal, S. 1997. Physical properties of Pearl millet, *Journal of Agricultural Engineering Research*. 66, 85-91.

15. Kingsly. A. R. P., Singh, D. B., Manikantan, M. R. & Jain, R. K. 2006. Moisture dependent physical properties of dried pomegranate seeds, *Journal of Food Engineering*, 75, 492–496.

16. McCabe, W.L., Smith, J.C., & Harriott, P. 1986. *Unit operations of chemical engineering*. New York: McGraw-Hill.

17. Mohsenin, N.N. 1978. *Physical properties of plant and animal materials,* Gorden and Breach Science Publishers, New York.

18. Mwithiga, G. & Masika Sifuna, M. 2006. Effect of moisture content on the physical properties of three varieties of sorghum seeds, *Journal of Food Engineering* , 75 ,480–486 .

19. Naghibi, F.; Mosaddegh, M.; Mohammadi Motamed, S.; Gorbani, A. 2005. Labiatae family in folk medicine in Iran: from etnobotany to pharmacology, Iranian Journal of Phamaceutical Research, 2, 63-79.

20. Ozguven, F. & Vursavus, K. 2004. Some physical, mechanical and aerodynamic properties of pine (*Pinus pinea*) nuts, *Journal of Food Engineering*, 68, 191-196.

21. Paksoy, M. & Aydin, C. 2004. Some physical properties of Edible squash seeds, *Journal of Food Engineering*. 65(2), 225-231.

22. Sacilik, K., Ozturk, R. & Keskin, R. 2003. Some Physical Properties of Hemp Seed, *Biosystems Engineering*, 86 (2), 191–198.

23. Singh, K. K. & Goswami, T. K. 1996. Physical Properties of Cumin Seed, *J. agric. Engng. Res*. 64, 93–98.

24. Singh, K. K. & Goswami, T. K. 1998. Mechanical Properties of Cumin Seed (*Cuminum cyminum Linn.*) under Compressive Loading, *Journal of Food Engineering*, 36, 311–321.

25. Technical Application studies, 2000. *Draft studies*, CNS Farnell Com., Fulton Group Limited, UK.

26. Tunde-Akintunde, T. Y. & Akintunde, B.O. 2004. Some Physical Properties of Sesame Seed, *Biosystems Engineering*, 88 (1), 127–129.

27. Van Soest, O.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.

28. Yalcın, I. & Ozarslan, C. 2004. Physical Properties of Vetch Seed, *Biosystems Engineering,* 88 (4), 507–512.

جدول ۱- خصوصیات هندسی و ثقلی دانه های بالنگو و شاه

	شاهی				بالنگو			
واحد	تعداد تکرار	میانگین	دامنه	انحراف معیار	تعداد تکرار	میانگین	دامنه
mm	۵۰	۳/۱۴۸	۰/۷۰۷	۰/۱۵۷	۵۰	۲/۶۹۲	۰/۵۰۹
mm	۵۰	۰/۷۲۰	۰/۲۹۲	۰/۰۶۰			
mm					۵۰	۱/۲۴۳	۰/۳۶۴
mm					۵۰	۰/۹۴۷	۰/۲۷۵
mm	۵۰	۱/۱۷۶	۰/۳۰۹	۰/۰۷۲	۵۰	۱/۴۶۷	۰/۲۱۸
	۵۰	۰/۳۷۴	۰/۱۱۵	۰/۰۲۲	۵۰	۰/۵۴۶	۰/۰۷۱
mm^2	۵۰	۴/۳۶۲	۲/۳۰۶	۰/۵۳۴	۵۰	۶/۷۶۹	۰/۹۹۷
g	۱۰	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۹۸	۵	۰/۰۰۱۹۶	۰/۰۰۰۲
g	۱۰	۱/۶۶۷	۰/۱۳	۰/۰۴۱	۵	۱/۹۵۸	۰/۲
mm^3	۱۰	۱/۵۰	۰/۲۳	۰/۰۹	۵	۱/۸۳	۰/۱۳
mm^3	۱۰	۲/۴۶۷	۱/۳۸	۰/۳۵۸	۵	۱/۰۴۰	۰/۴۹۶
kg/m^3	۱۰	۱۰۴۶/۶۸	۱۵۴/۳۶	۵۱/۶۹	۵	۱۰۷۰/۷۰۵	۶/۲۹۳
kg/m^3	۱۰	۷۳۹/۵۰۵	۹/۰۳۶	۳/۱۰۸	۵	۷۴۲/۶۰	۳
%	۱۰	۲۹/۱۹	۱۰/۷۹	۳/۴۸	۵	۳۰/۶۴	۰/۰۰۵۸

جدول ۲ـ خصوصیات اصطکاکی دانه های بالنگو و ش

	بالنگو						شاهی			
سطکاک	واحد اندازه گیری	تعداد تکرار	میانگین	دامنه	انحراف معیار	تعداد تکرار	میانگین	دامنه
	–	۱۰	۰/۳۶۲	۰/۰۴	۰/۰۱۷	۵	۰/۳۶۲	۰/۰۰۸
	–	۱۰	۰/۳۲۱	۰/۰۲۹	۰/۰۰۸	۵	۰/۳۱۷	۰/۰۱۲
	–	۱۰	۰/۲۲۱	۰/۰۴۶	۰/۰۱۶	۵	۰/۲۴۰	۰/۰۲۲
	–	۱۰	۰/۴۳۱	۰/۰۳۱	۰/۰۰۹	۵	۰/۴۴۴	۰/۰۳۵
	–	۱۰	۰/۴۳۲	۰/۰۴۲	۰/۰۱۳	۵	۰/۴۴۶	۰/۰۴۴
	deg.	۱۰	۲۷/۲۴۰	۱/۲۹۲	۰/۴۹۴	۵	۱۲/۳۲۶	۰/۲۵
	deg.	۱۰	۱۷/۲۳۲	۱/۸۴۸	۰/۶۵۴	۵	۳۷/۲۳۳	۱/۰۹
	m/s	۱۰	۴/۰۵	۰/۷	۰/۲۴۲	۵	۴/۰۲	۰/۲