

بررسی خواص فیزیکی سه واریته دانه هندوانه

سیدمحمدعلی رضوی^۱، الناز میلانی^۲، آرش کوچکی^۳، تکتم محمدی مقدم، سمانه علامتیان، مریم عابدینی* و سامان ایزدخواه^۲

چکیده

در این پژوهش، برخی از خواص فیزیکی سه واریته متداول دانه هندوانه (سرخسی با سطح رطوبتی ۴/۵۵٪، قرمز ۴/۷۵٪ و کلاله ۵/۰۲٪) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داده است که واریته قرمز بیشترین طول (۸/۷۹ mm)، عرض (۱۰/۷ mm)، قطر حسابی (mm) ۱۰/۸۹، قطر هندسی (۸/۴۵۶ mm)، ضریب کرویت به روش جین (۲/۱۲۵)، سطح به روش مک کیب (۲۲۵/۰۳ m²) و سطح به روش جین (۱۹۸/۰۱ mm²) را در بین واریته ها دارد. در حالی که بیشترین ضخامت مربوط به واریته سرخسی (۳/۱۰۷ mm) و بیشترین ضریب کرویت محاسبه شده به روش محسنین متعلق به واریته کلاله (۰/۵۱۳) بود. نتایج آزمون خواص ثقلی واریته های مذکور حاکی از این است که دانه واریته قرمز دارای بیشترین حجم (۳۱۱/۶۲۷ mm³) و واریته کلاله دارای بیشترین دانسیته توده (۵۲۷/۲۶۵ kg/m³) و دانسیته ذره (۸۶۶/۶۶۹ kg/m³) بود. در حالی که واریته سرخسی بیشترین درصد تخلخل (۵۱/۶۸۱) را به خود اختصاص داد. بررسی ضرایب اصطکاکی استاتیکی بر سطوحی از جنس چوب، فلز، شیشه، فایبر گلاس و لاستیک نشان داد که ضریب اصطکاک واریته نوع قرمز در محدوده ۰/۲۶-۰/۶۸، نوع سرخسی ۰/۲۶-۰/۶۶ و کلاله ۰/۳۱-۰/۵۶ می باشد. زاویه ریپوز پر کردن برای واریته قرمز معادل ۳۲/۳۸، واریته سرخسی ۳۰/۵۷ و کلاله ۲۷/۰۹۲ به دست آمد، در حالی که زاویه ریپوز تخلیه برای واریته های قرمز، سرخسی و کلاله به ترتیب برابر ۲۸/۱۴۶، ۲۶/۱۲۴ و ۲۱/۶۶ بود.

کلمات کلیدی: دانه هندوانه، خواص ثقلی، خواص هندسی و خواص اصطکاکی

مقدمه

هندوانه با نام علمی *Citrullus Vulgaris* یکی از مهمترین جنس های خانواده کدوئیان هستند که به طور گسترده ای در دنیا توسعه یافته اند. می توان در طبقه بندی میوه های خوراکی آن را جزء میوه های گوشتی ساده چند دانه ای قرارداد که اصطلاح پپو (Pepo) به آنها اطلاق می گردد (ناصری پوریزدی، م. و تهرانی فر.ع، ۱۳۷۴). هندوانه در سراسر مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری و مناطق خشک دنیا به طور گسترده کشت می شود، خواستگاه اصلی هندوانه قاره آفریقا بوده و تاریخچه تولید آن در ایران، به ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح بر می گردد. در حال حاضر نیز در مقیاس وسیع در کشور تولید می گردد، چنانچه سطح زیر کشت تولید هندوانه در استان خراسان بالغ بر ۱۴۱۳۳ هکتار می باشد. واریته های معروف هندوانه در دنیا شامل،

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

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

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

چارلستون گری، شوگر بیبی، کریسمون سوئیت و جابونی (آجیلی) بوده و در ایران ارقام کلاله، سرخسی، دانه قرمز و شاهپسند معروفترین گونه‌های محلی می باشند. بذر هندوانه به دلیل دارا بودن مواد مغذی مناسب، نقش عمده ای در رژیم غذایی افراد ایفاء می کند و مصارف اصلی آن به صورت آجیل (برشته و بو داده)، در شکلات ها و تنقلات مغز دار، یا به عنوان ماده دارویی جهت کاهش فشار خون است. ترکیب دانه هندوانه به طور متوسط شامل ۴/۴٪ کربوهیدرات، ۵۷/۱٪ چربی، ۳۱/۹٪ پروتئین، ۸/۲٪ فیبر، ۶/۲٪ خاکستر، ۱۳۰ mg کلسیم، ۴۵۶ mg فسفر و ۷/۵ mg آهن می باشد (Oke et al., 1978)، اما در تحقیقی دیگر میزان پروتئین دانه هندوانه در حدود ۳۸-۴۳٪ و چربی ۵۹-۵۵٪ گزارش گردید (Laszitivity et al, 1976). از نظر وجود اسید آمینه نیز هندوانه دارای اسیدهای آمینه ضروری لوسین، ایزولوسین، اسیدهای آمینه آروماتیک، تربیتوفان و والین در مقدار زیاد و ترئونین و لیزین در حد کم می باشد. در مناطقی که هندوانه برای تولید بذر کشت می شود، یا از ماشین های مخصوص و تراکتور و یا از روش دستی برای برداشت و بذر گیری استفاده می کنند. در روش دستی، میوه های رسیده پس از برداشت به صورت کپه چیدمان شده، سپس به ماشین بذر گیری که در گردش است، منتقل می شوند. جهت جداسازی دانه ها، بخش گوشتی و لهیده از داخل توری عبور داده می شود و در مرحله بعد دانه ها تحت شستشوی قرار می گیرند (ناصری پوریزی. م. و تهرانی فر. ع.، ۱۳۷۴). با توجه به کشت وسیع هندوانه و اهمیت بذر آن در صنایع تبدیلی وابسته، هم چنین فقدان اطلاعات علمی در خصوص ویژگی های فیزیکی بذر هندوانه، کارایی تولید کاهش یافته و ضایعات تولید افزایش یافته است. لذا دسترسی به اطلاعات علمی در رابطه با ویژگی های فیزیکی بذر هندوانه جهت طراحی بهینه ی تجهیزات انبارداری، حمل و نقل، بوجاری، فرآوری و بسته بندی ضروری به نظر می رسد. به عنوان مثال از نتایج حاصل از بررسی خواص هندسی دانه هندوانه جهت طراحی انواع خشک کن ها و سیلوها استفاده می شود. 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 نقش مهمی را در حین انتقال و انبار داری دانه ها ایفاء می کند. تاکنون مقالات بسیار زیادی در باره خواص فیزیکی بسیاری از محصولات کشاورزی نظیر دانه انار (Kingsly et al. 2006)، تخم آفتابگردان (Gupta et al, 1997)، تخم کدو مسما (Paksoy & Aydin, 2004)، هسته و مغز بادام و زردآلو (Aydin, 2002) و تخم هندوانه (Suthar & Das, 1996) انتشار یافته است، اما تاکنون تحقیقی در خصوص ویژگی های فیزیکی تخم وارپته های هندوانه بومی ایران انجام نگرفته است. هدف از این پژوهش، بررسی برخی از خصوصیات هندسی، ثقلی و اصطکاک سی سه وارپته رایج دانه هندوانه در ایران به نام های سرخسی، قرمز و کلاله در یک سطح رطوبتی بوده است.

مواد و روشها

مواد اولیه شامل دانه وارپته های متداول هندوانه در خراسان بوده که به نام های سرخسی (با رطوبت ۴/۵۵٪)، قرمز (با رطوبت ۴/۷۵٪) و کلاله (با رطوبت ۵/۰۲٪) مشهور می باشند. ابتدا دانه ها تمیز شده و مواد خارجی و دانه های شکسته حذف شدند. برای تعیین رطوبت اولیه دانه ها از روش وزنی (آون با دمای 2 ± 103 به مدت ۸ ساعت) استفاده شد (Kashaninejad et al., 2006).

برای اندازه گیری ابعاد بذر هر وارپته هندوانه مورد بررسی، ابتدا ۱۰۰ دانه به طور تصادفی انتخاب شدند. ابعاد شامل قطر بزرگ، متوسط و کوچک (یا به ترتیب طول، L؛ عرض، W و ضخامت، T) می باشند (شکل ۱). قطر بزرگ، بلند ترین بعد بزرگترین سطح جسم است. قطر کوچک نیز کوتاهترین بعد کوچک ترین سطح جسم است و قطر متوسط کوتاه ترین بعد بزرگترین سطح جسم است. سپس هر یک از بعدهای بذور هندوانه با استفاده از میکرومتر دیجیتالی دارای دقت ۰/۰۰۱ میلی

متر اندازه گیری شد. برای محاسبه میانگین حسابی قطر دانه هر یک از واریته های هندوانه از فرمول ذیل استفاده شد (Mohsenin,1970):

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

میانگین هندسی قطر دانه ها نیز با استفاده از رابطه ذیل به دست آمد (Mohsenin,1970):

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

برای تعیین ضریب کرویت دانه های هندوانه به ترتیب از فرمول های ارائه شده توسط محسنین و جین-بال به صورت ذیل استفاده شد (Mohsenin,1970 and Jain & Ball, 1997):

$$\phi = \frac{(LWT)^{1/3}}{L} \quad (3)$$

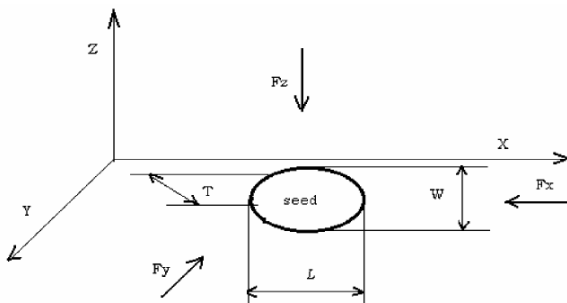
$$\phi = \left[\frac{B(2L-B)}{L} \right]^{1/3} \quad (4)$$

$$B = (WT)^{0.5} \text{ که؛}$$

سطح دانه به ترتیب با استفاده از فرمول های ارائه شده توسط جین و بال (۱۹۹۷) و مک کیب (۱۹۸۷) به دست آمد (Makanjuola,1972):

$$S = \frac{\pi BL^2}{2L-B} \quad (5)$$

$$S = \pi D_g^2 \quad (6)$$



شکل ۲- نمایش سه بعد طول، عرض و ضخامت دانه هندوانه

شکل ۱- میوه و دانه هندوانه

به طور معمول از اصل جابجایی مایع (Liquid displacement) برگرفته از قانون شناوری ارشمیدس برای اندازه گیری دانسیته واقعی و چگالی دانه ها استفاده می شود (Ogut, 1998). 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 قبلاً 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:

$$V = \frac{M_3 - M_2}{\rho_T} \quad (7)$$

M_3, M_2 : جرم تولوئن جابجا شده

ρ_T : دانسیته تولوئن

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

$$\rho_t = \frac{M_1}{V} \quad (8)$$

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 بذور هندوانه از ارتفاع تقریباً ۱۵ سانتی متری بالای استوانه و سپس توزین ظرف به منظور تعیین جرم توده دانه هندوانه (M_b) و جاگذاری آن در رابطه ذیل به دست آمد (Deshpande et al., 1993):

$$\rho_b = \frac{M_b}{V_b} \quad (9)$$

تخلخل توده (ε) انواع واریته های هندوانه طبق تعریف نسبت فضای خالی بین دانه ها به حجم توده آن می باشد و بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (Mohsenin, 1970):

$$\varepsilon = \frac{[\rho_t - \rho_b]}{\rho_t} \times 100 \quad (10)$$

جهت اندازه گیری ضریب اصطکاک استاتیکی، از سطوح اصطکاکی شیبدار متفاوتی از جنس چوب، فلز، شیشه، فایبرگلاس 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 پر شده 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 (Chung & Verma, 1998):

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

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 $20 \times 20 \times 15$ سانتی متر استفاده گردید، ابتدا استوانه روی سینی لبه دار قرار می گیرد، پس از پر شدن 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 کپه (H) و شعاع کپه مورد نظر (R) را اندازه گرفته و با توجه به رابطه زیر زاویه ریپوز پرکردن به دست می آید (Kaleemullah et al, 2002):

$$\theta_f = \text{Arc tan} (2H / R) \quad (12)$$

هم چنین برای اندازه گیری زاویه ریپوز تخلیه (θ_e)، از یک مخزن مکعبی با درب کشویی از جنس فایبر گلاس و به ابعاد $20 \times 20 \times 20$ 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 (Joshi, Das & Mukherjee, 1993):

$$\theta_e = \text{Arc tan} (H / X) \quad (13)$$

نتایج و بحث:

میانگین و انحراف معیار داده های حاصل از بررسی خواص هندسی سه واریته دانه هندوانه (سرخسی با سطح رطوبتی ۴/۵۵ درصد، قرمز ۴/۷۵ درصد و کلاله ۵/۰۲ درصد) در جدول (۱) حاکی از آن است که واریته قرمز بیشترین طول، عرض، قطر

حسابی، قطر هندسی، ضریب کرویت به روش جین، سطح به روش مک کیب و سطح به روش جین را در بین واریته ها به خود اختصاص داده است، در حالی که بیشترین ضخامت مربوط به واریته سرخسی و بیشترین ضریب کرویت محاسبه شده به روش محسنین متعلق به واریته کلاله بود. محققین دیگر نیز خواص هندسی انواع دانه ها نظیر دانه انار (Kingsly et al. 2006)، تخم آفتابگردان (Gupta et al, 1997)، تخم کدو مسما (Paksoy & Aydin, 2004)، هسته و مغز بادام و زردآلو (Aydin, 2002) و تخم هندوانه (Suthar & Das, 1996) را اندازه گیری کرده اند. برای مثال، Aydin و همکاران در سال ۲۰۰۴ طول، عرض و ضخامت دانه کدو را در سطح رطوبتی ۶/۵۳٪ به ترتیب ۱۸/۱۶، ۹/۸۰ و ۲/۶۷ میلی متر گزارش نمودند. هم چنین میانگین قطر هندسی برابر ۷/۷۲ و مقدار ضریب کرویت معادل ۴۳٪ به دست آمده بود.

جدول ۱: نتایج داده های خصوصیات هندسی سه واریته هندوانه سرخسی، کلاله و دانه قرمز*

واریته	سرخسی	کلاله	دانه قرمز
درصد رطوبت	۴/۵۵	۵/۰۲	۴/۷۵
طول (میلی متر)	۱۵/۵۹۷ ± ۱/۰۶۵	۱۳/۴۵۵ ± ۰/۹۳۳	۱۸/۹۷۲ ± ۰/۹۵۶
عرض (میلی متر)	۹/۱۹۰ ± ۰/۶۹۱	۸/۴۰۱ ± ۰/۶۳۳	۱۰/۷۲۰ ± ۰/۵۹۰
ضخامت (میلی متر)	۳/۱۰۷ ± ۰/۳۵۸	۲/۹۱۲ ± ۰/۲۸۷	۲/۹۸۸ ± ۰/۳۱۵
میانگین هندسی قطر	۹/۲۹۸ ± ۰/۵۲۴	۸/۲۵۶ ± ۰/۴۸۷	۱۰/۸۹۴ ± ۰/۴۳۳
میانگین حسابی قطر	۷/۶۲۰ ± ۰/۴۵۵	۶/۸۹۳ ± ۰/۳۹۸	۸/۴۵۶ ± ۰/۳۹۴
ضریب کرویت (محسنین)	۰/۴۹۰ ± ۰/۰۲۸	۰/۵۱۳ ± ۰/۰۲۲	۰/۴۴۶ ± ۰/۰۲۰
ضریب کرویت (جین و بال)	۲/۰۶۶ ± ۰/۰۲۸	۲/۰۰۴ ± ۰/۰۳۹	۲/۱۲۵ ± ۰/۰۳۶
سطح (مک کیب)	۱۸۲/۹۶۳ ± ۲۱/۷۶۵	۱۴۹/۶۸۴ ± ۱۷/۰۴۲	۲۲۵/۰۳۱ ± ۲۱/۰۳۵
سطح (جین و بال)	۱۵۷/۹۰۵ ± ۱۸/۲۷۶	۱۲۸/۰۹۳ ± ۱۴/۵۳۷	۱۹۸/۰۱۲ ± ۱۷/۷۶۱

*داده های جدول میانگین ۱۰۰ تکرار می باشند.

نتایج خواص ثقلی واریته های مورد مطالعه در جدول (۲) نشان می دهد واریته دانه قرمز دارای بیشترین حجم و واریته کلاله دارای بیشترین دانسیته توده و دانسیته ذره می باشد، در صورتی که واریته سرخسی بیشترین درصد تخلخل را به خود اختصاص داد. خواص ثقلی برای دانه های متعددی نظیر دانه عدس (Carman, 1996)، پنبه دانه (Ozarslan, 2002)، هسته بادام و زردآلو (Aydin, 2002) مورد بررسی قرار گرفته است. در بررسی خواص ثقلی کدو توسط Aydin و همکاران در سال ۲۰۰۴، مقادیر دانسیته ذره، دانسیته توده و تخلخل به ترتیب برابر ۴۵۰، ۳۴۰ کیلو گرم بر متر مکعب و ۲۰٪ گزارش گردید.

جدول ۲: نتایج داده های خصوصیات ثقلی سه واریته دانه هندوانه سرخسی، کلاله و دانه قرمز*

واریته	درصد رطوبت	حجم دانه (mm ³)	دانسیته ذره (kg/m ³)	دانسیته توده (kg/m ³)	تخلخل (%)
واریته سرخسی	۴/۵۵	۲۰۶/۲۷۹ ± ۱۶/۱۸۷	۸۶۱/۷۵۴ ± ۱۰/۴۱۷	۴۱۶/۳۳۳ ± ۹/۲۳۹	۵۱/۶۸۱ ± ۱/۴۵۲
واریته کلاله	۵/۰۲	۱۷۹/۵۳۴ ± ۲۱/۳۰۷	۸۶۶/۶۶۹ ± ۱۷/۳۹۸	۵۲۷/۲۶۵ ± ۴/۵۰۱	۳۹/۱۴۳ ± ۱/۲۴۶
واریته دانه قرمز	۴/۷۵	۳۱۱/۶۲۷ ± ۲۹/۸۸۵	۸۶۳/۰۳۶ ± ۱۰/۰۸۵	۴۵۱/۶۱۶ ± ۴/۵۶۶	۴۷/۶۰۴ ± ۰/۷۵۵

*داده های حجم، دانسیته توده و دانسیته ذره میانگین حداقل ۱۰ تکرار می باشند.

بررسی ضرایب اصطکاکی بر سطوح مختلف از جنس چوب، فلز، شیشه، فایبر گلاس و لاستیک نشان داد برای کلیه واریته ها و سطوح، بیشترین مقدار ضریب اصطکاک مربوط به سطح لاستیکی است و پس از آن چوب و کمترین مربوط به شیشه است (جدول ۳). ضریب اصطکاک واریته نوع قرمز در محدوده ۰/۲۶-۰/۶۸ بوده که بیشترین ضریب مربوط به سطح لاستیکی و کمترین مربوط به شیشه است، بیشترین مقدار زاویه ریپوز پر کردن و تخلیه مربوط به واریته قرمز و کمترین مربوط به کلاله می باشد. خواص اصطکاکی برای محصولاتی از قبیل تخم کدو مسما (Paksoy & Aydin, 2004)، تخم هندوانه (Suthar & Das, 1996) و هسته بادام و زردآلو (Aydin, 2002) اندازه گیری شده است. برای مثال، Aydin و همکارانش در سال ۲۰۰۴، ضریب اصطکاک استاتیکی و دینامیک دانه کدو را روی سطوح اصطکاکی تخته سه لا و آهن گالوانیزه به دست آوردند و نتیجه گرفتند بیشترین ضریب اصطکاک مربوط به سطح تخته سه لا است. هم چنین مقدار زاویه ریپوز تخلیه دانه کدو برابر ۱۸/۵۵ گزارش گردید.

جدول ۳: نتایج خصوصیات اصطکاکی سه واریته دانه هندوانه سرخسی، کلاله و دانه قرمز*

واریته	رطوبت (%)	زاویه ریپوز		ضریب اصطکاکی سطوح مختلف			
		تخلیه	پر کردن	فایبرگلاس	لاستیک	شیشه	آهن گالوانیزه
واریته سرخسی	۴/۵۵	۲۶/۱۲۴±۰/۹۱۶	۳۰/۵۷۰±۰/۲۷۸	۰/۳۰۰±۰/۰	۰/۶۶۴±۰/۰۰۵	۰/۲۶۴±۰/۰۰۵	۰/۳۸۴±۰/۰۰۹
واریته کلاله	۵/۰۲	۲۱/۶۶۲±۰/۹۵۵	۲۷/۰۹۲±۰/۵۲۸	۰/۳۶۲±۰/۰۰۴	۰/۵۵۸±۰/۰۱۱	۰/۳۰۶±۰/۰۰۹	۰/۳۹۶±۰/۰۰۵
واریته دانه قرمز	۴/۷۵	۲۸/۱۴۶±۰/۹۴۷	۳۲/۳۸۰±۰/۴۶۶	۰/۳۴۰±۰/۰	۰/۶۷۶±۰/۰۱۳	۰/۲۶۰±۰/۰۰۱	۰/۴۳۰±۰/۰۱۰

*داده های جدول میانگین حداقل ۵ تکرار می باشند.

منابع مورد استفاده:

- ناصری، م. ت. و تهرانی فر، ع.، ۱۳۷۴، تولید بذر سبزیجات (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- Abalone, R., Cassinera, A., Gaston, A. & Lara, M.A. (2004). Some physical properties of Amaranth Seeds. *Biosystems Engineering*, 89(1), 109-117.
- Amin, M. N., Hossain, M. A. & Roy, K. C. (2004). Effects of moisture content on some physical properties of lentil seeds, *Journal of Food Engineering*, 65, 83-87.
- Aydin, C. (2003). Physical properties of almond nut and kernel. *Journal of Food Engineering*, 60, 315-320.
- Aydin, C. (2002). Physical Properties of Hazel Nuts. *Biosystem Engineering*, 82 (3), 297-303.
- Chung, J. H., & Verma, L. R. (1989). Determination of friction coefficients of beans and peanuts. *Transaction of the ASAE*, 32, 745-750.
- Deshpande, S. Bal, S., & Ojha, T. P. (1993). Physical properties of soybean. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 56, 89-98.
- Fraser B M; Verma S S; Muir W E (1978). Some physical properties of fababeans. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 23(1), 53-57
- Gupta, R. K., & Das, S. K. (1997). Physical properties of sunflower seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 66, 1-8.
- Joshi D C; Das S K; Mukherjee R K (1993). Physical properties of pumpkin seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 54(3), 219-229.
- Laszitivity, R., Asbd-EL-Samei, M.B. and El-Safei, Salgo, A. (1996). *Biokemiaies Elmiszertech.Tanszek, Budapesti Muszaki Egyetem.*
- Kingsly, A.R.P., Singh, D.B. Manikantan, M.R. Jain R.K (2006). Moisture dependent physical properties of dried pomegranate seeds (Anardana). *Journal of Food Engineering* 75(4) 492-496.
- Konak, M., Carman, K. & Aydin, C. (2002). Physical Properties of Chick Pea Seeds. *Biosystems Engineering*, 82, 73-78.
- Kaleemullah, S., & Gunasekar, J. J. (2002). Moisture-dependent physical properties of areca nut kernels. *Biosystem Engineering*, 82(3), 331-338.

- Kashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A. and Tabil, L.G. (2006). Some physical properties of Pistachio nut and its kernel, *Journal of Food Engineering*, 72(1), 30-38.
- M. Paksoy a, C. Aydin .(2004). Some physical properties of edible squash (*Cucurbita pepo* L.) seeds, *Journal of Food Engineering* 65 (2004) 225–231
- Mohsenin, N. (1970). *Physical properties of plant & animal materials*, New York, Gordon and breach Science publishers.
- Ogunjim, L.A.O., Aviara, N.A. & Aregbesola, O.A. (2002). Some Engineering Properties of Locust Bean Seed. *Journal of Food engineering* 55:95-99.
- Makanjuola, G. A. (1972). A study of some of the physical properties of melon seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 17, 128–137.
- Oke, O.L. and Umoh, I. B. (1978). *Nutrition Reports International*, 17(3), 293-297.
- Paksoy, M. and Aydin, C. (2004). Some Physical Properties of Edible Squash Seeds, *Journal of Food Engineering*, 2, 225-231.
- Suther, S-H , Das .S .K(1997), some physical properties of Karingda (*citrullus lanatus* thumb) Mansf seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, GS(1) 1S-22