

## تعیین خواص فیزیکی، هندسی و آیرودینامیکی دانه انار

سحر صمصامی<sup>۱</sup>، هادی ایزدی<sup>۱</sup>، عادل بخشی پور<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز. ۲- دانشجوی دکتری مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز.

## چکیده

تعیین ویژگی‌های فیزیکی، هندسی و آیرودینامیکی محصولات کشاورزی برای طراحی ماشین‌های مختلفی که در برداشت و فرآیندهای پس از برداشت این محصول دست دارند از اهمیت زیادی برخوردار است. بنابراین شناخت خواص محصولات جهت حفظ کیفیت و کاهش ضایعات، طراحی و ساخت ماشین‌ها و تجهیزات فرآوری، انبارداری و بسته‌بندی بدون دانستن این خواص امکان پذیر نیست. در این تحقیق هدف تعیین خواص فیزیکی، هندسی و آیرودینامیکی دانه انار رقم رباب نیریز بوده است. خواص فیزیکی و هندسی شامل ابعاد، وزن، قطر میانگین هندسی، قطر میانگین حسابی، ضریب کروی، مساحت سطح، ضریب رعنائی و ضریب بسته‌بندی، سطوح تصویر، جرم و حجم توده بود که به ترتیب برابر است با ۵۲/۱۲، ۸/۱۱، ۷/۱۴ میلی‌متر، ۰/۴۱۴ گرم، ۸/۷۷، ۸/۹۳ میلی‌متر، ۰/۷۹، ۲۴۲/۰۷ میلی‌متر مربع، ۰/۷۷، ۱/۴۲ برای سطوح تصویر به ترتیب داریم ۶۹/۹۶، ۹۷/۴۱، ۹۲/۳۲ میلی‌متر مربع، ۱۴۲/۹۶۲ گرم، ۱۵۱/۵۰ میلی‌متر مکعب بدست آمد. خواص آیرودینامیکی دانه انار با استفاده از تونل باد اندازه‌گیری شد، که سرعت حد ۸/۰۴ متر بر ثانیه و ضریب پسا برابر با ۰/۵۱۵ محاسبه گردید.

واژگان کلیدی: خواص فیزیکی، خواص هندسی، خواص آیرودینامیکی، دانه انار

## Measurement of Physical, Geometric and Aerodynamic Properties of Pomegranate Seeds

S. Samsami<sup>1\*</sup>, H. Izadi<sup>1</sup> & A. Bakhshipour<sup>2</sup>

1- MSc. Student of Dept. of Agricultural Machinery, Shiraz University, Shiraz- Iran.

2- PhD. Student of Dept. of Agricultural Machinery, Shiraz University, Shiraz- Iran.

## Abstract

It is important to determine physical, geometrical and aerodynamic properties to design transport, harvesting and processing equipment. Therefore, it is not possible without knowing these properties to maintain quality of products and waste reduce, designing and manufacturing machines and equipment for processing, storage and packing. In this study, the physical, geometric and aerodynamic properties of pomegranate were obtained from Rabab Neyriz. Physical and geometrical properties were measured include dimensions, weight, geometric mean diameter, arithmetic mean diameter, sphericity index, surface area, aspect ratio, packing coefficient and projected area, bulk mass, bulk volume. the following values were obtained, respectively: 11.12, 8.52, 7.14mm, 0.414gr, 8.77 and 8.93mm, 0.79, 242.07mm<sup>2</sup>, 0.77, 1.42 and for projected area, we have 69.96, 97.41, 92.32mm<sup>2</sup>, 142.96gr and 151.5mm<sup>3</sup>. Aerodynamic properties of seeds were measured using a wind tunnel, the terminal velocity, 8.04 meters per second, the drag coefficient is 0.515 versus calculated.

Keywords: physical properties, geometric properties, aerodynamic properties, pomegranate seed

## مقدمه

انار با نام علمی *Punica granatum* از خانواده Punicaceae درخت کوچکی است که ارتفاع آن حداکثر تا ۶ متر می‌رسد و در مناطق نیمه گرمسیری می‌روید. محصول نهایی درخت انار میوه‌ای است درشت و کروی با پوستی به رنگ‌های زرد روشن تا قرمز تیره، که در بالا دارای تاج یا گردن میوه در اندازه کوتاه یا بلند می‌باشد. این میوه دارای ویتامین‌های C، B1، B2 و B6 است و عناصری مانند کلسیم، فسفر، آهن و منگنز نیز دارد که متعادل‌کننده مایعات بدن به ویژه خون است (بی‌نام، ۱۳۹۱). با وجود تولید بالای انار در کشور به دلیل عدم وجود درجه‌بندی‌های مناسب و نیز بسته‌بندی‌های درست و بازاری پسند برای این محصول و دانه‌های آن به طور جداگانه، عملکرد صادرات ما در مورد محصول و فرآورده‌های آن رشد چشمگیری نداشته است. جهت طراحی ماشین‌های درجه‌بندی، حمل و نقل و بسته‌بندی آگاهی از خواص فیزیکی، هندسی و آیرودینامیکی ضروری به نظر می‌رسد.

قمی و همکاران (۲۰۰۳) برخی از خواص فیزیکی، مکانیکی و آیرودینامیکی برای دو گونه زیتون زرد و روغنی را مشخص کردند. کاشانی و همکاران (۲۰۰۶) تعدادی از خصوصیات فیزیکی و آیرودینامیکی پسته رقم اوحدی و مغز آن را به منظور طراحی تجهیزات فرآوری تعیین کردند. ایمان‌مهر و همکاران (۱۳۸۵) خصوصیات هندسی خواص فیزیکی و آیرودینامیکی دانه روغنی کلزا را بدست آوردند. رضوی و همکاران (۱۳۸۷) برخی خواص فیزیکی، اصطکاک و آیرودینامیکی انجیر خشک را محاسبه کردند. عمادی و همکاران (۱۳۸۷) کاربرد خصوصیات فیزیکی و آیرودینامیکی زعفران برای جدایش کلاله از گل را بررسی کردند. خدابخشیان کارگر و همکاران (۱۳۸۸) خواص فیزیکی و آیرودینامیکی تخمه آفتابگردان رقم آذر گل را تعیین کردند. زارع و همکاران (۱۳۹۱) خواص فیزیکی، مکانیکی و آیرودینامیکی ۴ رقم زیتون را محاسبه کردند.

فهرست علائم	
$\varphi$	ضریب کرویت (%)
$S$	مساحت سطح ( $mm^2$ )
$a$	طول (mm)
$V_t$	سرعت حد ( $\frac{m}{s}$ )
$b$	عرض (mm)
$C_d$	ضریب پسا (decimal)
$c$	ضخامت (mm)
$m_w$	جرم آب جابه جا شده (gr)
$D_m$	قطر میانگین هندسی (mm)
$\rho_a$	چگالی هوا ( $m^3$ )
$D_s$	قطر میانگین حسابی (mm)
$V$	حجم ( $mm^3$ )
$m$	جرم میوه (gr)
$\rho_w$	چگالی آب ( $m^3$ )
$g$	شتاب ثقل ( $\frac{m}{s^2}$ )
$\rho_f$	چگالی جامد ( $m^3$ )

## مواد و روش ها

در این تحقیق خواص فیزیکی، هندسی و آیرودینامیکی دانه میوه انار رقم رباب مورد مطالعه قرار گرفت. انارها از باغات شهرستان نیریز برداشت گردیده و به طور دستی دانه شدند. به مدت ۲۴ ساعت در دمای  $10.5^{\circ}\text{C}$  جهت اندازه گیری رطوبت نگهداری شد که مقدار متوسط رطوبت برای آریلها ۷۷/۴۲٪ تعیین گردد. برای اندازه گیری ابعاد دانه‌ها از رقم فوق ۱۰ عدد انار به طور تصادفی انتخاب شد، پس از دانه شدن و ۱۰۰ عدد دانه بعنوان نمونه انتخاب شده و بوسیله کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر، طول  $a$ ، عرض  $b$  و ضخامت  $c$  اندازه گیری شدند. جرم دانه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت اندازه گیری ۰/۰۰۱ گرم اندازه گیری شد. قطر میانگین حسابی  $D_a$ ، قطر میانگین هندسی  $D_g$  و ضریب کرویت  $\varphi$  با استفاده از روابط (۱) الی (۳) محاسبه گردید (Mohsenin, 1986).

$$(1) \quad D_a = \frac{a + b + c}{3}$$

$$(2) \quad D_g = (abc)^{\frac{1}{3}}$$

$$(3) \quad \varphi = \frac{(abc)^{\frac{1}{3}}}{a}$$

مساحت سطح با استفاده از رابطه (۴) بدست آمد (Mohsenin, 1986).

$$(4) \quad S = \pi \cdot D_g^2$$

حجم توده با جرم ۱۴۲/۹۶۲ گرم با استفاده از روش جابه‌جایی مایع (آب) برابر با ۱۵۱/۵۰ میلی‌متر مکعب بدست آمد. همچنین با توجه به سختی اندازه گیری حجم واقعی دانه‌های انار به دلیل اندازه آنها که جزو دانه‌های ریز تلقی می‌شود، با استفاده از روابط مربوط به کره دو سر پهن، کره بسط یافته و کره دوکی شکل حجم نمونه‌ها بدست آمد (Mohsenin., 1986):

$$V_{\text{ellip}} = \frac{4}{3} \pi \cdot \left(\frac{a}{2}\right) \cdot \left(\frac{b}{2}\right)^2$$

$$V_{\text{pro}} = \frac{4}{3} \pi \cdot \left(\frac{a}{2}\right)^2 \cdot \left(\frac{b}{2}\right)$$

$$V_{\text{ellip}} = \frac{4}{3} \pi \cdot \left(\frac{a}{2}\right) \cdot \left(\frac{b}{2}\right) \cdot \left(\frac{c}{2}\right)$$

برای بدست آوردن سطح تصویر دانه انار، با استفاده از دوربین دیجیتال NIKON COOLPIX P4 ساخت ژاپن از نمونه‌ها عکس گرفته شد و سپس با استفاده از نرم‌افزار Matlab و روش‌های پردازش تصویر، مساحت نمونه‌ها بدست آمد (Kilican, 2008). برای بدست آوردن سرعت حد از تونل باد واقع در بخش مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه شیراز استفاده شد که سرعت دمنده توسط یک اینورتور تنظیم می‌شد (Kilican. A, Guner. M, 2008). برای اندازه گیری سرعت هوا از سرعت‌سنج سیم‌داغ مارک Testo با دقت ۰/۰۱ متر بر ثانیه استفاده شد. دانه‌های انارها از بالا در تونل باد قرار داده شد، سپس سرعت جریان هوا تا آستانه معلق شدن دانه افزایش یافت و از روی سرعت‌سنج سرعت حد قرائت شد. در نهایت ضریب پسا با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$C_d = \frac{2 \text{ mg}}{S \cdot V_f^2 \cdot \rho_a}$$

## نتیجه گیری

نتایج حاصل از اندازه گیری پارامترهای ذکر شده در جدول زیر ارائه شده است :

Parameters	Properties	Min	Max	Average
a	قطر بزرگ (mm)	۹/۴۶	۱۲/۸۹	۱۱/۱۲
b	قطر میانی (mm)	۶/۷۶	۱۰/۳۳	۸/۵۲
c	قطر کوچک (mm)	۵/۸۸	۸/۲۸	۷/۱۴
M	جرم نمونه (gr)	۰/۲۱۲	۰/۵۲۲	۰/۴۱۴
Dg	میانگین هندسی قطر (mm)	۷/۳۲	۹/۸۴	۸/۷۷
Da	میانگین حسابی قطر (mm)	۷/۵۰	۱۰/۰۸	۸/۹۳
S	سطح رویه (mm <sup>2</sup> )	۱۶۸/۰۵	۳۰۳/۸۰	۲۴۲/۰۷
$\phi$	کروییت	۰/۶۸	۰/۹۰	۰/۷۹
Ra	ضریب رعنائی	۰/۶۰	۰/۹۴	۰/۷۷
Packing coeff.	ضریب بازارپسندی	۱/۱۷	۱/۷۸	۱/۴۲
Vpro	حجم کره بسط یافته (cm <sup>3</sup> )	۲۹۸/۵۶	۶۶۲/۵۸	۴۶۴/۲۱
Vobl	حجم کره دوسرپهن (cm <sup>3</sup> )	۲۳۵/۵۶	۷۰۴/۷۶	۴۲۵/۷۳
Vellip	حجم کره دوکی شکل (cm <sup>3</sup> )	۲۰۴/۹۰	۴۹۸/۰۴	۳۵۵/۴۴
PA1	سطح تصویر ۱ (mm <sup>2</sup> )	۴۱/۴۱	۸۸/۹۵	۶۹/۹۶
PA2	سطح تصویر ۲ (mm <sup>2</sup> )	۶۵/۶۶	۱۲۵/۳۴	۹۷/۴۱
PA3	سطح تصویر ۳ (mm <sup>2</sup> )	۵۳/۴۲	۱۱۸/۸۹	۹۲/۳۲
Vt	سرعت حد (m/s)	۷/۷۰	۸/۳۸	۸/۰۴
Cd	ضریب پسا	۰/۵۶	۰/۴۷	۰/۵۲

## منابع

- ایمان مهر، ع. قبادیان، ب. مینایی، س. فردمال، ج. (۱۳۸۵). تعیین برخی خواص فیزیکی دانه کلزا (واریته لیکورد). مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۱۲۸-۱۱۹: ۷(۲۱)
- بی. نام. ۱۳۹۱. سایت انار ایران. <http://www.anar-iran.ir/fa/Interduce/Details.aspx> (مراجعه شده در تاریخ فروردین ۱۳۹۲).
- خدابخشیان کارگر، ر. عمادی، ب. عباسپورفرد، م. سعیدی راد، م. (۱۳۹۰). تعیین خواص فیزیکی و آیرودینامیکی تخمه آفتابگردان رقم آذرگل، ۴۳-۵۱: ۱(۴۲)
- رضوی، م. ۱۳۸۷. سایت مرجع دانش. [http://www.civilica.com/Paper-NCAMEM05-NCAMEM05\\_293.html](http://www.civilica.com/Paper-NCAMEM05-NCAMEM05_293.html) (مراجعه شده در تاریخ اسفند ۱۳۹۱).
- زارع، ف. نجفی، غ. توکلی هشتچین، ت. (۱۳۹۱). تعیین خواص فیزیکی، مکانیکی و آیرودینامیکی زیتون به منظور طراحی و ساخت ماشین برداشت زیتون، هفتمین کنگره ملی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

۶. عمادی، ب. ۱۳۸۷. سایت مرجع دانش. [http://www.civilica.com/Paper-NCAMEM05-NCAMEM05\\_300.html](http://www.civilica.com/Paper-NCAMEM05-NCAMEM05_300.html) (مراجعه شده در تاریخ اسفند ۱۳۹۱).

7. Ghamary. B, et al. 2003. Physical Properties of Olive. CSAE/SCGR, paper no. 03323.
8. Kashaninejad M., A. Mortazavi, A. Safekordi, L.G. Tabil, 2006. Some physical properties of Pistachio (*Pistacia vera* L.) Nuts and its kernel. *Journal of Food Engineering*. 72: 30-38.
9. Kilican. A, Guner. M. 2008. Physical properties and mechanical behavior of olive fruits (*Olea europaea* L.) under compression loading. *Journal of Food Engineering*. 87: 222-228.
10. Mohsenin, N.N., 1986. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. 2nd ,Edn., Gordon and Breach Science Publishers, New York, N. Y.