

## تأثیر میزان رطوبت بر سرعت حد مغز بادام (۵۰۰)

مسعود زابولستانی<sup>۱</sup>، سید احمد طباطبایی فر<sup>۲</sup>

### چکیده

خواص آیرودینامیکی مغز بادام از پارامترهای مهم در طراحی ماشین‌های جدا کردن، تمیز کردن و انتقال بادی به شمار می‌رود. از میان این خصوصیات سرعت حد مهمترین است. سرعت حد مغز بادام با استفاده از یک تونل باد اندازه‌گیری شد. همچنین مساحت سطح تصویر شده مغزهای بادام با استفاده از سیستم ماشین بینایی تعیین و مورد بررسی قرار گرفت. ارقام مختلف بادام در پنج سطح رطوبتی (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد) بر پایه وزن خشک آزمایش شدند. نمونه‌های مغز بادام بطور تصادفی انتخاب و در تونل باد قرار گرفتند. سرعت حد با استفاده از بادسنج سیم داغ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار سرعت حد  $6/83$  متر بر ثانیه برای رقم سنگی و پائین‌ترین آن  $5/05$  متر بر ثانیه برای رقم کاغذی بود و با افزایش میزان رطوبت، سرعت حد برای همه ارقام افزایش یافت. مقایسه نتایج نشان داد که سرعت حد مغز بادام سنگی در رطوبت‌های مساوی در مقایسه با دو نوع دیگر بادام بیشترین و برعکس برای مغز بادام کاغذی کمترین بود. بررسی نتایج نشان داد که با افزایش رطوبت مساحت سطح تصویر شده در همه ارقام افزایش یافته و بزرگ‌ترین مقدار آن  $1/88$  سانتی متر مربع برای بادام کاغذی و کوچک‌ترین آن  $1/5$  سانتی متر مربع برای رقم نیمه سنگی بود.

**کلیدواژه:** بادام، خواص فیزیکی، رطوبت، سرعت حد، مساحت سطح تصویر شده

۱ - عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، پست الکترونیک: zabolostani@yahoo.com

۲ - عضو هیات علمی دانشگاه تهران

## مقدمه:

بادام یکی از قدیمترین درختان میوه است که بوسیله بشر از دیر باز استفاده شده و به دلیل نیاز اکولوژیک خاصی که دارد تولید آن در نواحی خاصی از جهان محدود شده است. بادام با نام علمی *Prunus Amygdalus* متعلق به خانواده *Rosacea* و زیر خانواده *Prunoidea* بوده و بومی نواحی گرم و خشک غرب آسیا، منطقه خاورمیانه و ایران می باشد [۲]. بادام یکی از مهمترین محصولات صادراتی غیرنفتی ایران بوده و کشور ما از عمده ترین تولید کنندگان بادام جهان محسوب میشود. تولید سالانه بادام در ایران در حدود ۱۰۸۶۷۷ تن با عملکرد ۱۶۲۶/۹ کیلوگرم درهکتار است، بطوریکه ایران بعد از ایالات متحده آمریکا، اسپانیا و ایتالیا مقام چهارم تولید را در جهان دارا میباشد [۹].

در ایران انتقال، پوست کنی و تمیز کردن بادام بصورت دستی انجام میشود. برای طراحی تجهیزات و ماشین های انتقال دهنده، انبار کردن در مخازن مختلف، درجه بندی، خشک کردن و سایر فرآیندهای بادام، تعیین خواص فیزیکی و وابستگی آنها به رطوبت محتوی آن ضروری است. از جمله این خواص فیزیکی زاویه قرارگیری و ضریب اصطکاک استاتیکی می باشد. مطالعه بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی بادام محدود بوده و تا به حال در مورد ارقام ایرانی بادام تحقیقی انجام نشده است.

از جریان باد و یا آب اغلب به عنوان حمل کننده در انتقال و فرآوری محصولات کشاورزی استفاده می شود. مدت های مدیدی است که از سیال هوا برای جدا نمودن و انتقال در ماشین های کشاورزی و مهندسی فرآوری بهره گرفته می شود. شناخت دانش خواص فیزیکی مواد که در رفتار هیدرو دینامیکی و آیرودینامیکی محصولات کشاورزی موثر است برای این کاربردها ضروری می باشد. سرعت حد مواد از مهمترین پارامترهای آیرودینامیکی و هیدرو دینامیکی محسوب می شوند که وابسته به شتاب و جریان سیال می باشند. سرعت حد یکی از مهمترین پارامترها برای جدا کردن کاه و گندم از همدیگر بوده و کاربردهای زیادی در سیستم های بوجاری دارد. زمانی که از جریان هوا برای جدا نمودن یک محصول مانند گندم از دیگر مواد خارجی همراه آن مانند کاه و کلش استفاده می شود، آگاهی از سرعت حد تمامی ذرات تشکیل دهنده محدوده ای از سرعت های هوای موثر برای عمل جدا نمودن را بدست می دهد. بنابراین دلایل، سرعت حد به عنوان یک خصوصیت آیرودینامیکی مهم ذرات در عملیاتی از قبیل انتقال و جدا نمودن با استفاده از هوای فشرده از ذرات خارجی، مورد استفاده قرار می گیرد. در ایران تمیز کردن مغز بادام از پوست و مواد خارجی بصورت دستی انجام میشود. مطالعه بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی بادام محدود بوده و تا به حال در مورد ارقام ایرانی بادام تحقیقی انجام نشده است. سرعت حد برای هر جز محصول کشاورزی برای جدا کردن و انتقال خیلی مهم بوده و بنابراین از پارامترهای موثر برای طراحی سیستم و ماشین های کشاورزی می باشد. دو روش برای تعیین سرعت حد مورد مطالعه قرار گرفته است الف) روش سقوط آزاد که با رها کردن نمونه از یک ارتفاع های مختلف و ثبت زمان سقوط و طول مسیر طی شده انجام شده و سپس منحنی طول مسیر سقوط نسبت به زمان رسم می گردد که با مشتق گیری از این منحنی مقادیر سرعت در زمانهای مختلف بدست آمده و سرعت حد معمولاً با برخی روش های مقایسه ای داده ها حاصل می شود. در این روش سرعت حد با روش دیجیتالی یا با استفاده از دوربین و تونل باد اندازه گیری می شود [۱۱]. ب) در این روش نمونه ها روی شبکه ای با جریان هوای کنترل شده قرار گرفته و با افزایش سرعت هوا در ارتفاع مینی به صورت شناور قرار می گیرند میزان سرعت هوا در آن ارتفاع معین معادل سرعت حد است. این روش در تونل باد با جریان خلا یا جریان هوای فشرده انجام می گیرد.

در مورد بررسی و تعیین سرعت حد محصولات مختلف کشاورزی در محدوده های رطوبتی مختلف تحقیقات متعددی انجام شده است که از جمله آنها به موارد زیر می توان اشاره کرد:

ربانی و همکاران در سال ۱۳۸۱ سرعت حد نخود ایرانی را مورد بررسی قرار داده و گزارش نمودند که افزایش رطوبت و ابعاد موجب افزایش سرعت حد نخود می گردد (۳).

رجبی پور و همکاران در سال ۲۰۰۶ تاثیر رطوبت بر سرعت حد ارقام گندم را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که با افزایش رطوبت محتوی گندم سرعت حد تمامی ارقام گندم مورد بررسی افزایش یافت [۱۵].

کارمن<sup>۱</sup> در سال ۱۹۹۶ برخی خواص آیرودینامیکی عدس را مورد بررسی قرارداد، اودریافت که با افزایش رطوبت دانه، سرعت حد و مساحت سطح تصویر شده آن افزایش یافت [۸].

سینگ و گاسوامی<sup>۲</sup> در سال ۱۹۹۶ مطالعه ای را بر روی خواص فیزیکی زیره سبز انجام دادند. آنها نشان دادند که با افزایش رطوبت دانه از ۷ تا ۲۲ درصد بر پایه وزن خشک، سرعت حد از ۲/۶ تا ۴/۸ متر بر ثانیه بطور خطی افزایش یافت [۱۶].

1- Carmen

2 - Singh & Goswami

گاپتا<sup>۱</sup> و همکاران در سال ۲۰۰۷ خواص فیزیکی دانه آفتابگردان را مورد ارزیابی قرار داده و نتیجه گرفتند که با افزایش رطوبت دانه ، سرعت حد و مساحت سطح تصویر شده افزایش یافت [۱۰].

آیدین<sup>۲</sup> در سال ۲۰۰۲ خواص فیزیکی فندق و مغز آن را مورد ارزیابی قرار داده و نشان داد که سرعت حد با افزایش رطوبت بطور خطی افزایش می یابد [۵].

آیدین در سال ۲۰۰۳ خواص فیزیکی بادام و مغز آن را مورد بررسی قرار داد. نتایج وی نشان داد که سرعت حد مغز بادام با افزایش رطوبت از ۲/۷۷ تا ۲۴/۹۷ درصد بر پایه وزن خشک از ۵/۶ تا ۷/۲ متر بر ثانیه و مساحت سطح مقطع از ۱/۶۸ تا ۲/۳۹ سانتی متر مربع افزایش یافت [۶].

کالیسیروهمکاران<sup>۳</sup> در سال ۲۰۰۴ خواص فیزیکی دانه کلزا را تعیین و اعلام کردند که با افزایش رطوبت از ۴/۷ تا ۲۳/۹۶ درصد بر پایه وزن خشک سرعت حد از ۳/۱۶ تا ۳/۷۴ متر بر ثانیه و مساحت سطح تصویر شده از ۳/۷۱ تا ۴/۶۷ میلی متر مربع افزایش یافت [۷].

هدف اصلی این تحقیق بررسی تأثیر میزان رطوبت بر سرعت حد مغز سه رقم بادام کاغذی، نیمه سنگی و سنگی و مقایسه آنها می باشد.

### مواد و روشها:

در این مطالعه برای تمامی آزمایش ها از بادام های خشک شده استفاده گردید. به منظور بررسی تأثیر رطوبت بر سرعت حد مغز بادام سه نوع بادام کاغذی، نیمه سنگی و سنگی از ایستگاه تحقیقات باغبانی شهرستان تبریز تهیه گردید. بادام ها پس از تمیز شدن و جدا سازی مواد اضافی با استفاده از چکش شکسته شده و سپس مغزها به صورت دستی از پوست جدا شدند. برای انجام آزمایشها مغز بادام های بزرگتر انتخاب گردیدند.

رطوبت اولیه مغز های بادام با استفاده از روش آون تعیین شد. سطوح رطوبت مورد نظر در آزمایش با اضافه کردن مقدار معینی آب مقطر با استفاده از رابطه (۱) و مخلوط کردن نمونه ها تهیه شده و سپس بطور جداگانه در نایلونهایی در بسته قرار گرفته و به مدت ۷ روز در یخچال و در دمای ۵ درجه سانتیگراد نگهداری شد تا گستره رطوبت یکنواخت تر شود .

$$W_a = W_i (M_i - M_f) / (100 - M_i) \quad (1)$$

که در آن:

$$\begin{aligned} W_a &= \text{وزن آب اضافه شده} \\ M_i &= \text{مقدار رطوبت اولیه} \\ W_i &= \text{وزن اولیه نمونه} \\ M_f &= \text{مقدار رطوبت خواسته شده} \end{aligned}$$

قبل از شروع آزمایش ۱ ، نمونه ها از یخچال بیرون آورده شده و به مدت دو ساعت در معرض هوای آزمایشگاه قرار گرفتند تا به دمای آزمایشگاه برسند [۶ و ۸ و ۱۶].

برای تعیین سرعت حد از یک تونل باد که دارای موتور الکتریکی، فن گریز از مرکز و کانال تست بود استفاده شد (شکل ۱). این تونل باد دارای کانال تست با مساحت سطح مقطع ۲۰ سانتی متر مربع با ارتفاع ۸۰ سانتی متر بود. آزمایش ها برای سه نوع مغز بادام (کاغذی، نیمه سنگی و سنگی) در پنج سطح رطوبتی (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد) بر پایه وزن خشک و هر کدام با پنج تکرار انجام شد. نحوه عمل به این صورت بود که نمونه ها روی شبکه قرار داده شد و سپس به تدریج سرعت فن افزایش یافت تا نمونه ها در یک سطح معین به صورت شناور قرار گرفتند سپس در آن سطح سرعت هوا به وسیله بادسنج سیم داغ اندازه گیری شد. مساحت سطوح تصویر شده با استفاده از دستگاه WinArea-UT-06 [۱۳] که اصول کار آن مبتنی بر تکنیک پردازش تصویر است تعیین گردید که این عمل با قرار دادن مغز های بادام در سه وضعیت عمود بر هم تصاویر آن ها از طریق دوربین

1 - Gupta & Das  
2 - Aydin  
3 - Calisir & et al

دیجیتالی گرفته شده و با پردازش تصاویر مساحت سطوح تصویر شده آنها تعیین گردید. این روشها ۵ بار برای رطوبت های مختلف از ۵ تا ۲۵ درصد بر پایه وزن خشک تکرار شد.

### نتایج و بحث:

سرعت های حد تعیین شده از روش آزمایش بالا در جداول ۴ تا ۱ آمده است. نتایج نشان داد که سرعت حد با افزایش رطوبت افزایش یافته و از ۵/۰۵ تا ۶/۸۳ متر بر ثانیه تغییر یافت. سرعت حد برای مغز بادام کاغذی از ۵/۰۵ تا ۶/۴۹، برای مغز بادام نیمه سنگی از ۵/۶۲ تا ۶/۸۵ و برای مغز بادام سنگی از ۵/۹۰ تا ۶/۸۳ متر بر ثانیه متغیر بود. آیدین هم سرعت حد را برای مغز بادام از ۵/۶ تا ۷/۲ متر بر ثانیه گزارش نمود. با مقایسه تاثیر رطوبت و نوع مغز بادام مشاهده شد که سرعت حد مغز بادام سنگی در رطوبت های مساوی در مقایسه با دو نوع دیگر بادام بیشتر و بر عکس برای مغز بادام کاغذی کمتر بود که این می تواند به خاطر کوچک بودن سطح تصویر شده مغز بادام سنگی و بزرگ بودن آن برای مغز بادام کاغذی باشد. همبستگی بین میزان رطوبت و سرعت حد در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱ - تونل اد مورد استفاده در تحقیق

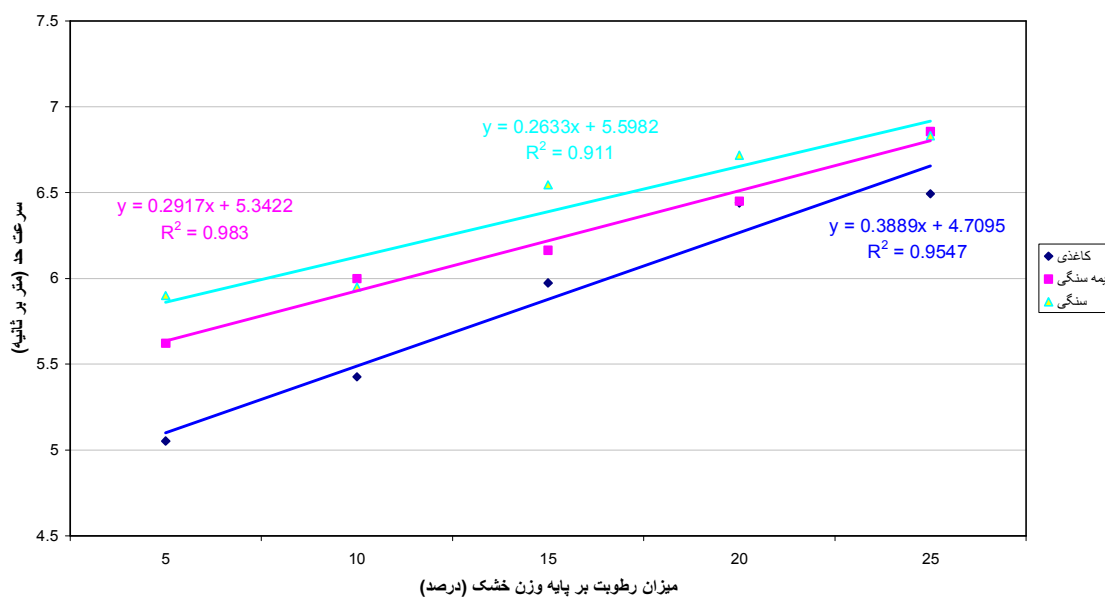
جدول ۱- سرعت حد ارقام مختلف مغز بادام

| سرعت حد (متر بر ثانیه) |                 |             | رطوبت (%) |
|------------------------|-----------------|-------------|-----------|
| بادام سنگی             | بادام نیمه سنگی | بادام کاغذی |           |
| ۵/۹۰                   | ۵/۶۲            | ۵/۰۵        | ۵         |
| ۵/۹۵                   | ۶/۰۰            | ۵/۴۳        | ۱۰        |
| ۶/۵۴                   | ۶/۱۶            | ۵/۹۷        | ۱۵        |
| ۶/۷۲                   | ۶/۴۵            | ۶/۴۴        | ۲۰        |
| ۶/۸۳                   | ۶/۸۵            | ۶/۴۹        | ۲۵        |

جدول ۲- مساحت سطح تصویرشده ارقام مختلف مغز بادام

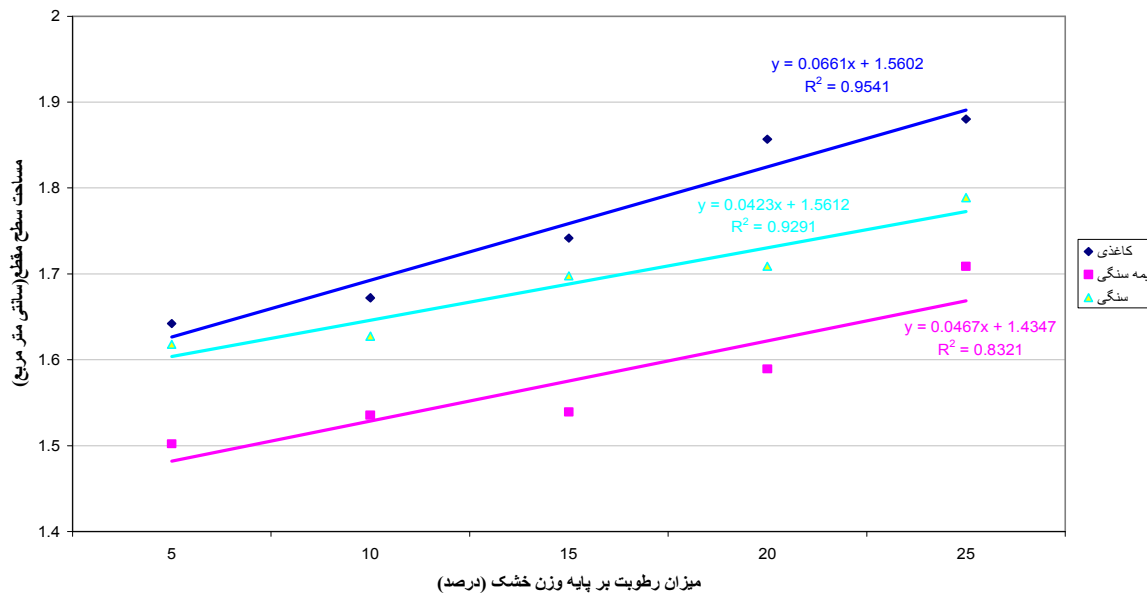
| مساحت سطح تصویر شده (میلی متر مربع) |                 |             | رطوبت (%) |
|-------------------------------------|-----------------|-------------|-----------|
| بادام سنگی                          | بادام نیمه سنگی | بادام کاغذی |           |
| ۱/۶۲                                | ۱/۵             | ۱/۶۴        | ۵         |
| ۱/۶۳                                | ۱/۵۳            | ۱/۶۷        | ۱۰        |
| ۱/۷                                 | ۱/۵۴            | ۱/۷۴        | ۱۵        |
| ۱/۷۱                                | ۱/۵۹            | ۱/۸۶        | ۲۰        |
| ۱/۷۹                                | ۱/۷۱            | ۱/۸۸        | ۲۵        |

تاثیر رطوبت بر سرعت حد در ارقام مختلف بادام



شکل ۲- تاثیر میزان رطوبت بر سرعت حد ارقام مختلف مغز بادام

تاثیر رطوبت بر مساحت سطح مقطع در ارقام مختلف مغز بادام



شکل ۳ - تاثیر میزان رطوبت بر مساحت سطح مقطع ارقام مختلف مغز بادام

#### منابع:

- ۱- آمرانامه کشاورزی . ۱۳۸۵ . سال زراعی ۸۴ - ۸۳ ، وزارت جهاد کشاورزی ، معاونت برنامه ریزی اقتصادی ، دفتر آمار و فناوری اطلاعات ، نشریه شماره ۸۵/۰۹ دی ماه.
- ۲- خاتم ساز، محبوبه. ۱۳۷۱. فلور ایران شماره ۶ ، تیره گل سرخ ، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع . ۳۵۲ صفحه.
- ۳- ربانی، حکمت. سید سعید محمّد بی. منصور بهروزی لار. عباس گرامی. ۱۳۸۱. تعیین سرعت حد نخود ایرانی. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۵۵.
- 4-Aviara, N.A., M.I.G. Wardzang , M.A.Hague, 1999. Physical Properties of Guna Seeds. J.Agric.Engng Res.,(73):105-111.
- 5- Aydin, C. 2002.Physical properties of Hazel nuts.Biosystems Engineerings.2002.82 (3):297-303.<http://www.ideallibrary.com>
- 6-Aydin,C. 2003. Physical properties of almond nut and kernel.Journal of Food Engineering ,(60):315-320.
- 7-Calisir,S.,T.Marakoglu, H.ogut, O.Ozturk.2004.physical properties of rapeseed . Journal of food engineering , WWW.elsevier.com /locate/ Jfood eng.
- 8-Carman,K.1996.Some physical properties of lentil seeds. J.agric.Engng Res.,(63):87-92.
- 9-FAO.Production year book.2001. Vol . 55 TABLE 76 .
- 10-Gupta, R. k., A. Gopika. R. Sharma. 2007.Aerodynamic properties of sunflower seed (Helianthos Annuus l. ).Journal of food Engineering 79 (3): 899-904.



- 11- Keck, H. and J. R. Goss, 1965. Determining aerodynamic drag and terminal velocity of agronomic seeds in free fall. Trans. ASAE, 8: 553-4.
- 12- Locurto, G.J., Zakirov. 1997. Soybean Friction properties. ASAE paper No. 97-4108.
- 13- Mirasheh, R. 2006. Designing and making procedure for a machine determining Olive Image Dimensions. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. University of Tehran. Karaj, Iran. (In Farsi).
- 14- Mohsenin, N.N. 1970. Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Breach Science Publishers.
- 15- Rajabipour, A., A. Tabatabaefar, and M. Farahani. 2006. Effect of moisture on terminal velocity of wheat varieties. International Journal of Agriculture & Biology. 1560-8530/2006/08-1-10-13. <http://www.fspublishers.org>
- 16- Singh, K.K., T.K. Goswami. 1996. Physical properties of cumin seed. J. agric. engng, Res, (64): 93-98.



### Effect of moisture content on Almond kernel terminal velocity

#### Abstract

Aerodynamic properties of almond (*Amigdalus persicum* L.) kernel is one of the most important parameters in designing separation, cleaning and pneumatic conveying machines. Among these properties, terminal velocity is the most important. The terminal velocity of almond kernel was measured by using vertical wind column and the projected areas was determined by using machine vision system. Different varieties of almond with 5 levels of dry base moisture content (5%, 10%, 15%, 20% and 25%) were tested. The samples of almond kernel was selected randomly and placed in the wind column. Terminal velocity was measured by a hot wire anemometer. The results showed that the highest amount of terminal velocity was 6.83 m/s for "stone skined" almond kernels and the lowest amount was 5.05 m/s for "thin skined" ones. Terminal velocity of all varieties increased with increasing moisture content. Comparing the results showed that terminal velocity for "stone skined" almond kernels on the same moisture content was the most, and for "thin skined" almond kernel was the least. Investigating of the results showed that projected areas in all varieties of almond kernels increased with increasing moisture contents and the biggest amount of projected area was 1.88 cm<sup>2</sup> for "thin skined" almond kernels and the smallest was 1.5 cm<sup>2</sup> for "semi-stone skined" almond kernels.

**Keywords:** Almond, Physical properties, Moisture content, Terminal velocity, projected area.