

بررسی ویژگی‌های فیزیکی دانه و مغز بادام درختی پوست سنگی و پوست کاغذی ایرانی به عنوان تابعی از رطوبت (ضریب اصطکاک و ریپوز پری)

ابوالفضل الیاسی ایرایی¹، علی معتمد زادگان^{2*}، سید احمد شهیدی یاساقی³

¹ دانش آموخته‌ی رشته علوم و صنایع غذایی، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت‌الله امین، آمل، ایران

² استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت‌الله امین، آمل، ایران

³ مربی گروه علوم صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت‌الله امین، آمل، ایران

تاریخ دریافت: 1391/2/12 تاریخ پذیرش: 1391/6/10

چکیده

در پژوهش حاضر، خواص فیزیکی دانه‌ها و مغز بادام درختی (پوست سنگی و پوست کاغذی) به عنوان تابعی از رطوبت در محدوده‌ی رطوبتی 4/89% الی 26/17% مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل، نشان می‌دهد که ضریب اصطکاک برای دانه‌ی کامل بادام درختی پوست کاغذی از همه‌ی بیش‌تر و این مقدار برای دانه‌ی کامل بادام درختی پوست سنگی از همه‌ی کم‌تر بوده است ($p < 0/05$). ضریب اصطکاک هم برای دانه و هم برای مغزها بر روی هر چهار نوع سطح آزمایشی با افزایش رطوبت افزایش یافته است. بالاترین مقدار ضریب اصطکاک در مغز بادام درختی پوست سنگی و معادل 0/682733 بر روی تخته سه‌لا به دست آمده که بالاترین مقدار در برای کلیه‌ی گونه‌های بادام مورد مطالعه، هم برای مغز و هم برای دانه کامل بوده است. کم‌ترین مقدار ضریب اصطکاک برای دانه‌ی کامل، برای دانه‌ی کامل بادام درختی پوست سنگی بر روی ورق آهن گالوانیزه و معادل 0/286 و برای مغز بر روی شیشه برای مغز بادام درختی پوست سنگی و معادل 0/3244 به دست آمده است. زاویه‌ی ریپوز پری در مغز بادام درختی پوست سنگی بیش‌تر از همه و معادل 60/58092477 درجه بوده است ($p < 0/05$).

واژه‌های کلیدی: بادام درختی، ویژگی‌های فیزیکی، رطوبت.

1- مقدمه

همچنین، برخی ویژگی‌های فیزیکی دانه‌های بادام از قبیل ترک خوردگی و کرویت توسط کالیونکا (17) گزارش شده است. در هر صورت، علی‌رغم گزارش‌های پراکنده‌ای که در خصوص خواص فیزیکی و مکانیکی بادام درختی وجود دارد تا کنون در این زمینه، تحقیقات کافی انجام نشده است.

هدف از این مقاله، بررسی برخی از خواص فیزیکی وابسته به رطوبت دانه و مغز بادام‌های پوست‌کاغذی و پوست‌سنگی شامل بررسی ضریب اصطکاک بر روی چهار سطح ساختاری و اندازه‌گیری زاویه ریپوزبری می‌باشد. پژوهش‌های زیادی بر روی مواد مختلف انجام شده است اما در این گزارش، هم‌نوع واریته تغییر کرده است و هم نتایج جدیدی در این رابطه به دست آمده و از این لحاظ دارای نوآوری است.

2- مواد و روش‌ها

2-1- مواد

در این تحقیق، دو گونه بادام درختی خشک (پوست‌کاغذی و پوست‌سنگی) مورد استفاده قرار گرفتند. محصول بادام پوست‌سنگی از خراسان جنوبی و بادام پوست‌کاغذی از استان اصفهان (بادام‌محب) به میزان هر یک 50 کیلوگرم، تهیه شد. برای مطالعه‌ی ویژگی‌های مغز بادام، مقداری از نمونه به روش دستی در آزمایشگاه پوست‌گیری شده و مغز کامل و سالم به دست آمده برای آزمون مورد استفاده قرار گرفت.

2-2- روش‌ها

مقدار رطوبت اولیه‌ی بادام با استفاده از آون در دمای 103 ± 2 درجه‌ی سانتیگراد اندازه‌گیری شد (19). برای تغییر مقدار رطوبت دانه و یا مغز بادام، رطوبت دهی با محاسبه تقریبی آب لازم از طریق معادله‌ی (1) و پاشش آب به صوت اسپری بر روی بادام‌ها انجام شد. یکنواخت‌سازی رطوبت طی ننگه‌داری نمونه‌ی مرطوب دو کیسه پلی‌اتیلنی در دمای (6-4 درجه‌ی سانتی‌گراد) به مدت حداقل 10 روز انجام گرفت. نمونه‌ها چند بار برای یکنواخت‌سازی بهتر طی ننگه‌داری بهم زده شدند (7، 9، 23، 27). مقدار رطوبت اولیه‌ی دانه‌ها به عنوان اولین رطوبت در نظر گرفته شده و برای تنظیم به سایر سطوح رطوبتی از روش مذکور استفاده گردید که در آن Q حجم آب اضافه شده به گرم، W حجم

بادام، یکی از مهم‌ترین خشکبار در سراسر جهان است که ارزش تجاری زیادی دارد. مغز دانه، منبع مهمی از پروتئین برای تغذیه‌ی انسان را تشکیل می‌دهد. طبق آمار ایران با تولید 128464 تن بادام در سال چهارمین تولیدکننده‌ی بزرگ بادام در جهان می‌باشد (12). با توجه به شرایط اقلیمی و دارا بودن انواعی از واریته‌های مهم وحشی و اهلی بادام، ایران، مکان مناسبی برای پرورش بادام می‌باشد (11). شناخت ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی فرآورده‌های کشاورزی برای محققان این رشته، بسیار مهم می‌باشد. این مساله در طراحی ماشین‌آلات و تجهیزات مورد استفاده در طی برداشت، انتقال، سورتینگ و پروسه‌ی عمل‌آوری فرآورده‌های کشاورزی، اهمیت زیادی دارد. زاویه‌ی ریپوز نیز در محاسبه‌ی سطح انبار لازم برای نگه‌داری محصولات کشاورزی و ارتفاع توده به کار می‌رود. بادام دانه‌ای خوراکی است که میوه‌های دانه‌ای شکل درختی، پرانوس آمیگوالوس از خانواده رز و گونه‌ی شیرین است که به مقدار زیاد در دسرها، شیرینی و آشپزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مغز بادام، منبع مهمی از انرژی (6 کیلوکالری)، پروتئین (15/64 کیلوکالری) را تشکیل می‌دهد و مقدار روغن آن از 37/27% به 40% متغیر است. روغن مغز بادام، منبع مهمی از اسید اولئیک (40%) می‌باشد (1).

محمدی و همکاران (2010) ویژگی‌های فیزیکی نظیر ابعاد، جرم، حجم، میزان کرویت و میانگین هندسی دو رقم بادام درختی مام و شاهرود 12 را بررسی کردند. دو رقم مذکور در ویژگی‌هایی نظیر میزان کرویت و میانگین هندسی تفاوت معنی‌داری داشتند (20). آیدین در سال 2003 برخی خواص فیزیکی و مکانیکی نوعی بادام بومی که در منطقه مارمارای ترکیه رشد می‌کند را بررسی کرد. مطالعات انجام شده، نشان داد که با افزایش رطوبت برای دانه‌ی کامل بادام، ضریب اصطکاک افزایش یافته (0/28 به 0/83) و برای مغز بادام، این میزان کاهش یافته است (0/78 به 0/53) (3). ترکان و همکاران (2007)، مقدار متوسط طول، عرض و ضخامت رقم بادام گلکان را 19/36، 24/6 و 11/47 میلی‌متر و متوسط طول، عرض و ضخامت رقم نانپاریل را 18/31، 11/04 و 31/10 گزارش کردند (31). مرادی روی بعضی از ویژگی‌های کمی و کیفی ارقام شاهرود 12 و مام تحقیق نمود. او میانگین طول، عرض رقم مام را 22 و 35 میلی‌متر تعیین کرد (22).

از معادله‌ی 3 برای محاسبه‌ی زاویه ریپوزبری استفاده شد (23، 3، 26، 27). که در آن H ارتفاع کوبه در نقطه وسط و D قطر دایره تشکیل شده توسط کوبه در کف ظرف می‌باشد.

$$qf = \tan^{-1} \left(\frac{2H}{D} \right) \quad (3)$$

2-5- تجزیه و تحلیل آماری

طرح آزمایشی مورد استفاده برای هر سطح مورد آزمایش، کاملاً تصادفی با آزمایش‌های فاکتوریل و سه تکرار (3×4×4) بود. تیمارها شامل چهار نوع ماده‌ی اولیه در چهار سطح رطوبتی بودند. آنالیز آماری با نرم افزار MSTATC، و رسم نمودارها به همراه تعیین معادلات رگرسیونی با نرم افزار Excel در سطح معنی داری 5٪ انجام شد.

3- نتایج و بحث

3-1- بررسی ضریب اصطکاک

ضرایب اصطکاک مغز و دانه‌های کامل بادام بر روی سطوح تخته سه لا، شیشه، ورق آهن گالوانیزه و ورق آهن سیاه به صورت تابعی از رطوبت برآزش شدند. با توجه به شکل 1 ضریب اصطکاک ارقام بادام درختی مورد بررسی بر روی تخته سه لا اختلاف معنی دار ($p < 0/05$) داشته اند.

مغز بادام درختی پوست سنگی با محدوده تغییرات (0/682733-0/64633) و دانه کامل بادام درختی پوست سنگی با محدوده تغییرات (0/620267-0/539233) به ترتیب بیشترین مقدار و کمترین مقدار ضریب اصطکاک بر روی تخته سه لا را دارا بودند.

این ضرایب از نتایج تحقیقات رضوی و همکاران که ضریب اصطکاک بر روی چنین سطح ساختاری را برای پسته‌ی کله قوچی، پسته‌ی بادامی، پسته‌ی اکبری و پسته‌ی ممتاز بررسی کرده بودند کم تر و نیز با نتایج تحقیقات کاشانی نژاد و همکاران بر روی پسته‌ی رقم اوحدی و تحقیقات کالیسیر بر روی دانه‌ی آلوی وحشی، دورسان بر روی دانه‌ی کبر و بارت بر روی کاکائو نوع B نزدیک هستند (4، 6، 10، 19 و 27) که با توجه به متفاوت بودن ارقام و سطوح رطوبت دانه‌ها امری طبیعی است. احتمالاً سطح صاف تر بادام درختی پوست سنگی باعث ایجاد مقادیر پایین تر ضریب اصطکاک بر روی سطح تخته سه لا شده است.

اولیه‌ی دانه به گرم M_f, M_i به ترتیب رطوبت اولیه و رطوبت ثانویه‌ی دانه مورد مطالعه می‌باشند.

$$Q = \frac{W(M_f - M_i)}{100 - M_f} \quad (1)$$

کلیه‌ی خواص فیزیکی بادام در سطوح رطوبتی از 4/89، 10/08، 20/74 و 26/89 درصد برای بادام سنگی و 4/57، 10/58، 19/03 و 26/17 درصد برای بادام پوست کاغذی با سه تکرار در هر سطح انجام شد.

2-3- ویژگی‌های اصطکاک

ضریب اصطکاک بادام و مغز آن در چهار سطح رطوبتی برای چهار سطح اصطکاک تخته سه لا، شیشه، ورق آهن گالوانیزه و ورق آهن سیاه اندازه گیری شد. ضریب اصطکاک از طریق پر کردن یک استوانه‌ی تو خالی پلاستیکی با ضخامت کم از جنس پلی وینیل کلراید (قطر 100 و ارتفاع 50 میلی‌متر) با نمونه و قرار دادن آن روی سطح اصطکاک مورد نظر به دست آمد. در ابتدا استوانه تا حد کمی (تقریباً 3 میلی‌متر) از روی سطح مورد نظر بلند شد تا از هرگونه تماس بین استوانه و سطح اجتناب گردد. دستگاه اندازه گیری ضریب اصطکاک دارای سطحی مفصل داراست. با بلند شدن تدریجی سطح بر روی مفصل، اولین زاویه ای (α) که نمونه‌ی روی سطح شروع به لغزش کرد، به عنوان زاویه‌ی اصطکاک استاتیکی بین نمونه و سطح اصطکاک مورد استفاده ثبت گردید. برای اندازه گیری زاویه‌ی اصطکاک استاتیکی (α) از معادله‌ی 2 استفاده گردید (21، 23، 27).

$$ms = \tan a \quad (2)$$

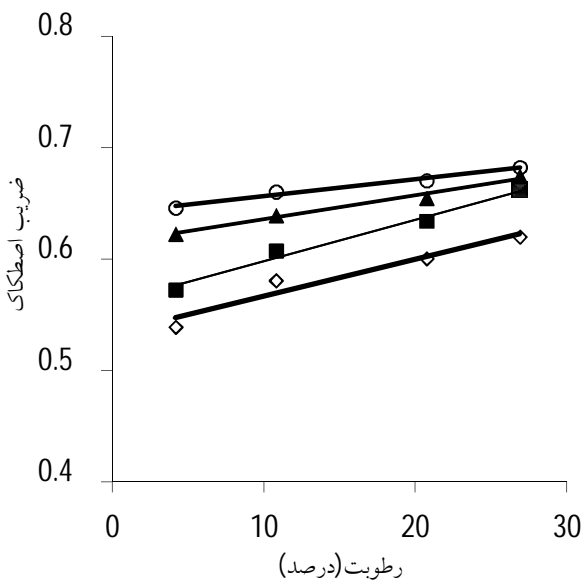
2-4- زاویه ریپوزبری

اندازه گیری ریپوزبری با استفاده از یک صفحه‌ی دایره ای شکل چوبی به قطر 200 میلی متر انجام شد (27). بدین ترتیب که ماده‌ی غذایی مورد نظر از ارتفاع 150 میلی متری، روی صفحه ریخته شده و ارتفاع کوبه تشکیل شده اندازه گیری گردید.

اصطکاک و برای تخته سه لا زبری آن بیشترین مقدار اصطکاک را به دنبال داشته است.

معادلات برگشتی و ضریب همبستگی که از طریق تکمیل داده‌های آزمایشگاهی ضریب اصطکاک به دست آمده به عنوان تابعی از رطوبت در جدول 1، نشان داده شده است.

با توجه به این داده‌ها می‌توان دریافت که ارتباط ضریب اصطکاک دانه‌ی بادام با مقدار رطوبت برای کلیه‌ی سطوح اصطکاکی و گونه‌های آن تا حد زیادی خطی بوده است. این رویه خطی بر طبق مقاله‌های گزارش شده مشابه با تحقیقات کاشانی نژاد بر روی مغز پسته، سینگ برای دانه‌های زیره، گوپتا برای دانه‌ی آفتابگردان، اوگت برای لویا سفید، ویس وانتن برای دانه‌ی قهوه می‌باشد و برعکس ارتباط غیر خطی طبق نتایج تحقیقات کونکا برای نخود ریز و آیدین برای دانه‌ی فندق بوده است (4، 8، 14، 18، 19، 29).



شکل 1- ضریب اصطکاک دانه‌ی کامل بادام درختی پوست سنگی (P) و پوست کاغذی (z) و نیز مغز بادام درختی پوست سنگی (TM) و پوست کاغذی (P) بر روی تخته سه لا در سطوح رطوبتی متفاوت

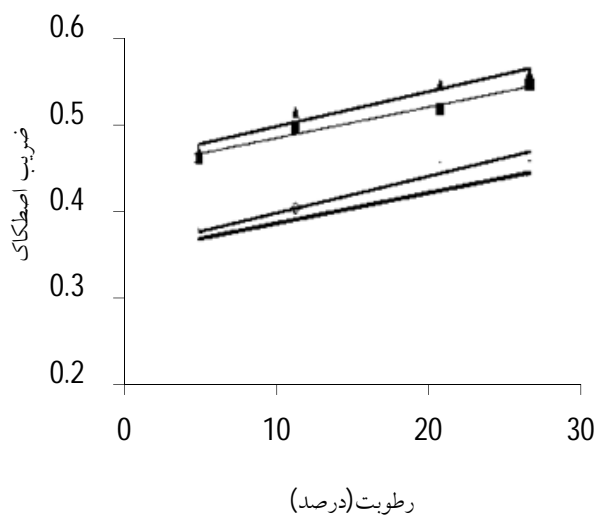
با توجه به شکل شماره 2، ارقام بادام درختی مورد مطالعه بر روی شیشه، اختلاف معنی دار ($p < 0/05$) نداشتند. مغز رقم بادام درختی پوست کاغذی با محدوده‌ی تغییرات (0/45065-0/520567) و دانه‌ی کامل رقم بادام درختی پوست سنگی با محدوده‌ی تغییرات (0/4121-0/305) به ترتیب بیشترین مقدار و کمترین مقدار ضریب اصطکاک بر روی شیشه را دارا بودند. ضرایب به دست آمده با توجه به سطح ساختاری شیشه از نتایج رضوی که بر روی پسته‌ی بادامی، اوحدی، ممتاز و اکبری کار کرده بود و نیز نتایج تحقیقات اوچی بر روی دانه‌ی لویا بیش‌تر بوده و نزدیک به نتایج به دست آمده توسط امین بر روی عدس و اوموای بر روی دانه‌ی افاقا بوده است (2، 24، 25، 27).

به نظر می‌رسد سطح صاف تر و صیقلی تر و جذب رطوبت کم تر توسط بادام درختی پوست سنگی علت کم تر شدن ضریب اصطکاک آن بر روی شیشه باشد.

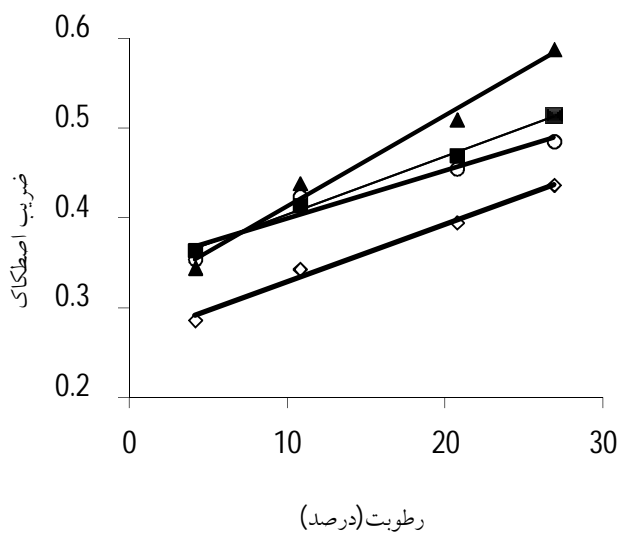
با توجه به شکل شماره 3، ارقام بادام درختی مورد مطالعه، اختلاف معنی داری باهم ($p < 0/05$) داشتند. مغز رقم بادام درختی پوست کاغذی با محدوده‌ی تغییرات (0/5877-0/34432) و دانه‌ی کامل رقم بادام درختی پوست سنگی با محدوده‌ی تغییرات (0/4367-0/286) به ترتیب بیشترین مقدار و کمترین مقدار ضریب اصطکاک بر روی ورق گالوانیزه را دارا بودند. این مقادیر از نتایج تحقیقات جین روی ارزن صدفی، فراسر بر روی دانه‌ی باقلا کم تر بوده و به نتایج رضوی بر روی پسته‌ی کله قوچی، اوحدی، اکبری و بادامی نزدیک می‌باشد (13، 15، 27).

با توجه به شکل شماره 4، ارقام بادام درختی مورد مطالعه، اختلاف معنی داری باهم ($p < 0/05$) داشتند. مغز رقم بادام درختی پوست کاغذی با محدوده‌ی تغییرات (0/6317-0/45389) و مغز رقم بادام درختی پوست سنگی با محدوده‌ی تغییرات (0/4452-0/5243) به ترتیب، بیشترین مقدار و کمترین مقدار ضریب اصطکاک بر روی ورق سیاه را دارا بودند.

با توجه به تحقیقات صورت گرفته مشاهده می‌شود که ضریب اصطکاک برای همه‌ی واریته‌های بادام مورد مطالعه بر روی هر چهار نوع سطح ساختاری با افزایش سطح رطوبت، افزایش می‌یابد. بیشترین ضریب اصطکاک برای تخته سه لا و به دنبال آن برای ورق آهن سیاه، شیشه و ورق آهن گالوانیزه بوده است. این روند، احتمالاً به دلیل زبری سطوح مورد مطالعه بوده که در مورد ورق آهن گالوانیزه صاف بودن و صیقلی بودن سطح آن حداقل میزان



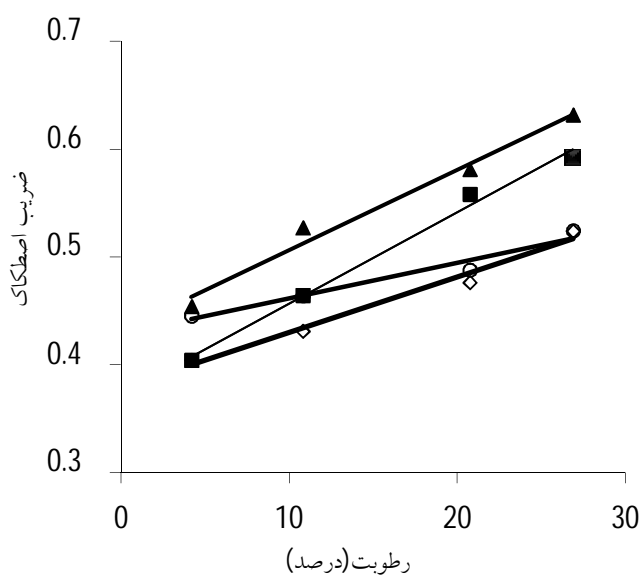
شکل 2- ضریب اصطکاک دانه‌ی کامل بادام درختی پوست سنگی ($^{\ominus}$) و پوست کاغذی (i) و نیز مغز بادام درختی پوست سنگی ($^{\text{TM}}$) و پوست کاغذی (p) بر روی شیشه در سطوح رطوبتی متفاوت



شکل 3- ضریب اصطکاک دانه‌ی کامل بادام درختی پوست سنگی ($^{\ominus}$) و پوست کاغذی (i) و نیز مغز بادام درختی پوست سنگی ($^{\text{TM}}$) و پوست کاغذی (p) بر روی ورق گالوانیزه در سطوح رطوبتی متفاوت

جدول 1- معادلات رگرسیونی ضرایب اصطکاک و رطوبت به همراه ضرایب همبستگی مربوطه

مغز		دانه		سطح	نوع بادام
R^2	معادله	R^2	معادله	(% w.b.)	
0.9782	$=0.0015x+0.6416 \text{ ms}$	0.9417	$=0.0033x+0.5333 \text{ ms}$	4/89-26/89	پوست سنگی
0.9906	$=0.0054x+0.3043 \text{ ms}$	0.9298	$=0.0045x+0.2985 \text{ ms}$		تخته سه لا
0.9325	$=0.0054x+0.3456 \text{ ms}$	0.9906	$=0.0064x+0.2648 \text{ ms}$		شیشه
					ورق
					گالوانیزه
0.9588	$=0.0044x+0.4287 \text{ ms}$	0.9813	$=0.0051x+0.3722 \text{ ms}$		ورق سیاه
0.9821	$=0.0022x+0.6141 \text{ ms}$	0.9832	$=0.0037x+0.5609 \text{ ms}$	4/57-26/17	پوست کاغذی
0.9432	$=0.0051x+0.4414 \text{ ms}$	0.9754	$=0.0046x+0.4279 \text{ ms}$		تخته سه لا
0.9826	$=0.0101x+0.3113 \text{ ms}$	0.9969	$=0.0064x+0.3395 \text{ ms}$		شیشه
					ورق
					گالوانیزه
0.9815	$=0.0075x+0.4317 \text{ ms}$	0.9916	$=0.0085x+0.3722 \text{ ms}$		ورق سیاه



شکل 4- ضریب اصطکاک دانه‌ی کامل بادام درختی پوست سنگی (-) و پوست کاغذی (j) و نیز مغز بادام درختی پوست سنگی (TM) و پوست کاغذی (p) بر روی ورق سیاه در سطوح رطوبتی متفاوت

3-2- ریبوز پری

زاویه ریبوز پری برای دانه های کامل و مغز بادام درختی پوست سنگی و پوست کاغذی به صورت تابعی از رطوبت در شکل های 5 و 6 نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود با افزایش رطوبت زاویه ی ریبوز پری برای دانه ی کامل بادام پوست سنگی و دانه ی کامل بادام پوست کاغذی به ترتیب از 45° به $52/52^\circ$ و از $45/19^\circ$ به $53/13^\circ$ تغییر کرد. مقادیر گزارش شده برای دانه های پسته ی کله قوچی، اوحدی، ممتاز و اکبری همگی کوچک تر از دانه های بادام درختی می باشد (27). احتمالاً این امر به دلیل تفاوت در ترکیب شیمیایی، نوع سطح این مواد، نیز تفاوت جزئی در محتوای رطوبت و شکل ظاهری آن ها می باشد. میزان ریبوز پری برای دانه ی بادام درختی پوست سنگی، بیش تر از بادام درختی پوست کاغذی برآورد شد. احتمالاً علت آن کروییت بیش تر و سطح صاف تر و سیقلی تر دانه ی بادام پوست سنگی نسبت به بادام درختی پوست کاغذی باشد. این حالت به آن ها این امکان را می دهد که راحت تر روی هم بلغزند. رابطه ی بین افزایش زاویه ی ریبوز پری و افزایش رطوبت در این آزمایش خطی، مثبت بوده است. رابطه ی خطی نشان می دهد با افزایش میزان رطوبت، زاویه ی ریبوز پری افزایش یافته و امکان انباشته سازی حجم بیش تری از محصول در واحد سطح افزایش می یابد.

با توجه به جدول 1، ضریب همبستگی (R^2) برای ارتباط بین رطوبت و ضریب اصطکاک در تمامی سطوح ساختاری، مورد بررسی بین (0/9969-0/9298) حاصل شد که بالاترین مقدار (0/9969) مربوط به دانه ی کامل واریته ی بادام درختی پوست کاغذی و کم ترین مقدار (0/9298) مربوط به دانه ی کامل واریته ی بادام درختی پوست سنگی بود. در هر صورت، بالا بودن ضریب همبستگی در تمام نمونه ها دلالت بر دقت بالای مدل های برازش شده دارد.

همان طور که در شکل 6، مشاهده می شود با افزایش سطح رطوبت زاویه ی ریبوز پری در مغز بادام درختی سنگی و مغز بادام درختی پوست کاغذی به ترتیب از $57/99^\circ$ به $60/58^\circ$ و از $43/41^\circ$ به $52/55^\circ$ تغییر کرد. مقادیر گزارش شده برای مغز نخل هندی به طور قابل ملاحظه ای پایین تر از مغز بادام درختی می باشد که احتمالاً به دلیل کروییت بالای نخل هندی در مقابل بادام درختی است (16).

میزان ریبوز پری برای مغز بادام درختی پوست کاغذی، بیش تر از بادام درختی پوست سنگی بوده است. اگر چه بر خلاف دانه ی کامل دو نمونه ی بادام، مغز آن ها ظاهری شبیه به هم دارد، ولی مغز بادام پوست سنگی چروکیدگی کم تری نسبت به نمونه ی دیگر داشت. احتمالاً تفاوت در نوع سطح و میزان چروکیدگی که قطعاً بر ضریب اصطکاک داخلی بین دانه ها با هم تاثیر گذار است علت اصلی اختلاف در زاویه ی ریبوز پری آن ها می باشد.

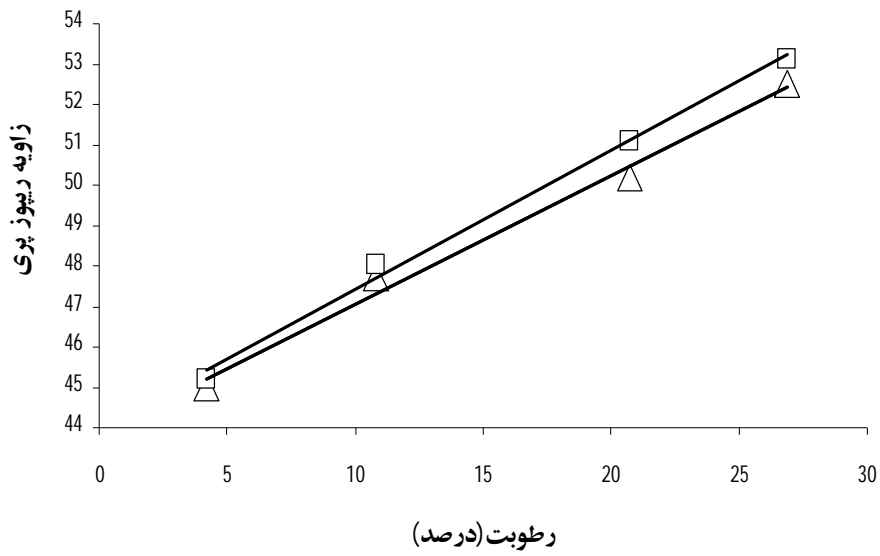
در مغز ها نیز مانند دانه های کامل رابطه ی بین افزایش زاویه ی ریبوز پری و افزایش رطوبت در این آزمایش خطی مثبت بوده است. البته شیب خطوط در معادلات مربوط به مغزها به طور محسوسی کم تر از دانه های کامل می باشد (جدول 2).

بزرگ ترین مقدار زاویه ی ریبوز پری به ترتیب برای مغز بادام درختی پوست سنگی، دانه ی کامل بادام درختی پوست کاغذی، مغز بادام درختی پوست کاغذی و کم ترین مقدار آن برای دانه ی کامل بادام درختی پوست سنگی به دست آمده است. تاثیر رطوبت بر زاویه ی ریبوز پری نشان داد که با افزایش مقدار رطوبت دانه ها و مغز بادام، زاویه ی ریبوز پری افزایش یافت.

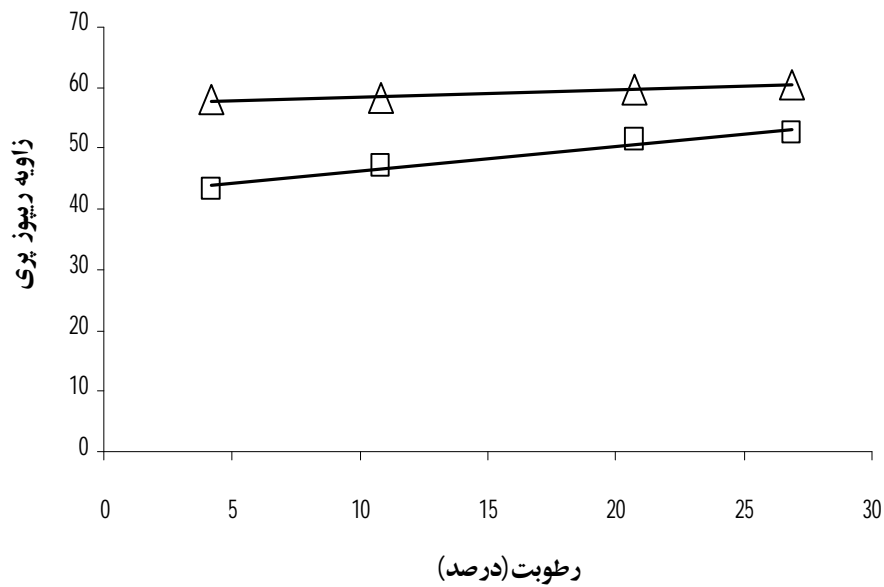
4- نتیجه گیری

در این مقاله، ویژگی های اصطکاک دانه و مغز دو نوع بادام از جمله ضریب اصطکاک و زاویه ی ریبوز پری به عنوان تابعی از رطوبت مورد ارزیابی قرار گرفتند. این ویژگی ها برای طراحی تجهیزات، پوست کندن، جداسازی، بسته بندی، خشک کردن و ذخیره دانه های بادام ضروری هستند.

نتایج ارزیابی ضرایب اصطکاک و زاویه ی ریبوز پری به صورت تابعی از رطوبت برای دو واریته ی پوست کاغذی محب اصفهان و پوست سنگی خراسان جنوبی نشان داد که نوع واریته، پوسته و رطوبت می تواند بر صفات مذکور تاثیر گذار باشد. این رابطه در تمام موارد به صورت خطی بوده است و در اغلب آزمایش ها با افزایش رطوبت ضرایب اصطکاک افزایش یافتند. اگر چه شیب منحنی در واریته های مختلف و نیز در دانه ی کامل و مغز دانه روی سطوح مختلف آزمایش مورد مطالعه فرق می کند ولی روند مشابه در تمام حالات دیده می شود.



شکل 5- زاویه‌ی ریپوز پری برای دانه‌ی کامل بادام درختی پوست سنگی (r) و پوست کاغذی (ϕ) در سطوح رطوبتی متفاوت.



شکل 6- زاویه‌ی ریپوز پری برای مغز بادام درختی پوست سنگی (r) و پوست کاغذی (ϕ) در سطوح رطوبتی متفاوت.

جدول 2- معادلات رگرسیونی و ضریب همبستگی برای ریبوزپری

مغز			دانه			نوع بادام
R^2	معادله	(% w.b.)	R^2	معادله	(% w.b.)	
0.9629	$=0.115mc+57.307qf$	4/26-26/68	0.9905	$=0.3178mc+43.886qf$	4/89-26/89	پوست سنگی
0.9746	$=0.4099mc+42.179qf$	4/17-26/37	0.9953	$=0.3433mc+43.99qf$	4/57-26/17	پوست کاغذی

7- Carman, K. 1996. Some physical properties of lentil seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 63, 87-92.

8- Chandrasekar, V., and Viswanathan, R. 1999. Physical and thermal properties of Coffee. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 73, 227-234.

9- Dehspande, S. D., BAL, S., and Ojha, T. P. 1993.

Physical properties of soybean. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 56, 89-98.

10- Dursun, E., and Durson, I. 2005. Some physical properties of Caper seed. *Biosystems Engineering*, 92(2), 237-245.

11-FAO, 2007. FAOSTAT database. <http://faostat.fao.org/faostat/>(accessed: feb., 2010).

12- FAO, Faostat Agriculture Data, Available at: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>, 2009.

13- Fraser, B. M., Verma, S. S., & Muir, W. E. 1978. Some physical properties of fababeans. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 23(1), 53-57.

14- Gupta, R. K., and Das, S. K. 1997. Physical properties of Sunflower seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 66, 1-8.

15- Jain, R. K., and BAL, S. 1997. Physical properties of Pearl millet. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 66, 85-91.

16- Kalimullah, S., and Gunasekar, J. J. 2002. Moisture-dependent physical properties of Arecanut kernels. *Biosystems Engineering*, 82(3), 331-338.

17- Kalyoncu, I. H. 1990. A selection study on determining important characteristics of almond trees in Turkey, Master thesis, University of Ondokuz Mays, Samsun, Turkey.

18- Konak, M., Carman, K., and Aydin, C. 2002. Physical properties of Chick pea seeds. *Biosystems Engineering*, 82(1), 73-78.

19- Kashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A., and Tabil, L. G. 2005. Some physical properties of Pistachio (*Pistachia vera L.*) nuts and its kernel. *Journal of Food Engineering*, 72, 30-38.

20- Mohamadi, A. Ghazavi, M.A. Hosseinzadeh, B. 2010. Determining Regression Models of Almond

نتایج حاضر می‌تواند در محاسبات مختلف از جمله طراحی تجهیزات فرآوری به کار رود.

5- سپاس‌گزاری

پژوهش حاضر از طرح پژوهشی شماره‌ی 88844 با عنوان «بررسی خواص ثقلی، هندسی و آثرودینامیکی دو وارپته‌ی بادام درختی ایرانی (پوست سنگی و کاغذی)» باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی استخراج شده است. نگارندگان بر خود لازم می‌دانند که از باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات آیت ... آملی به دلیل حمایت‌های مالی و همچنین مرکز رشد واحد‌های فن آوری طبرستان وابسته به دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و موسسه‌ی آموزش عالی تجن که محیط‌های آزمایشگاهی خود را با تمام امکانات در اختیار این تحقیق قرار دادند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند.

6- منابع

- 1- درویشان، م. 1379. بادام، کشت و تولید، انتشارات فنی ایران.
- 2- Amin, M. N., Hossain, M. A., and Roy, K. C. 2004. Effects of moisture content on some physical properties of lentil seeds. *Journal of Food Engineering*, 65, 83-87.
- 3- Aydin, C. 2003. Physical properties of Almond nut and kernel. *Journal of Food Engineering*, 60, 315-320.
- 4- Aydin, C. 2002. Physical properties of Hazel nuts. *Biosystems Engineering*, 82(3), 297-303.
- 5- Bart-Plange, A., and Baryeh, E. A. 2003. The physical properties of Category B cocoa beans. *Journal of Food Engineering*, 60, 219-227.
- 6- Calisir, S., Haciseferogullari, H., Ozcan, M., & Arslan, D. 2004. Some nutritional and technological properties of wild plum (*Prunus spp.*) fruits in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 66, 233-237.

- and its Kernel Mass Based on Geometric Properties (*Shahrud 12 and Mama'e Varieties*). *Journal of American Science*, 6 (11), 59-64.
- 21- Mohsenin, N. N. 1978. Physical properties of plant and animal materials.
- 22- Moradi H. 2002. Evaluating quantitative and qualitative traits of almond cultivars (*phase 2, Imamiye Almond Garden*). Study report of research plan. Agricultural research center of Chahar Mahal and Bakhtiari. P12.
- 23- Motamedzadegan, A., Milani, J. 2010. Moisture Dependent Physical Properties of Grape Seeds. 10.2202/1556-3758.1822.
- 24- Oje, K., and Ugbor, E. C. 1991. Some physical properties of oil bean seed. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 50, 305–313.
- 25- Olajide, J. O., and Ade-Omowaye, B. I. O. 1999. Some physical properties of Locust bean seed. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 74, 213–215.
- 26- Ozguven, F., and Kubilay, V. 2004. Some physical, mechanical and aerodynamic properties of pine (*Pinus pinea*) nuts. *Journal of Food Engineering*, 68, 191–196.
- 27- Razavi, S. M. A., Mohamad Amini, A., Rafe, A., Emadzadeh, B. 2007. The physical properties of pistachio nut and its kernel as a function of moisture content and variety. Part III: Frictional properties . *Journal of Food Engineering*, 81, 226-235.
- 28- Sacilink, K., Ozturk, R. and Kesikin R. 2003. Some physical properties of hemp seeds, *Biosystems Engineering*. 86, 191-198.
- 29- Singh, K. K., and Goswami, T. K. 1996. Physical properties of Cumin seed. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 64, 93–98.
- 30- Suthar, S. H., and Das, S. K. 1996. Some physical properties of karingda (*Citrullus lanatus (Thumb) Mansf*) seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 65(1), 15–22.
- 31- Turkan A. Polat R. Atay U. 2007. Comparison of Mechanical Properties of Some Selected Almond Cultivars with Hard and Soft Shell under Compression Lading. *Journal of Food Engineering*. 30, 773-789.