جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

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 ایرایی [1]، علی معتمد زادگان [2]*، سید احمد شهیدی یاساقی [3]

[1] دانش آموخته ی رشته علوم و صنایع غذایی، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت ا... آملی، آمل، ایران
[2] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت ا... آملی، آمل، ایران
[3] مربی گروه علوم صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت ا... آملی، آمل، ایران

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

چکیده

در پژوهش حاضر، خواص فیزیکی دانه ها و مغز بادام درختی (پوست سنگی و پوست کاغذی) به عنوان تابعی از رطوبت در محدوده‌ی رطوبتی ۴/۸۹٪ الی ۲۶/۱۷٪ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل، نشان می‌دهد که ضریب اصطکاک برای دانه‌ی کامل بادام درختی پوست کاغذی از همه بیش تر و این مقدار برای دانه‌ی کامل بادام درختی پوست سنگی از همه کم تر بوده است(p<۰/۰۵). ضریب اصطکاک هم برای دانه و هم برای مغزها برروی هر چهار نوع سطح آزمایشی با افزایش رطوبت افزایش یافته است. بالاترین مقدار ضریب اصطکاک در مغز بادام درختی پوست سنگی و معادل ۰/۶۸۲۷۳۳ بر روی تخته سه لا به دست آمده که بالاترین مقدار در برای کلیه‌ی گونه های بادام مورد مطالعه، هم برای مغز و هم برای دانه کامل بوده است. کم ترین مقدار ضریب اصطکاک برای دانه‌ی کامل، برای دانه‌ی کامل بادام درختی پوست سنگی بر روی ورق آهن گالوانیزه و معادل ۰/۲۸۶ و برای مغز بر روی شیشه برای مغز بادام درختی پوست سنگی و معادل ۰/۳۲۴۴ به دست آمده است. زاویه‌ی ریپوزپری در مغز بادام درختی پوست سنگی بیش تر از همه و معادل ۶۰/۵۸۰۹۲۴۷۷ درجه بوده است(p<۰/۰۵).

واژه‌های کلیدی: بادام درختی، ویژگی های فیزیکی، رطوبت.

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

* نویسنده مسئول: amotgan@yahoo.com

1- مقدمه

بادام، یکی از مهم ترین 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 تولید۱۲۸۴۶۴تن بادام در سال چهارمین تولید کننده‌ی بزرگ بادام در جهان می‌باشد(۱۲). با توجه به شرایط اقلیمی و دارا بودن انواعی از واریته های مهم وحشی و اهلی بادام، ایران، مکان مناسبی برای پرورش بادام می‌باشد (۱۱). شناخت ویژگی های مکانیکی و فیزیکی فرآورده های کشاورزی برای محققان این رشته، بسیار مهم می‌باشد. این مساله در طراحی ماشین آلات و تجهیزات مورد استفاده در طی برداشت، انتقال، سورتینگ و پروسه‌یا عمل آوری فرآورده های کشاورزی، اهمیت زیادی دارد. زاویه‌ی ریپوز نیز در محاسبه‌ی سطح انبار لازم برای نگه داری محصولات کشاورزی و ارتفاع توده به کار می‌رود. بادام دانه ای خوراکی است که میوه های دانه ای شکل درختی، پرانوس آمیگوالوس از خانواده رز و گونه‌ی شیرین است که به مقدار زیاد در دسرها، شیرینی و آشپزی مورد استفاده قرار می گیرد. مغز بادام، منبع مهمی از انرژی(۶کیلوکالری)، پروتئین(۱۵/۶۴ کیلوکالری) را تشکیل می‌دهد و مقدار روغن آن از ۳۷/۲۷٪ به ۴۰٪ متغیر است. روغن مغز بادام، منبع مهمی از اسید اولئیک (۴۰٪) می‌باشد(۱).

محمدی و همکاران(۲۰۱۰) ویژگی های فیزیکی نظیر ابعاد، جرم، حجم، میزان کرویت و میانگین هندسی دو رقم بادام درختی مام و شاهرود۱۲ را بررسی کردند. دو رقم مذکور در ویژگی هایی نظیر میزان کرویت و میانگین هندسی تفاوت معنی داری داشتند(۲۰). آیدین در سال ۲۰۰۳ 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(۰/۲۸ به ۰/۸۳) و برای مغز بادام، این میزان کاهش یافته است(۰/۷۸ به ۰/۵۳) (۳). ترکان و همکاران (۲۰۰۷)، مقدار متوسط طول، عرض و ضخامت رقم بادام گلکان را ۲۴/۶، ۱۹/۳۶ و ۱۱/۴۷ میلی متر و متوسط طول، عرض و ضخامت رقم نانپاریل را ۱۸/۳۱، ۱۱/۰۴ و ۳۱/۱۰ گزارش کردند(۳۱). مرادی روی بعضی از ویژگی های کمی و کیفی ارقام شاهرود۱۲ و مام تحقیق نمود. او میانگین طول، عرض رقم مام را ۲۲و ۳۵ میلی متر تعیین کرد (۲۲).

همچنین، برخی ویژگی های فیزیکی دانه های بادام از قبیل ترک خوردگی و کرویت توسط کالیونکا(۱۷) گزارش شده است. در هر صورت، علی رقم گزارش های پراکنده ای 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 بادام های پوست کاغذی و پوست سنگی شامل بررسی ضریب اصطکاک بر روی چهار سطح ساختاری و اندازه گیری زاویه ریپوزیری می‌باشد. پژوهش های زیادی بر روی مواد مختلف انجام شده است اما در این گزارش، هم نوع واریته تغییر کرده است و هم نتایج جدیدی در این رابطه به دست آمده و از این لحاظ دارای نوآوری است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

در این تحقیق، دوگونه بادام درختی خشک(پوست کاغذی و پوست سنگی) مورد استفاده قرار گرفتند. محصول بادام پوست سنگی از خراسان جنوبی و بادام پوست کاغذی از استان اصفهان (بادام محب) به میزان هر یک ۵۰ کیلوگرم، تهیه شد. برای مطالعه‌ی ویژگی های مغز بادام، مقداری از نمونه به روش دستی در آزمایشگاه پوست گیری شده و مغز کامل و سالم به دست آمده برای آزمون مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۲- روش ها

مقدار رطوبت اولیه‌ی بادام با استفاده از آون در دمای ۲±۱۰۳ درجه‌ی سانتیگراد اندازه گیری شد (۱۹). برای تغییر مقدار رطوبت دانه و یا مغز بادام، رطوبت دهی با محاسبه تقریبی آب لازم از طریق معادله‌ی(۱) و پاشش آب به صوت اسپری بر روی بادام ها انجام شد. یکنواخت سازی رطوبت طی نگه داری نمونه‌ی مرطوب دو کیسه پلی اتیلنی در دمای (۶-۴ درجه‌ی سانتی‌گراد) به مدت حداقل ۱۰ روز انجام گرفت. نمونه ها چند بار برای یکنواخت‌سازی بهتر طی نگه داری بهم زده شدند(۷، ۹، ۲۳، ۲۷). مقدار رطوبت اولیه‌ی دانه ها به عنوان اولین رطوبت در نظر گرفته

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

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

$$Q = \frac{W(Mf - Mi)}{100 - Mf} \qquad (۱)$$

کلیه‌ی خواص فیزیکی بادام در سطوح رطوبتی از ۴/۸۹، ۱۰/۰۸، ۲۰/۷۴و ۲۶/۸۹ درصد برای بادام سنگی و ۴/۵۷، ۱۰/۵۸، ۱۹/۰۳و ۲۶/۱۷درصدبرای بادام پوست کاغذی با سه تکرار در هر سطح انجام شد.

۲-۳- ویژگی های اصطکاکی

ضریب اصطکاک بادام و مغز آن در چهار سطح رطوبتی برای چهار سطح اصطکاکی 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 ۱۰۰ و ارتفاع ۵۰ میلی‌متر) با نمونه و قرار دادن آن روی سطح اصطکاکی مورد نظر به دست آمد. در ابتدا استوانه تا حد کمی(تقریباً ۳ 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 اصطکاکی مورد استفاده ثبت گردید. برای اندازه گیری زاویه‌ی اصطکاک استاتیکی(α)از معادله‌ی ۲ استفاده گردید(۲۱، ۲۳، ۲۷).

$$\mu s = \tan \alpha \qquad (۲)$$

۲-۴- زاویه ریپوزپری

اندازه‌گیری ریپوزپری با استفاده از یک صفحه‌ی دایره ای شکل چوبی به قطر ۲۰۰ میلی متر انجام شد(۲۷). بدین ترتیب که ماده‌ی غذایی مورد نظر از ارتفاع ۱۵۰ میلی متری، روی صفحه ریخته شده و ارتفاع کوپه تشکیل شده اندازه گیری گردید.

از معادله‌ی۳ برای محاسبه‌ی زاویه ریپوزپری استفاده شد (۳،۲۳، ۲۶، ۲۷). که در آن H ارتفاع کوپه در نقطه وسط و D قطر دایره تشکیل شده توسط کوپه در کف ظرف می‌باشد.

$$\theta f = \tan^{-1}\left(\frac{2H}{D}\right) \qquad (۳)$$

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

طرح آزمایشی مورد استفاده برای هر سطح مورد آزمایش، کاملاً تصادفی با آزمایش های فاکتوریل و سه تکرار (۳×۴×۴)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 ۵درصد انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی ضریب اصطکاک

ضرایب اصطکاک مغز و دانه های کامل بادام بر روی سطوح تخته سه لا، شیشه، ورق آهن گالوانیزه و ورق آهن سیاه به صورت تابعی از رطوبت برازش شدند. با توجه به شکل ۱ 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 (۰/۶۴۶۳۳-۰/۶۸۲۷۳۳) و دانه کامل بادام درختی پوست سنگی با محدوده تغییرات (۰/۵۳۹۲۳۳-۰/۶۲۰۲۶۷) 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 برروی دانه‌ی کبر و بارت برروی کاکائو نوع B نزدیک هستند(۴، ۶، ۱۰، ۱۹و۲۷) که با توجه به متفاوت بودن ارقام و سطوح رطوبت دانه ها 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.

با توجه به شکل شماره ۲، ارقام بادام درختی مورد مطالعه بر روی شیشه، اختلاف معنی دار(p<۰/۰۵) نداشتند. مغز رقم بادام درختی پوست کاغذی با محدوده‌ی تغییرات (۰/۴۵۰۶۵-۰/۵۲۰۵۶۷) و دانه‌ی کامل رقم بادام درختی پوست سنگی با محدوده‌ی تغییرات (۰/۳۰۵-۰/۴۱۲۱) به ترتیب بیش ترین مقدار و کم ترین 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 اوجی بر روی دانه‌ی لوبیا بیش تر بوده و نزدیک به نتایج به دست آمده توسط امین بر روی عدس و اوموواي بر روی دانه‌ی اقاقیا بوده است(۲، ۲۴، ۲۵، ۲۷).

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.

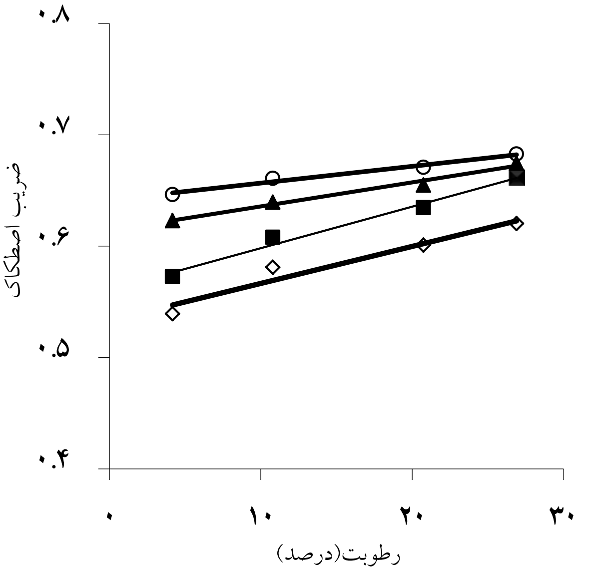
با توجه به شکل شماره ۳، ارقام بادام درختی مورد مطالعه، اختلاف معنی داری باهم(p<۰/۰۵) داشتند. مغز رقم بادام درختی پوست کاغذی با محدوده‌ی تغییرات (۰/۳۴۴۳۲-۰/۵۸۷۷) و دانه ی کامل رقم بادام درختی پوست سنگی با محدوده‌ی تغییرات (۰/۲۸۶-۰/۴۳۶۷) به ترتیب بیش ترین مقدار و کم ترین مقدار ضریب اصطکاک بر روی ورق گالوانیزه 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(۱۳، ۱۵، ۲۷).

با توجه به شکل شماره ۴، ارقام بادام درختی مورد مطالعه، اختلاف معنی داری باهم(p<۰/۰۵)داشتند. مغز رقم بادام درختی پوست کاغذی با محدوده‌ی تغییرات (۰/۴۵۳۸۹-۰/۶۳۱۷) و مغز رقم بادام درختی پوست سنگی با محدوده‌ی تغییرات (۰/۴۴۵۲-۰/۵۲۴۳) به ترتیب، بیش ترین مقدار و کم‌ترین مقدار ضریب اصطکاک بر روی ورق سیاه را دارا بودند.

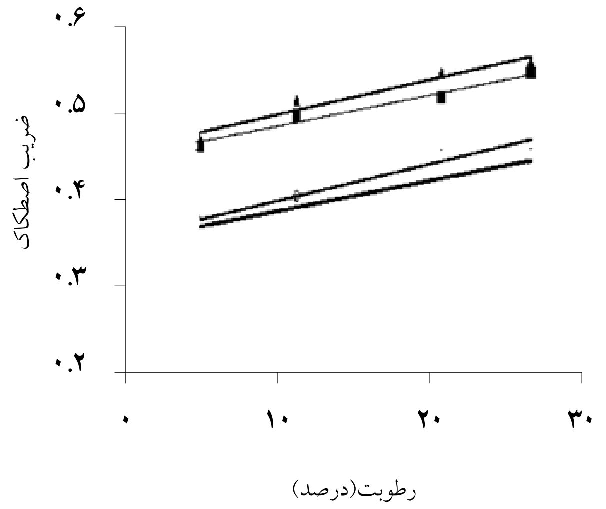
با توجه به تحقیقات صورت گرفته مشاهد ه می‌شود که ضریب اصطکاک برای همه واریته های بادام مورد مطالعه بر روی هر چهار نوع سطح ساختاری با افزایش سطح رطوبت، افزایش می‌یابد. بیش ترین ضریب اصطکاک برای تخته سه لا و به دنبال آن برای ورق آهن سیاه، شیشه و ورق آهن گالوانیزه بوده است. این روند، احتمالاً به دلیل زبری سطوح مورد مطالعه بوده که در مورد ورق آهن گالوانیزه صاف بودن و صیقلی بودن سطح آن حداقل میزان اصطکاک و برای تخته سه لا زبری آن بیش ترین مقدار اصطکاک را به دنبال داشته است.

معادلات برگشتی و ضریب همبستگی که از طریق تکمیل داده های آزمایشگاهی ضریب اصطکاک به دست آمده به عنوان تابعی از رطوبت در جدول ۱، نشان داده شده است.

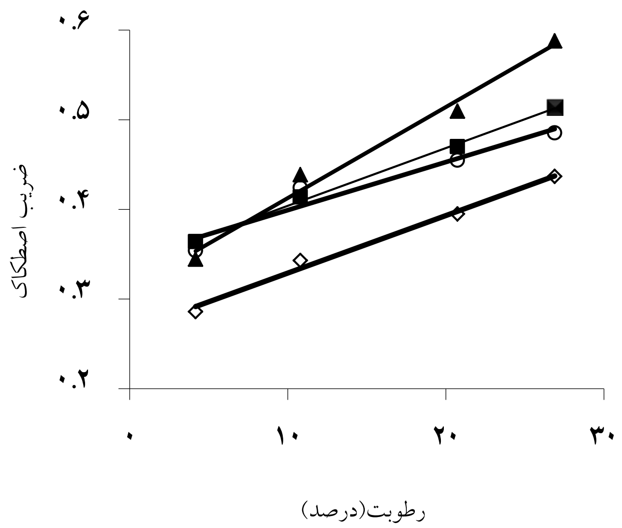
با توجه به این داده ها می‌توان دریافت که ارتباط ضریب اصطکاک دانه‌ی بادام با مقدار رطوبت برای کلیه‌ی سطوح اصطکاکی و گونه های آن تا حد زیادی خطی بوده است. این رویه خطی بر طبق مقاله های گزارش شده مشابه با تحقیقات کاشانی نژاد بر روی مغز پسته، سینگ برای دانه های زیره، گوپتا برای دانه‌ی آفتابگردان، اوگت برای لوبیا 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(۴، ۸، ۱۴، ۱۸، ۱۹، ۲۹).



شکل ۱- ضریب اصطکاک دانه‌ی کامل بادام درختی پوست سنگی(◇)و پوست کاغذی(■) و نیز مغز بادام درختی پوست سنگی (○) و پوست کاغذی(▲) بر روی تخته سه لا در سطوح رطوبتی متفاوت



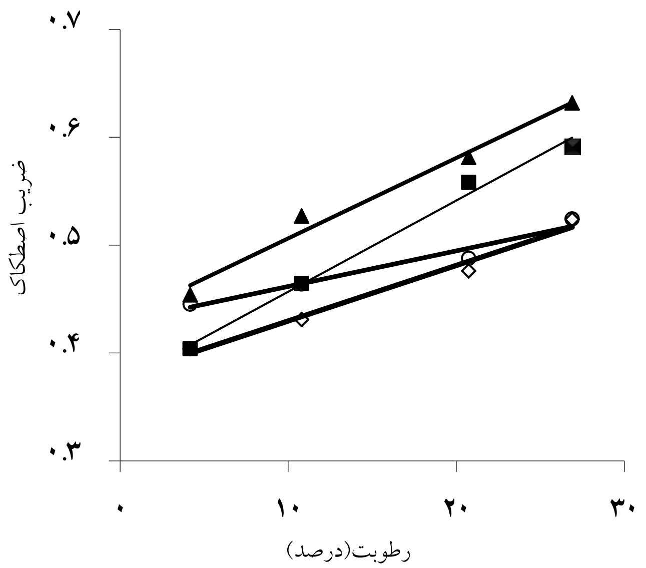
شکل ۲- ضریب اصطکاک دانه‌ی کامل بادام درختی پوست سنگی(◇)و پوست کاغذی(■) و نیز مغز بادام درختی پوست سنگی (○) و پوست کاغذی(▲) بر روی شیشه در سطوح رطوبتی متفاوت



شکل ۳- ضریب اصطکاک دانه‌ی کامل بادام درختی پوست سنگی(◇)و پوست کاغذی(■) و نیز مغز بادام درختی پوست سنگی (○) و پوست کاغذی(▲) بر روی ورق گالوانیزه در سطوح رطوبتی متفاوت

جدول۱- معادلات رگرسیونی ضرایب اصطکاک و رطوبت به همراه ضرایب همبستگی مربوطه

نوع بادام	سطح	دانه (% w.b.)	دانه معادله	دانه R^2	مغز (% w.b.)	مغز معادله	مغز R^2
پوست سنگی	تخته سه لا	۲۶/۸۹-۴/۸۹	μS=۰.۰۰۳۳X+۰.۵۳۳۳	۰.۹۴۱۷	۴/۲۶-۲۶/۶۸	μS=۰.۰۰۱۵X+۰.۶۴۱۶	۰.۹۷۸۲
	شیشه		μS=۰.۰۰۴۵X+۰.۲۹۸۵	۰.۹۲۹۸		μS=۰.۰۰۵۴X+۰.۳۰۴۳	۰.۹۹۰۶
	ورق گالوانیزه		μS=۰.۰۰۶۴X+۰.۲۶۴۸	۰.۹۹۰۶		μS=۰.۰۰۵۴X+۰.۳۴۵۶	۰.۹۳۲۵
	ورق سیاه		μS=۰.۰۰۵۱X+۰.۳۷۲۲	۰.۹۸۱۳		μS=۰.۰۰۴۴X+۰.۴۲۸۷	۰.۹۵۸۸
پوست کاغذی	تخته سه لا	۲۶/۱۷-۴/۵۷	μS=۰.۰۰۳۷X+۰.۵۶۰۹	۰.۹۸۳۲	۴/۱۷-۲۶/۳۷	μS=۰.۰۰۲۲X+۰.۶۱۴۱	۰.۹۸۲۱
	شیشه		μS=۰.۰۰۴۶X+۰.۴۲۷۹	۰.۹۷۵۴		μS=۰.۰۰۵۱X+۰.۴۴۱۴	۰.۹۴۳۲
	ورق گالوانیزه		μS=۰.۰۰۶۴X+۰.۳۳۹۵	۰.۹۹۶۹		μS=۰.۰۱۰۱X+۰.۳۱۱۳	۰.۹۸۲۶
	ورق سیاه		μS=۰.۰۰۸۵X+۰.۳۷۲۲	۰.۹۹۱۶		μS=۰.۰۰۷۵X+۰.۴۳۱۷	۰.۹۸۱۵



شکل ۴- ضریب اصطکاک دانه‌ی کامل بادام درختی پوست سنگی(◇)و پوست کاغذی(■) و نیز مغز بادام درختی پوست سنگی (○) و پوست کاغذی(▲) بر روی ورق سیاه در سطوح رطوبتی متفاوت

۳-۲-ریپوز پری

زاویه ریپوز پری برای دانه های کامل و مغز بادام درختی پوست سنگی و پوست کاغذی به صورت تابعی از رطوبت در شکل های ۵ و ۶ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود با افزایش رطوبت زاویه‌ی ریپوزپری برای دانه‌ی کامل بادام پوست سنگی و دانه‌ی کامل بادام پوست کاغذی به ترتیب از °۴۵ به °۵۲/۵۲ و از °۴۵/۱۹ به °۵۳/۱۳ تغییر کرد. مقادیر گزارش شده برای دانه های پسته‌ی کله قوچی، اوحدی، ممتاز و اکبری همگی کوچک تر از دانه های بادام درختی می‌باشد(۲۷). احتمالاً این امر به دلیل تفاوت در ترکیب شیمیایی، نوع سطح این مواد، نیز تفاوت جزیی در محتوای رطوبت و شکل ظاهری آن ها می‌باشد. میزان ریپوز پری برای دانه‌ی بادام درختی پوست سنگی، بیش تر از بادام درختی پوست کاغذی براورد شد. احتمالاً علت آن کرویت بیش‌تر و سطح صاف‌تر و صیقلی‌تر دانه‌ی بادام پوست سنگی نسبت به بادام درختی پوست کاغذی باشد. این حالت به آن ها این امکان را می‌دهد که راحت‌تر روی هم بلغزند. رابطه‌ی بین افزایش زاویه‌ی ریپوزپری و افزایش رطوبت در این آزمایش خطی، مثبت بوده است. رابطه‌ی خطی نشان می‌دهد با افزایش میزان رطوبت، زاویه‌ی ریپوز پری افزایش یافته و امکان انباشته‌سازی حجم بیش‌تری از محصول در واحد سطح افزایش می‌یابد.

با توجه به جدول ۱، ضریب همبستگی (R^2) برای ارتباط بین رطوبت و ضریب اصطکاک در تمامی سطوح ساختاری، مورد بررسی بین(۰/۹۲۹۸-۰/۹۹۶۹) حاصل شد که بالاترین مقدار(۰/۹۹۶۹) مربوط به دانه‌ی کامل واریته‌ی بادام درختی پوست کاغذی و کم ترین مقدار(۰/۹۲۹۸) مربوط به دانه‌ی کامل واریته‌ی 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 ۶، مشاهده می شود با افزایش سطح رطوبت زاویه ی ریپوزپری در مغز بادام درختی سنگی و مغز بادام درختی پوست کاغذی به ترتیب از °۵۷/۹۹ به °۶۰/۵۸ و از °۴۳/۴۱ به °۵۲/۵۵ 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 کرویت بالای نخل هندی در مقابل بادام درختی است(۱۶).

میزان ریپوز 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 ریپوز پری آن ها می باشد.

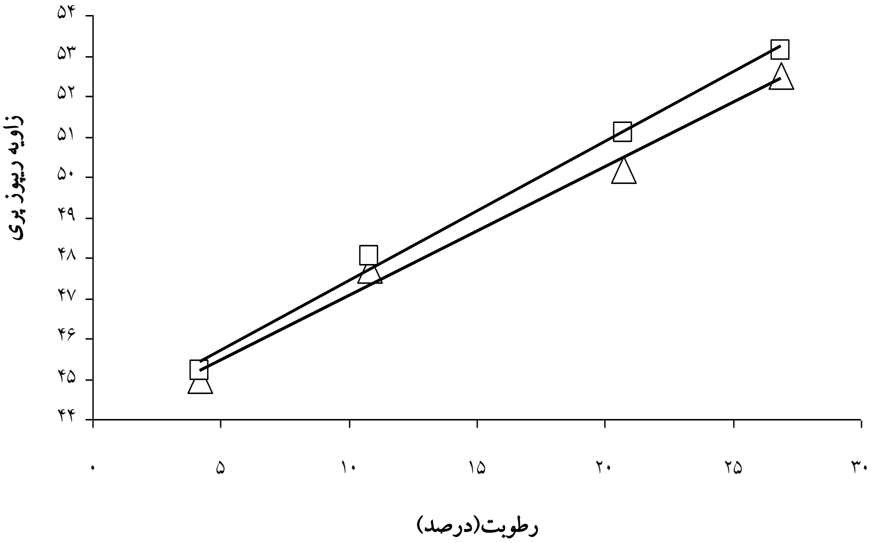
در مغز ها نیز مانند دانه های کامل رابطه ی بین افزایش زاویه ی ریپوزپری و افزایش رطوبت رطوبت(درصد) ، مثبت بوده است.البته شیب خطوط در معادلات مربوط به مغزها به طور محسوسی کم تر از دانه های کامل می باشد(جدول۲).

بزرگ ترین مقدار زاویه ی ریپوزپری 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 ریپوزپری نشان داد که با افزایش مقدار رطوبت دانه ها و مغز بادام، زاویه ی ریپوزپری افزایش یافت.

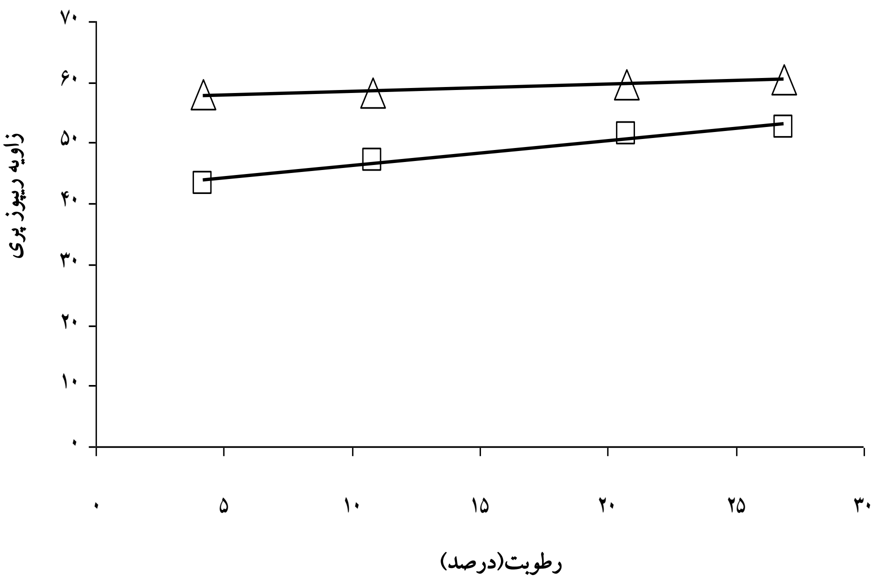
۴- نتیجه گیری

در این مقاله، ویژگی های اصطکاکی دانه و مغز دو نوع بادام از جمله ضریب اصطکاک و زاویه ی ریپوزپری به عنوان توابعی 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.

نتـایج ارزیـابی ضـرایب اصـطکاک و زاویـه‌ی ریپـوزپری بـه صورت تابعی از رطوبت برای دو واریته‌ی پوسـت کاغـذی محـب اصفهان و پوست سنگی خراسان جنوبی نشان داد کـه نـوع واریتـه، پوسته و رطوبت می‌تواند بر صفات مذکور تـاثیر گـذار باشـد. ایـن رابطـه در تمـام مـوارد بـه صـورت خطـی بـوده اسـت و در اغلـب آزمایش ها با افزایش رطوبت ضـرایب اصـطکاک افـزایش یافتنـد. اگرچه شیب منحنی در واریته های مختلف و نیز در دانه‌ی کامـل و مغز دانه روی سطوح مختلف آزمایش مورد مطالعـه فـرق مـی‌کنـد ولی روند مشابه در تمام حالات دیده می‌شود.



شکل ۵- زاویه‌ی ریپوز پری برای دانه‌ی کامل بادام درختی پوست سنگی(△) و پوست کاغذی (□) در سطوح رطوبتی متفاوت.



شکل ۶- زاویه‌ی ریپوز پری برای مغز بادام درختی پوست سنگی(△) و پوست کاغذی (□) در سطوح رطوبتی متفاوت.

جدول۲- معادلات رگرسیونی و ضریب همبستگی برای ریپوزپری

نوع بادام	دانه			مغز		
	(٪ w.b.)	معادله	R^2	(% w.b.)	معادله	R^2
پوست سنگی	۴/۸۹-۲۶/۸۹	θf =۰.۳۱۷۸mc+۴۳.۸۸۶	۰.۹۹۰۵	۴/۲۶-۲۶/۶۸	θf =۰.۱۱۵mc+۵۷.۳۰۷	۰.۹۶۲۹
پوست کاغذی	۴/۵۷-۲۶/۱۷	θf =۰.۳۴۳۳mc+۴۳.۹۹	۰.۹۹۵۳	۴/۱۷-۲۶/۳۷	θf =۰.۴۰۹۹mc+۴۲.۱۷۹	۰.۹۷۴۶

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

۵- سپاس گزاری

پژوهش حاضر از طرح پژوهشی شماره‌ی ۸۸۸۴۴ با عنوان «بررسی خواص ثقلی، هندسی و آئرودینامیکی دو واریته‌ی 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 ا... آملی به دلیل حمایت های مالی و همچنین مرکز رشد واحد های فن آوری طبرستان وابسته به دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و موسسه‌ی آموزش عالی تجن که محیط های آزمایشگاهی خود را با تمام امکانات در اختیار این تحقیق قرار دادند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند.

۶- منابع

۱- درویشان، م. ۱۳۷۹. 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*

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.

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.

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, Faostate Agriculture Data, Available at: http://faostat.fao.org/site/567/Desktop Default. 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