تعیین خواص فیزیکی مغز بادام درختی به منظور طراحی دستگاه اندازه بند

داود قنبریان ، علی قربانی ، شاهین بشارتی

Dghanbarian@yahoo.com
به ترتیب استادیار، دانشجوی کارشناسی ارشد و مربی گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه شهرکرد

چکیده

بادام به عنوان یکی از محصولات استراتژیک کشاورزی کشور، قبل از صادرات بایستی به طور صحیحی از نظر اندازه درجه بندی شود. هدف اصلی از این تحقیق تعیین خواص فیزیکی مکانیکی مغز بادام و انتخاب مکانیزم مناسب برای واحد اندازه بندی آن است. برای رسیدن به این منظور برخی از خواص فیزیکی و مکانیکی سه رقم مغز بادام به نام‌های سفید، سنگی و مامایی، در سه سطح رطوبت (۳ ، ۹ و ۱۵ درصد)، بر روی سه جنس سطح فولاد پرداخت شده، تفلون و چوب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمایشات نشان داد که با افزایش سطح رطوبت، ضریب اصطکاک در هر سه رقم و روی تمام سطوح مورد آزمایش، روندی افزایشی و نیروی لازم برای شکست مغزبادام روندی کاهشی را طی می‌کند. لذا چنین نتیجه گیری شد که از نقطه نظر طراحی دستگاه اندازه‌بند، بهتر است مغزها را در سطح رطوبت‌های پایین‌تر اندازه بندی کرد. همچنین نتایج تابع پارامتر اندازه‌بندی بصری نشان داد که ابعاد ضخامت و طول با ضرایب به ترتیب ۰/۶۴۷ و ۰/۳۵۳ مهم‌ترین نقش را در اندازه بندی این مغز بادام‌ها ایفا می‌کنند. به علاوه مطالعات آماری نشان داد که بعد ضخامت به لحاظ دارا بودن کمترین مقدار پراکندگی و انحراف معیار داده‌ها نیز بهترین بعد برای طراحی دستگاه مورد نظر محسوب می‌شود. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، طراحی و ساخت دستگاه اندازه بند مغزبادام با استفاده از غلتک‌های واگرا از جنس فولاد پرداخت شده به طول ۷۰۰ میلیمتر و قطر ۹۵ میلیمتر مناسب‌ترین گزینه تشخیص داده شد.

کلید واژگان : اندازه بندی، تابع اندازه بند بصری، خواص فیزیکی و مکانیکی، اندازه بند غلتکی، مغزبادام

مقدمه و هدف

ایران به روایت آمار و گزارش‌های سالانه سازمان خواروبار جهانی، سوّمین تولیدکننده عمده بادام درختی پس از امریکا و اسپانیا است (FAO,2010). استان چهار محال و بختیاری با سطح زیر کشت ۱۶۳۲۰ هکتار و میزان تولید حدود ۲۲۲۰۰ تن در سال به عنوان یکی از قطب‌های اصلی تولید بادام کشور محسوب می‌شود. ارقام اصلی کاشته شده در این استان شامل ارقام مامایی، سنگی و سفید است که بخش مهمی از تولید آن به کشورهای مختلف جهان صادر می‌شود. مغز بادام، پیش از بسته‌بندی بایستی به طور صحیحی از نظر اندازه درجه‌بندی شود. به طور کلی از عمده دستگاه‌هائی که برای اندازه بندی محصولات مختلف کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌توان به اندازه بندهائی با مکانیزم استوانه دوار، تسمه و تخته، گریفا، غلتکی، ارتعاشی، تسمه واگرا و غیره اشاره نمود (Kolchin, 1982 ; Peleg, 1985 ; Ghanbarian et al. 2008). مطالعات میدانی انجام شده در کارگاه های تولید و بسته بندی مغز بادام در استان چهارمحال و بختیاری و سایر استان‌های بادام خیز کشور مانند همدان و فارس، نشان می‌دهد که بخش عمده مغز بادامی که برای مصرف در داخل کشور تولید می‌شود اصولا بدون اندازه بندی مورد مصرف قرار گرفته و بخشی نیز که برای صادرات در نظر گرفته می‌شود توسط دستگاه های ارتعاشی مجهز به الک‌های مشبک مورد اندازه بندی قرار می‌گیرد. قیمت اولیه بالا، حجم بزرگ، تولید سر و صدا ، دقت متوسط و مصرف بالای انرژی از مشکلات مربوط به این دستگاه‌ها محسوب می‌شوند. لذا طراحی و ساخت دستگاهی جدید که بر مبنای اصول و مفاهیم علمی مربوط به مفاهیم اندازه بندی بتواند بر مشکلات مربوط به اندازه بندی مغزبادام غلبه کند در دستور کار این پژوهش قرار گرفت. مرور تحقیقات انجام شده نشان داد که با وجود تلاش‌های زیاد متأسفانه هنوز هیچ تحقیق جامعی به صورت ویژه و با رویکرد تعیین پارامترهای طراحی دستگاه اندازه‌بند مغزبادام که در نهایت ویژگی‌ها و مکانیسم اصلی چنین دستگاهی را تعیین نماید، انجام نشده است. لذا هدف از این تحقیق عبارت بود از بررسی خواص فیزیکی مکانیکی سه رقم مغز بادام صادراتی کشور به منظور انتخاب و تعیین واحد اندازه بند برای دستگاه درجه بندی مغز بادام.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از سه رقم بادام سفید، مامایی و سنگی که در تابستان سال ۱۳۹۱ از باغات منطقه سامان واقع در استان چهارمحال-وبختیاری تهیه شده بودند استفاده شد.در بخش اول آزمایشات با توجه به این که هدف اصلی از اندازه بندی مغز بادام افزایش بازار پسندی آن است برای تعیین مکانیسم مناسب برای اندازه بندی، از مفهوم تابع اندازه بند بصری معرفی شده توسط پلگ[۲](1985) استفاده شد. برای انجام این بخش، نخست تعداد ۱۰۰ عدد مغز بادام از رقم سنگی شماره گذاری شده و سه بعد اصلی آن‌ها شامل L ، W و T که به ترتیب معرف طول، عرض و ضخامت مغزبادام ها بودند توسط کولیسی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه گیری شدند.

[2]Peleg

سپس این نمونه‌ها برای اندازه بندی بصری در اختیار کارگران خبره محلی قرار گرفتند و از آن‌ها خواسته شد تا نمونه‌ها را با بالاترین دقت به سه دسته ریز، متوسط و درشت تقسیم بندی کنند. سپس مختصات ابعادی نمونه‌هادر سه عدد نمودار دو بعدی L-W، L-T و T-Wرسم و خطوطی که قابلیت بیشترین جداسازی را دارا بودند رسم شدند. معادله کلی این خطوط طبق رابطه ۱ تعیین شد(Peleg, 1985):

$$P = \alpha X + \beta Y \quad (۱)$$

که در آن X و Y دو بعد از ابعاد سه‌گانه نمونه‌ها هستند. α و β نیز ضرایبی هستند که نشان دهنده میزان اهمیت هر یک از بعدهای مورد نظر هستند و از روابط ۲ و ۳ محاسبه می‌شوند:

$$\alpha = \frac{1}{1+|tan\,\theta|} \quad (۲)$$

$$\beta = \frac{|\tan\theta|}{1+|\tan\theta|} \quad (۳)$$

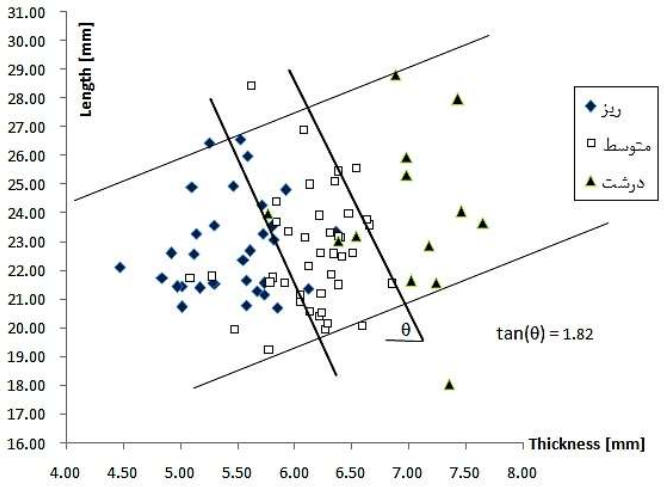
در روابط شماره(۲) و (۳) ، θ، زاویه تمایل متوسط بین خطوط جداساز هر دسته و محورافقی است.در بخش دوم آزمایشات تعداد ۱۰۰ عدد مغز بادام از هر رقم شماره‌گذاری و به منظور تعیین رطوبت اولیه مغزها از روش آون (قرار دادن در آون به مدت ۲۴ ساعت تحت دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس) استفاده گردید. با توجه به تحقیقات انجام شده قبلی سه سطح رطوبتی ۳، ۹ و ۱۵ درصد برای انجام آزمایشات در نظر گرفته شد. این سطوح رطوبت با اضافه کردن مقدار معینی آب مقطر و سپس قرار دادن نمونه‌ها در ظروف در بسته و نگهداری آن‌ها در یخچال با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ روز به دست آمد (Aydin, 2003).

ابعاد ظاهری مغزها شامل طول، عرض و ضخامت با استفاده از یک کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد و سپس قطر متوسط حسابی (D_e)، قطر متوسط هندسی (D_g)، ضریب کرویت (ϕ) و مساحت رویه آن‌ها (S) با استفاده از روابط موجود در کتاب‌های مرجع محاسبه شدند (Mohsenin, 1986 ; Stroshine, 1995).با در نظر گرفتن اهداف پژوهش و به منظور انتخاب بهترین جنسی که بتواند به عنوان سطح اندازه‌بندی در ساخت دستگاه مورد استفاده قرار بگیرد، آزمایشات مربوط به تعیین ضریب اصطکاک روی سه سطح تفلون، فولاد پرداخت شده و چوب چنار انجام شد.با توجه به اینکه در برخی از دستگاه های اندازه‌بندی، محصول به هنگام عبور از گذرگاه اندازه بندی ممکن است در معرض بارگذاری فشاری قرار گرفته و به این ترتیب دچار شکست و

صدمات مکانیکی گردد خواص مکانیکی بادام‌ها در بارگذاری فشاری توسط سطوح انتخابی، مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور از دستگاه تست اینسترون سَنتام(STM_20) استفاده شد. به منظور بررسی اثر جنس‌سطح‌های مورد استفاده در این تحقیق بر خواص مکانیکی مغزها، دو قطعه رابط از جنس سطح‌های مورد نظر به فکین دستگاه متصل و نمونه‌ها بین این دو قطعه تحت فشار قرار می‌گرفتند. آزمون‌ها بدین طریق صورت می‌گرفت که هر نمونه در وضعیت استقرار خود، زیر فک‌های دستگاه که با سرعت ثابت ۱۰mm/minبه هم فشرده می‌شدند قرار می‌گرفت.داده‌های مستخرج از دستگاه در نرم افزار MicroSoft Excel ذخیره و سپس توسط نرم افزار آماری SPSS مورد تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از اندازه بندی بصری مغزبادام ها توسط کارگران خبره محلی در شکل شماره ۱ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود آنچه از نظر این افراد برای اندازه بندی مغزبادام در درجه اول اهمیت قرار داشته بُعدهای طول (L) و ضخامت (T) مغز بادام‌ها بوده است. لذا تابع اندازه بندی بصری بر مبنای این دو بعد شکل گرفت.



شکل **۱**: نمودار تابع اندازه‌بند بصری برای مغزبادام

همان‌طور که از نمودار مشخص است، تانژانت زاویه مربوط به خطوط تفکیک کننده دسته‌ها از یکدیگر برابر ۱/۸۲ شده است. لذا α و βطبق روابط ۴ و ۵ به ترتیب عبارت اند از:

$$\alpha = \frac{1}{1+|\tan\theta|} = \frac{1}{1+1.82} \cong 0.35 \quad (۴)\beta = \frac{|\tan\theta|}{1+|\tan\theta|} = \frac{1.82}{1+1.82} \cong 0.64 \quad (۵)$$

بنابراین تابع اندازه بندی بصری مربوط به مغز بادام‌ها طبق رابطه ۶ تعیین شد

$$P = 0.353\,L + 0.647 \quad (۶)$$

همان طور که از رابطه ۶ مشاهده می‌شود در اندازه بندی بصری که به عنوان معیار اصلی تصمیم گیری توسط مصرف کننده و دقیق‌ترین روش اندازه بندی محسوب می‌شود عملا عرض بادام‌ها مورد توجه قرار نگرفته است. ضمنا همان‌طور که ملاحظه می‌شود، اهمیت بعد ضخامت (T) بیشتر از اهمیت طول (L)و تقریبا دو برابر آن است.برای هر سه واریته مورد آزمایش مقادیر انحراف معیار ضخامت، کمترین مقدار را در میان انحراف معیارهای سه بعد اصلی نمونه‌ها دارد. از نظر میزان کرویّت، مغزبادام رقم سنگی با ۵۶/۴۲٪ و مغزبادام های رقم سفید و مامایی با ۵۵/۵۶٪ و ۵۲/۴۹٪ به ترتیب کروی‌ترین مغزبادام های مورد مطالعه در این تحقیق بودند. بنابراین حتی در مورد مغزبادام های رقم سنگی که در بین سه رقم مورد آزمایش بیشترین کرویت را دارند نیز عدم پایداری ناشی از کرویت یا به عبارت دیگر تمایل به غلتش نمونه‌ها بر روی سطح اندازه بندی اندک خواهد بود.

همان‌طور که از شکل 2 ملاحظه می‌شود، بیشینه نیروی لازم برای شکست مغزبادام ها، در هر سه رقم مامایی، سنگی و سفید، با افزایش سطح رطوبت از ۳ تا ۱۵ درصد، روندی کاهشی را طی می‌کند لذا از نقطه نظر طراحی دستگاه اندازه بند بهتر است مغزها را در سطح رطوبت‌های پایین‌تر درجه بندی کرد. زیرا در این حالت مغزها بیشترین مقاومت را در برابر شکسته شدن از خود نشان می‌دهند و صدمات مکانیکی محصول کمترین مقدار را دارا خواهد بود.

شکل۲: منحنی‌های مقایسه میانگین نیروی لازم برای شکست سه رقم مغزبادام برحسب جنس سطح و درصد رطوبت نمونه‌ها

با توجه به تابع اندازه بندی بصری بدست آمده مناسب‌ترین مکانیزم برای اندازه بندی، مکانیزمی خواهد بود که بتواند مغزبادام ها را بر اساس ضخامتشان مورد اندازه بندی و تفکیک قرار دهد. از میان انواع مختلف مکانیزم‌های موجود برای اندازه بندی، مکانیزمی که کاملا بر مبنای ضخامت محصول عمل می‌کند، غلتک‌های واگرا است. در این مکانیزم، مغزبادام به هر شکل و از هر جهتی که

وارد دستگاه شود، نهایتا در اثر شکل شیپوری بین دو غلتک مجاور و چرخش آن‌ها، طوری حالت می‌گیرد که اجباراً با بعد ضخامت خود مورد اندازه بندی قرار بگیرد. انتخاب جهت چرخش واگرا برای غلتک‌ها به این دلیل است که در این مکانیزم ضمن جلوگیری از خرد شدن و شکسته شدن مغزها در بین غلتک‌ها، به حرکت بیشتر مغزها روی سطوح اندازه بندی که همان سطح خارجی هر یک از دو غلتک مورد نظر است کمک شده و به موقعیت گیری صحیح هر یک از مغزها در گذرگاه اندازه بندی منجر شود (شکل ۳). با توجه به نتایج آزمایشات انجام شده غلتک‌ها از جنس فولاد ساخته شدند و قطر قطر آنها با توجه به دبی مورد نیاز، شرایط کار و امکانات موجود در بازار ۹۵ میلیمتر در نظر گرفته شد. برای تعیین طول مناسب برای غلطکها از روش ارائه شده توسط جاریموپاس و همکاران (Jarimopas et al., 2007)استفاده و طبق توصیه پلگ مقدار ۲۰۰ میلیمتر نیز به آن افزوده و در نهایت برابر ۷۰۰ میلیمتر تعیین شد. واحد اندازه بندی مورد نظر پس از ساخت بر روی شاسی مناسب نصب و نتایج آزمایشات مقدماتی بیانگر دقت بسیار خوب در درجه بندی مغز بادامها بود.

شکل ۳- واحد اندازه بند غلطکی ساخته شده

منابع

Aydin C. 2003. Physical Properties of Almond Nut and Kernel. Journal of Food Engineering, 60: 315-320.

Food and Agriculture Organization. 2010. Statistics :Faostat-Agriculture, Production, Crops Retrieved from : http://www.faostat.fao.org

Ghanbarian D. Kolchin N.N. HasanBeygi S.R. Ebrahimi R. 2008. Design and Development of a Small Potato-Grading Machine Using Capron Net.Journal of Food Process Engineering 33: 1148–1158.

Jarimopas B. toomsaengtong S. Inprasit C. 2007.Design and Testing of a Mangosteen Fruit Sizing Machine. Journal of Food Engineering, 79 : 745–751.

Kolchin N.N. 1982. Complex Machine and Implements for Postharvest Operations of Potatoes and Vegetables, Machinestroienie, Moscow.

Peleg K. 1985. Produce Handling, Packing and Distribution. The Avi Publishing Company, Inc.