تعیین برخی خواص فیزیکی میوه و هسته زردآلوی اردوباد (۶۲۰)

سید مهدی غائبی[۱] ، سید رضا حسن‌بیگی[۲] ، محمد حسین کیان‌مهر[۳] ، اکبر عرب محمد حسینی[٤]

چکیده

خواص فیزیکی میوه و هسته زردآلوی واریته اردوباد در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفت. این خصوصیات برای طراحی تجهیزات به منظور برداشت، فرآوری و حمل و نقل، جداسازی و بسته‌بندی مورد نیاز می‌باشند. خصوصیاتی مانند طول، عرض، ضخامت، جرم، حجم، جرم حجمی حقیقی، جرم حجمی توده، تخلخل، قطرمتوسط هندسی، کرویت، سطوح تصویری، سطح رویه، ضریب اصطکاک استاتیکی میوه و هسته به ترتیب در محتوای رطوبتی ۸۲/۲۹ و ۳۲/۱۳ درصد تعیین گردید. نتایج نشان داد که مقدار متوسط طول، عرض، ضخامت، جرم، حجم، قطرمتوسط هندسی، کرویت برای میوه به‌ترتیب ۴۶/۶۸mm، ۴۴/۷۷mm، ۴۱/۲۸ mm، ۴۸/۴۲ g، ۴۵/۸۵ cm^3، ۴۴/۰۰ mm و ۹۴/۳۵ ٪ بود. همچنین مقدار متوسط طول، عرض، ضخامت، جرم، حجم، قطرمتوسط هندسی، کرویت برای هسته به‌ترتیب ۲۹/۶۶ mm،۲۰/۸۱ mm، ۱۳/۰۷ mm، ۲/۶۴ g، ۲/۵۹ cm^3، ۱۹/۹۸ mm و ۶۷/۳۹ ٪ بود. میانگین ضریب اصطکاک استاتیکی میوه و هسته در سطوح فولاد، فولاد گالوانیزه و تخته چندلا به‌ترتیب ۰/۲۲ و ۰/۴۶ تعیین گردید.این خواص فیزیکی داده‌های مفیدی را برای استفاده مهندسین در طراحی و بهبود تجهیزات فرآوری مناسب زردآلو فراهم می‌آورد.

کلیدواژه: زردآلو، اردوباد، میوه، هسته، خواص فیزیکی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی. پردیس ابوریحان، پست الکترونیک: mghaebi@ut.ac.ir
۲- استادیار گروه امور فنی کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۳- استادیار گروه امور فنی کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۴- استادیار گروه امور فنی کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

مقدمه

زردآلو که نام علمی آن *prunus Armeniaca* یا *Armeniaca vulgaris* است، ازگیاهان تیره گلسرخیان[1] ، از دسته گیلاس می‌باشد [۳ و ۲۴]. زردآلو درختی تک پایه است که معمولاً در نیم کره شمالی می‌روید [۳ و ۲۱]. میوه آن تقریباً کروی و گوشتی و بعضی از انواع آن تقریباً بیضی شکل و یا نوک دراز بوده و به واسطه شیاری به دو قسمت مساوی (قرینه) تقسیم می‌شوند. از عمق شیارهای این میوه برای تعیین نوع واریته زردآلو استفاده می‌شود[۳]. این میوه سرشار از ویتامین‌های A, C, B و آهن است. زردآلو همچنین منبع غنی بتاکاروتن (پیش‌ساز ویتامین A) است. زردآلوهایی که رنگ نارنجی دارند، حاوی بتاکـ وتن بیشتری هستند. مقادیر بالای بتاکاروتن و لیکوپن موجود در زردآلو باعث می‌شود تا از اکسیداسیون کلسترول بد[2] جلوگیری شود، در نتیجه این دو ماده به عنوان آنتی اکسیدان، غذای مفیدی برای حفظ سلامت قلب هستند [۲۱ و ۲۳]. زردآلوی ایران از نظر کیفیت و کمیت، رنگ و طعم در دنیا مشهور است و انواع زیادی تاکنون شناخته شده که تعداد نها از ۱۳۰ نوع متجاوز می‌باشد. برخی از واریته‌ها عبارتند از : قرمز شاهرود، اردوباد، قربان مراغه، سفید ارومیه، حاج نصیری، ، نادری. زردآلوی نادری و اردوباد از لحاظ درشتی و شیرینی و طعم مشهور می‌باشند [۳]. هسته زردآلو به از دو قسمت پوست و مغز تشکیل می‌شود. پوست‌های حاصله معمولاً به عنوان سوخت مورد استفاده قرار می‌گیرند [۷ و ۲۰]. پوست سخت هسته زردآلو در اصطلاح علمی"درون‌بر" نامیده می‌شود، که از ماده سخت اسکلرانشیم[3] و فیبر تشکیل یافته است و به همین جهت مقاوم وخیلی سخت می‌باشد. در کارگاه‌های تولیدی مغز هسته، مقدار قابل ملاحظه‌ای ازآن یافت می‌شود که اکثراً بدون استفاده مانده و سالها در یک گوشه در محوطه کارگاه روی‌هم انبار می‌گردد. نهایتاً مقداری در کوره‌های آجرپزی یا در روستاها جهت تولید حرارت مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته در سال‌های اخیر از این پوست‌ها چوب *MDF*[4] تهیه می‌نمایند.

تولید جهانی زردآلو در ۲۰۰۵ میلادی توسط سازمان بین‌المللی غذا و کشاورزی[5]، ۳۴۴۲/۶۷ هزار تن گزارش شده است که سهم ایران در این تولید ۲۷۵/۵۸ هزار تن می‌باشد که این میزان تولید، ایران را بعد از ترکیه در مقام دوم تولید جهانی قرار داده است [۱ و ۲۲].

آمارگیری سال ۸۵ نشان می‌دهد که حدود ۴۸۸۸ هزار اصله درخت زردآلو به صورت مجتمع و پراکنده در ایران وجود دارد که از این مقدار ۳۱۱۳ هزار اصله بارور می‌باشند [۱].

کشور ایران از زمانهای قدیم یکی از کشورهای بزرگ تهیه و تولید و همچنین جزو اولین کشورهای صادر کننده برگهٔ زردآلو در جهان محسوب می‌شده است. برگهٔ زردآلو و قیسی ایران از نظر نوع جنس، رنگ، طعم، درشتی، دارا بودن مواد قندی و معدنی، وجود ویتامین‌های کمیاب درآن، در دنیا شهرت داشته و دارد. کشور ما به خاطر موقعیت جغرافیایی، عدم رعایت اصول بسته‌بندی و بی‌توجهی به خواست مشتری به علاوه زودتر بودن فصل برداشتِ محصول کشورهای رقیب، دارای مشکلاتی در امر صادرات می‌باشد. لذا توجه به امر برداشت، فرآوری و بسته‌بندی مطوب و درجه‌بندی صحیح و علمی زردآلوهای صادراتی ایران لازم و ضروری است [۳].

مشخصه‌های فیزیکی محصولات کشاورزی مهمترین پارامترها در طراحی ماشینها و ادوات کشاورزی، سیستمهای درجه‌بندی، انتقال، فرآوری و بسته‌بندی می‌باشند [۳] که توسط محققان مختلف برای بسیاری از محصولات کشاورزی تعیین شده‌اند. از جمله این تحقیقات می‌توان به تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی بادام [۵]، بادام‌زمینی [۷ و ۲۷]، فندق [۱۲]، آلو [۸] اشاره کرد. اکثر مطالعاتی که در مورد تعیین خواص شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی زردآلو انجام شده توسط محققان و پژوهشگران کشور ترکیه صورت گرفته است [۷ و ۸]. هرچند معدود مطالعاتی توسط محققان دیگر کشورها همچون ایتالیایی نیز صورت گرفته است [۱۳]. با وجود این‌که ایران رتبه دوم تولید زردآلو جهان را داراست؛ اما اطلاعات مستندی در مورد خواص فیزیکی ارقام زردآلوی ایران یافت

1. Rosaceae
2 LDL
3. Sclerenchyme
4. Medium Density Fiberboard
5 . FAO

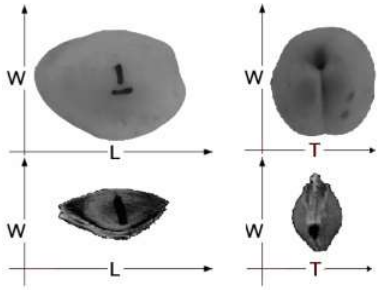
نشد. لذا در این تحقیق خواص فیزیکی و مکانیکی میوه و هسته زردآلوی واریته صادراتی اردوباد تعیین گردید که داده‌های حاصل از این تحقیق در طراحی تجهیزات فرآوری، حمل و نقل، سورت، شکستن و جداسازی کاربر دارد.

مواد و روشها

در بین مراکز تحقیقاتی موجود در ایران که دارای کلکسیون‌های زردآلوهای ایرانی و خارجی می‌باشند، مرکز تحقیقات سهند تبریز کامل‌ترین کلکسیون در این زمینه را دارا بوده که نمونه‌های مربوط به این تحقیق از آن مرکز تهیه شدند. میوه‌ها به صورت تازه و رسیده از روی درخت برداشت شده و تحت شرایط کنترل شده (هم از لحاظ رطوبتی و هم از لحاظ آسیب‌های احتمالی نظیر لهیدگی) به محل انجام آزمایش‌ها یعنی دانشکده مهندسی کشاورزی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران واقع در شهرستان پاکدشت منتقل گردیدند. در آزمایشگاه نمونه‌های آسیب دیده در فرآیند جابجایی جدا گردیدند، همچنین نمونه‌ها جهت از بین بردن گرد و غبار و مواد زائد تمیز گردیدند.

محتوای رطوبتی[1] نمونه‌ها به روش آون در درجه حرارت $۱۰۳ \pm ۳^{\circ}C$ در ۳ تکرار تعیین گردید. ملاک مدت زمان باقی ماندن نمونه‌ها در آون اندازه‌گیری تغییر جرم نمونه‌ها تا رسیدن به تغییرات جرم کمتر از ۰/۲ درصد بود. این روش برای محصولات دیگر نیز توسط محققان بکار برده شده است [۱۰].

برای تعیین ابعاد نمونه‌هاروی میوه و هسته زردآلو سه محور عمود بر هم تعریف شد (شکل ۱). بزرگترین بُعد که در راستای دُمبرگ آن قرار دارد به عنوان طول (L) در نظر گرفته شد. بزرگترین بُعد عمود بر محور طول، عرض نمونه‌ها (W) و بزرگترین بُعد عمود بر طول و عرض، ضخامت (T) تعریف شدند. ابعاد در۳ جهت تعریف شده توسط کولیس دیجیتال با دقت mm ۰/۰۱ اندازه-گیری شدند. جرم میوه‌های زردآلو (M_f) توسط یک ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم و جرم هسته (M_p) نیز توسط ترازوی حساس دیجیتال ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری گردیدند [۷ و ۸]. جرم و ابعاد ۱۰۰ عدد میوه و هسته اندازه‌گیری شد.



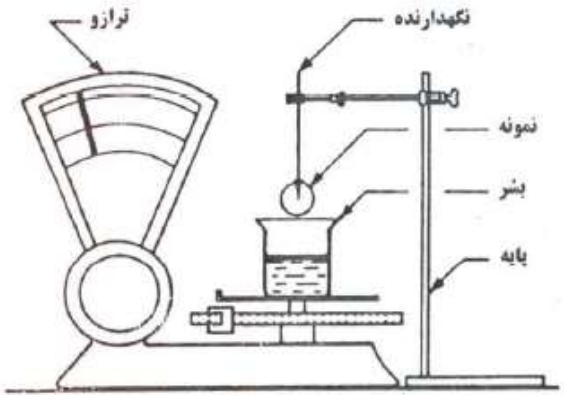
شکل ۱. مختصات تعریف شده برای تعیین ابعاد

برای تعیین حجم میوه و هسته زردآلو (V) از روش ترازوی سکودار استفاده شد (شکل۲). در این روش ابتدا یک بشر حاوی مقداری آب مقطر بر روی ترازویی به دقت ۰/۰۱ گرم قرار گرفته، جرم آن محاسبه شد. سپس نمونه‌ها به طور کامل در آب شناور شدند به طوریکه با کناره‌ها و کف بشر در تماس نباشد. این کار ا می‌توان توسط یک نخ نایلونی (اگر نمونه سنگین‌تر از آب باشد) یا یک سیم فلزی نازک (در حالتی که نمونه سبک‌تر از آب باشد) انجام داد. در این حالت جرم بشر حاوی آب و بنه شناور اندازه-گیری شد.. تفاوت ایجاد شده در جرم ناشی از نیروی ارشمیدس[2] است. حجم ا می‌توان با استفاده از رابطه زیر به دست آورد [۱۲ و ۱۸].

$$V_s = \frac{Buoyant\ force}{Density\ of\ Water} = \frac{M_{bws} - M_{bw}}{\rho_w} \qquad (۱)$$

در روابط فوق M_{bws} جرم ظرف حاوی آب و نمونه (g)، M_{bw} جرم ظرف حاوی آب (g) و ρ_w جرم حجمی آب (g/cm^3) می‌باشند. حجم ۳۰ عدد میوه و هسته اندازه‌گیری شد.

1 moisture content
2 Buoyant force



شکل۲. ترازوی سکودار برای اندازه‌گیری حجم نمونه‌ها

جرم مخصوص توده [1] نمونه‌ها به روش جرم نمونه‌ها در یک حجم مشخص به دست آمد. نسبت جرم نمونه‌ها بـه حجـم ظـرف حاوی آنها جرم مخصوص توده را بیان می‌کند. در تمام مراحل آزمایش سعی گردید تا آزمایشات بدون هیچگونه فشرده شدن میوه-ها صورت پذیرد تا تغییری در جرم مخصوص توده ایجاد نگردد [۴ ، ۵ و ۱۷].

پارامتر های دیگر محاسباتی نظیر جرم مخصوص واقعی (ρ)، تخلخل (ε)، قطر متوسط هندسی (D_g)، سـطح رویـه (s) و کرویت (ϕ) توسط روابط زیر و از روی پارامترهای اندازه‌گیری شده تعیین شدند [۷ ، ۸ و ۱۲].

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (۲)$$

$$D_g = (LWT)^{0.333} \quad (۳)$$

$$\phi = \frac{(LWT)^{0.333}}{L} \quad (۴)$$

$$\varepsilon = 100(1 - (\frac{\rho_b}{\rho_f})) \quad (۵)$$

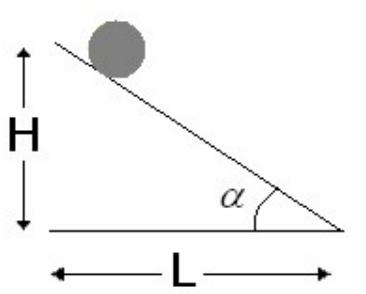
$$s = \frac{\pi BL^2}{2L - B} \quad (۶)$$

$$B = (WT)^{0.5} \quad (۷)$$

برای محاسبه سطح تصویری، ابتدا تصاویری توسط دوربین دیجیتال [2] و در ۳ جهت عمود بر هم (طول، عرض، ضخامت) گرفته شد [۱۲]. تحلیل و پردازش تصاویر در نرم افزار های فتوشاپ و متلب نـسخه ۷ [3] انجـام گردیـد. لازم بـه ذکـر اسـت کـه شـرایط تصویربرداری تا حد امکان کنترل شده بود تا از ایجاد خطا در تصویربرداری جلوگیری به عمل آید. سطح تصویر نمونه‌هـا بـا تعیـین رابطه بین تعداد پیکسل های تصاویر و سطح تصویر واقعی نمونه‌ها به دست مد.

ضریب اصطکاک استاتیکی روی سطوح ورق فولادی معمولی، ورق فولاد گالوانیزه و تخته چندلا تعیین گردید. نمونه‌ها در یـک سطح شیب‌دار قرار گرفته و با بالا رفتن یکنواخت سطح شیب‌دار، زاویه این سطح با افق در لحظـه‌ی شـروع بـه حرکـت نمونـه‌هـا مشخص شد که تانژانت این زاویه ضریب اصطکاک استاتیکی را به ما خواهد داد [۸ ، ۱۴ و ۱۶]. برای انجـام آزمـایش از سـطحی شیب‌دار مطابق شکل ۳ استفاده شد. برای بدست آوردن ضریب اصطکاک استاتیکی هسته از یک استوانه دوسر باز به قطر ۸۰mm و ارتفاع ۵۰ mm استفاده گشت [۱۰].

1 Bulk Density
2 Canon Ixus 65
3 Matlab7.0



شکل ۳. شکل شماتیک دستگاه اندازه‌گیری زاویه اصطکاک استاتیکی

$$\propto = \tan\alpha = \frac{H}{L} \quad (۸)$$

برای تعیین مقاومت غلتشی میوه‌ها، میوه‌ها بصورت عرضی بر روی سطح شیب دار قرار گرفتند و با بالا آمدن سطح، تانژانت زاویه‌ای که میوه شروع بغلتیدن کرد به عنوان ضریب مقاومت غلتشی تعیین گردید. آزمایشها بر روی سه سطح فولاد معمولی، فولاد گالوانیزه و تخته چندلا و با ۱۵ تکرار برای هر سطح انجام گردید.

نتایج و بحث

محتوای رطوبتی میوه ۸۲/۲۹ درصد و برای هسته ۳۲/۱۳ درصد به دست آمد که نشان می‌دهد که اکثر رطوبت موجود در زردآلو در گوشت میوه می‌باشد و هسته به خاطر بافت چوبی که دارد رطوبت چندانی ندارد. نتایج تحقیقات حاجی‌اوغلاری و همکاران نشان داد که محتوای رطوبتی واریته‌های زردآلوهای ترکیه در محدوده ۷۷/۳۷ تا ۸۲/۳۱ درصد می‌باشد [۸].

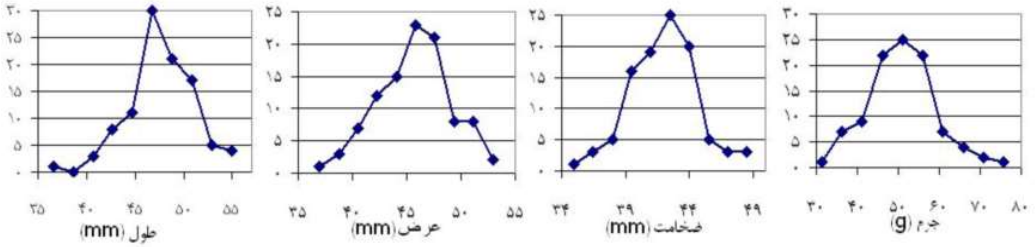
طول، عرض، ضخامت، جرم، قطر متوسط هندسی، کرویت، سطح رویه و سطح تصویری میوه و هسته زردآلوی اردوباد در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱). برخی خواص فیزیکی میوه و هسته زردآلوی اردوباد

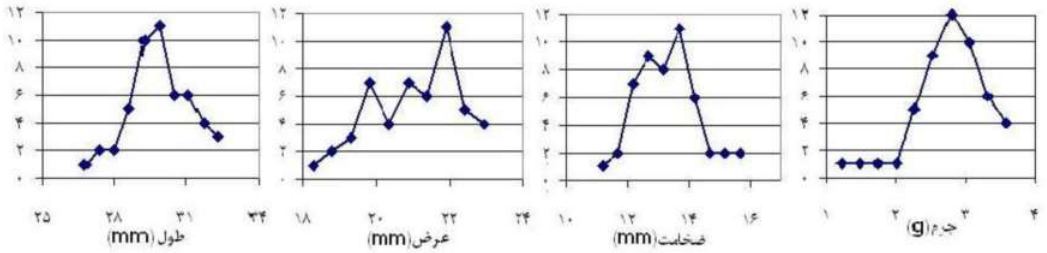
خصوصیات فیزیکی	میوه	هسته
طول (mm)	۳/۱۸±۴۶/۶۸	۱/۳۰±۲۹/۶۶
عرض (mm)	۳/۳۲±۴۴/۷۷	۱/۲۲±۲۰/۸۱
ضخامت (mm)	۲/۶۵±۴۱/۲۸	۱/۰۱±۱۳/۰۷
جرم (g)	۸/۳۰±۴۸/۴۲	۰/۴۹±۲/۶۴
قطر متوسط هندسی (mm)	۲/۶۸±۴۴/۰۰	۰/۹۲±۱۹/۹۸
کرویت (٪)	۳/۳۱±۹۴/۳۵	۲/۰۴±۶۷/۳۹
سطح رویه (mm^2)	۷۳۸/۷۹±۵۸۷۳/۳۲	۹۹/۷۲±۱۰۶۵/۵۱
سطح تصویری عمود بر ضخامت (mm^2) P_A	۲۹۰/۸۸±۱۹۰۷/۸۷	۴۹/۷۶±۴۴۳/۸۸
سطح تصویری عمود بر طول (mm^2) P_B	۲۵۸/۷۲±۱۷۶۹/۳۴	۲۲/۳۲±۱۸۷/۴۳
سطح تصویری عمود بر عرض (mm^2) P_C	۲۳۸/۸۷±۱۷۶۴/۰۰	۳۰/۲۵±۲۴۶/۱۲

توزیع فراوانی مشخصات ابعادی و جرم میوه و هسته زردآلو در شکلهای (۴) و (۵) نشان داده شده‌اند. طول میوه در دامنه ۳۶/۵۵ تا ۵۴/۹۸ میلی‌متر و برای هسته در محدوده ۲۶/۸۰ تا ۳۲/۳۲ میلی‌متر قرار دارد. حداکثر عرض میوه و هسته به ترتیب ۵۲/۹۱ و ۲۲/۹۴ میلی‌متر و حداقل به ترتیب ۳۶/۹۷ و ۱۸/۲۸ یلی‌متر می‌باشد. کمترین و بیشترین مقدار ضخامت برای میوه ۳۴/۹۴ و ۴۸/۵۵ میلی‌متر و برای هسته ۱۱/۱۹ و ۱۵/۶۷ یلی‌متر به دست آمد.

جرم میوه بین ۳۱/۲۹ تا ۷۵/۷۲ گرم می‌باشد در حالی که جرم هسته بین ۱/۲۲ تا ۳/۵۹ گرم بدست آمد که نشان می‌دهد جرم میوه تقریباً ۱۸ برابر جرم هسته می‌ باشد و بیانگر این است که در حدود ۹۵ درصد از جرم زردآلو به گوشت میوه اختصاص دارد.



شکل ۴. توزیع فراوانی ابعاد و جرم میوه زردآلوی اردوباد (٪)



شکل۵. توزیع فراوانی ابعاد و جرم هسته زردآلوی اردوباد (٪)

میوه در ابعاد بیشتر از دو برابر بزرگتر از ابعاد هسته می‌باشد و جرم میوه تفاوت قابل ملاحظه‌ای با جرم هسته دارد که بخش عمده آن ناشی از رطوبت بالای موجود در گوشت میوه است. مشخصات ابعادی بدست آمده برای واریته اردوباد با مشخصات ابعادی واریته حَسَن بی[1] کشور ترکیه که توسط حاجی صفراوغولاری[2] و همکارانش گزارش شده، مطابقت دارد[۸].

همانگونه که در جدول (۱) آمده است میزان کرویت میوه و هسته واریته اردوباد به ترتیب ۹۴/۴٪ و ۶۷/۴٪ می‌باشد که نشان دهنده شکل تقریباً کروی میوه‌ها و بیضی هسته می‌باشد (شکل ۱). حاجی اوغلاری و همکاران کرویت میوه زردآلو را برای واریته-های ترکیه بین ۸۷/۶۰ و ۹۹/۱۰ گزارش کردند [۸]، همچنین گزر و همکاران کرویت هسته زردآلوی حاجی حلیل اوغلوی ترکیه را ۶۵/۳۷ اندازه‌گیری کردند [۷] که نشان می‌دهند میوه زردآلو نسبت به هسته آن دارای کرویت بیشتری می‌باشد. سطح رویه میوه در حدود ۵/۵۱ درصد از سطح رویه هسته بزرگتر است که نشان می‌دهد سرعت انتقال انرژی و جرم از هسته آهسته‌تر از سرعت انتقال انرژی و جرم از میوه می‌باشد. سطح رویه میوه واریته‌های حاجی حلیل اوغلوی، حسن بی، سوغانجی و کاباشی ترکیه به ترتیب ۴۰۹۸/۹۷، ۵۳۵۱/۶۹، ۴۰۷۱/۳۹ و ۴۷۶۰/۸۸ میلی‌متر مربع تعیین گردید ند [۸]. سطح تصویری میوه در حدود ۶/۲ درصد بیشتر از هسته بدست آمد که ناشی از بزرگتر بودن ابعاد میوه نسبت به هسته بود. در میوه و هسته بیشترین سطح تصویری، سطح عمود بر ضخامت (P_A) بود. کمترین سطح در میوه سطح عمود بر عرض (P_C) است ولی در هسته، کمترین سطح، سطح عمود بر طول (P_B) است. کمتر بودن سطح تصویری P_B هسته به دلیل تفاوت زیاد عرض و طول آن می‌باشد. کمتر بودن سطح تصویری P_C میوه به علت کرویت بیشتر میوه نسبت به هسته می‌باشد.

جدول (۲). برخی خواص فیزیکی میوه و هسته زردآلوی اردوباد

	اردوباد	
خصوصیات فیزیکی	میوه	هسته
حجم (cm^3)	۶/۹۶±۴۵/۸۴	۰/۳۴±۲/۵۹
جرم حجمی توده (kg/m^3)	۱۰/۸۹±۵۳۳/۶۳	۱۰/۷۵±۴۵۳/۱۰
جرم حجمی حقیقی (kg/m^3)	۱۱/۴۴±۱۰۳۳/۹۹	۱۸۶/۳۸±۹۰۶/۳۹
تخلخل (%)	۰/۵۷±۴۸/۳۹	۱۳/۸۳±۴۷/۳۰
ضریب اصطکاک استاتیکی		
فولادی	۰/۰۴۶±۰/۲۳	۰/۰۳۲±۰/۴۳
فولاد گالوانیزه	۰/۰۳۱±۰/۲۲	۰/۴۰۸±۰/۵۱
تخته چند لا	۰/۰۵۴±۰/۲۰	۰/۰۲۳±۰/۴۲

همانگونه که از جدول (۲) پیداست جرم حجمی توده میوه بزرگتر از هسته است که نشان می‌دهد فضای مورد نیاز میوه‌ها در واحد جرم کمتر از هسته‌ها می‌باشد. چگالی توده آلو تقریباً با میوه زردآلو برابر بوده و ۵۱۵/۱۲ kg/m^3 گزارش گردیده است [۶]. جرم حجمی حقیقی میوه زردآلوی اردوباد اندکی بیشتر از جرم حجمی آب است و جرم حجمی حقیقی هسته اندکی کمتر از آب می‌باشد. تخلخل توده میوه‌ها از تقریباً برابر تخلخل هسته می‌باشد که نشان می‌دهد در هر دو به یک اندازه تهویه هوا صورت می‌گیرد.

در مجموع میوه از لحاظ کمّی در تمام خصوصیات ابعادی و فیزیکی گزارش شده در جداول (۱) و (۲) بجز ضریب اصطکاک استاتیکی، بیشتر از هسته است.

1 *Hasanbey*
2 *Haciseferogllari*

جدول(۳). ضریب غلتشی میوه زردآلوی اردوباد

	ضریب غلتشی
فولادی	۰/۰۴±۰/۲۲
فولاد گالوانیزه	۰/۰۴±۰/۲۱
تخته چند لا	۰/۰۳±۰/۲۲

همانگونه که در جدول (۳) آمده است ضریب غلتشی میوه زردآلو بر روی تخته چندلا و فولاد معمولی یکسان می‌باشد، همچنین ضریب غلتشی در فولاد گالوانیزه کمتر از سطوح فولادی معمولی و تخته چندلا بدست آمد. در همه سطوح مورد مطالعه (فولاد، فولاد گالوانیزه و تخته چندلا) ضریب اصطکاک استاتیکی در هسته بزرگتر ازمیوه بدست آمد که می‌تواند ناشی از کرویت بیشتر میوه و زبری بیشتر سطح هسته باشد. در بین سطوح نیز برای میوه بیشترین ضریب اصطکاک استاتیکی مربوط به سطح فولادی و کمترین آن مربوط به تخته چندلا می‌باشد؛ اما بیشترین ضریب اصطکاک استاتیکی هسته در سطح فولاد گالوانیزه و کمترین آن در سطح تخته چندلا ملاحظه گردید.

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج به دست آمده در این تحقیق برای اولین بار در مورد واریته صادراتی اردوباد تعیین شد که می‌تواند در طراحی و بهینه‌سازی تجیهزات برداشت، حمل و نقل، طبقه‌بندی، درجه‌بندی، فرآوری، بسته‌بندی و سایر صنایع وابسته به زردآلو مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

۱. بی‌نام. ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۰. آمارنامه‌های کشاورزی، اداره کل آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

۲. بی نام. ۱۳۷۷. استاندارد ویژگیهای انار. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، شماره ۲۶۲.

۳. مقتدر،ع. ۱۳۶۸. زردآلوی ایران ومشتقات آن از دیدگاه مسائل اقتصادی و صادراتی. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران- آذربایجان شرقی

4. Aydın, C. (2002). Physical properties of hazelnuts. Biosystems Engineering, 82, 297–303.
5. Balasubramanian, D. (2001). Physical properties of raw cashew nut. Journal of Agricultural Engineering Research, 78, 291–297
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. Gezer, I., Hacıseferogulları, H., & Demir, F. (2002). Some physical properties of Hacıhaliloglu apricot pit and it's kernel. Journal of Food Engineering, 56, 49–57
8. Hacıseferogulları, H.,Gezer, I., Ozcan, M, M., &Asma, B, M.(2007). Post harvest chemical and physical–mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey, Journal of Food Engineering, 79, 364–373
9. Hui,Y,H. (2006). Handbook of Fruits & Fruit Processing., 1st ed, blackwell publishing.

10. Kashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A., Tabil L.G (2006). Some physical properties of Pistachio (Pistacia vera L.) nut and its kernel. Journal of Food Engineering 72, 30–38.

11. Malcolm, E. Wright, John H. Tappan, and Fred E. Sistler. 1986. The size and shape of typical sweet potatoes. transacions of the ASAE, Vol.29(3):678-682.

12. Mohsenin, N. N. (1978). Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Breach Science Publishers.

13. Natale, C. D., etal. (2006). Sorting of apricots with computer screen photoassisted spectral reflectance analysis and electronic nose. Sensors and Actuators B 119. 70–77.

14. Olaoye, J. O.(2000). Some Physical Properties of Castor Nut relevant to the Design of Processing Equipment. J. agric. Engng Res, 77 (1), 113d118, research note

15. Peleg, K.(1985).Produce Handling, Packing and Distribution.The AVI publishing company, Inc.

16. Pliestic S., Dobricevic, N., Filipovic, D., Gospodaric ,Z.(2006). Physical Properties of Filbert Nut and Kernel. Biosystems Engineering 93 (2), 173–178

17. Sessiz, A., Esgici, R., Kızıl, S.(2007). Moisture-dependent physical properties of caper (Capparis ssp.). Journal of Food Engineering 79 ,1426–1431

18. Stroshine, R., Hamann, D.(1994). Physical properties of agricultural materials and food products.

19. Tabatabaeefar, A.(2000). Physical Properties of Iranian Potato. Proceedings of the International Agricultural engineering Conference, Bangkok Thailand, December 4-7,501-506.

20. Vursavus, K., Ozguven, F. (2003). Determining the strength properties of the Dixired peach variety. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27, 155–160.

21. http://www.daneshnameh.roshd.ir

22. http://www.faostat.fao.org (2007)

23. http://www.IRTEB.com (2007)

24. http://www.keshavarzejavan.com/index.php