برخی از خواص فیزیکی و مکانیکی پس از برداشت زردآلو (رقم تبرزه)(۶۲۳)

حمزه فتح اله زاده[۱]، حسین مبلی[۲]، حجت احمدی[۳]، علی عادلخانی[۴]، انسیه سراج[۵]، حمید خالقی[۶]

چکیده

در این تحقیق برخی از خصوصیات فیزیکی و مکانیکی زردآلوی رقم تبرزه مورد بررسی قرار گرفتند. محتوی رطوبت میوه ی زردآلو ۸۴/۱۹ درصد (w.b) بود که یک روز پس از برداشت مورد اندازه گیری قرار گرفت. خصوصیات فیزیکی و مکانیکی اندازه گیری شده در این تحقیق شامل طول، عرض، ضخامت، قطر میانگین هندسی، مساحت رویه، کرویت، تخلخل، وزن هزار دانه، جرم، حجم، چگالی، جرم مخصوص ظاهری، ضریب اصطکاک استاتیکی زردآلو بر روی چهار سطح چوبی، گالوانیزه، شیشه ای و فایبرگلاس و نیروی گسیختگی آن در جهات مختلف بودند. نتایج بررسی خواص فیزیکی نشان می دهد که در زردآلو، قطر میانگین هندسی، درصد کرویت و مساحت رویه به ترتیب 37/09 (میلی متر)، 90/28 در صد و 4332/59 (میلی مترمربع) بودند. حجم، وزن، چگالی، وزن مخصوص ظاهری، تخلخل و وزن هزار دانه در این میوه به ترتیب مقادیر 28/94 (سانتی متر مکعب)، 29/997 (گرم)، 1037/5(کیلو گرم بر متر مکعب)، 449/5 (کیلو گرم بر متر مکعب)، 56/66 درصد و 29/99 (کیلو گرم) را داشتند. ضریب اصطکاک استاتیکی نیز به ترتیب در روی صفحاتی از جنس چوب، آهن گالوانیزه، شیشه و فایبر گلاس، روند کاهشی از خود نشان می داد. در مورد خواص مکانیکی، نتایج حاکی از آن بود که به ترتیب با بارگذاری فشاری در جهات طول، عرض و ضخامت میوه ی زردآلو، نیروی گسیختگی دارای مقادیر 8/23، 6/31 و5/87 بوده و روند کاهشی از خود نشان می دهد. همچنین نتایج بررسی همبستگی، بین برخی خصوصیات فیزیکی با جرم میوه نشان داد که مساحت رویه میوه و قطر میانگین هندسی بیشترین همبستگی و رابطه را با وزن کلی میوه دارد.

کلیدواژه: زردآلو، تبرزه، خصوصیات فیزیکی، پس از برداشت، میوه

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه تهران، کرج، پست الکترونیک: fatolazade@ut.ac.ir
۲- عضو هیئت علمی و دانشیار گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه تهران، کرج
۳- عضو هیئت علمی و استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه تهران، کرج
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه تهران، کرج
۵- دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه تهران، کرج
۶- دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه تهران، کرج

مقدمه

علاوه بر مصرف زردآلو(نوع پرورش یافته زردآلوی جنگلی است که به وسیله‌ی تلقیح به عمل می آید) بصورت تازه از آن برای تولید زردآلوی خشک، زردآلوی فریز شده، مربا، ژله، آب میوه، شهد و غیره استفاده می شود. از هسته‌ی چوبی زردآلو معمولاً به عنوان سوخت و از مغز هستهٔ آن برای تولید روغن، بنزالدیید، لوازم آرایشی و عطریات استفاده می کنند. زردآلو جایگاه مهمی در تغذیه انسان دارد و می تواند به صورت تازه و خشک شده مورد استفاده قرار گیرد. این میوه سرشار از مواد معدنی و ویتامین مانند پتاسیم و بی‌کاروتن است. بی‌کاروتن که یکی از مواد تشکیل دهنده ویتامین A است برای بافت پوششی بدن و اندام ها، سلامت چشم، رشد و شکل گیری استخوان ها و دندان ها ضروری می باشد. به علاوه ویتامین A نقش مهمی در تکثیر و رشد اندام هایی که مقاومت بدن را در برابر عفونت ها افزایش می دهند ایفا می کند[۳]و[۸].

ایران به عنوان دومین تولید کننده‌ی زردآلو در جهان، ۸/۲٪ از سهم تولید را با ۲۷۵۵۸۰ تن تولید به خود اختصاص داده است. ترکیه، ایران، ایتالیا، پاکستان و فرانسه از کشورهای عمدهٔ تولید کنندهٔ زردآلو به شمار می‌آیند.صادرات ایران در سال ۲۰۰۷ بالغ بر۶۸۰ تن می باشد [۲].از ارقام مهم زردآلو که در ایران تولید می شود، می توان به تبرزه، کاردی دماوندی و نخجوان اشاره کرد.

در صورتی‌که ساخت و کاربرد دستگاهای فرآوری زردآلو که دارای واحد های شست و شو، دسته بندی،تفکیک و یا انتقال می‌باشند، بدون در نظر گرفتن اطلاعات مربوط خواص فیزیکی و مکا نیکی میوه ب شد، طراحی‌های صورت گرفته منجر کارکرد نامناسب دستگاه و صدمه دیدین میوه می شود. بنابراین درنظرگرفتن خصوصیات فیزیکی و مکانیکی زردآلو به منظور طراحی دستگاه‌های مورد نیاز برای فرآوری آنها دارای اهمیت می باشد.

تاکنون مطالعات زیادی در مورد خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات مختلف انجام شده است. به عنوان مثال هاکیسفرگ و همکاران [۵] برخی خواص فیزیکی و مکانیکی بعضی از گونه های زردآلوهای کشت شده در ترکیه را بررسی کردند و آیدین[۱] برخی از خواص فیزیکی و مکانیکی فندق و مغز آن را به عنوان تابعی از سطح رطوبت گزارش کرده و گذر و همکاران [۳] برخی از خواص فیزیکی هسته و مغز زردآلو را مورد بررسی قرار دادند. علاوه برآن گوپتا و داس[۴] بر روی بادام و همچنین رضوی و همکاران و کاشانی نژاد و همکاران بر روی پسته [۶] و [۱۰] تحقیقات مشابهی را انجام دادند.

با توجه به مطالب گفته شده و علی رغم اینکه ایران دومین تولید کنندهٔ عمدهٔ زردآلو در جهان محسوب می شود، صادرات این محصول از ایران به سایر کشورهای جهان در سطح بسیار پایینی قرار دارد. برای داشتن صادراتی در سطح بالا نیاز به توسعه و ساخت دستگاه های انتقال، تفکیک و فرآوری آن وجود دارد. بنابر این در این تحقیق به بررسی برخی از خواص مهم فیزیکی و مکانیکی زردآلو در رقم معروف تبرزه، مانند طول، عرض، ضخامت، قطر میانگین هندسی، مساحت رویه، کرویت، تخلخل، وزن هزار دانه، جرم، حجم، چگالی، جرم مخصوص ظاهری، ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی چهار سطح چوبی، گالوانیزه، شیشه ای و فایبرگلاس و نیروی گسیختگی در جهات مختلف پرداخته شده است.

فهرست علائم اختصاری			
L	طول	S	مساحت رویه
W	عرض	ρ	چگالی
T	ضخامت	f	کرویت
Dg	قطر میانگین هندسی	m	جرم
V	حجم	∝	ضریب اصطکاک
Bd	وزن مخصوص ظاهری	P	تخاخل

مواد و روش ها

زردآلوی رقم تبرزه در تابستان ۱۳۸۶ از باغ میوه ای واقع در شهرستان سلماس به دست آمد. میوهٔ زردآلوی رقم تبرزه از ارقام مرغوب بوده که کشت آن در آذربایجان مرسوم می باشد. میوه ها به شکل تصادفی و از چند درخت برداشت شدند و در آزمایشگاه خواص فیزیکی و مکانیکی دانشگاه تهران، واحد کرج مورد بررسی و اندازه گیری قرار گرفتند. سطح رطوبتی نزدیک به شرایط محصول تازه برداشت شده درمیوه زرد آلو ۸۴/۱۹ درصد بر پایه تر بود. همچنین ۱۰۰ عدد از آن به شکل تصادفی برای اندازه گیری خصوصیات فیزیکی انتخاب شدند.

برای تعیین خصوصیات ابعادی (طول، عرض و ضخامت) و جرم(m) به ترتیب از یک میکرومتر(کولیس) دیجیتالی با دقت ۰/۰۱میلی متر و یک ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ استفاده شد. قطر میانگین هندسی(D_g) کرویت (ϕ) و مساحت رویه (S) نیز از فرمولهای زیر مورد محاسبه قرار گرفتند[۹] :

$$D_g = (LWT)^{0.333} \quad (۱)$$

$$\phi = D_g / L \quad (2)$$

$$S = \pi . D_g^2 \quad (3)$$

که در آن L طول ، W عرض و T ضخامت زردآلو می باشند. حجم(V) با استفاده از روش جابه‌جایی مایع و چگالی از رابطه زیر بدست آمد. .[۹]

$$\rho = m / V \quad (4)$$

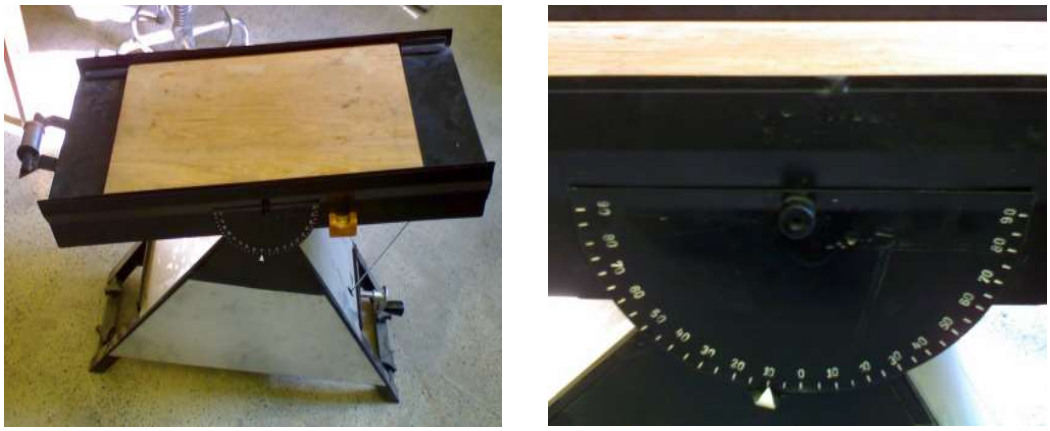
وزن مخصوص ظاهری(Bd) از رابطهٔ زیر بدست آمد که در آن mc جرم میوه های داخل قوطی مقوایی و Vc حجم قوطی می باشد: [۹]

$$Bd = mc / Vc \quad (۵)$$

برای تعیین وزن ۱۰۰۰دانه نیز ۱۰۰ میوه به شکل تصادفی انتخاب د و ده برابر جرم آنها به عنوان وزن هزار دانه گزارش شد و تخلخل از رابطه ۵ محاسبه شد [۹] و [۱۱].

$$P = 1 - \frac{Bd}{Td} \quad (۶)$$

زاویه اصطکاک استاتیکی زردآلو بر روی چهار سطح چوبی، شیشه ای، ورق گالوانیزه و صفحه ای از جنس فایبرگلاس اندازه گیری شد. برای اندازه گیری، سطح اصطکاکی مورد مطالعه بر روی دستگاه مخصوص قرار داده شده و بوسیله اهرمی شیب صفحه به آرامی افزایش داده می شد. دانه های قرار داده شده بر روی سطح در یک شیب خاص شروع به حرکت می کردند که درست در این لحظه زاویه از طریق نقاله اندازه گیری می شد که این زاویه همان زاویه اصطکاک استاتیکی دانه ها بود.(شکل۱)



شکل۱ :دستگاه تعیین زاویهٔ اصطکاک استاتیکی

برای تعیین نقطه شروع گسیختگی در میوهٔ زردآلو از دستگاه اینسترون Instron (مدل Santam SMT-5) استفاده شد(شکل ۲) که دقت اندازه گیری آن۰/۰۰۱ نیوتن بود. برای هر آزمایش ۳۰ زردآلو به طور تصادفی انتخاب شده و مقدار میانگین هر ۳۰ آزمایش گزارش گردید [۷]. یک میوه به تنهایی بین دو صفحه‌ی موازی دستگاه بارگذاری قرار داده می شد و تحت شرایط فشاری مورد تراکم قرار می‌گرفت تا زمانی که گسیختگی رخ دهد. زمان شکست با نقطه ی تسلیم در منحنی نیرو تغییر شکل منطبق است. با رسیدن به آستانه تسلیم، بارگذاری متوقف و مقدار نیرو از طریق رایانه متصل به دستگاه مشاهده و ثبت می شد.

شکل ۲- دستگاه مورد استفاده برای تعیین نیروی گسیختگی، اینسترون (مدل Santam SMT-5)

نتایج و بحث

۱- خواص فیزیکی

میانگین داده های مربوط به خصوصیات ابعادی، وزن، حجم و چگالی، و انحراف معیار آنها در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی پس از برداشت زردآلو

		مقدار	انحراف معیار
طول (میلی متر)		41/11	0/981
عرض (میلی تر)		36/98	0/634
ضخامت (میلی متر)		33/98	1/267
قطر میانگین هندسی (میلی متر)		37/09	1/142
درصد کرویت		90/28	14/124
مساحت رویه (میلی مترمربع)		4332/59	35/31
حجم (سانتی متر مکعب)		28/94	0/354
وزن (گرم)		29/997	0/203
چگالی (کیلو گرم/ متر مکعب)		1037/5	6/312
حجم مخصوص ظاهری(کیلو گرم/ متر مکعب)		449/5	0/132
****درصد تخلخل**		56/66	-
***وزن هزار دانه (کیلو گرم)**		29/99	1/225
***ضریب اصطکاک برروی صفحه ای از جنس:**	**چوب**	0/624	0/021
	شیشه	0/487	0/018
	گالوانیزه	0/509	0/022
	فایبرگلاس	0/554	0/081

*میانگین نشان داده شده حاصل از ۳ تکرار است.

** بدون تکرار

با توجه به جدول شمارهٔ ۱ مشاهده می شود که خصوصیات ابعادی، شامل طول، عرض، ضخامت و قطر میانگین هندسی میوهٔ زردآلوی رقم تبرزه به ترتیب ۴۱/۱۱، ۳۶/۹۸، ۳۳/۹۸ و ۳۷/۰۹ میلی متر می باشند. حجم، وزن، چگالی، وزن مخصوص ظاهری، تخلخل و وزن هزار دانه در این میوه به ترتیب مقادیر 28/94(سانتی متر مکعب)، 29/997 (گرم)، 1037/5(کیلو گرم بر متر مکعب)، 449/5(کیلو گرم بر متر مکعب)،56/66 درصد و 29/99 (کیلو گرم) هستند.

در ارتباط با ضریب اصطکاک نتایج نشان می دهد که، بیشترین ضرایب، به ترتیب در روی صفحهٔ چوبی، گالوانیزه، فایبر گلاس و شیشه ای رخ داده اند. هاکیسفرگ و همکاران [۵] نیز نتایجی نزدیک به مقادیر جدول ۱ برای برخی از خصوصیات فیزیکی چند رقم زردآلو در ترکیه بدست آوردند.

۲- خواص مکانیکی

جدول شماره ۲ راستای اعمال نیروی فشاری به نمونه ها را در سه راستای طول، عرض و ضخامت نشان می دهد که بیشترین مقدار در جهت طولی آن می باشند.

جدول ۲- خصوصیات مکانیکی پس از برداشت زردآلو

		مقدار	انحراف معیار
***راستای اعمال نیروی فشاری (نیوتن):**	**طول**	8/23	0/341
	عرض	6/31	1/117
	ضخامت	5/87	0/068

*میانگین نشان داده شده حاصل از ۳۰ تکرار است.

هاکیسفرگ و همکاران [۵] نیز نتایج مشابهی را برای نیروی لازم برای گسیختگی چند رقم زردآلو بدست آوردند.

۳- رابطه بین برخی خصوصیات فیزیکی با وزن زردآلو

با توجه به تصاویر شمارهای ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ که به ترتیب نشان دهنده رابطه بین طول ، عرض ، قطر میانگین هندسی، مساحت رویه و حجم زردآلو با جرم، هستند می توان نتیجه گرفت که همبستگی قابل قبولی بین پارامترهای ذکر شده وجود دارد. نتایج گویای این موضوع هستند که مساحت رویهٔ میوه و قطر میانگین هندسی بیشترین تاثیر را در روی وزن کلی میوه دارند و مطابق با رابطهٔ زیر وزن آن از روی مساحت رویه و قطر میانگین قابل پیش بینی است:

$$m = -۴ \times ۱۰^{-۱۰}\ S^۴ + ۵ \times ۱۰^{-۶}\ S^۲ - ۰/۰۱۴۱S + ۲۳/۰۰۸ \qquad (۷)$$

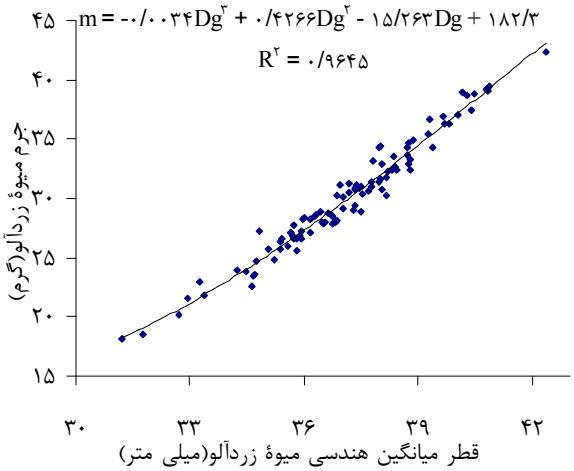
$$m = -\ ۰/۰۰۳۴\ \ Dg^۳ + ۰/۴۲۶۶\ Dg^۲ - ۱۵/۲۶۳\ \ Dg + ۱۸۲/۳ \qquad (۸)$$

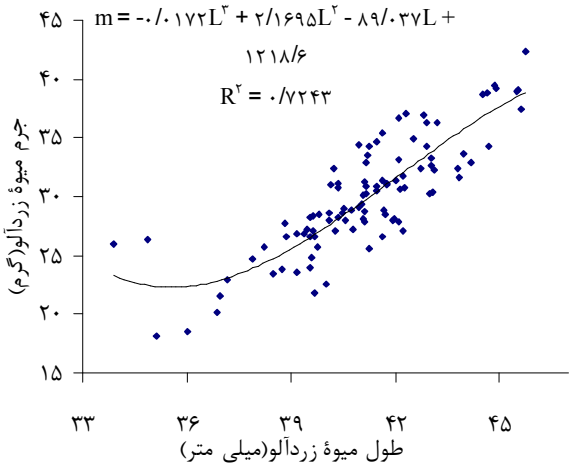
همچنین با استفاده از سه رابطه زیر می توان جرم را از روی طول و عرض و حجم میوه محاسبه کرد.

$$m = ۰/۰۱۷۲\ L^۳ + ۲/۱۶۹۵L^۲ - ۸۹/۰۳۷L + ۱۲۱۸/۶ \qquad (9)$$

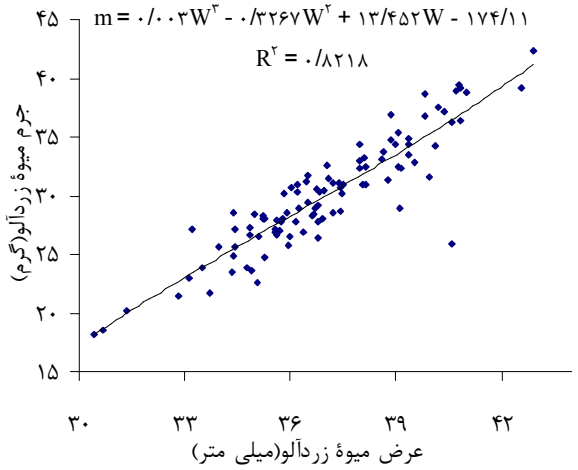
$$m = ۰/۰۰۳W^۴ - ۰/۳۲۶۷W^۲ + ۱۳/۴۵۲W - ۱۷۴/۱۱ \qquad (10)$$

$$m = ۰/۰۰۰۷V^۴ - ۰/۰۶۱۴V^۲ + ۲/۷۳۹۲V - ۱۴/۹۱ \qquad (11)$$



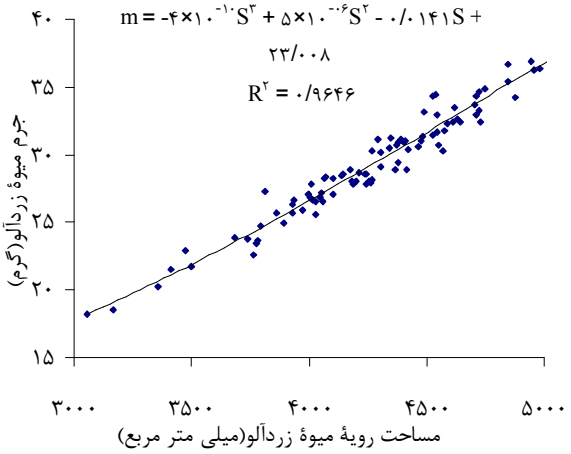


شکل ۳ – رابطه بین طول و جرم زردآلو

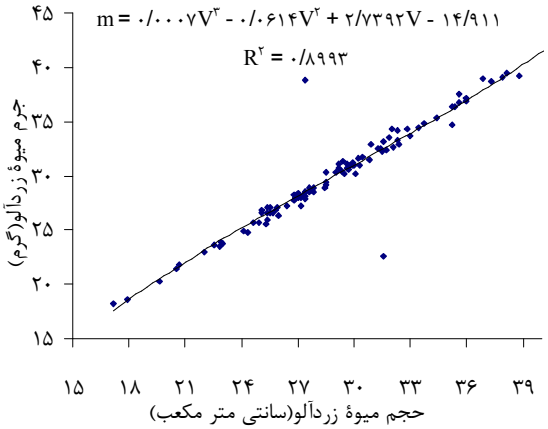


شکل ۴ – رابطه بین عرض و جرم زردآلو

شکل ۵ – رابطه بین قطر میانگین هندسی و جرم زردآلو



شکل ۶ – رابطه بین مساحت رویه و جرم زردآلو



شکل۷– رابطه بین حجم و جرم زردآلوی رقم تبرزه

نتیجه گیری و پیشنهادها

در مورد میانگین اندازه گیریهای انجام شده در میوهٔ زردآلو رقم تبرزه می توان گفت که:

۱– طول، عرض و ضخامت به ترتیب ۴۱/۱۱، ۳۶/۹۸ و ۳۳/۹۸ میلی متر می باشد.

۲– قطر میانگین هندسی، درصد کرویت و مساحت رویه به ترتیب 37/09(میلی متر)، 90/28 در صد و 4332/59 (میلی مترمربع) می باشند.

۳– حجم، وزن، چگالی، وزن مخصوص ظاهری، تخلخل و وزن هزار دانه در این میوه به ترتیب مقادیر 28/94(سانتی متر مکعب)، 29/997 (گرم)، 1037/5(کیلو گرم بر متر مکعب)، 449/5(کیلو گرم بر متر مکعب)،56/66 درصد و 29/99 (کیلو گرم) را داشتند.

۴– ضریب اصطکاک استاتیکی نیز به ترتیب در روی صفحاتی از جنس چوب، آهن گالوانیزه، شیشه و فایبر گلاس، روند کاهشی از خود نشان می دهد

۵- نیروی گسیختگی به ترتیب با بار گذاری فشاری در جهات طول، عرض و ضخامت میوهٔ زردآلو، دارای مقـادیر 8/23، 6/31 و5/87 بوده و روند کاهشی از خود نشان می دهد.

همچنین نتایج بررسی همبستگی، بین برخی خصوصیات فیزیکی با جرم میوه نشان داد که مساحت رویهٔ میـوه و قطـر میـانگین هندسـی بیشترین همبستگی و رابطه را با وزن کلی میوه دارد.

فهرست منابع

1. Aydin, C. (2002). Physical properties of hazelnuts. *Biosystems Engineering*, 82, 297–303
2. Food and Agriculture Organization (FAO). (2005). Report, Rome.
3. Gezer, I., Hacseferogullar, H., & Demir, F. (2002). Some physical properties of Hachaliloglu apricot pit and its kernel. *Journal of Food Engineering, 56,* 49–57.
4. Gupta, R.K., & Das, S. K. (2000). Fracture resistance of sunflower seed and kernel to compressive loading. *Journal of Food Engineering, 46*, 1-8.
5. Hacıseferog˘ulları H., Gezer I., Ozcan M.M., MuratAsma B. (2007). Post harvest chemical and physical–mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey *Journal of Food Engineering, ۷۹*, ۳۶۴-۳۷۳.
6. 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.
7. Khazaei, J. (2002). Determination of force required to pea pod harvesting and mechanical resistance to impact. Ph.D Thesis, Faculty of Biosystem Engineering, University of Tehran, Karaj, Iran.
8. Kubilay V., & Faruk O. (2004). Mechanical behaviour of apricot pit under compression loading. *Journal of Food Engineering, 65,* 255–261.
9. Mohsenin N. N., 1970. Physical properties of plant and animal material. Gordon and Breach Sci. Publ., New York.
10. Razavi, S. M. A., Amini, A.M., Rafe, A., and Emadzadeh, B., 2007. The physical properties of pistachio nut and its kernel as a function of moisture content and variety. Part III: Frictional properties. J. Food Eng., 81: 226–235.
11. Thompson R A; Isaacs G W (1967)/ Porosity determination of grains and seeds with air comparison pycnometer/ Transactions of the ASAE, **10**, 693–696