بررسی اثر رطوبت بر برخی خواص فیزیکی سه رقم پسته

پوریا صبوری[1] . عبدالله گل محمدی[2]

1- دانشجوی دوره کارشناسی ارشد، گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی.

2- استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی.

pouria_pm1366@yahoo.com

چکیده

مشخصات فیزیکی محصولات کشاورزی به منظور طراحی بهینه ماشین‌های فراوری، کاشت و برداشت و همچنین به منظور کاهش تلفات و حفظ کیفیت محصولات طی عملیات برداشت از اهمیت فراوانی برخوردار می‌باشد. در این تحقیق برخی خصوصیات فیزیکی سه رقم متداول پسته (ارقام فندقی، بادامی و اکبری) شامل ابعاد اصلی، قطر متوسط هندسی، قطر متوسط حسابی، ضریب کرویت، مساحت سطح رویه، جرم، زاویه تخلیه و زاویه پرشدگی در پنج سطح رطوبتی 35، 30، 25، 20 و 15٪ بر پایه‌تر تعیین و اثر محتوای رطوبت محصول بر آن‌ها در شهریور ماه سال 90 در آزمایشگاه خواص دانشگاه محقق اردبیلی مورد بررسی قرار گرفت . نتایج نشان داد که با کاهش محتوای رطوبت محصول ابعاد اصلی، قطر متوسط هندسی، قطر متوسط حسابی، ضریب کرویت، مساحت سطح رویه، جرم، زاویه تخلیه و زاویه پرشدگی به طور معنی داری کاهش می‌یابد.

کلمات کلیدی: پسته، خواص فیزیکی، محتوای رطوبتی

مقدمه

گیاه پسته اهلی (Pistacia Vera. L) متعلق به خانواده‌ی آناکاردیاسه می‌باشد. این محصول بخش عمده ای از صادرات غیر نفتی را تشکیل می‌دهد [ابریشمی، 1373].

دانش امروز، برتری‌های پسته را از پاره‌ای جهات بر بسیاری از خوراکی‌های مقوی و مغذی به اثبات رسانیده است [Maskan & Karatas, 1998].

میزان صادرات پسته کشور در سال 1389 نسبت به مدت مشابه سال قبل حدود 66 درصد رشد کرده است. درآمد ارزی حاصل از صادرات پسته ایران به بیش از ۴۰۰ میلیون دلار می‌رسد. استان کرمان با بیش از ۲۷۰،۰۰۰ هکتار باغ‌های بارور و غیر بارور، مهم‌ترین منطقه پسته کاری ایران و دنیا محسوب می‌شود (بی نام، 1389).

تحقیقات زیادی در زمینه خواص فیزیکی دانه و مغز از جمله دانه فندق [Ozdemir & Akinci, 2004]، دانه و مغز بادام [Aydin, 2003] و بادام زمینی [Edward & Baryeh, 2001] انجام شده است. در تحقیقی به بررسی خواص فیزیکی و حرارتی پسته کرما ن پرداخته شده است [hsu et al., 1991]. کاشاری نژاد و همکاران (2005) نیز برخی از خواص دانه و مغز پسته را فقط برای رقم اوحدی بررسی کردند . رضوی و همکاران (2007a,b,c)، خواص فیزیکی پسته و مغز آن را برای پنج رقم متفاوت از پسته های منطقه فخص آباد خراسان بررسی کردند. اما بررسی‌های اولیه نشان داد که بر روی خواص فیزیکی پسته‌های منطقه رفسنجان تحقیقی صورت نگرفته است ؛ لذا

در این تحقیق برخی از خواص فیزیکی وابسته به رطوبت سه رق م پسته تجاری منطقه رفسنجان مورد بررسی قرار گرفت.

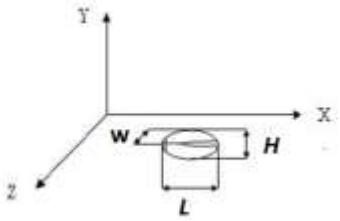
مواد و روش‌ها

2-1- تهیه، نگهداری و آماده سازی نمونه‌ها

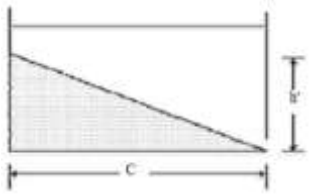
سه رقم از ارقام متداول پسته شامل : فندقی، بادامی و اکبری هر کدام به مقدار 10 کیلوگرم در شهریور ماه سال 1390 از باغ‌های منطقه رفسنجان تهیه شد. پسته‌ها به صورت دستی پوست گیری شد. برای تعیین رطوبت اولیه پسته‌ها از روش استاندارد وزنی استفاده شد [ASAE, 2001]. برای بررسی اثر رطوبت بر خواص فیزیکی پسته، پنج سطح رطوبتی 35، 30، 25، 20 و 15 درصد (بر پایه‌تر) در نظر گرفته شد. سطوح مختلف رطوبتی پسته‌ها از طریق خشک کردن در آون بدست آمد.

2-2- ابعاد، جرم، زاویه پرشدگی و زاویه تخلیه

مشخصه‌های ابعادی پسته‌ها مطابق شکل 2-1 تعیین گردید. ابعاد پسته‌ها توسط کولیس دیجیتالی با دقت 0/01 میلی‌متر اندازه‌گیری شد. سپس وزن آن‌ها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت 0/001 گرم اندازه گیری شد.



شکل 2-1: مشخصه ابعادی پسته



شکل 2-2: نمای محاسبه زاویه تخلیه

برای تعیین زاویه تخلیه یا زاویه استقرار دینامیکی (θ_e) از یک جعبه فایبرگلاس با ابعاد 0/2× 0/2× 0/2 متر که صفحه جلویی آن متحرک بود، استفاده شد. جعبه از پسته‌های با محتوای رطوبتی مورد نظر پر شد و سپس صفحه جلویی جعبه به سرعت بالا کشیده شد تا پسته‌ها تخلیه شود و در نهایت پسته‌های درون جعبه یک شکل طبیعی به خود گرفتند. مطابق شکل 2-2 زاویه تخلیه به وسیله اندازه گیری ارتفاع نمونه‌ها ('h) و فاصله افقی بین این دو نقطه (C)، با استفاده از رابطه (1) مشخص شد [Razavi et al., 2007c].

$$\theta_e = \tan^{-1}\left(\frac{h'}{C}\right) \quad (1)$$

زاویه پرشدگی یا زاویه استقرار استاتیکی (θ_f) عبارت است از زاویه‌ای که پسته‌ها وقتی که به صورت یک کپه روی هم انبار می‌شوند با سطح افق می‌سازند. یک سیلندر بدون سر و ته به ارتفاع 0/25 متر و قطر 0/15 متر که در مرکز صفحه‌ای به قطر 0/35 متر قرار داشت از پسته پر شد. سپس سیلندر به آهستگی به سمت بالا کشیده شد تا محصول روی صفحه مدور به مشکل مخروط فرم بگیرد. ارتفاع (h) و قطر مخروط (D) اندازه گیری شد و با استفاده از رابطه (2) زاویه پرشدگی تعیین شد [Ozguven & Kubilay, 2004].

$$\theta_f = \tan^{-1}\left(\frac{2h}{D}\right) \quad (2)$$

2-3- سایر خواص هندسی

خواص هندسی زیر از طریق رابطه‌های موجود که از منابع ذکر شده استخراج گردیده محاسبه گردید (جدول 2-1).

جدول 2-1: سایر خواص هندسی

خواص هندسی	فرمول	منبع
قطر متوسط هندسی	$D_g=(LWH)^{\frac{1}{3}}$	[Stroshine & Hamann, 1994]
قطر متوسط حسابی	$D_a=\frac{L+W+H}{3}$	[Stroshine & Hamann, 1994]
مساحت سطح رویه	$A=\pi D_g^2$	[Razavi et al., 2007a]
درجه کرویت	$S=\sqrt[3]{\frac{\frac{\pi}{6}LWH}{\frac{\pi}{6}L^3}}=\frac{D_g}{L}$	[Mohsenin, 1980]

2-9- طرح آزمایش

در کلیه سطوح رطوبتی (در پنج سطح) و ارقام (در سه سطح) مورد مطالعه اندازه گیری‌های مربوط به زاویه تخلیه و پرشدگی در 10 تکرار و اندازه گیری‌های مربوط به سایر صفات در 100 تکرار انجام شد. داده‌ها به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی به کمک نرم افزار آماری SPSS-19 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسهٔ میانگین‌ها به کمک نرم افزار MSTAT-C و با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس خواص هندسی و جرم در جدول 3-1 ارائه شده است. معنی دار نشدن اثر رطوبت بر کرویت نشان دهنده یکسان بودن درجه کرویت پسته های هر رقم در رطوبت های متفاوت است که بیانگر یکسان بودن شکل ظاهری پسته در شرایط مختلف می باشد که این امر در طراحی دستگاه های که به نحوی با شکل دانه‌های پسته سر و کار دارند، مورد توجه قرار می‌گیرد (جدول 3-1).

جدول 3-1: نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات)

متغیر	رقم	رطوبت	رقم × رطوبت	خطا
طول (mm)	3989/305**	105/635**	3/239*	1/356
عرض (mm)	471/984**	52/181**	3/909**	0/806
ضخامت (mm)	291/713**	36/724**	0/795$^{n.s}$	0/909
جرم (g)	50/961**	8/248**	0/105$^{n.s}$	0/080
قطر هندسی (mm)	579/593**	58/043**	0/843$^{n.s}$	0/442
قطر حسابی (mm)	763/705**	61/659**	0/756$^{n.s}$	0/450
مساحت سطح رویه (mm^2)	5148389/276**	539334/664**	3982/132$^{n.s}$	4160/277
درجه کرویت (%)	18335/182**	2/708$^{n.s}$	21/904*	10/481
درجه آزادی	2	4	8	1485

** معنی‌دار در سطح 1٪، * معنی‌دار در سطح 5٪ و $^{n.s}$ معنی‌دار نیست

میانگین و انحراف معیار صفات اندازه گیری شده در جدول 3-2 و 3-3 آمده است. نتایج مقایسه میانگین (جدول 3-2) نشان می‌دهد که طول، عرض و ضخامت پسته‌ها در تمامی ارقام با کاهش رطوبت کاهش می‌یابد. در تحقیق کاشانی نژاد و همکاران (2005) نتایج مشابهی برای روند تغییرات طول و عرض به دست آمده است، (البته تحقیق آن‌ها فقط بر روی پسته اوحدی انجام شده بود) ولی نتیجه روند تغییرات ضخامت در تحقیق آن‌ها مشابه نبود و ممکن است این اختلاف به دلیل تفاوت در نحوه رساندن پسته‌ها به رطوبت مورد نظر باشد، زیرا که آن‌ها پسته خشک شده را با افزودن آب مقطر به رطوبت مورد نظر می‌رساندند.

چنانچه در جدول 3-2 مشخص است با کاهش میزان رطوبت پسته، جرم کاهش یافته است . بیشترین میانگین جرم مربوط به رقم بادامی در رطوبت 35٪ بر پایه‌تر و برابر با 2/006 گرم در صورتی که کم‌ترین میانگین جرم مربوط به رقم فندقی د ر رطوبت 15٪ بر پایه‌تر و برابر با 0/982 گرم است. در تحقیقی که بر روی پسته وحشی انجام شده است، نتایج کاملاً مشابهی برای روند تغییرات جرم با کاهش رطوبت به دست آمده است [Aydin & Ozcan, 2002].

جدول 3-2: میانگین و انحراف معیار ابعاد، جرم و کرویت پسته در رطوبت‌های مختلف

رقم	رطوبت (%w.b)	طول (mm)	عرض (mm)	ضخامت (mm)	جرم (g)	درجه کرویت (%)
فندقی	35	19/18±1/12^{h}	13/70±1/00^{f}	12/60±1/14^{e}	1/308±0/297^{g}	77/73±3/28^{a}
	30	18/56±1/13^{i}	13/01±0/87^{h}	12/08±1/22^{fg}	1/209±0/210^{h}	77/02±3/79^{ab}
	25	18/20±1/04^{j}	12/62±0/77^{i}	11/92±0/80^{gh}	1/124±0/301^{i}	76/94±3/10^{ab}
	20	17/93±1/11^{jk}	12/33±0/87^{j}	11/70±0/82^{hi}	1/048±0/191^{ij}	76/61±3/92^{bc}
	15	17/73±1/04^{k}	12/14±0/83^{j}	11/53±0/78^{i}	0/982±0/153^{j}	76/44±3/68^{bc}
بادامی	35	25/08±1/15^{a}	13/97±0/70^{e}	12/58±1/02^{e}	2/006±0/265^{a}	65/38±2/75^{f}
	30	24/34±1/20^{b}	13/73±0/84^{ef}	12/24±1/04^{f}	1/868±0/290^{b}	65/71±3/16^{ef}
	25	23/89±1/06^{c}	13/58±0/78^{fg}	11/90±1/01^{gh}	1/749±0/376^{c}	65/64±2/44^{ef}
	20	23/41±1/38^{d}	13/49±0/78^{fg}	11/76±0/90^{hi}	1/648±0/223^{d}	66/20±3/23^{ef}
	15	23/11±1/18^{d}	13/39±0/74^{g}	11/66±0/81^{hi}	1/556±0/209^{e}	66/40±2/56^{e}
اکبری	35	21/93±1/14^{e}	15/28±1/26^{a}	13/70±0/82^{a}	1/790±0/446^{bc}	75/81±3/00^{cd}
	30	21/47±1/26^{f}	14/92±0/89^{b}	13/42±0/92^{b}	1/643±0/311^{d}	75/79±3/59^{cd}
	25	21/17±1/17^{fg}	14/63±1/00^{c}	13/32±0/93^{bc}	1/516±0/294^{e}	75/79±3/38^{cd}
	20	21/02±1/21^{g}	14/41±0/95^{cd}	13/12±1/07^{cd}	1/406±0/288^{f}	75/39±3/58^{d}
	15	20/83±1/22^{g}	14/28±1/02^{d}	13/04±0/88^{d}	1/307±0/241^{g}	75/43±3/65^{d}

میانگین‌های با حروف یکسان در هر ستون در سطح P <0/05 تفاوت معنی‌داری ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن)

با کاهش میزان رطوبت پسته، قطر متوسط هندسی و حسابی کاهش یافته است که به دلیل داشتن رابطه مستقیم این پارامترها با ابعاد اصلی پسته، این روند نزولی قابل قبول می باشد (جدول 3-3). بیشترین میانگین قطر متوسط هندسی و قطر متوسط حسابی در رطوبت 35٪ بر پایه‌تر، به ترتیب مربوط به رقم اکبری و رقم بادامی است . در

تحقیقی که بر روی هسته زردآلو انجام شده است، نتایج مشابهی برای روند تغییرات قطر متوسط هندسی و حسابی با کاهش رطوبت به دست آمده است [Gezer et al., 2002].

با کاهش میزان رطوبت پسته، مساحت سطح رویه کاهش پیدا کرده است که به دلیل داشتن رابطه مستقیم با قطر متوسط هندسی، این روند نزولی قابل قبول می باشد (جدول 3-3). در تحقیقی که بر روی پسته انجام شده است، نتایج مشابهی برای روند تغییرات مساحت سطح رویه به دست آمده است [Razavi et al., 2007a]. اما در تحقیق دیگر بر روی پسته، با کاهش محتوای رطوبت، مساحت سطح رویه پسته‌ها افزایش یافته است. این اختلاف در نتایج ممکن است مربوط به تفاوت در روش رساندن پسته‌ها به رطوبت‌های مورد نظر باشد [hsu et al., 1991].

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی و متقابل رقم و رطوبت از لحاظ زاویه تخلیه و زاویه پرشدگی اختلاف معنی‌داری در سطح 1٪ دارد. با کاهش میزان رطوبت پسته‌ها، زاویه تخلیه و زاویه پرشدگی کاهش می یابد. به نظر می‌رسد که دلیل کاهش زاویه تخلیه با کاهش رطوبت به علت کاهش نیروی چسبندگی بین پسته‌ها باشد که لغزش آن‌ها را روی یک دیگر آسان‌تر می‌کند (جدول 3-3). در تحقیق دیگر نیز روی پسته نتایج مشابهی بدست آمد است [Razavi et al., 2007c].

جدول 3-3: میانگین و انحراف معیار خواص هندسی، زاویه تخلیه و پرشدگی پسته در رطوبت‌های مختلف

رقم	رطوبت (%w.b)	قطر هندسی (mm)	قطر حسابی (mm)	مساحت رویه (mm^2)	زاویه تخلیه (درجه)	زاویه پرشدگی (درجه)
فندقی	35	14/89±0/89^{i}	15/16±0/89^{h}	699/29±83/10^{g}	26/348±0/246^{ef}	17/420±0/297^{e}
	30	14/26±0/66^{j}	14/55±0/67^{i}	640/50±59/41^{h}	25/410±0/264^{h}	17/134±0/231^{e}
	25	13/98±0/56^{k}	14/25±0/57^{j}	614/59±48/82^{i}	24/545±0/285^{i}	16/584±0/237^{f}
	20	13/71±0/61^{l}	13/99±0/61^{k}	591/55±52/09^{j}	23/580±0/299^{j}	16/258±0/270^{g}
	15	13/52±0/51^{m}	13/80±0/52^{l}	575/10±43/45^{j}	21/959±0/180^{k}	15/715±0/452^{h}
بادامی	35	16/38±0/56^{b}	17/21±0/56^{a}	843/52±58/17^{b}	29/561±0/304^{a}	20/701±0/184^{a}
	30	15/97±0/61^{cd}	16/77±0/60^{bc}	802/23±61/77^{cd}	28/572±0/349^{b}	19/767±0/287^{b}
	25	15/56±0/59^{fg}	16/45±0/59de	772/00±58/22^{e}	27/512±0/462^{d}	18/366±0/264^{d}
	20	15/46±0/54^{gh}	16/22±0/58^{fg}	751/90±52/55^{f}	26/241±0/309^{ef}	17/238±0/270^{e}
	15	15/33±0/70^{h}	16/05±0/71^{g}	739/51±67/76^{f}	25/740±0/180^{g}	16/496±0/319^{fg}
اکبری	35	16/61±0/83^{a}	16/97±0/83^{b}	868/47±86/91^{a}	27/935±0/446^{c}	19/398±0/158^{c}
	30	16/24±0/62^{b}	16/60±0/63^{cd}	829/56±63/17^{b}	27/303±0/453^{d}	18/281±0/310^{d}
	25	16/02±0/67^{c}	16/37±0/67^{ef}	807/33±63/17^{c}	26/485±0/309^{e}	17/362±0/448^{e}
	20	15/82±0/70de	16/18±0/69^{fg}	787/34±68/99de	26/063±0/265^{f}	16/383±0/347^{fg}
	15	15/70±0/80^{ef}	16/05±0/81^{g}	775/94±78/92^{e}	25/173±0/310^{h}	15/901±0/292^{h}

میانگین‌های با حروف یکسان در هر ستون در سطح $P<0/05$ تفاوت معنی‌داری ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن)

منابع

1- ابریشمی، م. (1373). پسته ایران، شناخت تاریخی، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ص 820-825.

2- بی‌نام. (1389). آمار گمرک جمهوری اسلامی ایرا ن (IRICA). www.irica.gov.ir. آخرین بازدید: 25/ 3/ 1390

3- ASAE Standard. (2001). Moisture measurement-unground grain and seeds. American Society of Agricultural Engineering 567-568.

4- Aydin, C. (2003). Physical properties of Almond nut and kernel. Journal of Food Engineering 60: 315-320.

5- Aydin, C., Ozcan, M.M. (2002). Some phisico-mechanic properties of terebinth fruits. Journal of Food Engineering 53: 97-104.

6- Edward, A., Baryeh, E.A. (2001). Physical properties of Bambara groundnuts. Journal of Food Engineering 47: 321-326.

7- Gezer, I., Haciseferogullari, H., Demir, F. (2002). Some physical properties of hacihaliloglu apricot pit and kernel. Journal of Food Engineering 56: 49-57.

8- Hsu, R.H., Mannapperuma, J.D., Singh, R.P. (1991). Physical and thermal properties of pistachios. Journal of Agricultural Engineering Research 49: 311-321.

9- Kashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A., Tabil, L.G. (2005). Some physical properties of pistachio (Pistachio vera L.) nut and its kernel. Journal of Food Engineering 72(1): 30-38.

10- Maskan, M., Karatas, S. (1998). Fatty acid oxidation of pistachio nuts stored under various atmospheric conditions and different temperatures. Journal of the Science of Food and Agriculture 77: 334-340.

11- Mohsenin, N.N. (1980). Physical properties of plants and animal materials. New York. Gordon and Breach Science Publishers. NW.

12- Ozdemir, F., Akinci, I. (2004). Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. Journal of Food Engineering 63: 341-347.

13- Ozguven, F., Kubilay, V. (2004). Some physical, mechanical and aerodynamic properties of pine (Pinus pinea) nuts. Journal of Food Engineering 68: 191-196.

14- Razavi, S.M.A., Emadzadeh, B., Rafe, A., Mohammad Amini, A. (2007a). The physical properties of pistachio nut and its kernel as a function of moisture content and variety: Part I. Geometrical properties. Journal of Food Engineering 81: 209-217.

15- Razavi, S.M.A., Rafe, A., Mohammadi Moghaddam, T., Mohammad Amini, A. (2007b). The physical properties of pistachio nut and its kernel as a function of moisture content and variety: Part II. Gravimetrical properties. Journal of Food Engineering 81: 218-225.

16- Razavi, S.M.A., Mohammad Amini, A., Rafe, A., Emadzadeh, B. (2007c). 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.

17- Stroshine, R., Hamann, D. (1994). Physical Properties of Agricultural Materials and Food Products. 1st edn. West Lafayette. IN