Archive of SID

تعیین برخی خواص فیزیکی و مکانیکی کدو مسمایی جهت فرآیند سرزنی

محمد طهماسبی[1]، محمد هادی خوش تقاضا[2*]، تیمور توکلی هشجین[3]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
2- دانشیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
3- استاد گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

(تاریخ دریافت: 87/9/3 تاریخ پذیرش: 88/7/24)

چکیده

برای فرآوری محصولات کشاورزی از جمله سبزیجات نیاز به اطلاعات کافی از خواص فیزیکی و مکانیکی آنها می‌باشد. هدف در این تحقیق تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی مرتبط با روند سر زنی کدوی مسمایی بوده است. خواص فیزیکی اندازه‌گیری شده شامل طول، جرم، قطر از سر، قطر از دم، حجم، چگالی، ضریب کرویت و میانگین قطر هندسی بود. برای تعیین خواص مکانیکی، تست برش به کمک دستگاه آزمون مواد بر روی نمونه‌های کدو مسمایی انجام گرفت. آزمایش‌ها در سه سطح جرمی (m>120g، 95 g<m<120 g و m<95 g)، در سرعت بارگذاری 50 میلی‌متر بر دقیقه، در جهت بارگذاری عمودی (درجهت قطر از سر) انجام شد. پارامترهای بدست آمده از خواص مکانیکی شامل نیرو، انرژی بیشینه برش و نیروی تسلیم بیولوژیکی بودند. نتایج خواص فیزیکی نشان داد که میانگین طول، جرم، حجم، چگالی، ضریب کرویت، قطر از سر، قطر از دم و میانگین قطر هندسی کدو مسمایی مورد آزمایش به ترتیب 121/34mm، 110/09g، $110/77cm^3$، $994/85 kg/m^3$، 48/72، 25/51 mm، 37/48 و 59/05mm بودند. همچنین نتایج خواص مکانیکی حاکی از معنادار شدن اثر اندازه سطوح جرمی بر شاخص‌های نیرو و انرژی بیشینه برش و همچنین نیروی تسلیم بیولوژیک بود. در بررسی اثرات ساده نیز مشخص شد که اندازه بزرگتر دارای بالاترین نیرو و انرژی برش بوده است.

کلید واژگان: کدو مسمایی، نیروی سرزنی، خواص فیزیکی و مکانیکی

1- مقدمه

کدو مسمایی یا کدو خورشی گیاهی چند ساله با نام علمی *Cucurbita pepo L* و متعلق به تیره cucurbitace است. گونه های کدو از مناطق خشک آمریکای مرکزی گرفته شده‌اند، اسامی عمومی مشابه به طور مکرر برای گونه های مختلف مورد استفاده قرار می گیرد و اسامی عمومی آمریکایی و انگلیسی مثل اسکوآش[1] (کدو مسمایی یا کدو خورشی)، پامپکین[2] (کدو تنبل) و کوکوربیت[3] (کدو قلیایی) می‌باشند [1،2]. سینگ و همکاران (2007) به بررسی خواص مورفولوژی، حرارتی و رئولوژی کدو پرداختند. نتایج ذکر شده حاکی از این است که در بین گونه‌های زمستانه و تابستانه کدو خواص رئولوژی آنها متفاوت می باشد. محتوای نشاسته کدو می تواند به صورت نوع نرمال (بر اساس میزان نشاسته) دانه‌های نشاسته با سایز کوچک یا متوسط طبقه بندی شود. نشاسته کدو با رفتاری شبیه به نشاسته سیب زمینی نمایش داده می شود، با این حال درصد قابل ملاحظه‌ای اختلاف در خواص فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی آنها وجود دارد [3].

*مسئول مکاتبات: khoshtag@modares.ac.ir

1. Squash
2. Pumpkin
3. Cucurbit

www.SID.ir

Archive of SID

امروزه در مورد خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی تحقیقات زیادی انجام شده است که از موارد مشابه می‌توان به کارهایی که در مورد کدو تنبل و بامیه انجام شده است اشاره کرد. آکار و آیدین (2005) در تحقیقی به بررسی خواص فیزیکی بامیه پرداختند، نتایج حاصل نشان داد که مقاومت گسیختگی بیشترین وابستگی را به محتوای رطوبتی دارد. بیشترین مقاومت گسیختگی ($13{,}22\ N/mm^2$) این محصول در کمترین محتوای رطوبتی (11,3% برپایه خشک) حاصل گردید. ضریب اصطکاک استاتیکی و دینامیکی میوه بامیه با افزایش محتوای رطوبتی افزایش یافت [4].

در تحقیقی مایور و همکاران (2007) به بررسی تغییرات خواص فیزیکی و مکانیکی کدو تنبل درطی آب‌گیری به روش اسمزی پرداختند. خواص مکانیکی مربوط به نمونه‌های آب-گیری شده نشان داد که به محلول اشباع و دما بستگی ندارد، بلکه به محتوای رطوبتی وابسته می‌باشند. نمونه‌هایی که در آب خیس خورده بودند، میزان تغییر شکل و تنش در نقطه شکست و چغرمگی آنها کاهش یافت، اما مدول الاستیسیته ظاهری افزایش یافت. تغییرات در مدول الاستیسیته ظاهری کاملاً وابسته به تغییرات در فشار غشایی سلول محصول بود [5].

امروزه عملیات پیش فرآوری در مورد محصولات کشاورزی به روش‌های مختلف انجام می‌شود. در مورد چغندر قند این عملیات در موقع برداشت صورت می‌گیرد و معمولاً به صورت سرزنی توسط دستگاه برداشت می‌باشد زیرا قسمت سر محصول فاقد ارزش غذایی می‌باشد و عیار قند را در موقع فرآوری پایین می‌آورد. در مورد کدوی مسمایی که دارای سر فاقد ارزش غذایی می‌باشد عملیات سرزنی بطور دستی انجام می‌شود که این عملیات با داشتن خارهای ریز در قسمت سر محصول باعث صدمات فیزیکی به کارگران می‌شود [2]. لذا هدف از این تحقیق بررسی و تعیین برخی خواص فیزیکی و مکانیکی کدوی مسمایی درجهت برآورد نیروی لازم جهت طراحی دستگاه به منظور انجام عملیات سرزنی می‌باشد.

2- مواد و روش ها

کدو مسمایی مورد استفاده در این تحقیق از نوع تابستانه بوده که از شهرستان تهران خریداری شد. محصول در دمای 4ºC و رطوبت نسبی حدود 80 % در یخچال به مدت دو روز نگه‌داری گردید. میزان رطوبت از روش استاندارد وزنی با قرار دادن400 گرم از هر نمونه در آون در دمای 100 ºC برای مدت زمان 10 ساعت محاسبه گردید [3].

طول و دو قطر اصلی (قطر از سر و از دم) کدو مسمایی ها با استفاده از کولیس دیجیتالی (Mitutoyo ساخت کشور ژاپن) با دقت اندازه‌گیری 0,02 mm، اندازه‌گیری شدند. جرم نمونه ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی (AND GF-600 ساخت ژاپن) با دقت 0,01 گرم اندازه گیری شد.

میانگین قطر هندسی(Dg) و ضریب کرویت (y) از روابط زیر محاسبه گردید.

$$D_g = (L.d^{\ 2})^{\frac{1}{3}} \qquad (1)$$

$$d = \frac{D_f + D_h}{2} \qquad (2)$$

$$y = \frac{D_g}{L} \qquad (3)$$

در این روابط، L طول نمونه (میلی‌متر)، d میانگین دو قطر (میلی‌متر)، D_f و D_h به ترتیب قطر از سر و قطر از دم می‌باشند (میلی‌متر). با استفاده از خاصیت ارشمیدس حجم نمونه‌ها اندازه‌گیری شد [7,6]. ضمناً با داشتن حجم و جرم هر نمونه چگالی آن بدست می‌آید.

برای تعیین خواص مکانیکی مرتبط با سر زنی، آزمون برش به کمک ماشین آزمون مواد بیولوژیکی Hunsfield (مدل H50 K-S ساخت انگلستان) با استفاده از یک فک صفحه صاف در زیر نمونه ها و یک تیغه برش با ابعاد استاندارد 8×8×2mm روی نمونه‌ها انجام گرفت. تست نیروی برش در سه سطح جرمی (m>120 g، 95 g<m<120 g و m<95 g) و در سه تکرار، در سرعت بارگذاری (50 میلی‌متر بر دقیقه) و در جهت بارگذاری عمودی (درجهت قطراز سر) انجام شدند. در هر تکرار ده نمونه کدو مسمایی مورد استفاده قرار گرفت، درضمن سطوح جرمی بر اساس فراوانی نمونه‌ها انتخاب شد [8].

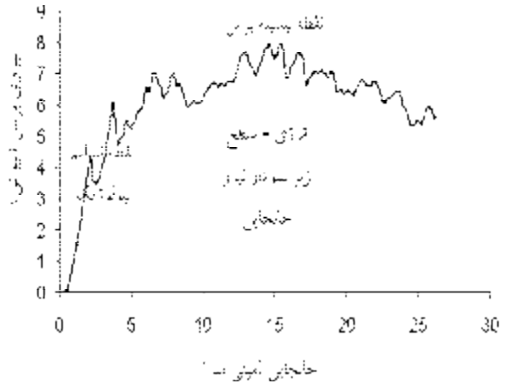
قبل از انجام آزمون برش، جرم نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. برای انجام آزمون برش کامل، تیغه و صفحه صاف کاملا به هم نزدیک گردید. خروجی دستگاه به صورت نمودار نیرو وجابجایی می‌باشد (شکل 1) که با انتقال این نمودار به فضای نرم‌افزار Excel می‌توان مقادیر عددی نیروی تسلیم بیولوژیک و نیروی بیشینه برش و همچنین انرژی (سطح زیر نمودار) را

www.SID.ir

Archive of SID

بدست آورد. دراین تحقیق به کمک نرم‌افزار دستگاه آزمون مواد مقدار انرژی محاسبه شد [9].

در این آزمایش اثر سه سطح جرمی در سه تکرار بر روی نیرو و انرژی بیشینه برش و همچنین نیروی تسلیم بیولوژیک با استفاده از طرح کاملاً تصادفی بررسی شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن بوسیله نرم افزار SPSS استفاده شد[10].



شکل ۱ منحنی نیرو– جابجایی کدو مسمایی برای سطح جرمی (M<95)

3- نتایج و بحث

جدول 1 میانگین و انحراف معیار خواص فیزیکی نمونه‌های کدو مسمایی در سه سطح جرمی را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس خواص فیزیکی (جدول 2) نشان می‌دهد که تاثیر سطوح جرمی بر طول، قطر میانگین و حجم در سطح 1% معنی دار می‌باشد اما تاثیر سطوح جرمی بر چگالی و ضریب کرویت معنی دار نمی‌باشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که شاخص‌های طول، حجم و قطر متوسط در سطوح جرمی مختلف دارای اختلاف می‌باشند (جدول 3). نتایج حاصل نشان می‌دهد که با افزایش جرم، مقادیر قطر، طول و حجم افزایش می‌یابد. رابطه بین قطر از سر، قطر از دم و طول با جرم و حجم میوه از روابط خطی و توانی که بر داده‌های تجربی برازنده شده بدست آمد. در میان روابط به دست آمده رابطه توانی با توجه به R^2، از نظر کاربری مزیتی نسبی دارد، که در روابط زیر نشان داده شده است.

$$M = L^{2.15} D_f^{-0.71} D_h^{-0.175} \qquad R^2 = 0.998$$

$$V = L^{2.18} D_f^{-0.74} D_h^{-0.169} \qquad R^2 = 0.998$$

در این روابط M جرم (g)، L، V، D_h و D_f به ترتیب، طول (mm)، حجم (cm^3) و قطر از دم و قطر از سر (mm) می‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس در مورد تاثیر سطوح جرمی بر نیرو و انرژی بیشینه برش و نیروی تسلیم بیولوژیک (جدول 4) نشان دهنده تاثیر سطوح جرمی بر نیرو و انرژی بیشینه برش در سطح احتمال 5% می‌باشد. اما سطوح جرمی بر نیروی تسلیم بیولوژیک تاثیر معنی‌دار ندارد.

اثر اندازه در سطوح جرمی بارگذاری بر نیرو و انرژی بیشینه برش و همچنین نیروی تسلیم بیولوژیک به صورت صعودی بوده است اما رابطه‌ی مستقیم بین اندازه در سطوح جرمی با نیروی تسلیم بیولوژیک وجود ندارد (جدول 5). با افزایش جرم، نیرو و انرژی بیشینه برش افزایش پیدا کرد که دلیل این امر می‌تواند تغییر شکل بیشتر کدو مسمایی باشد که با توجه به میزان جابجایی در نقطه نیروی بیشینه بدست آمده است. نتایج مقایسه میانگین‌های انرژی بیشینه برشی نشان می‌دهد که مقدار آن در سطوح جرمی M>120 و 95<M<120 یکسان و با مقدار آن در سطح جرمی M<95 تفاوت دارد. همچنین نتایج مقایسه میانگین‌های حاصل از نیروی بیشینه برش نشان می‌دهد که سطوح جرمی 95<M<120 با M<95 و M>120 تفاوت معنی‌دار ندارد اما بین سطوح جرمی M<95 و M>120 تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 1 نتایج خواص فیزیکی کدو مسمایی در سه سطح جرمی

خواص فیزیکی	سطوح جرمی		
	m>120g	95 g<m<120g	m<95g
قطراز سر(mm)	26/13±0/61	26/38±0/44	24/02±0/38
قطراز دم (mm)	41/76±0/57	37/31±0/39	33/37±0/45
طول(mm)	133/73±2/31	119/32±2/13	110/96±1/82
ضریب کرویت(بی بعد)	49/02±0/3	49/42±0/78	47/71±0/57
میانگین قطر هندسی(mm)	65/5±0/88	58/79±0/37	52/85±0/61
حجم(cm^3)	48/08±5/98	106/54±1/99	77/69±2/69
چگالی(kg/m^3)	989/84±7/19	1002/87±5/52	991/84±9/37

جدول 2 تجزیه واریانس خواص فیزیکی کدو مسمایی بر اساس سطوح جرمی

متغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		طول	قطر میانگین	حجم	چگالی	میانگین قطر هندسی	ضریب کرویت
سطوح جرمی	2	1713/6**	89/6**	16275**	648/1n.s.	56/6n.s.	8/5*.
خطا	36	56/04	1/63	203/5	735/1	32/7	3/6
c.v.	-	6/17	4/05	12/88	2/73	9/57	4/75

n.s.معنی دار نمی‌باشد. ** در سطح 1% معنی دار می‌باشد

جدول 3 مقایسه میانگین اثر سطوح جرمی بر خواص فیزیکی کدو مسمایی

اندازه(g)	میانگین مربعات					
	طول	قطر متوسط	حجم	چگالی	میانگین قطر هندسی	ضریب کرویت
m<95	111/24a	28/77a	77/69a	991/77a	57/31a	40/15ab
95<m<120	119/46b	31/77b	106/11b	1002/92a	60/92a	41/08b
m>120	134/17c	34c	148/39c	989/85a	60/92a	39/46a

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک اختلاف معنی دار ندارند (P<0/05)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 4 تجزیه واریانس اثر سطوح جرمی بر نیرو و انرژی بیشینه برش و نیروی تسلیم بیولوژیک

متغیر		میانگین مربعات		
	درجه آزادی	نیروی تسلیم بیولوژیک	نیروی بیشینه برش	انرژی بیشینه برش
سطوح جرمی	2	2/673 $^{n.s.}$	6/778 *	340/778 *
خطا	6	1/033	0/801	32/845
C.V.	-	5/42	9/97	11/63

$^{n.s.}$ معنی دار نمی‌باشد. * در سطح 5% معنی دار می‌باشد.

جدول 5 مقایسه میانگین سطوح جرمی بر نیرو و انرژی بیشینه برش و نیروی تسلیم بیولوژیکی در سرعت 50 میلی متر بر دقیقه

اندازه (g)	میانگین مربعات		
	نیروی بیشینه برش (نیوتن)	انرژی بیشینه برش	نیروی تسلیم بیولوژیک (نیوتن)
M<95	6/65^{a}	37/61^{a}	3/13^{a}
95<M<120	9/1^{ab}	51/48^{b}	1/82^{a}
M>120	10/4^{b}	58/8^{b}	3/66^{a}

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک اختلاف معنی دار ندارند (P<0/05)

4- نتیجه‌گیری

1- با بررسی خواص مکانیکی معلوم شد که انـدازه کـدو در نیرو و انرژی بیشینه برش سرزنی، تاثیر مستقیم می‌گذارد یعنی با افزایش اندازه در سطوح جرمی، نیرو و انرژی سرزنی مـورد نیاز نیز افزایش می‌یابد اما سـطوح جرمـی بـر نیـروی تـسلیم بیولوژیک تاثیرندارد یعنی با افزایش جرم روند افزایش نیـروی تسلیم بیولوژیک یکنواخت نیست.

2- نتایج تجزیه واریانس حاصل از خواص فیزیکی نـشان داد تاثیر سطوح جرمی بر طول، قطر میانگین و حجـم کـدو در سطح 1% معنی‌دار می‌باشد اما چگالی، میانگین قطر هندسـی و ضریب کرویت معنی‌دار نمی‌باشد.

3- نتایج تجزیه واریانس حاصل از خواص مکانیکی نشان داد که تاثیر سطوح جرمی بر نیروی تسلیم بیولوژیکی معنی دار نبود ولی بر نیرو و انرژی بیشینه معنی‌دار است.

4- بر اساس نتایج بدست آمـده، طبقـه بنـدی محـصول بـر اساس جرم قبل از عمل سرزنی می‌تواند آنهـا را از نظـر ابعـاد طبقه بندی نماید.

5- نمادها

Mc	محتوای رطوبتی بر پایه تر (% w.b.)
L	طول سبزی(mm)
D_f	قطر از سر(mm)
D_h	قطر از دم(mm)
Dg	میانگین قطر هندسی(mm)
M	جرم نمونه (g)
V	حجم نمونه (cm^3)
ρ	چگالی نمونه (kg/cm^3)
ψ	ضریب کرویت (بی بعد)

www.SID.ir

Archive of SID

6- منابع

[1] Daneshvar, M. T. (2001). Vegetables breeding. Publications Shahid chamran university. p 257.

[2] Naseri, M. T. Tehrani far, A. (2000). Vegetable seed production. Publications Mashhad university jihad. p 360.

[3] Singh, J. McCarthy, O. J. Singh, H. Moughan, P. J. and Kaur, L. (2007). Morphological, thermal and rheological characterization of isolated from New Zealand Kamo Kamo (Cucurbita Pepo) fruit – A novel Source. Carbohydrate Polymers. 67: 233-244.

[4] Akar, R. and Aydin, C. (2005). Some physical properties of gumbo fruit varieties. Journal of Food Engineering , 66 : 387-393.

[5] Mayor, L. Cunha, R. L. and Sereno, A.M. (2007). Relation between mechanical properties and structural changes during osmotic dehydration of pumpkin. Food Research International. 40: 448-460.

[6] Stroshine, R. and Hamann, D. (1994). Physical Properties of Agricultural Materials and Food Products. West Lafayette: Dept. of Agricultural Engineering Purdue University, USA.

[7] Mohsenin, N. N. (1986). Physical Properties of Plant and Animals Materials. New York: Gordon and Breach Science.

[8] Tavakoli hashjin, T. (2005). Mechanical products Agriculture. (Author by Sytky, J). Publications Tarbiat modares university. p 530.

[9] Solomon, W. K. Jindal, V. K. (2005). Modeling changes in rheological properties of potatoes during storage under constant and variable conditions. LWT. 40: 170-178.

[10] Valizade, M. Moghadam, M. (2000). Experimental designs in agriculture. Publications Parivar Tabriz. p 635.

www.SID.ir

Archive of SID

Some physical and mechanical properties of squash for cutting head processing

Tahmasebi, M. [1] Khoshtaghaza, M. H. [2*], Tavakoli, T. [3]

1- Master of Science, Agriculture Engineering Dept., Tarbiat Modares University, Tehran
2- Associate Prof., Agriculture Engineering Dept., Tarbiat Modares University, Tehran
3- Professor, Agriculture Engineering Dept., Tarbiat Modares University, Tehran
(Received:87/9/3 Accepted: 88/7/24)

Knowledge of physical and mechanical properties of agricultural products, such as vegetables, is needed for their processing. The objective of this study was to find the physical and mechanical properties of squash, related to head cutting process. The physical properties such as length, mass, headfirst diameters, head diameters, volume, density, sphericity and geometric mean diameter were determined. Material testing machine was used to measure mechanical properties by applying shear test on the sample. The experiments were carried out at three mass levels (m<95g, 95g<m<120g, m>120g), loading speed of 50mm/min and loading direction (vertical to headfirst diameter direction) of preprocessing squash. Mechanical properties such as maximum force and energy of shear and bio-yield point were determined. Result of physical properties of squash showed that the averages of length, mass, volume, density, sphericity, headfirst diameters, head diameters and geometric mean diameter were 121.34 mm, 110.09 g, 110.77 cm^3, 994.85 kg/m^3, 48.72, 25.51mm, 37.48 mm, 59.05 mm, respectively. Result of mechanical properties showed that mass had significant effect on maximum shear force and energy. Moreover, the biggest squashes had the highest shear force and energy.

Key words: Squash, Physical and mechanical properties, Bio yield.

* Corresponding author E-mail address: khoshtag@modares.ac.ir

www.SID.ir