برآورد نیروی سرزنی در فرآوری کدو سبز(۲۴۵)

محمد طهماسبی[۱] ، محمدهادی خوش‌تقاضا[۲] ، تیمور توکلی هشجین[۳] ، حسین درویشی[۴]

مقدمه

موطن کدو (گونه های جنس LAGENARIA) احتمالا قاره آفریقا می باشد، ولی در ۱۰۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح مردم کشور پرو از سبزی این کدو استفاده می کردند. در مکزیک این سبزی سابقه ۸۰۰۰ ساله دارد. پوست سبزی نوعی کدوی زینتی با نام علمی LAGENARIA SICERARIA که نام انگلیسی آن "باتل گورد"[۵] می باشد، در گورهای مصریان در۳۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح کشف شده است. بعد ها این سبزی به وسیله دریا نوردان از آفریقا به آمریکای جنوبی انتقال یافت. ولی موطن گونه های جنس CUCURBITA آمریکای شمالی و آمریکای جنوبی می باشد[2] .

گونه های کدو از مناطق خشک آمریکای مرکزی گرفته شده، این گونه در حال حاضر در سطح وسیعی از دنیا و در مناطق گرم و خشک کشت می شوند. این گونه ها در مناطق گرم مرطوب کمتر اهمیت دارند، اما به عنوان محصول تابستانه در مناطق معتدله دنیا کاشت می شود. علاوه بر محصولات زراعی کولتیواتورهای مناسب کوکوربیتا پیپو در شمال اروپا وجود دارد که به عنوان محصول گلخانه ای می باشند. در داخل این گروه زمینه تغییر پذیری کولتیواتورها وجود دارد، اما طبقه بندی مربوط به آن یک کلید بسیار مفید برای این انواع می باشد. اسامی عمومی مشابه به طور مکرر مورد استفاده قرار می گیرد. برای گونه های مختلف و اسامی عمومی آمریکایی و انگلیسی مثل اسکوآش (کدوی تنبل)، پومپکین (کدوی زرد) و مارو (کدو مسمایی) که به نحوی ناصحیح و متناقض برای سبزی های همدیگر به کار می رود.

جنسهای فوق همگی در یک گروه قرار دارند [4].

تمام کدو ها متعلق به جنس CUCURBITA بوده، که دارای گونه های متنوعی است. گونه های خوراکی آن به ۴ گروه تقسیم می شوند[2].

۱- CUCURBITA PEPO L. کدوی مسمایی یا کدو خورشی (کدو تابستانه)

۲ - CUCURITA MAXIMA DUCH کدو تنبل (کدو زمستانه)

۳- CUCURBITA MIXTA PANG

۴- CUCURBITA MOSCHATA DUCH کدوی حلوایی (کدو زمستانه یا کدو تابستانه)

گونه‌های کوکوربیتا تحمل نسبی به شرایط اسیدی خاک دارند و در خاکهایی با اسیدیته ۵/۵ تا ۶/۸ به طور موفقیت آمیزی محصول می دهند. با این حال این گیاهان به کاربرد تا ۳۰ تن کودهای آلی که در طی آماده سازی زمین مصرف می شود عکس العمل نشان می دهند، برای محصولات حساس می توان از کودهای غیر آلی استفاده کرد [3].

کدو گیاه ۵ ساله است که از سبزیهای فصل گرم محسوب می شود، و در هر متر مربع ۱۱ عدد کشت می شود [2].

سینگ و همکارانش به بررسی خواص مورفولوژی، حرارتی و رئولوژی کدو پرداختند. نتایج ذکر شده حاکی ازاین است که در بین گونه‌های زمستانه و تابستانه کدو کاهش و عدم کاهش میزان قند در آنها متفاوت می باشد. محتوای نشاسته کدو می تواند به

1- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، tahmasebi1982@gmail.com، ۰۹۱۲۷۹۷۳۱۸۴
2- دانشیار مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، khoshtag@gmail.com
3- استاد مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، ttavakolih@yahoo.com ، ۰۹۱۲۵۵۴۷۰۲۸
4- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، darvishi1363@yahoo.com ، ۰۹۳۵۷۹۹۲۰۶۳
۳،۲،۱ و ۴- تهران: دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، صندوق‌پستی ۳۳۶-۱۴۱۱۵

5- Bottle gourd.

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. بر اساس مشاهدات شرایط و موقعیت کدو و نشاسته موجود در آن، ممکن است مناسب ترین کاربرد و موقعیت را در تولید محصولات صنعتی بدست آورد. بنابر تحقیقات صورت گرفته در مورد ویژگی‌های منحصر به فرد کدو و نشاسته موجود در آن برای تولید محصولات جدید مورد نیاز است[8] .

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 [6] و بامیه [5] انجام شده است اشاره کرد.

مواد و روش ها

کدو سبز مورد استفاده در این تحقیق از نوع تابستانه بوده که در شهرستان تهران خریداری شده است. محصول در دمای ۱۰°C و رطوبت نسبی حدود ۸۰ ٪ در یخچال نگه‌داری گردید. محتوی رطوبتی پایه سبزی ها از روش استاندارد هوای گرم اون با قرار دادن۴۰۰ گرم از هر نمونه در دمای ۱۰۰ °C برای مدت زمان ۱۰ ساعت محاسبه گردید [8].

با استفاده از کولیس دیجیتالی[1] با دقت اندازه‌گیری تا ۰/۰۱ MM، دو قطر اصلی (قطر از سر و از دم) کدو سبز ها اندازه‌گیری شدند. جرم نمونه ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی (ساخت ژاپن) با دقت اندازه‌گیری تا ۰/۰۱ گرم اندازه گیری شد.

دراین روابط حجم کدو سبز برابر کره هم حجم آن در نظر گرفته شده، که بر این اساس میانگین قطر هندسی(D_G) و ضریب کرویت (ψ) از روابط زیر به دست می‌آیند.

$$D_g = (\frac{3}{2}L.d^2)^{\frac{1}{3}} \quad (۱)$$

$$d = \frac{D_f + D_h}{2} \quad (۲)$$

$$\psi = \frac{D_g}{L} \quad (۳)$$

با استفاده از خاصیت ارشمیدس حجم نمونه‌ها اندازه‌گیری شد [7,11]. در این رابطه نیروی ارشمیدسی در سیال برابر با وزن حجم سیال جابجا شده توسط یک نمونه غوطه‌ور در سیال به صورت زیر می‌باشد (رابطه ۴) ضمنا با داشتن حجم و جرم هر نمونه چگالی آن از (رابطه ۵) بدست می‌آید.

$$m_b = \rho_w V \quad (۴)$$

که: Vحجم (CM^3)، M_B جرم (G) و P_W چگالی(G/CM^3) سیال جابجا شده می‌باشد.

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (۵)$$

که: ρ چگالی (G/CM^3)، M جرم (G) و V حجم نمونه (CM^3) می باشد.

برای تعیین خواص مکانیکی مرتبط با سر زنی، آزمون برش با دستگاه تست مواد بیولوژیکی[2] با استفاده از یک فک تخت در زیر نمونه ها و یک تیغه برش روی نمونه‌ها انجام گرفت. تست نیروی برش در سه سطح جرمی (M>۱۲۰ G، ۱۲۰>M>۹۵ G و M<۹۵G) و در سه تکرار، در سرعت بارگذاری (۵۰ میلی‌متر بر دقیقه) و در جهت بارگذاری عمودی (درجهت قطراز سر) انجام شدند. در هر تکرار یک نمونه‌ی کدو سبز مورد استفاده قرار گرفت، درضمن سطوح جرمی بر اساس فراوانی نمونه‌ها انتخاب شد [1,9].

قبل از انجام آزمون برش، خواص فیزیکی مانند طول، حجم، جرم و قطرهای تمام نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند. برای انجام آزمون برش از LOAD CELL، ۵۰۰ نیوتن استفاده شد زیرا در تحقیقی که در مورد سیب زمینی انجام داده بود ازاین نوع LOAD CELL استفاده کرده بود. تمام آزمایشات با برش کامل انجام گرفت، به این معنا که تیغه و فک ثابت مربوطه کاملا به هم نزدیک

---

[1]- Mitutoyo ساخت کشور ژاپن

[2] - Hunsfield مدل H50 K-S ساخت انگلستان

گردید. خروجی دستگاه به دو صورت می‌باشد. خروجی اول شاخص‌هایی مانند بیشینه بار (نیرو دربرش کامل)، بیشینه‌ی جابجایی در برش (۵ میلی متر کمتر از قطر درگیر نمونه)، انرژی برش، نیروی شکست (نقطه تسلیم)، میزان جابجایی شکست و انرژی شکست را نشان می‌دهد (برای محاسبه‌ی انرژی از سطح زیر نمودار استفاده شده است). خروجی دوم به صورت نمودار نیرو- جابجایی[1] در نرم افزار رسم می‌شود (شکل ۶) که با انتقال این نمودار به فضای نرم‌افزار EXCEL می‌توان مقادیر عددی نیرو و جابجایی و انرژی (سطح زیر نمودار) می‌باشد که توسط نرم‌افزار محاسبه می‌شود [10].

برای انجام تست برش از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی از گروه های جرمی استفاده گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌های از نرم افزارهای SPSS استفاده شد.

نتایج و بحث

قبل از تعیین خواص مکانیکی نمونه‌های کدو سبز، ابتدا خواص فیزیکی آنها اندازه‌گیری شد. جدول ۱ میانگین و انحراف معیار آنها را در سه سطح جرمی نشان می‌دهد. نتایج حاصل از نمودارها نشان می‌دهد ۳۳/۳۳ درصد از نمونه ها طولی در محدوده ۱۱۷- ۱۲۵ میلیمتر دارند، ۲۸/۲۱ درصد از نمونه ها جرمی در محدوده ۹۹- ۱۲۹ گرم دارند، ۳۰/۷۷ درصد از نمونه ها چگالی در محدوده ۹۸۳- ۹۹۹ کیلوگرم بر متر مکعب دارند، ۵۸/۹۷ درصد از نمونه ها قطر متوسطی در محدوده ۳۰- ۳۴ میلیمتر دارند و ۵۱/۲۸ درصد از نمونه ها ضریب کرویتی در محدوده ۴۰- ۴۴ دارند.

رابطه بین قطر از سر، قطر از دم و طول با جرم و حجم به صورت زیر می‌باشد.

$$M = 4.43L - 5.03D_f + 0.61D_h \qquad R2 = ۰/۹۸ \qquad (۸)$$

$$V = 4.57L - 5.29D_f + 0.62D_h \qquad R2 = ۰/۹۷ \qquad (۹)$$

در این روابط، L ، D_f و D_h به ترتیب، طول، قطر از سر و قطر از دم بر حسب (MM)، M جرم (G) و V حجم (CM^3) می‌باشد.

با توجه به (جدول ۱) قطرهای از سر و از دم کدو سبز، طول، جرم، حجم و قطر هندسی رابطه‌ی مستقیم و چگالی رابطه‌ی غیر مستقیم با اندازه در سطوح جرمی داشت. این امر به دلیل رسیدگی سبزی و افزایش آب موجود درکدو سبز می‌باشد. همچنین ضریب کرویت بر اساس اندازه در سطوح جرمی تغییر چندانی نمی‌کند. نتایج حاصله در مورد نیرو و انرژی برش نشان دهنده این است که اندازه تاثیر مستقیم روی انرژی و نیروی برش دارد.

نیرو، انرژی شکست و برش بیشینه: **اثر اندازه در سطوح جرمی بارگذاری، روند این اثر به صورت صعودی بوده است اما در سطوح جرمی، رابطه‌ی غیر مستقیمی بین اندازه و نیروی شکست وجود دارد (شکل ۷). دلیل این امر تغییر شکل کمتر کدو سبز می باشد. نتایج حاصله نشان داد که اندازه در سطوح جرمی مختلف تاثیر غیر مستقیم روی نیروی شکست دارد.**

نتیجه‌گیری

۱- با بررسی خواص مکانیکی معلوم شد که اندازه در نیرو و انرژی بیشینه، تاثیر مستقیم می‌گذارد. با افزایش اندازه، نیرو و انرژی بیشینه مورد نیاز نیز افزایش می‌یابد

۲- براساس نتایج، سطوح جرمی بارگذاری در نیرو، انرژی بیشینه و انرژی شکست تاثیردارد.

۳- اندازه در سطوح جرمی تاثیر غیر مستقیم روی نیروی شکست دارد.

۴- براساس نتایج حاصل از نمودار (شکل ۸)، سطوح جرمی بارگذاری در نیرو و انرژی شکست تاثیر مستقیم ندارد یعنی با افزایش جرم روند افزایش نیروی شکست یکنواخت نیست.

۵- در بررسی صورت گرفته شده مشخص گردید که با افزایش جرم قطرهای از سر و از دم نیز افزایش پیدا می‌کند.

[1] -Force-Deformation

۶- افزایش طول و حجم رابطه مستقیم با افزایش جرم داشت.

۷- رابطه مستقیمی بین افزایش جرم و چگالی وجود نداشت.

منابع

۱- توکلی هشجین، ت (۱۳۸۳). مکانیک محصولات کشاورزی. (تالیف سیتکی، ج). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۵۳۰ ص.

۲- دانشور، م، ت (۱۳۷۹). پرورش سبزی. استادیار دانشگاه شهید چمران. ۲۵۷ ص.

۳- ناصری، م، ت، تهرانی فر، ع (۱۳۷۸). تولید بذر سبزیجات. جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۶۰ص.

۴- ولی‌زاده، م و مقدم، م (۱۳۸۳). طرح‌های آزمایش در کشاورزی. انتشارات پریور تبریز. ۶۳۵ ص.

5- Akar, R. Aydin, C. (2005). Some Physical Properties of Gumbo Fruit Varieties. Journal of Food Engineering , 66 : 387-393

6- Mayor, L. Cunha, R. L. & Sereno, A.M. (2007). Relation Between Mechanical Properties and Structural Changes During Osmotic Dehydration of Pumpkin. Food Research International. 40: 448-460

7- MOHSENIN, N. N. (1986). PHYSICAL PROPERTIES OF PLANT AND ANIMALS MATERIALS. NEW YORK: GORDON AND BEACH SCIENCE.

8- SINGH, J. MCCARTHY, O, J. SINGH, H. MOUGHAN, P, J. 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

9- SITKEI, G. (1986). MECHANICS OF AGRICULTURE MATERIALS. NEW YORK: ELSEVIER SCIENCE.

10- 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

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

نمادها

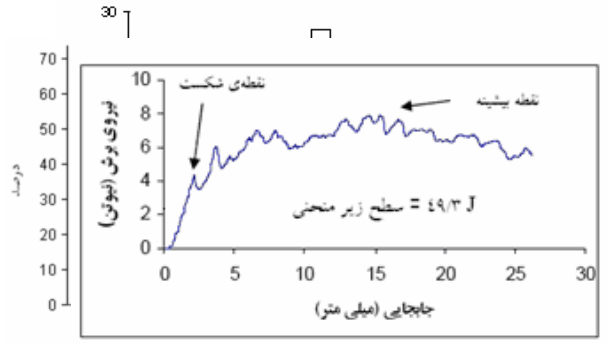
MC	W.B ٪ محتوای رطوبتی
L	طول سبزی(MM)
D_f	قطر از سر(MM)
D_h	قطر از دم(MM)
DG	میانگین قطر هندسی(MM)
M	جرم نمونه (G)
V	حجم نمونه (CM3)
P	چگالی نمونه (G/CM^3)
Ψ	ضریب کرویت (بی بعد)

جدول۱ : نتایج خواص فیزیکی کدو سبز در سه سطح جرمی

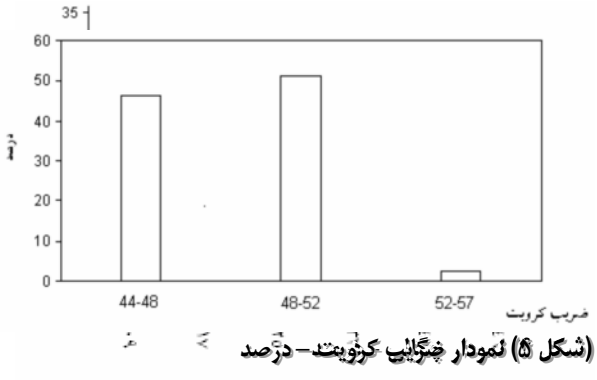
خواص فیزیکی	سطوح جرمی		
	M>۱۲۰G	۹۵ G<M<۱۲۰G	M<۹۵G
قطراز سر(MM)	۰/۶۱±۲۶/۱۳	۰/۴۴±۲۶/۳۸	۰/۳۸±۲۴/۰۲
قطراز دم (MM)	۰/۵۷±۴۱/۷۶	۰/۳۹±۳۷/۳۱	۰/۴۵±۳۳/۳۷
طول(MM)	۲/۳۱±۱۳۳/۷۳	۲/۱۳±۱۱۹/۳۲	۱/۸۲±۱۱۰/۹۶
ضریب کرویت(بی بعد)	۰/۳۰±۴۹/۰۲	۰/۷۸±۴۹/۴۲	۰/۵۷±۴۷/۷۱
میانگین قطر هندسی(MM)	۰/۸۸±۶۵/۵۰	۰/۳۷±۵۸/۷۹	۰/۶۱±۵۲/۸۵
جرم(G)	۵/۶۷±۱۴۶/۴۲	۱/۹۷±۱۰۶/۸۲	۲/۶۲±۷۷/۰۳
حجم(CM^3)	۵/۹۸±۱۴۸/۰۸	۱/۹۹±۱۰۶/۵۴	۲/۶۹±۷۷/۶۹
چگالی(KG/M^3)	۷/۱۹±۹۸۹/۸۴	۵/۵۲±۱۰۰۲/۸۷	۹/۳۷±۹۹۱/۸۴

جدول ۲: مقایسه‌ی میانگین اثر ساده شاخص پیش‌فرآوری در سطوح جرمی بر نیرو و انرژی بیشینه

سرعت بارگذاری (MM/MIN)	اندازه (G)	مقایسه میانگین‌ها	
		نیروی بیشینه(N)	انرژی بیشینه(J)
۵۰	M<۹۵	۶/۶۵	۳۷/۶۱
	۱۲۰<M<G۹۵	۹/۱۰	۵۱/۴۸
	M>۱۲۰	۱۰/۴۰	۵۸/۸۰



(شکل ۶) منحنی نیروی برش – جابجایی کدو

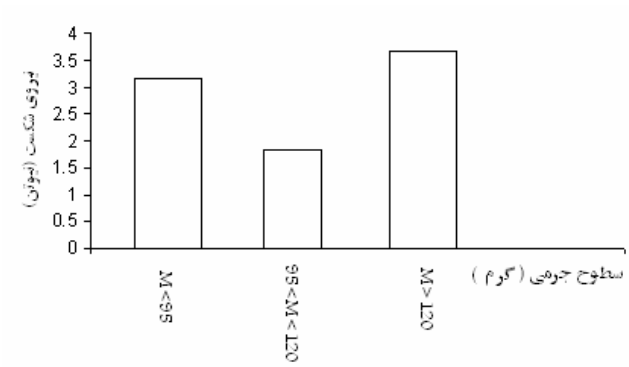


(شکل ۵) نمودار خزایی کرویت– درصد

(شکل ۳) نمودار قطر متوسط – درصد

(شکل ۱) نمودار جرم – درصد

(شکل ۲) نمودار طول – درصد



شکل ۷ : نمودار مقایسه‌ی میانگین اثر ساده‌ی سطوح بر نیروی شکست