تعیین برخی مشخصه های فیزیکی و مکانیکی شلغم و مقایسه ی استحکام آن در دو راستای مختلف

موسی الرضا باغانی [۱]، محمود رضایی نیا [۱]، علی رجبی پور [۲] و مجید خانعلی [۳]
۱، ۲و۳ – به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و دانشجوی دکتری گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشکده مهندسی و فناوری دانشگاه تهران
mahmoud.rezaeinia@gmail.com

چکیده

شلغم یکی از محصولات مهم در مجموعه گیاهان غذایی و دارویی می باشد. با توجه به این که آسیب های مکانیکی وارده بر شلغم باعث کاهش کیفیت و افزایش میزان فساد پذیری آن می شود، تعیین ویژگی های فیزیکی و مکانیکی آن برای طراحی ماشین های مختلفی که در برداشت و فرایندهای پس از برداشت این محصول دست دارند از اهمیت زیادی برخوردار است. در این تحقیق ٦٠ عدد شلغم برای تعیین ویژگی های فیزیکی مورد بررسی قرار گرفته و سپس به دو گروه ۳۰ تایی برای تعیین خواص مکانیکی در دو راستای طولی و عمود بر طول محصول تقسیم شدند. نتایج مقایسه ی مقادیر نشان دادند که شلغم در راستای طولی نسبت به راستای عمود بر طول دارای مدول الاستیسیته ی بیشتر و چقرمگی و انرژی گسیختگی کمتر است. همچنین مقدار تغییر شکل تا نقطه ی تسلیم و میانگین تنش تسلیم در جهت طول کمتر از جهت عمود بر طول محصول است. روابط رگرسیونی بین مشخصه های فیزیکی و مکانیکی شلغم نیز با استفاده از نرم افزار Spss به دست آمدند، رابطه های بین مشخصه های فیزیکی دارای ضرایب همبستگی(R^2) بالا (نزدیک به ۱) و سطح معنی داری ۰/۰۱ بودند که نشان دهنده ی این است که این روابط می توانند در پیش بینی خواص فیزیکی قابل اعتماد باشند. روابط بین مشخصه های مکانیکی آن دارای ضرایب همبستگی(R^2) پایین (کمتر از ۰/٦) بوده و معنی دار نبودند. در پایان کار رطوبت شلغم ها با استفاده از آون حرارتی در ۵ تکرار محاسبه شدند که مقدار ۹۱ درصد بر پایه ی تر به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: شلغم، مشخصه های فیزیکی و مکانیکی، آزمون فشار تک محوری.

مقدمه

شلغم گیاهی است دو ساله با برگ های کشیده، بیضی شکل و کمی خشن که در اکثر مناطق ایران قابل کشت است. شلغم حاوی منابع پروتیین، چربی، هیدرات کربن، فسفر، آهن، سدیم، ویتامین های گروه A-B-C و بسیاری مواد دارویی و غذایی دیگر می باشد که باعث می شود این گیاه برای درمان بیماری های زیادی مانند قندخون، کم خونی، سرفه های مزمن و بسیاری موارد دیگر مفید باشد(رحیمی گل سفیدی ۱۳۸۷). بنابر این، شلغم یکی از محصولات مهم در تیره ی گیاهان دارویی می باشد و تعیین ویژگی های فیزیکی و مکانیکی آن از اهمیت زیادی برخوردار است.

از خصوصیات فیزیکی شلغم می توان برای ساخت انواع ماشین های غربال، تمیز کننده، درجه بندی و بسته بندی استفاده کرد. همچنین برای ساخت مخازن ماشین های برداشت و طراحی ابعادی آن به ویژگی هایی همچون حجم و چگالی نیاز داریم.

تحلیل خواص مکانیکی شلغم نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است. آسیب مکانیکی در انواع میوه و سبزی پدیده ای است ناخواسته که افزایش میزان فساد وکاهش کیفیت محصول را به همراه دارد(افکاری سیاح و همکاران ۱۳۸۷). آگاهی از خواص نیرویی شلغم برای طراحی و ساخت ماشین های برداشت و عملیات پس از برداشت نظیر انبار کردن، تمیز کردن، جداسازی، درجه بندی، خشک کردن و بسته بندی به گونه ای که به محصول آسیب وارد نشود ضروری است. در این تحقیق، برخی ویژگی های فیزیکی و مکانیکی شلغم در راستای طول و عمود بر طول محصول مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است.

در کشورهای پیشرفته و صنعتی دنیا تحقیقات فراوانی در زمینه ویژگی های فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی مختلف انجام شده است، که در اینجا به برخی از آنها که در راستای انجام این تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند اشاره می شود. در رابطه با ویژگی های فیزیکی و مکانیکی ارقام مختلف شلغم در ایران هیچ مقاله و تحقیق ثبت شده ای یافت نشد.

آبوت و لو آزمایشاتی را برای تعیین تاثیر جهت و موقعیت نمونه گیری بر روی چهار خاصیت مکانیکی شامل تنش گسیختگی، کرنش گسیختگی، انرژی گسیختگی و ضریب الاستیسیته ظاهری سیب انجام دادند. خواص نامتجانس سیب ها بیشتر در قسمتهای میانی شان دیده شد تا در نقاط پائینی و فوقانی آن ها (آبوت و لو ۱۹۹٦). فریدلی و آدریان برخی از ویژگی های مکانیکی هلو، گلابی، زردآلو و سیب را تعیین کردند(فریدلی و آدریان ۱۹۹٦). گارسیا و همکاران فاکتورهای موثر بر ویژگی های مکانیکی و میزان آسیب دیدگی سیب و گلابی را بررسی کردند(گارسیا و همکاران ۱۹۹۵). محسنین و همکاران(۱۹۷۲ – ۱۹٦۲) در تحقیقات فراوانی خواص مختلف فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی را تعیین نموده اند (محسنین و همکاران ۱۹۷۱، ۱۹٦۵، ۱۹٦۲، ۱۹٦۳، ۱۹۷۲).

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق شلغم ها ی مورد آزمایش که به شلغم اصفهانی معروف است(شکل۱) از بازار میوه ی کرج تهیه شد و تعداد ٦۰ عدد آن ها بصورت کاملا تصادفی جدا گردیدند. تمامی نمونه ها از یک زمین به صورت دستی برداشت شده بودند و پس از خرید به آزمایشگاه منتقل شدند و در فضای سرد یخچال آزمایشگاه در دمای ۵ درجه

سلسیوس نگهداری شدند. بر روی شلغم ها دو سری آزمایش برای تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی انجام شد. برای اندازه گیری خواص فیزیکی پیش از هر آزمایش نمونه ها از یخچال خارج شده و پس از انجام اندازه گیری ها درون یخچال قرار داده شدند و در پایان برای اندازه گیری خواص مکانیکی، دوباره نمونه ها از یخچال خارج شده و تا پایان کار آزمایش ها، حدود ۱ ساعت در دمای محیط کار معادل ۲۲ درجه سلسیوس باقی ماندند.

خواص فیزیکی اندازه گیری شده شامل وزن ، حجم ، قطر بزرگ ، قطر میانی و قطر کوچک بوده و روش تعیین و محاسبه این صفات به شرح زیر می باشد(محسنین ۱۹۸٦).

قطر بزرگ برابر طویل ترین بعد بر روی بزرگ ترین سطح تصویر و قطر کوچک برابر کوتاه ترین بعد بر روی کوچکترین سطح تصویر محصول می باشد. قطر میانی نیز کوتاه ترین قطر بر روی بزرگ ترین سطح تصویر است و اغلب معادل بزرگ ترین قطر بر روی کوچک ترین سطح تصویر در نظر گرفته می شود. برای اندازه گیری ابعاد از کولیس با دقت ۰/۰۲ میلیمتر استفاده شد. مقادیر میانگین هندسی قطرها و درصد کرویت از روابط ۱ و ۲ محاسبه گردید.

$$\text{میانگین هندسی قطرها} = \sqrt[3]{abc} \qquad (۱)$$

$$\text{درصد کرویت} = \frac{\sqrt[3]{abc}}{a} \qquad (۲)$$

a، b و c به ترتیب قطر بزرگ ، قطر میانی و قطر کوچک است.

برای تعیین جرم شلغم ها از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم استفاده شد، برای تعیین حجم و جرم مخصوص ظاهری از روش جابجائی سیال استفاده شد، به این صورت که ابتدا هر شلغم در هوا وزن می شد و پس از غوطه ورکردن آن درون آب با دمای ۲۰ درجه، عدد نشان داده شده به وسیله ترازو قرائت شده و حجم و جرم مخصوص آن از روابط ۳ ، ٤ و ۵ محاسبه می شدند:

چون جرم مخصوص شلغم به طور معمول از آب کمتر است برای غوطه ور شدن کامل شلغم در آب شلغم ها به وسیله ی یک سوزن به داخل ضرف پر از آب هدایت شدند به شکلی که شلغم به طور کامل درون آب قرار گیرد.

(جرم ظرف + جرم آب) – (جرم ظرف + جرم آب + جرم شلغم غوطه ور) = جرم آب جابجا شده (۵)

(جرم مخصوص آب) /(جرم آب جابجا شده) = حجم شلغم (٦)

(حجم شلغم)/(جرم شلغم) = جرم مخصوص شلغم (۷)

در این روابط مقادیر جرم بر حسب گرم، حجم بر حسب سانتیمتر مکعب، جرم مخصوص بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب بوده و جرم مخصوص آب برابر یک گرم بر سانتیمتر مکعب در نظر گرفته شد.

شکل۱: نمونه شلغم های مورد آزمایش

برای تعیین خواص مکانیکی شلغم ها از دستگاه تست یونیورسال اینسترون مدل اس ام تی -۵[1]، ساخت کشور ایران که به یک رایانه برای تحلیل داده ها و نمایش نتایج آزمایش متصل بود با ظرفیت حداکثر اعمال نیروی ۵۰۰۰ نیوتن و آزمایش نیروی تک محوری با سرعت جا به جایی فک اعمال نیرو معادل ۱۰ میلیمتر بر دقیقه استفاده شد.

در این آزمایش شلغم ها به صورت کاملا تصادفی به ۲ دسته ی ۳۰ عددی تقسیم شدند. در یک دسته نمونه گیری از بافت شلغم در جهت طول محصول (در راستای دم شلغم) و در دسته ی دیگر نمونه گیری در جهت عمود بر طول انجام شد.

نمونه ها بوسیله ی استوانه ی نمونه گیر نشان داده شده در شکل شماره ۲ که دارای قطر درونی ۱۳/٤ میلیمتر است از شلغم جدا شدند. خارج کردن نمونه ها از استوانه نمونه گیر با نیروی باد اعمال شده به درون استوانه از سوراخ مخصوص آن انجام شد. برای برش نمونه ها به طول مورد نظر از یک محفظه ی مکعب مستطیل ناقص که دارای دو صفحه ی جانبی به فاصله ی ۱۳/۵ میلیمتر از هم و لبه های کاملا صاف و موازی با هم است استفاده شد. از یک تیغه ی جراحی تیز برای برش دو طرف نمونه به صورت کاملا صاف و عمود بر محور استوانه ی نمونه استفاده شد. به این ترتیب نمونه ها ی استوانه ای به قطر ۱۳/٤ میلیمتر و طول ۲۰ میلیمتر و به تعداد ۳۰ عدد در جهت طول شلغم و ۳۰ عدد در جهت عمود بر طول شلغم از ان جدا شده و برای انجام آزمایش آماده بودند.

1_ Instron Universal Testing Machine SMT-5, SANTAM CO; IRAN.

شکل۲: نمونه گیر استوانه ای

هر یک از نمونه ها بین دو فک فولادی با سطح کاملا صاف دستگاه تست قرار گرفته و سپس دو فک بالایی و پایینی بر لبه های نمونه مماس شده و مقدار نیرو و جا به جایی اولیه در نرم افزار تحلیل گر دستگاه برابر صفر انتخاب شد. با اتمام آزمایش نمودار نیرو- تغییرشکل و مقدار حد اکثر نیروی اعمال شده از رایانه دریافت و در نرم افزار Excel ذخیره شد.

یک نمونه از نمودارهای نیرو- تغییرشکل در شکل شماره ۳ نشان داده شده است. همان گونه از نمودار پیداست در ابتدای اعمال نیرو تا حد الاستیک شلغم رابطه ی نیرو و تغییرشکل تقریبا به صورت خطی است که از آن طبق فرمول ٦ ، ۷ و ۸ مقدار مدول الاستیسیته ی ظاهری بدست آمد(محسنین ۱۹۸٦).

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{4F}{\pi d^2} \qquad (٦)$$

$$\square = \frac{\Delta L}{L} \qquad (۷)$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{PL}{A\Delta L} \qquad (۸)$$

σ : تنش بر حسب نیوتن بر میلیمتر مربع (N/mm^2)

□ : کرنش بدون بعد (mm/mm)

E : مدول الاستیسیته بر حسب مگا پاسکال (Mpa)

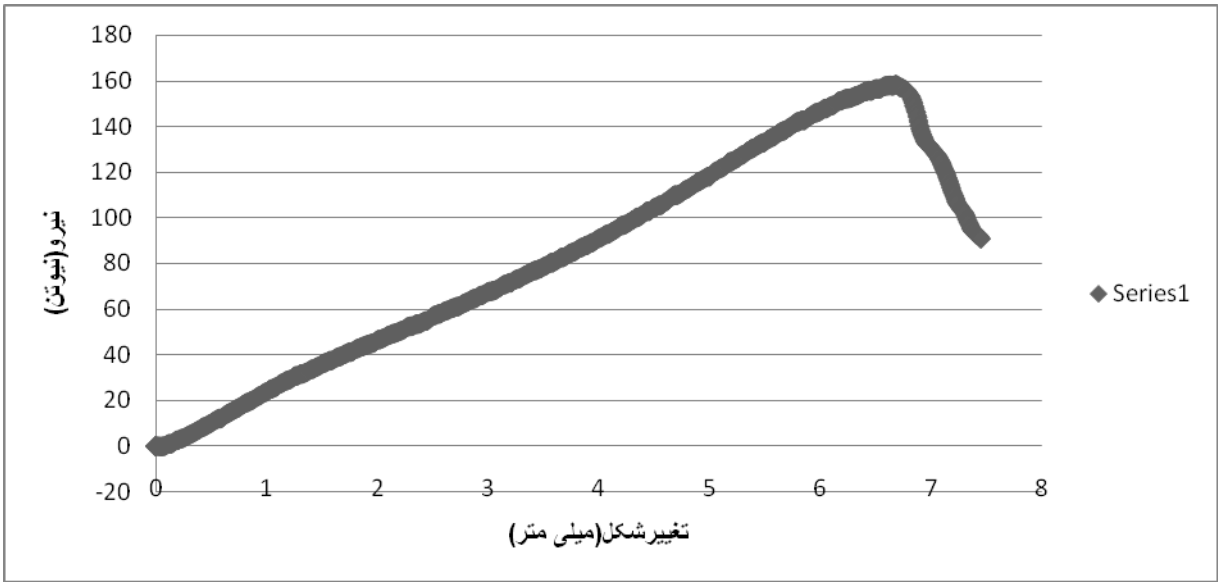
A : سطح مقطع بر حسب میلیمتر مربع (mm^2)

d : قطر مقطع نمونه بر حسب میلیمتر (mm)

F : نیرو بر حسب نیوتن (N)

ΔL : تغییر طول بر حسب (mm)

L : طول اولیه بر حسب (mm)



شکل۳: نمودار نیرو- تغییرشکل

نقطه تسلیم در محصولات کشاورزی نقطه ای از نمودار نیرو - تغییرشکل است که در آن با افزایش تغییرشکل مقدار نیرو کاهش یافته و یا تغییری نمی کند۵. حد الاستیک نیز در اینجا ۵۰ درصد حد تسلیم در نظر گرفته شده است(محسنین ۱۹۸٦).

انرژی گسیختگی(بر حسب میلی ژول) نمونه ها برابر با سطح زیر نمودار نیرو - تغییرشکل از مبدا مختصات تا نقطه تسلیم می باشد. که با استفاده از کاغذ مدرج این سطح محاسبه شد. برای تعیین میزان چقرمگی هر یک از نمونه ها، مقدار ا نرژی گسیختگی آنها بر حجم نمونه ها تقسیم شده و مقدار چقرمگی بر حسب میلی ژول بر میلیمتر مکعب به دست آمد.

در پایان کار رطوبت شلغم ها با استفاده از آون حرارتی در ۵ تکرار محاسبه شدند. برای این کار ۵ ظرف آلومینیومی خشک و تمیز تهیه و وزن شده و سپس در هر ظرف یک عدد شلغم ورق شده قرار گرفت و ظرف های حاوی شلغم دوباره وزن شدند. با قرار دادن ظرف ها درون آون با دمای ۱۳۰ درجه سلسیوس به مدت ٤ ساعت رطوبت شلغم کاملا تبخیر شد و پس از خارج کردن ظرف ها از آون وزن گیری نهایی انجام شد. با استفاده از فرمول ۹ درصد رطوبت شلغم ها بر پایه ی تر محاسبه شدند(هارت و همکاران ۱۹۵۹).

(۹) (وزن ظرف – وزن ظرف حاوی شلغم تر) / (وزن ظرف – وزن ظرف حاوی شلغم خشک) =٪رطوبت

تجزیه و تحلیل آماری نتایج بدست آمده از اندازه گیری مشخصه های فیزیکی و مکانیکی و پیدا کردن رابطه بین این نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

۱. مشخصه های فیزیکی:

نتایج حاصل از اندازه گیری مشخصه های فیزیکی شلغم که با استفاده از روابط ۱ تا ۵ بدست آمد در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. مقادیر میانگین ، حداکثر و حداقل مشخصه ها که با استفاده از پردازش داده ها بوسیله ی نرم افزار Excel به دست آمده در جدول آورده شده است.

روابط رگرسیونی خطی بین مشخصه های فیزیکی که با نرم افزار Spss به دست آمده در جدول شماره ٤ نشان داده شده است. رابطه های بین مشخصه های فیزیکی شلغم دارای ضرایب همبستگی(R^2) نزدیک به ۱ می باشند که در جدول آورده شده است و همه ی این روابط در سطح ۰/۰۱ (با اطمینان ۰/۹۹) معنی دار هستند. به وسیله ی این روابط می توان با داشتن اندازه قطر های اصلی شلغم با اطمینان بالایی مقادیر وزن و حجم را حدس زد.

جدول شماره۱: مقادیر پارامترهای فیزیکی شلغم

مشخصه ی فیزیکی	میانگین	حداکثر(max)	حداقل(min)
W: وزن(gr)	٦٤/٣٨	٢٠٢/٨٧	١٦/٦٢
V: حجم(cm^3)	٦٥/٧٧	٢١٩/٣١	١٦/٥٦
ρ: چگالی(gr/cm^3)	۰/۹۸۷	۱/۰۲٦	۰/۹۲٥
a: قطر بزرگ(mm)	٥٣/١٦	٨٠/٢٤	٣٢/٢
b: قطر میانی(mm)	٤٦/٦٤	٧٧/٢١	٢٩/٣٨
c: قطر کوچک(mm)	٤٣/٢٤	٦٥/٢٦	٢٣/٨
D_g: میانگین هندسی قطرها(mm)	٤٧/٤٢	٦٩/١٢	٢٩/٨١
S_p(%): درصد کرویت	۰/۸۹۱	۰/۹۸۱	۰/٥١٧

۲. مشخصه های مکانیکی:

جدول شماره ۲ نتایج به دست آمده از آزمون تک محوری بر روی نمونه های جدا شده از بافت شلغم در جهت عمود بر طول محصول را نشان می دهد. مقادیر تنش تسلیم ، مدول الاستیسیته ی ظاهری ، انرژی گسیختگی و چقرمگی با استفاده از روابط ٦ تا ٨ محاسبه و مقدار میانگین ، حداکثر و حداقل مشخصه ها در جدول ۲ ذکر شده است. همچنین نتایج تمامی محاسبات و آزمون های انجام شده روی نمونه های جدا شده از بافت شلغم در جهت طول محصول در جدول شماره ۳ اورده شده است.

مقایسه ی مقادیر مشخصه های مکانیکی شلغم نشان دهنده ی موارد زیر است:

۱. شلغم در راستای طولی نسبت به راستای عمود بر طول دارای مدول الاستیسیته ی بیشتر است و این تفاوت مدول الاستیسیته ها در سطح ۰/۰۷ معنی دار می باشد.
۲. چقرمگی در راستای طولی نسبت به راستای عمود بر طول کمتر است و تفاوت آن در سطح ۰/۰۲ معنی دار است.
۳. انرژی گسیختگی در راستای طولی نسبت به راستای عمود بر طول کمتر است و تفاوت آن در سطح ۰/۰۲ معنی دار است.
٤. میانگین تنش تسلیم در جهت طول کمتر از جهت عمود بر طول محصول است که این اختلاف معنی دار نیست.

تعدادی از روابط رگرسیونی خطی بین مشخصه های مکانیکی نیز در جدول شماره ٤ نشان داده شده است. رابطه های بین مشخصه های مکانیکی شلغم دارای ضرایب همبستگی(R^2) پایین (کمتر از ۰/٦) بوده و معنی دار نیستند.

جدول شماره۲: مشخصه های مکانیکی شلغم برای نمونه بافت های جدا شده در جهت عمود بر طول محصول

مشخصه ی مکانیکی	میانگین	حداکثر(max)	حداقل(min)
□: تنش تسلیم(Mpa)	۱/۲۳	۱/٥٤	۰/۸٤
E: مدول الاستیسیته ظاهری(Mpa)	۳/٥٦	٤/۲٦	۲/٤۷
ΔL: تغییر شکل نقطه تسلیم(mm)	٦/۹٤	۸/۳۱	٥/۹۷
انرژی گسیختگی(mj)	٦۰۲	۸٦۰/۹	٤۰٦/٦
چقرمگی(mj/mm^3)	۰/۲۱۳	۰/۳۰٥	۰/۱٤٤

جدول شماره۳: مشخصه های مکانیکی شلغم برای نمونه بافت های جدا شده در جهت طول محصول

مشخصه ی مکانیکی	میانگین	حداکثر(max)	حداقل(min)
σ: تنش تسلیم(Mpa)	۱/۱۷	۱/۳۱	۱/۰۳
E: مدول الاستیسیته ظاهری(Mpa)	۳/۸۳	٤/۷۲	۲/۹۸
ΔL: تغییر شکل نقطه تسلیم(mm)	٦/۳۲	۷/۸۳	٤/٦٦
انرژی گسیختگی(mj)	٥۱۱/۲٥	٦۳۲/۷۸	٤۳٤/۹
چقرمگی(mj/mm^3)	۰/۱۸۱	۰/۲۲٤	۰/۱۲۱

جدول شماره٤: روابط بین مشخصه های فیزیکی ومکانیکی شلغم

مشخصه ی وابسته	مشخصه های پایه	رابطه بین مشخصه ها	R^2
W	c ، b ، a	$W= -۱۱٦/۱ + ۰/۹۰۲a + ۳/۱٦b - ۰/۳٤۱c$	۰/۹٤
V	c ، b ، a	$V= -۱۲۲/٤٦ + ۰/۹٤a + ۳/۳٤b - ۰/٤٦c$	۰/۹٤
V	W ، c ، b ، a	$V= ۳/۳٥ - ۰/۰۳۹a - ۰/۰۲۷b - ۰/۰۹۲c + ۱/۰۸٤W$	۰/۹۹
σ	E	$\sigma= ۰/۳٦۹ + ۰/۲٤۳E$	۰/٤۹
E	ρ	$E= -۱۳/۸۸ + ۱۷/۹۷ \rho$	۰/۳۳
E	σ^2 ، σ	$E= -۳/۱۳ + ۹/۰۳ \sigma - ۲/۸۷ \sigma^۲$	۰/٥٥

۳. رطوبت:

با استفاده از فرمول ۹ در ٥ تکرار رطوبت شلغم ها محاسبه شد. میانگین رطوبت بر مبنای تر شلغم ها در این آزمایش ۹۱ درصد محاسبه گردید.

منابع و مآخذ

۱. افکاری سیاح. ا، اسماعیلیان. م، مینایی. س، پیرایش. ع. ۱۳۸۷. تأثیر بارهای مکانیکی بر آسیب های وارد بر سیب پس از مرحله انبارداری. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. شماره۳: ۳۷،٤٤.

۲. رحیمی گل سفیدی. م. ۱۳۸۷. گیاهان دارویی زاگرس بختیاری. چاپ اول.

3. Abbott,J.A. and R.Lu. 1996. Anisotropic Mechanical Properties of Apples. Trans. of the ASAE (1971): 1451-1459.
4. Arnold. P.C. and N.N. Mohsenin .1971. Proposed Techniques for Axial Compression Tests on Intact Agricultural Products of convex Shape. Trans. of the ASAE 14(1): 78-84. 4
5. ASAE Standard .1998. Compression Tests of Food Materials of Convex Shape. ASAE S368.3 MAR95.
6. Fletcher. S.W, Mohsenin. N.N, Hammerle. J.R and Tukey. L.D. 1965. Mechanical Behavior of Selected Fruits and Vegetables under Fast Rates of Loading. Trans. of the ASAE (1965): 324-326.

7. Fridlet. R.B. and Adrian. P.A. 1966. Mechanical Properties of Peaches, Pears, Apricots, and Apples. Trans. of the ASAE (1968): 135-138.
8. Garcia. J.L, Ruiz-Altisent.M, Barreiro.P. 1995. Factors Influencing Mechanical Properties and Bruise Susceptibility of Apples and Pears. J. Agric. Engng. Res. (1995) 61, 11-18.
9. Hart.j.r, Feinslein. L, Golumbic. C. 1959. Oven methods forpreslsmeasurementof moisture in seeds. Marketing Research Report No. 304. U.S. Govement Printing Office. Washington, D.C.
10. 14. Mohsenin, N.N., Goehligh.H , and Tukey. L.D. 1962. Mechanical Behavior of Apple Fruits as Related to Bruising. Am. Soc. For Hor. Sci. V.81: 67-77.
11. Mohsenin. N.N, Cooper. H.E, and Tukey. L.D. 1963. Engineering Approach to Evaluatting Textural Factors in Fruits and Vegetables. Trans. of the ASAE (1963): 85-88.
12. Mohsenin. N.N. 1972. Mechanical properties of Fruits and Vegetables Review of Decade of Research Applications and Future Needs. Trans. of the ASAE (1972): 1064-1070.
13. Mohsenin. N.N.1986. Physical Properties of Plant and Animal Materials.2nd Revised and Updated Edition. Gordon and Breach Science Publishers. Newyork.

Abstract

Turnip is one of the most important products in the food and medical collection. Because the mechanical harm on the turnip lead to the decreasing of quality and increasing of its corruptibility, determine its physical and mechanical properties. For designing various machines in the harvest and after harvest processes is of major importance. In this study, 60 turnips were examined for determining physical properties and then were divided into 2 groups (each containing 30 members) to determine mechanical properties in both longitudinal and perpendicular direction of the product. The comparing of the results of the study showed that turnips has, alone the longitudinal direction in comparison with perpendicular direction, more modulus of elasticity and less toughness and rupture energy. The amount of deformation toward the yield point and the average of yield stress in the longitudinal direction is, also, less than the perpendicular direction on the product length. Regression relationship between the physical and mechanical properties of turnip was calculated with the use of SPSS software. The relationship between the physical properties had high correlation coefficients (close to 1) and a significant level of %01 this indicates that these relationship can be reliable in the prediction of physical properties. The relationship between its mechanical properties had low correlation coefficients (less than 0.6) and was not significant. Finally, the moisture of the turnip was calculated with the use of a thermal oven and the amount of %91 was resulted.

Keywords: turnip, physical and mechanical properties, one pivotal stress test