بررسی برخی خواص فیزیکی و مکانیکی دو رقم هویج و ارائه مدل مخروط ناقص

مسعود فیضی[۱*]، حجت احمدی[۲]

۱*. دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی پردیس کرج دانشگاه تهران
Fayzi_masoud@alumni.ut.ac.ir
۲. دانشیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی پردیس کرج دانشگاه تهران

چکیده

بشر از همان ابتدای پیدایش، جهت تامین قسمتی از غذای خود از میوه ها و سبزیها استفاده کرده است. هویج یکی از مهمترین سبزیها در سراسر جهان است. این سبزی از منابع ارزان قیمت پیش ساز ویتامین A می باشد بنابراین شناخت خواص فیزیکی و مکانیکی آن به نوبه‌ی خود حائز اهمیت است. در این مطالعه خواص هندسی (قطر در سر، ته و وسط و طول)، چگالی و ضرایب اصطکاک غلتشی و لغزشی بر روی سطوح چوب، شیشه و ورق گالوانیزه در دو رقم هویج نارنجی و زرد بررسی شد. همچنین نمونه های مکعب مستطیلی از سر، وسط و ته تهیه شده و مدول الاستیسیته مورد اندازه گیری و مقایسه قرار گرفت. این آزمایش در دی ماه سال ۱۳۹۰ در آزمایشگاه خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران به انجام رسید. داده های بدست آمده از آزمایشها در نرم افزار آماری SAS مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت. چگالی برای رقم نارنجی و زرد به ترتیب در رطوبت ۸۹/۱ درصد ۱۰۶۳ کیلوگرم بر متر مکعب و در رطوبت ۸۶/۳ درصد ۱۰۲۳ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد. بین مقادیر مدول الاستیسیته در ته با وسط و همچنین ته با سر اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵مشاهده شد. مدل مخروط ناقص برای محاسبه حجم محصول ارائه شد و بین مقادیر واقعی حجم اندازه گیری شده و مقادیر محاسبه شده با استفاده از مدل، ضریب همبستگی در رقم نارنجی ۰/۹۶۵ و در رقم زرد ۰/۹۴۷ بدست آمد.

کلمات کلیدی: هویج، مدول الاستیسیته، مخروط ناقص

مقدمه

تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی به عنوان مبنایی برای طراحی و ساخت ماشین‌ها و تجهیزات انتقال، درجه‌بندی و فرآوری محصولات کشاورزی همیشه مورد توّجه بوده است(Mohsenin,1986). اصولاً طراحی ماشین‌های کشاورزی بدون توّجه به این پارامترها ناقص و منجر به نتایج ضعیف خواهد گردید.در بین این خواص، جرم، حجم، چگالی و.... در سیستم حمل و نقل بیش از همه اهمیت دارد(Tabatabaeefar and Rajabipour,2005).

در میان محصولات کشاورزی میوه ها و سبزیها به عنوان یکی از ارکان اصلی تامین احتیاجات غذایی بشر از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشند. بشر از همان ابتدای پیدایش، جهت تامین قسمتی از غذای خود از آنها استفاده کرده است (احمدی،۱۳۷۳).

هویج یکی از مهمترین سبزیها در سراسر جهان است. این سبزی به صورت خام یا پخته و همچنین به صورت شوریجات مصرف می گردد. قابلیت نگهداری خوب هویج باعث می شود که این سبزی در طول سال مصرف تازه خوری داشته باشد(کارگزاری، ۱۳۹۰).

هویج یکی از منابع ارزان قیمت پیش ساز ویتامین A می باشد، بطوریکه مصرف ۱۰۰ گرم از آن ۱۲۰۰۰ واحد بین المللی از این ویتامین را برای بدن تامین می کند. وجود این ویتامین در رشد بدن، تولید مثل، نگهداری بافت مخاطی و بینایی ضروری می باشد(سعادت نوری،۱۳۷۰). کاروتن، کارتنوئید و همچنین مقادیر قابل توجه ویتامین های B1، B2، B6 و B12 و مواد معدنی به این سبزی ارزش غذایی بالایی بخشیده اند(Gebczyski, 2006) .

راندمان تولید هویج در واحد سطح در ایران بسته به مناطق مختلف کشور متفاوت بوده و بین 32.8 تن در استان اصفهان و 7.3 تن در استان آذربایجان شرقی متغیر می باشد(احمدی،۱۳۷۳).

بنابراین شناخت خواص فیزیکی و مکانیکی هویج به عنوان یکی از محصولات کشاورزی به نوبه خود حائز اهمیت است.

محققانی بر روی خواص مکانیکی فیلم های پوره هویج کار کرده اند(wang *et al*,2010). در مطالعه‌ای خواص مکانیکی بافت هویج مورد بررسی قرار گرفت(Bunyaphlanan,1973) . در مطالعه دیگری اثرات تنش های مکانیکی پس از برداشت و عوامل آب و هوایی بر روی بافت هویج مورد بررسی قرار گرفت(Werner *et al*,1999). اثر خلا مایکروویو در خشک کردن هویج بر روی خواص مکانیکی و رئولوژیکی انتخابی از آن در پژوهشی مورد بررسی قرار گرفت(Estepien,2008). محققانی منحنی خشک کردن هویج تحت شرایط همرفت طبیعی را به دست آوردند(Gornicki and Kaleta,2007). طی مطالعه‌ای به تجزیه و تحلیل عملکرد خشک شدن برش هویج در خشک کن نیمه صنعتی جریان مداوم پرداخته شد(Aghbashlo *et al*,2009).

مواد و روش‌ها

در ابتدا از هر رقم هویج به تعداد ۵۰ نمونه تهیه شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. ۱۰ عدد از هر رقم برای تعیین رطوبت برش داده شده و قطعاتی از آنها که پوستشان خراش داده شده بود تهیه شدند. این قطعات به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند تا بتوان رطوبت نمونه های آزمایشی را بر مبنای تر محاسبه نمود.

از هررقم ۳۰ عدد شماره گذاری شدند. سپس با استفاده از یک ترازوی دیجیتال با تفکیک پذیری ۰/۰۱ گرم جرم نمونه ها اندازه گیری شد. حجم نمونه ها با استفاده از یک استوانه مدرج با تفکیک پذیری ۲ میلی لیتر اندازه گیری شد. از تقسیم جرم به حجم هر نمونه مقدار چگالی محاسبه گردید.

ابعاد هندسی شامل قطر در سر ، قطر در ته و طول با استفاده از یک کولیس با تفکیک پذیری ۰/۱ میلیمتر برای هر نمونه اندازه‌گیری و ثبت شد. مدل مخروط ناقص برای هویج ارائه گردید و با استفاده از ابعاد هندسی اندازه-گیری شده یعنی قطر در سر، قطر در ته و طول حجم نمونه با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید و همبستگی آن با حجم واقعی که از طریق جابجایی آب بدست آمد بررسی گردید.

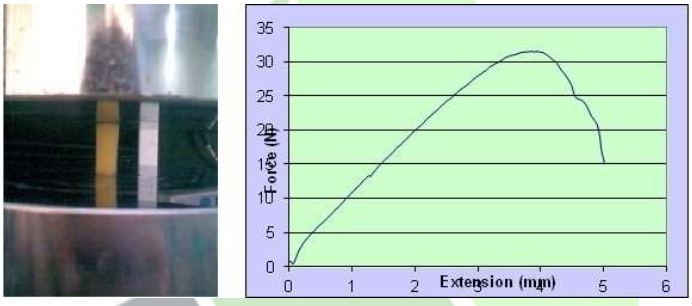
$$V = \pi \times \frac{1}{4} \times (R + r)^2 \times L \qquad (۱)$$

که در آن V، حجم نمونه؛ R، شعاع در ته؛ r، شعاع در سر و L، طول نمونه است.

برای اندازه گیری زوایای اصطکاک لغزشی هر نمونه در راستای طولی بر روی دستگاه مطابق (شکل ۱) قرار داده شده و زاویه بتدریج افزایش داده شد تا زمانی که نمونه شروع به لغزیدن نمود. این زاویه به عنوان زاویه اصطکاک لغزشی ثبت شد. این آزمایش بر روی سه سطح مختلف شیشه، ورق گالوانیزه و تخته سه لا برای سه نمونه از هر رقم و در ۵ تکرار انجام شد.زاویه اصطکاک غلتشی نیز بر رو ی همان دستگاه اندازه گیری شد. با این تفاوت که در این آزمایش نمونه مطابق (شکل ۱) در راستای عمود بر طول خود بر روی سطح مورد آزمایش قرار داده شد. این آزمایش نیز برای سه نمونه از هر رقم و در ۵ تکرار انجام گرفت.

شکل ۱– آزمایش تعیین زاویه اصطکاک. چپ:لغزشی، راست:غلتشی

۱۰ نمونه از هر رقم هویج برای اندازه گیری مدول الاستیسیته مورد استفاده قرار گرفتند. آزمایش بصورت طرح فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی اجرا شد. هر نمونه به سه قسمت تقسیم شد و از هر قسمت یک نمونه مکعب مستطیلی به ابعاد ۵*۵*۱۵ میلیمتر تهیه شد. نمونه های مکعب مستطیلی مطابق (شکل ۲) بین دو فک دستگاه تست فشار سنتام قرار گرفتند. نمونه ها در سرعت ۱۰ میلیمتر بر دقیقه بارگذاری شدند. نمودار نیرو- تغییر مکان در حین بارگذاری به وسیله کامپیوتر رسم گردید که (شکل ۲) نمونه ای از نمودار نیرو- تغییر مکان را نشان می دهد. بار تا زمانی اعمال شد که نمونه به طور کامل گسیخته شد. با توجه به داده‌های بدست آمده از این آزمایشات مقدار مدول الاستیسیته در هر نمونه مکعبی محاسبه و ثبت گردید.



شکل ۲- نمونه مکعب مستطیلی و نحوه قرار گیری آن زیر دستگاه سنتام و نمونه ای از نمودار نیرو- تغییر مکان در آزمایش فشار تک محوری

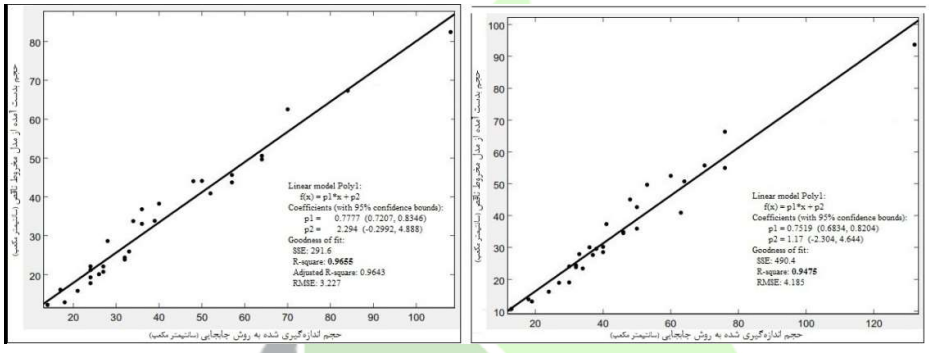
داده‌های بدست آمده از مقادیر مدول الاستیسیته برای مقایسه این مقادیر در دو رقم مختلف و همچنین مقایسه میزان خاصیت الاستیسیته در مقاطع مختلف یک رقم در نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و همچنین مقادیر میانگین‌ها در هر تیمار توسط آزمون چند مرحله‌ای دانکن مقایسه گردید.

نتایج و بحث

پس از انجام آزمایش از تقسیم جرم هر نمونه بر حجم بدست آمده از طریق جابجایی آب چگالی هر نمونه بدست آمد. همچنین درصد رطوبت بر پایه تر نیز برای هر نمونه محاسبه شد. از داده‌های بدست آمده میانگین گرفته شد. چگالی برای رقم نارنجی و زرد به ترتیب در رطوبت ۸۹/۱ درصد ۱۰۶۳ کیلوگرم بر متر مکعب و در رطوبت ۸۶/۳ درصد ۱۰۲۳ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد. ضریب اصطکاک لغزشی برای هر دو رقم بر روی چوب، شیشه و ورق گالوانیزه به ترتیب

برابر با ۰/۷۵، ۰/۷۷، ۰/۸۴ و ضریب اصطکاک غلتشی برای رقم نارنجی بر روی چوب، شیشه و ورق گالوانیزه به ترتیب برابر با ۰/۰۹، ۰/۰۷ و ۰/۱۸ و برای رقم زرد بر روی همان سطوح به ترتیب برابر با ۰/۱، ۰/۱۶ و ۰/۱ بدست آمد.

پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها در جعبه ابزار آماری نرم افزار مت لب، بین مقادیر واقعی حجم اندازه گیری شده و مقادیر محاسبه شده با استفاده از مدل، ضریب همبستگی همانگونه که از شکل(۳) مشاهده می‌گردد در گونه نارنجی ۰/۹۶۵ و در گونه زرد ۰/۹۴۷ بدست آمد.



شکل ۳- ضریب همبستگی حجم مدل مخروط ناقص و حجم واقعی. راست:گونه زرد، چپ:گونه نارنجی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده از مدول الاستیسیته در مقاطع مختلف از دو رقم در (جدول ۱) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌کنید اثر نوع رقم و همچنین محل اندازه‌گیری مدول الاستیسیته، هر دو بر میزان مقادیر آن در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است. امّا برهمکنش تأثیر رقم و محل اندازه‌گیری بر میزان مدول الاستیسیته معنی‌دار نشده است. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان داد که مقادیر میانگین تنها در ته با سر و وسط دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ بوده است و مقادیر مدول الاستیسیته در وسط و سر با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند.

جدول ۱- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به مدول الاستیسیته

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
رقم	۱	۵۵/۲۵۸**
مقطع	۲	۳۳/۰۷۵**
رقم*مقطع	۲	۰/۱۲۶
خطای آزمایشی	۵۴	۳/۶۱۲

نتیجه‌گیری کلی

با وجود اینکه مقدار رطوبت در رقم نارنجی بیشتر از رقم زرد بود، امّا چگالی رقم نارنجی بزرگتر از رقم زرد بوده است. چون مقدار چگالی محصول بزرگتر از چگالی آب است بنابرای مقدار چگالی ماده خشک گونه نارنجی بزرگتر از گونه زرد است.

مدل مخروطی بخوبی توانست محصول هویج را شبیه سازی کند. به گونه ای که در مورد هر دو رقم میزان همبستگی بزرگتر از ۰/۹۵ بود.

مقدار مدول الاستیسیته در ته به میزان زیادی بزرگتر از سر و وسط محصول بود، امّا در وسط تنها به میزان کمی از سر بزرگتر بود.

مقادیر مدول الاستیسیته در دو رقم با هم تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪ داشت.

فهرست منابع

احمدی، س. ۱۳۷۳. بررسی مناسبترین تکنولوژی تولید آب هویج در اشل صنعتی. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه تهران.

سعادت نوری، م.۱۳۷۰. اصول نوین تغذیه در سلامتی و بیماری. انتشارات اشرفی.

کارگزاری، م. ۱۳۹۰. بهینه سازی خشک کردن اسمزی هویج با استفاده از روش پاسخ سطح. مجله مهندسی بیوسیستم ایران. ۴۲: ۲۲۴-۲۱۵.

Aghbashlo, M., M.S. Kianmehr, A. Arabhosseini. 2009. Preformance analysis of drying of carrot slices inasemi-industrial continuous band dryer. Journal of food engineering. 91:99-108.

Bunyaphlanan, N. 1973. Mechanical properties of carrot tissues(dancus carota)

Gebczyski, P. 2006. Content of selected antioxidative compounds in raw carrot and in frozen product prepared for consumption. Electronic Journal of Polish Agricultural universities .9(3).

Gornicki, K., A. Kaleta. 2007. Drying curve modeling of blanched carrot cubes under natural convection. Journal of food engineering. 82:160-170.

Mohsenin, N .N. 1986. Physical properties of plant and animal materials (2nd Ed). New York :Gordon & Breach Science Publishers.

Stepient, B. 2008. Effect of vacuum-microwave drying on selected. mechanical and rheological properties of carrot,Biosystems Engineering. 99:234-238.

Tabatabaeefar, A.,A. Rajabipour. 2005. Modeling the mass of apples by geometrical attributes. scientia horticulturae. 105:373-382.

Wang, X., X. Sun, H. Liu, M. Li, Z. Ma. 2010. Barrier and mechanical properties of carrot puree films

Werner, B. H., M. Heike, G. Martin. 1999. Effects of postharvest mechanical and climatic stress on carrot tissue water relations. Postharvest Biology And Technology. 16:43-49.

Investigation the physical and mechanical properties of two varieties of carrot and developing the frustum model

Masoud Fayzi[1], Hojat Ahmadi[2]

1. MSc. Alumnus of Mechanical Engineering of Agricultural Machinery, University of Tehran, karaj, Iran. Fayzi_masoud@alumni.ut.ac.ir
2. Associte professor of Mechanical Engineering of Agricultural Machinery, University of Tehran, karaj, Iran

Abstract

From the beginning of human creation, a part of their food have supplied from fruits and vegetables. Carrots are an important vegetable in world. Thus, the physical and mechanical properties of these vegetables are important too. In this study the geometric properties (diameter at the bottom, top and middle of length and also length), density and coefficient of rolling and sliding friction on wood, glass and metal sheet in two varieties of carrot (orange and yellow) was investigated. The cube samples provide from the top, middle and bottom of samples and then elastic modulus were measured and compared together. These Experiments have done at January 2012 in laboratory of physical and mechanical properties of Agricultural products in department of Mechanical Engineering of Agricultural Machinery in university of Tehran. Data were analyzed and evaluated by statistical software SAS. The amount of density for orange color cultivar and yellow color cultivar was 1063 kgm^{-3} in moisture of 89.1% and 1023 kgm^{-3} in moisture of 86.3%, respectively. The modulus of elasticity difference between bottom of carrots and top and middle of them was significant at 5% probability level. The frustum model was developed for calculating the product volume and correlation coefficient between real measured volume quantities and estimated quantities were determined as 0.965 for orange color cultivars and 0.947 for yellow cultivars.

Keywords: carrot, modulus of elasticity, frustum