برخی مشخصات فیزیکی و مکانیکی سه رقم متداول خیار

مهدی مرادی*[۱]، حسین بلاتیان[۲]، آرین طاهریان[۲]

۱. استادیار بخش مهندسی بیوسیستم دانشگاه شیراز moradih@shirazu.ac.ir
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد بخش مهندسی بیوسیستم دانشگاه شیراز

چکیده

در تحقیق حاضر برخی مشخصات فیزیکی و مکانیکی سه رقم خیار که در ایران متداول است، موردبررسی قرار گرفت. به این منظور ابعاد، جرم، حجم، دانسیته، مقاومت فشاری و برشی ارقام مختلف خیار ارزیابی و مقایسه شدند. نتایج نشان داد که رقم شهاب، شاهین و ناگین به ترتیب دارای طول‌های ۱۶۳/۴، ۱۱۸/۹۷ و ۱۳۳/۸۹ میلی متر بودند. همچنین میانگین قطر برای ارقام شهاب، شاهین و ناگین به ترتیب برابر ۲۶/۹۹، ۲۸/۹۱ و ۲۷/۵۹ میلی‌متر بودند. دانسیته نمونه‌های مختلف خیار با استفاده از جرم و حجم ارقام به دست آورده شد که نتایج نشان داد دانسیته ارقام شهاب، شاهین و ناگین به ترتیب برابر بودند با ۹۵۷، ۱۰۴۲ و ۹۷۰ کیلوگرم بر مترمکعب. نقطه تسلیم فشاری و برشی ارقام مذکور به ترتیب برابر بود با ۶۲۸/۳۸ و ۷۴/۰۹۴، ۵۰۵/۱۱ و ۸۹/۳۳، ۶۳۸/۰۷ و ۶۴/۷۹ نیوتن. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در همه ارقام، مقاومت فشاری بیش از برشی می‌باشد. همچنین رقم ناگین دارای مقاومت فشاری بیشتری در مقایسه با دو رقم دیگر بود درحالی‌که رقم شاهین مقاومت برشی بیشتری را در مقایسه با ارقام دیگر نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: *دانسیته خیار، حجم خیار، نقطه تسلیم برشی، نقطه تسلیم فشاری.*

* نویسنده مسئول: moradih@shirazu.ac.ir

برخی مشخصات فیزیکی و مکانیکی سه رقم متداول خیار

مقدمه

خیار که بومی آسیای جنوبی است، ساقه‌ای است از تیره کدوییان که به‌عنوان خوراکی استفاده‌های فراوانی دارد [۱]. خیار دارای ترکیبات مختلفی از ویتامین‌ها و مواد مغذی است که حدود ۹۵ درصد این میوه آب می‌باشد. این میوه دارای ارقام مختلفی است که در سفره ایرانیان استفاده‌های فراوانی به‌صورت تازه خوری یا فراوری‌شده دارد. بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات باغی و کشاورزی در تحقیقات مختلفی بررسی‌شده است که در ادامه به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود:

بر اساس یک پژوهش ، دو رقم سیب رد اسپار و دلبار استیوال ۵ ثانیه پس از رها شدن به سرعت حد خود می‌رسند [۲]. همچنین در تحقیق دیگری چنین نتیجه گرفته شد سرعت حد یک تابع پیچیده بر اساس تفاضل چگالی آب و میوه ، شکل ، اندازه و حجم میوه می‌باشد [۳]. شناخت ویژگی‌های هیدرودینامیکی محصولات کشاورزی در عملیات انتقال، درجه‌بندی هیدرولیکی و شستشوی میوه‌ها و سبزی‌ها ضروری می‌باشد. ماشین های درجه بندی دارای انواع الکتریکی، مکانیکی و مادون قرمز می‌باشند. ماشین های درجه‌بندی الکتریکی خیلی گران بوده، ماشین‌های درجه‌بندی مکانیکی دارای سرعت عمل پایین می‌باشند و ماشین‌های درجه‌بندی که بر اساس فناوری مادون قرمز کار می‌کنند پرهزینه بوده و واسنجی نمودن و نگهداری آن‌ها مشکل است. به‌این‌ترتیب درجه‌بندی هیدرولیکی میوه و سبزی‌ها امروزه بیشتر موردتوجه قرارگرفته است. درجه‌بندی بر اساس جرم حجمی، به‌عنوان معیاری از ماده خشک میوه، به دلیل هزینه پایین و عملیات آسان، یک روش مناسب برای درجه‌بندی میوه ازنظر کیفیت است [۴]. در پژوهشی دیگر، یک روش درجه‌بندی میوه و سبزی‌ها بر اساس کیفیت، بر استفاده از سرعت حد آن هنگام حرکت در یک سیال با جرم حجمی بیشتر یا کمتر از جرم حجمی میوه موردنظر می‌باشد. در این روش می‌توان از آب به‌عنوان محیط مناسبی برای درجه‌بندی میوه و سبزی‌ها به دلیل تخریب کم و دسترسی آسان استفاده نمود [۵]. تاپوز و همکاران (۲۰۰۵) مشخصه‌های فیزیکی و غذایی چهار رقم پرتقال را مطالعه نمودند [۶]. آن‌ها ابعاد، حجم، قطر میانه هندسی و جرم حجمی واقعی میوه‌ها را مطالعه نمودند. شریفی و همکاران (۲۰۰۷) مشخصه‌های فیزیکی سه اندازه پرتقال رقم تامپسون را مطالعه و مقایسه نمودند. آن‌ها پارامترهای ابعاد سطوح تصویر، جرم، حجم، قطر میانه هندسی، کرویت، سطح جانبی، جرم حجمی واقعی و ظاهری، تخلخل، ضریب بسته‌بندی، نسبت پوسته و ضریب اصطکاک با سطوح مختلف را موردبررسی قرار دادند [۷].

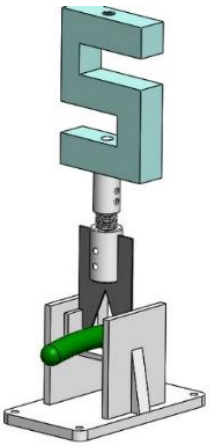
تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی خیارسبز می‌تواند کمک شایانی در طراحی سامانه‌های حمل‌ونقل، درجه بندی و فراوری ایفا کند. ازاین‌رو در تحقیق حاضر برخی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی سه رقم مرسوم خیار سبز در ایران موردبررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در بخش مهندسی بیوسیستم دانشگاه شیراز انجام شد که در آن سه رقم خیار سبز به نام‌های شهاب، شاهین و ناگین مورد استفاده قرار گرفت که از هر رقم ۴۳ عدد به‌طور تصادفی انتخاب گردید. نمونه‌ها به‌صورت تازه از گلخانه‌های دانشکده تهیه گردید. به‌منظور به دست آوردن نقاط تسلیم برشی و فشاری نمونه‌های خیار، از دستگاه اینسترون (مدل Santam, STM-20) که مجهز به بارسنج ۱۵۰ کیلوگرمی (Zemic H3 C3) با دقت ۰/۰۱ نیوتن بود، استفاده شد. نمونه‌ها توسط یک صفحه تخت (Texture analyser) تحت بار قرار گرفتند (شکل ۱). خروجی دستگاه اینسترون منحنی نیرو-جابجایی است. مطابق تعریف، نقطه تسلیم بیولوژیکی بر روی این نمودارها عبارتست از اولین نقطه‌ای که در آن افزایش جابجایی به همراه کاهش نیرو و یا عدم‌تغییر نیرو مشاهده شود [۸]. سرعت بارگذاری آزمودن‌های برشی و فشاری برای همه نمونه‌ها یکسان و برابر ۰/۵ میلی‌متر بر ثانیه بود. هنگام آزمایش، نمونه‌های خیار به‌صورت افقی قرارگرفته و در معرض نیروی برشی یا فشاری قرار گرفتند. به‌منظور انجام آزمایش برشی، یک تیغه از جنس فولاد زنگ نزن به ضخامت ۲

میلی‌متر روی دستگاه اینستران نصب گردید (شکل ۲). همچنین برای اندازه‌گیری جرم و ابعاد نمونه‌ها به ترتیب از یک ترازوی دیجیتال (A & D, Japan) با دقت یک هزارم گرم و کولیس دیجیتال (Guanglu, Taizhou, China) با دقت یک صدم میلی‌متر استفاده شد.

شکل ۱- صفحه تخت مورد استفاده برای آنالیز بافت هنگام تست فشار



شکل ۲- شکل شماتیک نیروسنج و تیغه مورد استفاده به‌منظور اندازه‌گیری نیروی برشی

با استفاده از نتایج آزمایشگاهی، سطح خارجی (S_f)، ضریب رعنایی (A)، کرویت (S) و قطر میانگین هندسی (D_g) بر اساس معادلات ۱ تا ۴ به دست آورده شد [۹] و [۱۰]:

$$S_f = \pi(D^2) \quad (1)$$

که D قطر میانگین (mm) نمونه‌ها است که از میانگین‌گیری قطر نمونه‌های خیار در جهت های عمود بر هم به دست آورده می‌شود.

$$A = \frac{W}{L} \quad (2)$$

$$S = \frac{D_g}{L} \quad (3)$$

$$D_g = (LWT)^{1/3} \quad (4)$$

که در این روابط، W عرض و L طول و T ضخامت نمونه‌های خیار بر حسب میلی‌متر می‌باشند.

روش جابجایی آب به‌منظور تعیین حجم نمونه‌ها انتخاب گردید [۱۱-۱۳]. ازاین‌رو نمونه‌های خیار در یک استوانه مدرج که دارای آب می‌باشد، مستغرق گردید که با اندازه‌گیری حجم آب جابجا شده درون استوانه مدرج هنگام مستغرق ساختن نمونه‌ها، حجم نمونه‌های خیار با دقت یک میلی‌لیتر به دست آورده شد.

نتایج و تحلیل

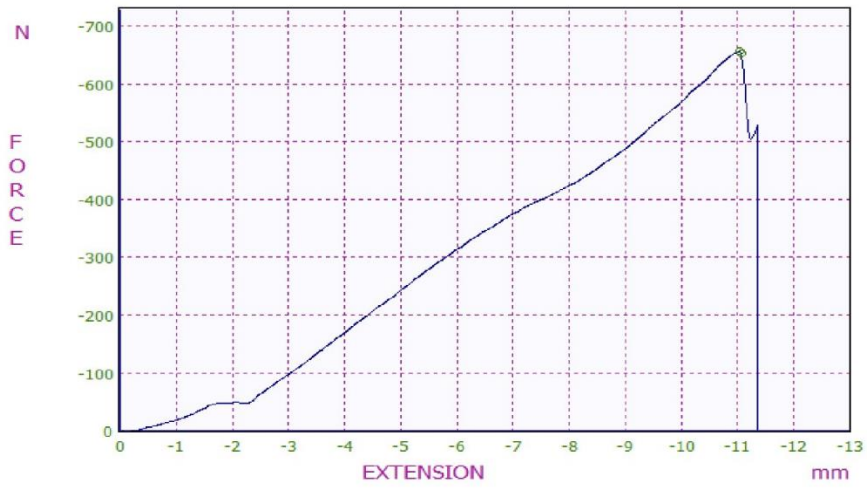
مشخصات فیزیکی و مکانیکی سه رقم خیار شهاب، شاهین و ناگین در جدول ۱ نشان داده شده است. بر این اساس، طول نمونه‌های ارقام مختلف بین ۹۷/۳ تا ۱۸۵/۴۵ میلی‌متر تغییر می کرد و میانگین طول نمونه‌های رقم شهاب در مقایسه با دو رقم دیگر بزرگتر بود. قطر نمونه‌های مختلف خیار بین ۲۱/۳۱ تا ۳۷/۹۳ میلی‌متر بود که میانگین قطر خیارهای نمونه‌های شاهین در مقایسه با دو رقم دیگر بیشتر بود. همچنین دانسیته نمونه‌های خیار بین ۶۲۶ تا ۱۱۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب متغیر بود که بیشتر دانسیته متعلق به نمونه‌های شاهین بود. دامنه تغییرات نقطه تسلیم بیولوژیکی برشی و فشاری به ترتیب بین ۴۵/۱ تا ۱۳۶/۴ نیوتن و ۳۶۲ تا ۸۵۶/۴ نیوتن اندازه‌گیری شد که حداکثر مقدار نقطه تسلیم بیولوژیکی برشی و فشاری به ترتیب متعلق به ارقام شاهین و ناگین بود. همچنین دامنه تغییرات کرویت نمونه‌های خیار بین ۲۶/۹۵ تا ۴۵/۶۷ درصد محاسبه گردید که بیشترین ضریب کرویت متعلق به رقم شاهین بود. قطر میانگین هندسی و ضریب رعنایی نمونه‌های مختلف خیار به ترتیب بین ۳۵/۸۸ تا ۵۹/۵۷ میلی‌متر و ۳/۲۴ تا ۷/۱۴۵ محاسبه شد. بر این اساس، رقم شهاب بیشترین مقدار قطر میانگین هندسی و ضریب رعنایی را داشت. بنابراین به‌طور خلاصه می توان گفت که رقم شاهین بیشترین مقدار دانسیته، نقطه تسلیم برشی و ضریب کرویت را دارا بود. همچنین رقم ناگین بیشترین طول و بالاترین نقطه تسلیم فشاری را دارا بود که موجب می‌شود هنگام حمل‌ونقل در مقایسه با ارقام دیگر آسیب کمتری ببینند.

جدول ۱- برخی مشخصات فیزیکی و مکانیکی سه رقم خیار مورد استفاده

مشخصه	رقم	میانگین±انحراف معیار	حداقل	حداکثر
طول	شهاب	۱۶۳/۳۲±۱۴/۶۴	۱۱۵/۲۶	۱۸۵/۴۵
	شاهین	۱۱۸/۹۷±۹/۵۵	۹۷/۳۰	۱۳۷/۶۴
	ناگین	۱۳۳/۸۸±۱۰/۰۲	۱۰۱/۷۳	۱۵۳/۴۶
قطر	شهاب	۲۶/۹۹±۲/۵۷	۲۱/۷۴	۳۱/۸۱
	شاهین	۲۸/۹۱±۳/۵۹	۲۲/۹۶	۳۷/۹۳
	ناگین	۲۷/۵۹±۲/۴۲	۲۱/۳۱	۳۲/۲۱
دانسیته	شهاب	۹۵۷±۱۰۸	۶۲۶	۱۱۵۰
	شاهین	۱۰۴۲±۲۰۲	۸۹۶	۱۹۶۷
	ناگین	۹۷۰±۱۲۷	۵۱۷	۱۱۱۵
نقطه تسلیم برشی	شهاب	۷۴/۰۹±۱۹/۰۲	۴۵/۱	۱۰۹/۹
	شاهین	۸۹/۳۳±۲۱/۴۶	۵۶/۴	۱۳۶/۴
	ناگین	۶۴/۷۹±۱۳/۰۲	۳۹/۲	۱۰۱/۱
نقطه تسلیم فشاری	شهاب	۶۲۸/۳۸±۸۴/۸۱	۵۰۲/۸	۷۷۱/۶
	شاهین	۵۰۵/۱۱±۱۰۵/۳۴	۳۶۲	۷۶۷/۱
	ناگین	۶۳۸/۰۷±۱۴۱/۶۶	۴۴۲/۹	۸۵۶/۴
کرویت	شهاب	۳۰/۱۸±۲/۲۰	۲۶/۹۶	۳۶/۷۸
	شاهین	۳۸/۹۴±۲/۹۸	۳۴/۳۵	۴۵/۶۸
	ناگین	۳۴/۸۹±۱/۴۳	۳۱/۷۱	۳۸/۳۳

قطر میانگین هندسی	شهاب	۴۹/۱۳±۳/۹۴	۴۱/۸۲	۵۶/۴۹
	شاهین	۴۶/۲۶±۴/۵۰	۳۷/۶۱	۵۶/۵۷
	ناگین	۴۶/۶۹±۳/۶۸	۳۵/۸۸	۵۳/۹۲
ضریب رعنایی	شهاب	۶/۰۹±۰/۶۳	۴/۴۸	۷/۱۵
	شاهین	۴/۱۶±۰/۴۶	۳/۲۴	۴/۹۸
	ناگین	۴/۸۷±۰/۳۰	۴/۲۱	۵/۶۰

منحنی نیرو-جابجایی برای یک نمونه خیار از رقم شهاب در شکل (۳) نشان داده شده است. اولین نقطه منحنی حین آزمایش فشار که در آن نیرو کاهش می‌یابد درحالی‌که جابجایی افزایش نشان می‌دهد، نقطه تسلیم بیولوژیکی فشاری می‌باشد. همچنین منحنی نیرو-جابجایی آزمایش برش برای یک نمونه خیار از رقم شهاب در شکل (۴) نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بعد از نقطه تسلیم، منحنی به دلیل گسیختگی نمونه تحت نیرو، حالت نزولی پیدا می‌کند.



شکل۳- منحنی نیرو-جابجایی برای رقم شهاب

شکل ۴- منحنی نیروی برشی-تغییرشکل برای رقم شهاب

نتیجه گیری

در تحقیق حاضر برخی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی سه رقم متداول خیار در ایران مورد ارزیابی قرار گرفت. ارقام از لحاظ تحمل نیروهای فشاری و برشی با هم مقایسه شدند. همچنین ابعاد هندسی، کرویت و ضریب رعنایی آن‌ها به دست آورده شد و با همدیگر مقایسه گردید.

منابع

1. Murcia, M. A., Jime´nez-Monreal, A.M., Ga´rcia-Diz, L., Carmona, M., Maggi, L., Martı´nez-Tome, M. (2009). Antioxidant activity of minimally processed (in modified atmospheres), dehydrated and ready-to-eat vegetables. Food Chem Toxicol 47, 2103–2110.
2. Kheiralipour, K., Tabatabaeefar, A., Mobli, H., Rafiee, S., Sharifi, M., Jafari, A., & Rajabipour, A. (2008). Some physical and hydrodynamic properties of two varieties of apple (Malus domestica Borkh L.). *Int. Agrophys. 22*, 225–229.
3. Mirzaee, E., S. Rafiee, A. Keyhani and Z. Emam. 2009. Physical properties of apricot to characterize best post harvesting options. Aust. J. Crop Sci. 3(2): 95–100.
4. Mohsenin, N.N. 1986. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach publishers,United Kingdom.
5. Jordan, R.B. and C.J. Clark. 2004. Sorting of kiwifruit for quality using drop velocity in water. Trans ASAE 47(6): 1991–1998.
6. Topuz, A., M. Topakci, M. Canakci, I. Akinci and F. Ozdemir. 2005. Physical and nutritional properties of four orange varieties. J. Food Eng. 66(4): 519–523.
7. Sharifi, M., S. Rafiee, A. Keyhani, A. Jafari, H. Mobli, A. Rajabipour and A. Akram. 2007. Some physical properties of orange (var. Tompson). Int. Agrophys. 21: 391–397.
8. Eboibi, O., & Uguru, H. (2017). Storage conditions effect on physic-mechanical properties of Nandini cucumber. *International Journal of Engineering and Technical Research*, *7*(10), 75-82.
9. Figura, L.O., & Teixeira, A.A. (2007). *Food physics*, Springer Berlin Heidelberg New York.
10. Saravacos, G.D., & Maroulis, Z.B. (2011). *Food Process Engineering Operations*. CRC Press.
11. Kheiralipour, K., Tabatabaeefar, A., Mobli, H., Mohtasebi, S.S., Rafiee, S., Rajabipour, A.,& Jafari, A. (2010). Terminal velocity and its relationship to physical characteristics of Apple (Malus Domestica Borkh L.). *International Journal of Food Properties*, 13: 261–271.
12. Singh, R.P and Heldman, D.R., (2014). Introduction to Food Engineering (5th Edition), Academic Press.
13. Rao, M. A., Rizvi, S. S., Datta, A. K., & Ahmed, J. (2014). *Engineering properties of foods*. CRC press.

Some physical and mechanical properties of three different varieties of cucumber

M. Moradi[1*], H. Balanian[2], A. Taherian[2]

1. Assistant professor of Biosystems engineering of Shiraz University, mehdimoradi.ir@gmail.com
2. M.Sc. student of Biosystems engineering of Shiraz University

Abstract

In the present research, some physical and mechanical properties of three varieties of cucumber which are commonly used in Iran, were investigated. In this purpose, dimensions, mass, volume, density, compressive and shear biological yield point of different cucumber varieties were evaluated and compared. Results showed Shahab, Shahin and Nagin have length of 163.4, 118.97, and 133.89 mm, respectively. Also, mean values of diameter for Shahab, Shahin and Nagin were 26.99, 28.91, and 27.59, respectively. Density of the cucumber samples were calculated using mass and volume of the samples which the results showed density of Shahab, Shahin and Nagin variety were 957, 1042, and 970 kg/m^3, respectively. Also, compressive and shear biological yield point for Shahab, Shahin, and Nagin were 628.38 and 74.094, 505.11 and 89.33, 638.07 and 64.79 N, respectively. As it can be seen for all varieties, compressive bio-yield point is more than the shear bio-yield point. Also, Nagin has higher compressive bio-yield point compared with other varieties whereas Shahin has higher shear bio-yield point rather than the other varieties.

Key words: Compressive bio-yield point, Cucumber density, Shear bio-yield point, Cucumber volume.

*Corresponding author
E-mail: mehdimoradi.ir@gmail.com