مدل‌سازی چند متغیره مدت زمان بالا آمدن پرتقال خونی

مهدی کاکائی[۱*]، رضا حیدری مقدم[۲] و کامران خیرعلی پور[۳]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بیو سیستم، دانشگاه شهید باهنر کرمان.kakaii.mehdi@gmail.com
۲-دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بیو سیستم، دانشگاه شیراز.
۳-استادیار گروه مهندسی بیو سیستم، دانشگاه ایلام.

چکیده

زمان سقوط و بالا آمدن میوه‌ها و سبزی‌ها در آب یکی از خواص هیدرودینامیکی استفاده شده در طراحی سامانه‌های انتقال هیدرولیکی و مدیریت عملیات می باشد. در این تحقیق ، زمان بالا آمدن پرتقال خونی با استفاده از یک ستون آب و دوربین دیجیتال به صورت تجربی تعیین شد. مشخصه‌های فیزیکی موثر بر زمان بالا آمدن با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری گردید. سپس زمان بالا آمدن پرتقال با استفاده از نرم افزار متلب مدل‌سازی شد. بهترین مدل برای زمان بالا آمدن پرتقال خونی به صورت $T_r = 2/2938\left(\rho_w - \rho_f\right)^{-0/4331} V^{-0/1451} - 0/0244$ با MSE=۱/۶۸ بدست آمد. همچنین مشخص گردید که اختلاف چگالی آب و میوه و حجم میوه بیشترین تاثیر را بر زمان بالا آمدن پرتقال داشتند.

واژگان کلیدی: مدل‌سازی چند متغیره؛ متلب؛ زمان بالا آمدن؛ پرتقال؛ مشخصه‌های فیزیکی.

مقدمه

مرکبات برای کشور های تولید کننده محصولات کشاورزی به دلیل درآمد بالا از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. در این میان پرتقال (.Citrus cinensis) به دلایل اقتصادی و صنعتی یکی از مهمترین مرکبات محسوب می شود. فرآوری پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها از جمله پرتقال مانند درجه‌بندی و بسته‌بندی از عملیات ضروری می‌باشد. در این زمینه محققین از زمان سقوط و بالا آمدن میوه‌ها و سبزی‌ها در آب که یکی از خواص هیدرودینامیکی است، برای طراحی سامانه‌های انتقال هیدرولیکی و مدیریت عملیات استفاده نموده‌اند.

سرعت حد، زمان سقوط یا بالا آمدن بسیاری از میوه‌ها و سبزی‌ها در تحقیقات مختلف تعیین شده‌اند. خیرعلی‌پور و همکاران (۱۳۸۷) مدل ریاضی سرعت حد میوه در آب را بررسی نموده و زمان بالا آمدن سیب در ستون آب را با R2=۰/۷۸ مدل‌سازی کردند. میرزایی و همکاران سرعت حد میوه زردآلو را با R2=۰/۷۸ مدل نمودند (Mirzaee et al. 2008). طاهری گراوند و همکاران بهترین مدل سرعت حد گوجه فرنگی رقم (Rio grand) بر اساس چگالی آب و گوجه فرنگی، ضریب شکل و حجم آن را با R2=۰/۸۴ گزارش دادند (Taheri Garavand et al. 2010). مزیدی و همکاران مدل سرعت حد پرتقال رقم (Valencia) در

آب را مورد مطالعه قرار دادند که R2=۰/۸۷ به دست آوردند و گزارش دادند که پرتقال هم حجم را می توان بر اساس چگالی درجه‌بندی نمودند (Mazidi et al. 2013).

هدف از این تحقیق تعیین زمان بالا آمدن پرتقال خونی با استفاده از در ستون آب و دوربین دیجیتال و مدل‌سازی چند متغیره آن با استفاده از نرم افزار متلب بر اساس برخی مشخصه‌های فیزیکی آن می‌باشد. همچنین تاثیر مشخصه‌های فیزیکی بر زمان بالا آمدن آن نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در بهار ۱۳۹۲ در دانشگاه ایلام اجرا شد.

خواص فیزیکی

در این تحقیق بیش از۲۰ عدد پرتقال رقم خونی به صورت تصادفی تهیه گردید. جرم هر میوه با استفاده از ترازوی دیجیتال Precisa مدل ۳۱۰۰c با دقت ۰/۰۱ گرم محاسبه شد. حجم و چگالی واقعی با استفاده از روش جابجایی آب محاسبه شد (Mohssenin 1986). در پژوهش حاضر سطح رویه به دلیل تاثیر کم آن بر روی سرعت حد در نظر گرفته نشده است (Jordan and Clark 2004; Kheiralipour et al. 2010). مشخصه‌های اندازه‌گیری شده در جدول (۱) آورده شده‌اند.

جدول ۱. خواص فیزیکی پرتقال رقم خونی.

خواص	واحد	کمینه	میانگین	بیشینه
حجم	cm^3	۸۵/۸۲	۱۵۰/۴۸	۲۷۳/۲۱
جرم	gr	۸۲/۰۱	۱۴۱/۲۷	۲۴۶/۲۵
چگالی واقعی	$grcm^{-3}$	۰/۸۸	۰/۹۴	۰/۹۹

زمان بالا آمدن

در این تحقیق زمان بالا آمدن پرتقال در فاصله‌ای مشخص اندازه گیری و محاسبه شد. برای ایجاد محیط مناسب حرکت پرتقال درآب، یک ستون با قاعده مربع (۳۵×۳۵) و ارتفاع ۹۰ cm از جنس شیشه ۸ میلی‌متری ساخته شد این ستون تا ارتفاع ۷۵ cm از آب پر شد. هر پرتقال به وسیله یک گیره غیرمخرب در کف ستون آب قرار داده شد. میوه‌های پرتقال به صورت دم بالا یعنی بزرگترین مساحت تصویر شده پرتقال به سمت بالا، در کف ستون آب قرار داده شده و پس از رها شدن میوه از درون گیره

حرکت میوه از کف تا سطح آب به وسیله یک دوربین دیجیتال Sony با ۲۵ فریم در ثانیه، همزمان ضبط گردید با استفاده از نرم-افزار تبدیل فیلم به عکس، فیلم جابجایی پرتقال در آب به عکس تبدیل شد (شکل۱).

(الف) (ب) (ج)

شکل۱.موقعیت پرتقال در ستون آب. الف) لحظه رها شدن ب) ۲/۱۳ ثانیه پس از رها شدن. ج) ۴/۲۷ ثانیه پس از رها شدن.

زمان بالا امدن پرتقال در ستون آب در فاصله ۷۵ سانتی‌متر با ضرب تعداد عکس‌های حرکت هر پرتقال در ۰/۰۴ ثانیه بدست آمد. میانگین مدت زمان بالا آمدن برای میوه‌های مورد نظر ۴/۲۷ s، کمترین مقدار ۲/۶۸ s و بیشترین مقدار ۸/۶۴ s محاسبه گردید.

مدل‌سازی چندمتغیره

داده‌های به دست آمده برای مدل‌سازی چندمتغیره زمان بالا آمدن پرتقال رقم خونی بر اساس معادله‌های ۱ و ۲ بر اساس تحقیق‌های Jordan and Clark 2004; Kheiralipour et al., 2010، در نظر گرفته شده است.

$$T_r = A\left(\rho_w - \rho_f\right)^b m^c + E \qquad (۱)$$

$$T_r = A\left(\rho_w - \rho_f\right)^b V^c + E \qquad (۲)$$

برای این کار، یک برنامه در نرم‌افزار MATLAB بر اساس رگرسیون غیرخطی چندمتغیره کدنویسی شد. مربع میانگین خطا برای مدل‌ها توسط برنامه محاسبه گردید. در معادله‌های بالا پارامترهای A، b، c، d و E می‌توانند مقادیر مختلفی را اختیار کنند تا بهترین مدل حاصل شود.

نتایج و بحث

نتایج مدل زمان بالا آمدن در جدول ۲ آورده شده است. مدل‌ها بر اساس خطای مربع میانگین بررسی و سنجیده شده‌اند.

جدول۲. مدل‌های زمان بالا آمدن پرتقال رقم خونی.

شماره مدل	مدل	MSE
۱	$T_r = 0.9397(\rho_w - \rho_f)^{-0.4737} + 0.1746$	۱/۷۵۹۷
۲	$T_r = 71.1421V^{-0.0322} - 56.3735$	۱/۹۵۶۸
۳	$T_r = 76.8223m^{-0.0243} - 63.9163$	۱/۹۶۶۵
۴	$T_r = 2.2938(\rho_w - \rho_f)^{-0.4331}V^{-0.1451} - 0.0244$	۱/۶۸۶۵
۵	$T_r = 2.3714(\rho_w - \rho_f)^{-0.4260}m^{-0.1421} - 0.1680$	۱/۶۹۵۲

مدل‌های ۱، ۲ و۳ برای پیدا کردن موثرترین پارامتر از میان اختلاف بین چگالی آب و میوه، حجم و جرم میوه مورد بررسی قرار گرفته است. مدل ۱ نسبت به مدل ۲ دارای خطای مربع میانگین کمتری است که نشان می‌دهد اختلاف بین چگالی آب و میوه نسبت به حجم تاثیر بیشتری بر زمان بالا آمدن دارد. همچنین در جدول ۲، نشان داده شده که حجم میوه نسبت به جرم میوه تاثیری بیشتری بر زمان بالا آمدن میوه در آب دارد.

مدل‌های ۴ و ۵ مدل‌های دو متغیره برای مدل‌سازی زمان بالا آمدن می‌باشند. همچنین این مدل‌ها نشان می دهند که حجم نسبت به جرم تاثیر بیشتری بر زمان بالا آمدن پرتقال خونی دارد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، برخی از مشخصه‌های فیزیکی میوه پرتقال خونی و زمان بالا آمدن آن تعیین شد. مدل‌های مختلفی برای زمان بالا آمدن پرتقال ارائه گردید که بهترین مدل آن $T_r = 2/2938(\rho_w - \rho_f)^{-0/4331}V^{-0/1451} - 0/0244$ با مربع میانگین

خطای ۱/۶۸ بدست آمد. همچنین نتیجه گرفته شد که اختلاف چگالی آب و میوه و حجم پرتقال خونی تاثیر بیشتری نسبت به جرم میوه بر زمان بالا آمدن آن دارند.

تقدیر و تشکر

از گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی و دانشکده دامپزشکی دانشگاه ایلام به خاطر همکاری‌های ارزشمند در راستای این تحقیق قدردانی می‌شود.

منابع

۱- خیرعلی پور، ک.، طباطبایی فر، ا.، مبلی،ح .، رفیعی،ش.، جعفری، ع. و رجبی پور،ع.۱۳۸۷. مدل مدت زمان بالا آمدن سیب در سورت هیدرولیکی. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون. مشهد، ایران.

2- Jordan, R. B., and Clark, C. J. 2004. Sorting of kiwifruit for quality using drop velocity in water. Transaction of ASAE 47: 1991–1998.

3- Kheiralipour, K., A. Tabatabaeefar, H. Mobli, S. S. Mohtasebi, S. Rafiee, A. Rajabipour, and A. Jafari. 2010. Terminal Velocity and Its Relationship to Physical Characteristics of Apple (Malus Domestica Borkh L.). International Journal of Food Properties 13: 261-271.

4- Mazidi, S., S. M. jafari, A. Taheri Garavand and E. Mirzaee, 2013. Modeling of terminal velocity of orange to characterize suitable sorting process. 1st International e-Conference on novel Food ProcessinT, Mashhad, Iran.

5- Mirzaee, E., S. Rafiee, A. Keyhani, Z. Emam-Djomeh, K. Kheiralipour and A. Tabatabaeefar, 2008. Modeling of apricot (Prunus armeniaca L.) terminal velocity in water. Journal of Agricultural Technology 4: 25-35.

6- Mohsenin, N. N. Physical Properties of Plant and Animal Materials, second ed. Gordon and Breach Science Publishers, New York 1986.

7- Taheri Garavand, A. S. Rafiee, A. Keyhani, and E. Mirzaee. 2010. Mathematical Modeling of Tomato Terminal Velocity in Water. Advance Journal of Food Science and Technology 2: 100-103.

Multivariable molding of the of blood orange rising

Mehdi kakaii[1*], Reza Haidari Moghadam[2],Kamran khieralipour[3]

1- MSc Student, Department of Biosystems Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman
2- MSc Student, Department of Biosystems Engineering, Shiraz University
3- Associate, Department of Biosystems Engineering, Ilam University

Abstract

The time of fruits and vegetable falling and rising in water is one of the hydrodynamic properties used in hydrolauic transmission systems and operation management designing. In this research, the time of the blood orange rising determined by using a water column and a digital camera experimentally. The physical properties influenced the time of rising measured by using the standard procedures. Then, the time of rising modeled by using the MATLAB software. The best model for the time of the blood orange rising obtaine by $T_r = 2/2938\left(\rho_w - \rho_f\right)^{-0/4331} V^{-0/1451} - 0/0244$, MSE=۱/۶۸. The results showed that the density different of water and fruit and fruit volume had the most effect on the blood orange rising time.

Keywords: multivariable modeli , matlab (software), rising time, orange, physical properties.