پیش‌بینی جرم گوجه‌فرنگی ریز کردستان با استفاده از روش‌های عصبی- فازی و آماری

پیام جوادی‌کیا[۱*]، نگین سهرابی[۲]

۱- استادیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه Pjavadikia@gmail.com

۲- کارشناس ارشد رشته مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی

چکیده

درجه‌بندی میوه‌ها و سبزی‌ها به صورتی که دارای وزن مشابه باشند، یکی از مهمترین فرآیندها در بسته‌بندی و عرضه در بازار محصولات کشاورزی است. بدست آوردن مدل جرمی دقیق در سیستم‌های بسته‌بندی بسیار لازم و حائز اهمیت است. در این پژوهش مدل جرم گوجه فرنگی ریز کردستانی با استفاده از دو روش عصبی – فازی و آماری بدست آورده شده است. ۱۰۸ نمونه بصورت تصادفی انتخاب گردید. مشخصات فیزیکی نمونه‌ها شامل طول، عرض سطح تصویر و جرم آنها اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان می‌دهد که ضریب تبیین روش‌های عصبی – فازی و SPSS بترتیب ۰/۹۷ و ۰/۸۷ است. از اینرو روش عصبی – فازی روش کارآمدتری نسبت به روش آماری برای مدلینگ جرم گوجه‌فرنگی ریز کردستان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: عصبی – فازی، آماری، SPSS، گوجه‌فرنگی، جرم

فهرست واژه‌ها

L طول (mm)	W وزن آب جابه‌جا شده(gr)
W عرض (mm)	V حجم (cm^3)
M جرم گوجه فرنگی (gr)	ρ چگالی آب (gr/cm^3)
S سطح تصویر (mm^2)	

مقدمه

گوجه‌فرنگی با نام علمی (Lycopersicon Escuterntum) گیاهی علفی و یکساله از رسته دولپه‌ای‌ها از خانواده بادمجانیان (Sogocacoa) و جنس Lycopersicon می‌باشد. گوجه‌فرنگی تازه دارای ۷/۵–۵ درصد ماده خشک است که شامل ۲۲٪ گلوکز، ۲۵٪ فروکتوز، ۱٪ ساکاروز، ۸٪ پروتئین، ۷٪ مواد پکتینی، ۴٪ همی سلولز، ۸٪ مواد معدنی، ۲٪ اسیدهای آمینه دی کربوکسیلی، ۴٪ مالیک اسید، ۹٪ سیتریک اسید و ۲٪ سایر مواد (ویتامین‌ها، پلی فنل‌ها، رنگدانه‌ها، اسیدهای آمینه و ترکیبات فرار) می‌باشد(مصباحی و همکاران، ۱۳۸۸). طبق آمار فائو تولید جهانی گوجه‌فرنگی در سال ۲۰۱۰، ۳۱۴ میلیون تن بوده است. ایران رتبه ششم در دنیا را در تولید گوجه‌فرنگی دارد (امیدی ارجنکی و همکاران، ۱۳۹۱).

مطالعه خواص فیزیکی گوجه‌فرنگی به منظور طراحی ماشین‌های برداشت و تجهیزات پس از برداشت مانند تمیزکردن، جداسازی و بسته‌بندی آنها ضروی است (گرجیان و خوش تقاضا، ۱۳۸۷). یکی از مهمترین فرآیندها در مراحل بسته‌بندی و عرضه در بازار محصولات کشاورزی درجه‌بندی آنها است (امیدی ارجنکی و همکاران، ۱۳۹۱). درجه‌بندی میوه‌ها و سبزی‌ها به صورتی که دارای وزن یکسان و یک شکل باشند همواره ارزش بازاریابی آنها را افزایش می‌دهد و برای صادرات آنها لازم است و موجبات خوشنودی مشتری را فرآهم می‌آورد (Koshnam *et al,.* 2007؛ Naderi-Boldaji *et al,.* 2008 ؛ Omid *et al,.* 2010). بعلاوه جرم برای طراحی تجهیزات پس از برداشت محصولات کشاورزی بسیار حائز اهمیت است که موجب کاهش هزینه‌های حمل و نقل می‌شود و همچنین الگوهای بسته‌بندی مناسب را فراهم می‌آورد (Koshnam *et al,.* 2007 ؛ Keramat Jahromi *et al,.* 2008).

تحقیقات بسیاری توسط محققین برای استخراج روابط بین جرم با سایر خواص فیزیکی میوه ها انجام شده است. با اندازه‌گیری ابعاد و مساحت سطح و سطح رویه و حجم واقعی و حجم فرضی که خرما را به دو شکل شبه کره و بیضی در نظر گرفته شد مدل جرم برای میوه خرما استخراج شده است. نتایج نشان دادند بالاترین ضریب تبیین(R^2) برای مدل جرم بر اساس مساحت سطح برابر با ۰/۷۴ بوده است (Keramat Jahromi *et al,.* 2008). مدل جرم باقلا با اندازه‌گیری خواص فیزیکی آن ارائه شد. نتایج نشان داد که مدل جرم بر اساس سطح رویه با ضریب تبیین(R^2) برابر ۰/۸۲ مناسب‌ترین مدل برای جرم میوه باقلا می‌باشد(Lorestani and Ghari, 2010) . مدل جرم برای دو رقم رایج از میوه هندوانه بر اساس ابعاد، سطح رویه، حجم واقعی و حجم محاسبه شده با فرض شکل میوه بصورت شبه کره و بیضی ارائه شد. مدل جرم پیشنهادی برای هندوانه بر اساس حجم محاسبه شده با فرض شبه کروی بودن با ضریب تبیین (R^2) برابر با ۰/۹۸ بوده است (Seyedabadi *et al,* 2011). مدل جرم پیاز بر اساس ویژگی‌های فیزیکی آن و بکار بردن مدل‌های خطی ارائه شد. مدل پیشنهادی برای پیاز بر اساس بعد طولی پیازبا ضریب تبیین (R^2) برابر ۰/۹۶ بوده است (Ghabel *et al,* 2010). با اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی زردآلو مدل جرم زردآلو ارائه شد. بهترین مدل برای زردآلو بر اساس قطر کوچک با ضریب تبیین(R^2)

برابر ۰/۹۶ می‌باشد (Naderi_Boldaji *et al,*. 2008). مدل جرم برای میوه انار با اندازه‌گیری خواص فیزیکی شامل: ویژگی‌های ابعادی، سطح رویه و حجم آن بدست آورده شد. مدل پیشنهادی برای میوه انار جهت استفاده در سیستم‌های درجه‌بندی بر اساس قطر کوچک میوه انار با ضریب تبیین (R^2) برابر با ۰/۹۱ بوده است (Koshnam *et al,*. 2007). با اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی شامل: جرم، حجم، ابعاد، و سطح رویه مدل جرم برای میوه کیوی ارائه داده شده است. مناسب‌ترین مدل بر اساس حجم محاسبه شده با فرض بیضوی شکل بودن میوه کیوی با ضریب تبیین(R^2) برابر ۰/۹۸ می‌باشد (Lorestan and Tabatabaeefar, 2005).

دسته‌بندی میوه‌ها و سبزی‌ها بر اساس وزن یکسان یکی از مهمترین فرآیندها در بسته‌بندی و عرضه در بازار محصولات کشاورزی است. بدست آوردن مدل جرمی دقیق در سیستم‌های بسته‌بندی بسیار لازم و حائز اهمیت است. مدل‌های جرمی آماری به دلیل سادگی کاربرد زیادی دارند ولی در صورتی که بتوان مدل‌های دیگری با دقت بیشتر به‌دست آورد در افزایش عملکرد سیستم‌های بسته‌بندی تأثیر زیادی خواهد داشت. در این تحقیق به تخمین جرم گوجه فرنگی ریز رقم بومی کردستان با استفاده از ANFIS و SPSS پرداخته شده است. داده‌ها با این دو روش بررسی و آنالیز شده‌اند و سپس به منظور پیشنهاد بهترین مدل برای بیان جرم این دو روش با هم مقایسه شده‌اند.

مواد و روش‌ها

برای انجام آزمایش‌ها در این تحقیق تعداد ۱۰۸ نمونه گوجه‌فرنگی رسیده، بدون عیوب ظاهری، رقم ریز بومی کردستان که در یک مرحله رسیدگی قرار داشتند، به صورت تصادفی تهیه شدند. مواد اضافی آنها، از قبیل خاک ساقه و برگ گوجه‌فرنگی‌ها جدا گردیدند. پس از انتقال به آزمایشگاه خواص بیوفیزیک و مکانیک محصولات کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه خواص فیزیـ ، طول، عرض و جرم آنها اندازه‌گیری شد. جرم نمونه‌ها (M) با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت $\pm$۰/۰۱ گرم به دست آمده است. طول(L) و عرض(W) برای نمونه‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر به دست آمده است. سپس سطح تصویر برای هر نمونه با استفاده از دستگاه سطح سنج ΔT، مدل MK2 با دقت ۰/۱ میلی‌مترمربع اندازه‌گیری شد.

ANFIS

شبکه عصبی برای مدلینگ مسائل مختلف بسیار قدرتمند بوده اما دارای معایبی چند می‌باشد. برای مثال اگر داده‌های ورودی دارای دقت کم و یا مبهم باشند، شبکه عصبی مصنوعی برای جابجا کردن آن‌ها دچار اختلال می شود و یک سیستم فازی مانند ANFIS می-تواند انتخاب بهتری باشد. جانگ (۱۹۹۵) اولین نفری بود که روش ANFIS را پیشنهاد داد و اصول آن را بطور موفقیت آمیزی برای بکار برد (Jang and Sun, 1995). روش ANFIS می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای ساخت یک مجموعه فازی قوانین "If- Then" با

توابع عضویت مناسب به منظور تولید جفت‌های ورودی – خروجی ابتدایی عمل کند. روش ANFIS تمثالی از سیستم‌های فازی سوگنو می‌باشد که قابلیت یادگیری عصبی را دارا می‌باشد. شبکه دارای تابع‌های ویژه و گره‌هایی می‌باشد که در لایه‌هایی جمع شده‌اند (سبزی و همکاران، ۱۳۹۲). جهت استفاده از روش ANFIS نمونه‌ها به دو دسته تقسیم شدند بصورتی که ۷۰ درصد برای مجموعه آموزش و ۳۰ درصد برای مجموعه آزمایش باشد.

نتایج و بحث

در جدول‌های (۱) و (۲) مشخصات شش مدل که با استفاده از روش‌های عصبی – فازی و رگرسیون‌گیری با روش آماری بدست آمده‌اند مشاهده می‌شود. جهت ارزیابی میزان عملکرد روش‌های مختلف استخراج مدل معیارهایی مد نظر است. معیار سنجش مدل‌ها برای دو روش عصبی – فازی و رگرسیون‌گیری با روش آماری عبارتند از: ضریب تبیین (R^2) و میانگین مربعات خطا (MSE). در شکل (۱) نمودار مربوط به قوانین فازی یکی از مدل‌های بدست آمده از طریق روش عصبی – فازی را نشان می‌دهد. همانگونه که ملاحظه می‌کنید این شکل دارای تعدادی سطر و ستون می‌باشد. هر سطر نشان دهنده یک قانون فازی و هر ستون نشان دهنده یک ورودی و یا خروجی می‌باشد. همچنین این مدل دارای ۴ ستون می‌باشد و این نشان دهنده این نکته می‌باشد که مدل دارای سه ورودی و یک خروجی است. داخل هر ستون همانگونه که مشاهده می‌شود یک خط قرمز وجود دارد. پس از اینکه عمل مدلینگ صورت گرفت می‌توان با تغییر دادن هر کدام از خطوط قرمز داخل ستون‌ها خروجی متناسب با آن را مشاهده کرد. به عنوان مثال اگر مقدار ورودی‌ها طول، عرض و سطح تصویر به ترتیب برابر باشد با ۲۸/۱ میلی‌متر، ۲۵/۳ میلی‌متر و $۳/۸۳ \times ۱۰^{۴}$ میلی‌متر مربع آنگاه مقدار جرم متناظر با این سه ورودی برابر با ۳۴/۳ گرم می‌باشد.

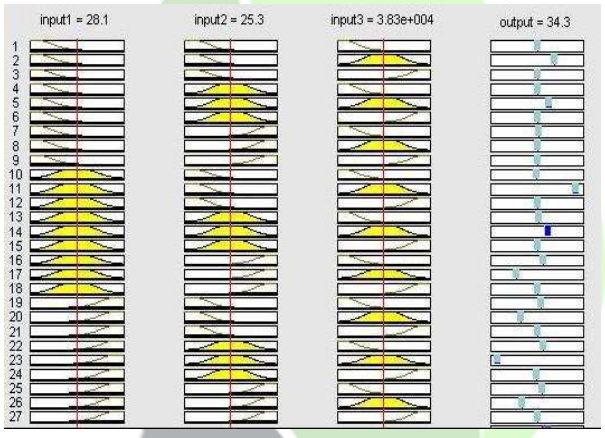
جدول ۱: خلاصه‌ای از تعدادی مدل جرم گوجه‌فرنگی ریز کردستان بر اساس روش ANFIS با داده‌های مختلف ورودی

NO	Mf In[a]	Mf No[b]	Mf O[c]	Input			R^2	MSE
				۱	۲	۳		
۱	Trimf	۳۳۳	L	L	W	S	۰/۹۴	۲/۲۲
۲	Gbellmf	۳۳۳	C	L	W	S	۰/۹۶	۰/۷۹
۳	Gaussmf	۳۳۳	C	L	W	S	۰/۹۶	۰/۷۴
۴	Trimf	۳۳	C	L	W	-	۰/۹۷	۰/۵۸
۵	Gaussmf	۳۳	C	L	-	S	۰/۹۷	۰/۶۶
۶	Trapmf	۳۳	L	-	W	S	۰/۹۳	۱/۰۱

a=Mf input, b=Mf Number, d=Epoch Number, c=Mf output. C=Constant, L= Linear.

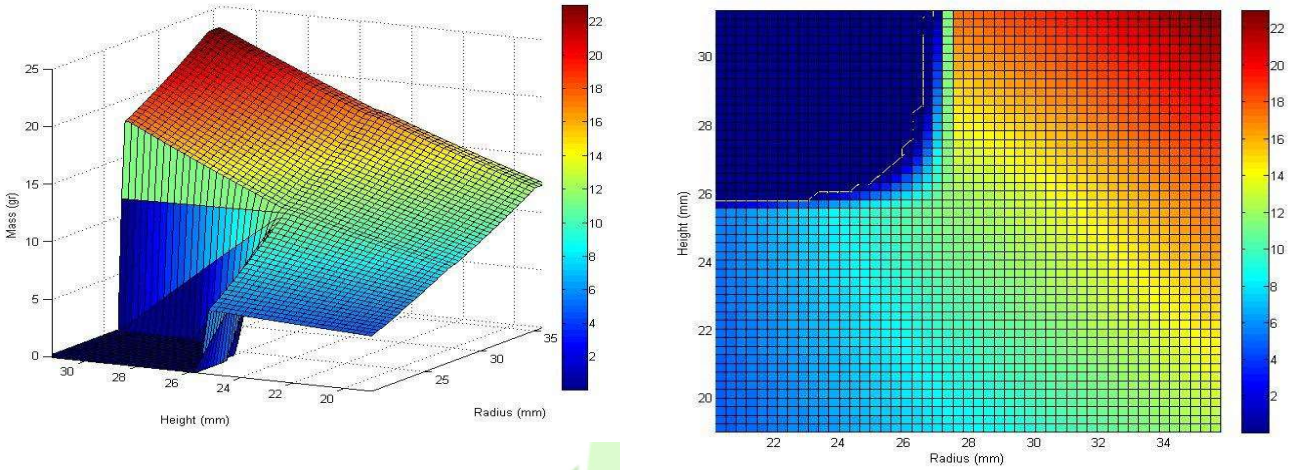
جدول ۲: خلاصه‌ای از تعدادی مدل جرمی گوجه‌فرنگی ریز کرمانشاهی بر اساس روش رگرسیون‌گیری آماری با داده‌های مختلف ورودی

NO	input			Regression equation	R^2	MSE
	۱	۲	۳			
۱	L	W	S	$M=-22.15+0.66L+0.63W+5.26\times10^{-6}S$	۰/۸۷	۱/۲۰
۲	L	W	-	$M=-22.1+0.66L+0.63W$	۰/۸۳	۱/۲۵
۳	L	-	S	$M=-15.66+0.95L-7\times10^{-7}S$	۰/۸۶	۱/۲۳
۴	-	S	W	$M=-18.35+1.28W-1.29\times10^{-7}S$	۰/۷۳	۱/۷۲
۵	L	-	-	$M=-15.67+0.95L$	۰/۸۶	۱/۲۱
۶	-	W	-	$M=-18.35+1.28W$	۰/۷۳	۱/۷۱



شکل ۱: قوانین فازی یک مدل برای تخمین جرم

شکل (۲) نمودار سه بعدی و موزائیکی بین ورودی‌های بهترین مدل ANFIS را نسبت به جرم نشان می‌دهد همانطور که از نمودار مشخص است با افزایش شعاع و ارتفاع در نمونه‌ها جرم آنها افزایش می‌یابد و بالعکس. البته اثرات تغییرات ارتفاع بر روی تغییرات جرم نسبت به تغییرات شعاع بیشتر است به عبارتی دیگر از نمودار موزائیکی می‌توان استنباط نمود که با تغییرات شعاع نمونه‌ها تغییرات رنگ که تغییرات جرم را نشان می‌دهد کم رنگ‌تر است از اثر تغییرات ارتفاع نمونه‌ها، ولی در منطقه‌ای از تغییرات جرم صفر بوده است علت این امر این است که نمونه‌هایی با شرایط مفروض در منطقه آبی پر رنگ وجود خارجی ندارند و لذا داده‌ای نبوده و ANFIS به صورت هوشمند جرم آنها را صفر در نظر گرفته است که به معنی عدم وجود چنین نمونه‌هایی است.



شکل ۲: گراف مربوط به تغییرات جرم در ارتباط با تغییرات شعاع وارتفاع نمونه ها در بهترین مدل ANFIS (راست: گراف موزائیکی، چپ: سه بعدی)

نتیجه‌گیری

همانطور که مشاهده می‌شود و توسط سایر محققین نیز اثبات شده است، روش عصبی – فازی که از روش‌های محسباتی نرم می‌باشد یکی از بهترین روش‌ها برای ارائه مدل جرم گوجه‌فرنگی رقم ریز کردستان می‌باشد. همچنین نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که روش ANFIS از مزیت بالاتری نسبت به روش‌های آماری (از روش‌های محسباتی سخت) برخوردار می‌باشد.

منابع

۱. امیدی ارجنکی، ا.، مدرس مطلق، ا.، و احمدی مقدم، پ. ۱۳۹۱. طراحی، ساخت و ارزیابی سامانه هوشمند درجه بندی گوجه فرنگی. هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی، استان فارس، شیراز.

۲.سبزی، س.، جوادی‌کیا، پ.، و ربانی، ح. ۱۳۹۲. پیش‌بینی جرم پرتقال تامپسون با استفاده از روش‌های عصبی – فازی و SPSS. ششمین همایش یافته‌های پژوهشی کشاورزی، استان کردستان، سنندج.

۳. گرجیان، ش.، و خوش تقاضا، م. ه.۱۳۸۷. بررسی برخی خواص فیزیکی گوجه فرنگی. اولین همایش گوجه فرنگی در ایران، استان خراسان رضوی، مشهد.

۴. مصباحی، غ.ر.، عباسی، ا.، جمالیان، ج.، و فرحناکی، ع.۱۳۸۸. افزودن پوست و دانه گوجه فرنگی به سس کچاپ به منظور بهبود ارزش غذایی و خصوصیات رئولوژیک آن. مجله علوم و فنون کشاورزی جلد سیزدهم، شماره چهل‌وهفتم ص. ۸۲-۶۹.

5. Ghabel, R., A. Rajabipour, M. Ghasemi Varnamkhasti, and M. Oveisi. 2010. Modeling the mass of Iranian export onion (Allium cepa L.) varieties using some physical characteristics. Research Agricultural Engineering 1:33-40.
6. Jang, J.S.R., and C.T. Sun. 1995. Neuro- fuzzy modeling and control. Proceedings of IEEE 83: 378-405.
7. Keramat Jahromi, M., A. Jafari, S. Rafiee, R. Mirasheh, and S.S. Mohtasebi. 2008. Mass Modeling of Date Fruit (cv. Zahedi) with Some Physical Characteristics. Journal Agriculture & Environment 3: 127-131.
8. Khoshnam, F., A. Tabatabaeefar, M. Ghasemi Varnamkhasti, and A. Borghei. 2007. Mass modeling of pomegranate (Punica granatum L.) fruit with some physical characteristics. Scientia Horticulturae 114:21-26.
9. Lorestani, A.N, and M.Ghari. 2012. Mass modeling of Fava bean (vicia faba L.) with some physical characteristics. Scientia Horticulturae 113:6-9.
10. Lorestani, A.N., and A. Tabatabaeefar. 2005. Modeling the mass of kiwi fruit geometrical attributes. International Agrophysics 20:135-139.
11. Naderi-Boldaji, M., R. Fattahi, M. Ghasemi Varnamkhasti, A. Tabatabaeefar, and A. Jannatizadeh. 2008. Models for predicting the mass of apricot fruits by gemetrical attributes (cv.Shams, Nakhjavan, and Jahangiri). Scientia Horticulturae 118:293-298.
12. Omid, M., M. khojastehnazhand, and A. Tabatabaeefar. 2010. Estimating volume and mass of citrus fruits by image processing technique. Journal of Food Engineering 100:315-321.
13. Seyedabadi, E., M. Khojastehpour, H. Sadrnia, and M.H. Saiedirad. 2011. Mass modeling of cantaloupe based on geometric attributes: A case study for Tile Magasi and Tile Shahri. Scientia Horticulturae 130:54-59.

Tomato mass predicted using neural – fuzzy and statistical methods

Payam Javadikia*, Negin sohrabi

Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah Iran

Abstract

Fruits and vegetable with the similar weight is very important in packaging system and marketable agriculture products. In this research, model for tomato mass obtained by using two methods: neural – fuzzy and statistical methods. 108 samples been randomly selected. Physical characteristic such as length, width, surface area and mass for all samples has been measured. The results show that the coefficient of determination for neural – fuzzy and statistical methods is 0.97 and 0.87 respectively. Therefore neural – fuzzy method is efficiently than statistical technique for modeling mass of tomato.

Keywords: Neural –fuzzy, statistical, SPSS, tomato, mass