

پیش بینی مشتری پسندی هندوانه براساس داده های ارزیابی حسی به کمک مدل فازی - خبره

روزبه عباس زاده¹، رضا لبافی²، علی رجیبی پور³ و حجت احمدی⁴

1. دانش آموخته دکتری، گروه مهندسی ماشین های کشاورزی دانشگاه تهران-سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران
2. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی ماشین های کشاورزی دانشگاه تهران
3. استاد، گروه مهندسی ماشین های کشاورزی دانشگاه تهران
4. دانشیار، گروه مهندسی ماشین های کشاورزی دانشگاه تهران

آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده: (Abaszadeh@ut.ac.ir)

چکیده

مشتری پسندی یا مقبولیت کلی یک میوه منعکس کننده مجموع صفات مورد نظر مصرف کنندگان است که عامل مهمی در فروش آن برشمرده می شود. ایجاد مدلی بین شاخص های موثر بر مشتری پسندی و این شاخص کیفی در کنترل کیفیت محصولات و صنعتی نمودن روند انتخاب محصول سودمند می باشد. در این پژوهش 43 عدد هندوانه رقم کریمسون سوییت مورد ارزیابی حسی قرار گرفتند. به این ترتیب که نمونه ها بر اساس شاخص های کیفی معمول یعنی شیرینی، طعم، رنگ و بافت و همچنین از لحاظ مشتری پسندی در گستره ای از رسیدگی درجه بندی شدند. ارزیابی ها با تکمیل پرسشنامه هایی نظر خود را در مورد رسیدگی نمونه ها اعلام کردند. نتایج ارزیابی ها که 24 مورد بود جمع آوری و میانگین آن ها برای هر یک از چهار شاخص کیفی محاسبه شد. با توجه به اینکه مشتری پسندی پارامتری سلیقه ای است و پیش بینی آن به کمک رابطه ای مشخص کاری دشوار به نظر می آید از مدل فازی ممدانی استفاده شد. در ابتدا 80 درصد کل داده ها تصادفاً برای داده های آموزش و مابقی برای داده های آزمون در نظر گرفته شدند. با اعمال روش های مختلف در عملیات ایجاد مدل فازی روی داده های آموزش، 60 نوع مدل فازی در نرم افزار MATLAB که قوانین آن ها همگی براساس روش جدول جستجو استخراج شده بود ایجاد شدند. از بین این 60 مدل، مدل فازی ای که شامل تنها پنج قانون بود با ضریب تعیین 0/96 برای داده های آزمون به عنوان بهترین مدل انتخاب گردید. نتایج حاکی از دقت بالای مدل فازی به منظور پیاده سازی مدلی بین ویژگی های کیفی و مشتری پسندی هندوانه بود. از نتایج این پژوهش می توان در تحلیل های آنی برای برقراری ارتباط بین نظر مصرف کنندگان و ویژگی های کیفی پیش بینی شده به وسیله روش های غیرمخرب مثل پاسخ ارتعاشی استفاده کرد.

کلمات کلیدی: ارزیابی حسی، جدول جستجو، مدل فازی - خبره، مشتری پسندی، هندوانه.

مقدمه

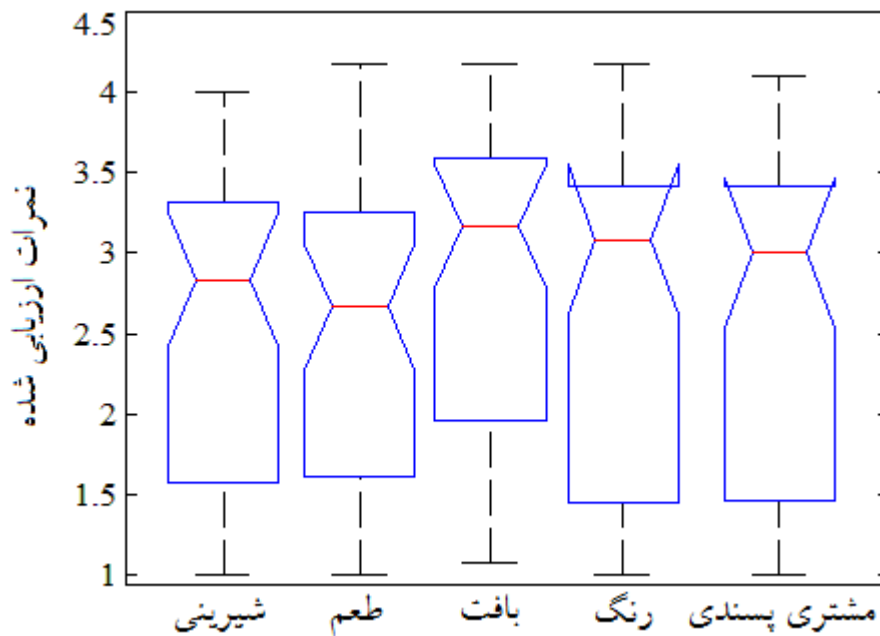
تجزیه و تحلیل حسی، علمی است چند بعدی که ویژگی ها و قابلیت پذیرش محصولات کشاورزی و غذایی و همچنین بسیاری از مواد دیگر را به کمک حواس بینایی، بویایی، چشایی، لامسه، شنوایی اعضای گروه ارزیابی تعیین می کند. هیچ وسیله ای وجود ندارد که بتواند جایگزین پاسخ انسان، ابزار اصلی ارزیابی در هر آزمون حسی

شود و یا آن را تکرار کند . تجزیه و تحلیل حسی در زمینه های مختلفی مانند بهبود، توسعه و تکمیل محصول، کنترل کیفیت، مطالعات انبارداری، قابل استفاده است. اگر هدف دستیابی به نتایج معتبر و قابل اعتماد است، باید با گروه ارزیابی مانند یک وسیله علمی رفتار شود. آزمون هایی که در آنها از گروه ارزیابی حسی استفاده می شود، باید تحت شرایط کنترل شده با به کارگیری طرح های عملی، روش های آزمون و تجزیه و تحلیل آماری مناسب هدایت شود. فقط در این صورت است که تجزیه و تحلیل حسی می تواند داده های ثابت و قابل تکرار ارائه کند [واتس و همکاران، 1989]. مشتری پسندی یا مقبولیت کلی یک محصول برآیندی از ویژگی های حسی مورد نظر مصرف کننده است که دانستن بیشتر در مورد آن می تواند به پیش بینی رفتار مشتریان و بهبود فرایند تولید، کنترل کیفیت و توزیع کمک نماید. ارتباط بین مقبولیت کلی با پارامترهایی که از آنها متاثر است کاری دشوار و پیچیده است. رابطه بین مقبولیت کلی با پارامترهایی چون طعم، نوع بافت، رنگ و ... به سلیقه هر فردی بستگی دارد. گام دشوار دیگر در این مورد کیفیت بودن این پارامترهاست. بنابراین مدل های خطی و نیز غیرخطی قادر به توصیف این رابطه نیستند و نیز دقت پایینی دارند. امروزه روش های هوش مصنوعی مورد استقبال زیادی قرار گرفته اند به خصوص در موقعیت هایی که دقت مدل های خطی کم بوده و یا رابطه از پیچیدگی بالایی برخوردار باشد. یکی از تکنیک های مدل سازی در حوزه هوش مصنوعی، س امانه های استنتاج فازی می باشد. از آنجایی که منطق فازی استوار بر منطق واقعی مورد استفاده در ذهن بشر است در مساله هایی که سلاقی فردی نقش تعیین کننده دارند کارایی بالاتری نسبت به بقیه روش ها مانند شبکه های عصبی دارد [Zadeh, 1965]. روش Mamdani و Sugeno دو نوع سامانه استنتاج فازی رایج در ارتباط بین فضای ورودی و خروجی در مسائل مدل سازی هستند [Sugeno, 1977]. روش استنتاج فازی Mamdani رایج ترین متدولوژی فازی می باشد، به خصوص در وضعیت هایی که مساله مبتنی بر نظرات افراد خبره است [Mamdani and Assilian, 1975]. یکی از چالش های پیشرو در این سامانه یافتن قواعد "اگر- آنگاه" بین متغیرهای ورودی و خروجی است. این قواعد به ندرت بوسیله افراد خبره به صورت قوانین خودآگاه مشخص می گردد و یا با توجه به داده های آزمایش به کمک روش هایی مانند خوشه بندی C-Mean، خوشه بندی کاهشی، جدول جستج و و ... به دست می آیند [لبافی، 1389]. روش جدول جستجو از الگوریتم ساده ای پیروی می کند و در جایی که تعداد داده ها کم است از دقت بالاتری نسبت به دیگر روش ها برخوردار است [Keshavarzi et al., 2011]. در این پژوهش سعی بر آن شده است تا بین مقبولیت کلی هندوانه رقم کریمسون سوییت و چهار پارامتر شیرینی، طعم، رنگ و بافت به کمک روش استنتاج فازی Mamdani که در آن قوانین از روش جدول جستجو استخراج شده است، ارتباط برقرار شود.

مواد و روشها

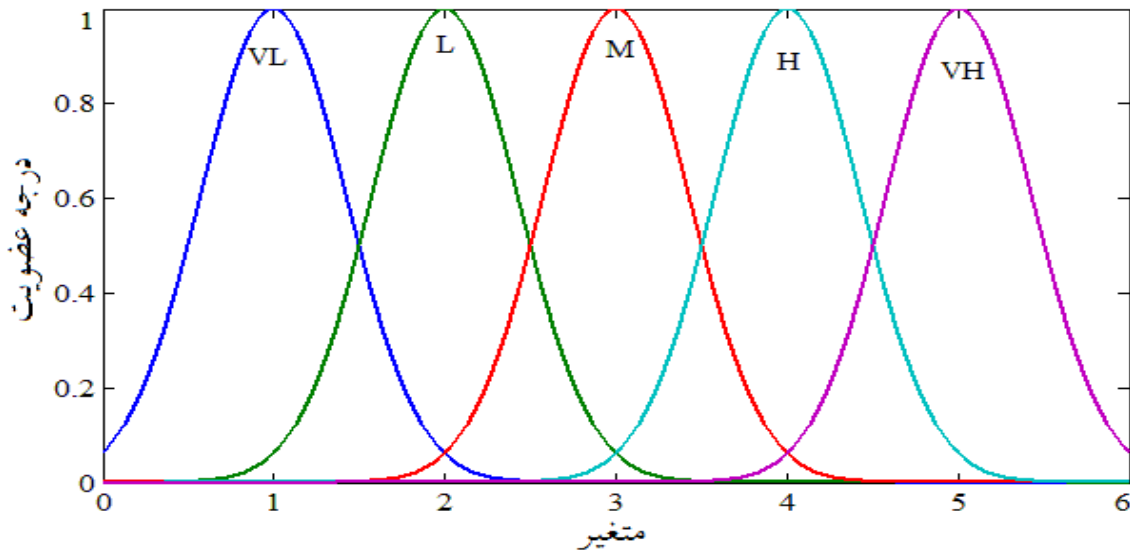
43 هندوانه از رقم کریمسون سوییت که یکی از ارقام صادراتی می باشد، توسط ارزیاب ها در معرض قضاوت حسی قرار گرفتند. به این ترتیب که نمونه ها بر اساس شاخص های کیفی معمول یعنی شیرینی، طعم (و عطر به جز شیرینی)، رنگ و بافت و همچنین از لحاظ مقبولیت کلی یا مشتری پسندی مورد ارزیابی حواس انسان قرار گرفتند و پس از ارزیابی، در گستره ای از رسیدگی درجه بندی می شدند. این گستره بین 1 تا 5 بود بطوری که 1 برای نمونه های نارس، 3 برای نمونه های رسیده و 5 نشان دهنده رسیدگی بیش از حد می باشد. روش کار بدین شکل بود که هر یک از هندوانه ها به قطعاتی تقسیم شد و تلاش شد هر یک از قطعات برش خورده دربردارنده و معرف میانگینی از خصوصیات کیفی نمونه ها باشد. این قطعات در ظروف یک بار مصرف قرار داده می شدند. ظرف مربوط به قطعات هر نمونه با شماره های سه رقمی تصادفی رمزگذاری شد. این شماره ها تأثیری را که ممکن است اعداد یک رقمی یا حروف الفبا بر قضاوت ارزیاب ها گذارند، در پی نخواهد داشت.

قبل از انجام آزمون ها، آموزش هایی به شکل کتبی و شفاهی به ارزیاب ها ارائه می شد. البته بعضی ارزیاب ها که شامل کارکنان و دانشجویان تحصیلات تکمیلی گروه علوم باغبانی دانشگاه تهران بودند به علت شرکت در آزمون های مشابه، تجربه آزمون حسی را دارا بودند. ارزیاب ها با تکمیل پرسشنامه هایی که قبلا تهیه شده بود نظر خود را در مورد رسیدگی نمونه ها اعلام می کردند. برای هندوانه رقم کریمسون سوویت 24 مورد ارزیابی انجام شد که 10 مورد توسط آقایان و 9 مورد نیز توسط بانوان صورت پذیرفت. 5 مورد نیز جنسیت را در پرسشنامه ذکر نکرده بودند. نتایج ارزیابی ها جمع آوری و میانگین آنها برای هر یک از شاخص های کیفی محاسبه شد (شکل 1).



شکل 1: داده های بدست آمده از ارزیابی حسی

پس از جمع آوری داده ها بردار ورودی یک ماتریس 4×43 و بردار خروجی یک ماتریس 1×43 در نظر گرفته شد. در ابتدا به طور تصادفی 34 نمونه برای آموزش و ایجاد سامانه استنتاج فازی و 9 داده به منظور ارزیابی نهایی سامانه های ایجاد شده انتخاب گردیدند. پنج تابع عضویت گوسی شکل روی هر کدام از پنج متغیر ایجاد شد (شکل 2). قوانین به کمک جدول جستجو از روی داده های آموزش تعیین گردید. با تغییر دادن نوع توابع تعریف شده برای عملگر "و"، مرحله دلالت (Implication)، مرحله تجمیع (Aggregation) و مرحله غیرفازی سازی (Defuzzification) در مجموع 60 مدل فازی ایجاد گردید. دقت هر کدام از این مدل ها به وسیله داده های آزمون مورد ارزیابی قرار گرفت و مدلی که دارای بالاترین ضریب تعیین بود به عنوان بهترین مدل انتخاب شد.



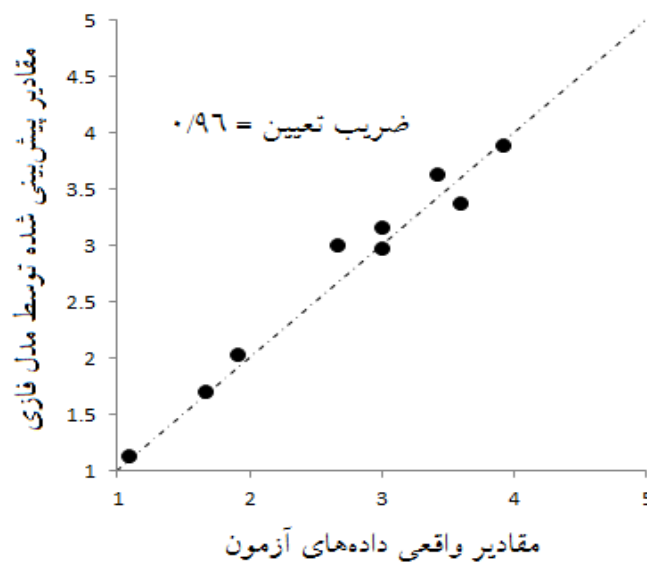
شکل 2: توابع عضویت گوسی شکل تعریف شده روی ورودی‌ها و خروجی

نتایج و بحث

در جدول زیر مشخصات مربوط به بهترین مدل فازی آورده شده است. ضریب تعیین این مدل بر روی داده های آزمون حدود 0/96 بدست آمد.

جدول 1. مشخصات مربوط به بهترین مدل فازی

تعداد قوانین	تابع غیرفازی سازی	تابع تجميع	تابع دلالت	عملگر "و"
5	centroid	sum	min	min



شکل 3: مقادیر واقعی در مقابل مقادیر منتج از مدل فازی

پنج قانونی که در بهترین مدل فازی استفاده شده در جدول زیر آمده است ارتباط بین گزاره های بخش مقدم تمامی با عملگر 'و' صورت گرفته است :

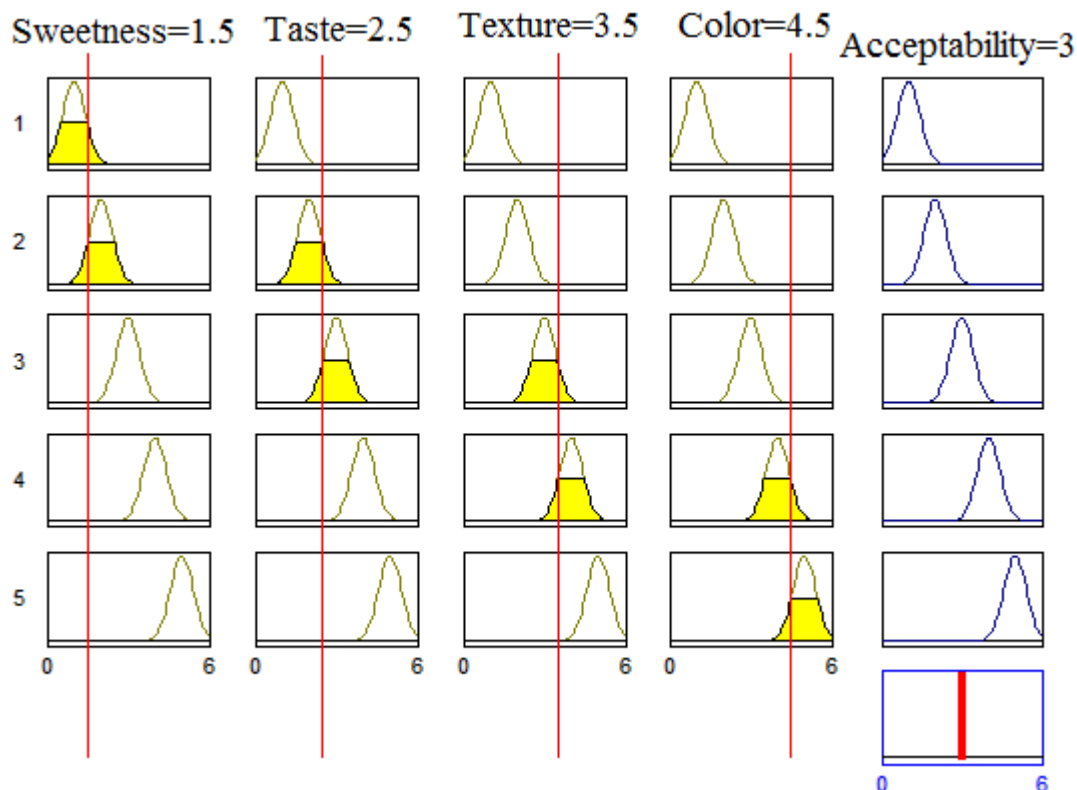
جدول 2. پنج قانونی که در بهترین مدل فازی استفاده شده است

	Sweetness	Taste	Texture	Color	Acceptability	Weight
1	VL	VL	VL	VL	VL	1
2	L	L	L	L	L	0.48141
3	M	M	M	M	M	0.48215
4	H	H	VH	H	H	0.6875
5	VH	VH	VH	VH	VH	1

برای مثال طبق جدول بالا قانون سوم به صورت زیر بیان می شود:

(Sweetness is M) and (Taste is M) and (Texture is M) and (Color is M) then (Acceptability is M) (0.48215) IF

در رابط گرافیکی نمایشگر قواعد میتوان با تغییر دادن هریک از چهار مقدار ورودی، مقدار مقبولیت متناسب با آن را سنجید.



شکل 4: نمایشگر قوانین

با ایجاد مدل فازی با دقت بالا بر اساس نتایج افراد خبره می توان مرحله تشخیص میزان مقبولیت را در خطوط کنترل کیفیت به طور بی وقفه و خودکار انجام داد . استفاده از این رویکرد نوین چشم انداز جدیدی را در مطالعه ارتباط بین مشتری پسندی یک میوه یا محصول غذایی و پارامترهای حسی و همچنین برای شناخت بیشتر سلاقی

متقاضیان محصول می گشاید. در ضمن کاربرد نتایج این تحقیق در تحلیل های آتی در مورد ارتباط ویژگی های منعکس کننده نظر مصرف کنندگان و پاسخ ارتعاشی هندوانه می تواند مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

1. لبافی.ر. بهمن 1389. پایش وضعیت ارتعاشی سامانه سواره ای کاهنده نهایی تراکتور مسری فرگوسن 285 و طبقه بندی ویژگی های عبوب آن به کمک تحلیل موجک و منطق فازی. پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی
2. واتس، بی. ام، یلی ماکی، جی. ال، جفری، ال.ئی. و الیاس، ال.جی. (1989). روش های ارزیابی حسی مواد غذایی. ترجمه قاضی زاده، م. و رازقی، س.ع. (1377). انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور.
- 3.Keshavarzi, A., Sarmadian, F., Labbafi, R. and Rajabi Vandechali, M. 2011. Modeling of Soil Cation Exchange Capacity Based on Fuzzy Table Look-up Scheme and Artificial Neural Network Approach. Modern Applied Science. Vol. 5, No. 1.
- 4.Mamdani, E.H. and S. Assilian. (1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. International Journal of Man-Machine Studies, Vol. 7, No. 1, pp. 1-13.
- 5.Sugeno, M. (1977). Fuzzy measures and fuzzy integrals: a survey. Fuzzy Automata and Decision Processes, pp. 89-102, North-Holland, NY.
- 6.Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control, Vol. 8, pp. 338-353.