

تعیین مزه پرتقال تامسون با استفاده از پردازش تصویر، مبتنی بر روش فازی-عصبی و عصبی-ژنتیک

علی عادلخانی^{۱*}، بابک بهشتی^۲، سعید مینایی^۳، حسین جوادی کیا^۴

- ۱- استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران.
 - ۲- استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
 - ۳- دانشیار گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
 - ۴- استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه.
- (تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۱۳)

چکیده

تنوع و فراوانی ویژگی های کیفی محصولات کشاورزی، مهمترین دلیل توسعه انواع روشهای غیر مخرب بوده است. ماشین بینایی و هوش مصنوعی تکنیک های قدرتمندی در تشخیص بسیاری از خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی محصولات کشاورزی می باشند. قبل از صادرات معمولاً میوه ها از نظر شکل، حجم و وزن درجه بندی می شوند. درجه بندی یک میوه از نظر مزه (ترشی یا شیرینی) به صورت غیر مخرب در امر بازاریابی و قدرت انتخاب و نحوه کاربرد آن تأثیر بسزایی دارد. در این تحقیق با استفاده از ترکیب تکنیک ماشین بینایی و هوش مصنوعی، مزه پرتقال تامسون تعیین شده است. یک دوربین دیجیتال مدار بسته در یک محفظه ویژه تعبیه شده بود که تحت ارتفاع و نور خاص از نمونه ها بطور عمودی عکس می گرفت. همچنین الگوریتمی (برنامه ای) مبتنی بر هوش مصنوعی برای تشخیص مزه پرتقال تامسون از روی خواص ظاهری در نرم افزار متلب تدوین گردید. نتایج نشان داد که تعیین مزه رقم تامسون با استفاده از دو روش فازی-عصبی و عصبی-ژنتیک به ترتیب با دقت های ۹۶/۶۷ و ۹۰ درصد، به صورت غیر مخرب امکان پذیر است.

کلید واژگان: ماشین بینایی، فازی-عصبی، عصبی-ژنتیک، مزه.

* مسئول مکاتبات: ali.adelkhani@yahoo.com

۱- مقدمه

برزیل و ایالات متحده بزرگترین تولیدکننده پرتقال هستند که ۶۰ درصد پرتقال جهان را تولید و ۸۵ درصد این مقدار را فرآوری می کنند. بر اساس گزارش سازمان جهانی غذا (FAO)^۱ تولید پرتقال در سال ۲۰۱۱ در ایران معادل ۱۲۰۰۹۰۰ میلیون تن بوده است که با این حجم تولید در بین کشورهای جهان مقام ۱۳ را به خود اختصاص داده است [۱]. با توجه به توسعه کشت پرتقال در آینده، افزایش میزان مصرف آن و فقدان اطلاعات علمی کافی مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن، ساخت ابزارهایی برای دست یابی به خواص شیمیایی میوه پرتقال به صورت غیر مخرب ضروری به نظر می رسد. لازم به ذکر است که تغییر در ویژگی های درونی این میوه تاثیر بسزایی بر روی بازاریابی آن دارد. مزه نیز که یکی از خصوصیات درونی پرتقال است شامل ترشی و شیرینی یا ملسی است. اگر بتوان مزه را با استفاده از پارامترهای فیزیکی تعیین نمود، آنگاه مشتری می تواند در انتخاب خود آزادی عمل بیشتری داشته باشد. بعضی پرتقال شیرین و برخی پرتقال ترش یا ملس را می پسندند.

مزه پرتقال به دو پارامتر محتوای ماده جامد (SSC)^۲ و اسید تیترا تیبیل^۳ وابسته است [۲ و ۳]. مزه پرتقال از این دو خصوصیت ناشی می شود و با تغییر آن ها مطلوبیت مزه نیز تغییر می کند. محققان زیادی، محتوای ماده جامد و اسید تیترا تیبیل مرکبات را مورد بررسی قرار داده اند. ابنلند و همکاران رابطه ای را بر اساس این دو خصوصیت و رنگ پوست پرتقال برای تعیین مطلوبیت مزه پرتقال ناول گزارش نمودند. در این تحقیق برای بدست آوردن رابطه بین سه خصوصیت رنگ پوست، محتوای ماده جامد و اسید تیترا تیبیل با مزه، از یک گروه چشایی ۱۲ نفره استفاده شد [۳]. بین محتوای ماده جامد و اسید تیترا تیبیل پرتقال

و اندازه آن رابطه وجود دارد. به عبارت دیگر هرچه اندازه پرتقال بزرگتر باشد محتوای ماده جامد و اسید تیترا تیبیل آن کمتر و هرچه این اندازه کوچکتر باشد محتوای ماده جامد و اسید تیترا تیبیل آن بیشتر است [۴].

در پژوهشی دیگر با استفاده از ماشین بینایی و شبکه عصبی محتوای شکر و pH پرتقال ایکن^۴ تعیین شده است. در این تحقیق مدل های مختلفی، برای پیش بینی محتوای شکر و محتوای pH، از روی ویژگی های ظاهری مانند رنگ و اندازه یافته شده است که تمامی این مدل ها دقت قابل قبولی را از خود نشان داده بودند [۵].

تکنیک بینایی ماشین یکی از نخستین روشهای ارزیابی محصولات کشاورزی بوده است و عمده کاربرد گسترده آن با پیشرفت و توسعه سامانه های سخت افزاری پردازش تصویر توأم شده است. در حال حاضر، ماشین بینایی به طور وسیعی در کشاورزی و ارزیابی محصولات استفاده می شود. در مجموع می توان گفت بیشترین کاربرد این تکنیک در سیستم های درجه بندی محصولات کشاورزی، تشخیص رنگ، عیوب ظاهری و بافت بوده است. بنابراین بدست آوردن شرایط بهینه برای استفاده از این روش بسیار حائز اهمیت است. آزمایش های تعیین شرایط مختلف از جمله حجم، وزن، کرویت، PH، مزه میزان شکر را می توان بر روی انواع مرکبات از جمله پرتقال انجام داد.

امید و همکاران سیستمی را برای اندازه گیری جرم و حجم مرکبات ساختند. در این تحقیق از دو دوربین برای تهیه تصاویر عمودی از میوه ها استفاده شده و الگوریتم آن در برنامه (VB) نوشته شده است [۶].

تحقیقات زیادی بر روی درجه بندی انواع مختلف میوه ها از نظر اندازه، شکل، وزن، حجم و آسیب های سطحی انجام

1. Food Agricultural Organization
2. Soluble solid concentration
3. Titratable acidity
4. Iyokan

۱۰ سانتیمتری نصب شده بود انجام گرفت. (شکل ۱) [۷].

۲-۳- برنامه نوشته شده در نرم افزار متلب

برای استخراج پارامترهای ظاهری

استخراج پارامترهای ظاهری توسط برنامه نوشته شده در نرم افزار متلب ۷/۱۱ انجام گرفت. برای این منظور پس از تصویر برداری از نمونه ها پارامترهای ظاهری همچون رنگ قرمز (R) (شکل ب-۲)، رنگ سبز (G)، رنگ آبی (B)، قطر بزرگ (Length)، قطر کوچک (Width) (شکل الف-۲)، سطح (A) (شکل ج-۲)، مختصات مرکز جرم، محیط، پارامترهای مربوط به بافت سنجی^۵ و پیکسل های سفید زمینه^۶ (شکل ه-۲) تعیین شدند.

۲-۴- بررسی دقیق بودن پارامترهای مستخرج

توسط برنامه نوشته شده

برای به دست آوردن دقت کار برنامه نوشته شده، سه پارامتر قطر بزرگ و قطر کوچک (شکل ۲-الف) و سطح (شکل ۲-ج)، توسط کولیس و دستگاه سطح سنج محاسبه شدند و با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه با مقادیر به دست آمده توسط برنامه نوشته شده مقایسه گردیدند.

۳- تشخیص مزه

۱-۳- گروه چشایی

گروه چشایی متشکل از ۵ مرد و ۵ زن طی سه دوره متوالی (هر دوره یک ساعت) توسط یک کارشناس خبره مورد آموزش قرار گرفتند.

مزه در ۵ زیر مجموعه خیلی شیرین، شیرین، ملس، ترش و خیلی ترش بررسی می شد.

شده است و این نوع درجه بندی ها لازمه صادرات هر محصولی است. ولی تاکنون هیچ روشی مبتنی بر درجه بندی بر اساس مزه با استفاده از دو روش فازی-عصبی و عصبی-ژنتیک و ماشین بینایی گزارش نشده است زیرا از نظر بعضی محققان استفاده از ماشین بینایی در تشخیص مزه امری سخت و مشکل است. از آنجا که اندازه پرتقال با محتوای ماده جامد و اسید تیترا تیبیل در ارتباط است پس می توان از روی ویژگی های ظاهری مزه پرتقال را تعیین نمود.

جدا سازی بر اساس ترشی و شیرینی یک میوه می تواند بر امر بازارپسندی و موارد استفاده آن تاثیر بسزایی داشته باشد. مثلاً برای تهیه آب پرتقال یک پرتقال شیرین بهتر و محبوب تر از نوع ترش آن است یا پرتقال متمایل به مزه ترش سرشار از ویتامین C است. لذا هدف از این تحقیق تعیین مزه پرتقال تامسون با استفاده از پردازش تصویر و هوش مصنوعی است.

۲- مواد و روش ها

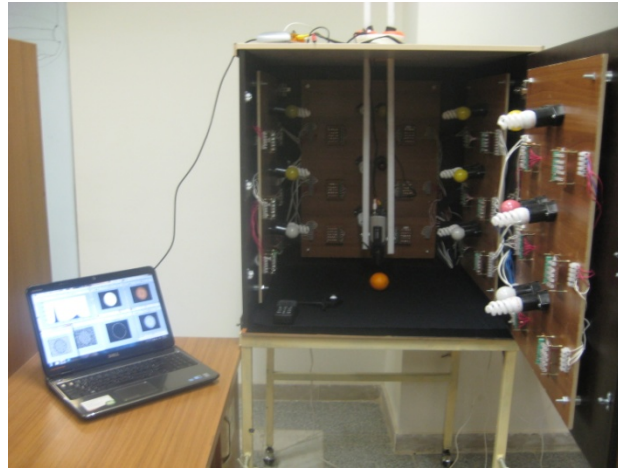
۲-۱- آماده سازی نمونه ها

۱۳۰ عدد پرتقال تامسون در روزهای مختلف و از نقاط مختلف شهر کرمانشاه خریداری شد (با توجه به ظرفیت چشایی اعضای پنل تقریباً روزی ۱۳ عدد). به همین خاطر عملیات ثبت اطلاعات حدود ۱۰ روز به طول انجامید. از ۱۳۰ نمونه ۱۰۰ عدد برای مدل سازی و ۳۰ عدد برای ارزیابی سیستم استفاده شدند.

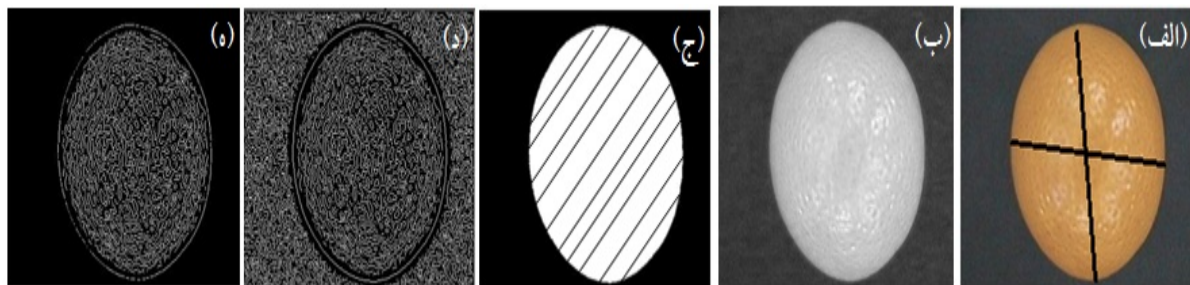
۲-۲- تصویر برداری از نمونه ها

تصویر برداری از نمونه ها زیر نور لامپ LED سفید و توسط دوربینی (CCD540TVL with a 752H × 582V resolutions) که به صورت عمودی و در ارتفاع

5. Entropyfilt و Stdfilt و graycomatrix و Rangefilt
6. edge



شکل ۱ محفظه پردازش تصویر



شکل ۲ برخی از پارامترهای اندازه گیری شده توسط برنامه تدوین شده

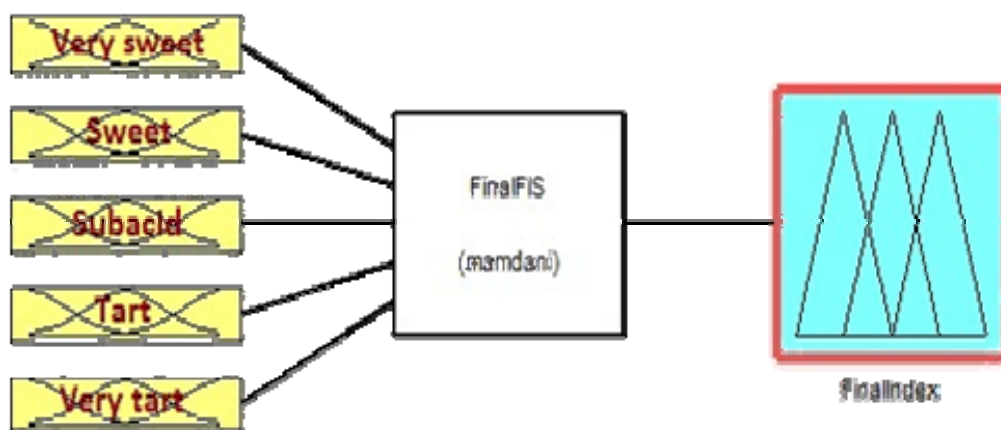
بنابراین با استفاده از منطق فازی مدلی طراحی گردید که قادر به برآیند گیری از ۱۰ مزه تعیین شده گروه چشایی برای هر نمونه بود. شکل (۳) مدل طراحی شده برای برآیند گیری مزه را نشان می دهد. دامنه تغییرات مزه بین ۰ تا ۱۰۰ در نظر گرفته شده است (۰-۲۰ خیلی ترش، ۲۰-۴۰ ترش، ۴۰-۶۰ ملس، ۶۰-۸۰ شیرین، ۸۰-۱۰۰ خیلی شیرین). صفر مزه خیلی ترش و ۱۰۰ مزه خیلی شیرین است. جدول (۱) سه نمونه از ۱۰۰ نمونه تحت آزمایش را نشان می دهد. به عنوان مثال با توجه به ردیف اول این جدول و شکل (۴)، ۳ نفر خیلی شیرین و ۷ نفر شیرین را در پرسش نامه خود ثبت کرده بودند. مدل طراحی شده برآیند نهایی مزه را ۸۰/۱۳ بدست آورد. این روش برآیند گیری برای هر ۱۰۰ نمونه انجام و عدد مزه نهایی آن ها تعیین شد که سه نمونه از این ۱۰۰ نمونه در جدول (۱) نشان داده شده است.

تشخیص مزه با این روش بسیار مبهم و پیچیده است چراکه ممکن است هر یک از قطعات یک پرتقال از نظر یک نفر از گروه چشایی ترش و از نظر فرد دیگری شیرین به نظر آید. همه نمونه ها کدگذاری شده و هر عضو از گروه چشایی با ذکر کد نمونه مورد نظر، مزه آن را در پرسش نامه ای ثبت می نمود. قبل از چشیدن پرتقال ها توسط گروه چشایی، نمونه ها یک روز در یخچال قرار داده می شدند تا دمای آن ها به ۵ درجه سانتیگراد برسد [۳]. همچنین هر یک از اعضای گروه چشایی بعد از چشیدن هر قطعه، دهان خود را با آب شستشو می داد [۳].

۳-۲- برآیند گیری از مزه های تشخیص داده

شده توسط اعضای پنل

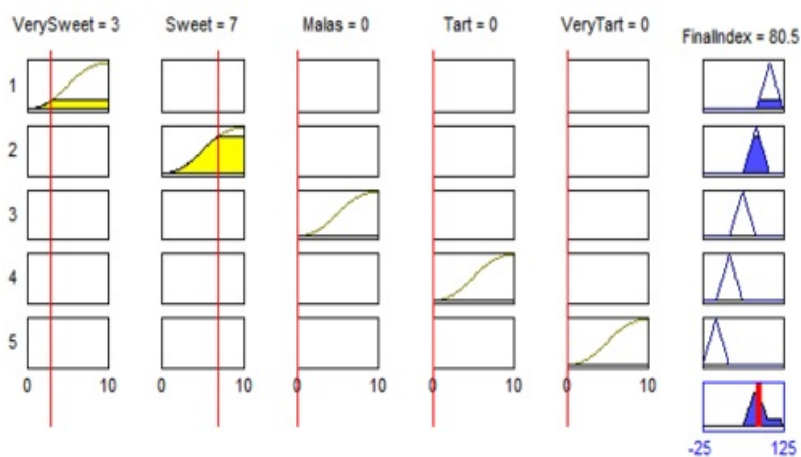
با توجه به اینکه هر پرتقال توسط ۱۰ نفر ارزیابی می شد،



شکل ۳ مدل طراحی شده برای برآیندگیری مزه

جدول ۱ سه مثال از نحوه برآیندگیری از مزه ها

نوع رقم	خیلی شیرین	شیرین	ملس	ترش	خیلی ترش	برآیند مزه ها	ارزش مزه
تامسون	۳	۷	۰	۰	۰	۸۰/۵۳	خیلی شیرین
تامسون	۰	۰	۰	۸	۲	۲۱/۳۲	ترش
تامسون	۰	۷	۳	۰	۰	۶۸/۴۹	شیرین



شکل ۴ نمایش تصویری نحوه برآیندگیری سیستم استنتاج فازی طراحی شده برای ردیف اول جدول ۱

آزمون های پرسش نامه ای، بررسی شدند [۸]. آزمون های پرسش نامه ای روش های مختلفی دارد که یکی از آن ها ضریب آلفای کرونباخ است [۹].

۳-۲-۱- بررسی دقت کار گروه چشایی

قبل از برآیندگیری مزه های تعیین شده توسط گروه چشایی، ابتدا معناداری مزه های تعیین شده توسط ایشان از طریق

۳-۳- مدل سازی برای تشخیص مزه بر اساس روش فازی-عصبی (انفیس)^۷

انفیس به کمک مجموعه ای از داده های ورودی و خروجی، یک سیستم استنتاج فازی ایجاد می کند. پارامترهای توابع عضویت این سیستم، از طریق الگوریتم پس انتشار یا ترکیب آن با روش حداقل مربعات تنظیم می شوند. این عملیات تنظیم به سیستم فازی اجازه می دهد تا ساختار خود را از مجموعه داده ها فرا بگیرد. در واقع می توان گفت انفیس مجموعه ای از شبکه عصبی و فازی است. سیستم استنتاجی فازی-عصبی از دو سیستم عصبی و فازی تشکیل شده است و فواید هر دو تکنیک را دارا می باشد [۱۱ و ۱۰]. در علوم مهندسی، انفیس تکنیکی است برای حل مسائل پیچیده و غیر خطی مانند آب، گیاه و هوا [۱۱ و ۱۲ و ۱۳]. انفیس قادر است بین ورودی ها و خروجی های یک مسئله روابطی غیر خطی پیدا کند [۱۴ و ۱۵].

در این تحقیق از رابط گرافیکی انفیس و محیط کد نویسی در نرم افزار متلب استفاده شد. برای تشخیص مزه تمامی پارامترهای مستخرج توسط ماشین بینایی بررسی و برخی از آن ها به عنوان ورودی الگوریتم مورد استفاده قرار گرفتند. مزه تعیین شده توسط اعضای پنل برای آموزش مدل های ساخته شده استفاده شد (شکل ۵).

۳-۴- مدل سازی تشخیص مزه بر اساس روش عصبی-ژنتیک

الگوریتم ژنتیک روشی برای حل مسائل بهینه سازی است که از طبیعت الهام گرفته است. الگوریتم ژنتیک بطور مکرر جمعیتی از راه حل های منفرد مسئله را تغییر می دهد که از این تغییرات تحت عنوان تکامل یاد می شود. اولین بار این مفهوم در آموزش شبکه های عصبی مطرح شد. در واقع وزن ها و بایاس های شبکه عصبی پس انتشار ارتجاعی با استفاده از الگوریتم ژنتیک در جهت حل مسئله بهینه سازی می شوند.

برای مدل سازی مزه بر اساس روش عصبی ژنتیک از محیط کد نویسی نرم افزار متلب استفاده شد. ویژگی های مدل ساخته شده شامل دولاپه مخفی و الگوریتم یادگیری ممتوم با ۱۰ دوره تکرار بود (شکل ۶).

۴- بحث و نتیجه گیری

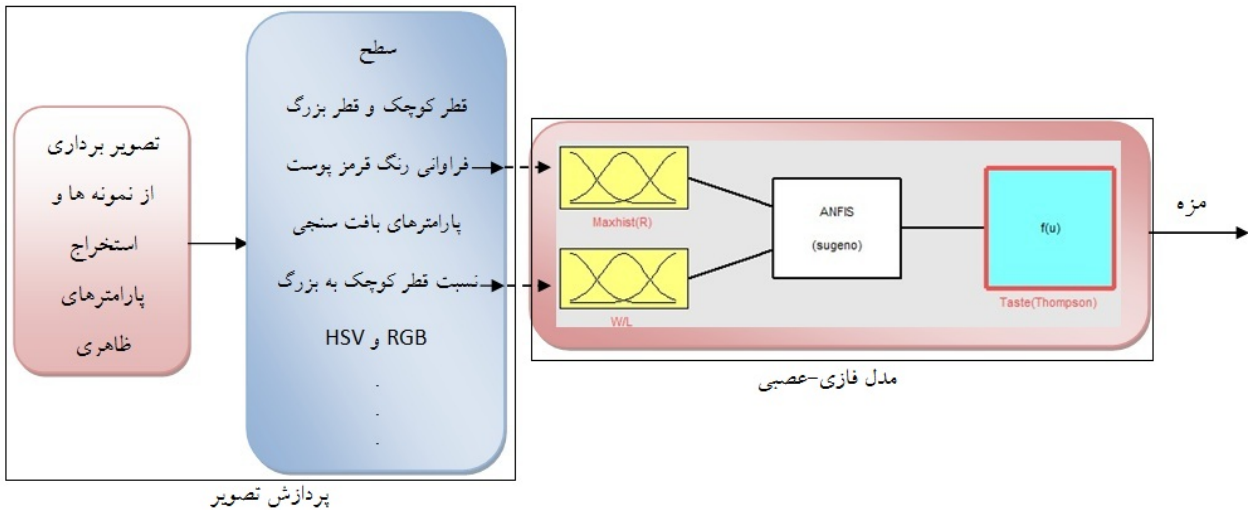
۴-۱- پردازش اطلاعات اولیه

دقت کار برنامه نوشته شده به وسیله آنالیز واریانس یکطرفه بررسی شد. اطلاعات بدست آمده از پردازش تصویر و اطلاعات اندازه گیری شده توسط کولیس و دستگاه سطح سنج تحلیل و با توجه به $(P > 0.05)$ ، می توان نتیجه گرفت که برنامه تدوین شده از دقت قابل قبولی برخوردار است. مزه های تعیین شده توسط گروه چشایی نیز، توسط ضریب آلفای کرونباخ تحلیل شدند. با توجه به مقدار بدست آمده این ضریب (0.906) کار گروه چشایی مورد تایید قرار گرفت [۹].

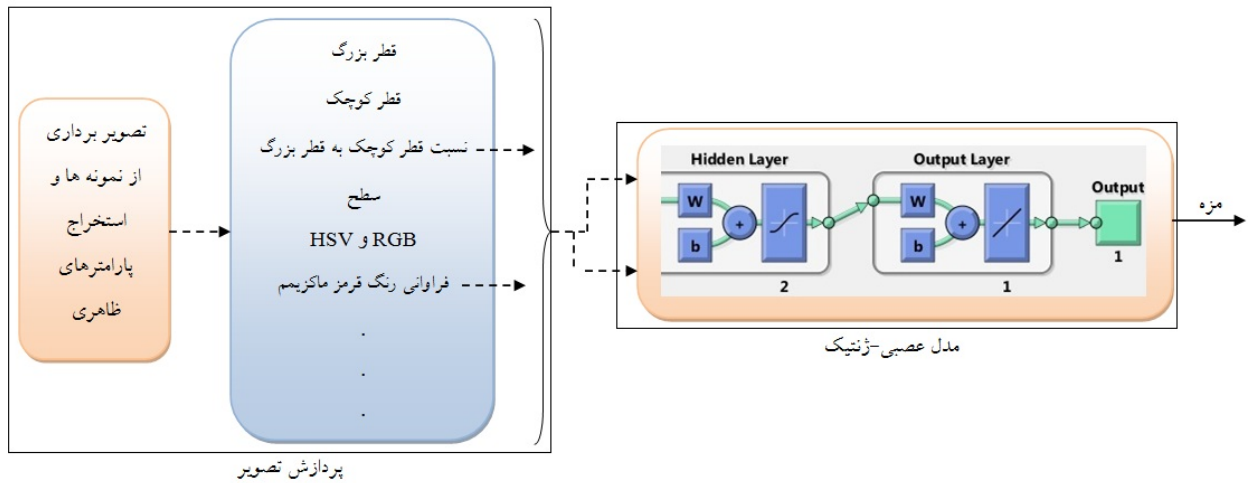
۴-۲- مدل سازی برای تعیین مزه

شکل (۵) مدل فازی-عصبی ساخته شده برای تعیین مزه را نشان می دهد. این مدل از نوع سوگنو و شامل ۷ تابع $pimf$ برای هر ورودی و ۴۹ قانون فازی است. بر اساس این شکل دو ورودی نسبت قطر کوچک به قطر بزرگ (W/L) و فراوانی رنگ قرمز پوست ($Max\ hist(R)$) برای تعیین مزه مورد استفاده قرار گرفتند. این دو ورودی با استفاده از روش عصبی ژنتیک نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند (شکل ۶). مدل عصبی-ژنتیک ساخته شده شامل دو لایه مخفی با الگوریتم یادگیری ممتوم و تابع انتقال $TanhAxon$ می باشد. برایند مزه های تعیین شده توسط گروه چشایی نیز برای آموزش مدل فازی-عصبی و عصبی-ژنتیک استفاده شد.

شکل (۷) نشان دهنده دیاگرام دو بعدی پیش بینی مزه، در روش فازی-عصبی است. هرچه شکل پرتقال تامسون گرد تر رنگ پوست آن سرخ تر می شوند مزه پرتقال به شیرینی می گراید.



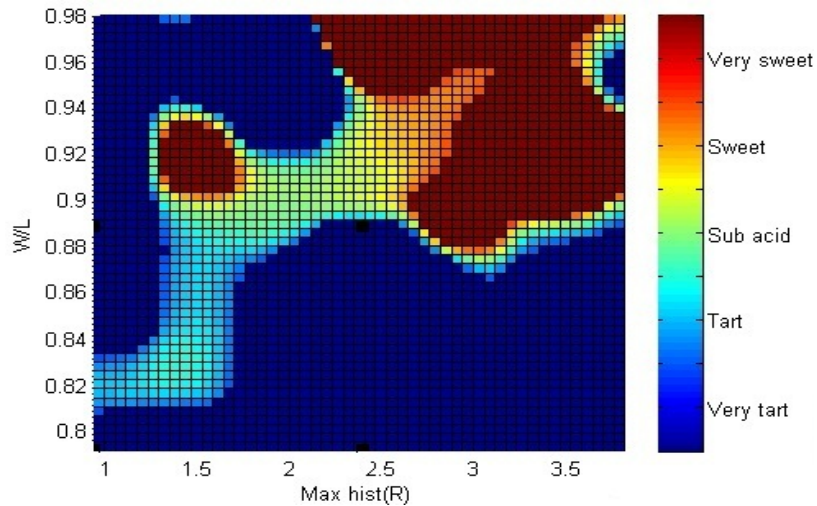
شکل ۵ مدل فازی-عصبی ساخته شده



شکل ۶ مدل عصبی-ژنتیک ساخته شده

خواص ظاهری [۵]، بدست آوردن مدل آماری بر اساس رنگ برای تعیین SSC و TA [۳] و بدست آوردن رابطه بین اندازه پرتقال و SSC [۴] می توان نتیجه گرفت که بین رنگ و شکل و اندازه پرتقال و مطلوبیت مزه آن رابطه ای بر قرار است. جدول های ۲ و ۳ به ترتیب اطلاعات برخی مدل های ساخته شده با استفاده از روش فازی-عصبی و عصبی-ژنتیک را نشان می دهند.

این دو پارامتر به طور همزمان تاثیر گذار هستند زیرا دیاگرام نشان می دهد که به ازای سرخی زیاد و دایره ای نبودن میوه یا دایره ای بودن و سرخی کم، مزه به ترشی می گراید. به نظر می رسد که سرخی پوست پرتقال با شیرینی آن تا حدی وابسته است [۵]. با توجه تحقیقات گذشته شامل بدست آوردن مدل شبکه عصبی برای پیش بینی محتوای شکر پرتقال از روی



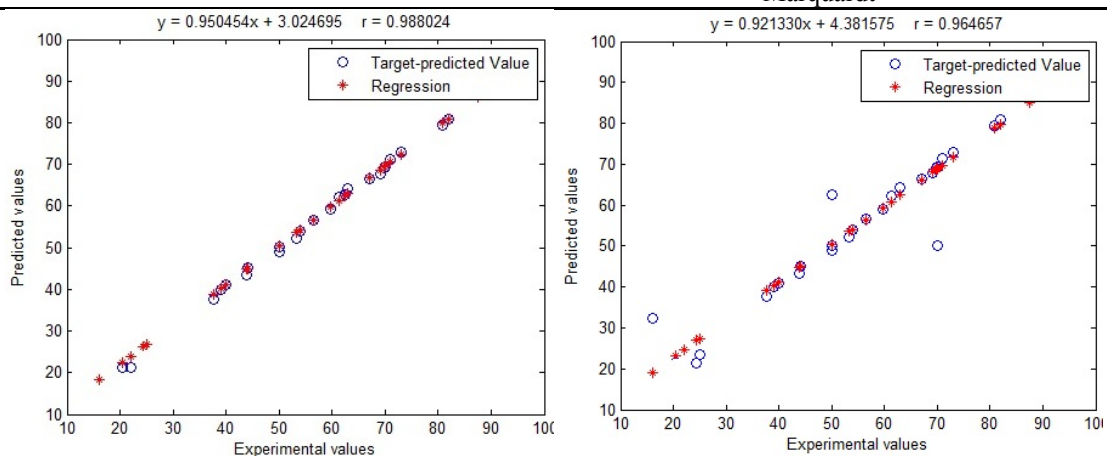
شکل ۷ ورودی ها و خروجی مدل فازی ساخته شده

جدول ۲ تحلیل ورودی ها با استفاده از روش فازی-عصبی

شماره مدل	توابع عضویت	تعداد توابع عضویت	ورودی ۱	ورودی ۲	ورودی ۳	خروجی	r	MSE	SSE
۱	pimf	۷۷	Max_hist(R)	W/L		مزه	۰/۹۸	۰/۳۵	۳۱/۸۴
۲	gbellmf	۳۳	Area	edge		مزه	۰/۹۱	۰/۳۸	۵۲/۳۶
۳	trapmf	۵۵۵	edge	rangefilt	R*G*B	مزه	۰/۹۳	۰/۳۶	۴۲/۵۶
۴	psigmf	۹۹۹	Width/length	Length/Area	Width/Area	مزه	۰/۵۸	۱۲/۹۸	۱۵۶/۲۳

جدول ۳ تحلیل ورودی ها با استفاده از روش عصبی-ژنتیک

شماره مدل	توابع انتقال	الگوریتم یادگیری	ورودی ۱	ورودی ۲	تعداد لایه های مخفی	خروجی	r	MSE	SSE
۱	TanhAxon	Momentum	Max_hist(R)	W/L	2	مزه	۰/۹۶	۱۳/۲۹	۳۵۹/۰۴
۲	SigmoidAxon	Momentum	Max_hist(R)	W/L	1	مزه	۰/۹۲	۱۵/۹۹	۴۰۵/۹۹
۳	SigmoidAxon	Levenberg Marquardt	Max_hist(R)	W/L	1	مزه	۰/۹۰	۳۱/۸۹	۹۵۴/۹۸
۴	TanhAxon	Levenberg Marquardt	Max_hist(R)	W/L	2	مزه	۰/۹۴	۱۴/۵۴	۳۸۷/۸۱



شکل ۸ نمودار یک به یک ضریب همبستگی: راست) مدل عصبی-ژنتیک چپ) مدل فازی-عصبی

۴-۳- ارزیابی سیستم

۳۰ نمونه، مزه ۲۹ عدد آن ها را صحیح تعیین کرده است و دقت سیستم ۹۶/۶۷ درصد به دست آمده است. جدول ۵ نشان دهنده ماتریس اغتشاش ارزیابی، در روش عصبی-ژنتیک است. در این روش سیستم مزه ۳ عدد پرتقال را غلط تعیین کرده و دقت آن ۰/۹ به دست آمده است. در نهایت مشخص می شود که روش فازی-عصبی دقت بالاتری را در تعیین مزه پرتقال تامسون از خود نشان داده است.

به منظور ارزیابی، ۳۰ عدد پرتقال زیر دوربین سیستم قرار داده شدند و تصاویر آن ها گرفته شد. با استفاده از مدل های فازی-عصبی و عصبی-ژنتیک مزه آن ها تعیین شد. سپس مزه ۳۰ عدد پرتقال توسط گروه چشایی نیز ارزیابی و ثبت گردید. برای ارزیابی، مزه تعیین شده توسط گروه چشایی مبنای قرار داده شد. جدول ۴ ماتریس اغتشاش را در مدل فازی-عصبی نشان می دهد [۱۶]. در این جدول مشاهده می شود که سیستم از

جدول ۴ ماتریس اغتشاش مزه در روش فازی-عصبی

مزه	خیلی شیرین	شیرین	ملس	ترش	خیلی ترش
خیلی شیرین	۷				
شیرین	۱	۱۱			
ملس			۷		
ترش				۴	
خیلی ترش					۱
دقت	۹۶/۶۷				۲۹/۳۰

جدول ۵ ماتریس اغتشاش مزه در روش عصبی-ژنتیک

مزه	خیلی شیرین	شیرین	ملس	ترش	خیلی ترش
خیلی شیرین	۷				
شیرین	۲	۱۱			
ملس			۷	۱	
ترش				۴	
خیلی ترش					۱
دقت	۰/۹۰				۲۷/۳۰

در تشخیص مزه رقم تامسون با استفاده از دو روش فازی-عصبی و عصبی-ژنتیک به ترتیب ۹۶/۶۷ و ۰/۹۰ بدست آمد.

۵- بحث و نتیجه گیری کلی

ماشین بینایی و هوش مصنوعی تکنیک های قدرت مندی در تعیین خصوصیات مختلف محصولات کشاورزی هستند و از آن ها در زمینه های تحقیقاتی زیادی استفاده شده است. ولی تاکنون تحقیقی مبتنی بر ترکیب این دو فن کارا با یکدیگر برای تعیین مزه پرتقال گزارش نشده است. در این تحقیق با استفاده از دو روش فازی-عصبی و عصبی-ژنتیک برای اولین بار مزه پرتقال تامسون به صورت غیر مخرب تعیین شد. آزمایش ها با بکارگیری ۱۳۰ نمونه انجام گرفتند. نرم افزار متلب و محیط کد نویسی آن برای مدل سازی ها استفاده شدند. دقت سیستم

۶- تشکر و قدردانی

با توجه به این که مقاله حاضر مستخرج از طرح پژوهشی اینجانب است لذا از دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه و معاونت پژوهش مربوطه جهت حمایت های مالی انجام گرفته تقدیر و تشکر می نمایم.

۷- منابع

- [9] Cronbach, L.J. 1951. Coefficient Alpha and the Internal Structure of tests, *Psychology*, 19:297-234.
- [10] Metin, E.H., and Murat, H. 2008. Comparative analysis of an evaporative condenser using artificial neural network and adaptive neuro-fuzzy inference system, *International Journal of Refrigeration*, 31:1426-1436.
- [11] Buragohain, M., and Mahanta, C. 2008. A novel approach for ANFIS modelling based on full factorial design, *Applied Soft Computing*, 8:609-625.
- [12] Cheng, C.B., Cheng, C.J., and Lee, E.S. 2002. Neuro-fuzzy and genetic algorithm in multiple response optimization, *Computers and Mathematics with Applications*, 44: 1503-1514.
- [13] Arkhipov, M., Krueger, E., and Kurtener, D. 2008. Evaluation of ecological conditions using bioindicators: application of fuzzy modeling, *Lecture Notes in Computer Science*, 5072:491-500.
- [14] Naderloo, L., Alimardani, R., Omid, M., Sarmadian, F., Javadikia, P., Torabi, M.Y., and Alimardani, F. 2012. Application of ANFIS to predict crop yield based on different energy inputs. *Measurement*, 45:1406-1413.
- [15] Serge, G. 2001. Designing fuzzy inference systems from data: Interpretability oriented review, *IEEE Transaction on Fuzzy Systems*, 9 (3): 426-442.
- [16] Ghasemi-Varnamkhasti, M., Mohtasebi, S.S., Rodriguez-Mendez, M., Lozano, J., Razavi, S.H., Ahmadi, H., and Apetrei, C. 2012. Classification of non-alcoholic beer based on after taste sensory evaluation by chemometric tools, *Expert Systems with Applications*, 39: 4315-4327.
- [1] FAO. Agricultural statistics (2010). Available: www.fao.org.
- [2] Jamshidi, B., Minaei, S., Mohajerani, E., and Ghassemian, H. 2012. Reflectance Vis/NIR spectroscopy for nondestructive taste characterization of Valencia oranges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 85:64-69.
- [3] Obenland, D., Collin, S., Mackey, B., Sievert, J., Fjeld, K., and Lu Arpaia, M. 2009. Determination of flavor acceptability during the maturation of navel Oranges. *Postharvest Biology and Technology*, 52:156-163.
- [4] Barry, G.H., and Castle, W.S. 2004. Soluble solids accumulation in Valencia sweet orange as related to rootstock selection and fruit size. *J. Amer. Soc. Hort. Sci*, 129(4): 594-598.
- [5] Kondo, N., Ahmad, U., Monta, M., and Murase, H. 2000. Machine vision based quality evaluation of Iyokan orange fruit using neural networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, 29:135-147.
- [6] Omid, M., KHojastehnazhand, M., and Tabatabaeefar, A. 2010. Estimating volume and mass of citrus fruits by image processing technique. *Journal of food Engineering*, 100:315-321.
- [7] Adelkhani, A., Beheshti, B., Minaei, S., and Javadikia, p. 2012. Optimization of light conditions and camera height for citrus image processing. *WASJ*, 18(10):1435-1442.
- [8] Latreille, J., Mauger, E., Ambrosine, L., Tenenhaus, M., Vincent, M., and Navarro. 2006. Measurement of the reliability of sensory panel performances, *Food Quality and Preference*, 17: 369-375.

Taste determination of Thompson orange using image processing based on ANFIS and ANN-GA methods

Adelkhani, A.^{1*}, Babak Beheshti², Saeid Minaei³, Hossein Javadikia⁴

1. Department of Agricultural Machinery Engineering, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran.
2. Department of Agricultural Machinery engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Department of Agricultural Machinery engineering, TarbiatModares University, Tehran, Iran.
4. Department of Agricultural Machinery engineering, Razi University of Kermanshah, Kermanshah, Iran.

(Received: 93/11/10 Accepted: 94/2/13)

The diversity and abundance of quality characteristics of agricultural products, has been the main reason for the development of non-destructive methods. Machine vision and artificial intelligence are powerful techniques for diagnosing most physical, mechanical and chemical properties of agricultural products. Before export fruits are classified by shape, volume and weight. Ranking fruit through taste (sweet or tart) non-destructively plays an important role in marketing, choice power and its application. In this research, it was detect the taste of Thompson orange while combining artificial intelligence (AI) and visual machine technique. A closed circuit digital installed in special frame, under specific height and light was used to take picture from samples vertically. Also, an algorithm (program) based on AI was developed to diagnose the variety and taste of Thompson orange through apparent characteristics in Matlab software. The results showed that the success rate of taste determination for Thompson orange using ANFIS and ANN-GA (Artificial Neural Network-Genetic Algorithm) was 96.67 and 90.0% respectively.

Keywords: Machine vision, Fuzzy-Neuron, Neuron-Genetic, Taste

* Corresponding Author E-Mail Address: ali.adelkhani@yahoo.com