جداسازی گردوهای پر، نیم پر و پوک به روش غیر مخرب با استفاده از منطق فازی

رضا خاک‌رنگین[1*]، ،داود محمد زمانی[1] و سکینه خاک‌رنگین[2]

تاریخ دریافت:۱۳۹۵/۲/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۳۱

چکیده

گردو یکی از مهمترین محصولات باغی در سراسر جهان است . این محصول در کشاورزی ایران نیز نقش مهمی دارد. یکی از دلایل مقدار کم صادرات گردو ی ایرانی، محصول غیریکنواخت است که استفاده از ارقام متفاوت از دلایل آن است. یکی از بهترین راه حل‌ها برای از بین بردن عدم یکنواختی محصول گردو در افزایش صادرات آن، درجه‌بندی گردو با پوسته یا مغز گردو (پوسته‌جدا) با استفاده از یک روش غیرمخرب می باشد. هدف کلی از انجام این پژوهش جداسازی گردوهای پر، نیم پر و پوک، بدون شکستن آن‌ها با تکیه بر روشهای آنالیز صدا و منطق فازی انجام شد. در جداسازی گردو با استفاده از اکوستیک از پردازش صدای برخورد استفاده شد. در این راستا پارامترهای مؤثر در جداسازی و تشخیص کیفیت مورد نظر مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. از جمله این پارامترها می توان به ویژگی هندسی، اندازه و شکل گردو اشاره نمود . به همین منظور تعداد ۳۰۰ عدد گردو برای استفاده در آزمایش‌ها از یک باغ گردو و به صورت تصادفی انتخاب شد.در این مرحله هر گردو از سه جهت پشت، پهلو و شکم با ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر از سطح محفظه صدا، رهاسازی شد، در ادامه صداها بوسیله آکوستیک ضربه روی محفظه صدای ساخته شده با سطح چوبی و شیب ۴۵ درجه توسط میکروفن موجود در آن دریافت و ضبط گردید. داده‌های حاصل از سیگنال های صوتی در حوزه زمان در رایانه ذخیره و کدنویسی در محیط برنامه‌نویسی نرم‌افزار MATLAB انجام گردید، سپس بوسیله منطق فازی تجزیه و تحلیل شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که، در مورد طبقه بندی گردو، درخت های تصمیم گیری به علت سادگی ساختار و ایجاد قوانین فازی و مقادیر آستانه‌ای توابع عضویت، باعث آسان نمودن سامانه استنتاج فازی با دقت بالا می گردد. مدل نهایی فازی ارائه شده برای طبقه بندی گردو به ۲ کلاسه برابر با دقت ۰/۰۸۷ درصد جداسازی و ۳ کلاسه با دقت ۸۰ ۰/۰ درصد جداسازی بدست آمد.

واژهای کلیدی: گردو، منطق فازی، پردازش صدا، غیر مخرب، درجه‌بندی

[1]باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان،واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی،تاکستان ، ایران
[1]باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان،واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی،تاکستان ، ایران
[2]دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اردبیل، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اردبیل،ایران
نویسنده مسئول: Email: reza.khakrangin@yahoo.com

مقدمه

گردو یکی از محصولات مهم خشکباری دنیا می‌باشد که سطح زیر کشت و تولید آن هر ساله رو به فزونی دارد به طوریکه بر اساس آمار سازمان جهانی خواروبار و کشاورزی (فائو) میزان صادرات این محصول در سال ۲۰۰۸ حدود ۱.۱۷ میلیارد دلار بوده است . ایران به عنوان منشاء گردو بوده و چهارمین کشور تولید کننده آن در دنیا می باشد که بیش از ۸ درصد سطح زیر کشت گردوی بارور دنیا و بیش از ۶ درصد میزان تولید گردوی دنیا را در اختیار دارد اما سهم ایران از بازار جهانی این محصول فقط ۰.۱۵۳ درصد صادرات مغز و ۰.۰۷۷ صادرات گردو با پوست چوبی می‌باشد. (کانون گردو ۱۳۹۰). (FAO, 2010)تولید سالانه گردو جهانی بالاتر از ۱۶ میلیون تن است. این محصول یک نقش کلیدی برای اقتصاد کشاورزی ایران ایفا می کند. طبق آمار فائو ایران کمتر از یک درصد صادرات بین المللی این محصول را دارد.

در جداسازی و درجه بندی محصولات کشاورزی از روش های مختلفی استفاده می شود، که در این میان روش های غیر مخرب و غیر تماسی از اهمیت بسزایی برخوردارند.(خاک‌رنگین ۱۳۹۳).

یکی از بهترین راه حل‌ها برای از بین بردن عدم یکنواختی محصول گردو در افزایش صادرات آن، درجه بندی گردو با پوسته یا مغز گردو (پوسته-جدا) با استفاده از یک روش غیرمخرب می باشد (خلیفا و همکاران 2012).

در فرآوری پسته، جداسازی پسته های پوک و نارس از اهمیت زیادی برخوردار می باشد.در حال حاضر در ترمینال های فرآوری پسته از روش هایی مانند: شناوری، پنوماتیکی و حوض خشک برای جداسازی پسته های پوک استفاده می شود . دستگاه های که در حال حاضر برای جداسازی پسته های پوک از مغزین استفاده میشوند دارای معایبی هستند از جمله این معایب می توان به با لا رفتن آلوده شدن این پسته ها به سم افلا توکسین، انرژی مصرفی بالا، دقت جداسازی پایین، حجم زیاد دستگاه و تولید سرو صدای زیاد و ایجاد گردوغبار فراوان اشاره کرد.(قضاوتی و همکاران ۱۳۹۱)

(Khalifa و همکاران ۲۰۱۱) در این پژوهش یک سیستم تشخیص گردو هوشمند تجزیه وتحلیل انتشار آکوستیک و شبکه عصبی چند لایه(MFNN) طبقه بندی و آزمایش شده برای طبقه بندی گردو در سه کلاس انجام شد .گردو را به دسته های خالی، متوسط و کامل بر اساس پری خود تقسیم شدند.به منظور تولید سیگنال های صدا ، ورق فولادی جلا داده شده با قطر ۱۵۰ میلیمتر و شیب ۶۰ درجه استفاده شده است.چند درصد از نمونه ها برای آموزش و نمونه های باقی مانده برای آزمایش انتخاب شد.درصد CSR را برای گردو به طورکامل، متوسط و خالی به دست آمده ۹۷.۶۲ ،۸۰.۰۰ و ۹۳.۳۳ بود، با توجه به جنبه های کلی از نتایج می توان اعلام کرد که سیستم توسعه یافته به اندازه کافی موفق و ویژگی های صوتی با پری میوه گردو مرتبط بود.

(ایوانی و همکاران ۱۳۸۵) در خشکبار دهان بسته نظیر گردو جرم حجمی شاخص مناسبی از پوکی این محصول است که تا کنون روش سریع و غیر مخربی برای تشخیص آن ارائه نشده است .برای تولید صدا طرحی ارایه نمود که صدای حاصل از

غلتش را به‌دست آورد که شامل یک پروفیل فولادی است که با تغییر مکان پایه بلندتر در راستای افقی، شیب سطح غلتش کم و زیاد می شود . تمام سطح داخلی پروفیل پالیش سیلی رویه برداری شد تا سطح خالص فولادی به صورت کاملاً براق اما در عین حال دارای تضرس شده و باعث شود تا گردو حداقل سرش را داشته باشد.

برای تولید صدای گردو سامانه ای طراحی نمود که بتواند ضربه یک چکش کوچک را با فواصل زمانی قابل کنترل، به قسمت شکمی گردو وارد کرده و میکروفن با فاصله یک میلی متر از شکم دیگر، پاسخ اکوستیکی گردو را برای آنالیز دریافت کند . (پیرسون ۲۰۰۱)

سیگنال تابعی از یک یا چند متغیر مستقل است که اطلاعاتی را در مورد یک پدیده فیزیکی یا بیولوژیکی در بردارد . این سیگنال ها به صورت الکتریکی ، مکانیکی یا شیمیایی اند. سیگنال‌هایی که تولید می‌شوند با همدیگر مخلوط شده یا تحت تاثیر نویز قرار می گیرند. منظور از پردازش سیگنال ه‌ای دریافتی، جدا کردن سیگنال مورد نظر از سیگنال های درهم آمیخته و نویزدار و سپس استخراج پارامتر های مفید سیگنال است.(خاک‌رنگین ۱۳۹۳)

یکی از تکنیک های مدل سای در حوزه هوش مصنوعی، سامانه های استنتاج فازی می باشد . از آنجایی که منطق فازی استوار بر منطق واقعی مورد استفاده در ذهن بشر است در مساله هایی که سلایق فردی نقش تعیین کننده دارند کارایی بالاتری نسبت به بقیه روش ها مانند شبکه های عصبی دارد(zadeh,1965). روش mamdani و sugeno دو سامانه استنتاج فازی رایج در ارتباط بین فضای ورودی و خروجی در مسائل مدل سازی هستند(sugeno, 1977). روش استنتاج فازی mamdani رایج ترین متودولوژی فازی می باشد، به خصوص در وضعیت هایی که مسئله مبتنی بر نظرات افراد خبره است (mamdani and assilian,1975).

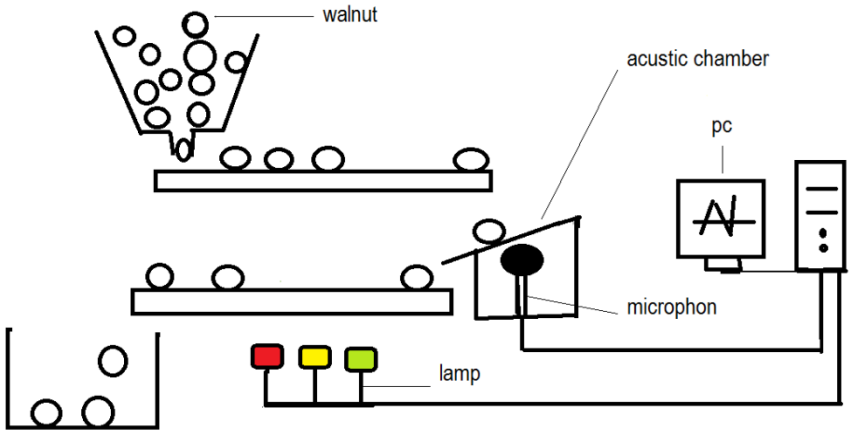
یکی از چالش های پیش رو در این سامانه یافتن قواعد اگر – آنگاه بین متغییر های ورودی و خروجی است. این قواعد به ندرت بوسیله افراد خبره به صورت قوانین خود آگاه مشخص میگردد و یا با توجه به دادههای آزمایش به کمک روش هایی مانند خوشه بندی –cmean، خوشه بندی کاهشی، جدول جستجو و ..... به دست می آیند (لبافی،۱۳۸۹). 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 روش‌ها برخوردار است(keshavarzi et al.,2011).

مواد و روش‌ها:

در این پژوهش به منظور تشخیص کیفیت مغز گردو، کار از دو قسمت نرم افزاری و سخت - افزاری تشکیل شده است . بخش نرم افزاری شامل برنامه‌های نوشته شده در MATLAB برای پردازش صدا و جداسازی گردوهای مختلف از هم و نرم افزار AVS برای دریافت صدا و ارسال آن به رایانه و نرم افزار weka می‌باشد. بخش سخت‌افزاری نیز از دو بخش الکترونیکی و مکانیکی تشکیل شده است که شامل اجزا زیر می باشند: بخش الکترونیکی شامل رایانه، میکروفن و بخش مکانیکی شامل چمبر(محفظه صدا) می‌باشد. از این رو باید بخش سخت‌افزاری و نرم افزاری از هماهنگی بالای برخوردار باشند تا تشخیص کیفیت گردو به بهتری ن نحو صورت گیرد.

تعداد ۳۰۰ عدد گردوی مورد استفاده در آزمایش‌ها، از یک باغ گردو و به صورت تصادفی

واقع در شهرستان ملایر در استان همدان در سال زراعی ۱۳۹۲ انتخاب شد . به منظور یکسان بودن ژنوتیپ گردوها، از میوه های موجود بر روی یک درخت استفاده گردید. گردوها به مدت یک هفته در معرض آفتاب خشک شدند . داده‌های حاصل از سیگنال‌های صوتی در حوزه زمان برای تجزیه و تحلیل‌های بعدی در رایانه ذخیره شدند . در این مرحله صداها بوسیله آکوستیک ضربه توسط محفظه صدا و میکروفن موجود در آن دریافت و ضبط گردید. برای آنالیز صدای برخورد از نرم‌افزار MATLAB استفاده شد. برای هر گردو از سه جهت پشت، پهلو و شکم با ارتفاع رهاسازی ۳۰ سانتی متر از سطح محفظه صدا، صدابرداری انجام شد.



شکل۱– طرح‌واره نمونه‌ای از سامانه سنجش کیفیت گردو ودرجه‌بندی آن

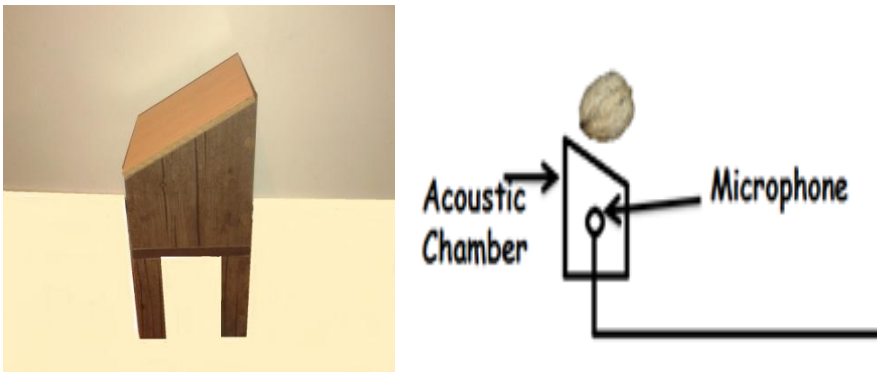
اندازه‌گیری وزن توسط ترازوی دیجیتال انجام گرفت. به این صورت که تک تک گردوها توزین و اوزان اندازه گیری شده که شامل وزن مغز و پوست گردو بود ثبت شدند . در پایان گردوها را شکسته و وزن مغز آن‌ها نیز ثبت شد. جدول ۱ نمونه‌ای از مقادیر مربوط به ابعاد و اوزان گردو را نمایش می دهد.

جدول ۱– ابعاد مختلف، وزن کل و مغز گردو برای نمونه ۱۵ عدد

شماره	وزن مغز(gr)	وزن کل(gr)	حجم(ml)	شکم(cm)	عرض(cm)	طول(cm)
1	5.25	10.94	21.5	3.31	3.43	4.3
2	4.62	9.79	22.5	3.6	3.4	4.4
3	2.47	7.86	20	3.34	3.44	3.94
4	6.18	11.83	22	3.35	3.53	4.02
5	3.2	8.91	21	3.43	3.35	4.06
6	1.68	7.36	20	3.34	3.37	4.03
7	5.11	11	21	3.49	3.39	4.23
8	3.28	8.35	18	3.45	3.26	3.82
9	4.49	11.34	27	3.78	3.74	4.37
10	2.13	8.35	20	3.43	3.37	4.19
11	5.23	11.84	23	3.63	3.48	4.4
12	3.32	8.61	21	3.47	3.57	3.16
13	5.38	10.93	20	3.55	3.39	4.15
14	2.99	8.17	21	3.44	3.37	4.1
15	3.02	7.7	20	3.36	3.26	4.24

محفظه صدا(چمبر)

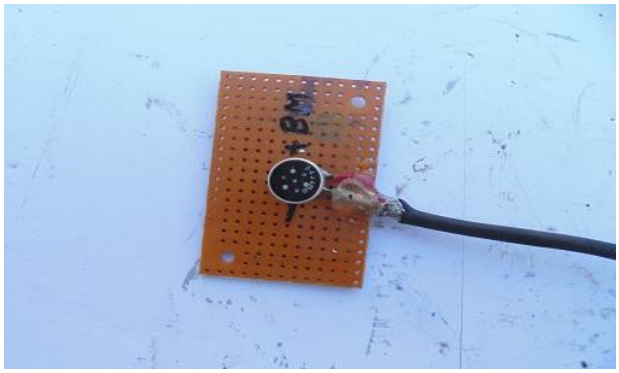
برای دریافت صدا باید محفظه ای ساخته می‌شد که قادر به جمع‌آوری صدای برخورد گردوها با یک سطح باشد. تمامی سطح بدنه و سطح رویین آن از جنس چوب انتخاب شد. سطح آن نیزبه منظور جلوگیری از سرش و عدم برخورد مجدد گردو روی سطح با شیب ۴۵ درجه انتخاب شد. استفاده از چوب برای ساخت محفظه صدا به صورت دلخواه استفاده شد. بطور کلی با توجه به منابع محدودی که در مورد سنجش کیفیت گردو وجود داشت از سطح فولادی استفاده شده بود.شکل(۲)



شکل۲– طرح واره مخزن صدا(سمت راست) و تصویر مخزن صدای ساخته شده(سمت چپ)

میکروفن

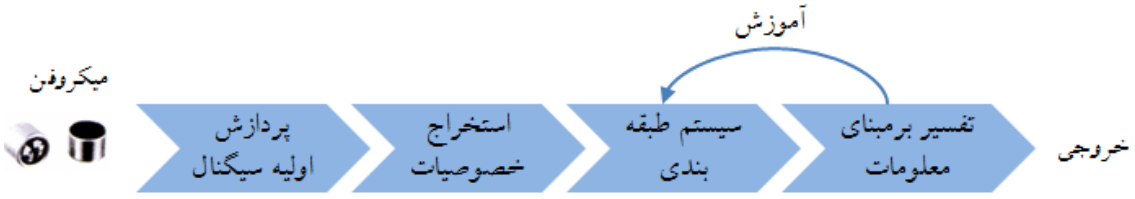
میکروفن از نوع عدس ی انتخاب شد و به فاصله ۵ سانتی‌متری از سطح محفظه صدا قرار داده شد. این میکروفن از یک خازن تشکیل شده است . مدل به کار رفته در این تحقیق از نوع پاناسونیک است. این نوع میکروفن در برابر فشار و حرارت مقاوم بوده ولی به رطوبت هوا و صدا های شدید حساس می‌باشد. این میکروفن در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل۳- تصویر میکروفن استفاده شده در محفظه صدا

اجزاء سیستم

شکل ۴ بلوک دیاگرام توصیف کننده سامانه طبقه‌بندی مورد نظر را نشان می‌دهد، که در ادامه هر یک از بلوک‌ها به اختصار تشریح خواهند شد:



۴ -بلوک دیاگرام سامانه طبقه‌بندی

میکروفن: وظیفه میکروفن انتقال صدای برخورد گردوها با صفحه چوبی، به قسمت پردازش اولیه از طریق کارت صدا است.

پردازش اولیه سیگنال : در بخش پردازش اولیه صدا عملیاتی نظیر نرمال کردن داده‌ها صورت گرفت.

استخراج خصوصیات : هدف از استخراج خصوصیات، انتخاب خصوصیات معنی دار در سیگنال دریافتی می باشد که جهت طبقه بندی صحیح مورد نیاز است . سیگنال ورودی به بلوک استخراج ویژگی‌ها بیانگر سیگنال دیجیتال در حوزه زمان و خروجی آن بردار ویژگی ها است. روش‌های پردازش

سیگنال در حوزه زمان به مقادیر پیک، میانگین [۱]، بیشینه[۲]، کمینه [۳]، مجموع [۴]، واریانس [۵]، کُرتسیس [۶]، میانه[۷] و چولگی [۸]برای استخراج ویژگی ها نیازمند است.

سامانه‌های طبقه بندی: طبقه‌بندی صدا بر اساس منطق فازی انج ام گرفت . در طی فرآیند آموزش سیگنال‌هایی از طبقات مشخص، به طبقه بند داده شدند. طبقه‌بند در مرحله آموزش وزن های خود را طوری تنظیم می کند تا بتواند نتایج طبقه بندی مشخص را دوباره به بهترین شکل ممکن تولید نماید. در این پژوهش از نرم افزارهای WEKA و الگوریتم J48 و MATLAB برای طبقه بند منطق فازی استفاده گردید.

تفسیر بر مبنای معلومات : در این مرحله، سامانه بر اساس آموزش هایی که دیده است، می تواند در برابر ورودی‌های جدید بر مبنای اطلاعات قبلی تصمیم‌گیری کرده و طبقه ورودی جدید را مشخص نماید.

قوانین فازی

با ا ستفاده از درخت تصمیم ایجاد شده در شکل ۴–۳ و شکل ۳–۱۵ قوانین فازی به صورت عبارات اگر– آنگاه ایجاد شدند و تمامی این قوانین با درجه اهمیت مساوی در مدل فازی قرار گرفتند البته ترتیب قرارگیری قوانین اهمیت ندارد . قوانین ایجاد شده در طبقه بندی ۲ کلاسه ۱۲ قانون بوده که برای نمونه ۵ قانون عبارتند از:

1. if (skew is skew1) and (sum is not sum1) then (output is pok) (1)
2. if (skew is skew1) and (sum is sum1) and (median is median3) then (output is por) (1)
3. if (skew is skew1) and (sum is sum1) and (median is median2) and (max is max4) then (output is pok) (1)
4. if (skew is skew1) and (sum is sum1) and (median is median2) and (max is max1) then (output is pok) (1)
5. if (skew is skew1) and (sum is sum1) and (median is median2) and (max is max2)

– قوانین در طبقه‌بندی۳ کلاسه به طور کل ۳۷ قانون بوده که برای نمونه ۵ قانون عبارتند از:

1.if (skew is skew1) and (variance is var1) then (output is pok) (1)
2.if (skew is skew1) and (variance is not var1) and (stdev is stdev2) then (output is pok) (1)
3. if (skew is skew1) and (variance is not var1) and (median is median2) and (max is max4) then (output is pok) (1)
4.if (skew is not skew1) and (average is avr1) and (max is max1) then (output is motavaset)(1)
5.if (skew is skew9) and (average is not avr1) then (output is pok) (1)

طبقه بندی با درخت تصمیم

درخت‌های تصمیم به عنوان بخشی از سامانه‌های داده‌کاوی، ابزار قدرتمندی برای طبقه‌بندی محسوب می شوند. در این تحقیق نیز به منظور طبقه‌بندی گردو بر اساس میزان پُر بودن و با بکارگیری ویژگی های مستخرج از برخورد گردو با صفحه چوبی، از نرم افزار Weka و الگوریتم J48 استفاده شده است.

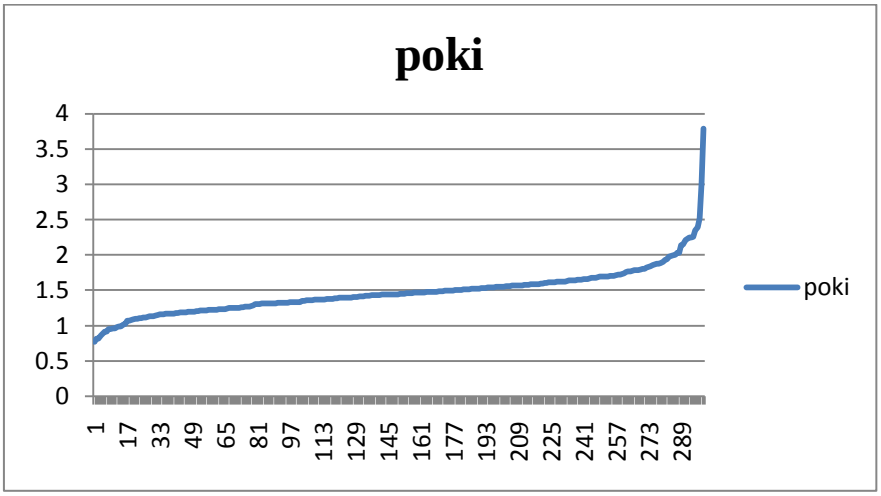
---

[۱]- Average
[۲]- Maximum
[۳]- Minimum
[۴]- Sum
[۵]- Variance
[۶]- Kurtosis
[۷]- Median
[۸]- Skewness

به منظور کلاس بندی گرد و بر حسب میزان مغز پری گردوها از یک شاخص علمی و ابداعی استفاده شد. شاخص مغز پری به این صورت تعریف شد.

(۵ -۳)

که در آن Wm وزن مغز و Wt وزن کل و Vt حجم کل گردو تعریف شده اند. پراکندگی این شاخص در بین نمونه های گردو به صورت شکل ۵ می‌باشد.

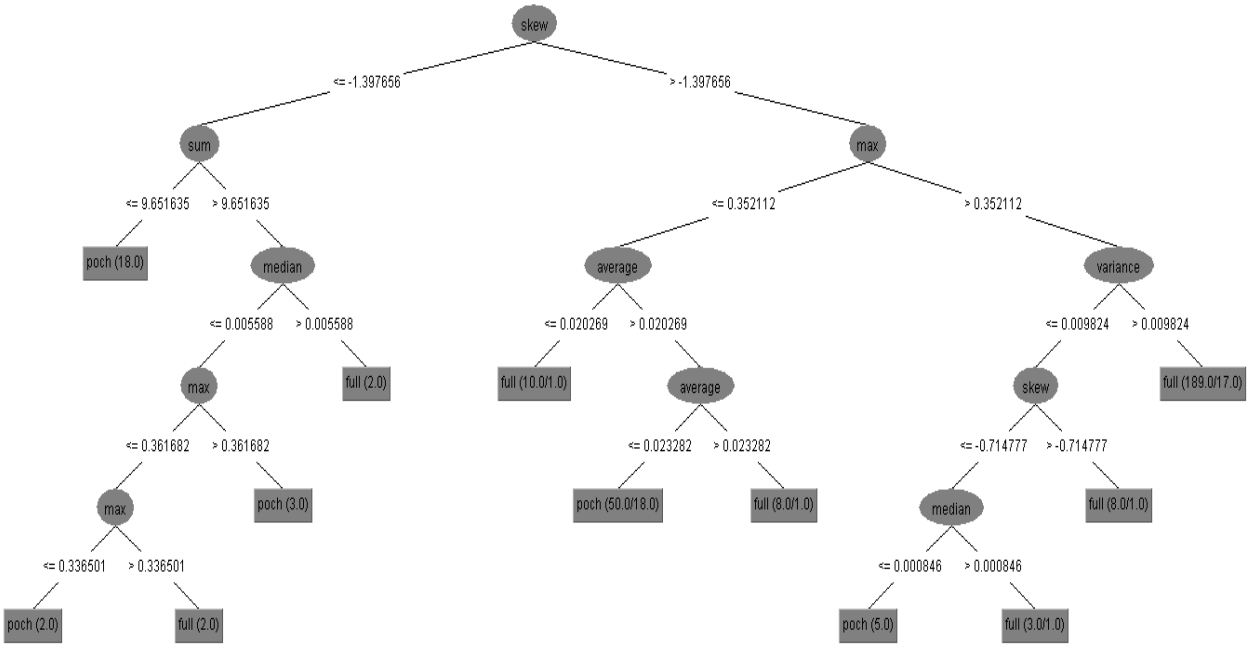


۵- پراکندگی شاخص در بین نمونه های گردو

ایجاد موتور استنتاج فازی

نمونه‌ای از درخت تصمیم ایجاد شده به وسیله نرم‌افزار Weka در شکل ۶ نشان داده شده است .

برای استخراج قوانین باید از بالاترین گره به سمت برگ‌های درخت حرکت کرد . نمونه‌ای از قوانین به صورت زیر آمده است:



شکل۶- نمونه‌ای از درخت تصمیم ایجاد شده توسط نرم‌افزار Weka

اگر skew از 1/39756- کوچکتر و sum از ۹/۶۵۱۶۳۵ کوچکتر باشد، آنگاه گردوی مورد نظر پوک می‌باشد.

طبقه‌بندی توسط منطق فازی

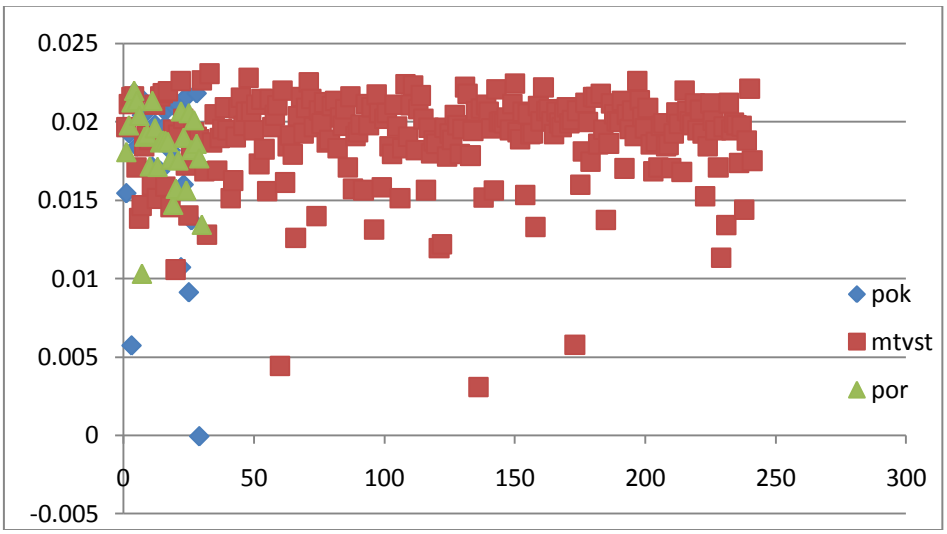
طبقه‌بندی گردوها به دو صورت انجام گرفت: در روش اول گردوها، توسط منطق فازی به دو گروه گردوهای پُر و گردوهای پوک طبقه بندی شدند . تعداد طیف‌های مورد بررسی این مرحله در جدول ۲ آورده شده است. در این مرحله بدلیل نزدیکی داده ها به‌یکدیگر این امکان وجود نداشت که بتوان گردوها را به بیش از دو دسته تقسیم بندی نمود. به عنوان نمونه شکل۷ نزدیکی داده‌ها را به یکدیگر بترتیب در ویژگی میانگین نشان می دهد. به دلیل حجم زیاد ویژگی‌ها از آوردن سایر ویژگی ها صرف نظر می‌شود.

جدول ۲-تنظیمات مرحله یادگیری و آزمون در ۲ کلاسه

برچسب طبقه‌بندی	تعداد طیف‌های مرحله یادگیری	تعداد طیف‌های مورد آزمون	کل
گردوهای پوک	۵۳	۲۸	۸۱
گردوهای پر	۱۴۶	۷۳	۲۱۹

جدول۳- تنظیمات مرحله یادگیری و آزمون در ۳ کلاسه

برچسب طبقه‌بندی	تعداد طیف‌های مرحله یادگیری	تعداد طیف‌های مورد آزمون	کل
گردوهای پوک	۳۳	۲۳	۵۶
گردوهای نیم پر	۷۰	۴۷	۱۱۷
گردوهای پر	۷۶	۵۶	۱۲۷



شکل۷-پراکندگی داده‌ها در ویژگی میانگین

نتایج داده‌کاوی

درخت‌های تصمیم رابطه بین ویژگی های طیف سیگنال حاصل از برخورد و حالت گردو را نشان می‌دهند. ردیابی[۹] یک شاخه از گره اصلی[۱۰] تا برگ، به یک حالت گردو منتهی می شود و رمز گشایی[۱۱] اطلاعات موجود در هر شاخه درخت به صورت جملات اگر- آنگاه فازی، قوانین لازم برای طبقه‌بندی فازی کلاس گردوها را فراهم می آورد. بدیهی است که در هر کدام از درخت ها، بالاترین گره، بهترین گره برای طبقه بندی است . سایر ویژگی‌ها در گره‌های درخت تصمیم به ترتیب نزولی اهمیت قرار می گیرند. همچنین در درخت های تصمیم تنها آن دسته از ویژگی های طیف قرار می‌گیرند که برای طبقه بندی صحیح اهمیت دارند و ویژگی‌هایی که اهمیت لازم برای طبقه بندی گردوها را ندارند از مدل بیرون نگه داشته می شوند. سطح توزیع داده‌ها برای مجموعه ویژگی‌هایی که یک طبقه را می‌سازند توسط اعدادی در داخل پرانتز در درخت تصمیم و در جلوی کلاس گ ردو، در آن طبقه آمده است. به طوری که، اولین عدد در داخل پرانتز بیانگر تعداد داده‌هایی است که توسط مجموعه ویژگی‌ها به طور صحیح قابل طبقه بندی بوده است و دومین عدد بیانگر تعداد داده هایی است که به طور اشتباه در آن طبقه قرار گرفته است.

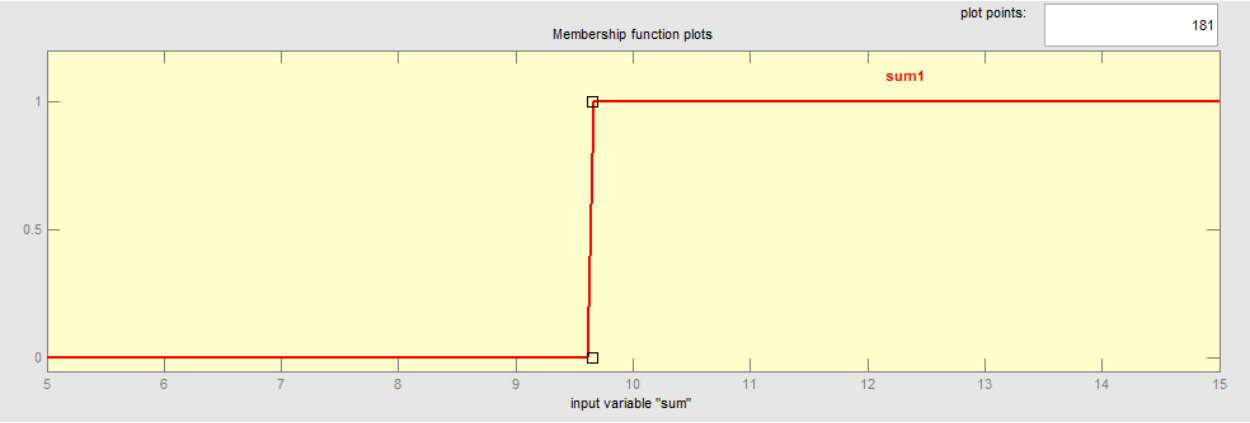
توابع عضویت

توابع عضویت ورودی

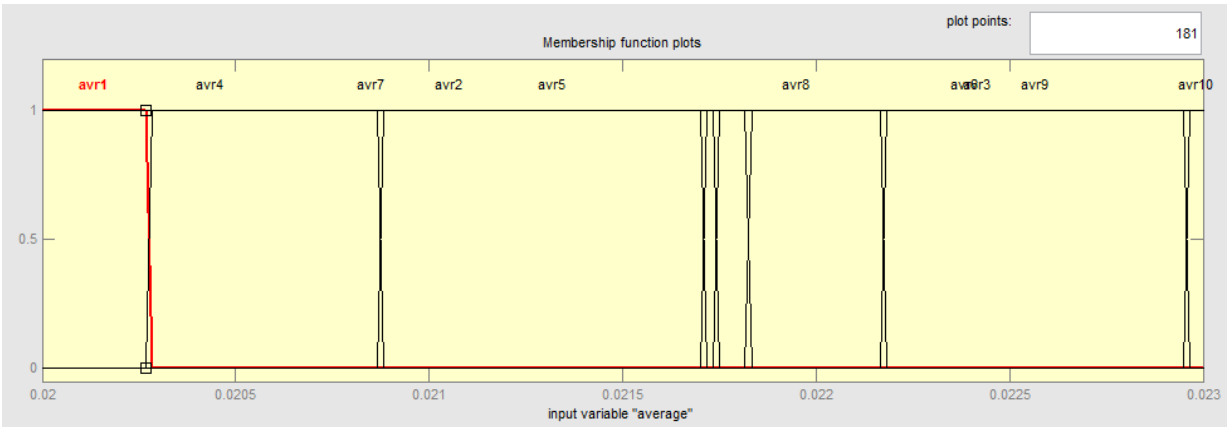
با در نظر گرفتن مقادیر به دست آمده برای ویژگی‌های آماری طیف های حاصل از برخورد بر روی درخت های تصمیم، بر اساس این که کدام شاخه‌ها از درخت تصمیم برای کلاس های گردو ایجاد شده است، توابع عضویت برای آن ویژگی ها در نرم افزار MATLAB به صورت زیر مشخص شدند. شکل۸ توابع عضویت ورودی ایجاد شده برای گردوها را با توجه به درخت تصمیم در شکل ۶، نشان می دهند. از شکل ۱۰ می‌توان فهمید که عدد ۹/۶ یک آستانه برای مقدار عضویت ویژگی مجموع می‌باشد. تا قبل از این مقدار تابع عضویت مقدار عددی "۱" را تولید می نماید و بعد از آن فرض بر این گرفته می شود که به صورت خطی کاهش می‌یابد. تابع عضویتی که چنین پدیده‌ای را بیان دارد، smf[۱۲] است و بنابراین در این پژوهش به عنوان تابع عضویت برای ترسیم نقاط در فضای ورودی به یک مقدار عضویت به کار برده شد.

چنانچه مقدار ویژگ ی"بیشینه" از عدد ۰/۰۱۲۷۲۵- کوچکتر یا مساوی باشد، تابع عضویت، که بین مقیاس ۰ تا ۱ مشخص گردیده است، مقدار عضویت"۱" را اختصاص می دهد، به این معنی که میانگین اول می باشد. اگر مقدار آستا نه‌ای از ۰/۰۱۲۷۲۵- بزرگتر باشد، تابع عضویت مقدار عضویت"۰" را تولید می‌نماید. ایجاد توابع عضویت برای سایر ویژگی ها در درخت های تصمیم گیری در تمامی این پژوهش به همین منوال بود.

[۹]- Tracing
[۱۰]- Root node
[۱۱]- Decoding
[۱۲]- Trapezoidal membership function



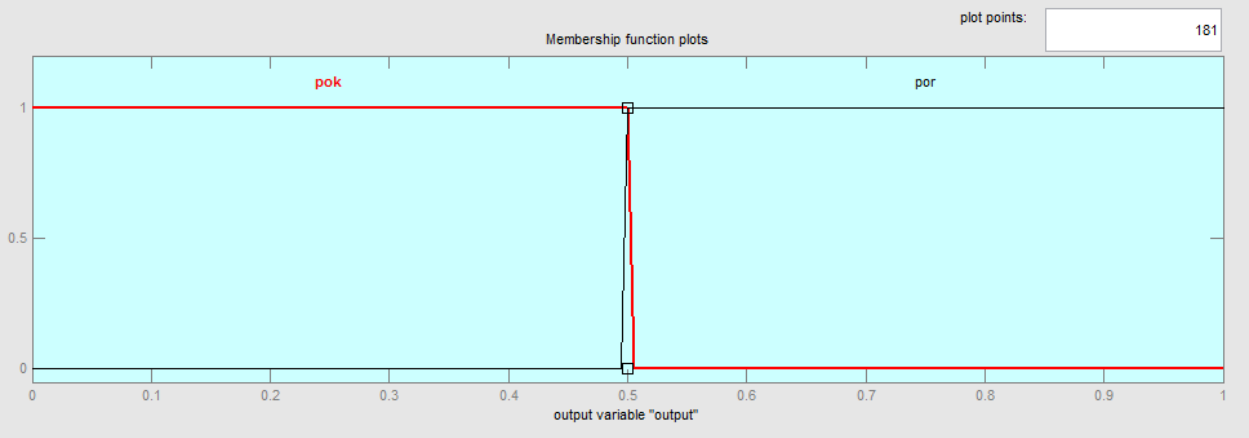
شکل ۸–تابع عضویت برای ویژگی میانگین در طبقه بندی ۲ کلاسه



شکل ۹– تابع عضویت برای ویژگی میانگین در طبقه‌بندی ۳ کلاسه

تابع عضویت خروجی

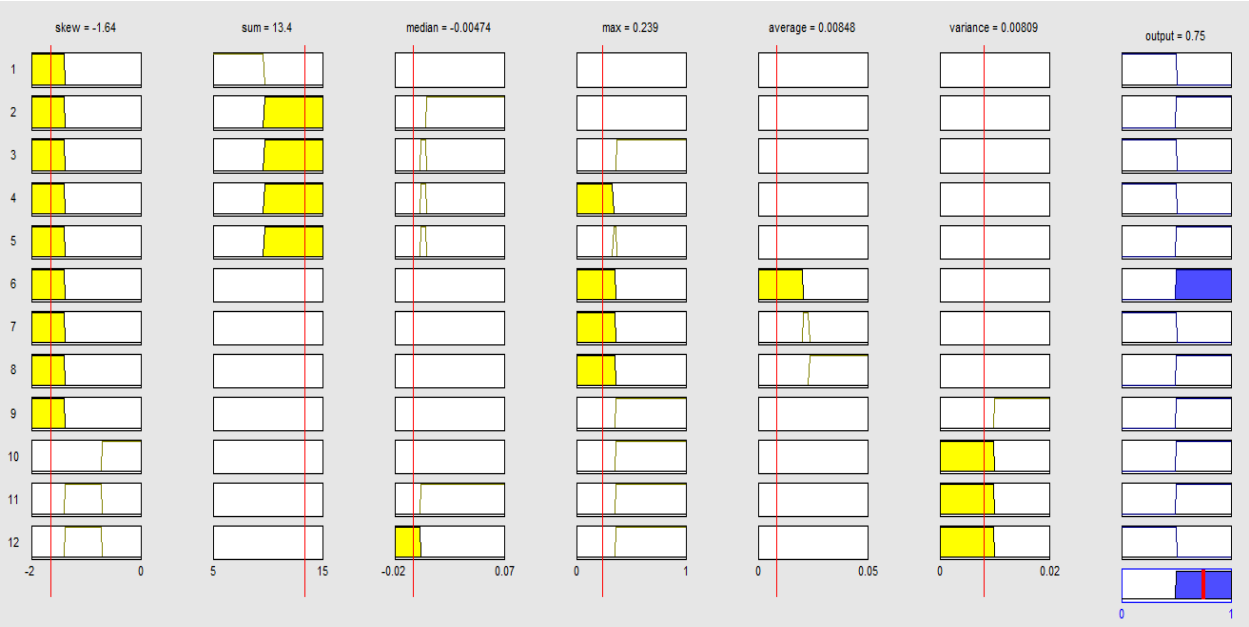
خروجی‌های طبقه‌بند فازی در واقع همان کلاس گردوها می باشد که به صورت Fill walnut و Empty walnut و mtvst Wulnut برچسب گذاری شده اند. بنابراین دو خروجی برای طبقه بند فازی وجود دارد و برای آنها چهار تابع عضویت با محدوده مساوی در بازه ۰ تا ۱ ایجاد گردید. به طوری که محدوده ۰/۵–۰ برای کلاس گردوهای پر و محدوده ۱–۰/۵ برای کلاس گردوهای پوک در نظر گرفته شد.



شکل ۱۰-توابع عضویت برای خروجی فازی

خروجی فازی

خروجی سیستم فازی ایجاد شده را می توان در ویرایشگر "Rule viewer" مشاهده نمود. Rule viewer ایجاد شده درشکل ۱۱طبقه‌بندی ۲ کلاسه نشان داده شده است.



شکل ۱۱- Rule viewer، ۲ کلاسه ایجاد شده برای یک نمونه از داده‌ها

نتیجه‌گیری

در این تحقیق از روش آزمون غیر مخرب صوتی، با تکنیک منطق فازی برای دسته-بندی گردو استفاده گردید . چگالی گردو رابطه مستقیمی با شدت سیگنال ایجاد شده در اثر برخورد گردو با سطح چوبی دارد و می توان از این طریق به پر بودن، نیم پر بودن یا پوک بودن گردو پی برد . در مورد طبقه بندی گردو، درخت‌های تصمیم‌گیری به علت سادگی ساختار و ایجاد قوانین فازی و مقادیر آستانه ای توابع

عضویت، باعث آسان نمودن سیستم استنتاج فازی با دقت بالا می‌گردد. مدل نهایی فازی ارائه شده برای طبقه بندی گردو به ۲ کلاسه با دقت ۰/۰۸۷ درصد جداسازی و ۳ کلاسه با دقت ۸۰ ۰/۰ درصد جداسازی بدست آمد . آنچه که در جداسازی قابل توجه بود این است که جداسازی گردوهای متوسط از دو دسته دیگر دشوارتر بود.

منابع

۱– ایوانی، ا. مینایی، س. ۱۳۸۵. اندازه گیری حجم گردو، مبتنی بر امواج ایستایی تشدید کننده هلمهولتس. مجله علوم کشاورزی ایران.

۲–خاک‌رنگین ر، ۱۳۹۳ .طراحی و ساخت سامانه سنجش کیفیت گردو به روش غیر مخرب با استفاده از منطق فازی . پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان.

۳– دوستی، آ، قضاوی، م. ملکی، ع و محمودی، م . ۱۳۹۰. جداسازی فندق های پر از پوک با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی . اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی. دانشگاه آزاد ساوه.

۴– عباس زاده، ر. لبافی، ر. رجی پور، ع. و احمدی،ح. ۱۳۹۱. پیش بینی مشتری پسندی هندوانه بر اساس داده‌های ارزیابی حسی به کمک مدل فازی خبره. هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون. دانشگاه شیراز.

۵– قضاوتی، م. دوستی، آ. ۱۳۹۱. جداسازی پسته-های پوک از مغز دار با پردازس صدا و شبکه های عصبی. هفتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون. دانشگاه شیراز.

۶ – کانون هماهنگی دانش و صنعت گردوی کشور.۱۳۹۰. نقشه راه گردو.

۷- Khalifa, S., Komarizadeh, M H. ۲۰۱۲. An intelligent approach based on adaptive neuro-fuzzy inference systems (ANFIS) for walnut sorting.australian jurnul of crop science. AJCS ۶(۲):۱۸۳-۱۸۷ .

۸- Khalesi, S., Mahmoudi, A .Hosainpour, A., A Alipour, A. ۲۰۱۲. Detection of Walnut Varieties Using Impact Acoustics and Artificial. Neural Networks (ANNs). www.ccsenet.org/mas Modern Applied Science Vol. ۶, No. ۱; January

۹-Khalif, S., Komarizadeh, MH., Tous, B., Nikbakht, AM. ۲۰۱۱. An intelligent system for grading walnuts based on acoustic emission and neural network. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.۹ (۱): ۱۰۹ – ۱۱۲

The separation nut full, half full and empty non-destructive method using fuzzy logic

Reza khak rangin[*1], Davood M. Zamani[1] and Sakine khak rangin[2]

Received: 18 May 2016
Accept: 20 June 2016

Abstract

Walnut is one of the most important horticultural crops around the world. It also plays an important role in agriculture of Iran. One reason for the small amount of export Persian walnut, uniform product is to use different varieties of the reasons for One of the best solutions to eliminate the lack of uniformity in the export of goods Walnut, grading walnut or walnut shell (shell apart) using a nondestructive method is. The overall objective of this study was to isolate nut full, half full and empty, without breaking them, based on analysis methods and fuzzy logic was sound. Walnut separation using acoustic sound processing approach was used. In this context the isolation and detection of the desired quality parameters were studied. Some of these parameters can be geometric features, size and shape of a walnut cited. For this purpose, 300 Walnut for use in experiments randomly selected from a garden walnuts and walnut. In this stage each of the three for the back, sides and belly with a height of 30 cm from the surface of the voice box, was released, The more acoustic sounds by tapping sound chamber made with wood surface and a slope of 45 degrees was recorded by the microphone and get in it. The data stored in computers and coding of audio signals in the time domain was done in MATLAB software programming environment, Then were analyzed by fuzzy logic. The results of this study showed that, in the classification of walnut, decision trees because of their simplicity and structure of fuzzy rules and threshold values of membership functions, it is easy to Fuzzy Inference System with high precision. Fuzzy final version submitted for classification of walnut to 2 classes 3 classes of accuracy 087/0 per cent of isolation and separation was achieved with an accuracy of 80 0/0 percent.

Key words: Walnut, fuzzy logic, sound processing, nondestructive testing, calibration