







مؤسسه آموزش عالی شاهرود  
(غیر دولتی - غیرانتفاعی)

## پایان نامه کارشناسی ارشد

ارائه یک روش جدید برای شناسایی سنگ کلیه و ابعاد آن از روی تصاویر سونوگرافی

نگارنده

محسن صابری

استاد راهنما

دکتر محمد مهدی علیان نژادی

شهریور ۱۳۹۸

ب

## فرم شماره ۸: صورتجلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای محسن صابری به شماره دانشجویی ۹۵۹۶۰۱۱۵ رشته مهندسی کامپیوتر گرایش مهندسی تکنولوژی نرم افزار تحت عنوان ارائه یک روش جدید برای شناسایی سنگ کلیه و ابعاد آن از روی تصاویر سونوگرافی که در تاریخ ..... با حضور هیأت محترم داوران در موسسه غیرانتفاعی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می‌گردد:

قبول ( با درجه : ..... امتیاز ..... )	<input type="checkbox"/> دفاع مجدد	<input type="checkbox"/> مردود
---------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------

۲- بسیار خوب ( ۱۸/۹۹ - ۱۸ )

۱- عالی ( ۲۰ - ۱۹ )

۴- قابل قبول ( ۱۵/۹۹ - ۱۴ )

۳- خوب ( ۱۷/۹۹ - ۱۶ )

۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول دکتر محمد مهدی علیان نژادی			
۲- استاد راهنمای دوم -			
۳- استاد مشاور -			
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی			
۵- استاد ممتحن اول			
۶- استاد ممتحن دوم			

مدیر تحصیلات تکمیلی:

## تقدیم‌نامه

تقدیم به همسر

به پاس قدر دانی از قلبی آکنده از عشق و معرفت که محیطی سرشار از سلامت و امنیت و آرامش و آسایش  
برای من فراهم آورده است.

## سپاس‌گزاری

سپاسگزار پدر و مادر عزیز و مهربانم

که در سختی‌ها و دشواری‌های زندگی همواره یآوری دلسوز و فداکار و پشتیبانی محکم و مطمئن برایم  
بوده‌اند.

## تعهد نامه

اینجانب محسن صابری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر گرایش مهندسی تکنولوژی نرم افزار موسسه غیرانتفاعی شاهرود نویسنده پایان نامه ارائه یک روش جدید برای شناسایی سنگ کلبه و ابعاد آن از روی تصاویر سونوگرافی تحت راهنمایی آقای دکتر محمد مهدی علیان نژادی متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به موسسه غیرانتفاعی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « موسسه غیرانتفاعی شاهرود » و یا « Non-Profit Institution of Shahrood » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده ( یا بافت های آن ها ) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

### تاریخ

### امضای دانشجو

### مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به موسسه غیر انتفاعی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

## چکیده

یکی از مشکلات رایجی که در سیستم ادراری انسان رخ می‌دهد، سنگ کلیه است. معمولاً افرادی که دارای سنگ کلیه هستند، از درد قابل توجهی رنج می‌برند و نتیجه سنگ کلیه عملکرد غیرطبیعی کلیه است که مکانیزم این بیماری تاکنون به درستی کشف نشده است. دو عملکرد مهم کلیه شامل حذف ضایعات از خون و حفظ اجزاء مهم در یک تعادل مناسب است. به دلیل وجود ذرات نویزی و ناخواسته در تصاویر فراصوت، شناسایی سنگ‌ها در این تصاویر امری پیچیده و چالش برانگیز است. بنابراین این امر با استفاده از دانش قبلی از جمله دانش بافت، شکل، موقعیت مکانی ارگان‌ها و موارد این چنینی انجام می‌شود. تصاویر فراصوت در مقایسه با سایر تصاویر پزشکی از جمله CT و MRI دارای کیفیتی پایینی هستند. بنابراین یک روش برای تشخیص سنگ کلیه، نه تنها باید مسئله کیفیت پایین این تصاویر را حل نماید بلکه بایستی به کمک تکنیک‌های پردازش تصویر و روش‌های بهینه‌سازی و داده‌کاوی موقعیت سنگ کلیه را تشخیص دهد. در این پژوهش هدف ما استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر از جمله حذف نویز و یکسان‌سازی موقعیت با استفاده از ساختار فازی-عصبی ANFIS بوده و پس از بهبود کیفیت تصویر با استفاده از دسته‌بند K-Means خوشه‌بندی سنگ کلیه را در تصاویر فراصوت تشخیص داده و در نهایت دقت روش خود را به دست آوریم. ساختار این پژوهش، توسعه یک سیستم طبقه‌بندی پاسخ، با استفاده از تکنیک‌های هوشمند محاسباتی است. در یک سیستم فازی سوگنو مشابه با سیستم استنتاج مدانی در مراحل اولیه، قسمت مقدم فازی و قسمت نتیجه غیرفازی است، ولی مراحل نهایی را نداریم. بنابراین این سیستم به این صورت است که ابتدا مرحله فازی کردن ورودی یعنی تعیین درجه عضویت ورودی در واژه‌های فازی قسمت مقدم قواعد صورت گرفته سپس به تعیین درجه تطابق یا درجه آتش یا وزن هر قاعده می‌پردازیم یعنی در این مرحله نخست صحت مقدم هر قاعده با توجه به بحث ارزش گزاره‌های مرکب به دست می‌آید و نهایتاً به تعیین خروجی با رابطه مشخص می‌پردازیم. نتایج نشان دادند که ما دقت تشخیص در حدود ۹۵.۱ درصد خواهیم داشت.

**واژگان کلیدی:** سنگ کلیه، تصاویر فراصوت، پردازش تصویر، خوشه‌بندی K-Means، ساختار فازی ANFIS.



## فهرست عنوان‌ها

### فصل ۱ مفاهیم و مقدمات ..... ۱

- ۱-۱- مقدمه ..... ۱
- ۲-۱- بیان مساله ..... ۲
- ۳-۱- سابقه تحقیق ..... ۲
- ۱-۳-۱ جمع‌بندی ..... ۳
- ۴-۱- اهداف تحقیق ..... ۳
- ۵-۱- فرضیات تحقیق ..... ۳
- ۶-۱- پرسش اصلی تحقیق ..... ۴
- ۷-۱- اهمیت و ضرورت تحقیق ..... ۴
- ۸-۱- اصطلاحات ..... ۶
- ۹-۱- ساختار پایان‌نامه ..... ۶

### فصل ۲ مفاهیم کلیدی و پیشینه تحقیق ..... ۷

- ۱-۲- پیشینه روش‌های تشخیص ..... ۷
- ۲-۲- سونوگرافی در بیماری‌های کلیوی ..... **Error! Bookmark not defined.**
- ۳-۲- پیشینه تحقیقات انجام شده بر روی بیماری کلیوی ..... **Error! Bookmark not defined.**
- ۴-۲- نتیجه‌گیری ..... ۱۵

### فصل ۳ روش پیشنهادی ..... ۱۶

- ۱-۳- نظریه ANFIS ..... ۱۶
- ۲-۳- ساختار خوشه‌بندی ..... ۱۹
- ۳-۳- روش پیشنهادی ..... ۲۱
- ۴-۳- اندازه‌گیری معیارها ..... ۲۲
- ۵-۳- خلاصه فصل ..... ۲۶

### فصل ۴ تحلیل نتایج ..... ۲۷

- ۱-۴- مفاهیم و مقدمات ..... ۲۷
- ۲-۴- پایگاه داده ..... ۲۷
- ۳-۴- تحلیل داده‌ها ..... ۳۱
- ۱-۳-۴ زمان اجرا ..... ۳۱
- ۲-۳-۴ نتایج الگوریتم ..... ۳۱
- ۴-۴- نتایج خوشه‌بندی ..... ۳۴
- ۵-۴- مقایسه نتایج با روش‌های کلاسیک ..... ۳۵
- ۶-۴- بررسی صحت عملکرد مدل ..... ۳۷

## فصل ۵ نتیجه‌گیری..... ۴۱

۴۱..... ۵-۱ - نتیجه

۴۲..... ۵-۲ - نتیجه‌گیری

۴۲..... ۵-۳ - کارهای آتی

۴۳..... منابع

## فهرست شکل‌ها

- شکل ۳-۱ ساختار ANFIS ..... ۱۷
- شکل ۳-۲ الگوریتم ساختار خوشه‌بندی اولیه ..... ۱۹
- شکل ۳-۳ ساختار الگوریتم پیشنهادی ..... ۲۱
- شکل ۴-۱ (A) تصویر نمونه، (B) تصویر نویز با چگالی صوت ۰.۵ دسی بل، (C) تصویر فیلتر شده با الگوریتم پیشنهادی. .... ۲۸
- شکل ۴-۲ (A) هیستوگرام برای تصاویر عادی، (B) هیستوگرام برای تصاویر غیرطبیعی، (C) انرژی گابور برای تصاویر عادی، (D) انرژی گابور برای تصاویر غیرطبیعی. (E) لحظات موجک برای تصاویر عادی. (F) لحظات موجک برای تصاویر غیرطبیعی. .... ۳۰
- شکل ۴-۳ خطای شبیه‌سازی برای داده آموزش با ۵۰ داده ..... ۳۲
- شکل ۴-۴ خطای شبیه‌سازی برای داده آزمایش با ۵۰ داده ..... ۳۲
- شکل ۴-۵ خطای شبیه‌سازی برای داده آموزش با ۴۰۰ داده ..... ۳۳
- شکل ۴-۶ خطای شبیه‌سازی برای داده آزمایش با ۴۰۰ داده ..... ۳۳
- شکل ۴-۷ مقایسه بهترین نرخ دقت ..... ۳۶

## فهرست جدول‌ها

جدول ۴-۱	مقادیر استخراج شده برای ویژگی ها	۲۹
جدول ۴-۲	نتایج خوشه‌بندی	۳۱
جدول ۴-۳	نتایج الگوریتم پیشنهادی	۳۱
جدول ۴-۴	مقایسه کلی	۳۴
جدول ۴-۵	مقایسه نتایج با آزمون‌های آماری	۳۴
جدول ۴-۶	مقایسه دقت مدل با آزمون‌های آماری	۳۵
جدول ۴-۷	مقایسه نرخ دقت مدل‌های تشخیص متفاوت در پایگاه پزشکی اختلالات کلیوی	۳۵
جدول ۴-۸	مقایسه نرخ دقت با سایر رویکردها از تحقیقات قبلی در پایگاه داده پزشکی اختلالات کلیوی	۳۶
جدول ۴-۹	عملکرد طبقه‌بندی کننده‌های مختلف	۳۸
جدول ۴-۱۰	عملکرد بر اساس طبقه‌بندی تصویر	۳۹
جدول ۴-۱۱	مقایسه دقت طبقه‌بندی به دست آمده با روش‌های مختلف	۴۰
جدول ۵-۱	آزمایش	۴۱



## فصل ۱ مفاهیم و مقدمات

### ۱-۱- مقدمه

روش‌های تکراری شناسایی و سنجش پدیده‌ای خاص را تشخیصی می‌نامند. البته باید گفت که دشواری‌های زیادی برای چنین کاربردهای تشخیصی در پزشکی وجود دارد. عمومی‌ترین روش‌های تشخیص در بخش پزشکی مبتنی بر دانش و مدل‌سازی رفتار تشخیصی متخصصان است. انواع مختلفی از چنین سیستم‌هایی از زمان اولین سیستم خبره برای تشخیص آسیب‌های مختلف در انسان، بوسیله پزشکان مورد استفاده قرار گرفته است. تشخیص برخی بیماری‌ها با توجه به آزمایشات و تشخیصات متخصصان در قبل ممکن و مقدور می‌باشد. اما یکی از بزرگترین مشکلات بر سر راه طراحی یک سیستم خبره مناسب، گردآوری و دانش پایه آن است.

داده‌کاوی تکنیک و ابزار بسیار متداولی است که امروزه در زمینه‌های مختلفی کاربرد پیدا کرده است و تشخیص بیماری‌های مختلف در علم پزشکی، یکی از زمینه‌های پرکاربرد داده‌کاوی محسوب می‌شود که در سال‌های اخیر تحقیقات و مطالعات زیادی پیرامون آن انجام شده است. از طرفی نکته قابل توجه، امکان بروز یک تشخیص جدید بر اثر شرایط خاص یا کم و زیاد شدن برخی پارامترهای تشخیصی می‌باشد. یعنی این نگرانی وجود دارد که اگر یک تشخیص جدید از شرایط ورودی تکراری یا بر اثر افزوده شدن یک پارامتر ورودی جدید، به وجود آید سیستم‌های موجود قادر به انعطاف در برابر این تغییرات می‌باشند یا خیر.

## ۱-۲- بیان مساله

یکی از مشکلات رایجی که در سیستم ادراری انسان رخ می‌دهد، سنگ کلیه است. هدف اصلی در یکی از ساختارهای مهم علم پزشکی شناسای سنگ کلیه عکس بر روی سونگرافی و تشخیص بهتر آن می‌باشد. همان طور که کلیه‌ها خون را می‌کشند، ادرار ایجاد می‌کنند. گاهی نمک‌ها و دیگر مواد معدنی در ادرار به هم می‌پیوندند تا سنگ کلیه ایجاد کنند. اندازه این سنگ‌ها از کریستال شکر تا توپ پینگ پنگ متفاوت است، اما به ندرت در نظر می‌آیند، مگر این که باعث انسداد شوند. گاهی ممکن است درد به قدری شدید باشد که باعث جمع شدن بدن انسان گردد. این دردها عملاً اول از پشت شکم شروع می‌شود و باعث فشار به حفره‌های رحمی، کانال‌های باری که منجر به مثانه می‌شوند خواهد شد. کلیه یکی از ارگان‌های مهم در دستگاه ادراری انسان است که نه تنها ادرار تولید می‌کند بلکه در تصفیه خون نیز بسیار مفید است. دو عملکرد مهم کلیه عبارتند از :

۱- حذف ضایعات از خون.

۲- حفظ اجزاء مهم در یک تعادل مناسب است.

به دلیل وجود ذرات نویزی و ناخواسته در تصاویر فراصوت، تشخیص و دسته‌بندی سنگ‌ها در این تصاویر امری پیچیده و چالش برانگیز است. بنابراین این امر با استفاده از دانش قبلی از جمله دانش بافت، شکل، موقعیت مکانی ارگان‌ها و موارد این چنینی انجام می‌شود. در این پژوهش هدف ما استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر از جمله حذف نویز و یکسان‌سازی موقعیت هیستوگرام با استفاده از ANFIS<sup>۱</sup> و دسته‌بند K-Means است که پس از بهبود کیفیت تصویر با استفاده از خوشه‌بندی سنگ کلیه را در تصاویر فراصوت تشخیص می‌دهد.

## ۱-۳- سابقه تحقیق

سنگ کلیه را شاید بتوان یکی از دردهایی نامید که فرد را از پای در می‌آورد. شدت درد تا حدی است که آن را با درد زایمان مقایسه می‌کنند. این سنگ‌های آزار دهنده ذرات جامد و سختی هستند که در مجاری ادراری تشکیل می‌شوند.

<sup>1</sup> Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System

بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد آمار آمریکایی‌های مبتلا به سنگ کلیه در نسبت به گذشته دو برابر شده به عبارت دیگر از هر یازده آمریکایی یک نفر از سنگ کلیه رنج می‌برند. در مورد کشور ایران درصد شیوع ابتلا به سنگ کلیه ۸ تا ۱۰ درصد است و در هر سال از هر ۱۰۰ نفر، ۸ تا ۱۰ نفر دچار بیماری سنگ کلیه می‌شوند.

### ۱-۳-۱ جمع‌بندی

بنابراین با توجه به اینکه در کشورمان شمار زیادی از افراد درگیر بیماری‌های مربوط به کلیه از جمله سنگ کلیه هستند، نیاز به ارائه روش‌های تشخیص سنگ کلیه در بیماران یکی از موارد مهمی است که باید در نظر گرفته شود و در این راستا در این پژوهش قصد داریم ضمن استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر، روشی را به منظور تشخیص سنگ کلیه ارائه دهیم که به پزشکان و متخصصین این شاخه پزشکی کمک نماید.

### ۱-۴-۱ اهداف تحقیق

در این پایان نامه به دنبال یک روش سریع، دقیق و ارزان برای تشخیص سنگ کلیه از روی تصاویر فراصوتی با توجه به دانش در دسترس بر مبنای سیستم پشتیبانی تصمیم و مبتنی بر ساختار فازی - عصبی هستیم. از طرف دیگر سیستم موجود باید توانایی تطبیق با تشخیص‌های جدید و پارامترهای اضافی تعریف شده توسط متخصص را داشته باشد. هدف اصلی در تدوین این تحقیق، تولید یک سیستم مطمئن و به روز برای تشخیص سنگ کلیه با توانایی استنتاج از روی تصاویر فراصوت می‌باشد.

### ۱-۵-۱ فرضیات تحقیق

تصاویر فراصوت دارای کیفیتی پایینی هستند که در مقایسه با سایر تصاویر پزشکی از جمله MRI و CT این مورد، پیچیدگی‌هایی را به مسئله اضافه کرده است. بنابراین یک روش تشخیص سنگ کلیه نه تنها باید مسئله کیفیت پایین این تصاویر را حل نماید بلکه بایستی به کمک تکنیک‌های پردازش تصویر و روش‌های یادگیری ماشین و داده‌کاوی موقعیت سنگ کلیه را تشخیص دهد.



## ۱-۶- پرسش اصلی تحقیق

آیا می‌توان با پردازش تصویر و اجرای روش‌های استنتاج و داده کاوی و دسته‌بندی بر روی عکس‌های سونوگرافی، سنگ‌های کلیه را شناسی کرده و در تشخیص و اندازه سنگ کمک کنیم؟

## ۱-۷- اهمیت و ضرورت تحقیق

پزشک باید هم در فرایند تشخیص بیماری و هم در فرایند درمان بیماری، در موارد متعددی تصمیم‌گیری کند. این تصمیم به انتخاب از میان چند گزینه ممکن برای تعیین نوع بیماری یا تعیین نوع درمان می‌انجامد. روش‌های پشتیبانی تصمیم سعی دارند تا حد امکان به پزشک و کادر درمانی کمک کنند. پردازش داده به این ترتیب انجام می‌شود که :

۱. جمع‌آوری داده انجام می‌گردد.

۲. ذخیره‌سازی و بازیابی داده‌ها صورت می‌گیرد.

۳. پردازش داده قبل از تصمیم‌گیری باید انجام گردد.

۴. داده پردازش شده برای مرحله تشخیص ارسال می‌شود.

۵. در نهایت درمان انجام خواهد شد.

پس در بسیاری از مراحل مراقبت بهداشتی و پزشکی، مسأله تصمیم‌گیری که بر اساس بررسی‌های اولیه و آزمون‌های زیاد صورت می‌گیرد، بسیار مهم است. در این ارتباط دو نوع تصمیم‌گیری وجود دارد :

۱. تصمیم‌گیری مرتبط با تشخیص : که در آن کامپیوتر با استفاده از داده‌های بیمار در تشخیص بیماری کمک می‌کند.

۲. تصمیم‌گیری مرتبط با درمان : که در آن بهترین آزمون یا درمان بعدی بر اساس شواهد، تعیین می‌شود.

در بسیاری موارد پزشکان اطلاعات کافی و داده‌های بیمار را دارند و امکان تصمیم‌گیری صحیح برای آن‌ها فراهم است و نیازی به پشتیبانی کامپیوتر نیست ولی با این وجود باز هم دلایل کافی برای استفاده از کامپیوتر وجود دارد :

- ✓ افراد برخی اوقات دچار خطا و اشتباه می‌شوند.
  - ✓ پزشکان قادر نیستند که همیشه خود را با آخرین یافته‌های اطلاعات پزشکی تطبیق دهند.
  - ✓ در موارد متداول استفاده از تصمیم‌گیری خودکار موثر است.
  - ✓ سازمان‌های مراقبت بهداشتی مایل به افزایش کیفیت مراقبت و کاهش هزینه‌های آن هستند.
- کامپیوترها داده<sup>۱</sup> بیمار را در پایگاه داده<sup>۲</sup> ذخیره می‌کنند. کامپیوترها همچنین قابلیت ذخیره اطلاعات<sup>۳</sup> به صورت پایگاه دانش<sup>۴</sup> را دارند. این اطلاعات باید فرمول‌بندی و ساختار بندی شوند. به این صورت داده بیمار و اطلاعات پزشکی برای تصمیم‌گیری توسط کامپیوتر قابل استفاده می‌شوند. سوال این است که آیا کامپیوترها قادرند مشابه پزشکان و به شرط داشتن اطلاعات پزشکی و داده‌های یکسان تصمیم‌گیری کنند. به عبارت دیگر، با توجه به این که انسان‌ها قادرند اطلاعات علمی و تجارب بالینی را در مغزشان ذخیره کنند، چگونه می‌توان این دو نوع داده را در کامپیوترها عملیاتی کرد؟ آیا ساختار اطلاعات در مغز انسان از ساختار اطلاعات در کامپیوترها متفاوت است؟ مشکل اصلی اینجاست که در مورد نحوه ذخیره و کاربرد اطلاعات در مغز انسان اطلاع کافی در دست نیست و مدلی که مغز برای حل مسائل تصمیم‌گیری به کار می‌برد ناشناخته است. با این وجود، این یکی از مسائل سخت در پردازش اطلاعات و تصمیم‌گیری است. در برخی زمینه‌ها قوانین مربوطه به صورت صریح مشخص شده‌اند اما در مورد اطلاعات و داده‌های پزشکی باید گفت که:

- ✓ اطلاعات پزشکی در حال پیشرفت هستند.
- ✓ اغلب اوقات فقط پاره‌ای از داده‌های بیمار در دسترس است.
- ✓ مسأله مربوط به یک بیمار خاص می‌تواند جدید و منحصر به فرد باشد.

1 Data

2 DataBase

3 Knowledge

4 KnowledgeBase

نتیجه این که کامپیوتر می‌تواند در حل مسائل تصمیم‌گیری کمک کند، اما بدون شک روشی که کامپیوتر برای این کار به کار می‌برد با روشی که انسان دنبال می‌کند، متفاوت است. کامپیوتر به ابزار فرمول‌بندی شده و ساختار مشخص نیاز دارد.

## ۸-۱- اصطلاحات

داده‌کاوی : به استخراج اطلاعات از میان حجم انبوهی از اطلاعات که به آن کشف دانش نیز می‌گویند. دسته‌بندی : برای تخصیص یک برچسب به مجموعه‌ای از داده‌ها که دسته‌بندی نشده‌اند، استفاده می‌شود. در دسته‌بندی یک متغیر هدف گروهی وجود دارد که به دسته‌ها و گروه‌های از پیش تعیین شده افزای می‌گردد. سپس داده‌ها بر اساس ویژگی‌هایشان به دسته‌هایی که نام آن‌ها از قبل مشخص می‌باشد، تخصیص داده می‌شوند.

استنتاج فازی : وظیفه فرایند استنتاج نگاشت ورودی‌های فازی (که از فرایند فازی سازی دریافت شدند) به پایگاه قوانین فازی و تولید خروجی فازی برای هر یک از قوانین است.

## ۹-۱- ساختار پایان نامه

در این پایان‌نامه ابتدا مفاهیم اصلی و دلایل و ساختار کلی تحلیل مطرح شدند. در فصل دوم روش‌های انجام کار و تحقیقات گذشته دسته‌بندی و معرفی خواهند شد. در فصل سوم، به تحلیل روش پیشنهادی فازی - عصبی پرداخته شده است. در نهایت فصل چهارم، نتایج حاصله و مقایسه نتایج با روش‌های پیشین را در اختیار ما قرار می‌دهد و در فصل پنجم به نتیجه‌گیری و پیشنهادات سازنده برای بهبود طرح در آینده خواهیم پرداخت.

## فصل ۲ مفاهیم کلیدی و پیشینه تحقیق

### ۲-۱- پیشینه روش‌های تشخیص

تکنیک‌های تشخیص به چهار گروه فنی، بنیادی، تشخیص سری‌های زمانی کلاسیک و روش‌های هوشمند طبقه‌بندی می‌شوند. روش فنی سعی می‌کند بر اساس الگوهای موجود در نمودار داده‌های مربوط به محیط، شاخص را تشخیص دهند. روش بنیادی، با توجه به ارزش واقعی و ذاتی یک شاخص اقدام به تشخیص می‌نمایند. در تشخیص کلاسیک، فرض بر این است که مقادیر آینده شاخص، سیر خطی مقادیر گذشته را می‌پیماید. روش‌های هوشمند الگوهای خطی و غیرخطی موجود در داده‌های مربوط به محیط را دنبال می‌کنند تا فرایند ایجاد آن‌ها را حدس بزنند.

شرر [۸] شبکه‌های عصبی را برای تشخیص خرابی‌های نرم افزاری در چندین پروژه ناسا به کار برده است. وی دریافته که اگر خرابی‌های نرم افزاری تمایل به خوشه داشته باشند پس شناسایی ماژول‌های مستعد خرابی از طریق تست اولیه می‌تواند راهنمای تست‌های متوالی باشد پس باید روی این ماژول‌ها تمرکز شود.

کای و همکارانش [۵] بررسی مدل‌سازی تشخیص را با قابلیت اطمینان بالا ارائه داده‌اند. این بررسی انواع مختلف مدل‌های احتمالی و کاستی‌های آنها را مورد بحث قرار داده است. آن‌ها یک مدل فازی قدرتمند ارائه دادند که جایگزین قدرتمندی برای روش‌های دیگر بود.

سیت [۳] کارایی دو روش مختلف تشخیص شبکه عصبی و تنظیم مجدد مدل‌های پارامتری را مقایسه کرده‌است. او دریافت که استفاده از شبکه‌های عصبی خیلی ساده‌تر از روش کالیراسیون نیست اما تشخیص بهتری انجام می‌دهد.

کارانانیتی و همکارانش [۹-۱۱] ابتدا معماری شبکه‌های عصبی را برای تخمین به کار بردند و زمان اجرا را به عنوان ورودی و تعداد تجمعی خرابی‌های کشف شده در سیستم را به عنوان خروجی مطلوب، استفاده کردند.

خوش‌گفتار و همکارانش [۱۴-۱۵] شبکه‌های عصبی را به عنوان ابزار تشخیص تعداد خرابی‌های برنامه‌ها استفاده کردند. آن‌ها روش مدل‌سازی قابلیت اطمینان را معرفی و اعلام کردند که این طرح کیفیت بهتری در سازگاری و تشخیص دارد.

تیان و مور [۱۶] روش مدل‌سازی شبکه عصبی تکاملی با استفاده از معماری ورودی/خروجی سیگنال تاخیر چندگانه ارائه دادند. با این حال مشکل این روش تعیین اولیه معماری شبکه و تعداد نورون‌های هر لایه و تعداد کل لایه‌ها می‌باشد.

راجکیران و راوی [۱۷-۱۸] یک مدل گروهی توسعه دادند که دقت تشخیص را افزایش می‌دهد. آن‌ها رگرسیون خطی چندگانه، رگرسیون تطبیقی چندمتغیره، سیستم استنتاج عصبی- فازی تکاملی پویا و شبکه درختی را به عنوان ترکیبات توسعه استفاده کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که گروه غیرخطی بهتر از تمام گروه‌های دیگر و روش‌های هوشمند و آماری است. همچنین شبکه‌های عصبی موجک با تابع انتقال موجک گوسی و مورلت را پیشنهاد دادند. عملکرد این سیستم در قیاس با رگرسیون خطی و تطبیقی، شبکه‌های عصبی آموزش دیده با پذیرش آستانه (TANN)<sup>۱</sup>، شبکه‌های Pi-Sigma<sup>۲</sup>، سیستم استنتاج فازی و شبکه درختی، مقایسه و مناسب‌تر گزارش شد.

پای و هانگ [۲۱] برای تشخیص از ماشین‌های بردار پشتیبان<sup>۳</sup> که در آن الگوریتم تبرید شبیه‌سازی شده<sup>۴</sup> برای انتخاب پارامترهای مدل ماشین‌های بردار پشتیبان استفاده شده بود، بهره بردند.

<sup>۱</sup> TANN(Treshhold ANN)

<sup>۲</sup> PSN(Pi-Sigma Network)

<sup>۳</sup> SVM(Suport Vector Machine)

<sup>۴</sup> SA(Simulated Annealing)

راوی و همکارانش [۱۹] استفاده از شبکه‌های عصبی موجک آموزش دیده با پذیرش آستانه<sup>۱</sup> را برای تشخیص ریسک عملیاتی در بانک‌ها و شرکت‌ها پیشنهاد دادند. آن‌ها مشاهده کردند که مدل‌های مبتنی بر شبکه‌های عصبی موجک بهتر از شبکه‌های عصبی موجک آموزش دیده بدون پذیرش آستانه و روش‌های دیگر عمل می‌کنند.

الجهادی و تلبانی [۲۰] الگوریتم ژنتیک را برای حل کردن مسائل بهینه‌سازی چندهدفه شامل اشیای خطای مربعات میانگین ریشه نرمالیز شده و ضریب همبستگی به دست آمده توسط گروه‌بندی مدل‌های رگرسیون خودکار متفاوت برای تشخیص به کار بردند.

ماهانی و همکارانش [۲۲،۲۳] روش گروه‌بندی رسیدگی به داده‌ها و برنامه‌نویسی ژنتیک را برای تشخیص به کار برده‌اند. آن‌ها گروه‌بندی رسیدگی به داده‌ها و برنامه‌نویسی ژنتیک را با رگرسیون تطبیقی چندمتغیره<sup>۲</sup>، TANN و سیستم استنتاج فازی و تحول<sup>۳</sup> NRMSE مقایسه کرده‌اند و دریافتند که برنامه‌نویسی ژنتیک بهتر از همه روش‌های دیگر است.

## ۲-۲- سونوگرافی در بیماری‌های کلیوی

در چند دهه گذشته، سیستم‌های تصویربرداری پزشکی و سیستم‌های مرتبط با آن نقش مهمی در توسعه یک سیستم پشتیبانی دقیق تصمیم‌گیری پزشکی با کمک رایانه برای پزشکان بالینی و مراقبت بهتر از سلامت بازی می‌کنند. پیشرفت در تکنیک‌های محاسبات نرم، تحقیقات را به انگیزه بیشتر در استفاده از آن‌ها برای توسعه سیستم‌های پشتیبانی تصمیم مصمم‌تر می‌کند. دیده شده است که تصویر سونوگرافی در کلیه توسط اکثر پزشکان برای تشخیص سنگ کلیه ترجیح داده می‌شود. همچنین گزارش شده است که شناسایی بیماری‌های کلیوی از روی تصاویر به دلیل محدودیت‌هایی چالش برانگیز شده است. با پیشرفت در ابزارهای پردازش تصویر، طبقه‌بندی شناسایی دقیق‌تر این بیماری با استفاده از تکنیک‌های نوین ترجیح داده شده است. در این راستا محققان تکنیک‌های مختلفی برای غلبه بر محدودیت‌های تصاویر کلیوی بررسی و راه حل‌های متنوعی را برای طبقه‌بندی ناهنجاری‌ها در کلیه ارائه داده‌اند.

<sup>۱</sup> TWANN (Treshhold Wavelet ANN)

<sup>۲</sup> Multivariate-Adaptive-Regression

<sup>۳</sup> Normal Mean Square Error

بیلی و همکاران [۴۰] از مبدل برای ارسال پالس سونوگرافی به سمت سنگ و دریافت بازتاب سونوگرافی از سنگ استفاده کردند. زمان ثبت شده در این پژوهش از انعکاس پالس برای محاسبه اندازه سنگ استفاده می‌شود که یا از سطح دیستال سنگ یا از یک سطح حمایت از سنگ منعکس می‌شود. اندازه سنگ تابعی از زمان بین دو پالس و سرعت صدا از طریق سنگ است (یا از طریق مایع اطراف آن اگر پالس دوم توسط سطح حمایت از سنگ منعکس شود). این روش برای اندازه‌گیری اندازه سایر اشیاء داخل بدن از جمله توده‌های بافت نرم، کیست، فیبروم رحمی، تومورها و پولیپ به همان اندازه کاربرد دارد.

بر اساس پژوهش دیوید تزو [۴۱] سونوگرافی به عنوان ابزاری اصلی در آرماتاریوم ارولوژی برای تشخیص و مدیریت نفرولیتیتازیس تبدیل شده است. از زمان شروع به عنوان یک شکل تصویربرداری ابتدایی، به مرور زمان نقش برجسته تری را بازی می‌کند و به موازات تکامل فناوری سونوگرافی نیز تکمیل شده است. در کل جامعه پزشکی، بر کاهش میزان تشعشع یونیزه شده به بیماران هنگام تصویربرداری روتین، تأکید فراوانی وجود دارد. با توجه به عدم قرار گرفتن در معرض تشعشعات همراه و اثبات اثبات شده آن به عنوان یک روش تشخیصی و درمانی، تجدید علاقه به سونوگرافی وجود دارد. این پژوهش به مروری بر تاریخچه سونوگرافی، چگونگی گسترش سونوگرافی در تشخیص و درمان بیماری سنگ ادراری و در آخر اینکه چگونه برنامه‌های امیدوارکننده سونوگرافی در شکل‌گیری آینده مدیریت سنگ کلیه موثر است، پرداخته است.

در مقاله جسیکا دای و همکاران [۴۲] به پیشرفت‌های جدید در فناوری سونوگرافی بیماری سنگ ادراری پرداخته شده است. تحقیقات اخیر برای تسهیل در تشخیص نفرولیتیتازیس، از جمله استفاده از سیگنال چشمک زن و سایه آکوستیک خلفی، به بهبود استفاده از معاینه سونوگرافی برای تشخیص و اندازه‌گیری سنگ‌های کلیوی کمک کرده است. کاربردهای جدید درمانی فن‌آوری سونوگرافی برای بیماری سنگ از جمله پیشران اولتراسونیک به سنگ‌های تغییر مکان و لیتروتریپس ظاهر شده است. ایمنی، کارایی و تکامل این فناوری‌ها در مطالعات فانتوم، بر روی حیوانات و انسان در این تحقیق بررسی شده است. تحولات جدید در این حوزه‌ها به سرعت در حال رشد و ارائه تحقیقات سونوگرافی برجسته است.

بر اساس گزارش ژنگ و همکاران [۴۳] یادگیری عمیق برای تولید شرح تصاویر باعث پیشرفت چشمگیری در زمینه تصاویر طبیعی می‌شود. با این وجود، هنوز روش‌های موثری برای تجزیه و تحلیل دقیق و توصیف خودکار اطلاعات محتوای بیماری‌ها در درک تصویر سونوگرافی وجود ندارد. به منظور پیدا کردن محل مناطق تمرکز، و درک محتوای مناطق تمرکز به راحتی، این تحقیق یک روش جدید از تولید نوشتن تصویر اولتراسوند بر اساس تشخیص منطقه پیشنهاد می‌کند. این روش به طور هم‌زمان مناطق فوکوس را در تصاویر سونوگرافی شناسایی و رمزگذاری می‌کند، سپس از LSTM برای رمزگشایی بردارهای رمزگذار و تولید اطلاعات متن حاشیه‌نویسی برای توصیف اطلاعات محتوای بیماری در تصاویر سونوگرافی استفاده می‌کند. نتایج تجربی نشان می‌دهد که این روش می‌تواند به طور دقیق موقعیت منطقه فوکوس را تشخیص دهد، و همچنین ۱٪ نمرات BLEU-1، BLEU-2 را با پارامترها و زمان اجرای کمتر بهبود می‌بخشد، که در مقایسه با مدل زیرنویس تصویر با اندازه کامل برای تصاویر سونوگرافی بسیار بهینه‌تر است. تحقیقات تیرنی و همکاران [۴۴] نشان دادن تکنیک‌های اولتراسوند با استفاده از یک سیستم سونوگرافی مبتنی بر تحقیق که به یک مدل سنگ کلیه در عمق ۴ و ۸ سانتی متر اعمال شد، مورد بررسی قرار گرفت. اندازه قطر سنگ و کنتراست سنگ در بین تکنیک‌های مختلف مقایسه شد. برای تجزیه و تحلیل اختلاف بین میانگین‌های گروهی از تجزیه و تحلیل واریانس استفاده شد و  $P > 0.05$  /  $P > 0.05$  معنی‌دار در نظر گرفته شد. همه سنگ‌ها با هر روش قابل ردیابی بودند. در نهایت به نظر می‌رسد که تکنیک‌های ADMIRE و SLSC سایه سنگ را نسبت به پس زمینه برجسته می‌کنند و تشخیص و اندازه‌گیری سنگ در شرایط مورد آزمایش با روش‌های پیشرفته پرتوسازی با سونوگرافی امکان‌پذیر است.

تحقیقات سورنسن و همکاران [۴۵] نشان می‌دهد سابقه انتشار قابل توجهی وجود دارد که حساسیت و ویژگی سونوگرافی رادیولوژیک (US) به توموگرافی کامپیوتری (CT) را ارائه می‌کند.

در مقاله ولمورگان و همکاران [۴۶] با ارزیابی تکنیک‌های مختلف تجزیه و تحلیل تصویر، روش تقسیم‌بندی تصویر توسعه داده شده است. روش مؤثر مورد بررسی قرار گرفته و درجه توجیهی در نگرانی‌های مختلف بالینی انجام شده است. ایده‌های جدید از مقالات اضافی به دست آمده و در مورد کارایی بالینی یا پتانسیل اختصاصی برای تقسیم سونوگرافی از حساب‌های کلیوی نشان داده شده است.



## ۲-۳- پیشینه تحقیقات انجام شده بر روی بیماری کلیوی

لیولاین و سینگ [۵۶] حذف نویز ضربه را با استفاده از روش استاندارد متوسط فیلتر کردن گزارش داده و انواع آن را مورد بررسی قرار دادند. شبیه‌سازی‌ها بر روی مجموعه‌ای از تصاویر مقیاس خاکستری استاندارد انجام شد و وضعیت انواع فیلترهای متوسط از نظر معیارهای ارزیابی کیفیت تصویر مشهور یعنی میانگین مربعات خطا (MSE)<sup>۱</sup> و پیک سیگنال به نویز (PSNR)<sup>۲</sup> مقایسه شد.

کنی و نور [۵۷] با استفاده از فیلتر (AFSM)<sup>۳</sup> روش جدیدی را برای حذف نویز از تصاویر ارائه کردند. آن‌ها، قابلیت دستیابی به مدل ضربه را برای برنامه‌های دنیای واقعی پیدا کرده و خروجی مرحله فیلتر را جایگزین پیکسل‌های نویز شناسایی شده در تصویر کردند.

شرتی و همکاران [۵۸] یک طرح فیلتر Despeckling را بر اساس موجک گابور به منظور افزایش کیفیت تصویر با کاهش صداهای لکه ارائه داد. نشان داده شد که مقادیر PSNR بالاتر، مقدار MSE را پایین می‌آورند که نشان می‌دهد نویز بیشتری حذف شده است.

جوزف و همکاران [۵۹] با استفاده از الگوهای باینری محلی (LBP)<sup>۴</sup> برای کاهش نویز لکه‌های تصاویر سونوگرافی، یک روش جدید فیلتر خطی با وزنه جدید پیشنهاد کردند. گزارش شده است که با کاهش نویز بدون تأثیرگذاری بر محتوای تصویر، می‌توان نتایج بهتری حاصل کرد. مشخص شد که فیلتر خطی وزنی توسعه یافته، از نظر تحلیل کمی و حفظ لبه عملکرد بهتری نسبت به سایر فیلترها دارد.

اوندر و کاراکالی [۶۰] برای انجام طبقه‌بندی بافت خودکار اسلایدهای بافت‌شناسی را با استفاده از تصاویر مقیاس خاکستری و روش یادگیری مینی‌فولد توسعه دادند. بردارهای ویژگی بافت با استفاده از ماتریس وقایع شرکت در مقیاس خاکستری محلی به دست آمد و با کاهش ابعاد ایزومپ، ابعاد فضای بردار ویژگی کاهش یافت و در یک فضای ویژگی با ابعاد پایین‌تر، عملیات خوشه‌بندی K-Mean به منظور تهیه خوشه‌های بافت جداگانه انجام شد.

<sup>1</sup> Mean Square Error

<sup>2</sup> Peak Signal-to-Noise Ratio

<sup>3</sup> Adaptive Fuzzy Switch Median

<sup>4</sup> Local Binary Patterns

رجا و همکاران [۶۱] طبقه‌بندی تصاویر کلیه ایالات متحده را با استفاده از موجک غالب گابور گزارش دادند. موجک گابور با به حداکثر رساندن شباهت بین تصویر اولیه پردازش شده و تصویر بازسازی شده گابور تعیین شد.

مشاهده شد که، موجک غالب گابور کارایی طبقه‌بندی را به میزان قابل توجهی بهبود می‌بخشد. در این تحقیق امکان اجرای یک سیستم تشخیصی به کمک کامپیوتر به طور انحصاری برای تصاویر کلیوی ایالات متحده مورد بررسی قرار گرفت.

استخراج بافت از تصویر با استفاده از روش ماتریس Cooccurrence Gray Level Grey توسط بسیاری از محققان انجام شده است و اثبات شده که بهترین است. موهانیاه و همکاران [۶۲] روشی را برای ضبط محتوای بصری تصاویر برای فهرست‌بندی و بازیابی توسعه دادند. ویژگی‌های اولیه یا سطح پایین تصویر می‌تواند ویژگی‌های عمومی باشد، مانند استخراج رنگ، بافت و شکل یا ویژگی‌های خاص دامنه. در این طرح استفاده از ماتریس همزمان وقوع سطح خاکستری (GLCM)<sup>۱</sup> برای استخراج ویژگی‌های بافت آماری مرتبه دوم برای برآورد حرکت تصاویر ارائه شده است.

استخراج ویژگی، انتخاب ویژگی و فرآیند گسسته‌سازی برای کاهش پیچیدگی توسط جکیسی و همکاران گزارش شده است [۶۳]. در این طرح قوانین انجمن بر اساس ویژگی‌های انتخاب شده تولید شده و سپس طبقه‌بندی کننده بیزی که از دقت بالایی برخوردار است برای طبقه‌بندی استفاده شده است.

در تحقیقی دیگر ویژگی (GLCM) از تصاویر تقسیم شده برای طبقه‌بندی تصاویر استخراج شده و توسط پرما آکاسالیگار و ساناندا بیرادار گزارش شده است [۶۴]. این ساختار در نهایت از طبقه‌بند K- نزدیکترین همسایه (K-NN)<sup>۲</sup> برای طبقه‌بندی تصاویر به عنوان کلیه‌های طبیعی و کیستیک استفاده کرده است. ویژگی‌های GLCM استخراج شده در طبقه‌بندی تصاویر کلیه به عنوان نرمال و کیستیک بسیار معنی‌دار بودند.

با استفاده از روش ماتریس کوکتورنس سطح خاکستری متقارن مرکز به منظور استخراج ویژگی‌های بافت آماری مرتبه دوم در تصاویر کلیه سونوگرافی توسط کریستیان و رجمانی پیشنهاد شده است [۶۵]، افزایش راندمان بازیابی، دقت و کاهش پیچیدگی زمانی تصاویر کلیه سونوگرافی سیستم بازیابی در این طرح آزمایش و تایید شد.

<sup>1</sup> Gray-Level Co-Occurrence Matrix

<sup>2</sup> K - Nearest Neighbors

زی و همکاران [۶۶] یک روش جدید و مبتنی بر شکل جدید برای تقسیم کلیه در تصاویر ایالات متحده گزارش کرده اند. ویژگی‌های بافت با استفاده از یک بانک از فیلترهای گابور بر روی تصاویر آزمون از طریق یک استراتژی کانون دو طرفه استخراج شد. در این طرح پارامترهای مدل برای به حداقل رساندن یک عملکرد انرژی جدید محاسبه شد. اثربخشی این روش با نتایج تجربی در هر دو تصاویر طبیعی و داده‌های ایالات متحده در مقایسه با سایر روش‌های تقسیم‌بندی تصویر و تقسیم‌بندی دستی نشان داده شد. در این طرح تقسیم‌بندی یک تصویر در پیکسل‌ها تمرکز دارد تا مناطق قابل توجهی برای مقایسه پارامترهای بافت پیدا کند.

تامیلسلوی و تانگراج [۶۷] یک بخش‌بندی محاسبات از تصاویر کلیه ایالات متحده را با استفاده از نشانگر منطقه با روش تقسیم‌بندی کانتور پیشنهاد دادند. تقسیم‌بندی برای شناسایی منطقه مورد نظر تصویر برای تجزیه و تحلیل یا استخراج ویژگی‌های بافت آن ناحیه مورد نیاز انجام شد.

تجزیه و تحلیل عملکرد تشخیص سنگ کلیه از تصویر ایالات متحده بر اساس تقسیم‌بندی سطح و طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی توسط ویسوانات و گوناسونداری تهیه شده است [۶۸]. در این طرح سطح انرژی، نشانگر وجود سنگ در آن مکان خاص است. سطح انرژی توسط شبکه‌های عصبی (MLP) و <sup>۱</sup> (BP) برای شناسایی نوع سنگ با دقت مناسب آموزش داده شده است. تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی به منظور کاهش تعداد ویژگی‌های مورد استفاده در طراحی و آموزش طبقه‌بندی کننده شبکه عصبی انجام شد و نرخ طبقه‌بندی در نهایت ۹۷٪ گزارش شده است.

سیستم <sup>۲</sup> CAD برای طبقه‌بندی خودکار تصاویر کلیه ایالات متحده با استفاده از مجموعه‌ای از ویژگی‌های آماری و مبتنی بر موجک چند مقیاس توسط ماریام و همکاران تهیه شده است. [۶۹]

تایلندی و همکاران طبقه‌بندی تصویر با استفاده از SVM<sup>۳</sup> و ANN<sup>۴</sup> را پیشنهاد کردند. این ترکیب با هم جمع شده و برای به دست آوردن نرخ دقت ۸۶٪ از اعداد رومی استفاده شده است. [۷۰]

<sup>۱</sup> Back Propagation

<sup>۲</sup> Computer Aided Design

<sup>۳</sup> Support Vector Machines

<sup>۴</sup> Artificial Neural Networks

سیستم پیشرفته‌ای برای طبقه‌بندی تومور مغزی از تصاویر <sup>۱</sup>MRI در ارتباط هسته با SVM توسط مدهسواران و داس ساخته شده است [۷۱]. در این روش از فیلتر ORNRAD برای نویز کردن تصویر استفاده شده و ویژگی‌های بافت با استفاده از روش Tamura استخراج شده است. دقت طبقه‌بندی شده به ۹۸٪ به دست آمد.

همچنین ژانگ و همکاران [۷۲] برای دستیابی به نرخ طبقه‌بندی ۹۵.۰۵٪ در ترکیب SVM و KNN استفاده کردند.

## ۲-۴- نتیجه‌گیری

تعداد مجموعه داده‌های معیار برای طبقه‌بندی بسیار مهم است. از ادبیات مشخص است که بسیاری از تکنیک‌های استخراج ویژگی و الگوریتم‌های طبقه‌بندی توسط محققان برای بهبود صحت طبقه‌بندی مورد آزمایش قرار گرفته است. با در نظر گرفتن این نکته، در بسیاری از گزارش‌ها سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری پزشکی ترکیبی با استفاده از شبکه‌های عصبی و ساختارهای طبقه‌بندی گزارش شده است.

<sup>1</sup> Magnetic Resonance Imaging

### فصل ۳ روش پیشنهادی

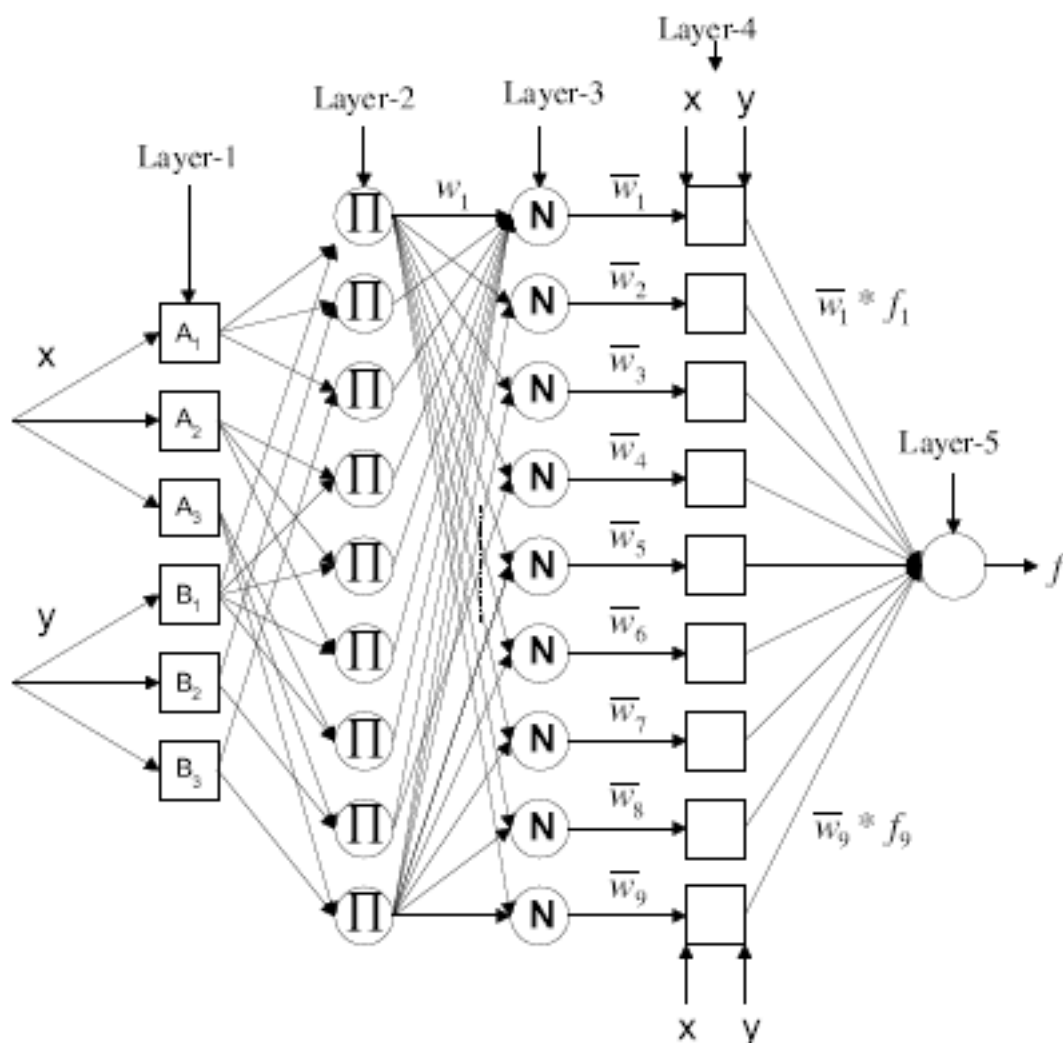
داده‌ها در چهار مرحله مورد تحلیل قرار می‌گیرند. ابتدا تقسیم نمونه‌ها انجام شده پس از آن به روند خوشه‌بندی پرداخته و نهایتاً با تحلیل تفکیک انجام شده به ارزیابی دقت مدل می‌پردازیم.

#### ۳-۱- نظریه ANFIS

در این بخش، ابتدا نظریه اساسی از مدل ANFIS را ارائه می‌دهیم. هر دو شبکه عصبی مصنوعی و منطق فازی در معماری ANFIS استفاده شده است. ANFIS شامل قوانین IF-THEN و زوج‌های ورودی - خروجی است. برای آموزش ANFIS و یادگیری الگوریتم‌ها از شبکه‌های عصبی نیز استفاده می‌شود.

برای اینکه بتوانیم سیستم استنتاج فازی مورد نظر را به سادگی توضیح دهیم فرض می‌کنیم که سیستم ما دارای دو ورودی  $x$  و  $y$  و خروجی  $z$  می‌باشد. برای مرتبه اول مدل فازی سوگنو، مجموعه قوانین معمولی با قانون if-then فازی اساسی می‌تواند به صورت زیر بیان شود:

$$\text{if } x \text{ is } A_1 \text{ and } y \text{ is } B_1 \text{ then } f_1 = p_1 x + q_1 y + r_1 \quad (۱-۳)$$



شکل ۳-۱ ساختار ANFIS

که در آن  $P$ ،  $R$  و  $q$  پارامترهای خروجی خطی هستند. معماری ANFIS با دو ورودی و یک خروجی در شکل ۳-۱ نشان داده شده است. این معماری با استفاده از پنج لایه و نه (۹) قانون if-then شکل یافته است:

لایه ۱: هر گره  $i$  در این لایه، یک گره مربع با یک تابع گره است.

$$O_{1,i} = \mu_{A_i}(x), \text{ for } i = 1, 2, 3 \quad (2-3)$$

$$O_{1,i} = \mu_{B_{i-3}}(y), \text{ for } i = 4, 5, 6 \quad (3-3)$$

که در آن  $x, y$  ورودی برای گره  $i$  هستند، و  $A_i$  and  $B_i$ ، برچسب های زبانی برای ورودی ها می باشند. به عبارت دیگر،  $O_{1,i}$  تابع عضویت در  $A_i$  است.

معمولا  $\mu_{A_i}(x), \mu_{B_i}(y)$  برای BELL-SHAPED حداکثر برابر با ۱ و حداقل برابر با ۰ انتخاب می شوند، مانند :

$$\mu_{A_i}(x), \mu_{B_{i-3}}(y) = \exp\left(-\frac{(x_i - c_i)^2}{a_i}\right) \quad (۴-۳)$$

در آنجا  $a_i, c_i$ ، مجموعه پارامتر هستند. این پارامترها در این لایه به عنوان پارامترهای فرضی معرفی شده اند.

لایه ۲: هر گره در این لایه، یک گره دایره برچسب شده  $\pi$  است که، در سیگنال های دریافتی ضرب می شود. به عنوان مثال،

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x) \cdot \mu_{B_{i-3}}(y), \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \quad (۵-۳)$$

لایه ۳: هر گره در این لایه، یک گره برچسب شده به نام  $N$  است. گره  $i$  ام نسبت قوانین  $i$  ام در اعمال قوانین برای مجموع همه قوانین را محاسبه می کند :

$$O_{3,i} = w_i / (w_1 + w_2 + \dots + w_9), \quad i = 1, 2, 3, \dots, 9 \quad (۶-۳)$$

لایه ۴: هر گره  $i$  در این لایه، یک گره مربع با یک تابع گره است.

$$O_{4,i} = w_i \cdot f_i = w_i \cdot (p_i x + q_i y + r_i), \quad i = 1, 2, 3, \dots, 9 \quad (۷-۳)$$

که در آن  $w_i$  خروجی لایه ۳ است  $\{p_i, q_i, r_i\}$  مجموعه پارامتر است. پارامترها در این لایه به عنوان پارامترهای نتیجه معرفی شده اند.

لایه ۵: گره منفرد در این لایه، گره برجسته شده زیگما است که خروجی کلی را به صورت مجموع تمام سیگنال‌های ورودی، محاسبه می‌کند:

$$O_{5,i} = \text{overall output} = \sum_i w_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i} \quad (۸-۳)$$

### ۲-۳- ساختار خوشه‌بندی

روش بهبود ارائه شده در طرح در قالب دو گام نمایش داده شده در شکل ۲-۳ نشان داده شده است. در گام نخست، تعیین مراکز خوشه‌ها جهت تحصیل خوشه‌هایی با کیفیت و دقت بهتر انجام و در گام دوم نوع روش خوشه‌بندی مورد بحث واقع شده است.

۱. تعیین تعداد K عدد مرکز دسته.

۲. هر داده ورودی به دسته‌ای که نزدیک‌ترین پیش‌بینی یا محاسبه ارزیابی فاصله تا مرکز داده داده را دارد تعلق خواهد گرفت.

#### شکل ۲-۳ الگوریتم ساختار خوشه‌بندی اولیه

در این ساختار ابتدا خوشه‌های اولیه با استفاده از پارامتر فاصله نسبی هر نقطه داده از مراکز تعیین شده اولیه تشکیل می‌شوند و پس از آن به بهبود خوشه‌های تشکیل شده دست خواهیم زد.

مراکز اولیه از طریق میانگین‌گیری از کلیه بردارها در هر مجموعه نقطه داده‌ای بدست می‌آیند. از فاصله اقلیدسی برای تعیین نزدیکی هر نقطه داده‌ای به مراکز خوشه استفاده شده است. فاصله بین یک بردار  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  و بردار دیگر  $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$  از رابطه ۳-۹ و فاصله بین نقطه داده‌ای  $X$  و مجموعه نقاط داده‌ای  $D$  به شکل رابطه ۳-۱۰ حاصل می‌شود. مراکز خوشه‌ها به عنوان ورودی گام دوم، برای تخصیص نقاط داده‌ای به خوشه‌های مناسب مشخص شده‌اند.



$$d(X, Y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2} \quad (9-3)$$

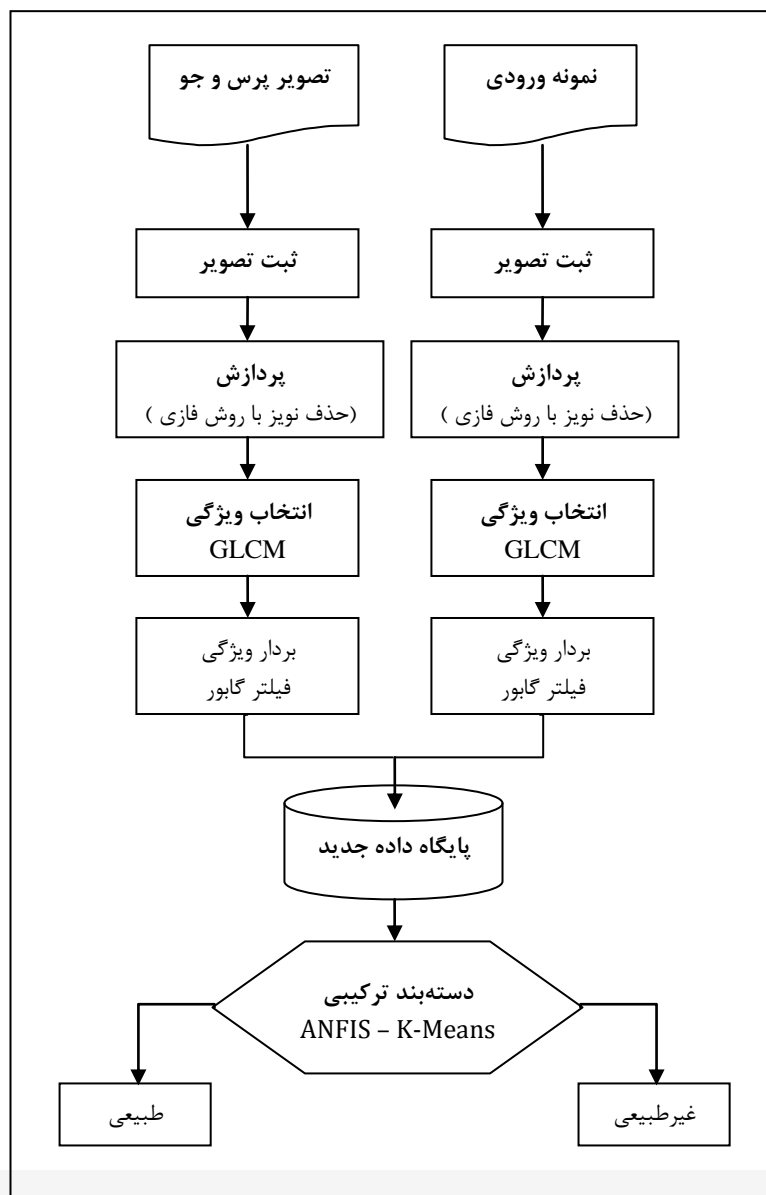
$$d(X, D) = \min(d(X, Y), \text{where } Y \in D) \quad (10-3)$$

مرحله اول در گام دوم تعیین فاصله بین هر نقطه داده‌ای و مراکز اولیه کلیه خوشه‌ها می‌باشد. سپس نقاط داده‌ای به خوشه‌های متشکل از نزدیک‌ترین مراکز اختصاص داده می‌شوند. این مسئله منتج به یک گروه‌بندی اولیه از نقاط داده‌ای می‌شود. برای هر نقطه داده‌ای، خوشه‌ای که به آن تخصیص داده شده‌است سرخوشه و فاصله آن از مرکز نزدیک‌ترین خوشه یادداشت می‌شود. حضور نقاط داده‌ای در خوشه‌های مختلف می‌تواند منجر به تغییر در مقادیر و ارزش‌های مراکز خوشه‌ای گردد. برای هر خوشه، مراکز با اقتباس میانگین مقادیر نقاط داده‌ای، مجدداً محاسبه می‌شوند. تا این مرحله، مراکز اولیه به صورت مدون محاسبه شده‌اند. مرحله بعدی یک فرایند تکراری است که از روش تجربی برای بهبود کارایی استفاده می‌کند. در طول تکرار، نقاط داده‌ای مجدداً در میان خوشه‌های مختلف توزیع می‌شوند.

این روش شامل ردیابی فاصله بین هر نقطه داده‌ای و مرکز نزدیک‌ترین خوشه فعلی‌اش می‌شود. در شروع تکرار، فاصله هر نقطه داده از مرکز جدید نزدیک‌ترین خوشه فعلی‌اش تعیین می‌شود. اگر این فاصله کمتر یا برابر با نزدیک‌ترین فاصله قبل باشد، آنگاه می‌توان آن را نشانه آن دانست که نقطه داده‌ای در آن خوشه باقی‌مانده و هیچ نیازی به محاسبه فاصله آن از سایر مراکز نمی‌باشد. این مسئله موجب صرفه‌جویی در زمان مورد نیاز برای محاسبه فواصل تا K-1 مرکز خوشه‌ای می‌شود. از طرف دیگر، اگر مرکز جدید نزدیک‌ترین خوشه فعلی از نقطه داده‌ای دورتر از مرکز قبل باشد، آنگاه شانس حضور نقطه داده‌ای در نزدیک‌ترین خوشه دیگر وجود دارد. در آن حالت، تعیین فاصله نقطه داده‌ای از کلیه مراکز خوشه‌ای ضروری می‌باشد. مرحله بعدی شناسایی نزدیک‌ترین خوشه جدید و ثبت مقدار جدید برای نزدیک‌ترین فاصله می‌باشد. حلقه تا زمانی تکرار می‌شود که هیچ نقطه داده‌ای از مرزهای خوشه‌ای عبور نکند، این مسئله به معیار همگرایی اشاره می‌کند. روش تجربی توصیف شده در قسمت فوق موجب کاهش معنادار و قابل توجه در تعداد محاسبات و در نتیجه بهبود کارایی می‌شود.

### ۳-۳- روش پیشنهادی

نمودار جریان سیستم پشتیبانی از تصمیم‌گیری پزشکی توسعه یافته برای طبقه بندی تصاویر کلیه در شکل ۳-۳ نشان داده شده است. تصاویر کلیوی ایالات متحده برای بهبود کیفیت تصویر بدست آمده و پردازش می‌شوند. با استفاده از ساختار فازی تحت عنوان فیلتر کردن، می‌توان نویز لکه، نمک و فلفل را برطرف کرد. ویژگی‌های بافت توسط ماتریس GLCM استخراج شده و با استفاده از تبدیل موجک گابور ویژگی‌ها بهینه می‌شوند.



شکل ۳-۳ ساختار الگوریتم پیشنهادی

سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری با ویژگی‌های بهینه آموزش داده می‌شود و از آن به عنوان پایگاه داده تصویر استفاده می‌شود. از طبقه‌بندی کننده و بر اساس بردار فاصله همان طور که تشریح شد، می‌توان برای طبقه‌بندی تصاویر بر اساس الگوهای موجود استفاده کرد و تصویر ورودی را با تصویر پرس و جو مقایسه کرد تا نمونه های منفی مثبت و کاذب واقعی تولید شود. طبقه‌بندی تصویر را می‌توان با استفاده از سیستم پیشنهادی فازی - عصبی که توضیح داده شد و نهایتاً طبقه‌بند نهایی K-Means به عنوان طبقه‌بندی ترکیبی انجام شده است تا تصویر را به صورت عادی یا غیرطبیعی طبقه‌بندی کند. مطابق با بسیاری از تحقیقات گذشته از دو معیار MSE و PSNR برای یافتن کیفیت تصویر و عملکرد فیلترها استفاده شده است. معیار MSE خطای مربع تجمعی بین تصویر اصلی و تصویر خروجی را نشان می‌دهد، در حالی که PSNR اندازه‌گیری خطای اوج را نشان می‌دهد. هرچه مقدار MSE پایین‌تر باشد خطا کمتر است. معیار PSNR را می‌توان با استفاده از تغییرات MSE، محاسبه کرد. فلوچارت الگوریتم پیشنهادی در شکل ۳-۴ نمایش داده شده است.

### ۳-۴- اندازه‌گیری معیارها

اندازه‌گیری معیارها بر اساس ضوابط (۳-۱۱) و (۳-۱۲) انجام خواهد شد.

$$PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{R^2}{MSE} \right) \quad (۳-۱۱)$$

$$MSE = \frac{\sum_{M,N} [I_1(m,n) - I_2(m,n)]^2}{M * N} \quad (۳-۱۲)$$

که در آن، M و N تعداد ردیف‌ها و ستون‌ها در تصویر اصلی است و R حداکثر نوسان در نوع داده ورودی تصویر است. ویژگی‌های بافت را می‌توان با استفاده از ماتریس Gray Level Cooccurrence Matrix استخراج کرد و ویژگی‌های مهم بافت آن عبارتند از :

۱. همبستگی برای تشخیص الگوهای تکراری در تصویر استفاده می‌شود و مطابق فرمول ۳-۱۳ محاسبه خواهد شد.

$$Autocorrelation = \frac{\sum_{x,y=1}^N P(x-\mu)(y-\mu)}{\sum_{x=1}^N (x-\mu)^2} \quad (13-3)$$

۲. کنتراست که مقدار تغییرات محلی واقع در تصویر را می‌یابد، اگر  $P(x,y)$  در ماتریس تغییرات بیشتری داشته باشد آنگاه کنتراست زیاد خواهد بود. مقدار کنتراست را می‌توان از رابطه ۳-۱۴ به دست آورد.

$$Contrast = \sum_{x=0}^N \sum_{y=0}^N |x-y|^2 P(x,y) \quad (14-3)$$

۳. همچنین انرژی که به عنوان لحظه زاویه‌ای نامیده می‌شود و پیکسل‌های جفت مکرر را پیدا می‌کند و اختلال در بافت‌ها را تشخیص می‌دهد. هنگامی که توزیع سطح خاکستری دارای یک فرم ثابت یا تناوبی باشد، مقادیر انرژی بالاتر تولید می‌شود.

$$Energy = \sum_{x=0}^N \sum_{y=0}^N P(x,y)^2 \quad (15-3)$$

۴. آنتروپی نوعی اختلال یا پیچیدگی تصویر است. هنگامی که تصویر از نظر بافت یکنواخت نیست و GLCM مقادیر بسیار کمی در مقایسه با بافت‌های پیچیده دارد، بسیار بزرگ است.

$$Entropy = - \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} P(x,y) \log(P(x,y)) \quad (16-3)$$

۵. همگن بودن نیز به عنوان لحظه اختلاف معکوس خوانده می‌شود و اختلاف در عناصر جفت را اندازه‌گیری می‌کند.

$$Correlation = \frac{\sum_{x,y=1}^N P(x,y)}{1 - (x-y)^2} \quad (17-3)$$

۶. حداکثر احتمال مناسب‌ترین شکل را در تصویر پیدا می‌کند.

(۱۸-۳)

$$\text{Maximum Probability} = \max (P(x,y))$$

۷. عدم تقارن تغییرات جفت سطح خاکستری را در یک تصویر پیدا می‌کند.

(۱۹-۳)

$$\text{Dissimilarity} = \sum_{x,y} |x-y| P(x,y)$$

۸. واریانس مقادیر ویژگی که نسبتاً زیاد است را می‌یابد.

(۲۰-۳)

$$\text{Variance} = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} (x - \mu)^2 P(x,y)$$

۹. اندازه‌گیری کواریانس از گسترش یا پراکندگی داده‌ها در دسته مربوطه انجام خواهد شد.

(۲۱-۳)

$$\text{Covariance} = \frac{1}{N} \sum_{x,y} (x_i - x)(y_i - y)$$

۱۰. همبستگی وابستگی‌های خطی تون خاکستری تصویر را اندازه می‌گیرد.

(۲۲-۳)

$$\text{Correlation} = \frac{\sum_{x,y=0}^{N-1} (x * y) P(x,\mu) - \{\mu_x * \mu_y\}}{\sigma_x * \sigma_y}$$

مجموعه ویژگی‌های بافت را می‌توان برای کاهش ابعاد از ویژگی‌های استخراج شده انتخاب کرد. با افزایش تعداد ویژگی‌های بافت می‌توان عملکرد طبقه‌بندی را بهبود داد. با این حال، عملکرد طبقه‌بندی بستگی به تعداد، کیفیت ویژگی‌ها و اندازه یک مجموعه آموزشی دارد. وجود ویژگی‌های ناکارآمد کارایی عملکرد طبقه‌بند را کاهش می‌دهد. فرآیند انتخاب ویژگی می‌تواند با استفاده از گابور برای بهینه‌سازی ویژگی‌های لازم در بافت یک تصویر انجام شود.

از طبقه‌بند بردار فاصله می‌توان برای یافتن پیکسل‌های طبقه‌بندی شده در یک تصویر استفاده کرد. پارامترهای بردار فاصله استفاده شده برای اندازه‌گیری برآوردهای مختلف برای طبقه‌بندی بیشتر به شرح زیر است :

$$\text{Minkowski distance: } D_{st} = \left( \sum_{i=1}^n |x_s - x_t|^\rho \right)^{1/\rho} \quad (23-3)$$

$$\text{Euclidean distance: } D_{st} = \sqrt{(x_s - x_t)(x_s - x_t)'} \quad (24-3)$$

$$\text{Mahalanobis distance: } D_{st} = \sqrt{(x_s - x_t)C^{-1}(x_s - x_t)'} \quad (25-3)$$

$$\text{City block distance: } D_{st} = \sum_{j=1}^n |x_{sj} - x_{tj}| \quad (26-3)$$

$$\text{Chebychev distance: } D_{st} = \max_j \{|x_{sj} - x_{tj}|\} \quad (27-3)$$

$$\text{Cosine distance: } D_{st} = 1 - \frac{x_s x_t}{\sqrt{(x_s x_s')(x_t x_t')}} \quad (28-3)$$

$$\text{Correlation distance: } D_{st} = 1 - \frac{(x_s - \bar{x}_s)(x_t - \bar{x}_t)}{\sqrt{(x_s - \bar{x}_s)(x_s - \bar{x}_s)'} \sqrt{(x_t - \bar{x}_t)(x_t - \bar{x}_t)'}} \quad (29-3)$$

$$\text{Spearman distance: } D_{st} = 1 - \frac{(r_s - \bar{r}_s)(r_t - \bar{r}_t)}{\sqrt{(r_s - \bar{r}_s)(r_s - \bar{r}_s)'} \sqrt{(r_t - \bar{r}_t)(r_t - \bar{r}_t)'}} \quad (30-3)$$

$$\text{Relative distance: } D_{st} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} (r_s - r_t)^2}}{\frac{1}{2} \sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} (r_s)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} (r_t)^2}} \quad (31-3)$$

در جایی که  $r_{sj}$  رتبه  $x_{sj}$  گرفته شده با  $x_1, x_{2j}, x_{mj}$  است و  $r_s$  و  $r_t$  بردارهای درجه مختصات  $x_s$  و  $x_t$  هستند.

$$r_s = (rs1, rs2, \dots, rs_n) \text{ and } \bar{r}_s = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{sj} = \frac{(n+1)}{2}, \bar{r}_t \quad (32-3)$$

$$= \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{tj} = \frac{(n+1)}{2}$$

## ۳-۵- خلاصه فصل

طبقه‌بندی، فرایند دسته‌بندی ورودی داده شده توسط آموزش با طبقه‌بند مناسب است. در کار حاضر، از ساختار فازی – عصبی و دسته‌بند K-Mean به عنوان طبقه بندی ترکیبی برای طبقه بندی تصویر کلیه در ایالات متحده استفاده می‌شود.

## فصل ۴ تحلیل نتایج

### ۴-۱- مفاهیم و مقدمات

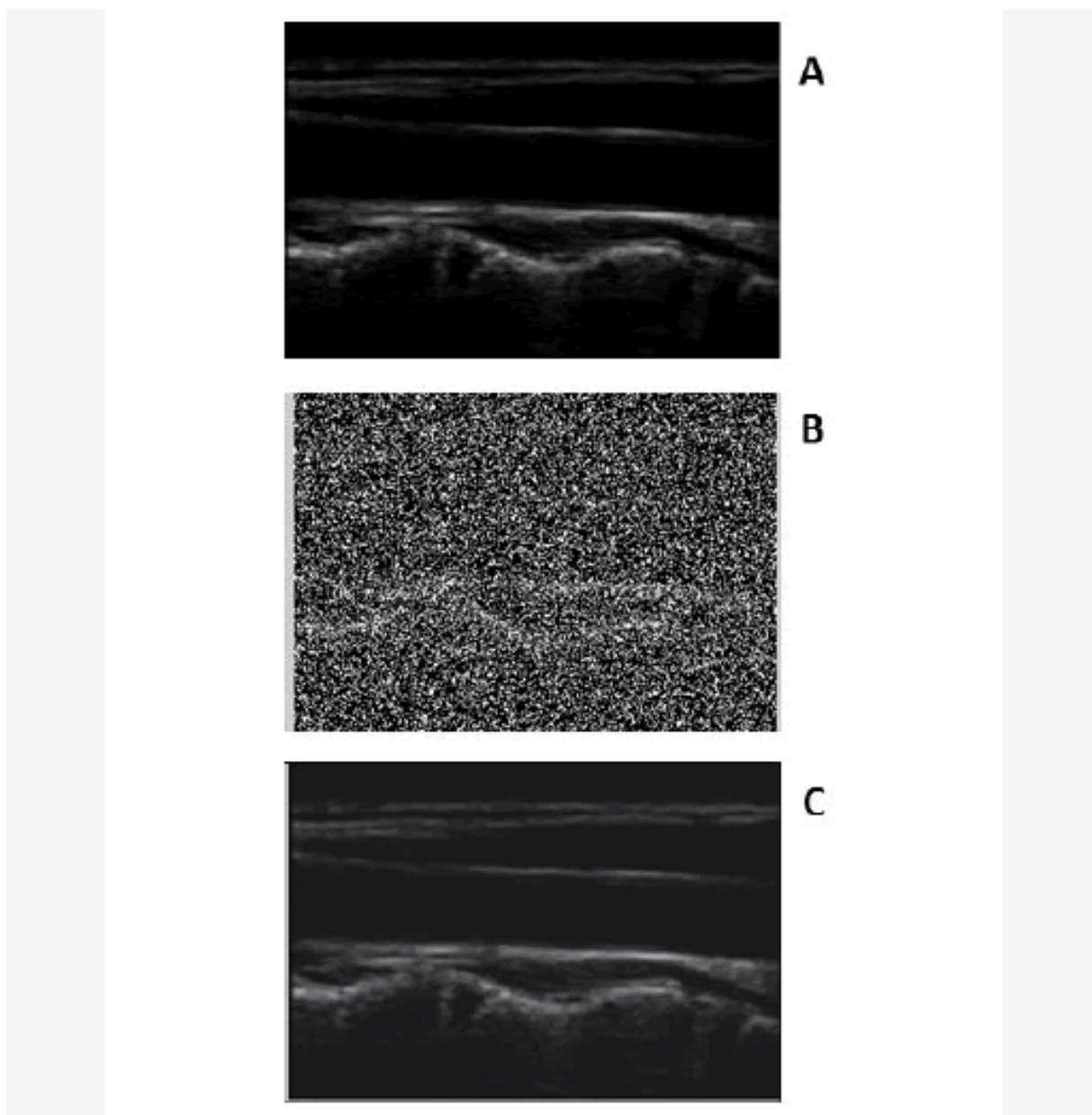
این بخش به بررسی اعتبار نمونه‌های تحقیقاتی و آزمون قابلیت اطمینان می‌پردازد. افزون بر این، در این قسمت، نتایج حاصل از خوشه‌بندی برای مدل تشخیص و ارزیابی عملکرد استفاده شده است. روال پیاده سازی در این طرح با نرم افزار Matlab انجام شد.

### ۴-۲- پایگاه داده

در این طرح سیستم طبقه‌بندی تصویر کلیوی پیشرفته ایالات متحده با استفاده از Matlab اجرا شد. تصاویر کلیوی ایالات متحده در مجموع ۲۴۸ تصویر از بانک اطلاعاتی موجود یعنی کلیه تصویر مخزن، US-TIP، AIUM و پایگاه داده ARI گرفته شده است. الگوریتم ANFSI یعنی فیلتر برای از بین بردن نویزهایی مانند نویز لکه، نمک و فلفل موجود در تصویر استفاده شده است. به طور کلی، تصاویر دیتابیس با یا بدون نمک و فلفل می‌باشد. از این رو نویز برای حذف بیشتر اضافه شده است. به منظور دستیابی به عملکرد بهتر، سطح تراکم نویز با تصاویر دیتابیس به ۰.۵ دسی بل افزایش یافته و پردازش می‌شود.



شکل ۴-۱ تصویر نمونه را قبل از افزودن تراکم نویز، تصویر پر نویز پس از افزودن ۰.۵ دسی بل و تصویر پس از اجرای الگوریتم پیشنهادی را نشان می‌دهد. ویژگی‌های بافت با استفاده از ماتریس GLCM استخراج و مقادیر ویژگی در جدول ۴-۱ ارائه شده است. بردارهای انتخاب ویژگی برای بهینه‌سازی ویژگی‌های لازم در یک تصویر توسط گابور انجام شد، روند انتخاب ویژگی با استفاده از انرژی گابور، دامنه متوسط، هیستوگرام و لحظه‌های موجک انجام شد.

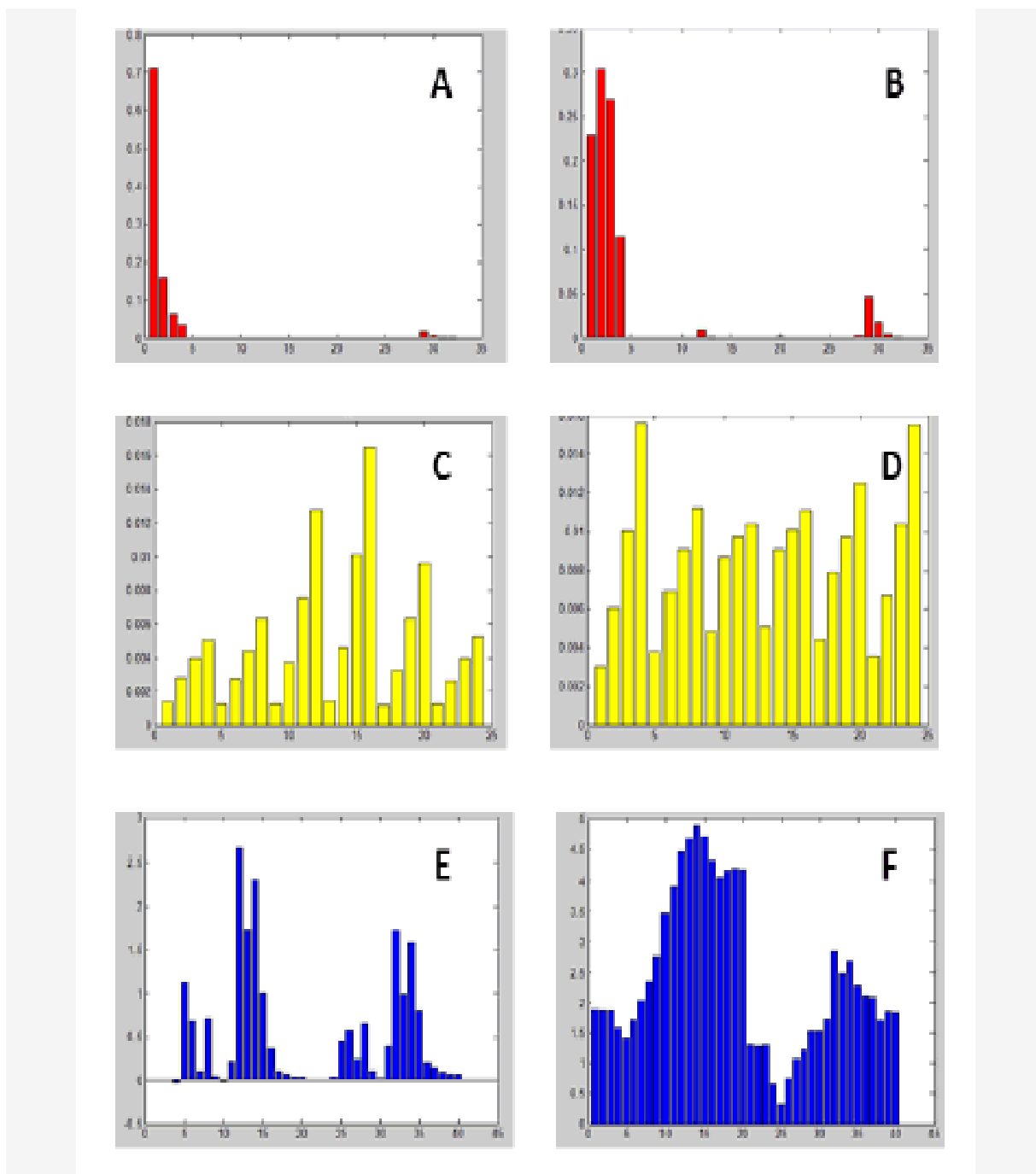


شکل ۴-۱ (A) تصویر نمونه، (B) تصویر نویز با چگالی صوت ۰.۵ دسی بل، (C) تصویر فیلتر شده با الگوریتم پیشنهادی.

جدول ۴-۱ مقادیر استخراج شده برای ویژگی ها

ردیف	ویژگی	ارزش
۱	Autocorrelation	۵۲.۹۷
۲	Contrast	۷.۹۳
۳	Energy	۰.۶۷۹
۴	Entropy	۷.۳۲۲۳
۵	Homogeneity	۱.۰۲۳
۶	MaximumProbability	۰.۷۳۸
۷	Dissimilarity	۱.۵۳۶
۸	Variance	۰.۶۲۹
۹	Covariance	۰.۶۱۸
۱۰	Correlation	۰.۵۸۹
۱۱	InverseDifferenceMoment	۱.۲۳۷
۱۲	ClusterProminence	۴.۱۵۳
۱۳	ClusterShade	۵۸.۶۷۱

ویژگی های بهینه شده توسط موجک گابور و ویژگی های تصویر مقصد مورد نیاز برای تشخیص برآورد شد. نمودارهای Histogram، Gabor Energy و Wavelet Moments از پایگاه داده تصاویر کلیه در ایالات متحده برای تصاویر عادی و غیر طبیعی توسط موجک گابور در شکل ۴-۲ نشان داده شده است.



شکل ۴-۲ (A) هیستوگرام برای تصاویر عادی، (B) هیستوگرام برای تصاویر غیرطبیعی، (C) انرژی گابور برای تصاویر عادی، (D) انرژی گابور برای تصاویر غیرطبیعی، (E) لحظات موجک برای تصاویر عادی، (F) لحظات موجک برای تصاویر غیرطبیعی.

## ۳-۴- تحلیل داده‌ها

## ۳-۴-۱ زمان اجرا

بر اساس مشاهدات جدول ۲-۴ بهترین روش پیشنهادی با تعداد داده‌ها آموزش مختلف تست و زمان‌سنجی شده است.

جدول ۲-۴ نتایج خوشه‌بندی

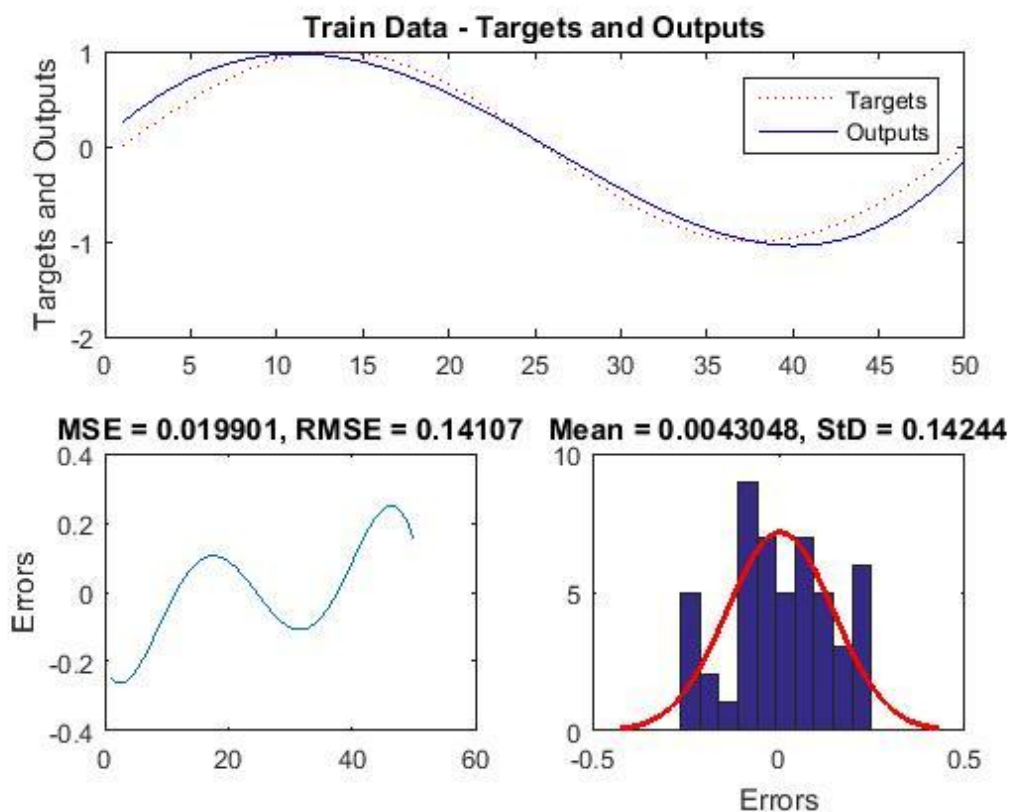
روش پیشنهادی	زمان اجرا (دقیقه)
ANFIS(50)	۳
ANFIS(223)	۳۶

## ۳-۴-۲ نتایج الگوریتم

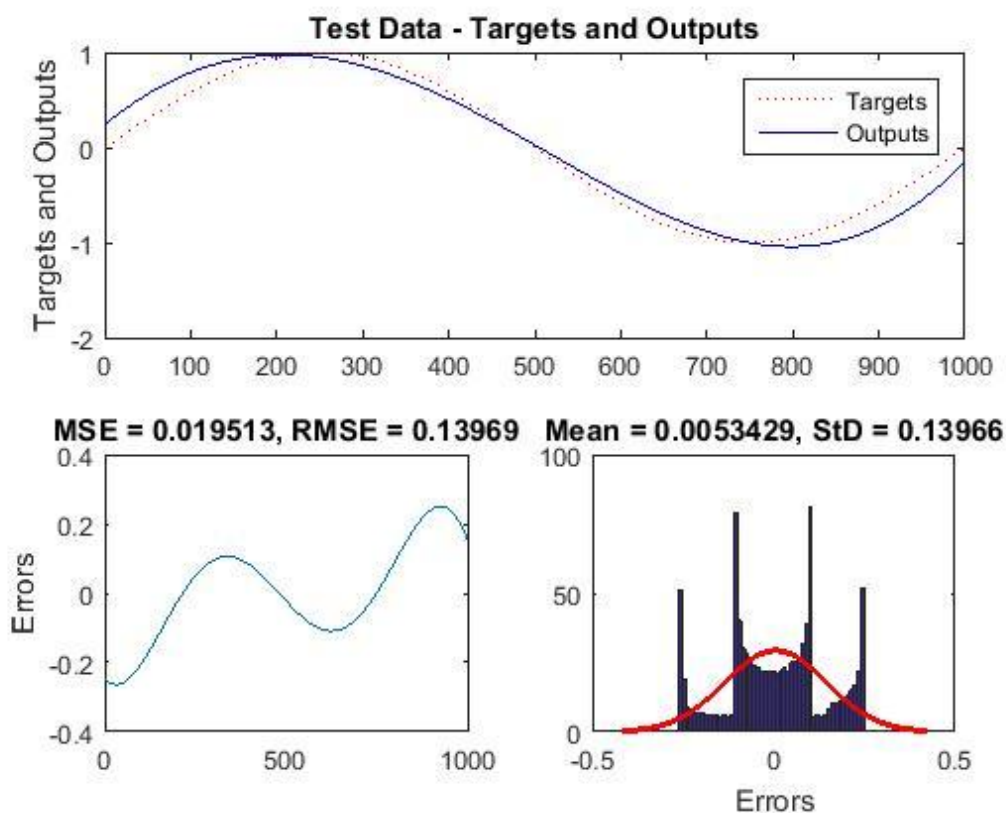
با توجه به جدول ۳-۴ کاملاً واضح است که نتیجه حاصل از الگوریتم با بیشترین مقدار ممکن برای داده آموزش کمترین هزینه را به خود اختصاص داده است و در عین حال زمان اجرای بیشتری دارد و دلیل این امر در تعداد دفعات تکرار این الگوریتم به وضوح خود را نشان می‌دهد و احتمال دارد اختلاف ناشی از دقت را با الگوریتم دیگری با درصد قابل توجهی در صرفه‌جویی در هزینه جبران کند.

جدول ۳-۴ نتایج الگوریتم پیشنهادی

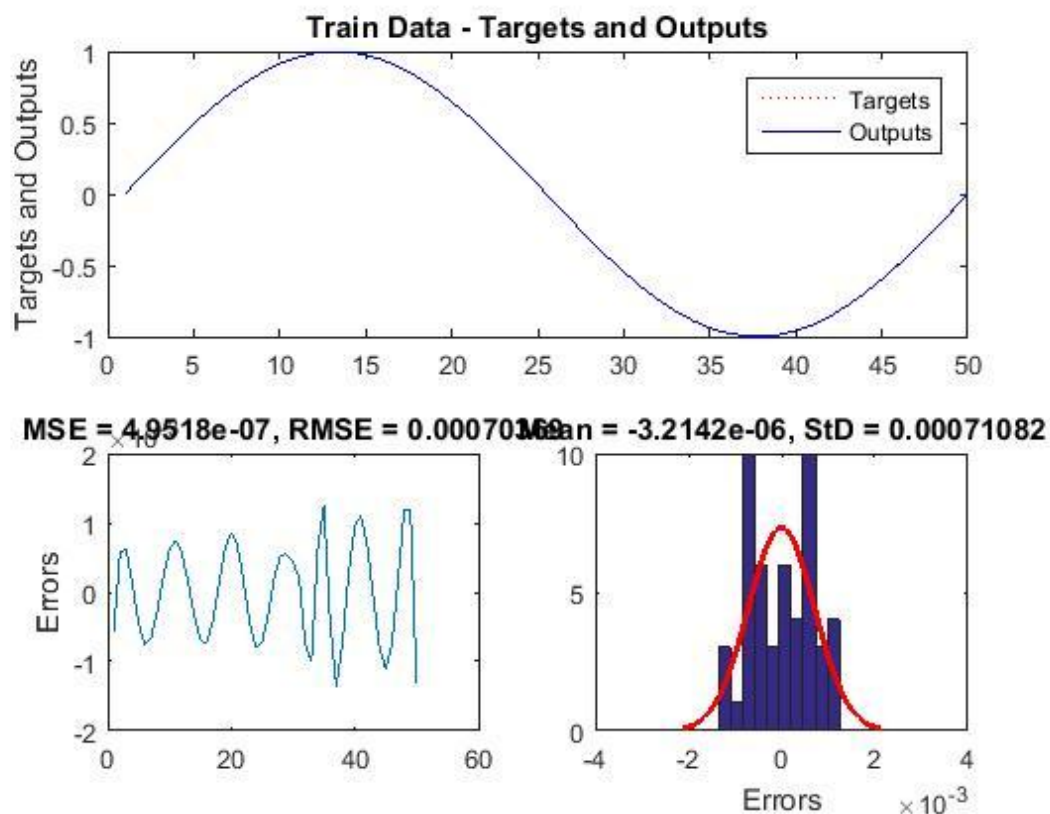
روش پیشنهادی	تعداد تکرار	بهترین هزینه	زمان اجرا (دقیقه)
۵۰ داده آموزش	۲۰۰	۰.۱۵	۳
۲۲۳ داده آموزش	۵۰۰	۰.۰۲	۳۶



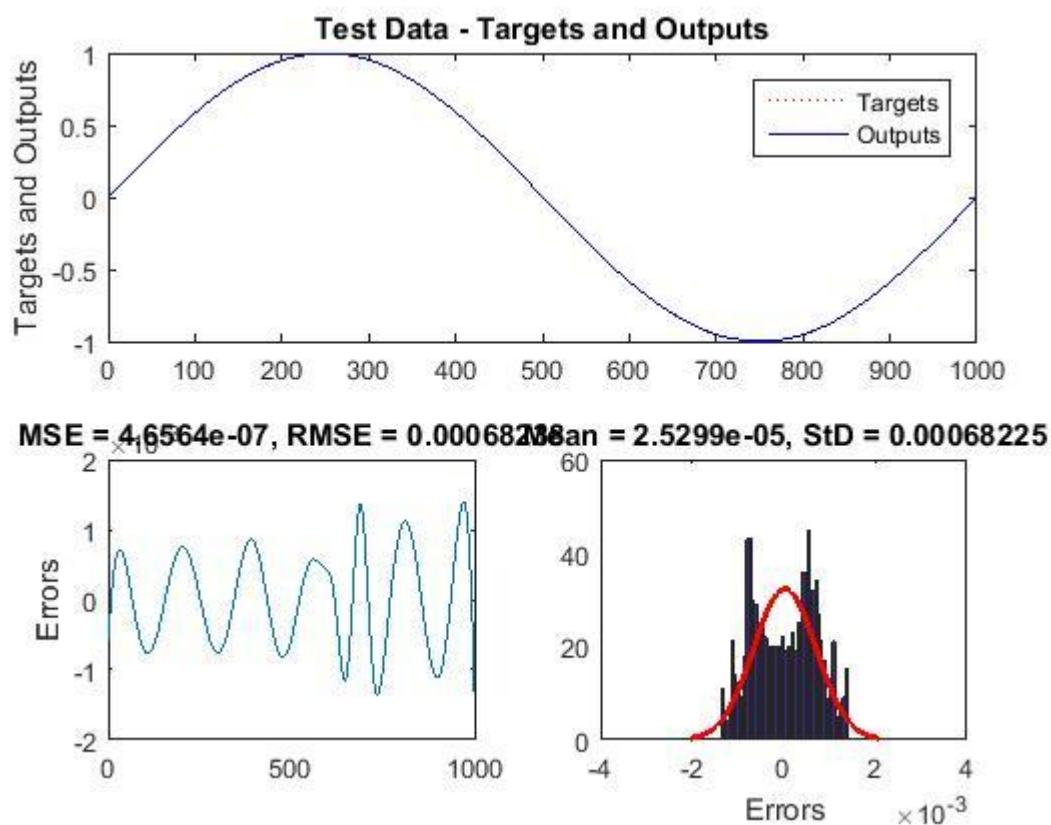
شکل ۳-۴ خطای شبیه‌سازی برای داده آموزش با ۵۰ داده



شکل ۴-۴ خطای شبیه‌سازی برای داده آزمایش با ۵۰ داده



شکل ۴-۵ خطای شبیه‌سازی برای داده آموزش با ۲۲۳ داده



شکل ۴-۶ خطای شبیه‌سازی برای داده آزمایش با ۲۲۳ داده

کاملاً مشهود است که داده‌های آزمایش با تعداد متفاوت، با تعدادهای تکرار متفاوتی به نتیجه مطلوب دست یافته‌اند. این موضوع با نگاه دقیق‌تر به مدت زمان اجرای الگوریتم‌ها در محیط پیاده‌سازی آشکارتر خواهد شد. تفاوت ناشی از زمان اجرا و تعداد دفعات تکرار به علت پیچیدگی در توابع ارزیابی و تخمین حاصل شده است. طبیعی است که با کاهش تعداد داده‌های آموزش هزینه اجرای کار هم کاهش یابد.

#### ۴-۴- نتایج خوشه‌بندی

بعد از استخراج گروه خوشه‌بندی اولیه برای خوشه‌بندی تمام داده‌ها استفاده کردیم. این رویکرد از طریق خوشه‌بندی دو مرحله‌ای تمام داده‌ها را با موفقیت در دو خوشه (گروه) طبیعی یا غیرطبیعی قرار داد. جدول ۴-۴ نتایج حاصل از تشخیص داده‌های مورد آزمایش با استفاده از مدل ترکیبی و هر یک از اجزاء مدل به شکل جداگانه را نشان می‌دهد. دقت این مدل بیش از ۹۰٪ بود. افزون بر این، مدل ترکیبی بهتر از مدل‌های قدیمی بود.

جدول ۴-۴ مقایسه کلی

روش	K-Mean	ANFIS	روش ترکیبی
دقت تشخیص نتایج	۷۹.۵	۸۶.۹	۹۵.۱

جدول ۴-۵ مقایسه نتایج با آزمون‌های آماری

آزمون	مقدار p- با توجه به مجموعه داده		
	ANFIS	K-Mean	روش ترکیبی
کای-دو	۰.۱	۰.۰۳	۰.۰۰۳
شاپیرو-ویلک	۰.۰۱	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۳
چولگی	۰.۲۶	۰.۰۱۶	۰.۳۴
کشیدگی	۰.۲	۰.۰۳	۰.۰۴۸

جدول ۴-۶ مقایسه دقت مدل با آزمون‌های آماری

مقدار-p	آمار تست	کنتراست
۰.۰۰۰۱	۱۴.۸۹۸	ANFIS K-Mean
۰.۰۰۴۵	۸.۰۴۴	ANFIS K-Mean + ANFIS
۰.۳۷۹۹	۰.۷۷۰	K-Mean K-Mean + ANFIS

## ۴-۵- مقایسه نتایج با روش‌های کلاسیک

توزیع داده‌ها، فاکتور مهم دیگر است که باید به دلیل تاثیر آن بر تعداد گزینه‌های خوشه‌بندی شده در مجموعه داده، در نظر گرفته شود که این امر می‌تواند منجر به تصمیمات اشتباه شود.

جدول ۴-۷ مقایسه نرخ دقت مدل‌های تشخیص متفاوت در پایگاه پزشکی اختلالات کلیوی

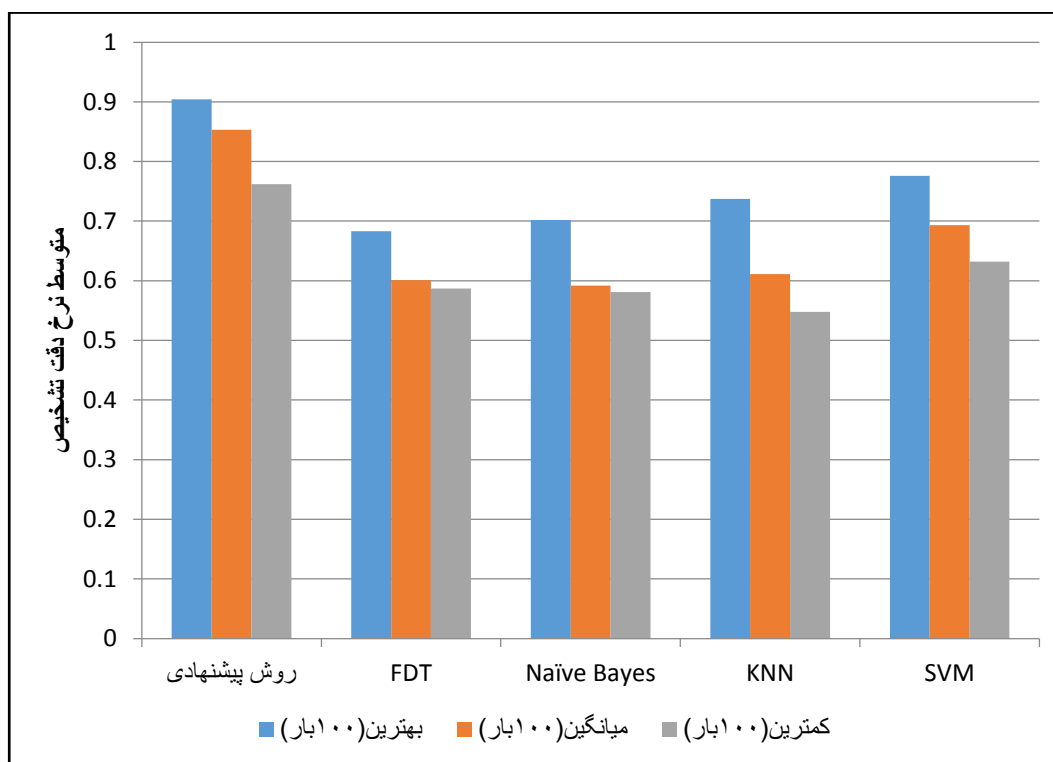
روش پیشنهادی	FDT	Naïve Bayes	KNN	SVM	روش
متوسط نرخ دقت تشخیص					
۰.۹۵۱	۰.۶۸۳	۰.۷۰۲	۰.۷۳۷	۰.۹۷۶	بهترین (۱۰۰ بار)
۰.۸۵۳	۰.۶۰۱	۰.۵۹۲	۰.۶۱۱	۰.۹۵۳	میانگین (۱۰۰ بار)
۰.۷۶۲	۰.۵۸۷	۰.۵۸۱	۰.۵۴۸	۰.۹۳۲	کمترین (۱۰۰ بار)

حال به مقایسه تحقیقات ثبت شده در این زمینه با روش‌های گوناگون ولی با پایگاه داده مشابه پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد که روش پیشنهادی نسبت به بسیاری از روش‌های مطرح شده برتر بوده و دقت بالاتری را حاصل کرده است.



جدول ۴-۸ مقایسه نرخ دقت با سایر رویکردها از تحقیقات قبلی در پایگاه داده پزشکی اختلالات کلیوی

نویسنده (سال)	متد	دقت طبقه بندی(%) (بهترین)
Yildirim(2008)[38]	GRNN	۷۳.۳
Goncalves (2009)[35]	HNFB	۸۹.۹
R. Das, I. Turkoglu(2010) [45]	Statistical Methodes	۸۹
Rajkumar (2010)[50]	Data Mining	۵۳.۴
M. Kumari, S. Godara(2011)[44]	SVM	۸۴.۱
M. Kumari, S. Godara(2011)[44]	Clustering	۷۹.۱
M. Kumari, S. Godara(2011)[44]	DTM	۸۱.۱
Hong Mi(2012)[47]	MLP	۸۲.۹
Gennari (2013)[48]	Clustering	۷۸.۹
Detrano (2014)[49]	Regresion	۷۷
روش پیشنهادی	K-Mean + ANFIS	۹۵.۱



شکل ۴-۷ مقایسه بهترین نرخ دقت

## ۴-۶- بررسی صحت عملکرد مدل

در نهایت عملکرد طبقه‌بندی کننده‌های مختلف از نظر حساسیت، ویژگی و دقت مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از روش طبقه‌بندی بردار فاصله می‌توان حساسیت را تخمین زد.

$$Sensitivity = \frac{T_p}{T_p + F_n} \times 100 \quad (1-4)$$

که  $T_p$  مثبت واقعی،  $T_n$  منفی واقعی،  $F_p$  مثبت نادرست و  $F_n$  منفی کاذب است. ویژگی به عنوان احتمال منفی برای تست تصویر نامیده می‌شود و می‌تواند توسط آن تخمین زده شود.

$$Specificity = \frac{T_n}{T_n + F_p} \times 100 \quad (2-4)$$

دقت احتمال این است که آزمایش تصویر برای تشخیص به درستی انجام شود.

$$Accuracy = \frac{T_n + T_p}{T_n + T_p + F_n + F_p} \times 100 \quad (3-4)$$

عملکرد طبقه‌بندی کننده‌های مختلف در جدول ۴-۹ نشان داده شده است. دقت، حساسیت و ویژگی با مقایسه ورودی و تصویر پرس و جو برای به دست آوردن تصاویر واقعی مثبت، واقعی منفی، کاذب مثبت و کاذب منفی در بانک اطلاعات محاسبه می‌شود.

نتایج تشخیص بانک داده با استفاده از طبقه‌بندی کننده‌های مختلف در جدول ۴-۱۰ آورده شده است. بر اساس این جدول مشخص می‌شود که طبقه‌بندی ترکیبی تصاویر طبیعی و غیر طبیعی را با دقت بیشتری از سایر طبقه‌بندی کننده‌ها تفکیک می‌کنند.

مقایسه عملکرد سیستم طبقه‌بندی توسعه یافته با طبقه‌بندی کننده‌های موجود در جدول ۴-۱۱ آورده شده است. ماشین بردار پشتیبانی با شبکه عصبی مصنوعی دقت بالاتری از ۹۹.۶٪ تولید می‌کند.

جدول ۴-۹ عملکرد طبقه‌بندی کننده‌های مختلف

ردیف	دسته‌بند تصویر	تعداد کل تصاویر	TP	FN	TN	FP	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Accuracy (%)
۱	Minkowskidistance	۲۴۸	۲۰۵	۲۳	۱۴	۶	۸۹.۹	۰.۷	۸۸.۳
۲	Euclidean distance	۲۴۸	۲۰۰	۲۹	۱۳	۶	۸۷.۳	۶۸.۴	۸۵.۸
۳	Mahalanobis	۲۴۸	۲۱۰	۲۰	۱۴	۴	۹۱.۳	۷۷.۷	۹۰.۳
۴	CityblockDistance	۲۴۸	۱۹۷	۲۴	۱۸	۹	۸۹.۱	۶۶.۶	۸۶.۶
۵	ChebychevDistance	۲۴۸	۲۰۷	۲۷	۱۲	۲	۸۸.۴	۸۵.۷	۸۸.۳
۶	CosineDistance	۲۴۸	۲۰۲	۲۹	۱۵	۲	۸۷.۴	۸۸.۲	۸۷.۵
۷	CorrelationDistance	۲۴۸	۲۰۶	۲۸	۱۰	۴	۸۸	۷۱.۴	۸۷
۸	SpearmanDistance	۲۴۸	۲۰۱	۳۲	۹	۶	۸۶.۲	۰.۶	۸۴.۶
۹	RelativeDeviation	۲۴۸	۲۰۳	۲۶	۱۸	۱	۸۸.۶	۹۴.۷	۸۹.۱
۱۰	NormalizedSVMwithKNN	۲۴۸	۱۹۰	۳۱	۲۰	۷	۸۵.۹	۷۴	۸۴.۶
۱۱	SVM	۲۴۸	۲۲۸	۱۴	۴	۲	۹۴.۲	۶۶.۶	۹۳.۵
۱۲	SVMwithKNN	۲۴۸	۲۳۲	۱۲	۳	۱	۹۵	۰.۷۵	۹۴.۷
۱۳	SVMwithANN	۲۴۸	۲۳۷	۱۰	۱	۰	۹۵.۹	۱۰۰	۹۵.۹
۱۴	روش پیشنهادی	۲۴۸	۲۳۱	۱۱	۵	۱	۹۵.۵	۸۳.۳	۹۵.۱

جدول ۴-۱۰ عملکرد بر اساس طبقه‌بندی تصویر

ردیف	دسته‌بند تصویر	تعداد کل تصاویر	تصاویر دسته‌بندی شده Accuracy (%)	
			طبیعی	غیرطبیعی
۱	Minkowskidistance	۲۴۸	۱۰۳	۱۴۵
۲	EuclideanDistance	۲۴۸	۱۰۸	۱۴۰
۳	Mahalanobis	۲۴۸	۱۱۱	۱۳۷
۴	CityblockDistance	۲۴۸	۱۰۹	۱۳۹
۵	ChebychevDistance	۲۴۸	۹۹	۱۴۹
۶	CosineDistance	۲۴۸	۱۰۴	۱۴۴
۷	CorrelationDistance	۲۴۸	۱۰۵	۱۴۳
۸	SpearmanDistance	۲۴۸	۱۰۷	۱۴۱
۹	RelativeDeviation	۲۴۸	۱۰۵	۱۴۳
۱۰	NormalizedSVMwithKNN	۲۴۸	۹۸	۱۵۰
۱۱	SVM	۲۴۸	۱۱۱	۱۳۷
۱۲	SVMwithKNN	۲۴۸	۱۱۲	۱۳۶
۱۳	SVMwithANN	۲۴۸	۱۱۵	۱۳۳
۱۴	روش پیشنهادی	۲۴۸	۱۱۳	۱۳۵

جدول ۴-۱۱ مقایسه دقت طبقه‌بندی به دست آمده با روش‌های مختلف

ردیف	محقق	حذف نویز	انتخاب ویژگی	دسته‌بند	نرخ صحت دسته‌بندی
۱	Joseetal.[8]	-	DataMining	AssociationRule/NaiveBayes	۹۲
۲	Attiaetal. [14]	Medianfilter	DWT	ANN	۹۵
۳	Viswanathand Gunasundari[13]	Gaborfilter	-	ANN	۹۵.۸
۴	Aslanetal. [18]	-	-	LSSVM	۸۴
۵	Premaetal. [9]	Gaussianlow- passfilter	GLCM	KNN	۸۷.۵
۶	Presentwork	FuzzyCmeansfilter	GLCM	SVM	۹۳.۵
				SVMwithKNN	۹۴.۷
				SVMwithANN	۹۵.۹
				روش پیشنهادی	۹۵.۱

## فصل ۵ نتیجه‌گیری

### ۵-۱- نتیجه

یک سیستم طبقه‌بندی تصویر کلیه کارآمد با استفاده از طبقه‌بندی کننده‌های مختلف ارائه شده است. روش فازی به منزله یک فیلتر برای از بین بردن نویزهای موجود در تصویر استفاده شده است و ویژگی‌های بافت با استفاده از روش همبستگی سطح خاکستری استخراج می‌شود. خصوصیات استخراج شده با استفاده از موجک های گابور و تساوی هیستوگرام انتخاب شدند. عملکرد طبقه‌بندها تخمین زده شد و مشخص شد که طبقه بندی کننده ترکیبی پیشنهادی از بهترین طبقه‌بندها است. در این راستا دو آزمایش دیگر نیز انجام شد که در آنها شبیه‌سازی با داده‌های آموزش متفاوت تست شد. بر اساس آزمایشات انجام شده نتایج حاصله در جدول ۵-۱ به وضوح از برتری آزمایش با ۲۲۳ داده آموزش خبر می‌دهد. البته لازم به ذکر است که حتما باید مصالحه‌ای در این زمینه انجام گیرد. پس در حالتی که ما ترم انرژی \* زمان را در نظر بگیریم ارقام، راه کار بهتری معرفی می‌کنند.

### جدول ۵-۱ آزمایش

تکرار × هزینه	روش پیشنهادی
۱۰	با ۲۲۳ داده آموزش
۳۰	با ۵۰ داده آموزش

## ۵-۲- نتیجه‌گیری

در روش پیشنهادی پس از طراحی سیستم استنتاج فازی ANFIS، آن را در دو حالت مورد آزمایش قرار دادیم و مرحله اول با ۵۰ نمونه داده آموزشی و در مرحله دوم با ۲۲۳ نمونه داده آموزشی طرح اجرا شد. نتایج به وضوح نشان دادند که زمان اجرای طرح در حاتی که داده‌های آموزشی کمتر بودند مطلوب‌تر بود، اما در نقطه مقابل از افزایش دقت پاسخ سیستم با داده‌های آموزشی بیشتر نمی‌توان به راحتی چشم‌پوشی کرد. نکته قابل توجه در این است که در حالت ورودی‌های آموزش پایین تفاوت معناداری بین پاسخ الگوریتم دیده نمی‌شد و این بدان معناست که با حجم داده‌های کم الگوریتم تقریباً به شکل مشابهی عمل می‌کند، اما هنگام افزایش داده‌های آموزش الگوریتم به مراتب بهتر خواهد بود.

## ۵-۳- کارهای آتی

به خاطر ملاحظات زمانی و هزینه‌ای، این مطالعه را می‌توان از لحاظ دقت تشخیص و کاربرد تحقیقاتی با استفاده از روش‌های دیگر بهبود بخشید. با این اوصاف، می‌توان از ساختارهای فرا ابتکاری برای بهینه‌سازی خوشه‌بندی مناسب استفاده کرد. پس در همین راستا می‌توان به سراغ الگوریتم‌های بهینه‌سازی فراابتکاری رفت تا نتایج بهتری برای سیستم در اختیار داشته باشیم. در این راستا الگوریتم‌های مورچگان، ژنتیک، ازدحام ذرات و تکامل تفاضلی به دلیل مبتنی بر جمعیت بودن مناسب‌تر به نظر می‌رسند.

## منابع

- [1] N. Vivekanandan, Prediction of seasonal and annual rainfall using order statistics approach of Gumbel and Frechet distributions, British Journal of Engineering and Technology, 1(1), 2012, 140-151.
- [2] S. M. Chen, Y. M. Wang and I. Tsou, Using artificial neural network approach for modelling rainfall-runoff due to typhoon, Journal of Earth System Science, 122(2), 2013, 399-405.
- [3] Y. M. Wang, S. Traore, T. Kerh and J.M. Leu, Modelling reference evapotranspiration using feed forward back propagation algorithm in arid regions of Africa, Irrigation Drainage, 60(3), 2011, 404-417.
- [4] H. E. Amr, A. El-Shafie, G. E. Hasan, A. Shehata and M. R. Taha, Artificial neural network technique for rainfall forecasting applied to Alexandria, International Journal of the Physical Sciences, 6(6), 2011, 1306-1316.
- [5] S. Jalal, K. Özgür, M. Oleg, S. Abbas-Ali and N. Bagher, Fore-casting daily stream flows using artificial intelligence approaches, ISH Journal of Hydraulic Engineering, 18(3), 2012, 204-214.
- [6] M. Mustafa, R. Rezaur, S. Saiedi, H. Rahardjo and M. Isa, Evaluation of MLP-ANN training algorithms for modelling soil pore-water pressure responses to rainfall, Journal of Hydrologic Engineering, 18(1), 2013, 50-57.
- [7] P.C. Nayak, B. Venkatesh, B. Krishna, and S.K. Jain, Rainfall-runoff modelling using conceptual, data driven, and wavelet based computing approach, Journal of Hydrology, 493(1), 2013, 57-67.
- [8] Jadhav MV, Sattikar A. REVIEW of Application of Expert Systems in the Medicine. Sinhgad Institute of Management and Computer Application (SIMCA), [Internet] 2014 [cited 2015May 20].
- [9] Sheikhtaheri A, Sadoughi F, Hashemi Dehaghi Z. Developing and using expert systems and neural networks in medicine: a review on benefits and challenges. J Med Syst 2014;38(9):110.
- [10] Ghaderzadeh M, Sadoughi F, and Ketabat A. Designing a clinical decision support system based on artificial neural network for early detection of prostate cancer and differentiation from benign prostatic hyperplasia. Health Inf Manag 2012;9(4):457-64.
- [11] Ramana, K.V., Basha, K., Neural Image Recognition System with Application to Tuberculosis Detection, IEEE proceeding of International Conference of Information Technology, 2004



- [12] Jiusheng, L., Zhenwu, B., Application of Neural Network Optical Fiber Temperature Sensor Probe Design Used in Medical Treatment. IEEE Trans. Neural Network and Signal Processing, pp. 389-392, Dec. 2003
- [13] M. Kumari, S. Godara, "Comparative Study of Data Mining Classification Methods in Cardiovascular Disease Prediction," International Journal of Computer Science and Technology, vol. 2, Issue 2, June (2011).
- [14] N. Al-Milli, "Backpropagation neural network for prediction of heart disease," Journal of theoretical and applied information Technology, vol. 56, pp.131-135, Oct 10, 2013.
- [15] R. Das, I. Turkoglu, A. Sengur, Effective Diagnosis of Heart Disease through Neural Network Ensemble, "Expert Systems with Applications" vol. 36 issue 4, pp. 7675-7680, May (2009). [Available]: 10.1016/j.eswa.2008.09.013.
- [16] N. Guru, A. Dahiya and N. Rajpal, "Decision Support System for Heart Disease Using Neural Network," Delhi Business Review, vol. 8, No 1, pp. 1 – 6, Jan – June (2007).
- [17] S. Prabhat Panday, N. Godara, "Decision Support System for Cardiovascular Heart Disease Diagnosis using Improved Multilayer Perceptron," International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Vol. 45– No.8, May (2012).
- [18] Gennari, J. Models of incremental concept formation. Journal of Artificial Intelligence, vol. 1, pp. 11-61., 1989.
- [19] J. S. Sonawane, D. R. Patil and V. S.Thakare, "Survey on Decision Support System for Heart Disease," International Journal of Advancements in Technology, vol 4, pp. 89-96, 2013.
- [20] A. Rajkumar and G. S. Reena, "Diagnosis of heart disease using data mining algorithm," Global Journal of Computer Science and Technology, vol. 10, pp. 38-43, December 2010.
- [21] Vanisree K., Jyothi Singaraju, "Decision Support System for Congenital Heart Disease Diagnosis based on Signs and Symptoms using Neural Networks," International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) vol. 19–No.6, April 2011.
- [22] Ali, M. & S. Satarkar (2013) A Fuzzy Expert System For Pathological Investigation and Diagnosis of Jaundice. International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, 2.
- [23] Chen, H.-L., C.-C. Huang, X.-G. Yu, X. Xu, X. Sun, G. Wang & S.-J. Wang (2013) An efficient diagnosis system for detection of Parkinson's disease using fuzzy k-nearest neighbor approach. Expert systems with applications, 40, 263-271.
- [24] Hasan, M. A. & A. R. Chowdhury (2010) Human Disease Diagnosis Using a Fuzzy Expert System. ArXiv preprint arXiv: 1006.4544.

- [25] Mohebeh Sadat Katebi, H. T., Mohammad Reza Baghaei Pour, Majid Hassanzadeh (2014) A FUZZY EXPERT SYSTEM FOR THE PREVENTOPN AND DIAGNOSIS OF BLOOD DISEASES. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences, 4.
- [26] Seising, R., C. Schuh & K.-P. Adlassnig. 2003. Medical knowledge, fuzzy sets and expert systems. In Workshop on intelligent and adaptive systems in medicine, Prague.
- [27] Zarandi, M. F., M. Zolnoori, M. Moin & H. Heidarnajad (2010) A fuzzy rule-based expert.
- [28] A. Fernández, M.J. Jesus, F. Herrera, on the influence of an adaptive inference system in fuzzy rule basedclassification systems for imbalanced data-sets, Expert Systems with Applications 36 (2009) 9805–9812.
- [29] C.S. Lee, M.H. Wang, Ontology-based intelligent healthcare agent and its application to respiratory waveform recognition, Expert Systems with Applications 33 (3) (2007) 606–619.
- [30] C.-C. Bojarczuk, H.-S. Lopes, A.-A. Freitas, Genetic programming for knowledge discovery in chest-pain diagnosis, IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine 19 (4) (2000) 38–44.
- [31] C.-S. Lee, M.-H. Wang, Ontological fuzzy agent for electrocardiogram application, Expert Systems with Applications 35 (2008) 1223–1236.
- [32] D.T. Pham, S.S. Dimov, Z. Salem, Technique for selecting examples in inductive learning, in: European Symposium on Intelligent Techniques (ESIT 2000), Aachen, Germany, 2000, pp. 119–127.
- [33] D.E. Goodman, L. Boggess, A. Watkins, Artificial immune system classification of multiple-class problems, in: Proceedings of the Artificial Neural Networks in Engineering ANNIE, 2002, pp. 179–183.
- [34] I. Gadaras, L. Mikhailov, An interpretable fuzzy rule-based classification methodology for medical diagnosis, Artificial Intelligence in Medicine 47 (1) (2009) 25–41.
- [35] J. Andrés, M. Landajo, P. Lorca, Forecasting business profitability by using classification techniques: a comparative analysis based on a Spanish case, European Journal of Operational Research 167 (2) (2005) 518–542.
- [36] K. Polat, S. Gunes, A. Arslan, A cascade learning system for classification of diabetes disease: generalized discriminant analysis and least square support vector machine, Expert Systems with Applications 34 (1) (2008) 482–487.
- [37] L.B. Gonc, alves, M.M.B.R. Vellasco, M.A.C. Pacheco, F.J. de Souza, Inverted hierarchical neuro-fuzzy BSP system: a novel neuro-fuzzy model for pattern classification and rule extraction in databases, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part C: Applications and Reviews 36 (2) (2006) 236–248.

- [38] M. Setnes, U. Kaymak, Fuzzy modeling of client preference from large data sets: an application to target selection in direct marketing, *IEEE Transactions on Fuzzy System* 9 (2001) 153–163.
- [39] M. Yalcin, T. Yıldırım, Karaciğer bozukluklarının yapay sinir ağları ile tes hisi, in: *Biyomedikal Muhendisliđi Ulusal Toplantısı (BIYOMUT 2003)*, Istanbul, Türkiye, 2003, pp. 293–297.
- [40] Bailey, M., Teichman, J., & Sorensen, M. (2016). U.S. Patent No. 9,414,806. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [41] Tzou, D. T., Usawachintachit, M., Taguchi, K., & Chi, T. (2017). Ultrasound use in urinary stones: adapting old technology for a modern-day disease. *Journal of endourology*, 31(S1), S-89.
- [42] Dai, J. C., Bailey, M. R., Sorensen, M. D., & Harper, J. D. (2019). Innovations in Ultrasound Technology in the Management of Kidney Stones. *Urologic Clinics*, 46(2), 273-285.
- [43] Zeng, X., Wen, L., Liu, B., & Qi, X. (2019). Deep learning for ultrasound image caption generation based on object detection. *Neurocomputing*.
- [44] Tierney, J. E., Schlunk, S. G., Jones, R., George, M., Karve, P., Duddu, R., & Hsi, R. S. (2019). In vitro feasibility of next generation non-linear beamforming ultrasound methods to characterize and size kidney stones. *Urolithiasis*, 47(2), 181-188.
- [45] Sorensen, M. D., Thiel, J., Dai, J. C., Bailey, M. R., Dunmire, B., Samson, P. C., & Harper, J. D. (2019). In-Office Ultrasound Facilitates Timely Clinical Care in a Multidisciplinary Kidney Stone Clinic. *Urology Practice*, 10-1097.
- [46] Velmurugan, V., Arunkumar, M., & Gnanasivam, P. (2017, March). A review on systemic approach of the ultra sound image to detect renal calculi using different analysis techniques. In *2017 Third International Conference on Biosignals, Images and Instrumentation (ICBSII)* (pp. 1-7). IEEE.
- [47] János Abonyi, Ferenc Szeifert, Supervised fuzzy clustering for the identification of fuzzy classifiers, *Pattern Recognition Letters* 24 (14) (2003) 2195–2207.
- [48] R.S. Youssif, C.N. Purdy, Combining genetic algorithms and neural networks to build a signal pattern classifier, *Neurocomputing* 61 (2004) 39–56.
- [49] S. Greco, B. Matarazzo, R. Slowinski, Rough sets theory for multicriteria decision analysis, *European Journal of Operational Research* 129 (1) (2001) 1–47.
- [50] S.C.K. Shiu, C.H. Sun, X.Z. Wang, D.S. Yeung, Maintaining case-based reasoning systems using fuzzy decision trees, in: *Proceedings of the 5th European Workshop on Case-based Reasoning—EWCBR2K 5*, Trento, Italy, 2000, pp. 285–296.

- [51] T. Van Gestel, J.A.K. Suykens, G. Lanckriet, A. Lambrechts, B.D. Moor, J. Vandewalle, Bayesian framework for least squares support vector machine classifiers, Gaussian processes and kernel fisher discriminant analysis, *Neural Computation* 14 (5) (2002) 1115–1147.
- [52] X.G. Chang, J.H. Lilly, Evolutionary design of a fuzzy classifier from data, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part B: Cybernetics* 34 (3)(2004) 1894–1906.
- [53] X.-N. Song, Y.-J. Zheng, X.-J. Wud, X.-B. Yang, J.-Y. Yang, A complete fuzzy discriminant analysis approach for face recognition, *Applied Soft Computing* 10(2010) 208–214.
- [54] Y.-J. Lee, O.L. Mangasarian, SSVM: a smooth support vector machine for classification, *Computational Optimization and Applications* 20 (1) (2001) 5–22.
- [55] Djam, kimbi, „A decision support System for Tuberculosis diagnosis“ *The pacific Journal of Science and technology*, Vol 12, No. 2, pages 410-425, Nov 2011
- [56] Jebamalar LE, Singh DAAG. Salt and Pepper Noise Detection and Removal in Gray Scale Images. An Experimental Analysis. *Int J Signal Process Image Process Pattern Recogn* 2013; 6: 343-352.
- [57] Toh KKV, Isa NAM. Cluster Based Adaptive Fuzzy Switching Median Filter for Universal Impulse Noise Reduction. *IEEE Transact Consumer Electronics* 2010; 56: 2560-2568.
- [58] Shruthi B, Renukulatha S, Siddappa M. Detection of Kidney Abnormalities in Noisy Ultrasound Images. *Int J Comput Appl* 2015; 120: 28-32.
- [59] Joseph S, Balakrishnan K, Nair BMR, Varghese RR. Ultrasound Image Despeckling using Local Binary Pattern Weighted Linear Filtering. *Int J Information Technol Comput Sci* 2013; 6: 1-9.
- [60] Onder D, Karacali B. Automated clustering of histology slide texture using co-occurrence based grayscale image features and manifold learning. *Biomedical Engineering Meeting, Balcova, Izmir*, 2009.
- [61] Raja BK, Madheswaran M, Thyagarajah K. Texture pattern analysis of kidney tissues for disorder identification and classification using dominant Gabor wavelet. *Machine Vision Appl* 2010; 21: 287-300.
- [62] Mohanaiah P, Sathyanarayana P, Guru-Kumar L. Image texture Feature Extraction using GLCM approach. *Int J Sci Res Publication* 2013; 3: 1-5.
- [63] Jose JS, Sivakami R, Maheswari UN, Venkatesh R. An Efficient Diagnosis of Kidney Images Using Association Rules. *Int J Comput Technol Elect Eng* 2012; 2: 14-20.
- [64] Akkasaligar PT, Biradar S. Classification of Medical Ultrasound Images of Kidney. *Int J Comput Appl* 2014; 3: 24-28.

- [65] Christiyana CC, Rajamani VP. Second Order Statistical Texture Features from a New CSLBPGLCM for Ultrasound Kidney Images Retrieval. *Appl Med Informatics* 2013; 33: 32-39.
- [66] Xie J, Jiang Y, Hung-Tat T. Segmentation of kidney from ultrasound images based on texture and shape priors. *IEEE Eng Med Biol Society* 2005; 24: 45-57.
- [67] Tamilselvi PR, Thangaraj P. Segmentation of Calculi from Ultrasound Kidney Images by Region Indicator with Contour Segmentation Method. *Global J Comput Sci Technol* 2011; 11: 42-51.
- [68] Viswanath K, Gunasundari R. Design and analysis performance of kidney stone detection from ultrasound image by level set segmentation and ANN classification. *IEEE Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics, New Delhi, 2014*, 407-414.
- [69] Attia MW, Moustafa HED, Abou-Chadi FEZ, Mekky N. Classification of Ultrasound Kidney Images using PCA and Neural Networks. *Int J Advanced Comput Sci Appl* 2015; 6: 53-57.
- [70] Thai LH, Hai TS, Thuy NT. Image Classification using Support Vector Machine and Artificial Neural Network. *Int J Information Technol Comput Sci* 2012; 5: 32-38.
- [71] Madheswaran M, Dhas ASD. Classification of brain MRI images using support vector machine with various Kernels. *Biomed Res India* 2015; 26: 505-513.
- [72] Zhang H, Berg AC, Maire M, Malik J. SVM-KNN: Discriminative Nearest Neighbor Classification for Visual Category Recognition. *IEEE Comput Vision Pattern Recogn* 2006; 2: 2126-2136.
- [73] Aslan MS, Munim HAE, Farag AA, Ghar MAE. Assesment of kidney function using dynamic contrast MRI Techniques: In: *Biomedical Image Analysis and Machine Learning technologies*. IGI Global 2009, 214-232.

## Abstract

The kidney stones are used by voting to be found in the human urinary system. It is usually possible to reach as a natural church, and since it has a valid reputation, it can allow you to allow you to allow you to. The two main levels of the kidney include weakening of the blood and monitoring important components in balance. As a matter of fact, inaccurate and unwanted particles in search images, the stone images in these images are complex and challenging. This article makes practical use of the new knowledge about the knowledge of the knowledge, shape, location of the organ organization. Images viewed under control with other medical images including CT and MRI can be finalized. Using this method to describe the church stone, you can not only see the picture more accurately, but also be able to be solved by different methods and be able to use this technique. In this research, using the technique, you can use and modify the modified technique and use fuzzy-neural techniques. According to the method we obtain spontaneously. Using this method, it uses a powerful computational technique. In a Sugeno fuzzy system, with the inference of Mamadani in the legal order, the fuzzy front and the other are non-fuzzy, you can also control with direct access. With this feature, you can buy the service using your own service and you can use it to be able to do it. You can change your hands to discuss added value and eventually change it as a visiting resource using this app. Given this range, 95.1 are allowed.

**Keywords:** Kidney Stone, Ultrasound Images, Image Processing, K-Means Clustering, ANFIS Fuzzy Structure.



**Non-Profit Institution  
of Shahrood**

**Non-Profit Institution of Shahrood**

**Title**

**Providing a Novel Method for Renal Stone Detection and Size  
Determination using Ultrasonography Images**

**Presented for Master of Science in Mechanical Engineering**

**Written by**

**Mohsen Saberi**

**Supervisor/Supervisors**

**M. M. Aliannejadi Ph.D**

**September 2019**