

یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

ارائه یک سیستم خبره و هوشمند برای تشخیص بیماری سل ریوی

وهاب امینی آذر^۱، رسول فرحی^۲

^۱ استادیار گروه مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، مهاباد، ایران، Aminiazar@iau-mahabad.ac.ir

^۲ مربی گروه مهندسی کامپیوتر دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، مهاباد، ایران، farahiirasoul@gmail.com

چکیده

بیماری سل که یک بیماری باتریال است به وسیله میکوباتریوم توبر تولوزیس ایجاد می شود. شایع ترین علامت ابتلا به بیماری سل ریوی سرفه پایدار به مدت دو هفته یا بیشتر) همراه با خلط و یا سایر علائم تنفسی (مانند تنگی نفس، درد قفسه سینه یا پشت و خلط خونی) می باشد گاهی اوقات تشخیص سل در سطح اولیه توسط پزشکان بسیار دشوار است؛ زیرا نشانه های مراحل اولیه بیماری سل شبیه به برخی از بیماری های دیگر است. موفقیت مورد انتظار در کاهش و کنترل بیماری سل به رغم اجرای برنامه های پیشگیرانه و درمانی مؤثر فراهم نشده که یکی از دلایل آن، تاخیر در تشخیص قطعی می باشد بنابراین ایجاد یک سیستم خبره و هوشمند برای غربالگری بیماری سل می تواند به تشخیص زودهنگام این بیماری کمک کند. به همین جهت از داده های بیماران مبتلا به سل ریوی در انجام این تحقیق استفاده شده است. به دلیل تعداد زیاد بیماران و آزمایش های متعدد هر بیمار، نیاز به یک ابزار خودکار برای کاوش در میان بیماران سل-ریوی احساس می شود از طرفی از آنجا که تکنیک های شبکه های عصبی برای پیش بینی بیماری های مختلف در زمینه پزشکی نقش مهمی ایفا می کنند، در این تحقیق از تکنیک های شبکه های عصبی استفاده شده است. نتایج شبیه سازی و تحلیل داده ها در نرم افزار MATLAB نشان دهنده این است که روش پیشنهادی دارای دقت ۹۹/۹۸٪، حساسیت ۹۹/۹٪ و مشخصه ۱۰۰٪ می باشد که نسبت به روش های پیشین می تواند سل ریوی را هوشمندتر و دقیق تر پیش بینی نماید.

واژه های کلیدی

بیماری سل ریوی، سیستم خبره، تکنیک شبکه های عصبی، شبکه عصبی پرسپترون چندلایه

یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

۱. مقدمه

در دو دهه گذشته رشد سریع داده‌ها در پزشکی از چالش‌های اساسی می‌باشد با توجه به پیشرفت سریع روش‌های بیوتکنولوژی و روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌های زیستی، روش‌های داده کاوی در حال رشد می‌باشد. امروزه برای تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی داده‌های بزرگ پزشکی از الگوریتم‌های داده کاوی و یادگیری ماشین استفاده می‌شود. هدف اصلی از تجزیه و تحلیل این داده‌ها توسعه مدل‌های مختلف پیش‌بینی در حوزه پزشکی می‌باشد. تشخیص بیماری یک موضوع داغ در تحقیقات فعلی است ویژگی اصلی مدل تشخیص بیماری تصمیم‌گیری سریع پزشکان و کاهش اشتباهات در تشخیص می‌باشد و داده‌های پزشکی را خیلی سریع بررسی می‌کند. همچنین از آنجایی که داده‌های پزشکی شامل تعداد زیادی ویژگی است و محققان تنها زیرمجموعه‌ای از این ویژگی‌ها را در نظر می‌گیرند و این ویژگی‌ها برای تشخیص بیماری حیاتی است. بنابراین بررسی این ویژگی‌های مهم باید بسیار دقیق باشد همچنین باید در نظر داشت که هر کدام از این ویژگی‌ها هزینه‌ای برای بیمار در بر خواهد داشت [۱]. دوران محاسبات مدرن دستیابی به روش‌های هوشمند در بیوانفورماتیک را گسترش داده است با توجه به عدم اطمینان در داده‌های پزشکی دریافت اطلاعات قابل درک تبدیل به چالشی بزرگ برای پزشکان شده است این چالش می‌تواند به تشخیص اشتباه یک بیماری منجر شود که بیشتر باعث درمان نامناسب بیماری می‌شود از این رو اگر متخصصین بتوانند با استفاده از تکنیک‌های هوشمند که قادر به تصمیم‌گیری هستند با بررسی دقیق داده‌های پیچیده و مهم ارزیابی خود را انجام دهند برای بیماران مفید خواهد بود سیستم‌های هوشمند احتمال وقوع خطاهای پزشکی، هزینه و زمان را کاهش می‌دهد [۲]. به کارگیری دانش داده کاوی در حوزه تشخیص بیماری کلیدی از جمله شیوه‌های هوشمندی است که می‌تواند با تحلیل عوامل مؤثر مشکلات کلیدی را زودتر و دقیق‌تر تشخیص داده و به توسعه تحقیقات پزشکی و تصمیم‌گیری‌های علمی در زمینه تشخیص و درمان منجر شود. کاربرد داده کاوی در محیط‌های درمانی بسیار متفاوت با سایر کاربردهای داده کاوی است، اول اینکه در بسیاری از مواقع کیفیت داده‌های پزشکی نامرغوب‌تر از کیفیت داده‌ها سایر حوزه‌هاست. یادگیری ماشین یک رشته علوم کامپیوتر است که از الگوریتم‌های کامپیوتری برای شناسایی الگوها در داده‌های بزرگ استفاده می‌کند و به پیش‌بینی نتایج مختلف براساس داده‌ها کمک می‌کند. در یادگیری ماشین، یک ماشین می‌تواند یک مجموعه داده را تجزیه و تحلیل کند و براساس آنچه آموخته است تصمیم‌گیری یا پیش‌بینی کند با توجه به در دسترس بودن اطلاعات بالینی، یادگیری ماشین نقش بسیار مهمی را در تصمیم‌گیری‌های پزشکی، شناسایی به موقع بیماران ایفا می‌کند [۵]. انتخاب ویژگی، فرایند انتخاب مجموعه‌ای از ویژگی‌های مرتبط برای استفاده در ساخت مدل می‌باشد هدف انتخاب مجموعه‌ای مناسب از ویژگی‌های بهینه برای طبقه‌بندی می‌باشند. انتخاب ویژگی مناسب می‌تواند کارایی مدل را افزایش دهد و ابعاد داده‌ها را کاهش می‌دهد. مساله انتخاب ویژگی می‌تواند به عنوان یک مشکل بهینه‌سازی ترکیبی با هدف انتخاب زیرمجموعه‌ای از ویژگی‌ها که توسط معیار ارزیابی بهینه می‌شوند مطرح شود. انتخاب ویژگی توسط روش‌های داده کاوی هنوز هم توسط محققین مورد استفاده قرار می‌گیرد اما برای حل مشکل ابعاد در داده‌های بزرگ و استخراج ویژگی‌های بهینه در سال‌های اخیر از الگوریتم‌های یادگیری ماشین بسیار استفاده می‌شود [۶و۷].

یکی از مهمترین بخش‌های هوش مصنوعی سیستم خبره می‌باشد. سیستمی که به تشخیص و درمان بیماری ریوی می‌پردازد، یک سیستم خبره است. سیستم خبره بطور گسترده‌ای در اکثر بخش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و کاربردهای فراوانی دارد. مهمترین زمینه در سیستم‌های خبره، مربوط به علوم پزشکی و کاربرد آن در تشخیص و درمان بیماری می‌باشد. دلیل آن این است که سیستم خبره، قابلیت ذخیره اطلاعات مربوط به کشف بیماری‌ها را داراست. تشخیص زودرس و شروع درمان در ابتدای بیماری نقش اساسی در کنترل آن دارد. تأخیر در تشخیص و درمان ممکن است باعث بدتر شدن وضعیت بیماری، افزایش خطر مرگ و میر و افزایش انتقال بیماری ریوی در جامعه شود. شناسایی عواملی که در تأخیر تشخیص و درمان بیماری ریوی نقش دارند در کنترل این بیماری اهمیت اساسی دارد. ما در این تحقیق می‌خواهیم با استفاده از نمونه‌های جمع آوری شده و شناسایی علایم بالینی این بیماری و میزان تاثیر آنها سیستمی خبره مبتنی بر داده کاوی طراحی نماییم که بتواند با توجه به پارامترهای ورودی عدم یا وجود بیماری ریوی را در فرد مبتلا به بیماری ریوی را تشخیص دهد.

یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

۲. پیشینه تحقیق

در سالهای اخیر استفاده از روش های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین به منظور تشخیص بیماری ها، مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. تحقیقات متعددی در طول زمان به منظور تشخیص بیماری ها از جمله بیماری سل انجام شده است. در این مقاله اطلاعات اختلات ریوی واقعی ۷۰۰ بیمار از بیمارستان KMS بنگلور جمع آوری و کد نویسی و نرمال شده است و در مرحله بعد با استفاده از K-means داده های مشابه را در دو گروه قرار داده و سپس با استفاده از مدل ترکیبی پیشنهادی که ترکیبی از K-means و دیگر الگوریتم های طبقه بندی داده های مشابه را در دو گروه PTH و RPTB طبقه بندی کردند و نتایج تجربی بدست آمده از اقدامات آماری و دقت طبقه بندی های مختلف با یکدیگر نشان دادند که بالاترین دقت را در مقایسه با سایر طبقه بندی ها دارد در این مقاله یک مدل ترکیب کارآمد برای پیش بینی بیماری ریوی ارائه شده که در آن K-means با الگوریتم های مختلف به منظور بهبود دقت در پیش بینی اختلال ریوی ترکیب می شود که این روش نه تنها در تشخیص بلکه در برنامه ریزی و درمان هم کمک می کند که در مقایسه با سایر طبقه بندی های NN موجود و NN یا AG مدل SVM با دقت ۹۸/۷٪ است را تولید می کند [۸].

این مقاله به ارائه یک سیستم خبره برای تشخیص بیماری ریوی با استفاده از پوسته Vp-expert پرداخته که بتواند بدون نیاز به پزشک بیماری ریوی را تشخیص دهد. برای طراحی سیستم خبره ارائه شده از روش کلیشه سازی استفاده کردند. به این صورت که برای تشخیص بیماری ابتدا عوامل موثر در تشخیص بیماری در چهار دسته وضع ظاهری، آزمایش، پرتونگاری و تزریق توبرکلین بر روی نمودار بلوکی قرار داده شده است. و در مرحله بعد طراحی بر روی نمودار موکلر برای هر چهار دسته از عوامل تشخیص بیماری و زیر بخش های مربوطه سوالات و محدوده پاسخ هر سوال تعیین گردید. در ادامه جداولی طراحی شد که بیانگر استنتاج سیستم با توجه به پاسخ کاربر به سوالات می باشد. نتایج حاصل از سیستم طراحی این سیستم نشان می دهد که سیستم خبره جمع آوری داده ها از طریق پرسش کاربر و پاسخ و در نهایت به اطلاع کاربر از تصمیم در آن وارد شده و رفتار فرد متخصص شبیه سازی شده است [۹].

در بررسی پیش بینی بیماری ریوی با استفاده از الگوریتم هوشمند SVM CA.5 Nanve Hayi، Random Forest و همچنین ترکیب این الگوریتم ها با دسته بندی تجمعی haggine و استفاده از ۸ ویژگی بیماری به همراه نمونه ها در پایگاه داده استاندارد که هر یک بازگوکننده افراد سالم و مبتلا به بیماری سل می باشند که به تشخیص وجود یا عدم وجود بیماری سل با توجه به معیار دقت و سرعت الگوریتم های بکارگرفته شده می پردازد. تا براساس علائم اولیه و نتایج آزمایشات ساده و زود پاسخ دهد، بتوانیم احتمالی از ابتلای فرد به اختلال ریوی را از همان اولین لحظات مراجعه فرد به پزشک تا قبل از مهیا شدن نتایج آزمایشات مطمئن مهیا کنیم [۱۰].

این مقاله با استفاده از یک خوشه فازی میانگین (FUM) به تجزیه و تحلیل و شناسایی انواع بیماری ریوی پرداخته و مدل خوشه فازی تشخیصی را ارائه داده است که به نظر می رسد یک راه هوشمند و طبیعی برای طبقه بندی علائم گروه اختلال ریوی است که C متوسط الگوریتم خوشه بندی فازی به عنوان حل مسئله و الگوریتم منطق در موتور استنتاج از سیستم پایگاه دانش است که برای ارزیابی طبقه بندی و تطبیق الگوهای بیش از یک کلاس اختلال ریوی استفاده می شود [۱۱].

یک سیستم پشتیبانی تصمیم گیری بالینی تشخیص اختلال ریوی با استفاده از منطق فازی طراحی شده که براساس تشخیص این سیستم روش مبتنی بر قانون بوده است. این قانون توسط پزشک آماده و سپس جزئیات کلاسه بند سیستم بروز شده و عملیات تست فرایند انجام می شود. در این فرایند منطق فازی استفاده شده که مجموعه ای از تکنیک ها است که تولید نتایج دقیق و قابل اعتماد را فراهم می کند که این روش تا بعد زیادی در تصمیم گیری به متخصصین ریه در تشخیص کمک می کند [۱۲].

این مقاله به پیش بینی اختلال ریوی با استفاده از تکنیک داده کاوی پرداخته است که بر روی ۶۶۷ بیمار که هر یک از پرونده ها که پارامتر جداگانه داشتند با ۳ روش داده کاوی مورد بررسی قرار گرفت که با توجه به نتایج حاصل از آزمایشات مدل طبقه بندی RM5E ۱۸٪ و مدل پرسپترون RM5E ۹٪ و الگوریتم PART یا RM5E ۲۰٪ ANFIS به روش دقیق و قابل اعتماد در مقایسه با الگوریتم پرسپترون PART برای طبقه بندی بیماران مبتلا به اختلال ریوی است [۱۳].

مؤلف یک سیستم استنتاج فازی برای تعیین و تشخیص بیماری سرطان ریه طراحی کرده است. این سیستم براساس مجموعه ای از علائم و قوانین است. پارامترهای ورودی این سیستم عبارتند از: کاهش وزن، تنگی نفس، درد قفسه سینه، خون در خلط و پارامتر خروجی

یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

تشخیص دهنده‌ی حضور و مرحله‌ی بیماری یا عدم حضور بیمار سرطان ریه در فرد است نتایج بدست آمده از این سیستم طراحی شده یک بازده خوبی به عنوان یک سیستم تشخیص پزشکی متخصصین حتی برای کاربران عادی عمل می‌کند پیاده‌سازی آن ساده و آسان و در JADEF MATLAB با استفاده از منطق فازی اجرا شده است و با دیگر تکنیک‌های داده کاوی و درخت تصمیم‌گیری سازگار است [۱۴].

در این مقاله سل و روش‌های فعلی مورد استفاده برای تشخیص بیماری ریوی (آزمون تومرکولین، میکروسکوپ خلط و رادیوگرافی قفسه سینه) را معرفی می‌کند از روش‌های داده کاوی در تشخیص بیماری ریوی از علائم بالینی (سن، تعریق شبانه، سرفه بیش از سه هفته، کاهش وزن و درد قفسه سینه) به عنوان پارامتر ورودی استفاده شده است و سپس با انجام پیش‌پردازش داده‌ها تمیز کردن، یکپارچه‌سازی و کاهش داده‌ها) مجموعه‌ی آموزش نهایی آماده اعمال تکنیک‌های داده کاوی است که نتایج نشان می‌دهد تکنیک‌های شبکه حسی خوش نتایج بهتری در مقایسه با شبکه MLP دارد و می‌تواند الگوی مناسب را در داده‌های مبهم و ناقص کشف و ابزار مناسب برای تجزیه و تحلیل داده‌ها ارائه دهد. همچنین مجموعه‌ی حسی خوش با ANFIS مقایسه شده که دقت و درستی داده‌های اختلال ریوی در ANFIS با ۹۷٪ و مجموعه‌ی حسی خوش ۱۲٪ بوده علاوه بر این ANFIS با پرسپترون چند بخشی هم مقایسه شده که در این آزمایشات نشان داد که SVM با بالاترین دقت ۹۸/۷٪ و پس از Haggling ۹۸/۳٪ و Random Forest با دقت ۹۸/۳٪ در مقایسه با روش‌های دیگر است [۱۵].

این مقاله توصیف کننده‌ی یک سیستم خبره براساس وب براساس تشخیص بیش آزمایشگاهی در برابر عفونت ریوی است سریع و در دسترس عموم از طریق اینترنت است سیستم خبره ریوی براساس اطلاعات گسترده زیست‌شناسی بالینی میکروباکتریوم و تشخیص‌های پزشکی برای مراقبت از افرادی که دسترسی به پزشک متخصص ندارند اما می‌خواهند وضعیت پزشکی خود را بررسی کنند طراحی و ساخته شده است که این واحد با موتور استنتاج داده‌های بیمار را دریافت و از طریق سیستم خبره ایجاد کننده یک واسط بر مبنای وب است که با استفاده از جاوا یا زبان مدلسازی یکپارچه (UML) روی سرور آپاچی و تحت عامل سیستم ویندوز و با استفاده از زبان مدلسازی یکپارچه برای توصیف و طراحی منطقی سیستم بکار رفته است. از رویکرد مبتنی بر قواعد استفاده کرده و دانش ذخیره شده به عنوان قوانین و حقایق برای کمک به پزشکان نسبت به بیمار دکتر در بیمارستان‌ها و در نهایت زمان مشاوره دراز مدت را کاهش دهد. با تمرکز روی تحقیق و توسعه ابزار بالینی براساس وب است که برای بهبود کیفیت تبادل اطلاعات سلامتی میان متخصصین مراقبت‌های سلامت و بیماران طراحی شده‌اند پزشکان نیز می‌توانند از این ابزار بر مبنای وب برای همکاری در تشخیص استفاده نمایند [۱۶].

تشخیص بیماری انسانی یک فرایند پیچیده و نیازمند سطح بالایی از تخصص است هر تلاشی در راستای یک سیستم خبره براساس وب که با تشخیص بیماری انسانی سر و کار دارد باید بر مشکلات متعددی غلبه کند. این مقاله توصیف کننده‌ی یک پروژه با هدف توسعه‌ی یک سیستم خبره فازی با موفقیت در تعداد زیادی از کاربردها بکار رفته‌اند این‌ها از قوانین زبان شناسی برای توصیف سیستم‌ها استفاده می‌کنند. این پروژه تحقیقاتی با تمرکز بر روی تحقیق و توسعه‌ی ابزار بالینی براساس وب است که برای بهبود کیفیت تبادل اطلاعات سلامتی میان متخصصین مراقبت‌های سلامت و بیماران طراحی شده‌اند. کارآموزان نیز می‌توانند از این ابزار بر مبنای وب برای همکاری در تشخیص بیماری ریوی استفاده نمایند. سیستم ارائه شده برای سناریوهای متعدد در راستای ارزیابی عملکرد آن آزمایش شده است [۱۷].

تشخیص پزشکی یکی از مسایل مهم در بهداشت و درمان است احتمال وقوع عفونت ریوی با استفاده از عدد تصادفی ورودی، برای سیستم مدیریت ریه بررسی شده منطق فازی در چنین سیستم خودکار یک ابزار ابتکاری و حرفه‌ای از تشخیص عفونت ریوی به ویژه در مناطقی که عفونت در آن گسترده است تمرکز اصلی این است که با توسعه‌ی معماری سیستم برای پیدا کردن مرحله‌ی احتمالی بیمار است. این الگوریتم با استفاده از خروجی Rule Base و اطلاعات وارد شده توسط کاربر سطح عفونت را تعیین می‌کند. استفاده از منطق فازی در طراحی چنین سیستم‌های تشخیصی، در این مقاله اعتقاد بر این است که این منطق به عنوان یک وسیله قابل اعتماد و ارزان در درمان بیماری‌های ریوی خدمت می‌کنند. علاوه بر این اجرای منطق فازی مجموعه‌ای از تکنیک‌ها را تولید و راه حل قابل اعتماد را فراهم می‌کند [۱۸].

یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

در سیستم خبره فازی ارائه شده تشخیص مننژیت باکتریال از سایر مننژیت ها در کودکان از دو موتور استنتاج فازی (فاز تشخیص مننژیت باکتریال و پیشنهاد LP مجدد) استفاده شده است در هر دو موتور استنتاج مدل منطقی با مشخصه های min-mix به عنوان عملکردهای OR-ANE و روش مرکز جرم Cenonoid برای هم فازی سازی، به کار گرفته شده است. زیر سیستم استنتاج تشخیص مننژیت باکتریال با استفاده از اطلاعات ۱۰۶ بیمار مبتلا به مننژیت ارزیابی شد. صحت حساسیت و دقت سیستم به ترتیب ۹۲، ۱۰۰ و ۸۹ درصد بود سطح زیرسطحی ROC ۹۴/۷٪ و ضریب گایا توافق ۸۲٪ ($P < 0.001$) بین تشخیص سیستم و تشخیص پزشک را نشان داد زیر سیستم پیشنهاد LP مجدد نیز توسط اطلاعات ۷۵ بیمار مبتلا به مننژیت غیرباکتریال ارزیابی شد. صحت، حساسیت و دقت سیستم به ترتیب ۹۶، ۱۰۰ و ۹۵ درصد بود. سطح زیرمنحنی ROC ۹۴٪ و ضریب گایا توافق ۸۷٪ ($P < 0.001$) بین تشخیص سیستم و تشخیص پزشک را نشان داد. با توجه به پیچیدگی تشخیص مننژیت باکتریال و اهمیت تشخیص به موقع و نیز نتایج مطلوب حاصل از به کارگیری و ارزیابی سیستم خبره پیشنهادی این سیستم می تواند در تشخیص و افتراق مننژیت حاد باکتریال از سایر مننژیت ها مفید باشد. اما لازم است مطالعات بیشتر با داده های متنوع تر و بیشتر برای ارزیابی بهتر و تایید سیستم انجام شود [۱۹].

در این مقاله یک سیستم خبره جهت تشخیص بیماری های تنفسی با استفاده از پروتوکل پیاده سازی کرده است. بیماری های تنفسی که سیستم خبره پیشنهادی قادر به تشخیص آنهاست. عبارت اند از: سرطان ریه، ذات الریه، آسم و برونشیت برای هر بیماری علائمی در نظر گرفته شده و بیمار باید نماد علام یک بیماری را داشته باشد و همچنین پاسخ بیمار برای تمام علائم یک بیماری که سیستم خبره پیشنهادی از آن پرسیده باید Y (بله) باشد تا سیستم خبره پیشنهادی بتواند بیماری فرد بیمار را تشخیص دهد. بیشترین مزیت سیستم خبره پیشنهادی در این است که همیشه و بدون هیچ خستگی و با هزینه ای کم در دسترس بیمار است [۲۰].

در سیستم استنتاج فازی پیشنهادی برای تشخیص خودکار بیماری از الگوریتم بهینه سازی جامعه مورچگان استفاده می شود. روش پیشنهادی که براساس دومتدولوژی سیستم های فازی و الگوریتم جامعه مورچگان بنا شده نتایج کارآمدی را برای دسته بندی نمونه های مختلف بیماری ارائه نموده و با دقت بالایی نمونه های مختلف بیماری را تشخیص می دهد. علاوه بر دقت قابل قبول در تشخیص بیماری روش پیشنهادی دارای یک مزیت دیگر نسبت به روش های دیگر است که این مزیت مربوط به معیار سادگی و قابلیت تغییر مدل تشخیص بیماری است زیرا متوسط طول قوانین در آن، نسبت به سیستم های دیگر کوتاه تر است و یک پزشک متخصص به سادگی می تواند این سیستم را درک کند [۲۱].

طراحی سیستم خبره جهت تشخیص درست عارضه مسمومیت حاملگی با استفاده از سیستم خبره که حجم نمونه شامل ۲۱۵ پرونده بود به صورت تصادفی انتخاب شدند. نتایج حاصل از سیستم پیشنهادی با نتایج اعلام شده از طرف متخصصان با آزمون کاپا و با استفاده از نرم افزار SPSS مورد مقایسه قرار گرفت. ابتدا پارامترهای ورودی، فازی سازی و سپس به موتور استنتاج وارد شدند. نتایج خروجی به صورت گروه بندی شده در دو گروه بیمار یا سالم، به عنوان تشخیص نهایی و در قالب توضیحات بالینی ارائه شد. نتایج حاصل از آزمون سیستم نشان داد که صحت، ویژگی و حساسیت به ترتیب ۹۸ درصد، ۱۰۰ درصد و ۹۶ درصد بود. با توجه به میزان بالای صحت، ویژگی و حساسیت حاصل از ارزیابی سیستم، منطق فازی می تواند روشی کارآمد برای طراحی سیستم های خبره در حوزه زنان و زایمان باشد و برای تشخیص سایر اختلالات دوران بارداری و پیشگیری از عوارض خطرناک برای مادر و نوزاد موثر واقع شود [۲۲].

یکی از مهمترین کاربردهای داده کاوی، بررسی الگوهای موجود در داده ها است. هدف این پژوهش تعیین الگوهای موجود در داده های بیماران مبتلا به آسم است. مجموعه داده ی مذکور با استفاده از فرم گردآوری داده جمع آوری گردید و در محیط نرم افزار Excel وارد شد و افزونه داده کاوی این نرم افزار مورد استفاده قرار گرفت و سپس تحلیل های اثرگذارهای کلیدی، دسته بندی بیماران و تشخیص استثنائات انجام شد. داده ها، جهت انجام تحلیل های کلی تر، در پنج خوشه تجمع شدند و وجه مشترک آن ها ارائه شد و سوابقی که ویژگی های استثنایی داشتند، شناسایی شدند. سپس با تحلیل هزینه ها و تعیین مقدار آستانه برابر ۶۱۲، پرسش نامه ی تشخیص آسم به روش کارت امتیاز ارائه گردید [۲۳].

در این مدل تشخیص خودکار بیماری ها با استفاده از سیستم استنتاج فازی پرداخته است. سیستم پیشنهادی در پنج بیماری با علامت مشخص گلودرد (موتونوکلئور، مخملک، فارنژیت با تونسلنت، سرماخوردگی و عفونت خفیف ویروسی) مورد تست قرار گرفته است که سیستم از شخص سؤالاتی را می پرسد براساس پاسخ های دریافتی نوع بیماری را تشخیص می دهد این سیستم ها کمک شایانی به صرفه

یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

جویی در وقت و هزینه می کند علاوه بر این با استفاده از یک سیستم تشخیص خبره آنلاین شخص می تواند به راحتی و سریعتر نسبت به تشخیص بیماری خود اقدام کند و روند بیماری خود را هر چه سریعتر تحت نظر پزشک شروع کند. این سیستم به دلیل دانش محور بودن قابل استفاده برای پزشکان به منظور بالا بردن درصد اطمینان تشخیص می باشد و دارای قابلیت ارتقاء توسط بازخوردی است که از پزشکان متخصص دریافت می کند [۲۴].

۳. شبکه عصبی مصنوعی

یک شبکه عصبی مصنوعی^۱ یک ماشین محاسباتی است که از ساختار سیستم عصبی بیولوژیکی الهام گرفته اند. پایه ای ترین قسمت ساختمان یک شبکه عصبی نورون ها هستند. نورون یک واحد پردازش است که ورودی را از منبع دریافت کرده و با تعریف رفتاری غیر خطی در جهت رسیدن به شبکه، به خروجی نهایی می رسد [۲۵]. الگوریتم آموزشی پس انتشار^۲ یکی از پرکاربردترین انواع شبکه های عصبی است که در این تحقیق نیز مورد استفاده قرار گرفته است.

هدف اصلی یک شبکه عصبی ساخت مدلی با استفاده از ورودی ها است به طوری که این شبکه آموزش دیده، قابلیت پیش بینی خروجی ها با استفاده از ورودی های جدید که شبکه تاکنون با آنها مواجه نشده است را داشته باشد. الگوریتم پس انتشار یک شبکه عصبی پرسپترون چندلایه (MLP^3) است که متشکل از یک لایه ورودی، چند لایه پنهان، و یک لایه خروجی می باشد. آموزش یک شبکه عصبی توسط تطبیق وزن ها به گونه ای که خطای شبکه که اختلاف بین خروجی شبکه و مقادیر واقعی است انجام می شود. در انتهای فاز آموزش، شبکه مدلی ارائه می کند که قادر به پیش بینی مقادیر خروجی توسط ورودی ها باشد. پایه ای ترین قسمت ساختمان یک شبکه عصبی نورون ها هستند. نورون یک واحد پردازش که دارای چند ورودی معمولاً بیشتر از (۱) و یک خروجی است. نورون ها می توانند تک ورودی یا چند ورودی باشند. معمولاً یک نورون بیش از یک ورودی دارد.

۱.۳. الگوریتم پس انتشار خطا^۴

الگوریتم پس انتشار تعمیم قانون یادگیری Widrow-Hoff برای شبکه های چند لایه و توابع انتقال جدایی پذیر می باشد این روش از روشهای نظارت شده است و "قانون دلتا"^۵ یا "الگوریتم کاهش شیب خطا"^۶ برای کم کردن خطا استفاده می کند. که در این الگوریتم وزن ها در خلاف جهت شیب در تابع خطا شروع به اصلاح شدن می کند. واژه پس انتشار به رفتاری بر می گردد که در آن شیب برای شبکه های چند لایه غیر خطی محاسبه می شود. [۲۵]. الگوریتم پس انتشار به دو مرحله: مرحله پیشرونده^۷ و مرحله پسرو^۸ تقسیم می شود. تابع فعال سازی تانژانت - سیگموئیدی اغلب در این شبکه ها مورد استفاده قرار می گیرد. این شبکه ها همچنین شبکه های پرسپترون چندلایه نیز نامیده می شود. این شبکه ها با استفاده از الگوریتم پس انتشار خطا آموزش دیده می شود. در مرحله پیش رونده وزن ها تنظیم نمی شوند و ثابت می مانند. هنگامی که خروجی بدست آمدند با مقادیر واقعی مقایسه می شوند و مقدار خطا محاسبه می شود. سپس این خطا در جهت مخالف حالت پیشرونده داخل شبکه انتشار می یابد. در این مرحله وزن ها در جهتی که به مقادیر واقعی نزدیک شوند تنظیم می شوند. در مرحله پسرو، وزن های نورون ها با شروع از لایه خارجی به سمت لایه ورودی شروع به تنظیم شدن می کنند که به صورت حرکت به سمت چپ از لایه آخر به سمت لایه اول می باشد [۲۶]. هدف از تنظیم وزن ها کاهش خطای شبکه است که معمولاً خطای حداقل میانگین مربعات^۹ معیار خطا می باشد

در شبکه عصبی پیشنهادی تعداد نورون های لایه ورودی به تعداد مولفه های ورودی ها می باشد و تعداد نورون های لایه پنهان مناسب برای هر یک از مجموعه ورودی ها انتخاب می شوند. تعداد نورون های مورد استفاده در لایه پنهان (۳ نورون می باشد) این تعداد نورون در لایه پنهان از یک طرف باعث تسریع محاسبات شده و صحت قابل قبول نتیجه را ارائه می دهند، از طرف دیگر بیشتر شدن تعداد نورون های پنهان موجب بیش برآزش شبکه و در نتیجه ایجاد جواب اشتباه می شود و در نهایت از دو کلاس در لایه خروجی برای نمایش نتایج برای دسته بندی افراد (مبتلا به نارسایی کلیوی و عدم مبتلا به نارسایی کلیوی) استفاده می شود.

در روش پیشنهادی از توابع فعال سازی TANSIG و Logsig برای لایه های میانی و تابع Liner برای لایه خروجی استفاده شده است. این دو تابع به دلیل پیوسته و مشتق پذیر بودن در الگوریتم پس انتشار خطا بسیار مورد استفاده قرار می گیرند.

یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

۴. دیتاست مورد استفاده در روش پیشنهادی

برای ارزیابی الگوریتم‌های دسته‌بندی از دادگان بیماران سل ریوی تهیه شده در بیمارستان بیماری‌های جنوب شرقی ترکیه [۲۷] استفاده می‌شود. این مجموعه داده شامل ۱۵۰ نمونه در دو کلاس با ۳۸ ویژگی می‌باشد. ۱۰۰ نمونه برای کلاس بیماران سل ریوی و ۵۰ نمونه برای کلاس افراد با ریه سالم می‌باشند. اطلاعات ویژگی‌های مربوط به این مجموعه داده در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱): لیست ویژگی‌های استخراج شده بیماران سل ریوی

ردیف	نام متغیر	ردیف	نام متغیر	ردیف	نام متغیر	ردیف	نام متغیر
۱	دمای بدن	۱۱	ترانسفراز بیلی روبین (کامل‌p مستقیم)	۲۱	اسید اوریک	۲۹	نام متغیر
۲	سرفه	۱۲	Ck / کراتین کیناز کل گاما-گلوتامیل ترانسفراز	۲۰	بی‌اشتهایی	۳۰	آمینو اسپاراتات
۳	درد در قفسه سینه	۱۳	آهن (سرم) لیپوپروتئین با چگالی بالا	۲۱	ضعف	۳۱	بیلی روبین (کامل‌p مستقیم)
۴	تنگی نفس	۱۴	گلوکز اوره و نیتروژن در خون	۲۲	خس خس سینه	۳۲	گاما-گلوتامیل ترانسفراز
۵	فشار خلط بر قفسه سینه	۱۵	کلسترول کلسیم	۲۳	خلط خونی	۳۳	لیپوپروتئین با چگالی بالا
۶	استعمال دخانیات	۱۶	کلر لاکتیک دهیدروژناز	۲۴	مصرف‌الکل	۳۴	اوره و نیتروژن در خون
۷	گلبول قرمز لکوسیت	۱۷	کراتینین سدیم	۲۵	گلبول قرمز	۳۵	کلسترول
۸	هماتوکریت ترومبوسیت	۱۸	تری گلیسیرید پتاسیم	۲۶	هماتوکریت	۳۷	دهیدروژناز لاکتیک
۹	هموگلوبین آلبومین	۱۹	ترانسفراز بیلی روبین (کامل‌p مستقیم)	۲۷	آلبومین	۳۷	سدیم
۱۰	آمیلاز اسپاراتات آمینو	۲۰	پروتئین کل	۲۸	آلانین آمینوترانسفراز	۳۸	تری گلیسیرید
							آمینو اسپاراتات

۵. شبیه‌سازی روش پیشنهادی

در این پژوهش از شاخص‌های ارزیابی (دقت، حساسیت و خصوصیت) برای ارزیابی روش پیشنهادی استفاده می‌شود. شبیه‌سازی در محیط MATLAB R2019a و سیستم با CPU Intel Corei7 و RAM 4G و سیستم عامل 7 Windows(64-bit) انجام شده است. برای ارزیابی روش پیشنهادی با روش‌های موجود [۲۸-۳۵] از مجموعه داده UCI استفاده شد که در ادامه نتایج ارزیابی بیان خواهد شد. به طور کلی در سیستم‌های تشخیص بیماری‌ها برای بررسی میزان موفقیت و کارایی این سیستم‌ها از ماتریس آشفتگی (Confusion Matrix) استفاده می‌شود. با توجه به اینکه ریه در متابولیسم بدن نقش اساسی دارد، تشخیص بیماری سل ریوی از اهمیت بالایی برخوردار است. تشخیص یک کلیه بیمار به عنوان کلیه سالم و یا کلیه بیمار، تبعات جبران ناپذیری خواهد داشت. از این رو دقت، حساسیت و مشخصه برای ارزیابی روش پیشنهادی در نظر گرفته شده است. دقت^{۱۱}: مشهورترین و عمومی‌ترین معیار برای تعیین کارایی یک الگوریتم طبقه‌بندی است و عبارت است از درصدی از موارد که مدل آن-ها را به درستی دسته‌بندی کرده است.

$$acc = \frac{tp+tn}{tp+tn+fp+fn} \times 100 \quad (1)$$

حساسیت^{۱۲}: عبارت است از درصدی از موارد مثبت که مدل آن‌ها را به درستی به عنوان مثبت دسته‌بندی کرده است. بعضی مواقع نرخ مثبت واقعی (TPR18) و یا Recall نیز گفته می‌شود.

$$sensitivity = \frac{tp}{tp+fn} \times 100 \quad (2)$$

مشخصه^{۱۳}: مشخصه یا نرخ منفی واقعی (TNR19) عبارت است از درصدی از موارد مثبت که مدل آن‌ها را به درستی به عنوان منفی دسته‌بندی کرده است.

یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

$$specificity = \frac{tn}{tn+fp} \times 100 \quad (3)$$

۵-۱- تحلیل داده‌ها

از آنجایی که وارد کردن داده‌ها به شبکه عصبی پرسپترون چندلایه به صورت خام باعث کاهش سرعت و دقت شبکه می‌شود، برای جلوگیری از چنین شرایطی و همچنین به منظور یکسان کردن ارزش داده‌ها برای شبکه عمل نرمال‌سازی صورت گرفته است که این کار مانع از کوچک شدن بیش از حد وزن‌ها و باعث جلوگیری از اشباع زود هنگام نورون‌ها می‌شود. بدین منظور برای معرفی داده‌های ورودی به نرم افزار از داده‌های نرمال شده مابین +۱ و -۱ به صورت زیر استفاده شده است.

$$X_{normal} = \left[\frac{x_0 - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \right] \times 2 - 1 \quad (4)$$

که در رابطه فوق X_{normal} مقدار نرمال شده، x_0 مقدار مشاهده شده، x_{max} و x_{min} به ترتیب مقادیر ماکزیمم و مینیمم داده‌ها می‌باشند.

۵-۲- ارزیابی داده‌ها

برای ارزیابی نتایج عملکرد شبکه‌های عصبی طراحی شده درصد خطای داخلی بین بردار مشاهده شده و بردار پیش‌بینی شده به صورت زیر استفاده می‌شود.

$$PE = \left| \frac{x_0 - x}{x_0} \right| \times 100 \quad (5)$$

که در این رابطه x_0 برابر مقادیر واقعی و x برابر مقادیر محاسبه شده نرم افزار می‌باشد. بررسی و تحلیل داده‌ها با استفاده از الگوهای ورودی متفاوت، تعداد لایه‌های گوناگون، تعداد تکرارهای متعدد و همراه با توابع تحلیل گوناگون صورت پذیرفت که به تبع آن خطاهای متفاوت پیش بینی شده است. لازم به ذکر است که با توجه به عدم نرمال سازی داده‌های خروجی، توابع لایه خروجی عضویت همگی از نوع purelin یا خطی انتخاب گردیده است. در شبیه‌سازی مذکور از ۷۵ درصد داده‌ها برای آموزش و از ۲۵ درصد داده‌ها برای ارزیابی آزمون استفاده گردیده است.

۶- یافته‌ها

در جدول (۲) نتایج مقایسه روش پیشنهادی با روش‌های موجود پیشین ارائه شده است و همانگونه که مشخص است روش پیشنهادی دارای دقت بالاتری نسبت به مراجع [۲۸-۳۵] می‌باشد. همچنین مواردی که مدل پیشنهادی به درستی آنها را بیمار تشخیص داده است (حساسیت) بیشتر می‌باشد. همانطور که در جدول (۲) مشخص است، روش پیشنهادی عملکرد بهتری نسبت به سایر روش‌های پیشنهادی پیشین نیز دارد.

جدول (۲) : نتایج ارزیابی روش‌ها

نام روش	دقت (Accuracy)	حساسیت (Sensitivity)	مشخصه (Specificity)
Fuzzy logic [۲۸]	۹۲/۶۰٪	۹۹/۳۰٪	۱۰۰٪
C4.5 decision tree [۲۹]	۹۷/۴۵٪	۹۶/۴۰٪	۱۰۰٪
Neural Network [۳۰]	۹۵/۰۸٪	۶۳٪	۷۷٪
Neuro fuzzy [۳۱]	۹۶٪	۹۸/۹۷٪	۹۶/۷۷٪
Support Vector Machine [۳۲]	۹۸/۳٪	۹۹/۶۰٪	۱۰۰٪
Q-learning algorithm [۳۳]	۹۷/۱٪	۹۷/۶۰٪	۱۰۰٪
Artificial immune recognition system with fuzzy [۳۴]	۹۹/۱۵٪	۷۸٪	۷۹٪

یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

Supervised fuzzy clustering [۳۵]	۹۵/۵۷٪	۹۸/۹۷٪	۹۶/۷۷٪
Method Proposed	۹۹/۹۸٪	۹۹/۹٪	۱۰۰٪

۷. بحث و نتیجه گیری

طراحی سیستم‌های هوشمند تشخیص بیماری سل‌ریوی برای شناسایی بیماران می‌تواند کادر پزشکی را در تصمیم‌گیری‌ها و انجام عملیات تشخیص و پیش‌بینی مبتلایان به سل‌ریوی به خوبی یاری نماید. این سیستم با راهکارهای داده کاوی و شبکه‌های عصبی-مصنوعی، تمامی عوامل موثر بر شناسایی بیماران را در نظر گرفته و درصد احتمال موفقیت در تشخیص سل‌ریوی را بالا می‌برد. همچنین با وجود اینکه برخی نرم‌افزارها تخصصی حاوی ابزارهای داده کاوی در دسترس کادر پزشکی هستند، وجود سیستم نرم افزاری با قابلیت استفاده از تکنیک‌های برنامه نویسی و شبکه‌های عصبی مصنوعی در حوزه پزشکی، می‌تواند در کارایی و استفاده مطلوب از این فناوری مفید بوده و به عنوان دانش حرفه ای در کنار نیروهای با تجربه و حرفه‌ای کادر پزشکی موفقیت بسزایی را در تشخیص و پیش‌بینی بیماران مبتلا به سل‌ریوی در پی داشته باشد.

در روش پیشنهادی از شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه برای تشخیص سل‌ریوی از روی داده‌های بیماران سل‌ریوی استفاده شده است. روش پیشنهادی جدید براساس شبکه عصبی پرسپترون چند لایه برای رسیدن به دقت، حساسیت و مشخصه بهتر می‌باشد، روش پیشنهادی با استفاده از الگوریتم آموزشی پس از انتشار خطا توانست نرخ تشخیص بیماری را نسبت به روشهای پیشین بهبود بخشد و بیماری سل‌ریوی را دقیق‌تر و هوشمندتر پیش نماید.

۱) در آینده امکان پیاده سازی این تحقیق به عنوان یک دسته نرم افزاری برای سیستم‌های تشخیص سل‌ریوی از روی داده-های بیماران ریوی وجود دارد.

۲) این تحقیق زمینه ساز طراحی و تولید نرم افزارهای تشخیص بیماری سل‌ریوی در آینده می‌باشد که می‌تواند همانند سایر نرم افزارهای مورد استفاده در مراکز درمانی، کلینیک‌ها و درمانگاه‌های با کمک شبکه‌های عصبی مصنوعی و تکنیک‌های برنامه نویسی تحولی خاصی در تشخیص بیماری سل‌ریوی در مراکز درمانی به ارمغان آورد.

مراجع

- [1] Q. Al-Tashi, H. Rais, and S. J. Abdulkadir, "Hybrid Swarm Intelligence Algorithms with Ensemble Machine Learning for Medical Diagnosis," 2018 4th Int. Conf. Comput. Inf. Sci. Revolutionising Digit. Landsc. Sustain. Smart Soc. ICCOINS 2018 - Proc., pp. 1–6, 2018.
- [2] Singh and B. Pandey, "Intelligent techniques and applications in liver disorders: a survey," Int. J. Biomed. Eng. Technol., vol. 16, no. 1, p. 27, 2014.
- [3] L. Anand and S. P. S. Ibrahim, "HANN : A Hybrid Model for Liver Syndrome Classification by Feature Assortment Optimization," 2018.
- [4] Daniel Ashlock, Evolutionary Computation for Modeling and Optimization, vol. 91. 2017.
- [5] M. Islam et al., "Prediction of Fatty Liver Disease using Machine Learning Algorithms," Comput. Methods Programs Biomed., 2018.
- [6] C. Dhaenens and L. Jourdan, "Metaheuristics for data mining: Survey and opportunities for big data," 4or, vol. 17, no. 2, pp. 115–139, 2019.
- [7] Ng, E. Y. K., and Sai-Cheong, F., "A Framework for early discovery of breast tumor using thermography with artificial neural networks," k. Breast J. 9:341–343, 2013.
- [8] Asha.T, S. Natarajan, and K.N.B. Murthy, A Data Mining Approach to the Diagnosis of Tuberculosis by Cascading Clustering and Classification, Available from: Natarajan Subramanyam, Retrieved on: 15 March 2016.
- [9] Khodabakhshi F, Shahraeini SM. Designing an expert system for diagnosis of TB. J ResearchHealth 2013, 3(1): 267-268.

یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

[۱۰] دلبری شمس آبادی حسین، ابراهیم پور کومله حسین، بررسی پیش‌بینی بیماری اختلال ریوی با استفاده از الگوریتم‌های هوشمند داده‌کاوی، همایش ملی مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، اسفند ماه ۱۳۹۲.

- [11] Ekong, V.E, Onibere, E.A. , Imianvan, A.A, Fuzzy Cluster Means Expert System for the Diagnosis of Tuberculosis, IJCST Vol. 2, Issue 3, September 2011.
- [12] K.Soundararajan, Dr.S.Sureshkumar, C.Anusuya, Diagnostics Decision Support System for tuberculosis using Fuzzy Logic, IRACST - International Journal of Computer Science and Information Technology & Security (IJSITS), ISSN: 2249-9555 Vol. 2, No.3, June 2012.
- [13] Nagabhushanam D, Naresh N, Raghunath A, Praveen Kumar K, Prediction of Tuberculosis Using Data Mining Techniques on Indian Patient's Data, IJCST Vol. 4, I SSue Spl - 4, OCT - DeC 2013.
- [14] K. Lavanya, M.A. Saleem Durai, N.Ch. Sriman Narayana Iyengar, Fuzzy Rule Based Inference System for Detection and Diagnosis of Lung Cancer, International Journal of Latest Trends in Computing (E-ISSN: 2045-5364), Volume 2, Issue 1, March 2011.
- [15] Rusdah, Edi Winarko, Review on Data Mining Methods for Tuberculosis Diagnosis, Information Systems International Conference (ISICO), 2 – 4 December 2013.
- [16] Victor C Osamor, Ambrose A Azeta, Oluseyi O Ajulo, Tuberculosis-Diagnostic Expert System, An architecture for translating patients information from the web for use in tuberculosis diagnosis, Health information journal vol.20no. 4275-287, December 2014.
- [17] Mir anamul Hassan, khaja Md, sher-E-Alam and Ahsan Raja Chowdhury (journal of computing, volume 2, issue 6, june 2010, issn2151-9617).
- [18] Sharad Kumar Tiwari, Navneet Walia, Harsukhpreet Singh and Anurag Sharma, Effective Analysis of Lung Infection using Fuzzy Rules, International Journal of Bio-Science and Bio-Technology, Vol.7, No.6 (2015), pp.85-96.

[۱۹] لنگریزاده مصطفی، خواجه پور عصمت، خواجه پور حسن، نوری طبیه، سیستم خبره فازی تشخیص مننژیت باکتریال از سایر مننژیت‌ها در کودکان، مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی.

[۲۰] رنجبری حسنی مهدی، پیاده سازی یک سیستم خبره جهت تشخیص بیماری‌های تنفسی با استفاده از پروتوگ، همایش ملی کامپیوتر و فناوری اطلاعات و ارتباطات اسلامی.

[۲۱] عینی پور امین، صفائیزاده بهروز، صادقی فرزاد، استفاده از سیستم استنتاج فازی برای تشخیص خودکار بیماری.

[۲۲] سالاری راحله، دکتر لنگری زاده مصطفی، دکتر بها الدین بیگی کامبیز، دکتر اکرمی زاده علی، دکتر کاشانیان مریم، تشخیص مسمومیت حاملگی با استفاده از سیستم خبره مطالعه موردی در بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی تهران، مجله دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران (پیاورد سلامت، بهمن و اسفند ۱۳۹۴، دوره ۹، شماره ۶، ۵۶۵-۵۵۶).

[۲۳] صمد سلطانی طاهلا، دکتر لنگری زاده مصطفی، بالنوری مریم، کاربرد داده کاوی در بیماران مبتلا به بیماری آسم، مجله دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران (پیاورد سلامت)، مرداد و شهریور ۱۳۹۴، دوره ۹، شماره ۳، ۲۳۴-۲۲۴.

[۲۴] عنبرزاده صدف، دایری حسین، سیستم تشخیص بیماری خبره فازی مبتنی بر وب و ارزیابی آن برای پنج مدل بیماری با علامت گلو درد، کنفرانس بین المللی یافته‌های نوین پژوهش در مهندسی برق و علوم کامپیوتر.

- [25] Demuth, H., Beale, M., & Hagan, M. (2010). Neural Network Toolbox™ 6 User's guide.
- [26] Mather, Paul, and Brandt Tso. Classification methods for remotely sensed data. CRC press, 2016.
- [27] Shamshirband, Shahaboddin, Somayeh Hessam, Hossein Javidnia, Mohsen Amiribesheli, Shaghayegh Vahdat, Dalibor Petković, Abdullah Gani, and Miss Laiha Mat Kiah. "Tuberculosis disease diagnosis using artificial immune recognition system." International journal of medical sciences 11, no. 5 (2014): 508.
- [28] Phillips M, Cataneo RN. Condos R, Ring Erickson GA, Greenberg J, La Bombardi V, Munawar MI, Tietje O, Volatile biomarkers of pulmonary tuberculosis in the breath. Tuberculosis. 2007; 87: 44-52.
- [29] Porcel JM, Alemán C, Bielsa S, Sarrapio JT. Fernández de Sevilla, Esquerda A, A decision tree for differentiating tuberculous from malignant pleural effusions. Respiratory Medicine. 2008; 102: 1159-1164.
- [30] Er O, et al. Tuberculosis Disease Diagnosis Using Artificial Neural Networks. J Med Syst. 2010; 34: 299-302.

یازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

- [31] Ansari AQ, Gupta NK, Ekata E. Adaptive neurofuzzy system for tuberculosis. 2nd IEEE International Conference on Parallel Distributed and Grid Computing (PDGC). 2012: 568-573.
- [32] Chang J, Arbeláez P, Switz N, Reber C, Tapley A, Davis JL, Cattamanchi A, Fletcher D, Malik J. Automated Tuberculosis Diagnosis Using Fluorescence Images from a Mobile Microscope. In: Ayache N, et al, eds. Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2012. Springer Berlin Heidelberg. 2012: 345-352.
- [33] Zhao Y, Zeng D, Socinski MA, Kosorok MR. Reinforcement Learning Strategies for Clinical Trials in Nonsmall Cell Lung Cancer. Biometrics. 2011; 67: 1422-1433.
- [34] Polat K, Güneş S. Artificial immune recognition system with fuzzy resource allocation mechanism classifier, principal component analysis and FFT method based new hybrid automated identification system for classification of EEG signals. Expert Systems with Applications. 2008; 34: 2039-2048.
- [35] Abonyi J, Szeifert F. Supervised fuzzy clustering for the identification of fuzzy classifiers. Pattern Recognition Letters. 2003; 24: 2195