

فصلنامه مطالعات مدیریت فناوری اطلاعات سال چهارم، شماره ۱۴، زمستان ۹۴
صفحات ۱۱۷ تا ۱۵۰

سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری هوشمند پزشکی جهت تشخیص بیماری پسوریازیس

فریناز صناعی*
حسین احمدی**
محمدعلی افشار کاظمی***

چکیده

تشخیص افتراقی بیماری گروه اریتماتواسکوآموس مسئله بسیار مهمی در درماتولوژی است. بیماری‌هایی این گروه شامل درماتیت سبوره، لیکن پلان، پیتیریازیس روزه، التهاب پوستی مزمن و پیتیریازیس روبرا پیلاریس است. تشخیص افتراقی پسوریازیس نیاز به صرف هزینه و زمان زیادی دارد و تشخیص نادرست و یا با تأخیر پیامدهای مخاطره‌آمیزی برای بیمار به همراه خواهد داشت. در این راستا سیستم خبره فازی به منظور تشخیص بیماری پسوریازیس در هر زمان و در هر مکان ایجاد شد. این پژوهش، یک سیستم خبره به منظور تشخیص بیماری پسوریازیس بر اساس منطق فازی و پایگاه دانش مبتنی بر قوانین با استفاده از نرم‌افزار متلب ایجاد شده است. همچنین برای آزمون سیستم از داده‌های ۱۹۰ بیمار مبتلا به پسوریازیس استفاده شد که از این بین ۱۲۶ نفر مبتلا به بیماری پسوریازیس بودند. صحت، حساسیت و دقت سیستم به ترتیب

* کارشناس ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت، واحد الکترونیک، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران. (نویسنده مسئول): daryanaz2000@gmail.com

** استادیار، دانشکده پزشکی دانشگاه آزاد شاهرود، برد تخصصی از دانشگاه شهید بهشتی بیماری‌های پوست و مو، ایران، تهران

*** دانشیار، دانشکده مدیریت، دانشکده مدیریت، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران، تهران

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۲۷

۱۱۸ مطالعات مدیریت فناوری اطلاعات، سال چهارم، شماره ۱۴، زمستان ۹۴

معادل ۰/۹۶، ۰/۹۷ و ۰/۹۵ به دست آمد. سطح زیر منحنی ROC معادل ۰/۹۷ و آزمون کاپا میزان ۰/۹۲ ($p < ۰/۰۰۱$) به دست آمد. با توجه به اهمیت تشخیص به موقع بیماری پسوریازیس، به کارگیری سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری و سیستم خبره مذکور می‌تواند در جلوگیری از پیشرفت بیماری، کاهش دردهای شدید و کاهش هزینه‌ها نقش مهمی ایفا نماید.

کلیدواژگان: سیستم خبره مبتنی بر دانش، سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری، تشخیص بیماری پسوریازیس، تشخیص بیماری‌های گروه اریتماتواسکوآموس، پسوریازیس.

مقدمه

امروزه بیماری‌های پوستی به علت عواملی چون باکتری‌ها، قارچ‌ها، شرایط بد آب‌وهوایی و در معرض شدید نور خورشید بودن شیوع فراوانی یافته است (براتی و همکاران^۱، ۲۰۱۱). پسوریازیس یک بیماری شایع پوستی است و حدود یک تا سه درصد از مردم جهان به این بیماری مبتلا هستند (هیف^۲، ۲۰۰۹). این بیماری زمینه ژنتیکی دارد (داناهاو^۳، ۱۹۹۵). بروز بیماری تحت تأثیر برخی عوامل محیطی همچون استرس است و درکل می‌توان گفت که این بیماری وابسته به ژنتیک محیط است (گان و همکاران^۴، ۲۰۰۲). مشخصه بیماری دوره‌های تشدید و تخفیف بیماری است که بیشتر، از نظر روانی بیمار را تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث تضعیف روحیه و کاهش اعتماد به نفس افراد می‌شود و شخص را وادار به پنهان‌کاری و گوشه‌گیری می‌کند و به تبع آن افسردگی و صدمه‌های جبران‌ناپذیر روحی و روانی روی می‌دهد (هیف، ۲۰۰۹). پسوریازیس اغلب در سنین جوانی شروع می‌شود، اما می‌تواند در هر سنی از دوران نوزادی تا سنین کهولت شروع شود. زنان و مردان تقریباً به یک نسبت به این بیماری مبتلا می‌شوند (چن و همکاران^۵، ۲۰۰۲). عوامل ایجاد و تشدیدکننده این بیماری می‌تواند عواملی همچون عفونت‌ها، عوامل روحی، صدمات فیزیکی، برخی داروها، عوامل هورمونی و متابولیک نور آفتاب باشد. مطالعات صورت گرفته در انگلیس نشان می‌دهد که مردان و زنان مبتلا به این بیماری به‌طور متوسط به ترتیب ۳/۵ و ۴/۵ سال زودتر می‌میرند (ویلیام و همکاران^۶، ۲۰۱۳).

مبانی نظری

پوست با وسعتی بین ۱/۲ تا ۲/۲ مترمربع وسیع‌ترین ارگان بدن را تشکیل می‌دهد و وظایف مهمی همچون حفاظت بدن، تنظیم درجه حرارت بدن و لامسه را بر عهده دارد

-
1. Barati et al.
 2. Habif
 3. Donahoo
 4. Ghann et al.
 5. Chen et al.
 6. William et al.

(گدمندسون^۱، ۱۹۹۶) سودای صدفی یا پسوریازیس یک بیماری پوستی مزمن چندعاملی است که واکنش‌های خود ایمنی در آن نقش دارند. این بیماری هنگامی رخ می‌دهد که سیستم با ارسال سیگنال‌های معیوب موجب تسریع رشد سلول‌های پوست و نقص در شاخی شدن طبیعی پوست می‌شود (هبیف، ۲۰۰۹). علائم و نشانه‌های بالینی این بیماری، قرمزی، پوسته ریزی، درگیری سطوح خارجی مفاصل (مثل زانو و آرنج)، بدتر شدن ضایعه با ضربه، برجستگی و گاه با خارش همراه است (تانسوریانگو^۲، ۲۰۰۵). تشخیص پسوریازیس، عمدتاً یک تشخیص بالینی است که بر اساس یافته‌های بالینی انجام می‌شود. تشخیص افتراقی پسوریازیس نیاز به صرف هزینه و زمان زیادی دارد و تشخیص نادرست و یا با تأخیر پیامد مخاطره‌آمیزی به همراه خواهد داشت (اینگلند و بالفور^۳، ۱۹۸۹).

بیماران این مجموعه با ده علامت بالینی ارزیابی می‌شوند (تانسوریانگو، ۲۰۰۵). پسوریازیس یک بیماری ترکیبی است که بر سایر ارگان‌ها غیر از پوست نیز تأثیر می‌گذارد. در بیماران مبتلا به پسوریازیس، احتمال ابتلای بیمار به بیماری‌های دیگری نظیر التهاب مفاصل، بیماری‌های قلبی و عروقی، افزایش فشارخون، چاقی، دیابت و بیماری‌های خود ایمنی شدت می‌یابد (لائو^۴، ۲۰۰۱). تشخیص افتراقی بیماری‌های گروه اریتماتو اسکواموس مسئله بسیار مهمی در درماتولوژی است. بیماری‌های این گروه شامل پسوریازیس، درماتیت سبوره، لیکن پلان، پیتیریازیس روزه آ، التهاب پوستی مزمن و پیتیریازیس روبرا پیلاریس است. بیماری‌های این گروه دارای علائم بالینی مشابه از نظر قرمزی و پوسته ریزی می‌باشند (تاکایاما^۵، ۲۰۰۵) از دیگر بیماری‌هایی که با این بیماری همراه است، بیماری‌های مربوط به شریان سرخرگی و انفارکتوس میوکارد را می‌توان نام برد (بزلد و همکاران^۶، ۲۰۰۱).

در صورت عدم تشخیص و درمان به موقع، احتمال پیشرفت شدید بیماری و گسترش به سمت اریترودرمی (قرمز شدن سراسری پوست) و از دست دادن آب و الکترولیت،

-
1. Gudmundsson
 2. Tunsuriyawong et al.
 3. England & Balfoar
 4. Lau
 5. Takayama
 6. Bezold

اختلال قلبی و کلیوی و مرگ‌ومیر بسیار افزایش می‌یابد. درعین حال بیماران مبتلا به پسوریازیس ممکن است دچار تخریب پیش‌رونده مفاصل و اختلال حرکتی شود (لائو و همکاران^۱، ۲۰۰۱) هم‌چنین این بیماری به‌واسطه علائم قابل‌مشاهده کیفیت زندگی بیمار را تحت تأثیر فراوان قرار می‌دهد. تا جایی که تأثیر این بیماری بر شرایط روحی و جسمی بیمار قابل‌مقایسه با بیماری‌هایی همچون سرطان و دیابت است (ساربری^۲، ۱۹۹۹).

گاه با پیشرفت بیماری، علائم پوستی بیماری به حدی است که فرد با پوست چرب پوسته‌پوسته شده و زنده دچار مشکلات زیادی در تعاملات اجتماعی می‌شود. این بیماران اکثراً عصبی، افسرده، خشمگین و ناامید هستند (چو و همکاران^۳، ۱۹۹۵) مطالعات نشان می‌دهد به علت رنج روحی فراوان و با افزایش استعمال دخانیات و الکل، سلامت آن‌ها از جنبه‌های دیگر نیز در معرض خطر قرار می‌گیرد (پیترسون^۴، ۱۹۹۶).

از این‌رو شناخت صحیح و دقیق پزشکان و متخصصین از چگونگی تشخیص و نحوه درمان به‌موقع این بیماری مهم، می‌تواند در جلوگیری از پیشرفت بیماری و کاهش میزان هزینه‌ها، نقش اساسی بازی نماید (فاناروف و مارتین^۵، ۲۰۰۲). سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری بالینی، یک سیستم اطلاعاتی برای کمک به تشخیص‌های پزشکی و راهنمایی متخصصین سلامت در تصمیم‌گیری‌ها جهت مراقبت از بیمار است (آنیثا و راجاگوپالان^۶، ۲۰۱۱) با استفاده از سیستم‌های هوشمندی مانند سیستم‌های خبره فازی امکان تبدیل اطلاعات جمع‌آوری‌شده از افراد خبره به دانش و استفاده از این اطلاعات در زمان مناسب میسر می‌شود (غضنفری کاظمی، ۲۰۰۴). این دانش در قالب مدل فازی و قوانین آن می‌تواند در شناسایی و تشخیص درست بیماری کمک کند و شرایط درمان به‌موقع بیماران را فراهم نماید (توروس^۷، ۲۰۰۶).

با توجه به اهمیت تشخیص به‌موقع و درست بیماری پسوریازیس جهت ارتقاء کیفیت

1. Lau et al.
2. Sauerbrei
3. Choo et al.
4. Petersson et al.
5. Fanaroff & Martin
6. Anitha & Rajagopalan
7. Torres

زندگی مبتلایان و کاهش هزینه‌های عمومی، نیاز به دسترسی مداوم به دانش و تجربیات پزشکان از ضروریات است (چو و همکاران، ۱۹۹۵) چون امکان دسترسی به فرد خبره و متخصص در هر زمان و مکان وجود ندارد، پژوهشگر درصدد برآمده تا یک سیستم پشتیبان تصمیم هوشمند پزشکی را برای تشخیص بیماری پسوریازیس ایجاد کند. این سیستم نیاز به سخت‌افزار خاصی ندارد و بر روی کامپیوترهای شخصی قابل اجرا است (چن و جرج، ۲۰۰۲). تاریخچه سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در پزشکی در حقیقت تاریخچه همکاری‌های متقابل پزشکان و ریاضیدانان است (طلوعی اشلقی و طاهری^۱، ۲۰۱۰).

به‌مجرد پیدایش کامپیوترهای الکترونیکی در سال‌های ۱۹۵۰-۱۹۶۰ میلادی، نخستین سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در پزشکی با اهداف گوناگون بهداشتی پا به عرصه وجود نهادند (گرینز^۲، ۲۰۱۱). لازم به ذکر است در آن زمان کلیه سیستم‌های تصمیم‌گیری در پزشکی تنها می‌توانستند در حوزه‌های کاملاً محدود و به‌ویژه در مواردی که یقیناً فقط یک بیماری باعث بروز نشانه‌ها می‌شد، به کار پردازند؛ درحالی‌که در عمل معمولاً چندین بیماری در آن واحد با یکدیگر تداخل دارند (گاستلانو^۳، ۲۰۰۳). در سال ۱۹۶۱ میلادی نیز وارنر همکارانش یکی از نخستین سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در پزشکی را که بر اساس قوانین بیز به کار می‌پرداخت، طراحی و راه‌اندازی نمودند؛ البته نخستین سیستم واقعی پشتیبان تصمیم‌گیری در پزشکی که بر اساس قوانین بیز طراحی شده بود و در عمل نیز در بسیاری از پایگاه‌های بهداشتی به کار گرفته شد، سیستمی بود که توسط دامبل برای تشخیص دردهای حاد شکمی ارائه شد (شرتلایف^۳، ۲۰۰۶).

مفهوم سیستم‌های پشتیبان تصمیم

اوایل ۱۹۷۰ اسکات - مورتون برای اولین بار مفهوم مهم سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری را بررسی کرد. او سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری را به‌عنوان یک سیستم مبتنی بر کامپیوتر محاوره‌ای برای کمک به تصمیم‌گیرنده در تجزیه و تحلیل داده‌ها و استفاده از مدل‌ها، برای

1. Toloie Ashlaqi & Taheri
2. Greenes
3. Shortliffe

حل مسائل غیر ساخت‌یافته، تعریف کرد (پاور^۱، ۲۰۰۲). بنا به تعریف دیگری از اسکات - مورتون و کین (۱۹۷۸) سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری برای بهتر کردن کیفیت تصمیم، منابع عقلانی شخص را با توانایی‌های کامپیوتر، پیوند می‌دهد (غضنفری و کاظمی، ۲۰۱۰). کلمه سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری معمولاً برای توصیف هر سیستم کامپیوتری که تصمیم‌گیری را در یک سازمان پشتیبانی کند، استفاده می‌شود (توربان^۲، ۲۰۰۵). یک سازمان ممکن است برای حل مسائل، یک سیستم مدیریت دانش برای همه کارمندان خود، داشته باشد. یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری که به‌گونه‌ای صحیح طراحی شده باشد، می‌تواند یک نقش مهم را در گردآوری اطلاعات مفید از داده‌های اولیه، سندها، دانش شخصی و مدل‌های تجاری، برای حل مسئله، ایفا کند (الهی، ۲۰۰۴). این سیستم به تصمیم‌گیرنده‌ها اجازه می‌دهد که تعداد زیادی از محاسبات را به‌سرعت انجام دهد بنابراین مدل‌های پیشرفته می‌توانند برای حل مسائل پیچیده، وضعیت‌های اضطراری که اغلب نیاز به پاسخ‌های سریع دارند، توسط سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری پشتیبانی می‌شود (الهی، ۲۰۰۴). بسیاری از مسائل تجاری، شامل مجموعه داده‌های بزرگی هستند که در پایگاه داده‌های مختلف انبارهای داده و یا حتی در وب‌سایت‌های خارج از سازمان ذخیره شده‌اند. سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری می‌تواند برای کمک به تصمیم‌گیری به‌طور مؤثری داده‌ها را بازیابی، پردازش، تجزیه و تحلیل کند (ولدا^۳، ۲۰۰۳). یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری برای پشتیبانی تصمیم‌گیرنده در حل یک مسئله طراحی می‌شود نه برای جایگزینی بنابراین ممکن است هدف تصمیم‌گیری، به‌جای راه‌حل بهینه، یک راه‌حل مطلوب و راضی‌کننده باشد.

خصوصیات سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری

ده خصوصیت معمول سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری که توسط توربن و آرالسون بیان شده‌اند به شرح زیر می‌باشند (توربان، ۲۰۰۵).

۱. سروکار داشتن با مسائل بدون ساختار یا نیمه ساختاریافته سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری این امکان را فراهم می‌کند تا با کنار هم برقرار دادن درک و قضاوت انسان

1. Power
2. Turban
3. Velda

و سیستم‌های کامپیوتری، به تصمیم‌گیرنده‌ها در حل مسائل نیمه ساخت‌یافته و غیر ساخت‌یافته‌ای که برای دیگر ابزارهای استاندارد به‌راحتی قابل حل نیستند، کمک کنند.

۲. پشتیبانی از مدیران در سطوح مختلف عملیاتی تا استراتژیک

۳. پشتیبانی از گروه‌های تصمیم‌گیری و تصمیم‌گیران فردی

۴. پشتیبانی از شیوه‌های متنوع تصمیم‌گیری و پردازش

۵. سازگاری و انعطاف‌پذیری در اجزای یک عمل پشتیبان تصمیم با دیدگاه کاربران، کاربران این امکان را دارند که سیستم را با توجه به نیازهای خود شکل دهند به این معنی که می‌توانند عناصر اصلی را حذف، اضافه، ترکیب و یا سازمان‌دهی دوباره کنند.

۶. یکپارچه‌سازی و اتصالات تحت وب

۷. ترکیب و استفاده از مدل‌ها و روش‌های تجزیه و تحلیل سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری، از مدل‌ها برای ارزیابی موقعیت‌های تصمیم‌گیری استفاده می‌کند. توانایی مدل کردن باعث می‌شود که استراتژی‌های مختلف را در ترکیب روابط مختلف بتوانیم بررسی کنیم.

۸. ترکیب استفاده از هوش مصنوعی و پایگاه دانش

۹. دسترسی به صنایع داده متنوع و گسترده

برخی دلایل استفاده از سیستم‌های تصمیم‌یار در پزشکی عبارت‌اند از (شرتلایف، ۲۰۰۶):

۱. پزشکان ممکن است برخی اوقات دچار خطا و اشتباه شوند.

۲. پزشکان قادر نیستند که همیشه خود را با آخرین یافته‌های اطلاعات پزشکی تطبیق دهند.

۳. سازمان‌های مراقبت بهداشتی مایل به افزایش کیفیت مراقبت و کاهش هزینه‌های آن هستند.

هم‌چنین در زیر به برخی از زمینه‌های مورد استفاده سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری بالینی اشاره شده است (گرینز، ۲۰۱۱).

۱. تولید هشدارها و یادآوری‌کننده‌ها برای پزشک

۲. کمک در تشخیص بیماری به پزشک

۳. برنامه‌ریزی درمان

۴. تشخیص و تفسیر تصاویر پزشکی

انواع مدل‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری

انواع مدل‌های پشتیبان تصمیم در مراقبت‌های بهداشتی شامل مدل‌های کمی (آماری) و کیفی (اکتشافی) است (توربان، ۲۰۰۵)

مدل‌های کمی: اساس این مدل‌ها بر مبنای روش‌های آماری موجود است و از داده‌های آموزشی استفاده می‌کند. مثل شبکه‌های عصبی، فازی و احتمالی. روش‌های آماری در پشتیبانی به کار می‌رود تا احتمال وقوع یک بیماری را تعیین کند. در تصمیم‌گیری آماری همه ویژگی‌ها معمولاً با هم بکار برده می‌شوند.

مدل کیفی: این مدل‌ها از ویژگی‌های پیشنهاد شده متخصصین استفاده می‌کند و از استدلال‌های سمبولیک بهره می‌برد. از این نوع مدل می‌توان به بولین، سیستم‌های خبره و درخت تصمیم، اشاره کرد. این روش‌ها ریاضی نیستند. روش‌های کیفی بر اساس الهام و درک و استدلال توسط انسان، بنا شده‌اند. این روش ارتباط یک ویژگی اندازه‌گیری شده را با مقدار آستانه می‌سنجد (غضنفری کاظمی، ۲۰۰۴).

۲-۴- دسته‌بندی سیستم‌های پشتیبان از دید پزشکان

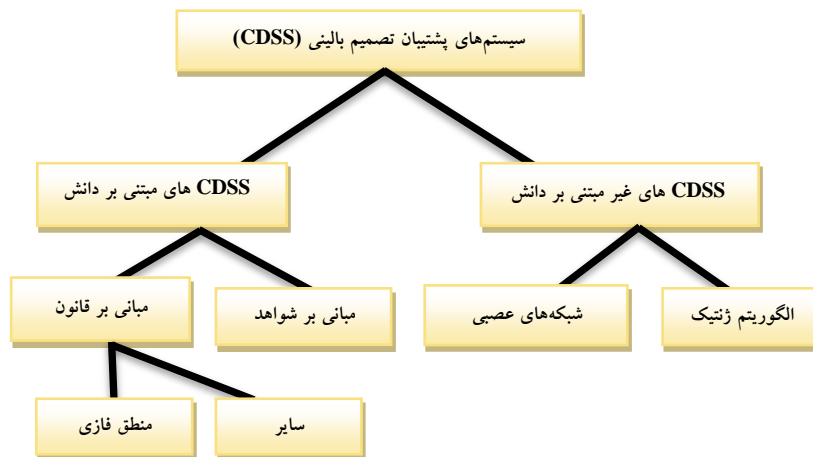
سیستم‌های پشتیبانی از تصمیم بالینی را می‌توان به صورت زیر طبقه‌بندی نمود (الهی، ۲۰۰۴):

۱- پیشنهاد درخواستی: به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن پزشک از سیستم مشورت می‌طلبد. این سیستم‌ها در حالت عادی غیرفعال‌اند و با درخواست کاربر فعال می‌شوند. امکان کنترل استدلال‌های انجام‌شده را فراهم می‌کنند. در این شرایط پزشک می‌تواند سیستم را در مسیر خاصی هدایت کند و صحت تشخیص خود را بررسی نماید. مرجع پزشکی نمونه‌ای از این مورد است.

۲- پیشنهاد غیر درخواستی: این نوع سیستم‌ها نیازمند درخواست پزشک برای ارائه پیشنهاد نیستند و بر داده‌های در دسترس بیمار (مانند داده‌های آزمایشگاه تشخیص طبی) تکیه دارند و مستقل از درخواست پزشک پیشنهاد خود را ارائه می‌دهند. در این سیستم‌ها ارائه پیشنهاد جزئی از فعالیت مدیریت داده است. سیستم نمی‌تواند اهداف درمان و تشخیص را به درستی تشخیص دهد که این امر منجر به تولید پیشنهاد مثبت نادرست و هشدار اشتباه می‌شود.

۳- سیستم خودکار: سیستم‌های که در آن‌ها پیشنهاد به‌طور مستقیم بر روی بیمار اعمال می‌شود سیستم خودکار نامیده می‌شوند. این سیستم‌ها چندین داده را در زمانه‌ای مشخصی اندازه می‌گیرند و متناسب با آن رفتار خود را تطبیق می‌دهند. به‌عنوان مثال می‌توان به سیستم‌های کنترل بیهوشی یا تنفس مصنوعی، اشاره کرد. در این شرایط خرابی سیستم می‌تواند خسارت جبران‌ناپذیری ایجاد نماید. سیستم‌های پشتیبان تصمیم بالینی به‌طور عمده به دو گروه تقسیم می‌شوند (شکل ۱) که عبارت‌اند از:

- سیستم‌های پشتیبان تصمیم مبتنی بر دانش
- سیستم‌های پشتیبان تصمیم غیر مبتنی بر دانش با توجه به این‌که پسوریازیس بیماری نسبتاً شایعی (گودموندسان^۱، ۱۹۹۶)، بر آن شدیداً تا با طراحی یک سیستم پشتیبان تصمیم هوشمند پزشکی جهت تشخیص بیماری پسوریازیس علی‌الخصوص در مناطقی که دسترسی به متخصص پوست وجود ندارد، باعث تشخیص زودهنگام بیماری گشته و در نتیجه از ایجاد عوارض بسیار ناتوان‌کننده آن و هزینه‌های سنگین درمان کم کرده و از بار مالی‌ای که بر عهده سیستم بهداشتی - درمانی است بکاهیم.



شکل ۱. انواع سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری

اهمیت و ضرورت اجرای پژوهش

امروزه به دلیل گسترش دانش و پیچیده‌تر شدن تصمیم‌گیری، استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی به‌خصوص سیستم‌های هوش مصنوعی در حمایت از تصمیم‌گیری اهمیت بیشتری یافته است. سیستم‌های هوش مصنوعی به سیستم‌هایی اطلاق می‌شود که می‌توانند رفتارهایی مشابه رفتارهای هوشمند انسانی از جمله درک شرایط پیچیده، شبیه‌سازی فرایندهای تفکری و شیوه‌های استدلالی انسان و پاسخ موفق به آن، یادگیری و توانایی کسب دانش و استدلال برای حل مسائل داشته باشند (مک لئود^۱، ۱۹۹۸). گسترش دانش در حوزه‌ی پزشکی و پیچیدگی تصمیمات مرتبط با تشخیص و درمان (به عبارتی حیات انسان) توجه متخصصین را به استفاده از سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در امور پزشکی جلب نموده است. در این بین، استفاده از انواع مختلف سیستم‌های هوشمند در پزشکی رو به افزایش است. به طوری که امروزه تأثیر انواع سیستم‌های هوشمند در پزشکی مورد مطالعه قرار گرفته است (صدوقی^۲، ۲۰۱۱). سیستم‌های خبره دسته‌ای از سیستم‌های هوشمند هستند که در پزشکی برای کمک به تشخیص‌های بالینی طراحی و ساخته شده‌اند. این سیستم‌ها با استفاده از اطلاعات و دانش پزشکی به تشخیص بیماری‌های گوناگون و تجویز توصیه‌های پزشکی برای بیماران اقدام می‌نمایند (احمدزاده^۳، ۲۰۱۱). استفاده از منطق خبرگان و کنترل دانش، از دیگر مزایای این سیستم‌ها است. در زمان طراحی سیستم‌های هوشمند پزشکی، دانش تخصصی در زمینه‌ی مورد نظر از خبرگان آن موضوع (راهنماهای بالینی) استخراج و وارد پایگاه دانش می‌شود. این موضوع به این معنی است که دانش و تجربه‌ی متخصصین در زمینه‌های مختلف مانند بیماری‌های نادر را می‌توان در تصمیم‌گیری افراد مختلف وارد نمود که این موضوع می‌تواند منجر به کاهش ترس (ناشی از فقدان دانش و مهارت یا تنها بودن) و افزایش اعتماد به نفس شود (صدوقی، ۲۰۱۱) با توجه به وفور و تداخل متغیرها در تصمیمات پزشکی، پزشکان می‌توانند با به کارگیری سیستم‌های هوش مصنوعی، سریع‌تر و یکدست‌تر تصمیم‌گیری نمایند و وقت بیشتری را صرف

1. McLeod
2. Sadoughi
3. Ahmadzadeh

ارزیابی تصمیم نمایند (مک لئود، ۱۹۹۸). درنهایت، با این سیستم‌ها، سرعت تحلیل و دسترسی به توصیه‌ها در هر زمان و مکان افزایش می‌یابد؛ که در خصوص تصمیمات پزشکی از اهمیت زیادی برخوردار است. برای نمونه، پیش‌بینی خوش‌خیم یا بدخیم بودن ضایعه بدون انجام بیوپسی، یا پیش‌بینی درست عود یا متاستاز سرطان باعث می‌شود تا پزشکان بتوانند سریع‌تر به درمان یا پیشگیری اقدام کنند (صدوقی، ۲۰۱۱). در سال‌های اخیر برای حل بسیاری از مسائل پیچیده از سیستم‌های هوشمند استفاده شده است و جدول تصمیم‌گیری پشتیبان یک ابزار قدرتمند برای سیستم‌های تصمیم‌گیری هوشمند و سیستم‌های طبقه‌بندی است. مجموعه‌های فازی امروزه در زمینه‌های متعددی چون فناوری مدرن اطلاعات، تصمیم‌گیری‌ها، تشخیص الگو، تشخیص‌های پزشکی و تحلیل داده کاربرد فراوان دارد (تاکایاما، ۲۰۰۵). تشخیص و تصمیم‌گیری در مورد برخی از بیماری‌ها می‌تواند برای پزشکان در موارد خاصی حساس و چالش‌زا باشد (اینگلند و بالفور، ۱۹۸۹). تشخیص افتراقی پسوریازیس و درمان اولیه جهت کاهش پیشرفت بیماری و کاهش هزینه‌ها بسیار مهم است (ساربری، ۱۹۹۹). با استفاده از این سیستم هوشمند علاوه بر اشتراک‌گذاری دانش، ارتقاء دانش، توانایی انجام فعالیت در شرایط مخاطره‌آمیز، عملکرد بالا، زمان پاسخگویی سریع، قابلیت اطمینان، قابل فهم بودن، کاهش خطر، دوام و بقاء، پزشک قادر خواهد بود با انجام تصمیم‌گیری‌های سریع‌تر و یکدست‌تر، زمان بیشتری را صرف ارزیابی تصمیم نماید. همچنین سرعت تحلیل و دسترسی به توصیه‌ها در هر زمان و مکان افزایش می‌یابد (صدوقی، ۲۰۱۱). طراحی و توسعه سیستم پشتیبان هوشمندی که از منطق فازی استفاده کند و قادر به استفاده از دانش پزشکی پزشک متخصص باشد و در دسترس افراد غیرمتخصص قرار گیرد، برای جامعه و به‌ویژه بیماران مفید است (جان و همکاران، ۲۰۰۲).

پیشینه پژوهش

مقاله‌ای تحت عنوان دس - درما: یک سیستم هوشمند جهت تشخیص بیماری‌های پوست، توسط معالی و همکاران ارائه و در بخش پوست بیمارستان رازی اعتبار سنجی

شده است (مولایی و همکاران^۱، ۱۳۸۳). این سیستم، اطلاعات بیماران را دریافت می‌کند و فهرستی از تشخیص‌های افتراقی ممکن را با توجه به علائم بالینی داده شده توسط پزشک به‌عنوان خروجی برمی‌گرداند. در تشخیص پزشکی، بعضی از علائم ارزش‌های تشخیصی بالاتری نسبت به سایر علائم دارند. از بین بیماران مراجعه‌کننده به این بخش تعدادی به‌صورت کاملاً تصادفی انتخاب شدند و اطلاعات آنان وارد سیستم شد. نتایج حاصل از ارزیابی سیستم نشان می‌دهد در ۶۳ درصد موارد تشخیص صحیح اولین تشخیص لیست بوده، در ۷۳ درصد موارد، تشخیص صحیح جز دو تشخیص اولیه لیست بوده و در ۸۲ درصد موارد، تشخیص صحیح جز سه تشخیص اولیه لیست تشخیص‌های افتراقی بوده است (مولایی، ۱۳۸۳). در پژوهشی دیگر زرنندی و همکارانش با هدف تشخیص آسم اقدام به طراحی سیستم خبره مبتنی بر قوانین فازی نمودند تا بتوان تشخیص این بیماری را در مراحل اولیه افزایش داد (فاضل زرنندی، ۲۰۱۰). در مقاله‌ای تحت عنوان تشخیص بیماری‌های پوستی با استفاده از شبکه عصبی، بکپو و کاباری به‌وسیله الگوریتم پس‌انتشار به تشخیص ۱۷ بیماری پوستی پرداختند. آن‌ها در طراحی سیستم از یک جدول همراه با نام بیماری و علائم بالینی استفاده کرده‌اند. داده‌هایی که برای این سیستم استفاده می‌شوند: علائم حیاتی بیمار، داده‌های دموگرافیک بیمار، مواردی که بیمار از آن‌ها شکایت دارد و علائم و نشانه‌های خاص، سیستم باید قادر با پردازش خودکار داده‌ها، ارتباط بین این علائم و بیماری موردنظر را تشخیص دهد. این سیستم بر مبنای متد شیء‌گرایی و با استفاده از زبان برنامه‌نویسی سی-پلاس-پلاس پیاده‌سازی شد. داده‌هایی که برای آزمون این سیستم مورد استفاده قرار گرفته، از کلینیک اولیوت و همچنین مرکز تخصصی پوست تهیه شده است. تحلیل کارایی این سیستم با نرم‌افزار متلب صورت گرفت و نتایج حاصل از ارزیابی سیستم دارای میزان موفقیت ۹۰ درصد است (بکپو و کاباری^۲، ۲۰۰۹). شبکه‌های عصبی مانند جعبه سیاه عمل کرده و کاربر نمی‌تواند شیوه استدلال و نتیجه‌گیری سیستم را درک کند. بعلاوه یادگیری سیستم بسیار وابسته به مجموعه داده‌های آموزش سیستم و مقداردهی آموزش و تعداد دوره‌های آموزش است. اگر داده‌های آموزش ناقص باشند و

یا مقدار آن‌ها کافی نباشد و یا حتی تعداد دوره‌های آموزش زیاد و یا کم باشد، سیستم نمی‌تواند تصمیم‌گیری خوب داشته باشد (فاضل زرنندی^۱، ۲۰۱۰)؛ بنابراین در طراحی شبکه عصبی باید بسیار دقیق بود و مجموعه داده آموزشی مناسب انتخاب کرد. پژوهشی با عنوان تشخیص بیماری‌ها پوستی با استفاده از یک سیستم فازی - عصبی توسط کاستلانو، کستیلو، فانلی و لئون در ایتالیا انجام شده است. در این پژوهش یک سیستم خبره به نام کرنل برای تشخیص افتراقی بیماری‌های گروه اریتما اسکواموس شامل پسوریازیس، درماتیت سبور، لیکن پلان، پیتیریازیس روزه آ، التهاب پوستی مزمن و پیتیریازیس روبرا پیلاریس و به‌صورت چندمرحله‌ای، با تلفیق شبکه عصبی و منطق فازی طراحی شده است. این سیستم تنها بر مبنای داده‌های ورودی و بدون تجارب خبرگان، شبکه را آموزش داده و قوانین را پالایش نموده و بهبود می‌بخشد. این سیستم در گام اول دانش را از داده‌های ورودی به‌صورت مجموعه قوانین فازی استخراج می‌کند؛ و در گام بعد این قوانین را پالایش نموده، بهبود می‌بخشد. متغیر خروجی این سیستم نوع بیماری پوستی است. این سیستم از ۳۶۶ نمونه داده استفاده می‌کند. داده‌ها بر مبنای ۳۴ علامت بالینی و آسیب‌شناسی به ۱۰ قسمت تقسیم می‌شوند. ۹ قسمت برای آموزش شبکه و یک قسمت برای آزمون شبکه استفاده می‌شود (باکپو و کاباری، ۲۰۰۹).

مقاله دیگری با عنوان تشخیص خودکار بیماری‌های اریتما اسکواموس با استفاده از شبکه فازی - عصبی تطبیق‌پذیر توسط اوبیلی و گولر در سال ۲۰۰۵ به چاپ رسید. هدف از طراحی این سیستم، تشخیص بیماری‌های اریتما اسکواموس در شش رده با استفاده از تلفیق شبکه عصبی و منطق فازی است. مجموعه داده‌های سیستم از دامنه خبره، علائم، مراحل تشخیص بیماری و تسهیلات درمانی بیماری جمع‌آوری شده است و به‌صورت مجموعه داده‌ها و قوانین فازی در شبکه عصبی تطبیق‌پذیر به کار گرفته شده‌اند. مجموعه داده‌ها شامل ۳۵۸ بیمار است که این مجموعه داده‌ها به دو بخش داده‌های آموزشی و آزمایشی تقسیم می‌شوند. این سیستم با نرم‌افزار مناسب متلب و جعبه‌ابزار فازی پیاده‌سازی شده است و برای نمایش نتایج حاصل از ارزیابی از ماتریس اشتباهی استفاده می‌کند. سیستم دارای صحت و دقت ۹۵ درصد است (اینگلند

و بالفور، ۱۹۸۹). سیستم‌های مورد مطالعه بر اساس دانش اخذ شده از فرد خبره و مطالعه متون تخصصی، توابع عضویت، متغیرهای فازی، مجموعه فازی و قوانین فازی متفاوت دارند ولی در همه آن‌ها از روش ترکیب \max, \min و روش غیر فازی سازی مرکز جرم استفاده شده است. برخی از سیستم‌ها نیز با استفاده از پردازش خودکار داده‌ها و قوانین را استخراج می‌کنند. اکثر سیستم‌های هوشمند تشخیص بیماری‌های پوستی با تلفیق منطق فازی و شبکه‌های عصبی نوع بیماری را تشخیص می‌دهند (فاضل زرنیدی، ۲۰۱۰). متغیرهای ورودی این سیستم، علائم بالینی و متغیرهای خروجی آن، تشخیص بیماری‌ها است. در سیستم‌هایی که از جدول تصمیم‌گیری استفاده نشده، نمی‌توان روابط موجود میان علائم بالینی و بیماری را تعیین نمود و این مورد در طراحی سیستم‌هایی که چندین بیماری را تشخیص می‌دهند و یا تشخیص افتراقی دارند بسیار مهم می‌باشند. روش دیگر نمایش دانش برای سیستم‌های خبره استفاده از شبکه‌های معنایی، گراف‌ها و درخت تصمیم‌گیری است. در پژوهش "تشخیص بیماری‌های پوستی با استفاده از یک سیستم فازی - عصبی" استخراج قوانین تنها بر مبنای پردازش خودکار داده‌ها بوده و از تجارب خبرگان استفاده نشده است (شرتلایف، ۲۰۰۶). همچنین مقادیر حساسیت، دقت و صحت برای سیستم محاسبه نشده بود. پژوهش "یک سیستم خبره برای تشخیص بیماری‌های پوستی" نیز از منطق فازی استفاده نکرده و فاقد رابط کاربر گرافیکی بوده و عملکرد سیستم بر مبنای حساسیت، دقت و صحت برای آن محاسبه نشده است بنابراین، نمی‌توان در مورد کارایی آن در محیط کار تصمیم‌گیری نمود.

روش‌شناسی پژوهش

نوع پژوهش

هدف تحقیق حاضر تدوین و تجمیع دانش فنی همراه با دانش خبرگان و ایجاد سیستم خبره مبتنی بر دانش برای تشخیص پسوریازیس در جهت ارائه خدمات به جامعه بشری بوده است. لذا پژوهش حاضر از نوع کاربردی بوده و در پی دستیابی به مزایای سیستم خبره فازی برای تشخیص درست و به موقع بیماری پسوریازیس و کاهش پیامدهای آن در کشور بوده است. همین دلیل در زمره تحقیقات کاربردی قرار

می‌گیرند. از نتایج به دست آمده می‌توان به‌طور عملی و برای تسهیل عملیات اجرایی و یا حل مشکلات استفاده کرد.

جامعه پژوهش و نمونه پژوهش

در مرحله استخراج قواعد و نیز تعیین پارامترها و مشخصات کلیدی تشخیص بیماری، جامعه پژوهش کننده مشتمل بر پزشکان متخصص پوست بود. هم‌چنین در مرحله ارزیابی سیستم، جامعه آماری پژوهش شامل ۱۹۰ نفر از بیمارانی بود که در سال‌های ۹۳-۹۴ به مراکز تخصصی پوست شهر مراجعه نموده‌اند. از این تعداد، ۱۲۶ نفر از بیماران مبتلا به پسوریازیس و ۶۴ نفر مبتلا به درماتیت سبور، لیکن پلان، پیتیریازیس روزه آ، التهاب پوستی مزمن و پیتیریازیس روبرا پیلاریس بوده است.

ابزار گردآوری داده

در این پژوهش، از چک‌لیست برای گردآوری داده‌های موردنیاز جهت ارزیابی سیستم خبره فازی تشخیص پسوریازیس، استفاده شد. چک‌لیست بر اساس نظرات چهار نفر از پزشکان خبره و بررسی متون تخصصی در دو بخش طراحی شد و شامل پارامترهای دموگرافیک نظیر سن و جنس بیمار و علائم بالینی بیمار شامل قرمزی، پوسته ریزی، ضایعه با حاشیه مشخص، خارش، میزان تشدید ضایعه با ضربه، ضایعات چندوجهی، ضایعات در اطراف پیازهای مو، درگیری مخاط دهان، درگیری زانو و آرنج، درگیری پوست سر بوده است. برای گردآوری اطلاعات از روش میدانی استفاده شده و ابزار مشاهده، چک‌لیست و شرح حال و معاینه فیزیکی بیمار در این پژوهش نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. ضمناً علائم بالینی با مقیاس‌های خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد توصیف شدند

روش گردآوری داده‌ها

در مراحل طراحی و توسعه سیستم، جهت کسب دانش پزشکی و شناسایی پارامترهای مهم و تأثیرگذار مربوط به تشخیص بیماری پسوریازیس با چهار پزشک متخصص پوست که مصاحبه شد و هم‌زمان با آن چک‌لیست برای مرحله ارزیابی سیستم خبره

سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری هوشمند پزشکی ... ۱۳۳

فازی تشخیص پسوریازیس، تهیه شد. روایی چک‌لیست مورد تأیید پزشکان متخصص قرار گرفت و چک‌لیست مزبور در مرحله ارزیابی عملکرد سیستم خبره فازی تشخیص پسوریازیس، با مشاهده پرونده بیماران با تشخیص نهایی پسوریازیس، تکمیل شد.

روش تحلیل داده‌ها

جهت سنجش میزان انطباق پاسخ‌های سیستم با تشخیص ثبت شده در پرونده از سوی پزشکان از آزمون کاپا استفاده گردید. به‌منظور بیان واضح‌تر نتایج، نمودار ROC و سطح زیر نمودار استفاده قرار گرفت.

همچنین مقادیر صحت، حساسیت، دقت سیستم خبره فازی تشخیص پسوریازیس، با استفاده از تعریف موارد زیر و فرمول آن‌ها محاسبه شده و مشخصه عملکرد گیرنده جهت بررسی بهتر نتایج حاصل از به‌کارگیری سیستم خبره فازی تشخیص پسوریازیس گزارش شده است

TP: بیمارانی که پسوریازیس داشته‌اند و سیستم نیز آن‌ها را مبتلا به پسوریازیس تشخیص داده است.

FP: بیمارانی که مبتلا به پسوریازیس نبوده ولی سیستم طراحی شده، تشخیص پسوریازیس را برای آن‌ها ارائه نموده است.

TN: بیمارانی که پسوریازیس نداشته و سیستم برای آن‌ها تشخیص سایر بیماری‌ها ارائه نمود.

FN: بیمارانی که پسوریازیس داشته‌اند ولی سیستم طراحی شده، سایر بیماری‌ها را تشخیص داده است.

$$\text{حساسیت} = TP / (TP+FP)$$

$$\text{دقت} = TN / (TN+FN)$$

$$\text{صحت} = (TP+TN) / (TP+FP+TN+FN)$$

یافته‌های پژوهش

مراحل انجام پژوهش

به‌منظور دستیابی به اهداف پژوهش و ایجاد سیستم خبره فازی برای تشخیص بیماری

پسوریازیس، این پژوهش در چهار مرحله تعریف دانش سیستم، طراحی دانش سیستم، تصدیق دانش سیستم و ارزیابی سیستم انجام شده است.

مرحله اول

هدف از این مرحله شناسایی و انتخاب منابع کسب دانش و سپس کسب دانش، استخراج و تحلیل آن است. در این پژوهش ابتدا منابع شامل کتب و مقالات تخصصی مرتبط با بیماری‌های پوستی و نیز پزشکان متخصص و خبره در تشخیص بیماری‌های پوستی مورد شناسایی قرار گرفت و سپس کسب، استخراج و تحلیل دانش در فرایند مهندسی دانش صورت پذیرفت.

در این راستا ابتدا علائم بالینی و پارامترهای تشخیص بیماری پسوریازیس با استفاده از کتب و متون تخصصی شناسایی شدند و پس از مشاوره با چهار پزشک متخصص پوست، پارامترهای مؤثر در تشخیص این بیماری و بیماری‌های درماتیت سبوره، لیکن پلان، پیتیریازیس روزه آ، التهاب پوستی مزمن و پیتیریازیس روزا پیلاریس نهایی شدند و ارتباطات میان پارامترهای کلینیکی تصمیم‌گیری با بیماری پسوریازیس و بیماری‌های دیگر و درجه ارتباط آن‌ها تعیین شدند. در نهایت نیز چک‌لیست به‌منظور ارزیابی نهایی سیستم، با نظر خبرگان تهیه شد.

مرحله دوم

فاز طراحی شامل طراحی تفصیلی دانش و نمایش دانش بود. در این مرحله چگونگی سازمان‌دهی دانش در پایگاه دانش سیستم و همچنین چگونگی نمایش در قالب قوانین، چهارچوب‌ها و یا منطق، مشخص شد. در این پژوهش جهت سازمان‌دهی دانش از جدول تصمیم‌گیری استفاده شده است. این مرحله در سه‌گام انجام شد. در گام اول، جدول تصمیم‌گیری سیستم مطابق جدول زیر طراحی شد. در جدول تصمیم‌گیری، پارامترهای مؤثر در تصمیم‌گیری که در واقع علائم بالینی بودند، در ستون‌ها و بیماری پسوریازیس و سایر بیماری‌های گروه اریتما اسکواموس جهت تشخیص افتراقی پسوریازیس به‌عنوان اهداف سیستم در سطرها قرار گرفته‌اند. در تقاطع هر سطر و ستون، علائمی قرار گرفته‌اند که هر یک نشانگر میزان بروز علائم بالینی در بیمار بودند و درجه ارتباط میان آن علائم بالینی با بیماری را نشان می‌دادند. با استفاده از این

سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری هوشمند پزشکی ... ۱۳۵

جدول، مشخص شد که هر یک از علائم بالینی به چه میزان در تشخیص بیماری مؤثر بودند.

همان‌گونه که بیان شد، در این پژوهش دانش سیستم در قالب مجموعه‌های فازی، توابع عضویت و قوانین فازی ارائه شد. بر این اساس، در گام بعدی، متغیرهای فازی ورودی سیستم استنتاج فازی بر اساس پارامترهای آن‌ها بر اساس جدول تصمیم‌گیری برای هر یک از ۱۰ متغیر فازی ورودی مشخص شدند. همچنین مطابق با هدف سیستم، تشخیص افتراقی میان پسوریازیس و سایر بیماری‌هایی که در سطرهای جدول تصمیم‌گیری قرار داشتند، به‌عنوان متغیرهای خروجی تعیین شد؛ بنابراین شش متغیر خروجی ایجاد شد که هر یک دارای مجموعه فازی و توابع عضویت مستقل بودند. در پایان این مرحله از انجام پژوهش، معماری سیستم استنتاج فازی تشخیص افتراقی بیماری پسوریازیس با استفاده از جعبه‌ابزار منطق فازی نرم‌افزار متلب طراحی شده و در مرحله بعد مورد ارزیابی قرار گرفته است.

جدول ۱. ارزش‌دهی خبرگان به پارامترهای تشخیصی

پارامتر تشخیص	میانگین ارزش (۴ - ۰)
قرمزی	۴
پوسته ریزی	۴
خارش	۲
ضایعه با حاشیه مشخص	۳
بدتر شدن ضایعه با ضربه	۴
ضایعات چندوجهی	۰
درگیری مخاط دهان	۰
درگیری زانو و آرنج	۳
درگیری پوست سر	۳
ضایعات در اطراف پيازهای مو	۱

مرحله سوم

هدف از این مرحله، کسب اطمینان از کامل بودن و درستی سیستم بود. در این راستا پس از طراحی رابط کاربر سیستم بر اساس نظرات پزشکان و کاربران نهایی، کد نویسی

و پیاده‌سازی با استفاده از نرم‌افزار متلب انجام شد. رابط کاربر دارای فرم ورود داده‌ها شامل سن بیمار و علائم بیماری بود. پس از انجام استنتاج توسط موتور استنتاج، رابط کاربر، نتیجه تشخیص را همراه با توضیح و درجه قطعیت به کاربر اعلام می‌کرد. در این مرحله سیستم توسط پزشک و پژوهشگر اعتبار سنجی شد و پاسخگویی سیستم برای هر یک از نمونه‌های آزمون، مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته و دانش موجود در سیستم، توابع عضویت هر متغیر فازی، پارامترهای آن‌ها، قوانین فازی و وزن‌های آن‌ها بازبینی و مجدداً بررسی شد و تغییرات اندکی در جدول تصمیم‌گیری و قوانین ایجاد و در پایگاه دانش سیستم اعمال شد. بعد از پایان تغییر، مجدداً سیستم مورد واریسی قرار گرفت.

مرحله چهارم

مرحله نهایی چرخه حیات ایجاد سیستم، ارزیابی سیستم بود. در این مرحله، عملکرد سیستم بر مبنای نظرات، پیشنهادها و تجربیات تصحیح و بهبود یافت. داده‌های مورد نیاز برای ارزیابی سیستم بر اساس چک‌لیست طراحی شده در مرحله اول از داده‌های بیماران جامعه پژوهش گردآوری شد. سیستم با استفاده از داده‌های گردآوری شده اعتبار سنجی شد و نتیجه تشخیص سیستم ثبت و با تشخیص نهایی بیماری توسط پزشک مقایسه شد. حساسیت، دقت و صحت عملکرد سیستم محاسبه و ارزیابی گردید و نمودار ROC به‌منظور نمایش گرافیکی نتایج ترسیم شد. اخیراً معلوم شده است که این منحنی‌ها در تصمیم‌گیری پزشکی کاربردهای قابل توجهی دارند. منحنی مشخصه عملکرد ROC سیستم رسم می‌شود تا کارایی و عملکرد سیستم به‌صورت گرافیکی نمایش داده شود. در این نمودار هر چه فضای زیر منحنی به یک نزدیک‌تر باشد، کارایی و عملکرد سیستم بهتر است. در فاز ارزیابی سیستم به‌منظور بهبود و تصحیح عملکرد سیستم، تغییرات اندکی در متغیرهای فازی خروجی، پارامترهای برخی از توابع عضویت و نیز وزن‌های قوانین فازی با مشارکت افراد خبره ایجاد و سیستم مجدداً اعتبار سنجی شد. در هر مرحله از اعتبار سنجی سیستم، مراحل یک، دو، سه (تعریف دانش، طراحی دانش و تصدیق دانش) و چهار تکرار شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت سنجش میزان انطباق پاسخ‌های سیستم با تشخیص ثبت‌شده در پرونده از سوی پزشکان از آزمون کاپا استفاده خواهد شد. به‌منظور بیان واضح‌تر نتایج، از نمودار ROC و سطح زیر نمودار نیز مورد استفاده قرار خواهد گرفت. همچنین مقادیر صحت، حساسیت، دقت سیستم خبره فازی تشخیص پسوریازیس، با استفاده از تعریف موارد بالا و فرمول آن محاسبه شده و مشخصه عملکرد گیرنده جهت بررسی بهتر نتایج حاصل از به‌کارگیری سیستم خبره فازی تشخیص پسوریازیس گزارش شده است. ابزار اصلی تجزیه و تحلیل نرم‌افزار متلب است.

معماری سیستم

پایگاه دانش سیستم

الف - جدول تصمیم‌گیری تشخیص پسوریازیس

برای تشخیص و افتراق پسوریازیس از سایر بیماری‌های گروه اریتما اسکواموس ابتدا باید پارامترهای تشخیص این بیماری شناسایی می‌شدند. بر اساس مطالعه کتب و مصاحبه با دو پزشک خبره پارامترها و ویژگی‌های زیر در تشخیص پسوریازیس شناسایی شد. این پارامترها شامل قرمزی، پوسته ریزی، خارش، ضایعه با حاشیه مشخص، میزان تشدید ضایعه با ضربه، ضایعات چندوجهی، ضایعات در اطراف پيازهای مو، درگیری مخاط دهان، درگیری زانو و آرنج و درگیری پوست سر بوده است. ضمناً علائم بالینی با مقیاس‌های خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد توصیف شدند. بعد از شناسایی پارامترها، در مصاحبه با چهار پزشک متخصص از آن‌ها خواسته شد به هر پارامتر ارزشی ۰ بین تا ۴۰ داده شود. به این ترتیب هریک از پارامترها در تشخیص پسوریازیس در مقایسه با دیگر انواع بیماری‌های گروه اریتما اسکواموس مشخص شد. سیستم مذکور بر اساس ارتباط میان علائم بالینی و بیماری و درجه ارتباط آن‌ها تصمیم‌گیری می‌نماید، بنابراین مبنای طراحی پایگاه دانش سیستم این ارتباطات بوده است که نمونه‌ی از آن‌ها عبارت‌اند از: پسوریازیس/همیشه: قرمزی، پوسته ریزی، بدتر شدن ضایعه با ضربه پسوریازیس/اغلب: ضایعه با حاشیه مشخص،

۱۳۸ مطالعات مدیریت فناوری اطلاعات، سال چهارم، شماره ۱۴، زمستان ۹۴

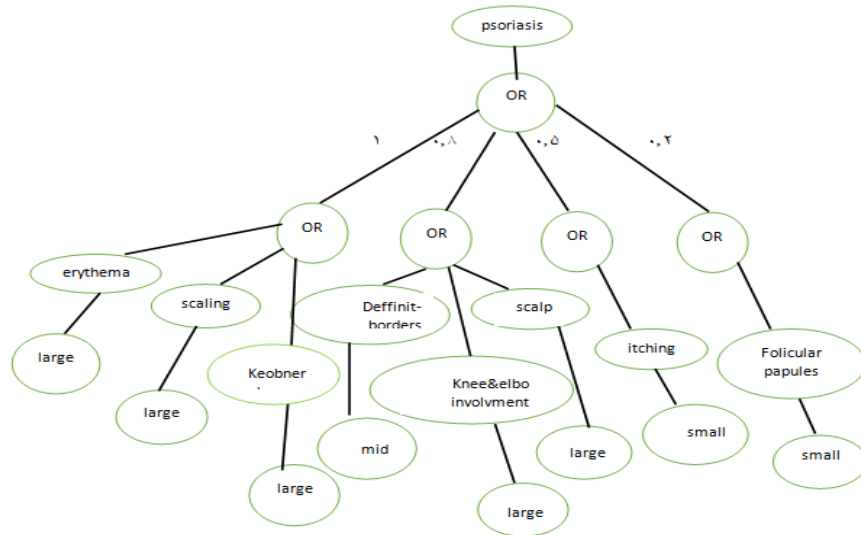
درگیری زانو و آرنج، درگیری پوست سر پسوریازیس/گاهی: درگیری پیامو پسوریازیس/هرگز: ضایعات چندوجهی، درگیری مخاط دهان
علائم بالینی تعیین شده، در ستون‌های جدول تصمیم‌گیری و بیماری‌ها در سطرهای جدول تصمیم‌گیری قرار گرفتند. علائم زیر که در جدول تصمیم‌گیری ثبت شده، بیانگر ارتباط تعریف شده میان علائم بالینی و بیماری بوده است.
۴: همیشه وجود دارند (۱۰۰ درصد)، ۳: اغلب وجود دارند (۷۰ تا ۱۰۰ درصد موارد)،
۲: معمولاً وجود دارند (۴۰ تا ۷۰ درصد موارد)،
۱: گاهی وجود دارند (بزرگ‌تر از صفر تا ۴۰ درصد موارد)، ۰: هرگز وجود ندارند.

جدول ۲. جدول تصمیم‌گیری سیستم خبره ایجاد شده

پسوریازیس	تقریبی	پوسته ریزی	ضایعه یا حاشیه مشخص	بخارش	بدرشدن ضایعه یا ضربه	ضایعات چندوجهی	صفت در اطراف پیاژه‌های دهان	درگیری مخاط دهان	درگیری زانو و آرنج	درگیری پوست سر
۴	۴	۴	۳	۲	۴	۰	۱	۰	۳	۳
درماتیت سبوره	۲	۲	۱	۳	۰	۰	۱	۰	۰	۳
لیکن پلان	۱	۰	۳	۳	۳	۳	۲	۴	۲	۲
پیتیریازیس روزه آ	۳	۳	۲	۱	۰	۰	۰	۰	۲	۱
التهاب پوستی مزمن	۳	۱	۲	۳	۰	۰	۰	۰	۲	۲
پی آر بی	۳	۲	۲	۲	۰	۰	۲	۰	۲	۰

ب - شبکه معنایی سیستم تشخیص پسوریازیس: شبکه‌ی معنایی یک نماد گرافیکی برای نمایش دانش است که شامل یک مجموعه از گره‌ها و کمان‌ها است. گره‌ها نمایانگر موجودیت‌ها یا مفاهیم و کمان‌ها نمایانگر ارتباط بین موجودیت‌ها می‌باشند. در این اشکال اهداف نهایی یعنی نام بیماری و فاکتورهای تصمیم‌گیری یا تشخیص بیماری، در بیضی‌ها نشان داده شده‌اند به طوری که جهت از نام بیماری به سمت علائم است. نام بیماری در گره ریشه شبکه و نام علائم در گره‌های میانی قرار گرفته است علائم بالینی که میزان بروز آن‌ها در بیمار یکسان است در یک دسته قرار گرفتند و یک

قانون به آن‌ها اختصاص یافته است. روی هر دسته از علائم شماره قانون به همراه وزن قانون نشان داده شده است.



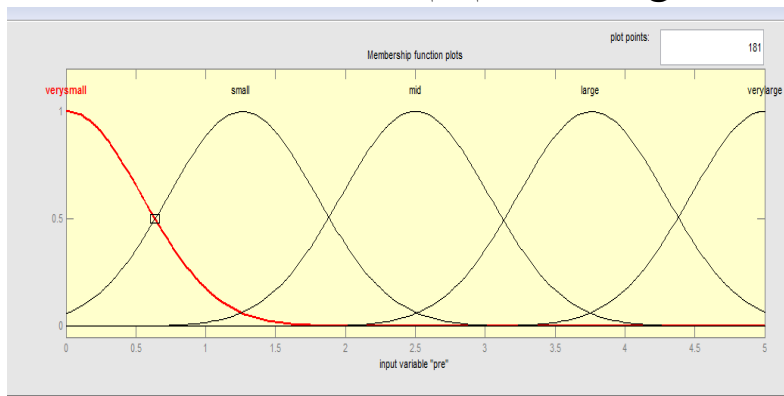
شکل ۲. شبکه معنایی بیماری پسوریازیس

ج - ورودی‌ها، خروجی‌ها و توابع عضویت سیستم: اولین بخش از یک سیستم استنتاج فازی، فازی سازی متغیرهای ورودی است. متغیرهای ورودی با توجه به توابع عضویت و مجموعه‌ای که برایشان مشخص می‌شود و نیز الگوریتم یا مجموعه قوانین فازی، فازی سازی می‌شوند. متغیرهای ورودی سیستم که همان معیارهای تشخیص پسوریازیس در جدول تصمیم‌گیری هستند، به همراه توابع عضویت و مجموعه فازی آن‌ها به صورت زیر تعریف شدند و در شکل‌های زیر نشان داده شدند. سیستم مذکور دارای شش متغیر خروجی بوده که برای آن‌ها توابع عضویت و مجموعه‌های فازی یکسان در نظر گرفته شد تا سیستم، احتمال ابتلا به هر بیماری را محاسبه نماید.

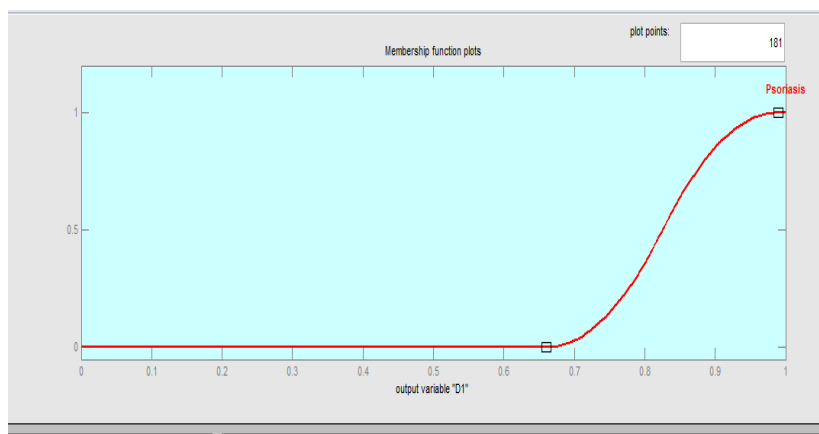
د - توابع عضویت سیستم تشخیص پسوریازیس: ورودی‌های سیستم تشخیص پسوریازیس شامل قرمزی، پوسته ریزی، خارش، ضایعه با حاشیه مشخص، بدتر شدن ضایعه با ضربه، ضایعات چندوجهی، درگیری مخاط دهان، درگیری زانو و آرنج، درگیری پوست سر و ضایعات در اطراف پيازهای مو بوده‌اند. کلیه این متغیرها کیفی بوده است. مجموعه فازی این ورودی‌ها بین صفر تا پنج بوده و پنج تابع عضویت

۱۴۰ مطالعات مدیریت فناوری اطلاعات، سال چهارم، شماره ۱۴، زمستان ۹۴

زنگوله‌ای شکل، پنج حالت خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد را نشان می‌داد.



شکل ۳. توابع عضویت متغیرهای ورودی



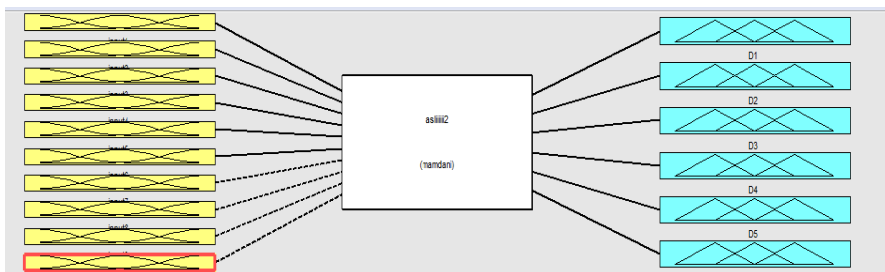
شکل ۴. توابع عضویت متغیر خروجی تشخیص پسوریازیس

ه - قوانین فازی سیستم تشخیص پسوریازیس: قوانین و وزن آنها بر اساس جدول تصمیم‌گیری ارائه شده، تعریف شده‌اند. برای هر گروه از علائم بالینی که هم ترکیب شده است یک قانون در نظر گرفته شده است. وزن در نظر گرفته شده برای علائم "۱"، "۲"، "۳"، "۴" به ترتیب ۱، ۰/۸، ۰/۵، ۰/۲ است. این قوانین با توجه به نظر پزشکان تهیه و در سیستم ذخیره شده است.

و- موتور استنتاج فازی: موتور استنتاج طراحی شده برای تشخیص پسوریازیس بر

سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری هوشمند پزشکی ... ۱۴۱

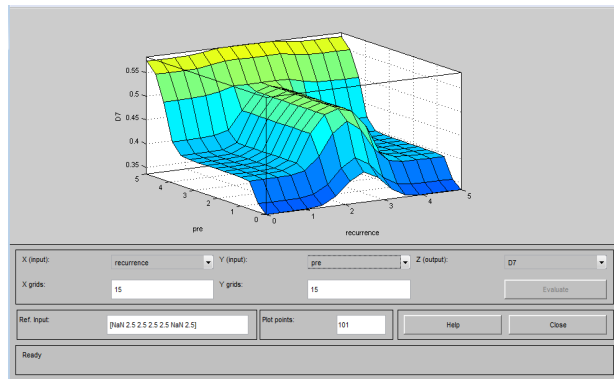
اساس مدل ممدانی ایجاد شده است؛ و برای تعیین ویژگی‌های استنتاج فازی، مدل‌های مختلف بررسی شد. از آنجایی که مدل فازی ممدانی به خوبی قادر به ارائه تجارب انسانی است، این مدل با مشخصه‌های Min-Max به عنوان عملگرهای AND-OR و روش مرکز جرم (Centroid) برای غیر فازی سازی، نهایی شد. در سیستم تشخیص پسوریازیس بعد از مشخص شدن مقادیر عددی هر یک از بیماری‌ها و مقایسه مقادیر آن‌ها با یکدیگر در صورتی که مقدار خروجی مربوط به پسوریازیس بیشتر از بقیه بیماری‌ها باشد بیماری پسوریازیس و در غیر این صورت سایر بیماری‌ها تشخیص داده خواهد شد.



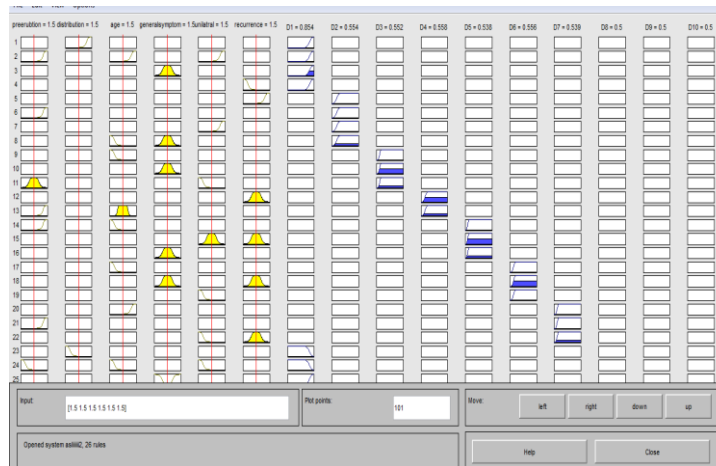
شکل ۵. معماری سیستم پسوریازیس

رابط کاربری: رابط کاربر سیستم با همکاری افراد خبره طراحی و توسط پژوهشگر با نرم‌افزار متلب کد نویسی و پیاده‌سازی شده است. دریافت ورودی‌ها از کاربر و انتقال آن‌ها به موتور استنتاج و سپس دریافت و نمایش پاسخ سیستم برای کاربر وظیفه اصلی این بخش است. قسمت ورودی داده‌های مربوط به بیمار را از کاربر دریافت می‌نماید؛ این اطلاعات به صورت دکمه‌های رادیویی و یا اعداد می‌باشند. سپس روی داده‌ها پردازش‌هایی را انجام داده و آن‌ها را به صورت مقادیر عددی به موتور استنتاج فازی ارسال می‌نماید. قسمت خروجی رابط کاربر، نتایج خروجی تشخیص بیماری‌ها را از موتور استنتاج دریافت می‌نماید. سپس رابط کاربر تشخیص افتراقی پسوریازیس و سایر بیماری‌ها مقایسه انجام داده تشخیص نهایی سیستم را همراه با درجه قطعیت برای اطلاع کاربر اعلام می‌نماید. اگر درجه قطعیت ابتلا به بیماری‌های دیگر بیشتر باشد، تشخیص بیماری‌های دیگر نمایش داده می‌شود. فاکتور قطعیت یا میزان احتمال ابتلا به بیماری‌های عددی بین صفر و یک همان نتیجه تشخیص موتور استنتاج است. شکل

(۷) نتیجه اجرای قوانین فازی سیستم موردنظر را نشان می‌دهد. شکل (۶)، رابطه بین علائم بالینی قرمزی و ضایعه با حاشیه مشخص را با بیماری پسوریازیس برای بیمار به صورت سطح سه بعدی نشان می‌دهد. در شش ستون اول مستطیل‌های پررنگ‌تر بیانگر نحوه فازی سازی مقادیر متغیرهای فازی ورودی است و خطوط میانی ستون‌ها مقادیر فازی را نشان می‌دهند. هر مستطیل پررنگ از ستون ششم به بعد نشانگر مجموعه فازی خروجی هر قانون فازی است برای مثال، اولین مستطیل پررنگ خروجی قانون فازی را برای بیماری پسوریازیس نشان می‌دهد.



شکل ۶. نمایشگر سطح برای دو متغیر ورودی



شکل ۷. نمایشگر قوانین سیستم خبره فازی ایجاد در زمان اجرا شده

ارزیابی: سیستم خبره فازی تشخیص پسوریازیس با استفاده از اطلاعات ۱۹۰ بیمار

سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری هوشمند پزشکی ... ۱۴۳

مبتلا به پسوریازیس مورد ارزیابی قرار گرفت. این اطلاعات مربوط به بیمارانی است که در سال ۹۳-۹۴ به مرکز تحقیقات تخصصی پوست شهر تهران مراجعه نمودند. از این بین ۱۲۶ نفر مبتلا به پسوریازیس و ۶۴ نفر به انواع بیماری‌های گروه اریتما اسکواموس مبتلا بودند.

صحت: همچنین از ۶۴ نفر مبتلا به سایر بیماری‌ها ۶۱ مورد درست تشخیص داده شده است. میزان صحت تشخیص سیستم با استفاده از فرمول زیر محاسبه و برابر ۰/۹۶۸ به دست آمده است.

$$\text{صحت} = \frac{123+61}{190} = 0.968$$

دقت و حساسیت سیستم: به منظور بررسی کارایی و عملکرد سیستم در جدا کردن موارد بیمار از غیر بیمار از مشخصه دقت و حساسیت استفاده می‌شود. برای محاسبه دقت و حساسیت از روابط زیر استفاده شد. بر اساس داده‌های جدول، سیستم از دقت ۰/۹۵ و حساسیت ۰/۹۷ برخوردار است. به منظور نمایش گرافیکی عملکرد سیستم از نمودار ROC استفاده شد. در این نمودار محور افقی میزان دقت-۱ و محور عمودی میزان حساسیت را نشان می‌دهد. هرچه سطح زیر منحنی به یک نزدیک‌تر باشد، کارایی سیستم بیشتر است. این در صورتی خواهد بود که منحنی به گوشه سمت چپ بالا نزدیک‌تر باشد، کارایی سیستم بیشتر است. علاوه بر این سطح زیر نمودار منحنی شاخص خوبی جهت بررسی عملکرد است که سطح زیر منحنی سیستم خبره فازی ایجاد شده ۰/۹۷ بوده که نشان‌دهنده کارایی بالای سیستم است.

$$\text{دقت} = \frac{61}{61+3} = 0.95$$

$$\text{حساسیت} = \frac{123}{123+3} = 0.976$$

آزمون کاپا: آزمون کاپا برای سنجش میزان انطباق بین تشخیص واقعی با تشخیص سیستم استفاده شده است. به منظور کسب اطمینان از تصادفی نبودن خروجی سیستم، نتایج حاصل از ارزیابی سیستم با تشخیص واقعی مقایسه گردید و برای این منظور از آزمون آماری کاپا استفاده شد. بیشترین مقدار کاپا یک است که تأثیر شانس در پاسخ‌ها است (اندیس، ۱۹۹۷) در سیستم پسوریازیس ضریب کاپا برابر ۰/۹۲ ($p < 0.001$) به دست آمد و بر مبنای جدول تفسیر کوچ ولاندکس مورد بررسی قرار گرفت (دی ان جونز، ۱۹۹۸). ضریب با توجه به جدول زیر به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$kappa = (po - pe)/(1 - pe)$$

$$po = \frac{123 + 61}{190} = .968$$

$$pe = \left[\frac{123+3}{190} * \frac{123+3}{190} \right] + \left[\frac{61+3}{190} * \frac{61+3}{190} \right] = .543$$

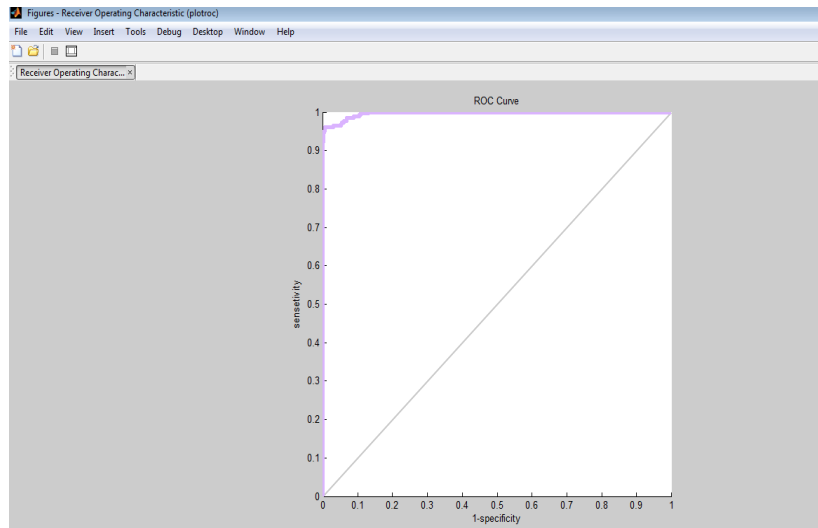
$$kappa = (.968 - .543)/(1 - .54) = .92$$

جدول ۳. جدول تقسیم ضریب کاپا

تفسیر	مقدار k
عدم وجود ارتباط	کمتر یا برابر صفر
ارتباط بسیار کم	۰ تا ۰/۲
ارتباط کم	۰/۲۱ تا ۰/۴۰
ارتباط متوسط	۰/۴۱ تا ۰/۶
ارتباط قوی	۰/۶۱ تا ۰/۸
ارتباط خیلی شدید	۰/۸۱ تا ۱

نمودار^۱: از آنجاکه برای ارزیابی و مقایسه آزمون‌های تشخیصی هیچ روش آماری مناسبی به‌جز استفاده از منحنی‌های ROC وجود ندارد، لذا به‌منظور نمایش گرافیکی عملکرد سیستم از نمودار ROC استفاده شد. در این روش سطح زیر منحنی مشخصه مناسبی برای نشان دادن کارایی سیستم است. در این نمودار محور افقی میزان دقت-۱ و محور عمودی میزان حساسیت را نشان می‌دهد. هرچه سطح زیر منحنی به یک نزدیک‌تر باشد، کارایی سیستم بیشتر است. این در صورتی خواهد بود که منحنی به گوشه سمت چپ بالا نزدیک‌تر باشد، کارایی سیستم بیشتر است. علاوه بر این سطح زیر نمودار منحنی شاخص خوبی جهت بررسی عملکرد است که سطح زیر منحنی سیستم خیره‌فازی ایجاد شده. ۰/۹۷ بوده که نشان‌دهنده کارایی بالای سیستم است.

1. ROC (Receiver operating characteristic)



شکل ۸. نمودار ROC سیستم تشخیص بیماری پسوریازیس

بحث و نتیجه‌گیری

سیستم حاضر با استفاده از داده‌های ۲۰۰ بیمار مبتلا به بیماری‌های پسوریازیس و... مورد ارزیابی قرار گرفت. صحت، دقت و حساسیت سیستم به ترتیب برابر ۰/۹۶، ۰/۹۵ و ۰/۹۷ درصد محاسبه گردید. برای سنجش میزان انطباق تشخیص سیستم با تشخیص‌های ثبت‌شده در پرونده از آزمون کاپا، $k = ۰/۹۲$ ($p < ۰/۰۰۰۱$) استفاده شد. این ضریب هر چه به یک نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده انطباق بیشتر تشخیص سیستم با تشخیص ثبت‌شده در پرونده بیمار است. همچنین مساحت زیر نمودار ROC برابر ۰/۹۷ به دست آمد. این نتایج نشان داده که ارتباط نزدیک و خیلی شدید میان تشخیص سیستم و تشخیص نهایی توسط پزشک وجود دارد؛ و سیستم طراحی‌شده برای تشخیص بیماری پسوریازیس کاملاً قابل‌اعتماد است؛ اما باید توجه داشت که نتایج ارزیابی این سیستم با استفاده از داده‌های چهار مرکز تخصصی پوست ارائه شده و لازم است با داده‌های بیشتر از مراکز مختلف، مورد بررسی قرار گیرد. در سیستم که توسط اوبیلی و گولر ارائه شده است مجموعه‌ی داده‌ها شامل ۳۵۸ بیمار است که این مجموعه داده‌ها به دو بخش داده‌های آموزشی و آزمایشی تقسیم شدند. این سیستم برای نمایش نتایج حاصل از ارزیابی از ماتریس اشتباهی استفاده کرده است. سیستم دارای صحت و

دقت ۹۵ درصد بوده است (اینگلد و بالفور، ۱۹۸۹). در این مطالعه گزارشی از حساسیت سیستم ارائه نشده است. صحت، دقت و حساسیت سیستم‌هایی که توسط بکپو و کاستلانو ارائه شده‌اند مورد ارزیابی قرار نگرفتند. درحالی‌که در پژوهش حاضر علاوه بر صحت، دقت و حساسیت سیستم، میزان کارایی سیستم با استفاده از نمودار ROC و ضریب کاپا نیز محاسبه شده است. علاوه بر این می‌توان مزایای کلی زیر برای تشخیص بیماری با استفاده از سیستم خبره قائل شد. ۱- سیستم طراحی شده رفتار پزشک متخصص پوست را شبیه‌سازی می‌کند. ۲- این سیستم پیشنهادی دقیق، سریع و ارزان است. ۳- این سیستم توسط خود بیمار هم قابل استفاده است. ۴- این سیستم می‌تواند توسط دانشجویان پزشکی در جهت اهداف آموزشی نیز بکار برده شود. ۵- نتایج تجربی نشان می‌دهد که این سیستم‌های خبره فازی بسیار بهتر از یک پزشک بی‌تجربه عمل می‌کند. با توجه به این‌که ضایعات پوستی قابل مشاهده است، در علم پزشکی بیماری‌های پوستی جزء محدود گروه‌های بیماری است که از کاربرد سیستم‌های فناوری اطلاعات می‌توان در تشخیص با دقت، صحت و حساسیت بالا مانند همین پروژه، بدون حضور پزشک استفاده نمود. در گذشته مطالعات در برخی بیماری‌های محدود انجام گردیده است. در آینده می‌توان تشخیص با سیستم‌های خبره فازی، سیستم‌های عصبی فازی، سیستم خبره، داده‌کاوی، سیستم پشتیبان تصمیم و سایر تکنیک‌ها اکثر بیماری‌های پوستی را با دقت، حساسیت و صحت بسیار بالا انجام داد. همچنین در این تحقیقات اندکس‌های ظاهری ضایعات پوستی با دقت بیشتری بررسی می‌گردد که این مسئله حتی باعث تشخیص سریع‌تر بیماری‌های پوستی توسط متخصصین پوستی می‌گردد.

پیشنهادهای کاربردی

- در این قسمت بر اساس یافته‌های پژوهش پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود.
- در صورتی‌که پایگاه دانش قوی باشد روال استنتاج کاراتر و بهینه خواهد بود. برای داشتن پایگاه قوی بایستی رابطه بین علائم بیماری‌ها و وزن قوانین به‌درستی تعریف شده و عدم قطعیتی که در علم پزشکی وجود دارد، به‌خوبی مدل‌سازی شود. بر اساس این بهره‌گیری از دانش و تجربه پزشکان بسیار تأثیرگذار است.

سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری هوشمند پزشکی ... ۱۴۷

- انتخاب صحیح متغیرهای فازی ورودی و خروجی از اهمیت فراوانی برخوردار است. بدین منظور پیشنهاد می‌شود از روش‌های هوشمند همچون داده‌کاوی بهره گرفته شود و تعداد پرونده‌های بیماران زیاد باشد.
- در مواردی که تعداد ورودی و خروجی و پیرو قوانین آن سیستم زیاد است می‌توان با استفاده از روش‌های آماری، قوانین را بر اساس داده‌ها بازیابی نمود.
- در صورتی که از عملگرهای ترکیب، دلالت، تجمیع و غیر فازی سازی استفاده نامناسب نشود، سیستم خبره کارا تر بوده و نتایج دقیق‌تری خواهد داشت.
- بایستی شبکه معنایی و جدول تصمیم‌گیری همخوانی داشته باشند. در این صورت درک و توسعه پایگاه دانش سیستم صحیح‌تر و دقیق‌تر خواهد بود.

پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده

- ✓ طراحی و پیاده‌سازی سیستم خبره تشخیص بیماری‌های گروه اریتما اسکواموس
- ✓ طراحی و پیاده‌سازی سیستم خبره عصبی فازی برای تشخیص زونا
- ✓ طراحی و پیاده‌سازی سیستم خبره برای تشخیص بیماری‌های زونا با استفاده از داده‌کاوی

✓ طراحی و پیاده‌سازی سیستم خبره تشخیص سرطان پوست

✓ طراحی و پیاده‌سازی شبکه عصبی برای تشخیص ملانوما

با توجه به این‌که ضایعات پوستی قابل مشاهده است، در علم پزشکی بیماری‌های پوستی جزء معدود گروه‌های بیماری است که از کاربرد سیستم‌های فناوری اطلاعات می‌توان در تشخیص با دقت، صحت و حساسیت بالا مانند همین پروژه، بدون حضور پزشک استفاده نمود. در گذشته مطالعات در برخی بیماری‌های محدود انجام گردیده است. در آینده می‌توان تشخیص با سیستم‌های خبره فازی، سیستم‌های عصبی فازی، سیستم خبره، داده‌کاوی، سیستم پشتیبان تصمیم و سایر تکنیک‌ها اکثر بیماری‌های پوستی را با دقت، حساسیت و صحت بسیار بالا انجام داد. همچنین در این تحقیقات اندکس‌های ظاهری ضایعات پوستی با دقت بیشتری بررسی می‌گردد که این مسئله حتی باعث تشخیص سریع‌تر بیماری‌های پوستی توسط متخصصین پوستی می‌گردد.

منابع

- Abbasi MM, Kashiyanrdi S, Clinical decision support systems: a discussion on different methodologies used in health care.
- Ahmadzadeh A, **Introduction to expert system and application in medicine**. Proceedings of the first congress of medical informaties; Mazandaran, Iran.
- Andis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data *Biometrics*. 1977;33(1):159-74.
- Anitha B, Rajagopalan SP. **Computer decision support systems for evidence-based medicine-an overview**. *European Journal of Scientific Research*. 2011; 50(3):349-358.
- Bakpo, Kabari. Diagnosing skin diseases using an artificial neural Network. *Journal of Artificial Neural Networks – Methodological Advances and Biomedical Applications*. 2009;13:257- 270.
- Barati E, Saraee M, Mohammadi A, Adibi N, Ahmadzadeh M, **A survey on utilization of datamining approaches for dermatological (skin) diseases prediction**. *Journal of Selected Areas health informatics* 2011.
- Bezold GD, lange ME, Gall H, Peter RU. Detection of cutaneous varicella zoster virus infections by immunofluorescence versus PCR. **Eur J Dermatol** 2001; 11:108-11.
- Castellano G, Castiello C, Fanelli AM, Leone C. Diagnosis of dermatological diseases. By a neuro-fuzzy system. **Proceedings of EUSFLAT Conference**. 2003.
- Chen TM, George S, Woodruff CA, Hsu S. **Clinical manifestations of varicella zoster virus infection**. *Dermatol Clin* 2002; 20:267-82.
- Choo PW, Dunahue JG, Manson JE, et al. **The epidemiology of varicella and its complications** *J Infect Dis* 1995; 172(3):706-12.
- Cohen JR, Brunnel PA, Strauss SE, et al. **Recent advances in varicella-zoster virus infection**. *Ann Intern Med* 1999; 130(11):922-32.
- D. N. Joanes CAG. **comparing measures of sample skewness and kurtosis**. *JOURNAL OF the Royal statistical Society*. 1998; 38(1):183-9.
- Donahoo JG, Choo pw. **The Incidence of Herpes Zoster**. *Arch of Internal Medicine* 1995; 155(12): 16
- elda R, Degoulet P, *Clinical information Systems: A Componet-Based Approach*. **Springer**; 2003.
- Shortliffe EH, Perreault LE, *Medicai informatics: computer applications in health care and biomedicine*. New York: Springer; 2006.
- England J.A, Balfoar J.R. **Varicella and Herpes zoster Haprich PD, Jordan MJ. Infectious Diseases**. 4th edition. Philadelphia: Lippincor Company; 1989. P: 938-953.
- Fanaroff AA, Martin RA. **Neonatal perinatal medicine**. 5th ed. 2002. p. 764-7.
- Fazel Zarandi MH, Zolnoori M, Moin M, Heidarnejad H. A fuzzy rule-based expet systemfor Diagnosing asthma. *Transaction E: Industrial Engineering* 2010;17(2):129-142

- Ghann Jw, WhitWey. Herpes Zoster. **The New England Journal of Medicine** 2002 August; 374(11): 340- 334.
- Gnann JW Jr, Clinical practice. **Herpes zoster**. NEngl J Med, 2002; 338:340-6.
- Greenes R. Clinical Decision Support: The Road Ahead. **Academic Press**; 2011
- Gudmundsson S, Helgason S, Sigurdsson JA. **The clinical course of herpes zoster**: a prospective study in primary care. Eur J Gen Pract 1996; 2: 12-6.
- Habif T. Clinical Dermatology. 5th ed. Elsevier Health Sciences; 2009
- hazanfari M, Kazemi Z, Expert systems. Tehran: 2004. [Persian]
- Elahi Sh, Rajabzade A, **Expert Systems: Intelligent decision making pattern** Tehran:Bazargani; 2004. [Persian]
- Lau BH, Lin MI, Lin HC. **Herpes zoster during varicella**. Pediatr Infect Dis J2001; 20(9):915-6.
- McLeod R. **Management information systems**. 7th Ed. New YorkPrentice Hall; 1998. 23. TurbanNew Jersey: John wiley & Sons; 2005.
- oali M,Aminnasari M,Nasiri M.DESderma:**An intelligent system to diagnose skin disease**. Proceedings of the 10th computer society of Iran conference: 1383 bahman 27-29: Tehran,Iran.
- Petersson CL, Mascola L, Chao SL, et al. Children hospitalized for varicella: a prevaccine review.**J Pediatr** 1996;129(4):529-36.
- Power D, Decision support system: concepts and resources for managers. **Greenwood Publishing Group**; 2002.
- Sadoughi f, Sheikhtacheri A. Application of artificial intelligence in medicine: opportunitiesand challenges.**Journal of Health Adminisreation**. 2011; 8(3):350-355.
- Sadoughi F, Sheikhtaheri A, Meidani Z, Shahmoradi L. Management information system (concepts,structure,development and evaluation): **jafaripub**; 1389:176-177
- Sadoughi F. **Decision Support system in health**. Proceedings of the 3rd Health ManagementCongress: Fara Organization; 2009 Jan 18-19; Tehran, Iran; 2009.
- Sauerbrei A, Eichhorn U, Schacke M, WutzlerP. **Laboratory diagnosis of herpes zoster**. J ClinVirol 1999; 14:31-6.
- Sheikhtaheri A. **Application of expert systems in clinical decisions**, Proceedings of the 2nd Health Management ongress: Fara Organization; 2008 Oct 29-30; Tehran, Iran; 2008.
- Shortliffe EH, Perreault LE, MedicaI informatics: computer applications in health care and biomedicine. New York: **Springer**; 2006.
- Takayama N, Takayama M, Takita J. Herpes zoster in healthy children immunized with varicella
- Toloie Ashlaqi A, Mohsen Taheri S. **Designing an expert system for suggesting the blood cancer treatment**. Journal of Health Administration. 2010; 13(40):32-50.
- Torres A, Nieto JJ. Fuzzy logic in medicine and bioinformatics. **Journal of Biomedicine and biotechnology**. 2006.
- Tunsuriyawong S, Puavilai S. Herpes Zoster, **Clinical Course and**

۱۵۰ مطالعات مدیریت فناوری اطلاعات، سال چهارم، شماره ۱۴، زمستان ۹۴

Associated Diseases: A 5-year retrospective study at Ramthibodi hospital. J Med Assoc Thai, 2005; 88(5):678-81.

Turban E, Aronson JE, Liang Tp. **Decision Support systems and intelligent systems7thed.** New York: Prentice Hall; 2005.

Velda R, Degoulet P, Clinical information Systems: A Componet-Based Approach. **Springer**; 2003.

William D.James et al. Andrews "**Disease of the skin clinical Dermatology**" 2011; 372.