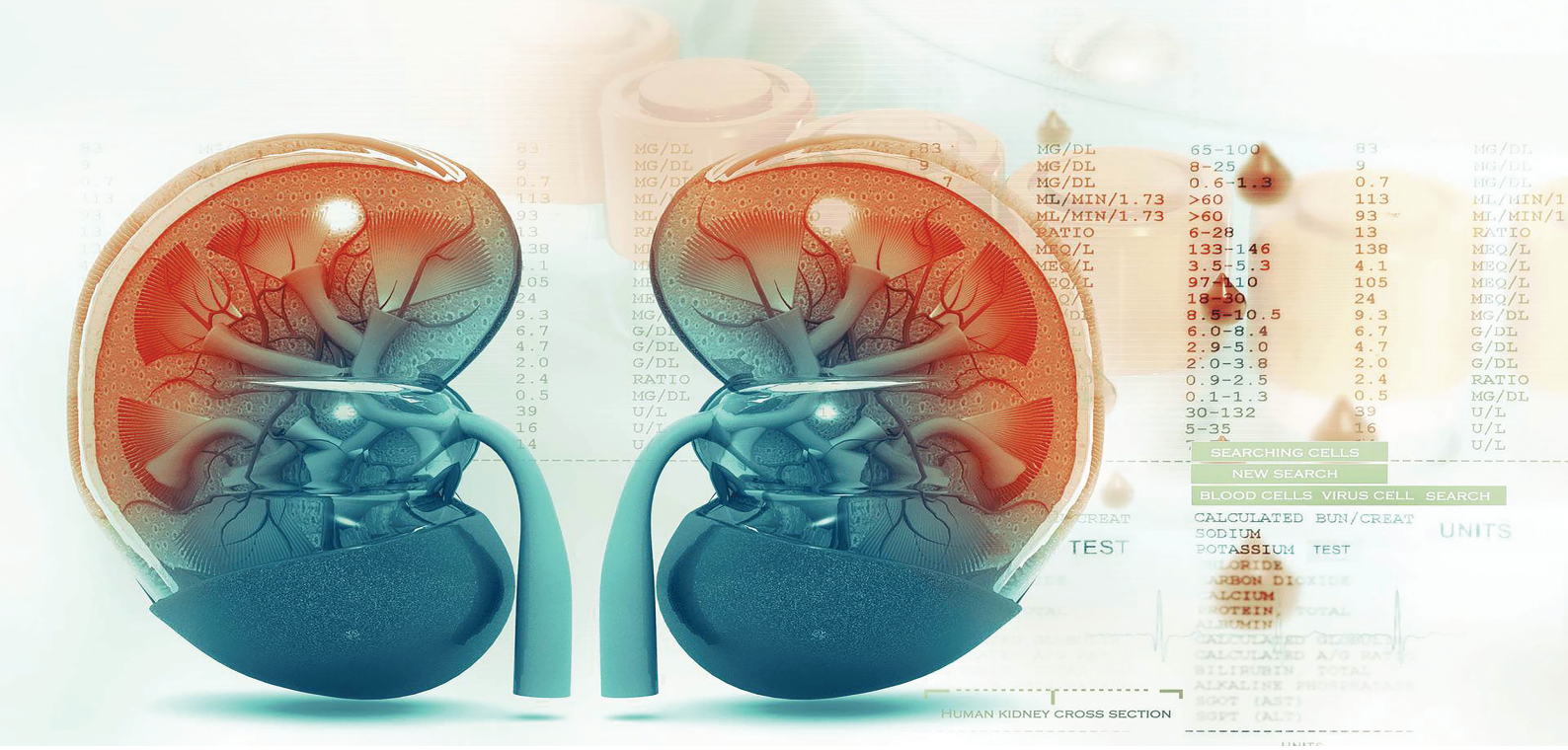


مقاله علمی-ترویجی

مروری بر روش‌های تشخیص و پیش‌بینی بیماری‌های مزمن کلیوی با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی

وهاب امینی‌آذر*، استادیار ، گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، مهاباد- ایران
Aminiazar@iau-mahabad.ac.ir

رسول فرحی، مربی، گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر،دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، مهاباد- ایران
Stu.rasoul-farahi@iaut.ac.ir

*نویسنده مسئول

چکیده

رشد چشم‌گیر بیماری کلیوی، اثرات و عوارض آنها و هزینه‌هایی که بر جامعه وارد می‌شود، باعث شده است که جامعه پزشکی به‌دنبال برنامه‌هایی برای پیش‌بینی و تشخیص زودهنگام این بیماری باشند. در سال‌های اخیر استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی در حوزه پزشکی از اهمیت بالایی برخوردار شده است. هدف از این مقاله مروری بر روش‌های مبتنی بر تکنیک‌های داده‌کاوی به منظور پیش‌بینی بیماری‌های مزمن کلیوی می‌باشد. در این مقاله قصد بر آن بوده تا جامعی از بیمارهای مزمن کلیوی، روش‌های تشخیص در حوزه پزشکی را گردآوری و بررسی نمود. بدین جهت در ابتدا بیمارهای مزمن کلیوی بررسی شده و پیرو این بررسی به بحث و تحلیل حوزه تشخیص زود هنگام این بیماری‌ها خواهیم پرداخت. در ادامه انواع الگوریتم‌های داده‌کاوی در تشخیص بیماری‌های مزمن کلیوی را معرفی خواهیم کرد. پس از آن به بحث در ارتباط با روش‌های تشخیص و پیش‌بینی بیمارهای مزمن کلیوی خواهیم پرداخت و این روش‌ها را از نظر اهداف، محدودیت‌ها و قابلیت‌ها نقد و بررسی خواهیم کرد. در این مقاله برای پیش‌بینی بیماری نارسایی کلیه دیدگاه‌های مختلف که عبارتند از: انتخاب ویژگی، روش طبقه‌بندی، ابزارهای استفاده شده، مورد بررسی قرار می‌گیرند، که با تحلیل الگوریتم‌های طبقه‌بندی نشان می‌دهیم استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی، الگوریتم k- نزدیک‌ترین همسایه و الگوریتم بردار پشتیبان به همراه روش‌های انتخاب ویژگی می‌توانند نقش مؤثری در پیش‌بینی بیماری نارسایی کلیه داشته باشند. همچنین نتایج گویای این است که پایگاه داده UCI و ابزار MATLAB بیشترین کاربرد را در تشخیص و پیش‌بینی بیماری‌های مزمن کلیوی دارند.

کلمات کلیدی: نارسایی‌های مزمن کلیوی، تشخیص و پیش‌بینی بیماری، داده‌کاوی.

Survey on Diagnosis and Prediction Methods of Chronic Kidney Diseases Using Data Mining Techniques

Wahab Aminiazar*, Department of Computer Engineering and Information Technology, Faculty of Electrical and Computer Engineering,Islamic Azad University Mahabad Branch, Mahabad, Iran.

Rasoul Farahi, Department of Computer Engineering and Information Technology, Faculty of Electrical and Computer Engineering, Islamic Azad University Mahabad Branch, Mahabad, Iran.

*Corresponding Author

Abstract

The significant growth of kidney disease, its effects and complications, and the costs that are imposed on the

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-02-07]

society, have caused the medical community to look for programs to predict and diagnose this disease early. In recent years, the use of data mining techniques in the field of medicine has gained great importance. The purpose of this article is to review methods based on data mining techniques in order to predict chronic kidney diseases. In this article, it is intended to collect and review a comprehensive review of chronic kidney disease, diagnosis methods in the field of medicine. In this paper, chronic kidney diseases were examined first, and following this examination, we will discuss and analyze the field of early diagnosis of these diseases. In the following, we will introduce various data-mining algorithms in the diagnosis of chronic kidney diseases. After that, we will discuss the methods of diagnosing and predicting chronic kidney diseases, and we will review these methods in terms of their goals, limitations, and capabilities. In this article, in order to predict the failure disease, all the different points of view, which are: feature selection, classification method, used tools, are examined, which we show by analyzing the classification algorithms. The use of random forest algorithm, k-nearest neighbor algorithm and support vector algorithm along with feature selection methods can play an effective role in predicting kidney failure disease. Also, the results show that the UCI database and MATLAB tool are the most useful in diagnosing and predicting chronic kidney diseases.

keyword: Chronic kidney failure, disease diagnosis and prediction, data mining

۱- مقدمه

در دو دهه گذشته رشد سریع داده‌ها در پزشکی از چالش‌های اساسی بوده است با توجه به پیشرفت سریع روش‌های بیوتکنولوژی و روش‌های تجزیه‌وتحلیل داده‌های زیستی، روش‌های داده‌کاوی در حال رشد می‌باشد. امروزه برای تجزیه‌وتحلیل و پیش‌بینی داده‌های بزرگ پزشکی از الگوریتم‌های داده‌کاوی و یادگیری ماشین استفاده می‌شود. هدف اصلی از تجزیه و تحلیل این داده‌ها توسعه مدل‌های مختلف پیش‌بینی در حوزه پزشکی است. تشخیص بیماری یک موضوع داغ در پژوهش‌های فعلی است ویژگی اصلی مدل تشخیص بیماری تصمیم‌گیری سریع پزشکان و کاهش اشتباه‌ها در تشخیص است و داده‌های پزشکی را خیلی سریع بررسی می‌کند. همچنین از آنجایی که داده‌های پزشکی شامل تعداد زیادی ویژگی است و محققان تنها زیرمجموعه‌هایی از این ویژگی‌ها را در نظر می‌گیرند و این ویژگی‌ها برای تشخیص بیماری حیاتی است. بنابراین بررسی این ویژگی‌های مهم باید بسیار دقیق باشد و باید در نظر داشت که هر کدام از این ویژگی‌ها هزینه‌هایی 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 این‌رو اگر متخصصان بتوانند با استفاده از تکنیک‌های هوشمند که قادر به تصمیم‌گیری هستند با بررسی دقیق داده‌های پیچیده و مبهم ارزیابی خود را انجام دهند برای بیماران مفید خواهد بود. سیستم‌های هوشمند احتمال وقوع خطاهای پزشکی، هزینه و زمان را کاهش می‌دهد [۲و۳]. به‌کارگیری دانش داده‌کاوی در حوزه تشخیص بیماری‌های کلیوی از جمله شیوه‌های هوشمندی است که می‌تواند با تحلیل عوامل مؤثر مشکلات کلیوی را زودتر و دقیق‌تر تشخیص داده و به توسعه پژوهش‌های پزشکی و تصمیم‌گیری‌های علمی در زمینه تشخیص و درمان منجر شود. کاربرد داده‌کاوی در محیط‌های درمانی بسیار متفاوت با سایر کاربردهای داده‌کاوی است، به این دلیل که در بسیاری از مواقع کیفیت داده‌های پزشکی نامرغوب‌تر از کیفیت داده‌های سایر حوزه‌ها است[۴].

کلیه؛ یکی از ارگان‌های اساسی در بدن هر انسان می‌باشد که در دو طرف بدن و زیر دنده‌ها قرار دارد. وزن این اندام لوبیایی شکل تنها یک درصد از کل وزن بدن می‌باشد. که در هر دقیقه می‌تواند ۰-۵۰ درصد از خونی که توسط قلب پمپ می‌شود را دریافت و تصفیه نموده و سپس دوباره به بدن باز گرداند[۵]. کلیه به‌عنوان یک عضو حیاتی چندین نقش کلیدی از جمله حذف مواد زائد حاصل از فرایند متابولیک بدن، تنظیم تعادل اسید و باز خون، تولید هورمون‌هایی که در تنظیم ویتامین D نقش دارند، تولید گلبول قرمز خون و همچنین کنترل فشار خون موثر هستند، را بر عهده دارد. دو نوع مهم از بیماری‌های مرتبط با کلیه عبارتند از: نارسایی حاد کلیه و نارسایی مزمن کلیه. نارسایی حاد کلیه، به سرعت پیشرفت می‌کند که به‌طور معمول در کمتر از چند روز این اتفاق می‌افتد. نارسایی حاد کلیه در بیماران بستری به‌ویژه افراد به شدت بیمار که نیازمند مراقبت ویژه هستند، شایع است. این نوع نارسایی می‌تواند کشنده باشد و نیازمند درمان جدی است. با این وجود، نارسایی حاد کلیوی می‌تواند برگشت‌پذیر باشد. بیماری مزمن کلیه از دست دادن تدریجی عملکرد کلیه است که می‌تواند به هر علتی از دیابت و فشار خون بالا گرفته، تا عفونت‌های مکرر و انسداد مجاری ادراری رخ دهد. بیماری مزمن کلیه توانایی واحدهای عملکردی کلیه- نفرون‌ها را در تصفیه ضایعات و تنظیم آب و اسید خون مختل می‌کند.

اگر چه ممکن است در مراحل اولیه هیچ نشانه‌ای از بیماری وجود نداشته باشد، اما علائم با گذشت زمان پیشرفت می‌کنند. بیماری مزمن کلیه را می‌توان به کمک آزمایش‌های خون و ادرار تشخیص داد و در درمان، تمرکز بر روی درمان علت اصلی اختلال کلیه است. برخلاف نارسایی حاد کلیه، که به سرعت پیشرفت می‌کند و به‌طور بالقوه برگشت‌پذیر است، بیماری مزمن کلیه یک بیماری طولانی مدت است که در آن آسیب به کلیه‌ها دائمی و پیش‌رونده است [۵و۶]. سیستم اطلاعات پزشکی نیز همواره حاوی اطلاعات بسیار مفیدی مانند سوابق بیماری تشخیص پزشک، نتایج درمان در قالب آزمایش و تصاویر می‌باشد. از این‌رو پژوهشگران پزشکی جهت شناسایی و کشف ارتباط بین عوامل خطرساز یک بیماری و بروز بیماری پیش آگاهی از وقوع یک بیماری، کاهش خطاهای پزشکی و هزینه‌ها و در نهایت رسیدن به طب پیشگیری استفاده می‌کنند[۶]. بیماری‌های کلیوی مزمن یکی از شایع‌ترین و رو به رشدترین نوع بیماری‌ها است که تشخیص به موقع آن، شانس زنده ماندن و بهبود بهتر را افزایش می‌دهد. امروزه با توجه به

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-02-07]

بانک‌های اطلاعاتی می‌توان از داده‌کاوی گسترده‌ای برای تشخیص استفاده کرد. با گسترش فناوری حجم زیادی از داده‌های مرتبط با نارسایی‌های کلیوی و با ابعاد بالا تولید شده‌اند که استفاده از همه‌ی آنها علاوه بر مقرون به‌صرفه نبودن، حتی باعث کاهش دقت مدل تشخیصی نیز می‌گردد ارائه روش‌های هوشمند پیش‌گویانه در خصوص تشخیص زود هنگام بیماری مزمن کلیه، نیز سال‌ها است که مورد توجه افرادی که در این زمینه مطالعه می‌کنند، قرار گرفته است. این روش‌ها شامل روش‌های گوناگون طبقه‌بندی در علم داده‌کاوی می‌باشد.

۲- کلیه

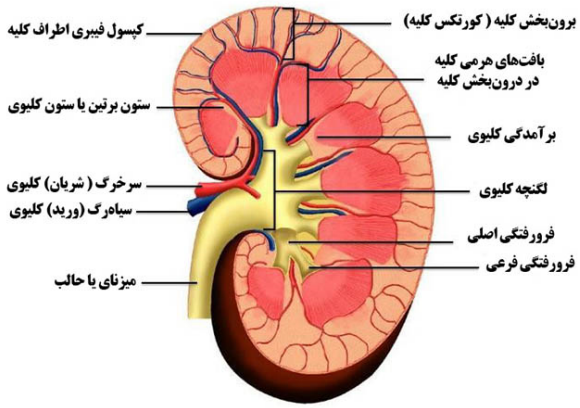
این اندام مهم در انسان به شکل لوبیا و تا حدودی به اندازه مشت بسته و به رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای در طرفین ستون مهره‌ها و زیر دنده‌های تحتانی واقع شده است و بیشتر اعضای بدن برای عملکرد مطلوب، به آن وابسته‌اند. هر کلیه بیش از یک میلیون واحد تصفیه‌کننده در خود دارد و قادر است روزانه ۱۸۰ لیتر مایع را تصفیه کند و بیش از ۵۰ عنصر شیمیایی محلول در این مایع را استخراج می‌کند. ترکیبات مایع ورودی به کلیه‌ها که در واقع همان پلاسمای خون است با مایعی که در کلیه‌ها وجود دارد فیلتر می‌شود و سموم بدن به صورت ادرار که اندازه آن حدود ۱ تا ۲ لیتر در شبانه‌روز است دفع می‌شود. همان‌طورکه گفته شد بیش از ۵۰ عنصر شیمیایی محلول در خون، در کلیه استخراج می‌شود بنابراین کلیه در مرحله نخست یک عضو انتخاب کننده است که عناصر بیهوده و مضر را تصفیه می‌کند و تا زمانی که عناصر مفیدی مانند گلوکز، آلبومین، املاح محلول و . . . به اندازه مناسب در خون وجود داشته باشند به حال خود رها می‌کند از نظر گردش خون، کلیه‌ها ۲۲ درصد خروجی قلب را به خود اختصاص می‌دهند[۷].

واحد اصلی عملکرد کلیه، لوله بسیار ریز و باریکی به‌نام نفرون[1] است. داخل هر کلیه بیش از یک میلیون نفرون وجود دارد. به‌طور معمول از ۴۰ سالگی به بعد، تعداد نفرون‌های فعال کلیه، هر ۱۰ سال حدود ۱۰ درصد کم می‌شود. بر همین اساس نفرون‌های فعال در بسیاری از افراد ۸۰ ساله به‌طور حدودی ۴۰ درصد کمتر از تعداد آنها در زمان ۴۰ سالگی است. البته کاهش تعداد آنها حیات فرد را تهدید نمی‌کند، زیرا نفرون‌های باقیمانده دستخوش تغییرات سازشی خاصی می‌شوند که به آنها امکان دفع مقادیر مناسب آب و الکترولیت‌ها و محصولات زاید را می‌دهند.

کلیه‌ها در دیواره پشتی شکم در حدود دنده ۱۲ و نخستین تا دومین مهره کمر قرار می‌گیرند. کلیه راست به واسطه فشار کبد، کمی پایین‌تر از کلیه چپ قرار دارد. کلیه، عضوی است لوبیایی شکل، دارای یک انتهای فوقانی و یک انتهای تحتانی که «قطبین کلیه» نامیده می‌شوند. در کناره داخلی، یک بریدگی است به اسم «ناف کلیه» که از آنجا حالب، اعصاب، سرخرگ، سیاهرگ و لنف به کلیه وارد و از آن خارج می‌شوند. در داخل کلیه، تاق به فضای مرکزی بزرگتری وصل می‌شود به نام سینوس کلیه که در آن کالیس‌های بزرگ و کوچک، لگنچه، اعصاب و عروق خونی قرار دارند [۸]. در شکل (۱) قسمت‌های مختلف کلیه نشان داده شده است.

۳- بیماری‌های کلیوی

ناراحتی کلیه به‌طور معمول هر دو کلیه را درگیر می‌کند. اگر بیماری، توانایی کلیه را در دفع و تنظیم آب و مواد شیمیایی مختل



شکل ۱: کلیه و قسمت‌های مختلف آن

کند، مایع اضافی و مواد زائد در بدن جمع می‌شود و علایم و ورم شدید اورمی (نارسایی کلیوی) بروز می‌کند. بیماری کلیه انواع و علل متفاوتی دارد در این بخش به معرفی مهمترین آنها می‌پردازیم.

۳-۱- سنگ کلیه

به ذرات کوچک و سختی گفته می‌شود که در یک یا هر دو کلیه تشکیل می‌شود و گاهی به داخل حالب‌ها انتقال می‌یابد. سنگ کلیه از نظر اندازه از یک دانه شن تا حدود یک توپ گلف متغیر و ممکن است منفرد یا متعدد باشد. سنگ کلیه به‌طور معمول بزرگسالان بالای ۳۰ سال را از هر دو جنس مرد و زن مبتلا می‌سازد و البته بروز آن در مردان شایع‌تر است. سنگ‌های مجاری ادراری دارای انواع مختلفی هستند. چهار نوع از آنها که شیوع بیشتری دارند و بیشتر مورد تحقیق و پژوهش قرار گرفته‌اند، به ترتیب شیوع عبارتند از: سنگ‌های کلسیمی، اسید اوریکی، استرویتی و سیستئینی.

سنگ‌های کلسیمی شایع‌ترین سنگ‌ها هستند و تشخیص آنها با عکسبرداری ساده توسط اشعه ایکس است، چون به‌طور کامل جلوی عبور اشعه را می‌گیرند و یک سایه واضح روی عکس ایجاد می‌کنند. سنگ‌های کلسیمی حل نمی‌شوند و برای درمانشان روش‌های طبی کمتر جواب می‌دهد. سنگ‌های اسیداوریکی در مبتلایان به نقرس یا سایر افرادی که اسید اوریک زیادی در ادرارشان دفع می‌کنند شایع‌تر است. این سنگ‌ها، اشعه ایکس را از خود عبور می‌دهند و در نتیجه، روی کلیشه‌های رادیوگرافی، سایه‌ای به جا نمی‌گذارند. بنابراین به این وسیله نمی‌توان آنها را تشخیص داد. برای مشاهده آنها، از عکسبرداری با مواد حاجب یا سونوگرافی استفاده می‌شود. سنگ‌های استرووئیتی (سنگ‌های منیزیم آمونیوم فسفات) همیشه در ارتباط با عفونت مزمن ادراری با برخی باکتری‌های خاص هستند. هرچند تشخیص آنها از طریق عکسبرداری با اشعه ایکس با سونوگرافی ساده است، ولی از آنجا که به‌طور معمول محدود به کلیه و بدون علامت هستند، در مراحل اولیه تشخیص داده نمی‌شوند و در موارد زیادی، با رشد آرام خود، به تخریب و نارسایی کلیه در اثر انسداد طولانی مدت منجر می‌شوند. سنگ‌های استرووئیتی و نوع مشابه آنها، یعنی سنگ‌های کراتینی، شایع نیستند و دارای علل ارثی یا در ارتباط با یکسری بیماری‌های خاص هستند[۹].

۳-۲- سرطان کلیه

سرطان کلیه حدود ۳ درصد از بدخیمی‌های بزرگسالان را تشکیل می‌دهد و این بیماری بیشتر در فاصله سنی ۴۰ تا ۶۰ سالگی

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-02-07]

دیده می‌شود. سرطان کلیه در بیش از ۵۰ درصد موارد علامتی ندارد و به‌صورت تصادفی تشخیص داده می‌شود. به‌عنوان مثال، بیمار به دلیل درد معده یا درد پهلو به پزشک مراجعه می‌کند و در سونوگرافی، وجود توده در کلیه گزارش می‌شود. مهمترین عامل مستعدکننده به این سرطان، سیگار است. در کسانی که به مدت طولانی سیگار می‌کشند شانس ابتلا به سرطان کلیه بالا است. چاقی نیز از دیگر ریسک فاکتورهای سرطان کلیه محسوب می‌شود. همچنین برخی از بیماری‌های ژنتیکی می‌تواند شخص را مستعد سرطان کلیه کند. هرچند سرطان کلیه ممکن است علامتی نداشته باشد، با وجود این در صورتی‌که بیمار علایم زیر را مشاهده کرد باید به سرعت به پزشک مراجعه کند. وجود خون در ادرار از شایع‌ترین علامت سرطان کلیه است. بنابراین هر فردی که به طور واضح ادرار خود را خونی دید یا تغییر رنگ در ادرار مشاهده کرد باید به سرعت به پزشک مراجعه کند چرا که ممکن است یکی از علل آن سرطان کلیه باشد. علامت بعدی، درد پهلو است که با سنگینی یکی از پهلوها همراه است. علامت شایع بعدی، وجود یک توده قابل لمس است برای تشخیص این بیماری باید آزمایش کامل ادرار صورت گیرد تا وجود خون در ادرار معلوم شود. قدم بعدی، سونوگرافی از کلیه‌ها و مثانه است که توده توپر را در کلیه نشان می‌دهد. در حال حاضر بهترین وسیله برای تشخیص تومورهای کلیه، سپتی اسکن شکم است. سرطان کلیه به دلیل ترشح موادی در بدن ممکن است باعث بروز علایم ناآشنایی نظیر: کم خونی، اختلال در عملکرد کبد و افزایش کلسیم خون شود. بعد از انجام سیتی اسکن و تشخیص تومور کلیه بیمار از لحاظ بررسی انتشار تومور به نواحی دیگر نیز باید مورد بررسی قرار بگیرد. در حال حاضر بهترین درمان سرطان کلیه جراحی آن به‌صورت برداشتن کلیه غده فوق کلیه، چربی اطراف کلیه، شریان وریدی، حالب و غدد لنفاوی موضعی است. متاسفانه این سرطان به شیمی درمانی و رادیوتراپی پاسخ خوبی نمی‌دهد و بعد از جراحی نیز احتمال بقای ۵ ساله بیماری بالای ۹۰ درصد است. شیوع سرطان کلیه در مردان ۲ برابر زنان است[۱۰].

۳-۳- نارسایی مزمن کلیوی

یک فرایند پاتوفیزیولوژیک با علل متعدد است که نتیجه آن کاهش توقف‌ناپذیر تعداد و کارکرد نفرون‌ها است و در بسیاری از موارد منجر به بیماری کلیوی مرحله انتهایی می‌شود[۱۰].

نارسایی مزمن پیشرفته کلیه، تخریب پیش‌رونده و برگشت‌ناپذیر عملکرد کلیوی است. در این مرحله توانایی بدن در حفظ سوخت‌وساز و تعادل آب و الکترولیت‌ها از بین رفته و در نتیجه اورمی ایجاد می‌شود، درمان اصلی، پیوند کلیه است، اما با توجه به اینکه دستیابی به کلیه پیوندی در بیشتر نقاط جهان آسان نیست، تا زمان پیوند کلیه، بیمار باید تحت درمان با دیالیز قرار گیرد. این شرایط نه تنها بر سلامت جسم و روان فرد تاثیر گذاشته و زندگی وی را تهدید می‌کند، بلکه هزینه‌های خدمات سلامتی را نیز بالا می‌برد [۱۰و۱۱].

۳-۴- مرحله انتهایی نارسایی کلیه

پیوند کلیه یک اقدام جراحی است که در آن یک کلیه اهدایی، به فرد پیوند زده می‌شود. یک پیوند کلیه موفق به فرد اجازه زندگی معمولی و سالم را می‌دهد و او را از درمان دیالیز رها می‌کند. پیوند، درمانی برای گروهی از مبتلایان به نارسایی پیشرفته کلیه است که برای پیوند، مناسب تشخیص داده شده‌اند. دو نوع پیوند کلیه وجود دارد: اهدا از فرد زنده و اهدا از جسد. در پیوند کلیه از اهداکنندگان زنده، باید گروه خونی و بافت اهداکننده و گیرنده با هم منطبق باشد. آزمایش‌ها و بررسی‌های کاملی برای سلامت اهدا کننده و کلیه اهدایی صورت می‌گیرد. افرادی که کلیه اهدا می‌کنند در ادامه عمرشان می‌توانند از زندگی طبیعی بهره‌مند شوند[۱۲].

۳-۵- دیالیز

کلیه‌ها مسئول فیلتر کردن و در واقع تصفیه کردن مواد زائد از خون هستند. دیالیز عملیاتی است که جایگزینی برای بسیاری از وظایف و مسئولیت‌های طبیعی کلیه‌ها می‌باشد. دیالیز به افراد این امکان را می‌دهد، با اینکه دیگر کلیه‌های‌شان به خوبی کار نمی‌کند، بتوانند زندگی خوب و مفیدی را بگذرانند. یکی از وظایف اصلی کلیه‌ها خارج کردن مواد زاید از بدن است. بیماران زمانی که مواد زائد بدن‌شان آنقدر زیاد می‌شود که به‌خاطر آن ناراحتی در بدن‌شان ایجاد می‌گردد، نیاز به انجام دیالیز پیدا می‌کنند. سطح مواد زائد به‌طور معمول کم کم در بدن افزایش می‌یابد، پزشکان مواد شیمیایی مختلفی را در خون اندازه‌گیری می‌کنند تا ببینند چه زمان دیالیز برای بیمار لازم می‌شود. مهمترین مواد شیمیایی موجود در خون که برای این مورد اندازه‌گیری می‌شوند، کراتینین و اوره خون است. وقتی مقدار این دو ماده در خون بالا می‌رود، نشان دهنده این است که توانایی کلیه‌ها برای تصفیه بدن از مواد زائد پایین آمده است [۱۳].

۴- داده‌کاوی و الگوریتم‌های داده‌کاوی

امروزه در دانش پزشکی جمع‌آوری داده‌های فراوان در مورد بیماری‌های مختلف از اهمیت فراوانی برخوردار است. مراکز پزشکی با مقاصد گوناگونی به جمع‌آوری این داده‌ها می‌پردازند. تحقیق روی این داده‌ها و به‌دست آوردن نتایج و الگوهای مفید در رابطه با بیماری‌ها، یکی از اهداف استفاده از این داده‌ها است. حجم زیاد این داده‌ها و سردرگمی حاصل از آن مشکلی است که مانع رسیدن به نتایج قابل توجه می‌شود.

بنابراین از داده‌کاوی برای غلبه بر این مشکل و به‌دست آوردن روابط مفید بین عوامل خطرزا در بیماری‌ها استفاده می‌شود. داده‌کاوی به‌عنوان فرآیندی برای یافتن الگوها و ارتباطات در پایگاه داده به همراه استفاده از اطلاعات برای ساختن مدل‌های پیش‌بینی تعریف شده است[۱۴] و همچنین از آن به‌عنوان فرایندی برای انتخاب، اکتشاف و ساختن مدل‌ها با استفاده از انبوه داده‌های ذخیره شده برای کشف الگوهای از پیش موجود نیز یاد می‌شود[۱۵]. از داده‌کاوی برای شناسایی روابط و الگوهای نو، صحیح، قابل فهم و به‌صورت بالقوه مفید در درون داده‌ها با استفاده از ترکیب مجموعه داده‌ها و استخراج الگوهای پیچیده برای انسان استفاده می‌شود[۱۶]. داده‌کاوی، گامی مهم در کشف و استخراج دانش می‌باشد؛ این اصطلاح به معنای کاوش مجموعه داده‌های بزرگ برای استخراج الگوهای ناشناخته بین داده‌ها است [۱۷] از آنجایی که کشف روابط بین داده‌ها در روش‌های سنتی آماری بسیار مشکل است [۱۸] از این‌رو کاربرد داده‌کاوی به سرعت در بخش‌های وسیعی از قبیل سازمان‌های ارائه خدمات بهداشتی، پیش‌بینی مالی و پیش‌بینی هوا گسترش یافته است[۱۹].

داده‌کاوی در مراقبت سلامت، شاخه بسیار مهمی در تشخیص و فهم عمیق‌تر داده‌های پزشکی می‌باشد. داده‌کاوی بهداشتی درمانی، درصدد حل مسائل دنیای واقعی در تشخیص و درمان بیماری‌ها است[۲۰]. همچنین در مراقبت بهداشتی درمانی، زمینه

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-02-07]

تحقیقاتی مهمی برای پیش‌بینی بیماری‌ها و درکی عمیق‌تر از داده‌های بهداشتی درمانی محسوب می‌شود. داده‌کاوی بهداشتی درمانی قصد دارد تا مسائل دنیای واقعی را در تشخیص و درمان بیماری‌ها حل کند[۴۲]. پژوهشگران از این روش برای تشخیص بیماری‌های مختلف استفاده می‌کنند و برای این کار از روش‌ها و الگوریتم‌های مختلفی بهره می‌برند که میزان درستی و دقت آنها با یکدیگر متفاوت است[۲۱]. کاربردهای داده‌کاوی می‌تواند در تمام بخش‌های صنعت مراقبت بهداشتی درمانی به‌صورت جدی مفید باشند. برای مثال سازمان‌های ارائه‌دهنده خدمات بیمه بهداشتی درمانی می‌توانند کلاهبرداری و سوء استفاده‌ها را شناسایی نمایند؛ سازمان‌های بهداشتی درمانی تصمیمات مربوط به مدیریت ارتباط با مراجعه‌کنندگان را اتخاذ نمایند، پزشکان، درمان‌های موثر و بهترین شیوه‌های درمانی را شناسایی نمایند و بیماران، خدمات مراقبتی بهتر و رضایت بخش‌تر را دریافت نمایند [۲۲۲و۲۳] شناخت روش‌های پیشگیرانه و درمانی در بیماری‌های مزمن از قبیل آسم از طریق داده‌کاوی میسر می‌شود و این روش نقش بارزی در شناخت الگوها دارد[۲۴]. ابزارها و روش‌های بسیاری برای داده‌کاوی و تحلیل آنها وجود دارد که الگوریتم‌های مشابهی را پیاده‌سازی کرده‌اند. این پژوهش با استفاده از روش‌های تحلیل و داده‌کاوی قصد دارد تا با تحلیل داده‌های گردآوری شده برای بیماری پارکینسون، بخشی از دانش پنهان در آن را کشف نموده و گزارش کند. فرایند کشف دانش دارای چندین مرحله می‌باشد که دقت در انجام هر کدام از این مراحل، روی کیفیت کل فرایند تاثیرگذار است. این مراحل عبارتند از:

۱- **فهم و تعریف مساله:** مرحله نخست فهم حوزه کاری و مساله‌ای است که سعی در پیدا کردن راه حل برای آن داریم. درک کامل مساله پیش‌نیاز ضروری برای انتخاب روش مناسب داده‌کاوی و کشف دانش مفید از میان داده‌ها می‌باشد[۲۵].

۲- **جمع‌آوری و پیش پردازش داده‌ها:** پیش‌پردازش داده‌ها خود شامل مراحلی است. این مراحل عبارتند از: یکپارچه‌سازی، حذف نویزها، مقابله با مقادیر مفقوده و تغییر شکل داده‌ها، کاهش تعداد داده‌ها و یا تعداد ویژگی‌ها و غیره [۲۵].

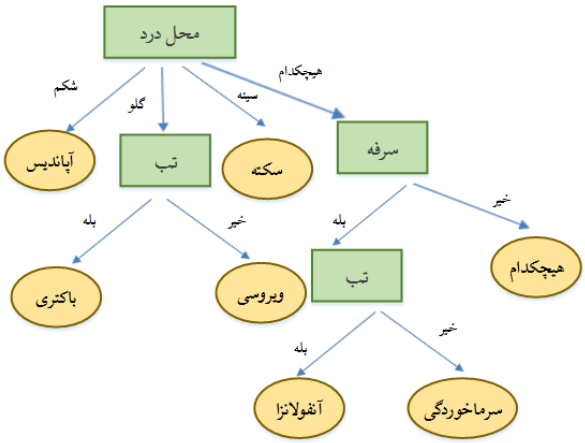
۳- **داده‌کاوی:** مرحله سوم همان مرحله داده‌کاوی است که با انجام آن الگوها و مدل‌های پنهان در میان داده‌ها استخراج می‌شود. در این مرحله ما باید نخست وظیفه داده‌کاوی[۲] و سپس روش داده‌کاوی را انتخاب نماییم[۲۵].

۴- **تفسیر و ارزیابی نتایج:** مرحله چهارم شامل تفسیر نتایج به‌دست آمده از مرحله سوم می‌باشد. به‌الزام نتایج به‌دست آمده از مرحله سوم قابل اطمینان نیستند و ممکن است بیانگر دانش مفید و قابل استفاده نباشند. به همین خاطر باید این نتایج را به گونه‌ای ارزیابی نمود. برای ارزیابی مدل به‌دست آمده می‌توان در ابتدای امر، داده‌ها را به دو دسته آموزش[۳] و آزمایش[۴] تقسیم نمود، مدل را روی داده‌های آموزش ساخت و سپس نتایج به‌دست آمده را روی داده‌های تست آزمایش کرد و دقت مدل را محاسبه نمود[۲۵].

۵- **استفاده از دانش کشف شده:** مرحله آخر استفاده از دانش استخراج شده از داده‌ها به‌صورت عملی می‌باشد. در حقیقت هدف از انجام مراحل مختلف کشف دانش، دستیابی به نتایجی است که بتوان از آنها در دنیای واقعی و برای بهبود کارایی سازمان‌ها استفاده کرد. این دانش استخراج شده می‌تواند به‌عنوان یک سیستم کمک تصمیم در دنیای واقعی مورد استفاده قرار گیرد. داده‌کاوی روی داده‌های پزشکی از اهمیت بالایی برخوردار است و طراحی سیستم‌های کمک تصمیم جهت یاری رساندن به پزشکان در زمینه تشخیص نوع بیماری و یا انتخاب نوع درمان مناسب، با کمک داده‌کاوی می‌توانند کمک شایانی در زمینه نجات جان انسان‌ها انجام دهد [۴۴]. در ادامه انواع الگوریتم‌های داده‌کاوی که در حوزه تشخیص و پیش‌بینی بیمارهای نارسایی کلیوی کاربرد دارند مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند.

۴-۱- الگوریتم درخت تصمیم[۵]

درخت تصمیم، یکی از ابزارهای قوی و متداول برای رده‌بندی و پیش‌بینی می‌باشد. در ساختار درخت تصمیم، پیش‌بینی به‌دست آمده از درخت در قالب یکسری قواعد توضیح داده می‌شود. ساختار درخت تصمیم، یک ساختار درختی، شبیه فلوچارت است. بالاترین گره در درخت، گره ریشه است و گره‌های برگ، رده‌ها را مشخص می‌کنند[۲۶].



شکل ۲: نمونه‌ای از یک درخت تصمیم

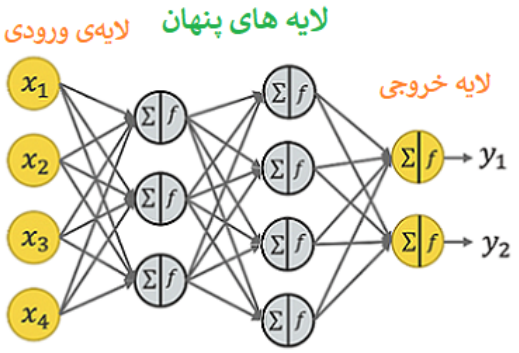
پیدایش درخت تصمیم، شامل دو مرحله است: مرحله رشد و ایجاد درخت و مرحله هرس درخت با هدف کمینه کردن خطای پیش‌بینی[۲۵و۲۶]. تمام الگوریتم‌های ایجاد درخت، با نگرش بالا به پایین ایجاد می‌شوند. روش‌های متفاوتی برای ایجاد درخت وجود دارد. یکی از روش‌های معمول برای ایجاد درخت، انتخاب معیاری برای انشعاب گره‌های بالایی به تعدادی زیرگره می‌باشد. انتخاب نقطه شکست و ایجاد انشعاب در درخت از اهمیت خاصی برخوردار است. مهمترین معیارها برای انتخاب نقطه شکست، دو معیار جینی[۶] و آنتروپی[۷] هستند[۲۶]. این معیارها، مبتنی بر ناخالصی می‌باشند. همواره متغیری برای انشعاب، انتخاب می‌شود که باعث کاهش ناخالصی شود. در انتخاب نقطه شکست، متغیری که زیرگروهش به یکی از رده‌ها (برگ) تبدیل شود، اولویت دارد.

۴-۲- شبکه عصبی چند لایه[۸]

شبکه عصبی مصنوعی،یک مدل محاسباتی الهام گرفته شده از ساختار و رفتار شبکه عصبی بیولوژیکی است. شبکه عصبی از یک گروه به هم پیوسته از نورون‌ها مصنوعی تشکیل شده که پردازش اطلاعات در آن با استفاده از ارتباط بین نورون‌ها انجام می‌شود. شبکه عصبی دارای معماری‌های پیاده‌سازی مختلفی است. برای پیش‌بینی و کلاسه‌بندی داده‌ها، به‌طور معمول از شبکه عصبی پیش‌خور چند لایه استفاده می‌شود. این نوع شبکه عصبی، از یک لایه ورودی و یک لایه خروجی و چندین لایه پنهان ایجاد می‌شود. اطلاعات اولیه شبکه در لایه ورودی دریافت شده و پس از

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-02-07]

محاسبات و وزن‌دهی در لایه پنهان به لایه خروجی ارسال می‌شود. الگوریتم‌های مختلفی برای وزن‌دهی ارتباطات بین لایه‌ها براساس مقادیر لایه ورودی تعریف شده است. الگوریتم انتشار، یک الگوریتم یادگیری با ناظر بوده که دارای دو مرحله انتشار و تغییر وزن‌ها است. این دو مرحله، آنقدر تکرار شده تا کارایی شبکه به اندازه کافی برسد. الگوریتم‌های لونبرگ_ مارکوارت، گرادیانت مزدوج پل_ ریبیر، سایر الگوریتم‌های یادگیری هستند. مقداردهی اولیه وزن‌ها به‌صورت تصادفی است. زمان آموزش در شبکه عصبی طولانی است و بیشتر در مواردی استفاده می‌شود که زمان یادگیری، در آنها مهم نباشد. در شکل (۳) یک شبکه عصبی با سه لایه نمایش داده شده است [۲۷].



شکل ۳: ساختار شبکه عصبی چند لایه

۴-۳- الگوریتم ماشین بردار پشتیبان[۹]

ماشین بردار پشتیبان نوع خاصی از شبکه‌های عصبی هستند که بر خلاف سایر انواع شبکه عصبی مانند شبکه عصبی چندلایه[۱۰]، شبکه عصبی پایه شعاعی[۱۱] به جای کمینه کردن خطا، اقدام به کمینه کردن ریسک عملیاتی کلاسه‌بندی یا مدل‌سازی می‌کند. این ابزار، بسیار قدرتمند است و در زمینه‌های مختلفی چون کلاسه‌بندی، خوشه‌بندی و مدل‌سازی (رگرسیون) می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. یکی از الگوریتم‌های مهم از میان ماشین‌های بردار پشتیبان، رگرسیون بردار پشتیبان[۱۲] می‌باشد. در آمارکلاسیک روش‌های کلاسه‌بندی و رگرسیون بر پایه فرضیات محدود کننده‌ای بنا شده که در آن مدل‌های توزیع احتمال و یا توابع چگالی احتمال، معلوم هستند. متأسفانه بسیاری اوقات، در عمل اطلاعات کافی درباره توزیع احتمال متغیرهای مورد مطالعه در دسترس نیست. در چنین مواقعی به روش‌هایی نیاز داریم که بدون دانستن توزیع احتمال، به خوبی عمل کنند. همچنین در بیشتر مطالعات با اطلاعاتی در فضاهایی با ابعاد بالا مواجه هستیم [۲۷]. برای استفاده از روش‌های کلاسیک آماری در چنین شرایطی، نیازمند نمونه‌هایی با حجم بالا می‌باشیم که ممکن است در عمل فراهم کردن آن میسر نباشد. یکی از روش‌هایی که برای حل چنین مشکلاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین است. ماشین بردار پشتیبان یک تکنیک جدید از روش‌های یادگیری ماشین است و می‌توان محبوبیت کنونی آن را با محبوبیت شبکه‌های عصبی دردهه‌های گذشته مقایسه کرد. ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی‌ها نسبت به شبکه‌های عصبی از دقت بالاتری برخوردار است. از طرفی تعیین وضعیت شبکه و قابلیت تعمیم شبکه عصبی برای وظایف مدل‌سازی/ یادگیری هنوز به خوبی حل نشده است، در حالی‌که مدل ماشین بردار پشتیبان به خوبی تعمیم‌پذیر است. ویژگی مهم ماشین بردار پشتیبان این است که بر خلاف الگوریتم‌های کلاسیک و رگرسیون‌های خطی که به‌وسیله کمینه کردن قدر مطلق خطا یا توان دوم خطا عمل می‌کنند، آنها ریسک عملیاتی را کمینه می‌کنند. ماشین بردار پشتیبان برخلاف شبکه‌های عصبی با مشکل گیر افتادن در کمینه‌های محلی تابع خطا مواجه نمی‌باشد. همچنین با استفاده از هسته‌های غیرخطی قادر به تصمیم‌گیری غیرخطی نیز می‌باشد. انتخاب هسته‌های مناسب برای ماشین بردار پشتیبان، منجر به برتری آن نسبت به سایر رویکردهای مبتنی بر تصمیم‌گیری خطی شده است. مدل‌های ماشین‌های بردار پشتیبان به دو گروه عمده مدل کلاسه‌بندی ماشین‌های بردار پشتیبان و مدل رگرسیون ماشین بردار پشتیبان تقسیم‌بندی می‌شوند. از مدل کلاسه‌بندی ماشین بردار پشتیبان جهت حل مسائل کلاسه‌بندی داده‌هایی که در کلاس‌های مختلف قرار می‌گیرند استفاده می‌شود و مدل رگرسیون ماشین بردار پشتیبان در حل مسائل پیش‌بینی کاربرد دارد [۲۶و۲۷و۲۸].

۴-۴- الگوریتم جنگل تصادفی[۱۳]

روش جنگل تصادفی یک روش غیر پارامتری و متعلق به خانواده روش‌های دسته جمعی که در اواخر قرن نوزدهم از روش‌های ماشین یادگیری به‌دست آمد. این الگوریتم را که شامل مجموعه‌ای از درخت‌های دسته‌بندی و رگرسیونی است نخستین بار بریمن توسعه داد[۲۸]. روش جنگلی تصادفی از مجموعه‌ای از درخت‌ها که با بازسازی داده‌های آموزشی به‌کار گرفته شده است ساخته می‌شود در حالت عادی مجموعه‌ای از نمونه‌ها هستند که به شکل تصادفی با جایگزین داده‌های آموزشی اصلی شکل می‌گیرند. ترکیب سه پارامتر در الگوریتم جنگل تصادفی ضروری است نخست این‌که چه تعداد درخت باید ساخته شود. دیگر اینکه چه تعداد از متغیرها در ایجاد یک گره برای شبکه شرکت می‌کنند و پارامتر سوم به اندازه گره بر می‌گردد که عمق درخت ساخته شده را نشان می‌دهد. در زمان ساخته شدن یک درخت مجموعه آموزشی جدید با جایگزینی مجموعه داده‌های آموزشی اصلی ساخته می‌شود.

۴-۵- الگوریتم رگرسیون[۱۴]

پیش‌گویی مقادیر پیوسته می‌تواند توسط تکنیک‌های آماری که رگرسیون نامیده می‌شود مدل‌سازی شوند. هدف تحلیل رگرسیون تعیین بهترین مدلی است که بتواند متغیر خروجی با متغیرهای ورودی متعدد را تعیین کند. بیشتر حالات تحلیل رگرسیون حالتی است که تعیین کننده چگونگی ارتباط متغیر Y با یک یا چند متغیر X1 , X2 , ... , Xn باشد. Y به‌طور معمول خروجی پاسخ یا متغیر وابسته نامیده می‌شود و X1-X ورودی‌ها، برگشت کننده‌ها، متغیرهای توضیحی یا متغیرهای مستقل نامیده می‌شوند.[۲۸].

۴-۶- الگوریتم منطق فازی[۱۵]

منطق فازی شکلی از منطق‌های چند ارزشی بوده که در آن ارزش منطقی متغیرها می‌تواند هر عدد حقیقی بین ۰ و ۱ و خود آن‌ها باشد. این منطق به‌منظور به‌کارگیری مفهوم درست و جزئی به‌کارگیری می‌شود، به‌طوری‌که میزان درستی می‌تواند هر مقداری بین به‌طور کامل درست و به‌طور کامل غلط باشد. این الگوریتم دارای تابع عضویت فازی است که مشخص‌کننده عضویت یک متغیر در منطق فازی می‌باشد. این تابع باید به گونه‌ای تعریف شود که قادر به انعکاس رفتار مناسبی از هدف باشد تا مورد استفاده قرار گیرد. همچنین از این تابع در موارد مختلفی

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-02-07]

مانند پردازش تصاویر AND-Like و OR-Like عملگرهای متعددی از جمله دیجیتال، تشخیص الگو و سیستم‌های کنترلی استفاده می‌شود و به‌منظور اجرای خوشه‌بندی ابتکاری و بهینه‌سازی مسیریابی در مسائل چند هدفی نیز مناسب می‌باشد. با این وجود این الگوریتم یک جواب بهینه تولید نخواهد کرد [۲۸].

۴-۷- الگوریتم ژنتیک[۱۶]

محدوده کاری الگوریتم ژنتیک بسیار وسیع بوده و هر روز با پیشرفت روز افزون علوم و فناوری استفاده از این روش در بهینه‌سازی و حل مسائل بسیار گسترش یافته است. الگوریتم ژنتیک یکی از زیرمجموعه‌های محاسبات تکامل یافته می‌باشد که رابطه مستقیمی با مبحث هوش مصنوعی دارد و آن را می‌توان یک روش جستجوی کلی نامید که از قوانین تکامل بیولوژیک طبیعی تقلید می‌کند[۲۹].

در الگوریتم ژنتیک یک کروموزوم نشان دهنده جوابی کامل برای مساله می‌باشد و برای اندازه‌گیری میزان برآورده شدن هدف از تابع برازندگی استفاده می‌شود. در ابتدا یک جمعیت تصادفی از کروموزوم‌ها تولید می‌شود و سپس برازندگی هرکروموزوم با استفاده از تابع برازندگی محاسبه می‌شود. در ادامه عملگرهای ژنتیک شامل انتخاب، تولید مثل و جهش در کروموزوم ها اعمال می‌شوند و این مراحل برای تعداد معینی تکرار می‌گردد. این الگوریتم برای کنترل، طبقه‌بندی و خوشه‌بندی استفاده می‌شود. از معایب آن می‌توان به زمان محاسبات زیاد اشاره نمود. همچنین تعریف یک تابع برای زندگی مناسب در آن نیز مساله مهمی به شمارمی‌آید[۲۹و۳۰].

۴-۸- کلاسه‌بندی کننده بیزین ساده[۱۷]

کلاسه‌بندی کننده بیزین ساده براساس قانون احتمال بیز، با فرض استقلال مقادیر ویژگی‌ها بر اساس ویژگی برچسب، طراحی شده است. لغت ساده درعنوان این کلاسه‌بندی کننده به همین موضوع اشاره می‌کند. با توجه به الگوریتم ساده این کلاسه‌بندی کننده، سرعت محاسبه آن بالا است. این سادگی باعث مدیریت ساده یک پایگاه داده با تعداد زیادی ویژگی می‌شود. این کلاسه‌بندی‌کننده برای پیش‌بینی بر چسب یک رکورد در مقایسه با سایر کلاسه‌بندی‌کننده‌ها به داده‌های آموزشی کمتری نیاز دارد [۳۰].

۴-۹- الگوریتم‌های بوستینگ[۱۸]

بوستینگ یک فرا الگوریتم ترکیبی در حوزه یادگیری ماشین است که برای کاهش عدم توازن و همچنین واریانس به‌کار می‌رود. این روش در یادگیری با نظارت مورد استفاده قرار گرفته و از خانواده الگوریتم‌های یادگیری ماشین به‌شمار می‌رود. این تکنیک، روشی برای تبدیل سیستم‌های یادگیری ضعیف به قوی بر اساس ترکیب نتایج طبقه‌بندهای مختلف است. هرچند که بوستینگ در قالب الگوریتمیک قرار ندارد ولی بیشتر الگوریتم‌هایی که بر پایه بوستینگ طراحی شده‌اند، یادگیرنده‌ای ضعیف را به‌صورت تکرار شونده آموزش داده و به مجموعه قبلی اضافه می‌نماید تا در نهایت به یک طبقه‌بندی قوی دست یابد. یادگیرنده‌های ضعیف در حین اضافه شدن به مجموعه، وزن‌دهی می‌شوند که این وزن‌دهی به‌طور معمول بر اساس میزان دقت در طبقه‌بندی نمونه‌ها است. پس از اضافه شدن هر طبقه بند، نمونه‌های موجود (داده‌ها) نیز وزن‌دهی می‌گردند (وزنشان اصلاح می‌گردد). وزن‌دهی نمونه‌ها به‌صورتی است که در هر مرحله، وزن نمونه‌هایی که به‌صورت صحیح طبقه‌بندی می‌شوند کاهش یافته و وزن نمونه‌هایی که به‌درستی طبقه‌بندی نشده‌اند، بیشتر می‌شود تا در مراحل بعدی (توسط یادگیرنده‌های جدید) بیشتر مورد توجه بوده و با دقت بیشتری طبقه‌بندی گردند؛ بنابراین تمرکز یادگیرنده‌های ضعیف جدید، بیشتر بر روی داده‌هایی خواهد بود که سیستم در مراحل قبلی قادر به طبقه‌بندی صحیح آنها نبوده است. این روش می‌تواند نتایج بسیار قوی از خود به جا بگذارد به‌گونه‌ای که در مسائلی چون جستجوی تصویر حتی از روش‌های مبتنی بر شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبانی نیز بهتر عمل کند[۳۰و۳۱].

۴-۱۰- الگوریتم آدابوست[۱۹]

هدف این الگوریتم، ایجاد یک کلاسه‌بندی‌کننده قوی براساس ترکیب چند کلاسه‌بندی‌کننده ضعیف است. اساس کار این الگوریتم بر مبنای وزن‌دهی به رکوردها است. الگوریتم در هر واحد زمانی تکرار t= T…1 یک کلاسه‌بندی کننده ضعیف یا پایه را فراخونی و وزن‌های تخصیصی به رکوردها را تغییر می دهد. وزن رکوردهایی که اشتباه کلاسه‌بندی شده‌اند را افزایش و رکوردهایی که به درستی کلاسه‌بندی شده اند، کاهش می‌یابد. کلاسه‌بندی کننده جدید با ورود به سیستم، تمرکز خود را بر روی رکوردهایی که به درستی کلاسه‌بندی نشده و وزن بیشتری دارند، می گذارد [۳۲].

۴-۱۱- یادگیری عمیق[۲۰]

از آن بیشتر یادگیرنده‌های عمیق در زمینه شبکه‌های عصبی مصنوعی در بین مردم از محبوبیت ویژه‌ای برخوردار شدن در یادگیری، ویژگی‌های غیر خطی چندین لایه استخراج می‌شود و به یک دسته‌بندی‌کننده اعمال شده و آن هم این ویژگی‌ها را با هم ترکیب می‌کند تا بتواند یک پیش‌بینی انجام دهد. یکی از مواردی که ما را به استفاده از تعداد لایه‌های بیشتر در یادگیری عمیق ترغیب می‌کند استفاده از تعداد لایه‌های بیشتر به‌منظور استخراج ویژگی‌های بیشتر می‌باشد. روش کار در یادگیری عمیق در عمل از مغز انسان و نحوه کار قسمت پردازشگر بینایی مغز است که نورون‌های مربوط به سلسله مراتب اولیه که اطلاعات دریافت می‌کنند حساس می‌باشد و در ادامه خروجی‌ها در یک سلسله مراتب دیگر به ساختارهای پیچیده‌تری حساس می‌باشند. به‌طور کلی یادگیری عمیق در این نوع شبکه‌ها وابستگی زمانی را هم با خود دربر دارد، همان‌طورکه در شبکه‌های عصبی، ورودی شبکه از ورودی قبلی تاثیر می‌پذیرد و به‌طور تقریبی یک حافظه در یک شبکه عصبی ایجاد می‌شود. بنابراین یادگیری عمیق در یادگیری ویژگی‌های سلسله مراتبی غیر خطی عمیق خلاصه نمی‌شود بلکه می‌توان از آن در یادگیری وابستگی‌های زمانی غیر خطی طولانی در داده‌های ترتیبی هم استفاده کرد[۳۱و ۳۲].

۵- کارهای مرتبط

در مقاله [۳۳] لاکشمی و همکاران در پژوهشی با استفاده از سه الگوریتم شبکه‌های عصبی مصنوعی، رگرسیون لجستیک و درخت تصمیم به پیش‌بینی بقای بیماران دیالیزی پرداختند. آنها برای فرایند دسته‌بندی از ابزاری به نام Tanagra بهره برده و در آن سه الگوریتم مذکور را ده بار آزمایش نمودند. نتایج نشان داد که دقت الگوریتم شبکه‌های عصبی مصنوعی با مقدار ۹۳/۸۵٪ عملکرد بهتری نسبت به دو الگوریتم رگرسیون لجستیک با دقت ۷۴/۴٪ و درخت تصمیم با دقت ۷۸/۴۴٪ دارد.

در مقاله [۳۴] ویچایا رانی و دایاناند به پیش‌بینی بیماران کلیوی

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-02-07]

با به‌کارگیری از دو الگوریتم تأیو پیزا و ماشین‌بردار پشتیبان پرداختند. در این پژوهش آنها با جمع‌آوری اطلاعات پانصد بیمار و آنالیز شش ویژگی شامل: سن، جنسیت، اوره، کراتین و فیلتراسیون گلومرولی اقدام به بررسی این بیماران نمودند. در نهایت به این نتیجه دست یافتند که زمان اجرای الگوریتم نایو نیز نسبت به الگوریتم ماشین بردار پشتیبان کمتر بوده اما دقت پیش‌بینی الگوریتم ماشین بردار پشتیبان بیشتر از الگوریتم نانوبیز است.

در مقاله [۳۵] شارما و همکاران نیز با به‌کارگیری الگوریتم‌های طبقه‌بندی کننده مختلف از جمله الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه و درخت تصمیم در نرم‌افزار متلب اقدام به تشخیص این بیماری نمودند. دقت هر یک از الگوریتم‌ها به ترتیب ٪۸۸/۸ و ٪۵۷/۴ محاسبه گردیدند. در نهایت آنها به این نتیجه دست یافتند که الگوریتم درخت تصمیم بیشترین دقت را در تشخیص بیماری نارسایی کلیوی دارا می‌باشد.

در [۳۶] رامیا و رادها، با استفاده از الگوریتم‌هایی تابع پایه شعاعی پس انتشار عصبی[۲۱] و جنگل تصادفی به تشخیص بیمارانی که مشکوک به بیماری نارسایی کلیوی بودند، پرداختند. آنها به منظور به انجام رساندن پژوهش خود، از نرم‌افزاری به نام R استفاده نمودند. با اعمال الگوریتم‌های بیان شده بر روی داده‌های بیماران، آنان به این نتیجه رسیدند که الگوریتم تابع پایه شعاعی با دقت ٪۸۵/۳ در مقایسه با الگوریتم‌های تابع پایه شعاعی[۲۱] پس انتشار عصبی و جنگل تصادفی به ترتیب با دقت‌های ٪۸۰/۴ و ٪۷۸/۶، عملکرد بهتری جهت تشخیص بیماران مشکوک به بیماری نارسایی کلیوی دارد.

در مقاله [۳۷] تازین و همکاران با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی ماشین بردار پشتیبان درخت تصمیم، k - نزدیک‌ترین همسایه و به‌کارگیری از الگوریتم رتبه‌بندی جهت انتخاب ویژگی‌های مؤثر، اقدام به تشخیص نارسایی کلیوی نمودند. آنها در نهایت به این نتیجه رسیدند که الگوریتم درخت تصمیم به همراه الگوریتم رتبه‌بندی[۲۲] بیشترین دقت را با مقدار ۹۹ نسبت به بقیه الگوریتم‌ها کسب نموده است و بعد از آن الگوریتم ماشین بردار پشتیبان به همراه الگوریتم رتبه‌بندی دقت ٪۵۹/۷ را حاصل کرده است.

در مقاله [۳۸] نویسنده و همکارانش جهت بررسی و تشخیص بیماری مزمن کلیه از تصاویر سونوگرافی کلیه با استفاده از یک سیستم فازی عصبی هیبریدی و همچنین با استفاده از الگوریتم شبکه چند لایه پرسپترون استفاده کرده‌اند. در این مقاله با استفاده از ۳۹ ویژگی که از تصاویر سونوگرافی کلیه استخراج شده است، بر روی آنها یک پیش پردازش جهت تشخیص سایز کلیه‌ها صورت گرفته است. خروجی این پژوهش به دسته‌بندی شامل: بیمار سالم، بیماری کلیوی، کیست کورتیکال منجر شده است. ترکیب شبکه‌های عصبی با سیستم فازی سبب می‌شود که یادگیری به سیستم اضافه شود و همچنین تصمیم‌گیری در دنیای عدم قطعیت را ممکن سازد. در واقعه ۳ ورودی جهت تشخیص خروجی این پژوهش، وارد سیستم فازی می‌شود و قانون‌های منطق فازی که شامل ۴۱ قانون می‌باشد، روی ورودی‌ها اعمال می‌شود. سپس بر روی خروجی این سیستم شبکه عصبی اعمال می‌شود و در نهایت مقدار الگوریتم محاسبه می‌شود، صحت عملکرد این مقاله در پیاده‌سازی روش شبکه عصبی فازی بیش از ۸۲/۹۹ درصد بود. همچنین الگوریتم شبکه عصبی پرسپترون برابر با ۷۹ درصد می‌باشد.

در مقاله [۳۹] نویسنده و همکارانش به بررسی تشخیص بیماری‌های مزمن کلیوی با استفاده از موجک، تصاویر کلیه پرداخته‌اند. در این مقاله با استفاده از تصاویر عنبیه ۱۷۲ نفر دارای بیماری نارسایی مزمن کلیوی و ۱۹۸ فرد سالم اقدام به طبقه‌بندی بیماری مزمن کلیه شده است. در این پیاده‌سازی در ابتدا تصاویر عنبیه چشم را نرمال کرده و سپس با استفاده از الگوریتم فازی شبکه عصبی اقدام به آموزش و تست داده‌ها شده است. در این مقاله به درصد صحت ۷۲ درصد در طبقه‌بندی اشاره شده است. در این تحقیق همچنین بررسی و تشخیص بیماری مزمن کلیوی با استفاده منطق فازی بر روی ۹۰ نمونه داده می‌باشد. در این مقاله با در دست داشتن پارامترهایی از جمله فشار خون و ضربان قلب عملکرد کلیه‌ها و خروجی آن فرد سالم و فرد دارای بیماری مزمن کلیه اقدام به طبقه بندی بیماری شده است تعداد قانون‌های فازی استفاده شده در این پیاده‌سازی شامل ۳۶ قانون فازی بوده، لازم به ذکر است که به درستی عملکرد در این مقاله اشاره‌ای نشده است. مقاله [۳۸] به طبقه بندی بیماری مزمن کلیوی با استفاده از اندازه‌گیری فشار خون افراد با استفاده از منطق فازی پرداخته است. در این روش با استفاده از فشار خون اندازه‌گیری شده ۱۲۰ فرد که دارای بیماری مزمن کلیه بوده و ۱۰۰ نفر فرد سالم طبقه‌بندی جهت تشخیص بیماری صورت گرفته است. تعداد قانون‌های فازی برابر با ۱۰ قانون بوده و درستی عملکرد آن برابر با ۷۳/۱۹ درصد می‌باشد.

در مقاله [۴۰] که توسط دانشجویان دانشگاه فردوسی مشهد مقاله‌ای در خصوص تشخیص بیماران مزمن کلیه که منجر به پیوند کلیه می‌شوند، ارائه شده است. در این مقاله از پارامترهایی مانند سابقه بیماری، فشار خون بالا و سن بیمار مستعد پیوند به‌عنوان ورودی منطق فازی استفاده شده و در خروجی آن مشخص شدن فرد مستعد پیوند مورد بررسی قرار گرفته است، همچنین در این روش به تعداد قانون‌های فازی هم اشاره نشده استو صحت عملکرد این روش ۴۰ درصد می‌باشد.

مقاله [۴۱] به بررسی بیماران مزمن‌کلیوی پرداخته است و اقدام به طبقه‌بندی افراد مستعد دیالیز از بین بیماران مزمن کلیه کرده است. این پیاده‌سازی با استفاده منطق فازی صورت گرفته و در این مقاله ورودی‌ها شامل قند خون، انسولین، چاقی، فشار خون و پروتئین، نسبت پروتئین ادرار به کراتینین می‌باشد. فرد مستعد پیوند کلیه خروجی سیستم پیاده‌سازی شده می‌باشد. داده‌های این پژوهش شامل ۱۱۰ داده و تعداد قانون‌های فازی آن ۸۳/۱۹ درصد و همچنین درصد درستی عملکرد این مقاله برابر ۷۶/۹ درصد می‌باشد.

مقاله [۴۲] به بررسی فشار خون بالا و تاثیر آن برای داشتن بیماری کلیوی پرداخته است این پژوهش طبقه‌بندی را با استفاده از سیستم‌های فازی پیاده‌سازی کرده است. پارامترهای ورودی برای این سیستم عبارتند از سن، شاخص توده بدن، فشار خون، ضربان قلب، دیابت، فعالیت بدنی، ژنتیک و پارامتر خروجی خطر ابتلا شدن فرد به بیماری مزمن کلیه. تعداد داده‌های این مقاله که بر روی آن‌ها عملیات طبقه‌بندی صورت گرفته است برابر با ۱۹۰ مجموعه داده می‌باشد که ۵۰ نفر از این افراد سالم و ۱۰۰ نفر از آنها بیمار مزمن کلیه بودند. تعداد قانون‌های فازی این پژوهش برابر با ۴۵ قانون بوده و به درصد درستی عملکرد برابر با ۶۵/۲ درصد اشاره شده است.

در مقاله [۴۳]، به بررسی فشار خون و تاثیر آن بر روی بیماری‌های

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-02-07]

کلیه پرداخته است. این پیش‌بینی توسط سیستم‌های فازی صورت گرفته است. در این مقاله تشخیص خطر سلامتی کلیه‌ها با توجه به اطلاعات فشار خون افراد است که به‌عنوان ورودی در نظر گرفته شده است و خروجی آن تشخیص فرد سالم و فرد مستعد بیمار کلیه می‌باشد. تعداد داده‌های ورودی این مقاله برابر با ۱۳۰ نمونه داده می‌باشد که ۹۰ نفر سالم بوده و ۴۵ نفر بیمار مزمن کلیه در نظر گرفته شده‌اند. تعداد قانون‌های فازی این پژوهش برابر با ۵۴ قانون بود و مدل سیستم فازی که در این پژوهش استفاده شده است مدل سوگنو می‌باشد مقاله دیگری، به بررسی و تشخیص بیماری‌های کلیدی با استفاده از سیستم فازی پرداخته است.

[۴۴] در این مقاله تشخیص خطرات سلامتی کلیه‌ها با توجه به اطلاعاتی نظیر: درد پهلو، تب و لرز ، تهوع، بوی بد چرک ادرار به‌عنوان ورودی در نظر گرفته شده است و خروجی آن تشخیص فرد سالم و فرد مستعد بیمار کلیه می‌باشد. به تعداد داده‌های ورودی این مقاله اشاره‌ای نشده است. تعداد قانون‌های فازی این پژوهش برابر با ۱۰۹ قانون بود در مقاله دیگر، در سال ۲۰۱۳ به بررسی و طبقه‌بندی کلیه‌های پلیکیستیک با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی پرداخته است. بسیاری از بیماری‌های ارثی و اختلالات غیر ارثی در توسعه بیماری کیستیک کلیوی تاثیرگذار هستند. یک اختلال توسعه‌یافته در داخل کلیه‌ها که گروهی از کیت پر از آب مانند مایع می‌شوند. در صورتی‌که بیماری‌های کلیوی پلیکیستیک درمان نشود آخرین راه تحت درمان با دیالیز یا پیوند می‌باشد در این مقاله ۲۰ ورودی به شبکه عصبی از قبیل: سن، جنسیت، تهوع، فشار خون، اوره، کاهش اشتها، درد شدید پهلو، شکم درد، سر درد، گلبول‌های قرمز خون، عفونت، چرک در ادرار، اختلال حواس، دیابت، گلبول‌های سفید خون، أنمی، تشخیص دید نادرست، البیومین، نفرون وارد می‌شود و خروجی آن دسته‌بندی بیمار به سالم و مزمن کلیوی است، در این پژوهش مدل شبکه عصبی، شبکه عصبی چندلایه پس‌رونده است و درصد درستی این طبقه‌بندی برابر با ۹۰ می‌باشد. داده‌های این پژوهش برابر با ۵۰ داده که ۴۰ داده برای آموزش و ۳۰ داده برای تست انتخاب شده است[۴۵].

در مقاله [۴۶] پژوهشگران اقدام به تشخیص بیماری مزمن کلیوی با استفاده از شبکه‌های عصبی کرده‌اند. در این طبقه‌بندی از ۷ ورودی به شبکه عصبی که شامل التفویت‌ها، موتویت‌ها- ائوزینوفیل‌ها، نوتروفیل‌ها و کراتینین، قند خون و اسید اوریک است، استفاده شده است. تعداد داده‌های این پروهش ۱۰۰۰ داده می‌باشد و همچنین الگوریتم‌های به‌کار رفته در این پژوهش شامل: شبکه عصبی پرسپترون، تابع پایه شعاعی و اموزش تدریج بردار است. درصد درستی الگوریتم به ترتیب شامل ۹۲ درصد و ۸۷ درصد می‌باشد.

در مقاله [۴۷] مقاله‌ای برای تشخیص بیماری سنگ کلیه با استفاده از سیستم فازی ارائه شده است. در این مقاله نویسندگان با استفاده از ۴ تابع عضویت تشخیص سنگ کلیه را مورد بررسی قرار داده‌اند همچنین داده‌های مقاله شامل ۲۶۰ داده و درصد درستی آن برابر یا ۱۸ درصد می‌باشد.

در مقاله [۴۸] با عنوان پیش‌بینی بیماری مزمن کلیه با استفاده از یادگیری ماشین ارائه شد. در این مقاله از ۷ ورودی با عنوان‌های سن، فشارخون، قند خون، گلبول‌های قرمز و سفید خون استفاده شده است. در این مقاله بر روی ۴۰۰ داده الگوریتم‌های یادگیری ماشین شامل شش الگوریتم به شرح طبقه‌بندی تصادفی جنگل و بهینه‌سازی کمینه متوالی بیزین تابع پایه شعاعی و شبکه عصبی چندلایه پیشرو اعمال شده و دقت آنها به ترتیب برابر با : ۸۷ درصد، ۸۵ درصد و ۸۵ درصد می‌باشد.

در مقاله [۴۹] با استفاده از منطق فازی اقدام به پیش‌بینی بیماری مزمن کلیه شده است. در این روش پیشنهادی که با استفاده از تصاویر کلیه می‌باشد که سه ویژگی از تصاویر کلیه استخراج شده و به‌عنوان ورودی فازی در نظر گرفته می‌شود و داده‌ها جهت بررسی در این مقاله ۴۰۰ داده می‌باشد.

در مقاله [۵۰] بیماران همودیالیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مبنای متوسط برای این بیماران تنها ۳ سال است و هزینه‌های ارائه مراقبت برای آنها بسیار بالا می‌باشد. پیدا کردن راه‌هایی برای بهبود نتایج بیمار و کاهش هزینه‌های دیالیز یک کار چالش‌انگیز در بیماری مزمن کلیه است مراقبت‌های دیالیز، عوامل پیچیده و متعدد دیگری ممکن است زنده ماندن بیماران را تحت تاثیر قرار دهند. در این تحقیق، سه تکنیک داده‌کاوی شامل شبکه‌های عصبی مصنوعی، درخت تصمیم‌گیری C4.5 و رگرسیون منطقی جهت اینکه بین متغیرهای دموگرافیک و بالینی، داروها، و مداخلات پزشکی طبقه‌بندی صورت بگیرد و به زنده ماندن بیمار کمک شود استفاده شده است. ورودی‌های این پژوهش شامل سن (سن)، جنس (مرد یا زن). فشار خون بالا (اختلالات مربوط به هموگلوبین)، سیگار کشیدن (آری یا نه) و محل زندگی است. داده‌های این پژوهش شامل ۱۳۷ داده از بین بیماران زن و مرد می‌باشد، در این پژوهش از اعتبارسنجی ده بخشی برای هر سه الگوریتم استفاده شده است. میزان درستی این الگوریتم در شبکه عصبی برابر با ۹۰ درصد درخت تصمیم C5 برابر با ۸۰ درصد و در رگرسیون برابر با ۷۰ درصد می‌باشد.

در مقاله [۵۱] پیش‌بینی بیماری مزمن کلیوی با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی مانند نانوبیز و شبکه عصبی مصنوعی و با استفاده از ابزار انجام شده راپیدمانیر[۲۳] است. برخی از عوامل در نظر گرفته در این مقاله برای تشخیص بیماری یا نارسایی کلیه شامل سن، دیابت، فشارخون، شمارش گلبول قرمز و غیره می‌باشد که این کار می‌تواند با در نظر گرفتن پارامترهای دیگر مانند نوع غذا، محیط کار، شرایط، در دسترس بودن آب سالم، عوامل محیطی و غیره زندگی باشد. نتایج نشان می‌دهد که الگوریتم نانوبیز دقت بیشتری برای پیش‌بینی این بیماری ارائه داده است.

کالدهار و همکارانش پژوهش خود را این‌طور توصیف کرده‌اند؛ که برای پیش‌بینی سنگ کلیه نیاز به درک روش‌های یادگیری ماشین می‌باشد و نتایج به‌دست آمده این‌طور بیان شده است که دقت پیش‌بینی آنها خوب بوده است و این کار از طریق C4.5 صورت گرفته است. درخت طیف مینی و درخت تصادفی برابر با ۹۳/۷ درصد که به دنبال آن ماشین بردار پشتیبان ۲.۵ برابر یا ۹۱/۹۸ درصد بوده است. همچنین منطقی و شبکه عصبی نتایج خوب با صفر مطلق خطا نسبی نشان داده شده است که نتایج طبقه‌بندی شده ۱۰۰ درصد درست بوده است ROC و منحنی درجه‌بندی از بیز ساده استفاده شده است، که منجر به دقت پیش‌بینی داده‌های ساخته شده است که در نتیجه روش یادگیری ماشین ارائه نتایج بهتر در درمان سنگ کلیه را به همراه داشته است [۵۲].

وان ایک و همکارانش در پژوهش خود با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی برای پیش‌بینی آسیب‌های حاد بعد از عمل جراحی قلب

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-02-07]

از جمله فرایند گاوسی و ماشین بردار پشتیبان صورت گرفته است [۵۳].

لاکشمی و همکارانش در پژوهش خود از مقایسه عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی، درخت تصمیم و رگرسیون منطقی برای بقای دیالیز کلیوی استفاده کرده‌اند. همچنین ارزیابی آنها توسط تکنیک‌های داده‌کاوی برای اندازه‌گیری دقت مانند دقت طبقه‌بندی و حساسیت و ویژگی صورت گرفته است. آنها با استفاده از نتایج به‌دست آمده ۱۰ برابر اعتبارسنجی ضرب‌دری و ماتریس درهم ریخته برای هر یک از تکنیک‌ها را به‌دست آوردند. آنها دریافتند که شبکه عصبی مصنوعی نتایج بهتری را نشان می‌دهد. پس برای بیمارانی که مبتلا به دیالیز کلیه بودند شبکه عصبی مصنوعی بهتر بوده است و نتایج بهتری را به همراه خواهد داشت[۵۴].

مرتضی خاوئین‌زاده و همکارانش در پژوهش خود با استفاده از تکنیک‌های نظارتی برای پیش‌بینی خطر در اوایل شکست AVF را در بیماران توصیف کردند. آنها از روش‌های طبقه‌بندی برای پیش‌بینی احتمال عارضه در بیماران همودیالیز که توسط تنفرولوژیست به عمل جراحی AVF منجر شده است اشاره کرده‌اند[۵۵].

هایر و همکارانش در پژوهش خود از شبکه عصبی و درخت تصمیم و بیز ساده برای پیش‌بینی بیماری مزمن کلیه استفاده کرده است. بدین صورت که الگوریتم شبکه عصبی نتایج بهتری نسبت به الگوریتم‌های دیگر داده‌کاوی داشته است که در نتیجه پتانسیل بالاتری و درصد موفقیت بیشتری را دارا بوده است[۵۶].

خودانگ سانگ و همکارانش در پژوهش خود به معرفی روش طبقه‌بندی درخت تصمیم داده‌کاوی که بر اساس متغییرهای جدید ناهنجار در درخت تصمیم تنظیم شده که بر اساس تعداد محدود وزن منطق‌های صورت گرفته است پرداخته‌اند[۵۷].

ود و همکاران از روش‌های داده‌کاوی ارائه شده برای ارزیابی پارامترهای بهبود بیماری دیالیزی استفاده کرده‌اند که نتیجه تجربی این‌طور بوده است: دقت طبقه‌بندی با استفاده از کاوش قواعد وابستگی بین ۵۰ تا ۹۷/۷ درصد براساس ترکیب پارامتر دیالیز بوده است. چنین رویکردی مبتنی بر تصمیم کمک می‌کند تا پزشکان برای تعیین میزان سطح دیالیز مورد نظر برای بیماری را تشخیص دهند[۵۸].

در مقاله [۵۹] نویسندگان پژوهش خود بر اساس یک تشخیص کارامد از تصاویر کلیه که براساس قوانین انجمن می‌باشد را مورد بررسی قرار داده‌اند که این رویکرد شامل چهار قسمت: پیش پردازش، انتخاب و استخراج ویژگی‌های نسل قوانین انجمن و نسل پیشنهادات تشخیص از طبقه‌بندی می‌باشد.

دیوای و همکارانش در پژوهش خود که در رابطه با دیابت در کلیه با استفاده از الگوریتم C4.5 با ابزار Tanagra بوده است، میزان خطا را مورد بررسی قرار داده‌اند[۶۰].

در مقاله [۶۱] به ایجاد یک مدل طبقه‌بندی برای پیش‌بینی فاصله گذرا از مراحل ۳ تا ۵ بیماری کلیه می‌پردازد(تشخیص، بستری و درمان مناسب در مرحله ۵ دیالیز یا پیوند که پرهزینه است.) پرونده پزشکی موجود بیمار همودیالیز از بیمارستان فان چیانگ رای تایلند، به‌عنوان مورد مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است. درخت تصمیم ، k - نزدیک‌ترین همسایه، نانو بیز و شبکه‌های عصبی مصنوعی برای کشف دانش و ایجاد مدل طبقه‌بندی با مجموعه‌ای از ویژگی‌ها مورد استفاده قرار گرفت که شامل دو روش جنگل تصادفی و درخت تصمیم J48 در این تحقیق است. ابزار مورد استفاده در این مقاله WEKA می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که روش جنگل تصادفی بالاترین دقت را به‌دست آورده است، همچنین این الگوریتم عملکرد J48 را بهبود بخشیده است.

در مقاله [۶۲]پیشگیری از بیماری‌های کلیوی در چهار نوع بیمار کلیوی (سندرم حاد کلیه، بیماری مزمن کلیوی، نارسایی حاد کلیه و گلومرولونفریت مزمن) متمرکز شده است و با استفاده از ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی مصنوعی انجام می‌شود که هدف مقایسه عملکرد این دو الگوریتم بر اساس دقت و زمان اجرای الگوریتم است. مجموعه داده‌ها از چندین آزمایشگاه پزشکی، مراکز و بیمارستان‌ها جمع‌آوری شده است. از این مجموعه داده‌ها برای تجزیه و تحلیل بیماری کلیوی استفاده شده است. این مجموعه داده که شامل پانصد و هشتاد و چهار نمونه و شش ویژگی است در این تجزیه‌وتحلیل مقایسه‌ای استفاده می‌شود. صفات در این مجموعه داده KFT عبارتند از سن، جنس، اوره، کراتینین و سرعت فیلتر گلومرولی. این مجموعه داده شامل اطلاعات بیماری کلیوی می‌شود. این کار در محیط متلب انجام شده است که نتایج نشان می‌دهد الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی دارای بالاترین دقت طبقه‌بندی است و برای عامل زمان اجرا، الگوریتم بردار پشتیبان نیاز به کمترین زمان اجرا را دارد.

کریشنامورتی اس و همکاران[۶۳]مدل‌های هوش مصنوعی مختلفی را برای پیش‌بینی بیماری مزمن کلیوی توسعه دادند. در روش پیشنهادی نویسندگان از شبکه‌های عصبی کانولوشن برای پیش‌بینی نارسایی‌های مزمن کلیوی استفاده کرده‌اند. نتایج شبیه‌سازی نشان‌دهنده این است که شبکه‌های عصبی کانولوشن با دقت ۹۵/۴٪ عملکرد بهتری را در مقایسه با سایر روش‌های پیشین به‌دست آوردند.

ماکینو و همکاران [۶۴] از داده‌های متنی برای استخراج اطلاعات تشخیصی و درمانی بیماران به‌منظور پیش‌بینی بیماری کلیوی دیابتی استفاده کردند.

واسکز مورالس و همکاران [۶۵] از داده‌های بیماران مزمن کلیوی برای تولید یک طبقه‌بندی شبکه عصبی استفاده کردند و مدل پیشنهادی دارای دقت ۹۵٪ می‌باشد.

نویسندگان[۶۶] یک مدل تشخیص سرطان کلیه در این مطالعه ارائه کردند. ویژگی‌های انتخاب‌شده با انتخاب متوالی رو به جلو و روش‌های انتخاب به عقب به شبکه‌های عصبی مصنوعی برای طبقه‌بندی سرطان کلیه منتقل می‌شوند. نتایج تجربی نشان‌دهنده این است که SBSP + NN دقت ۹۸/۷۵٪ را به‌دست آورده است.

پانگ و همکاران [۶۷] یک سیستم تشخیص به‌طور کامل خودکار را به کمک رایانه برای طبقه‌بندی توده‌های بدخیم و خوش‌خیم با استفاده از تصویربرداری تشدید مغناطیسی کلیه پیشنهاد کردند. ویژگی‌های بافت با ادغام الگوریتم بردار پشتیبان با روش انتخاب ویژگی ReliefF انتخاب شدند. این سیستم به دقت ۹۲/۳ درصد دست یافت.

در تحقیق [۶۸] از داده‌های بیماران مزمن کلیوی UCI استفاده شد. نویسندگان در روش پیشنهادی از مدل‌سازی مستقل k-نزدیک‌ترین همسایه [۲۴] و الگوریتم ماشین بردار پشتیبان استفاده کردند. نتایج شبیه‌سازی مدل پیشنهادی گویا این امر است که مدل ماشین بردار پشتیبان نویز را در مجموعه داده بهتر پردازش می‌کند و دارای دقت ۹۹٪ می‌باشد.

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-02-07]

نویسندگان در [۶۹] مطالعه‌ای را بر روی مجموعه داده‌های نارسایی‌های مزمن کلیوی UCI منتشر کردند که از الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان، درخت تصمیم، نانوبیز [۲۵] و k– نزدیک‌ترین همسایه برای تشخیص نارسایی‌های مزمن کلیوی استفاده کرده‌اند. نتایج شبیه‌سازی در محیط متلب نشان دهنده این است که الگوریتم درخت تصمیم با دقت ۹۹/۷۵٪ نسبت سه روش دیگر دارای عملکرد بهتری می‌باشد.

نویسندگان [۷۰] یک تکنیک طبقه‌بندی چند طبقه سلسله مراتبی برای تشخیص بیماری مزمن کلیوی در یک مجموعه داده نامتعادل ارائه کردند.

سیستم تشخیص بیماری مزمن کلیوی در [۷۱] برای تشخیص بیماری‌های مزمن کلیوی در مراحل اولیه پیشنهاد شد. برای تهیه داده‌ها، نویسندگان از الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه استفاده کردند. همچنین در روش پیشنهادی بر روی داده‌های پردازش شده، از الگوریتم‌های طبقه‌بندی k– نزدیک‌ترین همسایه، ماشین بردار پشتیبان و نانوبیز استفاده شده است. الگوریتم‌های طبقه‌بندی مذکور بیشترین دقت ۹۷/۸٪ را ایجاد کردند.

الماسعود و همکاران [۷۲] مطالعه‌ای را در مورد بیماری‌های مزمن کلیوی گزارش کردند که از رگرسیون لجستیک، ماشین بردار پشتیبان، جنگل تصادفی و تکنیک‌های تقویت گرادیان استفاده می‌کرد. چهار تکنیک طبقه‌بندی برای ویژگی‌های انتخاب شده اعمال شد. افزایش گرادیان بالاترین دقت ۹۹٪ را دارد.

ای ام سنان و همکاران [۷۳] مطالعه‌ای را در زمینه تشخیص بیمارهای مزمن کلیوی در مراحل اولیه پیشنهاد کردند. روش RFE برای انتخاب ویژگی‌ها از مجموعه داده‌های بیمارهای مزمن کلیوی استفاده شد.

جیکین و همکاران[۷۴] یک روش یادگیری ماشینی برای تشخیص زودهنگام بیماری مزمن کلیوی ارائه دادند. آنها از رگرسیون لجستیک، جنگل تصادفی، ماشین بردار پشتیبان، طبقه‌بندی‌کننده ساده بیز، الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه و شبکه عصبی پیشخور برای توسعه مدل‌های خود استفاده کردند. دقیق‌ترین مدل طبقه‌بندی جنگل تصادفی که دارای دقت ۹۹/۷ درصد بود.

زیسگال و همکاران [۷۵] یک تکنیک یادگیری ماشینی مبتنی بر درخت گروه برای تشخیص زودهنگام بیماری کلیوی ارائه دادند. مدل ارائه شده با جنگل تصادفی، کتبوست، رگرسیون مقایسه شد. مدل پیشنهادی دارای دقت ۹۳٪، حساسیت ۷۱/۵٪ و مشخصه ۹۵٫۸٪ می‌باشد که نسبت به روش‌های پیشین عملکرد بهتری را نشان داد.

پولات، اچ و همکاران. [۷۶] مطالعه‌ای در مورد نقش روش‌های انتخاب ویژگی موثر در پیش‌بینی دقیق بیمارهای مزمن کلیوی ارائه کردند. در این مقاله، از رویکردهای انتخاب ویژگی بسته‌بندی و فیلتر برای انتخاب ابعاد مجموعه داده بیماری مزمن کلیه استفاده شد. سپس ویژگی‌های انتخاب شده به الگوریتم بردار پشتیبان منتقل می‌شود تا بیماری مزمن کلیه را برای اهداف تشخیص طبقه‌بندی کند. نتایج تجربی نشان داد که ماشین بردار پشتیبان نتایج بهتری را روی ویژگی‌های انتخاب شده با روش جستجوی بهینه با ارزیاب زیر مجموعه فیلتر شده ایجاد می‌کند. الگوریتم بردار پشتیبان در مقایسه با ویژگی‌های انتخاب شده توسط سایر روش‌های بسته‌بندی و فیلتر، به میزان دقت ۹۸/۵٪ دست یافت.

در مقاله [۷۷] نویسندگان الگوریتم‌های مختلف یادگیری ماشین را به یک مشکل در زمینه تشخیص پزشکی تقسیم‌بندی کرده و کارایی آنها را در پیش‌بینی نتایج مورد بررسی قرار دادند. مشکل انتخاب شده برای این مطالعه، تشخیص بیماری مزمن کلیوی است. مجموعه داده مورد استفاده برای مطالعه از مخزن UCI شامل ۴۱۱ نمونه و ۲۵ ویژگی است. ابزار مورد استفاده در این تحقیق متلب می‌باشد. در این تحقیق روش طبقه‌بندی با استفاده از داده‌های آن به بیماری‌های مزمن کلیوی ارزیابی شده است. معیارهای مختلفی که برای ارزیابی عملکرد مورد استفاده قرار می‌گیرند دقت پیش‌بینی، حساسیت و خاصیت هستند. نتایج نشان می‌دهد که درخت تصمیم‌گیری با نزدیک به دقت ۹۸/۶٪، حساسیت ۹۷/۲٪ و کیفیت ۱ بهترین عملکرد را دارد.

در مقاله [۷۸] کاربرد داده‌کاوی را برای بهبود دقت پیش‌بینی وضعیت بیماری را با انتخاب مناسب‌ترین ویژگی‌های مرتبط با آن ارائه می‌دهد. این آزمایش‌ها بر روی داده‌های بیماری نارسایی کلیه انجام می‌شود. هدف اصلی این مقاله انتخاب ویژگی مناسب برای پیش‌بینی بیماری نارسایی کلیه است. چندین روش داده‌کاوی مورد استفاده قرار گرفته است. مجموعه داده‌های استفاده شده از مخزن UCI با ۴۱۱ نمونه و ۲۵ ویژگی است. نتیجه نشان می‌دهد که الگوریتم جنگل تصادفی بالاترین دقت را در مقایسه با بقیه الگوریتم‌ها داشته است. همچنین استفاده از الگوریتم‌های ژنتیک در انتخاب مجموعه‌ای بهینه از ویژگی موفق‌تر بوده است.

در مقاله [۷۹] شش الگوریتم از روش‌های مختلف طبقه‌بندی برای تحلیل و مقایسه برای پیش‌بینی نارسایی مزمن کلیه انتخاب شده است. مجموعه داده‌های استفاده شده از مخزن UCI با ۴۱۱ نمونه و ۲۵ ویژگی است .نتایج نشان می‌دهد که الگوریتم طبقه‌بندی جنگل تصادفی زیربنایی تصادفی دقت بیشتری در پیش‌بینی نارسایی کلیه داشته است. همچنین این طبقه‌بندی با الگوریتم k– نزدیک‌ترین همسایه به‌عنوان طبقه‌بندی پایه از روش‌های طبقه‌بندی دیگر در مجموعه داده‌های خاص کلیه بیشتر است.

در مقاله [۸۰] به بررسی نحوه تشخیص بیماری نارسایی کلیه با استفاده از روش‌های یادگیری ماشین می‌پردازد.تعدادی از طبقه‌بندی‌های مختلف یادگیری ماشین به‌طور تجربی به یک مجموعه داده واقعی که از ماشین UCI گرفته شده با یافته‌های گرفته شده از ادبیات اخیر مقایسه می‌شود .نتایج نشان می‌دهد که الگوریتم جنگل تصادفی عملکرد مطلوبی را در شناسایی افراد مبتلا به بیماری نارسایی کلیه به‌دست آورده است.

در مقاله [۸۱] هدف پیش‌بینی تشخیص زودهنگام بیماری نارسایی کلیه در افراد مبتلا به دیابت با روش یادگیری ماشین است. مجموعه داده‌ها توسط یک مرکز تحقیقاتی با ۱۱۱ پرونده جمع‌آوری شده است. مجموعه داده‌ها به وسیله الگوریتم نانوبیز و الگوریتم درخت تصمیم در محیط WEKA آزمایش شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که الگوریتم درخت تصمیم‌گیری دقت بهتری را ارائه داده است.

۶- نتیجه‌گیری و کارهای آینده

محیط مراکز بهداشتی و درمانی نیاز به تعداد زیاد داده در رابطه با بیماران کلیوی دارند اما کمبود ابزار تحلیل موثر برای کشف رابطه‌های مخفی بین داده‌های بیماران کلیوی وجود دارد. داده‌کاوی می‌تواند به‌عنوان ابزار موثری در پیدا کردن رابطه مخفی بین داده بیماران باشد. بدون شک یکی از مهمترین مشکلات در تشخیص بیماری‌های پنهان همچون بیماری مزمن کلیوی این است که این بیماری در بسیاری

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-02-07]

جدول ۱: مقایسه‌های تکنیک‌های داده‌کاوی در تشخیص بیماری نارسایی مزمن کلیوی از نظر معیار دقت

مرجع	سال انتشار	نوع بیماری	ابزار	تکنیک مورد استفاده	دقت
[52]	۲۰۱۲	سنگ کلیه	WEKA	NaviBayes	۹۹ درصد
				Logistic	۱۰۰ درصد
				Random Forest	۹۷ درصد
[33]	۲۰۱۴	دیالیز کلیه	ORANGE	NaviBayes	۹۸ درصد
				K-NN	۷۹ درصد
				Classification Tree	۷۳,۳۳ درصد
				C 4.5	۹۳,۵۲ درصد
				SVM	۹۳,۵۲ درصد
				Random Forest	۹۱,۹۸ درصد
[53]	۲۰۱۲	نارسایی مزمن کلیوی	TANAGRA	ANN	۹۳,۵۲ درصد
				Decision Tree (C5)	۷۸,۴۴ درصد
				Logical Regression	۷۴,۴۷ دزصد
[55]	۲۰۱۲	نارسایی مزمن کلیوی	WEKA	Gaussion process (ROC)	۷۵,۸ درصد
[56]	۲۰۱۲	نارسایی کلیوی همودیالیز	WEKA	W-Simple cart	۸۵,۱۱ درصد
[60]	۲۰۱۴	سنگ کلیه	TANAGRA	Decision Tree	-
[61]	۲۰۱۶	نفرتیک سندرم	-	Decision Tree	۸۰ درصد
				Association Rule	۹۷,۷ درصد
[62]	۲۰۱۵	سنگ کلیه	TANAGRA	C 4.5	۱۱ درصد نرخ خطا
[59]	۲۰۱۲	دیالیز کلیوی	MATLAB	Association Rule	۹۱,۹۸ درصد
				NaviBayes	
				LVQ	۸۴,۵۹ درصد
				RBF	۸۷,۳۲ درصد
[63]	۲۰۲۱	نارسایی مزمن کلیوی	Phayton	Convolutional Neural Networks	۹۵,۴ درصد
[64]	۲۰۱۹	بیماری کلیه دیابتی	Phayton	Convolutional Model	۷۱ درصد
[65]	۲۰۱۹	نارسایی مزمن کلیوی	Phayton	Neural Network Classifier	۹۵ درصد
[66]	۲۰۱۳	سرطان کلیه	MATLAB	SBSP + NN	۹۸,۵۷ درصد
[67]	۲۰۱۵	سرطان کلیه	MATLAB	SVM + ReliefF	۹۲,۳ درصد
[68]	۲۰۱۶	نارسایی مزمن کلیوی	MATLAB	KNN, SVM	۹۹ درصد
[69]	۲۰۱۶	نارسایی مزمن کلیوی	MATLAB	SVM, KNN, and Naïve Bayes Decision tree	۹۹,۷ درصد
[71]	۲۰۱۸	نارسایی مزمن کلیوی	MATLAB	KNN, SVM, and Naïve Bayes	۹۷,۸ درصد
[72]	۲۰۱۹	نارسایی مزمن کلیوی	MATLAB	SVM, Random Forest, and Gradient Boosting	۹۹ درصد
[74]	۲۰۱۹	نارسایی مزمن کلیوی	MATLAB	Logistic regression, KNN, SVM, ,Random Forest Naive Bayes and ANN	۹۹,۷ درصد
[75]	۲۰۲۰	نارسایی مزمن کلیوی	MATLAB	XGBoost	۹۵,۸ درصد
[76]	۲۰۱۷	نارسایی مزمن کلیوی	MATLAB	SVM	

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-02-07]

از مـوارد بـدون علائـم خاصـی در بـدن فـرد وجـود دارد و فـرد زمانـی از بیمـاری خـود آگاه می‌شـود کـه این بیماری پیشـرفت بسـیار زیـادی کـرده باشـد. در ایـن مقالـه انـواع الگوریتم‌هـای مبتنـی بـر داده‌کاوی و تأثیـر آنهـا بـرای پیش‌بینـی بیمـاری نارسـایی کلیـه مـورد بررسـی قـرار گرفـت. همچنیـن چندیـن روش انتخـاب ویژگـی برای تشـخیص این بیماری مـورد مطالعه قـرار گرفت. نتایج نشـان می‌دهد کـه الگوریتم جنـگل تصادفی، الگوریتـم k- نزدیک‌تریـن همسـایه و الگوریتـم بـردار پشـتیبان بیشـترین کاربـرد را در پیش‌بینـی بیمـاری نارسـایی کلیـه را داشـته‌اند. پرکاربردتریـن داده‌هـای مـورد اسـتفاده در زمینـه تحقیقاتـی مجموعـه داده‌هـای UCI [۸۲] می‌باشـد کـه به‌دلیل دسترسـی آسان‌تر و داشـتن نویز کمتر، بیشترین اسـتفاده را در پیش‌بینـی این بیماری داشـته اسـت. ابزار مورد اسـتفاده در این مقالـه متلـب [۸۳] می‌باشـد کـه به‌دلیـل سـادگی و قابـل فهـم بـودن بیشـترین کاربـرد را داشـته اسـت. بـا توجـه بـه مطالعات انجـام شـده و رشـد سـریع روش‌هـای دسـته‌بندی در کارهـای آتـی می‌تـوان با اسـتفاده از روش‌هـای ترکیبی دقـت پیش‌بینی را نسـبت بـه روش‌هـای موجود افزایـش داد.

۷- پی‌نوشت‌ها

1. nephrons
2. Data Mining Task
3. Train
4. Test
5. Desiccation Tree
6. Gini
7. Entropy
8. Multi Layer Perceptron
9. Support Vector Machine
10. Multi Layer Perceptrons
11. Radial basis Function
12. Support Vector Regression
13. Random Forest Algorithm
14. Regression Algorithm
15. Fuzzy Logic Algorithm
16. Genetic Algorithm
17. Simple Bayesian Classifier
18. BOOSTING
19. ADABOOST
20. Deep Learning
21. Radial basis Function Backpropagation Neural
22. Ranking
23. Rapid Miner
24.- k nearest neighbor
25. Naïve Bayes

۸- مراجع

[1] Q. Al-Tashi, H. Rais, and S. J. Abdulkadir, "Hybrid Swarm Intelligence Algorithms with Ensemble Machine earning 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] aniel Ashlock, Evolutionary Computation for Modeling and Optimization, vol. 91. 2017.

[5] Islam et al., "Prediction of Fatty Liver Disease using Machine Learning Algorithms," Comput. Methods Programs Biomed., 2018.

[6] Dhaenens and L. Jourdan, "Metaheuristics for data mining: Survey and opportunities for big data," 4or, vol. 17, no. 2, pp. 115–139, 2019.

[7] Kasper DL, B.E., Fauci AS, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Harrison's Principles of Internal Medicine, ed. 17. Vol. 1. 2008: McGraw-Hill: p. 82.

[8] HD, H., Kelley's Textbook of Internal Medicine. 4 ed. 2000: Philadelphia: Williams & Wilkins: p. 23.

[9] Wikipedia. kidney. 2018 [cited 2018 4 Feb]; Available from:

[10] https://en.wikipedia.org/wiki/Kidney.

[11] Arnadottir M, Hultberg B, Wahlberg J, Fellström B, Dimény E. Serum total homocysteine concentration before and after renal transplantation. Kidney international. 1998 Oct 1;54(4):1380-4.

[12] Bostom AG, Shemin D, Lapane KL, Hume AL, Yoburn D, Nadeau MR, Bendich A, Selhub J, Rosenberg IH. High dose B-vitamin treatment of hyperhomocysteinemia in dialysis patients. Kidney international. 1996 Jan 1;49(1):147-52.

[13] Cordaro M, Siracusa R, Fusco R, Cuzzocrea S, Di Paola R, Impellizzeri D. Involvements of hyperhomocysteinemia in neurological disorders. Metabolites. 2021 Jan 6;11(1):37.

[14] arkinson's disease: Feasibility study of an at-home testing device".| Movement Disorders, Vol. 24 (4), pp. 551-556.

[15] Ene, M. (2008). "Neural Network-Based Approach to Discriminate Healthy People from Those with Parkinson's Disease". Mathematics and Computer Science Series, 35, 112-116.

[16] Little, M. A., McSharry, P. E., Hunter, E. J., Spielman, J. and Ramig, L. O. (2008). "Suitability of Dysphonia Measurements for Telemonitoring of Parkinson's Disease". IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 56, 1015-1022.

[17] Caglar, M. F., Cetisli, B. and Toprak, I. B. (2010). "Automatic Recognition of Parkinson's Disease from Sustained Phonation Tests Using ANN and Adaptive Neuro-Fuzzy Classifier". Journal of Engineering Science Design, 1, 59-64.

[18] Gil, D. and Johnson, M. (2009). "Diagnosing Parkinson by Using Artificial Neural Networks and Support Vector Machines". Global Journal of Compute Science and Technology, 9, 63-71.

[19] Kincade K. "Data mining: Digging for healthcare gold. Insurance & echnology", 1998.

[20] [51]- Fayyad U, Piatetsky-Shapiro G & Smyth P., "Knowledge discovery and data ining towards a unifying framework. Available" , 1996.

[21] Koh HC & Tan G, "Data mining applications in healthcare. Journal of Healthcare InformationManagement", ۲۰۰۵.

[22] Han J, Kamber M & Pei J, "Data mining: Concepts and techniques. USA: Morgan Kaufmann PublishersInc; ۲۰۰۵

[23] Lee IN, Liao SC & Embrechts M, "Data mining techniques applied to medical information", MedicalInformatics and the Internet in Medicine, ۲۰۰۰.

[24] Obenshain MK, "Application of data mining techniques to healthcare data", Infection Control and Hospital Epidemiology, ۲۰۰4.

[25] Samad Soltani Heris T, Lagarizadeh M, Mahmoodvand Z & Zolnoori M, "Intelligent diagnosis ofasthma using machine learning algorithms. International Research Journal of Applied and Basic Sciences", 2013

[26] Liao SC & Lee IN, "Appropriate medical data categorization for data mining classification techniques", Medical Informatics and the Internet in Medicine, 2002.

[27] Stephenson N, Shane E, Chase J, Rowland J, Ries D, Justice N, Zhang J, Chan L, Cao R. Survey of machine learning techniques in drug discovery. Current drug metabolism. 2019 Mar 1;20(3):185-93.

[28] Qayyum A, Qadir J, Bilal M, Al-Fuqaha A. Secure and robust machine learning for healthcare: A survey. IEEE Reviews in Biomedical Engineering. 2020 Jul 31;14:156-80.

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-02-07]

Using ssociation Rules. Computer Technology and Electronics Engineering Pp: 50-60.
[50] Sunil D, Sowmya BP. Chronic kidney disease analysis using data mining. International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering, and Information Technology (IJSRCSEIT). 2017;2(4).
[51] (DSVGK Kaladhar, Krishna Apparao Rayavarapu* and Varahalarao Vadlapudi, "Statistical and Data Mining Aspects on Kidney Stones: A Systematic Review and Meta-analysis", Open Access Scientific Reports, Volume Issue 12. 2012.
[52] J.Van Eyck, J.Ramon, F.Guiza, G.Meyfroidt, M.Bruynooghe, G.Van den Berghe, K.U.Leuven," Data Mining techniques for predicting acute kidney injury after elective cardiac surgery", Springer, 2012.
[53] K.R.Lakshmi, Y.Nagesh and M.VeeraKrishna,"Performance comparison of three data mining techniques for Predicting kidney disease survivability", International Journal of Advances in Engineering & Technology, Mar. 2014.
[54] Morteza Khavanin Zadeh, Mohammad Rezapour, and Mohammad Mehdi Sepehri," Data Mining Performance in Identifying the Risk Factors of Early Arteriovenous Fistula Failure in Hemodialysis Patients," International journal of hospital research, Volume 2, Issue 1 , 3201, pp 54-49 .
[56] Abeer Y. Al-Hyari," CHRONIC KIDNEY DISEASE PREDICTION SYSTEM USING CLASSIFYING DATA MINING TECHNIQUES", library of university of Jordan, 2012.
[57] Xudong Song, Zhanzhi Qiu, Jianwei Mu," Study on Data Mining Technology and its Application for Renal Failure Hemodialysis Medical Field", International Journal of Advancements in Computing Technology (IJACT), Volume4, Number3, February 2012.
[58] N. SRIRAAM, V. NATASHA and H. KAUR," DATA MINING APPROACHES FOR KIDNEY DIALYSIS TREATMENT", journal of Mechanics in Medicine and Biology, Volume 06, Issue 02, June 2006.
[59] Jicksy Susan Jose, R.Sivakami, N. Uma Maheswari, R.Venkatesh," An Efficient Diagnosis of Kidney Images using Association Rules", International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering (IJCTEE), Volume 2, Issue 2, April 2012.
[60] Divya Jain, Sumanlata Gautam," Predicting the Effect of Diabetes on Kidney using Classification in Tanagra", International Journal of Computer Science and Mobile Computing, Volume 3, Issue 4, April 2014.
[61] Panwong P, Iam-On N. Predicting transitional interval of kidney disease stages 3 to 5 using data mining method. In2016 second Asian conference on defence technology (ACDT) 2016 Jan 21 (pp. 145-150). IEEE.
[62] Vijayarani S, Dhayanand S, Phil M. Kidney disease prediction using SVM and ANN algorithms. International Journal of Computing and Business Research (IJCBR). 2015 Mar;6(2):1-2.
[63] Krishnamurthy S, Ks K, Dovgan E, Luštrek M, Gradišek Piletič B, Srinivasan K, Li YC, Gradišek A, Syed-Abdul S. Machine learning prediction models for chronic kidney disease using national health insurance claim data in Taiwan. InHealthcare 2021 May 7 (Vol. 9, No. 5, p. 546). MDPI.
[64] Makino M, Yoshimoto R, Ono M, Itoko T, Katsuki T, Koseki A, Kudo M, Haida K, Kuroda J, Yanagiya R, Saitoh E. Artificial intelligence predicts the progression of diabetic kidney disease using big data machine learning. Scientific reports. 2019 Aug 14;9(1):11862.
[65] Vásquez-Morales GR, Martinez-Monterrubio SM, Moreno-Ger P, Recio-Garcia JA. Explainable prediction of chronic renal disease in the colombian population using neural networks and case-based reasoning. Ieee Access. 2019 Oct 21;7:152900-10.
[66] Polat H, Danaei Mehr H, Cetin A. Diagnosis of chronic kidney disease based on support vector machine by feature selection methods. Journal of medical systems. 2017 Apr;41:1-1.

ادامه در صفحه ۶۱

[29] Burkart N, Huber MF. A survey on the explainability of supervised machine learning. Journal of Artificial Intelligence Research. 2021 Jan 19;70:245-317.
[30] Garg A, Mago V. Role of machine learning in medical research: A survey. Computer Science Review. 2021 May 1;40:100370.
[31] Zhang L, Wen J, Li Y, Chen J, Ye Y, Fu Y, Livingood W. A review of machine learning in building load prediction. Applied Energy. 2021 Mar 1;285:116452.
[32] Zhou J, Gandomi AH, Chen F, Holzinger A. Evaluating the quality of machine learning explanations: A survey on methods and metrics. Electronics. 2021 Jan;10(5):593.
[33] Vijayarani, S., and S. Dhayanand. "Data mining classification algorithms for kidney disease prediction." Int J Cybernetics Inform 4, no. 4 (2015): 13-25.
[34] Sharma, Sahil, Vinod Sharma, and Atul Sharma. "Performance based evaluation of various machine learning classification techniques for chronic kidney disease diagnosis." arXiv preprint arXiv:1606.09581 (2016).
[35] Ramya, Shankaran and Radha, Nemath. (2016). "Diagnosis of Chronic Kidney Disease Using Machine Learning Algorithms", International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, Vol 4, issue 1.
[36] Tazin, Nusrat, Shahed Anzarus Sabab, and Muhammed Tawfiq Chowdhury. "Diagnosis of Chronic Kidney Disease using effective classification and feature selection technique." In 2016 International Conference on Medical Engineering, Health Informatics and Technology (MediTec), pp. 1-6. IEEE, 2016.
[37] Bommana K, Raja, Madheswaran M. Thyagarajah K 2008. A Hybrid Puzzy-Neural System for Computer Aided Diagnosis of Ultrasound Kidney Images Using Prominent Feature Pp: 65-83.
[38] Sherif E. Husseina, Osama A, Hassan T, Malcolm H, Granatc. 2013. Assessment of the potential indology for diagnosing kidney disease using wavelet analysis and sentral betworks Auckland University of Technology. Pp: 534-541.
[39] Mayilva gananl M. Rajeswari K, 2014, Health Care Analysis Based On Fuzzy Lopic Control Pp: 138-149.
[40] Venkatesan Suresh V. 2014. Human blood pressure classification analysis using fuzzy logic control system in data mining, Sensors Applications Symposium Proceedings. Pp200-204
[41] Lagzian M, Shirazian M, Vahidian Kamyad A. Layeghian M, Hekmat R. 2013. A New Fuzzy Control Model for Kidney Patients. pp: 1097-1101.
[42] Nagaveni R, Devi R. 2010. "Design Methodology of a Fuzzy Knowledgebase System to predict the risk of Diabetic Nephropathy. International Journal of Computer Science pp239-247.
[43] Kaur R Kaur A. 2014. Hypertension Diagnosis Using Fuzzy Expert System National Conference on Advances in Engineering and Technology. PP: 14-18.
[44] Mayilvaganan M, Rajeswari K. 2014. Risk Factor Analysis to Patient Based on Fuzzy Logic Control System. Engineering Research and General Science PP: 185-190.
[45] Jahantigh F. 2015. Kidney Diseases Diagnosis by Using Fuzzy Logic. International Conference on Inchustrial Engineering and Operations Management. PP. 2369-2375.
[45] Anjan Babu G, Suman G, Rajasekhar M. 2013. Computer Aided Diagnosis of Polycystic Kidney Disease Using ANN. Medical, Health Biomedical, Bioengineering and Pharmaceutical Engineering Pp: 933-937.
[46] Abhishek Kumar K. 2013. Artificial Neural Networks for Diagnosis of Kidney Stones Disease. Information Technology and Computer Science Pp: 20-25.
[47] Malik R. Jadhav B. 2015. Fuzzy System for Treatment of Kidney Stone. Emerging Technologies and Innovative Research Pp. 1591-1595.
[48] Carretero OA, Opanl S. Jamary 2000. Essential hypertension Part 1 efinition and etiology". Circulation. pp: 329–35.
[49] Bala S, Kumar K. 2014. An Efficient Diagnosis of Kidney Images

[Downloaded from kiaeee.ir on 2026-02-07]